

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI

PROGETTO DEFINITIVO

TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - NUOVA ENNA (LOTTO 3)

VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario - sviluppo complessivo 780m

Relazione di calcolo Pile - P20

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

RS3T 30 D 09 CL VI0805 004 B

| Rev. | Descrizione | Redatto | Data | Verificato | Data | Approvato | Data | Autorizzato Data |
|------|--------------------------|-------------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|--------------------------|
| A | Emissione Esecutiva | G. Grimaldi | Gen. 2020 | A. Ferri | Gen. 2020 | A.Barreca | Gen. 2020 | A. Vittozzi Gen. 2020 |
| B | 1° agg. A consegna CSLPP | G. Grimaldi | Mag. 2020 | A. Ferri | Mag. 2020 | A.Barreca | Mag. 2020 | A. Vittozzi Mag. 2020 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

ITALFERR S.p.A.
U.D. Opere Civili e Gestione delle Varianti
Dott. Ing. Angelo Vittozzi
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma
N° A20783

File: RS3T30D09CLVI0805004B

n. Elab.: 09_185_3

| | | | | | | |
|---|---|-------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m | | | | | |
| | <i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P20</i> | COMMESSA RS3T | LOTTO 30 | CODIFICA D09CL | DOCUMENTO VI0805003 | REV. B |

INDICE

| | | |
|-------|---|----|
| 1. | PREMESSA | 3 |
| 1.1 | Descrizione dell'opera..... | 3 |
| 2. | DOCUMENTI DI RIFERIMENTO | 7 |
| 3. | MATERIALI | 7 |
| 3.1 | Verifiche SLE..... | 8 |
| 3.1.1 | <i>Verifiche tensionali</i> | 8 |
| 3.1.2 | <i>Verifiche a fessurazione</i> | 9 |
| 4. | DATI DI BASE | 10 |
| 4.1 | Geometrie di base..... | 10 |
| 4.2 | Modelli di analisi e verifica | 12 |
| 4.3 | Condizioni elementari e combinazioni di carico..... | 12 |
| 4.4 | Sistemi di riferimento ed unità di misura | 17 |
| 5. | ANALISI DEI CARICHI | 18 |
| 5.1 | Peso proprio elementi strutturali..... | 18 |
| 5.2 | Carichi strutturali trasmessi dall'impalcato..... | 19 |
| 5.3 | Carichi da traffico verticali | 19 |
| 5.4 | Effetti dinamici | 21 |
| 5.5 | Disposizione treni di carico..... | 21 |
| 5.6 | Carichi da traffico orizzontali | 25 |
| 5.6.1 | <i>Forza centrifuga</i> | 25 |
| 5.6.2 | <i>Serpeggio</i> | 27 |
| 5.6.3 | <i>Frenatura ed avviamento</i> | 28 |
| 5.6.4 | <i>Forza d'attrito</i> | 29 |
| 5.6.5 | <i>Azione del Vento</i> | 29 |
| 5.7 | Azione Sismica | 32 |
| 5.7.1 | <i>Inquadramento Sismico</i> | 33 |
| 5.7.2 | <i>Definizione della domanda sismica</i> | 34 |
| 5.7.3 | <i>Risposta sismica locale</i> | 39 |
| 5.7.4 | <i>Calcolo dell'azione Sismica</i> | 40 |
| 5.7.5 | <i>Check analisi statica</i> | 41 |
| 5.7.6 | <i>Analisi statica equivalente</i> | 42 |
| 5.7.7 | <i>Analisi dinamica modale</i> | 43 |
| 5.8 | Azione Idrostatica..... | 44 |
| 6. | SOLLECITAZIONI..... | 47 |
| 6.1 | Combinazioni di carico | 47 |

| | | | | | | |
|---|---|-------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m | | | | | |
| | Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P20 | COMMESSA RS3T | LOTTO 30 | CODIFICA D09CL | DOCUMENTO VI0805003 | REV. B |

| | | |
|--------|---|-----|
| 6.1.1 | Configurazione 1 | 47 |
| 6.1.2 | Configurazione 2 | 53 |
| 6.1.3 | Configurazione 3 | 59 |
| 6.2 | Tabelle riassuntive, massime sollecitazioni | 65 |
| 6.2.1 | Stati limiti di esercizio | 65 |
| 6.2.2 | Stati limiti ultimi | 71 |
| 7. | VERIFICHE STRUTTURALI..... | 74 |
| 8. | FUSTO PILA | 74 |
| 8.1 | Modellazione | 76 |
| 8.2 | Verifica a presso flessione | 76 |
| 8.3 | Verifica a taglio | 85 |
| 8.4 | Verifica minimi di armatura | 86 |
| 8.5 | Verifica spostamenti..... | 88 |
| 9. | PULVINO..... | 89 |
| 9.1 | Progettazione armatura principale e secondaria..... | 90 |
| 9.2 | Verifica dei nodi..... | 91 |
| 10. | PLINTO DI FONDAZIONE..... | 91 |
| 10.1 | Dimensionamento armature | 94 |
| 10.2 | Verifica a presso-flessione..... | 96 |
| 10.2.1 | Direzione trasversale..... | 96 |
| 10.2.2 | Direzione longitudinale..... | 101 |
| 10.3 | Verifica a punzonamento..... | 106 |
| 11. | PALI DI FONDAZIONE..... | 107 |
| 11.1 | Ridistribuzione sollecitazioni testa palo | 107 |
| 11.2 | Verifica strutturale | 107 |
| 11.3 | Verifica a taglio | 115 |
| 12. | INCIDENZE | 116 |

| | | | | | | |
|--|---|-------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------|
|  | DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m | | | | | |
| | Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P20 | COMMESSA RS3T | LOTTO 30 | CODIFICA D09CL | DOCUMENTO VI0805003 | REV. B |

1. PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto il dimensionamento e le verifiche di resistenza secondo il metodo semiprobabilistico agli Stati Limite (S.L.) di una delle Pile del viadotto ferroviario VI08 della tratta ferroviaria Palomba-Catenanuova, viadotto ferroviario previsto nell'ambito del progetto definitivo lungo la direttrice ferroviaria Messina-Catania-Palermo del nuovo collegamento Palermo-Catania. In particolare, si tratterà la Pila 20 che rappresenta la tipologica per tutte le pile di altezza inferiore od uguale a 8.3m e impalcato di 40m.

Le analisi strutturali e le verifiche di sicurezza sono state effettuate secondo il DM 17 gennaio 2018.

1.1 Descrizione dell'opera

Il viadotto VI08 attraversa un corso d'acqua maggiore e corre parallelamente alla linea torica. Il viadotto è a doppio binario, ha uno sviluppo complessivo di 780m, ed è costituito da 26 campate isostatiche di luce 25m, 40 e 50m (asse pila-asse pila/ asse pila-asse giunto spalla). Le campate da 25 m sono realizzate con un impalcato in cap a due trave, mentre le campate da 40m e 50m sono realizzare con impalcato misto a due travi.

Le pile sono realizzate in c.a. gettato in opera, sono di forma circolare di dimensioni pari a 3.5m. Il pulvino ha una altezza pari a 3.30m. Su esso disposti gli apparecchi di appoggio dell'impalcato secondo lo schema sotto riportato

Il plinto presenta uno spessore di 3 metri e una pianta rettangolare di 9.6x9.6, mentre le fondazioni previste sono su pali in c.a. di grande diametro F1200 sia per le pile che per le spalle. Il numero di pali pari a 9 e disposti ad interessa minimi di 3.6m. Si è assunta una distanza dal bordo degli stessi di 1.20 m.

Per l'implementazione delle geometrie, vista la vastità delle casistiche, sono state adottate delle schematizzazioni in special modo per plinto di fondazione e pulvino. Per il pulvino, ad esempio, è stata adottata un'altezza costante di 2m ma, tenuto propriamente conto dei reali bracci e delle masse.

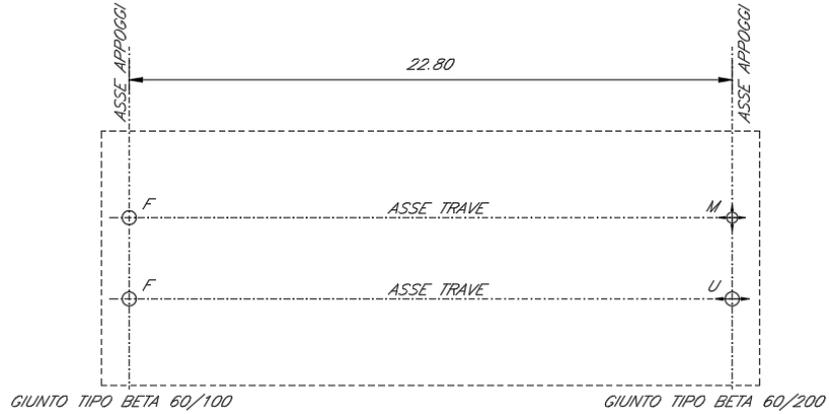
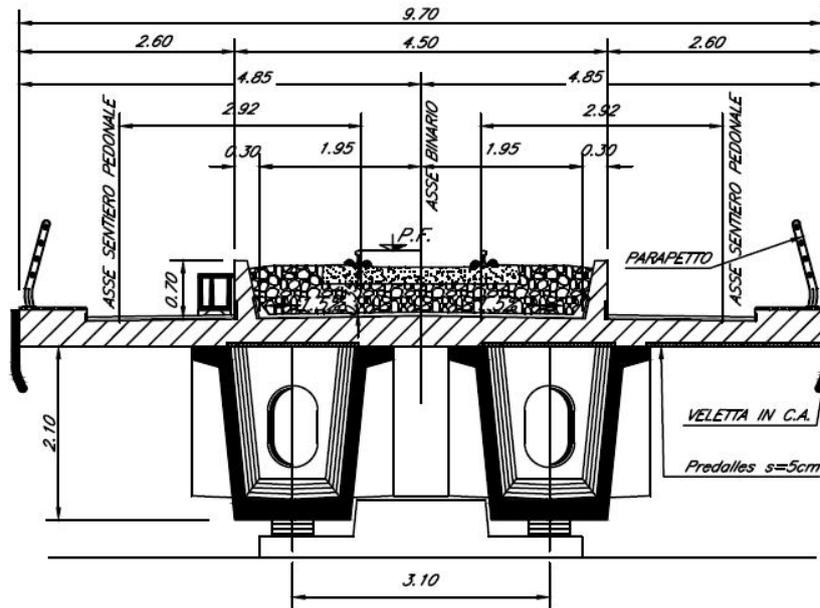


Figura 1: schema appoggi impalcati sx e dx



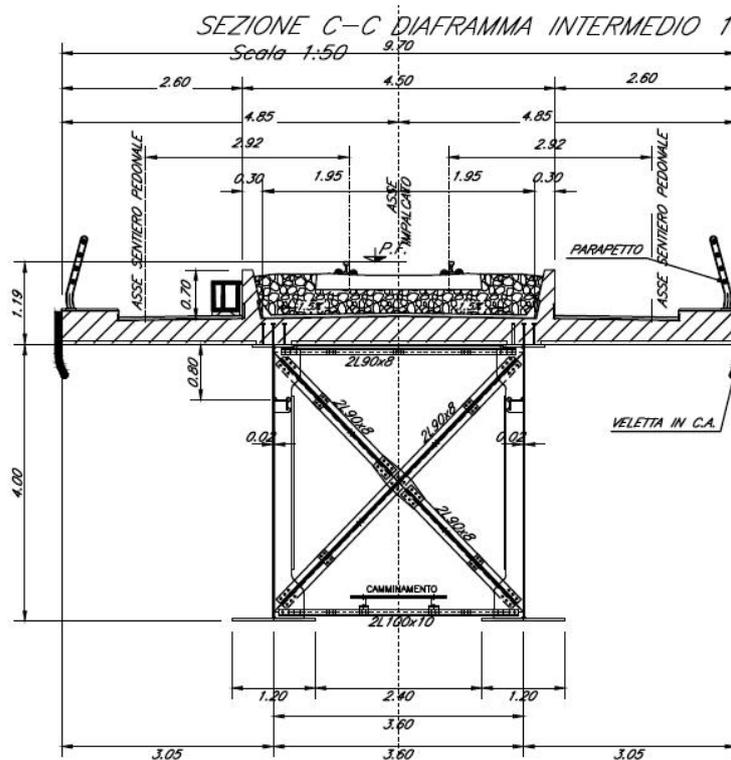
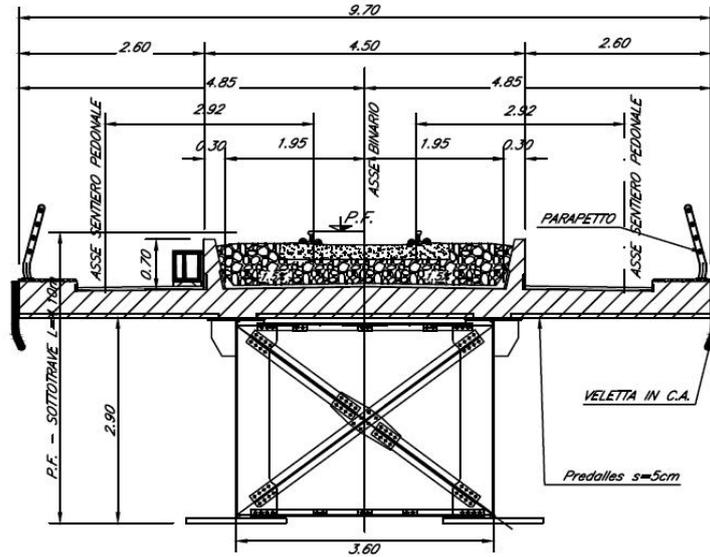


Figura 2: sezione trasversale impalcato

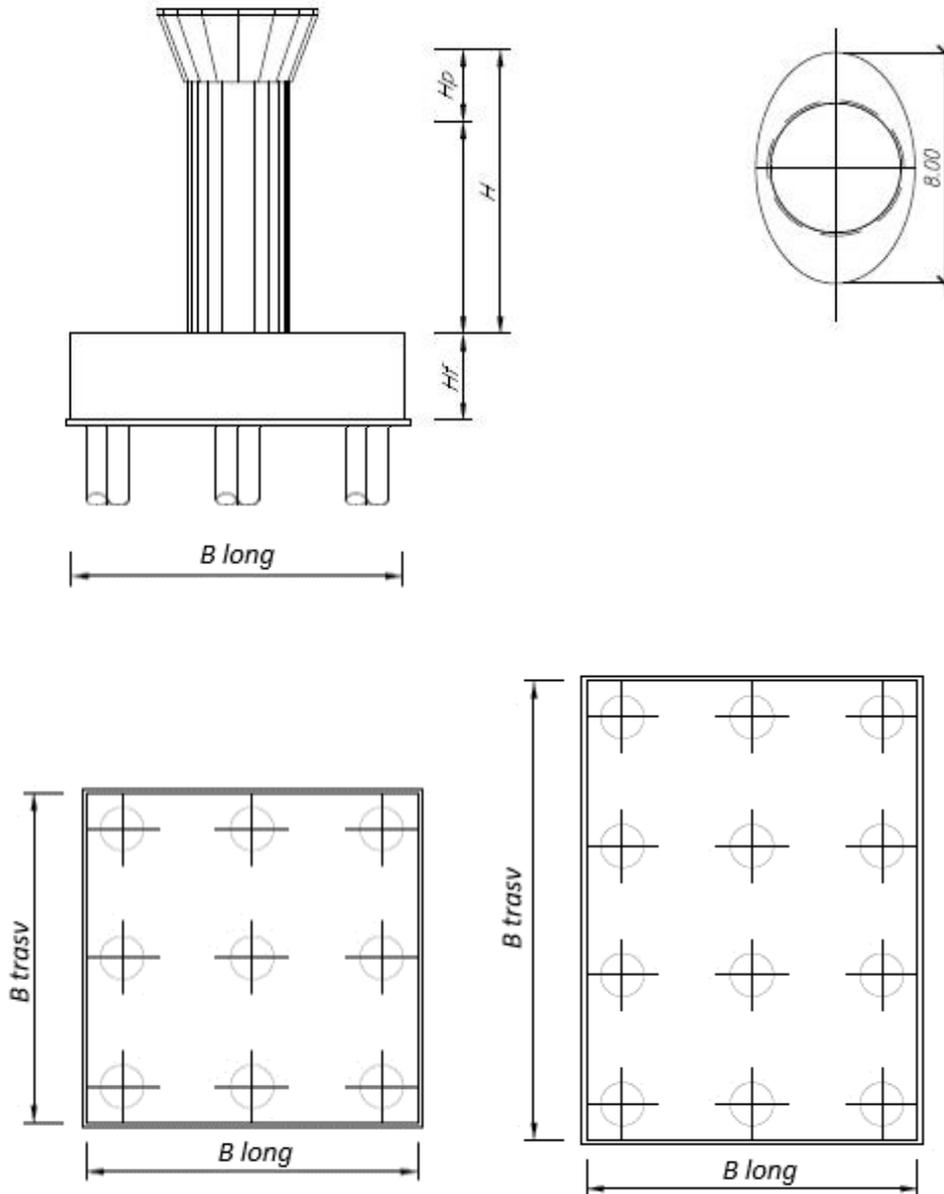


Figura 3: pila e fondazione

| | | | | | | |
|---|---|-------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m | | | | | |
| | Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P20 | COMMESSA RS3T | LOTTO 30 | CODIFICA D09CL | DOCUMENTO VI0805003 | REV. B |

2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Le principali Normative nazionali ed internazionali vigenti alla data di redazione del presente documento e prese a riferimento sono le seguenti:

- *Ministero delle Infrastrutture, DM 17 gennaio 2018, Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni».*
- *Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, Circolare 21 gennaio 2019, n. 7/C.S.LL.PP., «Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018»*
- *Istruzione RFI DTC SI PS MA IFS 001 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 2 - Ponti e Strutture*
- *Istruzione RFI DTC SI CS MA IFS 001 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 3 - Corpo Stradale*
- *Regolamento (UE) N.1299/2014 della Commissione del 18 Novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell’Unione europea modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019;*

3. MATERIALI

Le caratteristiche dei materiali previsti le sottostrutture sono le seguenti:

- Calcestruzzo pali di fondazione, cordoli, opere provvisionali, calcestruzzo fondazioni

| | | | | |
|--|--|-----------------|---------------|------------|
| classe di resistenza conglomerato | | dasse | C25/30 | |
| resistenza caratteristica cubica a comp. | | R _{ck} | 30 | <i>MPa</i> |
| modulo elastico | | E _c | 31476 | <i>MPa</i> |
| resistenza media cilindrica a comp. | | f _{cm} | 33 | <i>MPa</i> |
| resistenza cilindrica caratteristica a comp. | | f _{cd} | 25 | <i>MPa</i> |

- Calcestruzzo fondazioni armate

| | | | | |
|--|--|-----------------|---------------|------------|
| classe di resistenza conglomerato | | dasse | C28/35 | |
| resistenza caratteristica cubica a comp. | | R _{ck} | 34 | <i>MPa</i> |
| modulo elastico | | E _c | 32308 | <i>MPa</i> |
| resistenza media cilindrica a comp. | | f _{cm} | 36 | <i>MPa</i> |
| resistenza cilindrica caratteristica a comp. | | f _{cd} | 28 | <i>MPa</i> |

| | | | | | | |
|--|---|-------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------|
|  ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m | | | | | |
| | Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P20 | COMMESSA RS3T | LOTTO 30 | CODIFICA D09CL | DOCUMENTO VI0805003 | REV. B |

- Calcestruzzo elevazione pile (compresi pulvini, baggioli e ritegni), spalle

| | | | | |
|--|--|--------|---------------|------------|
| classe di resistenza conglomerato | | classe | C32/40 | |
| resistenza caratteristica cubica a comp. | | Rck | 40 | <i>MPa</i> |
| modulo elastico | | Ec | 33346 | <i>MPa</i> |
| resistenza media cilindrica a comp. | | fcm | 40 | <i>MPa</i> |
| resistenza cilindrica caratteristica a comp. | | fck | 32 | <i>MPa</i> |

- Acciaio ordinario per calcestruzzo armato

| | | | | |
|--|--|------|---------------|------------|
| denominazione tipo d'acciaio | | nome | B450 | |
| modulo elastico | | Es | 210000 | <i>MPa</i> |
| tensione media di snervamento | | fym | 480 | <i>MPa</i> |
| tensione caratteristica di snervamento | | fyk | 450 | <i>MPa</i> |
| tensione di snervamento di calcolo | | fyd | 391.30 | <i>MPa</i> |
| tensione caratteristica a rottura | | ftk | 540 | <i>MPa</i> |

Le verifiche del plinto di fondazione vengono condotte, a favore di sicurezza, con una classe di calcestruzzo C25/30.

3.1 Verifiche SLE

La verifica nei confronti degli Stati limite di esercizio, consiste nel controllare, con riferimento alle sollecitazioni di calcolo corrispondenti alle Combinazioni di Esercizio il tasso di Lavoro nei Materiali e l'ampiezza delle fessure attesa, secondo quanto di seguito specificato.

3.1.1 Verifiche tensionali

La verifica delle tensioni in esercizio consiste nel controllare il rispetto dei limiti tensionali previsti per il calcestruzzo e per l'acciaio per ciascuna delle combinazioni di carico caratteristiche "Rara" e "Quasi Permanente"; i valori tensionali nei materiali sono valutati secondo le note teorie di analisi delle sezioni in c.a. in campo elastico e con calcestruzzo "non reagente" adottando come limiti di riferimento, trattandosi nel caso in specie di opere Ferroviarie, quelli indicati nel documento "Specifiche per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario", ovvero:

tensione massima di compressione del calcestruzzo

- per combinazione caratteristica (rara) : 0.55 fck
- per combinazione quasi permanente : 0.40 fck

| | | | | | | |
|---|---|-------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m | | | | | |
| | Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P20 | COMMESSA RS3T | LOTTO 30 | CODIFICA D09CL | DOCUMENTO VI0805003 | REV. B |

- per spessori minori di 5cm tali valori devono essere decrementati del 30%.

tensione massima di trazione dell'acciaio

- per combinazione caratteristica (rara) : $0.75 f_{yk}$

Per il caso in esame risulta in particolare per l'elevazione:

$$\begin{aligned} \sigma_{c \max QP} &= (0,40 f_{ck}) = 12.8 \text{ MPa} && \text{(Combinazione di Carico Quasi Permanente)} \\ \sigma_{c \max R} &= (0,55 f_{ck}) = 17.6 \text{ MPa} && \text{(Combinazione di Carico Caratteristica - Rara)} \\ \sigma_{s \max R} &= (0,75 f_{yk}) = 337.5 \text{ MPa} && \text{(Combinazione di Carico Caratteristica - Rara)} \end{aligned}$$

3.1.2 Verifiche a fessurazione

La verifica di fessurazione consiste nel controllare l'ampiezza dell'apertura delle fessure sotto combinazione di carico frequente e combinazione quasi permanente. Essendo la struttura a contatto col terreno si considerano condizioni ambientali aggressive; le armature di acciaio ordinario sono ritenute poco sensibili [NTC – Tabella 4.1.IV]. In relazione all'aggressività ambientale e alla sensibilità dell'acciaio, l'apertura limite delle fessure è riportato nel prospetto seguente:

Tabella 1 - Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione e Condizioni Ambientali

| Gruppi di esigenza | Condizioni ambientali | Combinazione di azione | Armatura | | | |
|--------------------|-----------------------|------------------------|--------------------|------------|----------------|------------|
| | | | Sensibile | | Poco sensibile | |
| | | | Stato limite | wk | Stato limite | wk |
| A | Ordinarie | frequente | ap. fessure | $\leq w_2$ | ap. fessure | $\leq w_3$ |
| | | quasi permanente | ap. fessure | $\leq w_1$ | ap. fessure | $\leq w_2$ |
| B | Aggressive | frequente | ap. fessure | $\leq w_1$ | ap. fessure | $\leq w_2$ |
| | | quasi permanente | decompressione | - | ap. fessure | $\leq w_1$ |
| C | Molto Aggressive | frequente | formazione fessure | - | ap. fessure | $\leq w_1$ |
| | | quasi permanente | decompressione | - | ap. fessure | $\leq w_1$ |

Tabella 2 - Descrizione delle condizioni ambientali

| CONDIZIONI AMBIENTALI | CLASSE DI ESPOSIZIONE |
|-----------------------|-----------------------------------|
| Ordinarie | X0, XC1, XC2, XC3, XF1 |
| Aggressive | XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3 |
| Molto aggressive | XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4 |

Risultando:

- $w_1 = 0.2 \text{ mm}$
- $w_2 = 0.3 \text{ mm}$
- $w_3 = 0.4 \text{ mm}$

| | | | | | | |
|---|---|-------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m | | | | | |
| | Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P20 | COMMESSA RS3T | LOTTO 30 | CODIFICA D09CL | DOCUMENTO VI0805003 | REV. B |

Alle prescrizioni normative presenti in NTC si sostituiscono in tal caso quelle fornite dal “Manuale di Progettazione delle Opere Civili” secondo cui la verifica nei confronti dello stato limite di apertura delle fessure va effettuata utilizzando le sollecitazioni derivanti dalla combinazione caratteristica (rara).

Per strutture in condizioni ambientali aggressive o molto aggressive, qual è il caso delle strutture in esame così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.2 del DM 17.1.2018, per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture, l’apertura convenzionale delle fessure dovrà risultare:

- Combinazione Caratteristica (Rara) $\delta_f \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$

Riguardo infine il valore di calcolo delle fessure da confrontare con i valori limite fissati dalla norma, si è utilizzata la procedura del D.M. 9 gennaio 1996, in accordo a quanto previsto al punto ” C4.1.2.2.4.5 Verifica allo stato limite di fessurazione” della Circolare 21 gennaio 2019 n.7/C.S.L.L:PP..

Considerando quanto sopra riportato, per una semplice implementazione nel programma di calcolo RC-SEC, la combinazione RARA riferita al gruppo 4 è stata implementata fittiziamente come “frequente” in modo da separarla ed applicare la restrizione dei 0.2mm. Tutte le combinazioni RARE restanti sono state verificate per le sole verifiche tensionali.

4. DATI DI BASE

4.1 Geometrie di base

La pila presenta una sezione circolare piena di dimensioni 3.5m, una altezza complessiva di 8.30m. Il pulvino è costituito da una sezione piena ellissoidale ed altezza variabile in funzione del tipo d’impalcato. Nei calcoli si è incrementato del 10% la massa del pulvino per tener conto di velette, baggioli e ritegni. Le fondazioni sono realizzate su pali di diametro 1200mm collegate in testa da una platea di spessore 3m.

| PILA | | | | | | |
|---|--|--------------------------|--|-----|------------------|----------------|
| altezza pila- estradosso fond/estradosso pulvino | | | | Hp | 8.3 | m |
| tipologia di sezione | | | | | circolare | |
| larghezza trasversale pila | | | | b | 0.000 | m |
| larghezza longitudinale pila | | | | d | 0.000 | m |
| raggio della sezione | | | | R | 1.75 | m |
| area della sezione | | | | A | 9.621 | m ² |
| inerzia sezione direzione trasversale | | | | I11 | 7.366 | m ⁴ |
| inerzia sezione direzione longitudinale | | | | I22 | 7.366 | m ⁴ |
| calcestruzzo | | | | fck | 32 | MPa |
| massa pulvino | | | | mp | 1515 | kN |
| PULVINO | | | | | | |
| asse minore ellisse | | | | a | 5.48 | m |
| asse maggiore ellisse | | | | b | 8 | m |
| altezza pulvino | | | | h | 2 | m |
| massa pulvino | | <i>compresa del +10%</i> | | mp | 2295 | kN |
| FONDAZIONE | | | | | | |
| asse minore ellisse | | | | a | 9.6 | m |
| asse maggiore ellisse | | | | b | 9.6 | m |
| altezza della fondazione | | | | h | 3 | m |
| altezza terreno di ricoprimento | | | | ht | 1.5 | m |
| area netta per calcolo ricoprimento | | | | A | 82.5 | m ³ |
| peso di vulume del terreno | | | | y | 19 | kN/3 |
| Ulteriori distanze e bracci | | | | | | |
| distanza asse pila e appoggi per momento longitud. | | | | il | 1.2 | |
| interasse tra i binari (se singolo 0) | | | | ib | 4 | m |
| dist. tra interasse del singolo binario e asse pila | | | | a | 2 | m |

| | | | | | | |
|--|---|-------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------|
|  | DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m | | | | | |
| | Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P20 | COMMESSA RS3T | LOTTO 30 | CODIFICA D09CL | DOCUMENTO VI0805003 | REV. B |

4.2 Modelli di analisi e verifica

Le sollecitazioni di verifica della pila sono state determinate a partire dai valori delle risultanti delle azioni trasmesse dagli impalcati alla quota degli apparecchi di appoggio alle quali sono state combinate le azioni determinate dalle azioni date dalle forze di inerzia e dal peso proprio delle sottostrutture. Il modello della struttura è stato implementato in un foglio di calcolo appositamente realizzato per la valutazione delle azioni agenti sulle singole parti della struttura, quali fusto pila e plinto. Per l'analisi e la verifica del plinto di fondazione, si è utilizzato un modello, a seconda della geometria, di tirante-puntone o trave inflessa.

Per quanto riguarda invece le sollecitazioni sui pali di fondazione a partire dalle azioni risultanti nel baricentro del plinto alla quota di intradosso, sono stati calcolati, per ciascuna combinazione di carico, gli sforzi assiali e di taglio in testa ai pali di fondazione utilizzando il classico modello a piastra rigida.

4.3 Condizioni elementari e combinazioni di carico

Le verifiche di sicurezza strutturali e geotecniche sono state condotte utilizzando combinazioni di carico definite in ottemperanza alle NTC18, secondo quanto riportato nei paragrafi 2.5.3, 5.1.3.12. Di seguito sono mostrati i coefficienti parziali di sicurezza utilizzati allo SLU ed i coefficienti di combinazione adoperati per i carichi variabili nella progettazione delle strutture da ponte.

2.5.3 COMBINAZIONI DELLE AZIONI

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni.

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.2)$$

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.3)$$

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.4)$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2):

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.5)$$

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto A_d (v. § 3.6):

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.6)$$

Nelle combinazioni per SLE, si intende che vengono omessi i carichi Q_{kj} che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi G_2 .

| | | Coefficiente | EQU ⁽¹⁾ | A1 STR | A2 GEO | Combinazione eccezionale | Combinazione Sismica |
|---|-------------|---------------|---------------------|---------------------|-----------|-----------------------------|-------------------------|
| Carichi permanenti | favorevoli | γ_{G1} | 0,90 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| | sfavorevoli | | 1,10 | 1,35 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾ | favorevoli | γ_{G2} | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 1,00 |
| | sfavorevoli | | 1,50 | 1,50 | 1,30 | 1,00 | 1,00 |
| Ballast ⁽³⁾ | favorevoli | γ_B | 0,90 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| | sfavorevoli | | 1,50 | 1,50 | 1,30 | 1,00 | 1,00 |
| Carichi variabili da traffico ⁽⁴⁾ | favorevoli | γ_Q | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | sfavorevoli | | 1,45 | 1,45 | 1,25 | 0,20 ⁽⁵⁾ | 0,20 ⁽⁵⁾ |
| Carichi variabili | favorevoli | γ_{Qi} | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | sfavorevoli | | 1,50 | 1,50 | 1,30 | 1,00 | 0,00 |
| Precompressione | favorevole | γ_P | 0,90 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| | sfavorevole | | 1,00 ⁽⁶⁾ | 1,00 ⁽⁷⁾ | 1,00 | 1,00 | 1,00 |

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.
⁽²⁾ Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.
⁽³⁾ Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.
⁽⁴⁾ Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico gr della Tab. 5.2.IV.
⁽⁵⁾ Aliquota di carico da traffico da considerare.
⁽⁶⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna
⁽⁷⁾ 1,20 per effetti locali

| Azioni | | ψ_0 | ψ_1 | ψ_2 |
|----------------------------|---|---------------------|---------------------|----------|
| Azioni singole da traffico | Carico sul rilevato a tergo delle spalle | 0,80 | 0,50 | 0,0 |
| | Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli | 0,80 | 0,50 | 0,0 |
| Gruppi di carico | gr1 | 0,80 ⁽²⁾ | 0,80 ⁽¹⁾ | 0,0 |
| | gr2 | 0,80 ⁽²⁾ | 0,80 ⁽¹⁾ | - |
| | gr3 | 0,80 ⁽²⁾ | 0,80 ⁽¹⁾ | 0,0 |
| | gr4 | 1,00 | 1,00 ⁽¹⁾ | 0,0 |
| Azioni del vento | F_{Wk} | 0,60 | 0,50 | 0,0 |
| Azioni da neve | in fase di esecuzione | 0,80 | 0,0 | 0,0 |
| | SLU e SLE | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Azioni termiche | T_k | 0,60 | 0,60 | 0,50 |

⁽¹⁾ 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

⁽²⁾ Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti ψ_0 relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

| Azioni | | Ψ_0 | Ψ_1 | Ψ_2 |
|-------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|----------------|----------------|
| Azioni singole da traffico | Treno di carico LM 71 | 0,80 ⁽³⁾ | ⁽¹⁾ | 0,0 |
| | Treno di carico SW /0 | 0,80 ⁽³⁾ | 0,80 | 0,0 |
| | Treno di carico SW/2 | 0,0 ⁽³⁾ | 0,80 | 0,0 |
| | Treno scarico | 1,00 ⁽³⁾ | - | - |
| | Centrifuga | ⁽²⁾ ⁽³⁾ | ⁽²⁾ | ⁽²⁾ |
| | Azione laterale (serpeggio) | 1,00 ⁽³⁾ | 0,80 | 0,0 |

(1) 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

(2) Si usano gli stessi coefficienti Ψ adottati per i carichi che provocano dette azioni.

(3) Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti Ψ_0 relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

Nel seguito si riportano le azioni considerate ai fini della valutazione delle sollecitazioni agenti sulle sottostrutture e quindi, alle verifiche strutturali.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO

VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m

Progetto definitivo
Relazione di calcolo Pile – P20

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|-----------|------|-----------|
| RS3T | 30 | D09CL | VI0805003 | B | 16 di 117 |

| Nome Combinazione | G1 | G2 | Treno | Treno scarico | F_fre | F_cent | F_serp | F_att | Vento | E_long | E_tra | E_ver | Idra |
|----------------------|------|-----|-------|---------------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|------|
| A1_SLU_gr1_Treno_ | 1.35 | 1.5 | 1.45 | 0 | 0.725 | 1.45 | 1.45 | 0.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.5 |
| A1_SLU_gr2_Scarico_ | 1.35 | 1.5 | 0 | 1.45 | 0 | 1.45 | 1.45 | 0.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.5 |
| A1_SLU_gr3_Fre/avv_ | 1.35 | 1.5 | 1.45 | 0 | 1.45 | 0.725 | 0.725 | 0.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.5 |
| A1_SLU_gr4_centrif_ | 1.35 | 1.5 | 1.16 | 0 | 1.16 | 1.16 | 1.16 | 0.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.5 |
| A1_SLU_gr1+vento_ | 1.35 | 1.5 | 1.45 | 0 | 0.725 | 1.45 | 1.45 | 0.9 | 0.9 | 0 | 0 | 0 | 1.5 |
| A1_SLU_gr2+vento_ | 1.35 | 1.5 | 0 | 1.45 | 0 | 1.45 | 1.45 | 0.9 | 0.9 | 0 | 0 | 0 | 1.5 |
| A1_SLU_gr3+vento_ | 1.35 | 1.5 | 1.45 | 0 | 1.45 | 0.725 | 0.725 | 0.9 | 0.9 | 0 | 0 | 0 | 1.5 |
| A1_SLU_gr4+vento_ | 1.35 | 1.5 | 1.16 | 0 | 1.16 | 1.16 | 1.16 | 0.9 | 0.9 | 0 | 0 | 0 | 1.5 |
| A1_SLU_vento_gr1_ | 1.35 | 1.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.5 | 0 | 0 | 0 | 1.5 |
| A1_SLU_vento_gr2_ | 1.35 | 1.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.5 | 0 | 0 | 0 | 1.5 |
| A1_SLU_vento_gr3_ | 1.35 | 1.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.5 | 0 | 0 | 0 | 1.5 |
| A1_SLU_vento_gr4_ | 1.35 | 1.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.5 | 0 | 0 | 0 | 1.5 |
| A1_SLU_Scalz_gr1_ | 1.35 | 1.5 | 1.16 | 0 | 0.58 | 1.16 | 1.16 | 0.72 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.5 |
| A1_SLU_Scalz_gr2_ | 1.35 | 1.5 | 0 | 1.16 | 0 | 1.16 | 1.16 | 0.72 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.5 |
| A1_SLU_Scalz_gr3_ | 1.35 | 1.5 | 1.16 | 0 | 1.16 | 0.58 | 0.58 | 0.72 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.5 |
| A1_SLU_Scalz_gr4_ | 1.35 | 1.5 | 1.16 | 0 | 1.16 | 1.16 | 1.16 | 0.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.5 |
| SLE_rar_gr1_Treno_ | 1 | 1 | 1 | 0 | 0.5 | 1 | 1 | 0.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SLE_rar_gr2_Scarico_ | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SLE_rar_gr3_Fre/avv_ | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0.5 | 0.5 | 0.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SLE_rar_gr4_centrif_ | 1 | 1 | 0.8 | 0 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SLE_rar_gr1+vento_ | 1 | 1 | 1 | 0 | 0.5 | 1 | 1 | 0.6 | 0.6 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SLE_rar_gr2+vento_ | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0.6 | 0.6 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SLE_rar_gr3+vento_ | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0.5 | 0.5 | 0.6 | 0.6 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SLE_rar_gr4+vento_ | 1 | 1 | 0.8 | 0 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.6 | 0.6 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SLE_rar_vento_gr1_ | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SLE_rar_vento_gr2_ | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SLE_rar_vento_gr3_ | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SLE_rar_vento_gr4_ | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SLE_fre_gr1_Treno_ | 1 | 1 | 0.8 | 0 | 0.4 | 0.8 | 0.8 | 0.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SLE_fre_gr2_Scarico_ | 1 | 1 | 0 | 0.8 | 0 | 0.8 | 0.8 | 0.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SLE_fre_gr3_Fre/avv_ | 1 | 1 | 0.8 | 0 | 0.8 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SLE_fre_gr4_centrif_ | 1 | 1 | 0.8 | 0 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SLE_fre_gr1+vento_ | 1 | 1 | 0.8 | 0 | 0.4 | 0.8 | 0.8 | 0.4 | 0.2 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SLE_fre_gr2+vento_ | 1 | 1 | 0 | 0.8 | 0 | 0.8 | 0.8 | 0.4 | 0.2 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SLE_fre_gr3+vento_ | 1 | 1 | 0.8 | 0 | 0.8 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.2 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SLE_fre_gr4+vento_ | 1 | 1 | 0.8 | 0 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.5 | 0.2 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SLE_fre_vento_gr1_ | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.5 | 0.5 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SLE_fre_vento_gr2_ | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.5 | 0.5 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SLE_fre_vento_gr3_ | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.5 | 0.5 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SLE_fre_vento_gr4_ | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.5 | 0.5 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SLE_fre_gr1_temp | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.6 | 0.2 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SLE_fre_gr2_temp | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.6 | 0.2 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SLE_fre_gr3_temp | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.6 | 0.2 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SLE_fre_gr3_temp | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.6 | 0.2 | 0 | 0 | 0 | 1 |

| Nome Combinazione | G1 | G2 | Treno | Treno scarico | F_fre | F_cent | F_serp | F_att | Vento | E_long | E_tra | E_ver | Idra |
|---------------------|----|----|-------|---------------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|------|
| SLE_qp_gr1_Treno_ | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SLE_qp_gr2_Scarico_ | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SLE_qp_gr3_Fre/avv | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SLE_qp_gr4_centrif_ | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SLE_qp_gr1+vento | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.5 | 0.2 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SLE_qp_gr2+vento | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.5 | 0.2 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SLE_qp_gr3+vento | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.5 | 0.2 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SLE_qp_gr4+vento | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.5 | 0.2 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SLE_qp_vento_gr1_ | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.5 | 0.2 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SLE_qp_vento_gr2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.5 | 0.2 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SLE_qp_vento_gr3_ | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.5 | 0.2 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SLE_qp_vento_gr4_ | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.5 | 0.2 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SLE_qp_gr1_temp | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SLE_qp_gr2_temp | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SLE_qp_gr3_temp | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SLE_qp_gr3_temp | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| E_103x_ | 1 | 1 | 0.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.5 | 0.2 | 1 | 0.3 | 0.3 | 1 |
| E_103y_ | 1 | 1 | 0.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.5 | 0.2 | 0.3 | 1 | 0.3 | 1 |
| E_103z_ | 1 | 1 | 0.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.5 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 1 | 1 |

Le combinazioni di carico sismiche che tengo conto della componente verticale negativa non vengono riportate in quanto poco significative.

Gli scarichi agli appoggi, riportati nei paragrafi seguenti, fanno riferimento alla seguente terna di assi:

- asse X coincidente con l'asse trasversale del ponte;
- asse Y coincidente con l'asse longitudinale del ponte;
- asse Z coincidente con l'asse verticale del ponte;

Per quanto riguarda la risposta alle diverse componenti dell'azione sismica, poiché si è adottata un'analisi in campo lineare, essa può essere calcolata separatamente per ciascuna delle componenti. Gli effetti sulla struttura (sollecitazioni, deformazioni, spostamenti, ecc) sono combinate successivamente applicando l'espressione

$$1.00 \cdot E_x + 0.30 \cdot E_y + 0.30 \cdot E_z$$

con rotazione ed inversione dei coefficienti moltiplicativi e conseguente individuazione degli effetti più gravosi.

4.4 Sistemi di riferimento ed unità di misura

- Asse X parallelo all'asse trasversale dell'impalcato
- Asse Y ortogonale all'asse longitudinale dell'impalcato
- Asse Z verticale

| | | | | | | |
|--|---|-------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------|
|  ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m | | | | | |
| | <i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P20</i> | COMMESSA RS3T | LOTTO 30 | CODIFICA D09CL | DOCUMENTO VI0805003 | REV. B |

5. ANALISI DEI CARICHI

5.1 Peso proprio elementi strutturali

I pesi degli elementi strutturali sono calcolati utilizzando un peso di volume del calcestruzzo pari a 25 kN/m³.

| | | | | | | | |
|---------------------------------------|--|--|----|--|-----------|----|-----------|
| viadotto a binario | | | | | Singolo | | |
| lato impalcato | | | | | SX | | DX |
| tipologia di impalcato | | | | | 2TR | | 2TR |
| luce impalcato | | | | | 40 | m | 40 |
| | | | | | | | m |
| DATI DI INPUT FOGLIO VERIFICHE | | | | | | | |
| altezza cassoncino | | | h | | 1.8 | m | 1.8 |
| spessore medio soletta | | | s | | 0.35 | m | 0.35 |
| estradosso impalcato | | | H | | 2.15 | m | 2.15 |
| spessore ballast + rotaia | | | hb | | 0.88 | m | 0.88 |
| altezza PF da estradosso trave | | | h2 | | 1.225 | m | 1.225 |
| | | | | | | | |
| lunghezza travata | | | L | | 40 | m | 40 |
| luce appoggi travata | | | La | | 38 | m | 38 |
| larghezza totale impalcato | | | B | | 9.7 | m | |
| | | | | | | | |
| peso permanente strutturale | | | G1 | | 4978 | kN | 4978 |
| peso permanenti non strutt | | | G2 | | 4674 | kN | 4674 |

| | | | | | | | |
|---|--|-----------------------|-----|--|-------|----------------|-------|
| Altezze da intradosso del cassoncino | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| baricentro del cassoncino | | | gc | | 0.76 | m | 0.76 |
| area cassoncino | | | Ac | | 0.11 | m ² | 0.11 |
| baricentro della soletta | | | gs | | 2.04 | m | 2.04 |
| area soletta | | | As | | 1.88 | m ² | 1.88 |
| | | | | | | | |
| baricentro sezione trave+soletta | | (da intradosso trave) | Gb1 | | 1.70 | m | 1.70 |
| baricentro del ballast | | (da intradosso trave) | Gb2 | | 2.59 | m | 2.59 |
| altezza piano del ferro | | (da intradosso trave) | H | | 3.025 | m | 3.025 |
| baricentro treno | | (da intradosso trave) | Gb3 | | 4.825 | m | 4.825 |

| | | | | | | |
|---|---|-------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m | | | | | |
| | Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P20 | COMMESSA RS3T | LOTTO 30 | CODIFICA D09CL | DOCUMENTO VI0805003 | REV. B |

5.2 Carichi strutturali trasmessi dall'impalcato

Si riportano di seguito gli scarichi agli appoggi dedotti dall'analisi dell'impalcato, per la campata sinistra e destra:

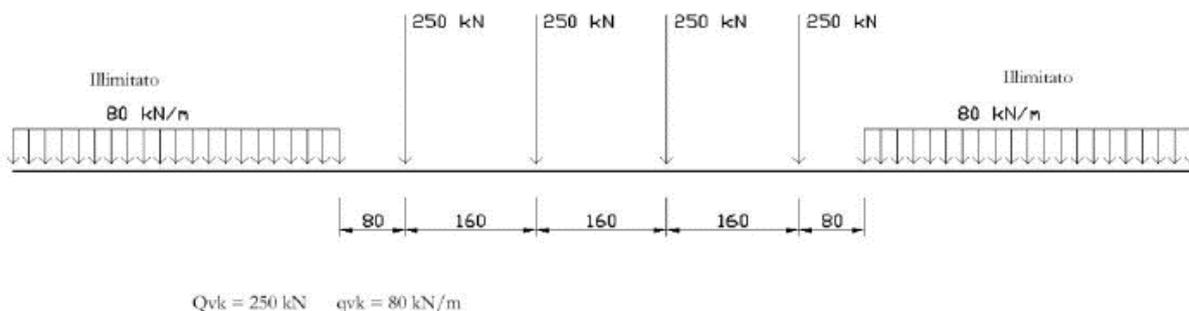
| | N | Mlong |
|-------------------------------------|-------|-------|
| | KN | kN m |
| scarichi estradosso Pila - G1 | 4978 | 0 |
| scarichi estradosso Pila - G2 | 4674 | 0 |
| scarichi estradosso Fondazione - G1 | 8685 | 0 |
| scarichi estradotto Fondazione - G2 | 4674 | 0 |
| scarichi sui Pali - G1 | 17950 | 0 |
| scarichi sui Pali - G2 | 4674 | 0 |

5.3 Carichi da traffico verticali

L'opera è stata progettata considerando le sollecitazioni dovute al carico da traffico ferroviario, considerando i modelli LM71 e/o SW/2. Si riportano di seguito le caratteristiche dei modelli di traffico presi in esame.

➤ *Modello di carico LM71*

Sia le istruzioni RFI che le NTC 2018 (par. 5.2.2.2.1.1), definiscono questo modello di carico tramite carichi concentrati e carichi distribuiti, riferiti all'asse dei binari.



Carichi concentrati: quattro assi da 250 kN disposti ad interasse di 1,60 m;

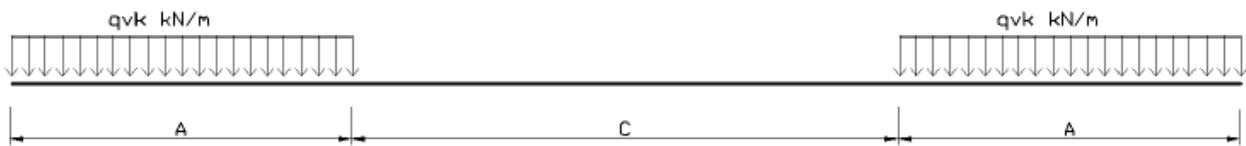
Carico distribuito: 80 kN/m in entrambe le direzioni, a partire da 0,8 m dagli assi d'estremità e per una lunghezza illimitata.

| | | | | | | |
|---|---|-------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m | | | | | |
| | Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P20 | COMMESSA RS3T | LOTTO 30 | CODIFICA D09CL | DOCUMENTO VI0805003 | REV. B |

Per questo modello di carico è prevista un'eccentricità del carico rispetto all'asse del binario.

➤ *Modello di carico SW/2*

Sia le istruzioni RFI che le NTC 2018 (par. 5.2.2.2.1.2), definiscono questo modello di carico tramite solo carichi distribuiti.



SW/0

| | | | |
|--------------------|-----|-----|------|
| Carico distribuito | Qvk | 133 | KN/m |
| Lunghezza | A | 15 | m |
| Lunghezza | C | 5.3 | m |

SW/2

| | | | |
|--------------------|-----|-----|------|
| Carico distribuito | Qvk | 150 | KN/m |
| Lunghezza | A | 25 | m |
| Lunghezza | C | 7 | m |

In questo modello di carico non è prevista alcuna eccentricità del carico ferroviario. Le azioni di entrambi i modelli dovranno essere moltiplicate per un coefficiente di adattamento definito dalla

seguente tabella (tab. 2.5.1.4.1.1 - RFI DTC SI PS MA IFS 001).

| MODELLO DI CARICO | COEFFICIENTE “α” |
|-------------------|------------------|
| LM/71 | 1.10 |
| SW/0 | 1.10 |
| SW/2 | 1.00 |

| | | | | | | |
|---|---|-------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m | | | | | |
| | Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P20 | COMMESSA RS3T | LOTTO 30 | CODIFICA D09CL | DOCUMENTO VI0805003 | REV. B |

5.4 Effetti dinamici

Per la definizione del coefficiente dinamico si segue quanto contenuto nel par.5.2.2.2.3 del DM 17.1.2018 che per l'opera in esame riporta:

$$\Phi_3 = \frac{2.16}{\sqrt{L_{\Phi} - 0.2}} + 0.73 \quad \text{con limitazione} \quad 1.00 \leq \Phi_3 \leq 2.00$$

5.5 Disposizione treni di carico

La disposizione dei treni di carico è stata individuata per ottenere le seguenti massime sollecitazioni:

- Sforzo Assiale: il convoglio è localizzato sostanzialmente al di sopra della pila in esame
- Momento Longitudinale: il convoglio è localizzato sulla campata di luce maggiore, più o meno centrato a seconda dei rapporti di lunghezza del treno di carico e della campata.
- Momento Trasversale: è fornito dallo stesso schema di posizionamento del massimo sforzo

Da questi schemi si sono ottenute le seguenti caratteristiche di sollecitazione:

| | N [kN] | Mlong [kN/m] | Mtrasv [kN/m] |
|----------|-----------|-----------------|------------------|
| COMBO N | 4742 | 786 | 474 |
| COMBO ML | 2731 | 3278 | 273 |
| COMBO MT | 4742 | 786 | 474 |

Si riportano i medesimi schemi graficamente per un caso rappresentativo:

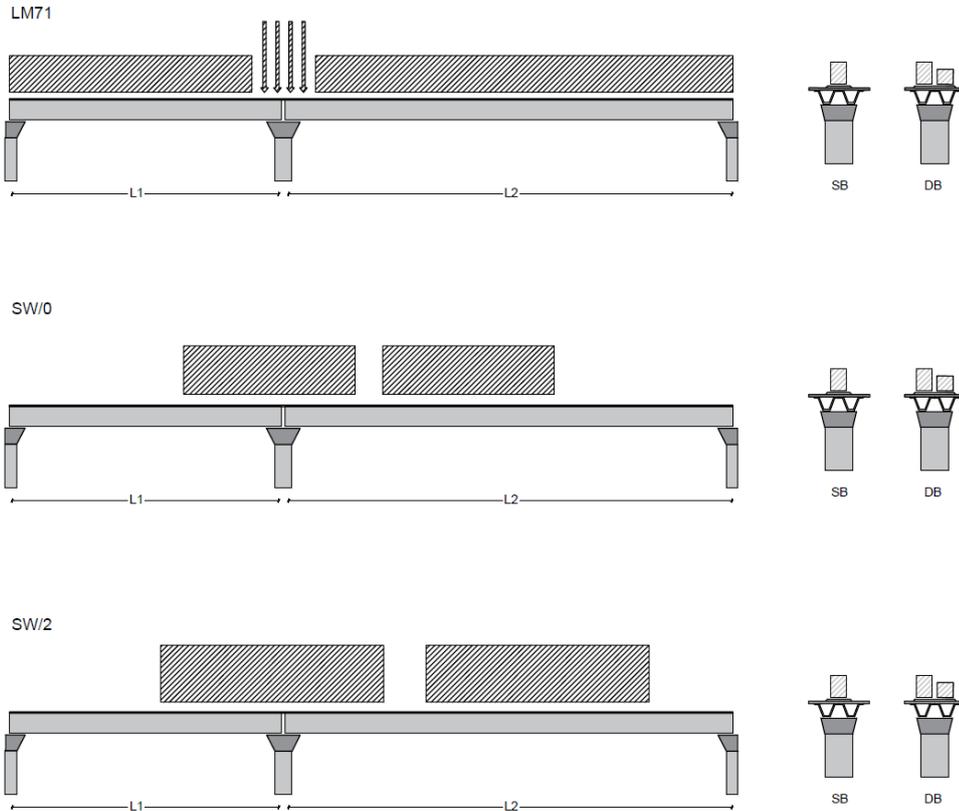


Figura 1- Posizione treni di carico - massimo sforzo assiale

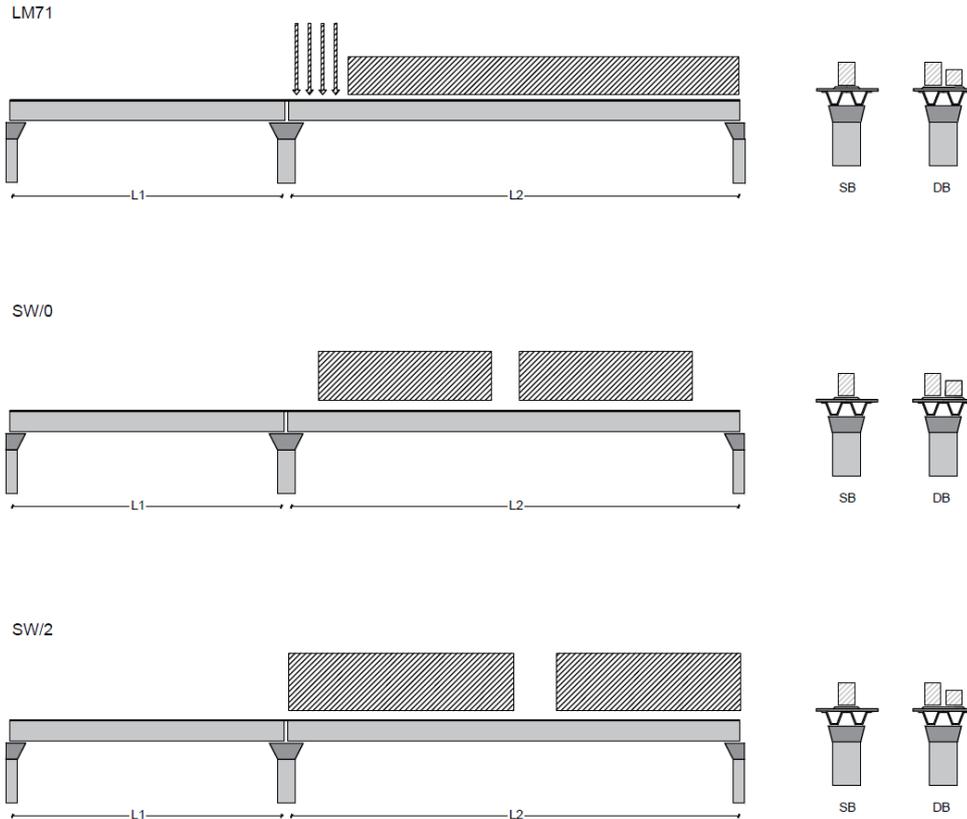


Figura 2- Posizione treni di carico – massimo momento longitudinale

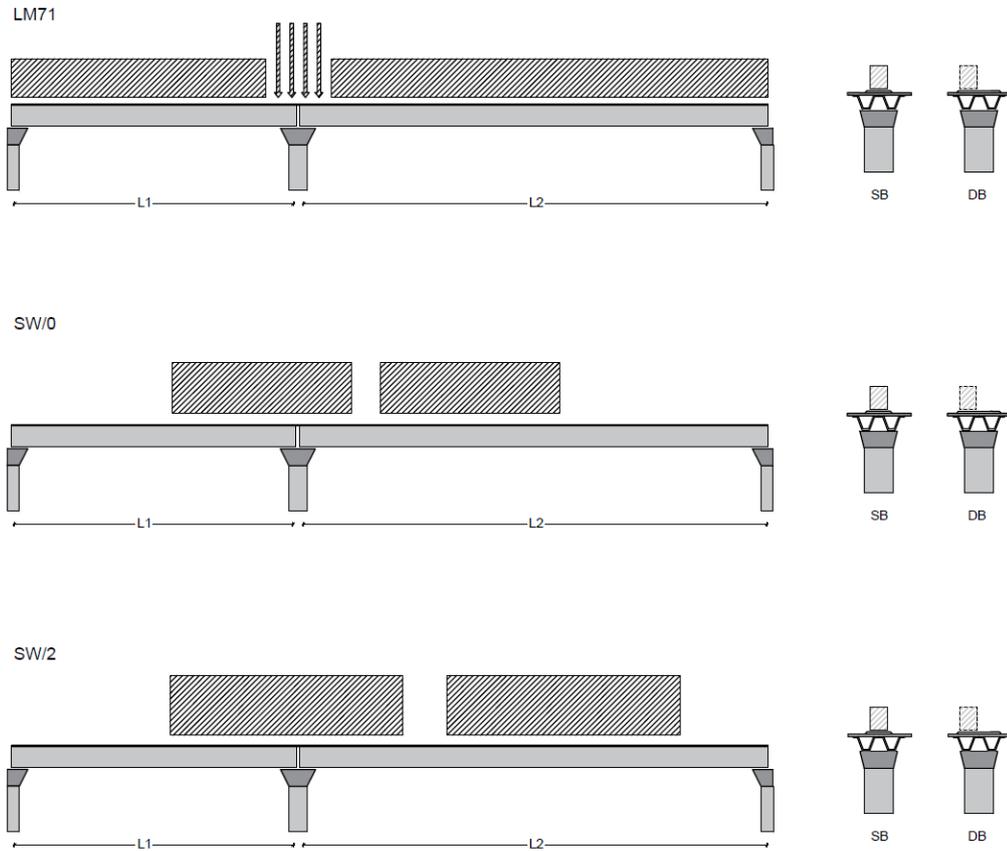


Figura 3- Posizione treni di carico – massimo momento trasversale

| | | | | | | |
|---|---|-------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m | | | | | |
| | <i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P20</i> | COMMESSA RS3T | LOTTO 30 | CODIFICA D09CL | DOCUMENTO VI0805003 | REV. B |

5.6 Carichi da traffico orizzontali

5.6.1 Forza centrifuga

| | | | | | | | |
|---|--|--|--|--|------|-------------|-----------|
| raggio di curvatura | | | | | R | 725 | m |
| velocità massima compatibile con il tracciato della linea | | | | | Vmax | 160 | km/h |
| | | | | | | SX | |
| lunghezza di influenza della parte curva del binario | | | | | Lf | 38 | m |
| fattore di riduzione funzione della Lf e della V | | | | | f | 0.801794 | |
| | | | | | | | |
| LM71 e SW/0 | | | | | | | |
| Per i modelli di carico LM71 e SW l'azione centrifuga si dovrà determinare partendo dall'espressione generale ai valori di V, α , e f in base al contenuto della tabella 1.4.3.1-1 seguente. | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | SX | |
| LM71 caso a | | | | | | | |
| velocità massima | | | | | Vmax | 120 | |
| fattore di riduzione funzione della Lf e della V | | | | | f | 1.00 | |
| coefficiente di adattamento | | | | | a | 1.10 | |
| | | | | | | | |
| valore caratteristico dei carichi verticali | | | | | Qvk | 300.3 | kN x asse |
| valore caratteristico dei carichi verticali | | | | | qvk | 96.1 | kN/m |
| valore caratteristico della forza centrifuga | | | | | Qtk | 51.7 | kN x asse |
| valore caratteristico della forza centrifuga | | | | | qtk | 16.5 | kN/m |
| | | | | | | | |
| LM71 caso b | | | | | | | |
| velocità massima compatibile con il tracciato della linea | | | | | Vmax | 160 | |
| fattore di riduzione funzione della Lf e della V | | | | | f | 0.80 | |
| coefficiente di adattamento | | | | | a | 1.0 | |

| | | | | | | |
|--|--|--|--|-----|-------------|-----------|
| | valore caratteristico dei carichi verticali | | | Qvk | 273.0 | kN x asse |
| | valore caratteristico dei carichi verticali | | | qvk | 87.4 | kN/m |
| | valore caratteristico della forza centrifuga | | | Qtk | 60.9 | kN x asse |
| | valore caratteristico della forza centrifuga | | | qtk | 19.5 | kN/m |

SW/2

Per quanto riguarda il modello di carico SW/2 si deve assumere: una velocità V non superiore a 100 km/h, un valore di f pari ad 1 ed il valore di α pari a 1,

| | | | | | | |
|--|---|--|--|------|---------------|------|
| | velocità massima compatibile con il tracciato della linea | | | Vmax | 100 | |
| | fattore di riduzione funzione della Lf e della V | | | f | 1.00 | |
| | coefficiente di adattamento | | | a | 1.00 | |
| | valore caratteristico dei carichi verticali | | | qvk | 163.82 | kN/m |
| | valore caratteristico della forza centrifuga | | | qtk | 17.79 | kN/m |

| Valore di α | Massima velocità della linea [Km/h] | Azione centrifuga basata su: | | | | traffico verticale associato |
|-------------|-------------------------------------|------------------------------|---|---|-------------------------|------------------------------|
| | | V | α | f | | |
| SW/2 | ≥ 100 | 100 | 1 | 1 | 1 x 1 x SW/2 | Φ x 1 x SW/2 |
| | < 100 | V | 1 | 1 | 1 x 1 x SW/2 | |
| LM71 e SW/0 | > 120 | V | 1 | f | 1 x f x (LM71" + "SW/0) | Φ x 1 x 1 x (LM71" + "SW/0) |
| | | 120 | α | 1 | α x 1 x (LM71" + "SW/0) | Φ x α x 1 x (LM71" + "SW/0) |
| | ≤ 120 | V | α | 1 | α x 1 x (LM71" + "SW/0) | |

Tab. 2.5.1.4.3.1-1 - Parametri per determinazione della forza centrifuga

Riassumendo:

| | Qtk sx | qtk sx | Qtk dx | qtk dx | F testa Pila | Mom Trac |
|-------------|--------|-----------|--------|---------|--------------|----------|
| | KN | KN/m | KN | KN/m | KN | KN/m |
| Fcen_SW/2_1 | 0 | 17.792255 | 0 | 17.7923 | 711.6902 | 3757.72 |

| | | | | | | |
|---|---|-------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m | | | | | |
| | Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P20 | COMMESSA RS3T | LOTTO 30 | CODIFICA D09CL | DOCUMENTO VI0805003 | REV. B |

5.6.2 Serpeggio

La forza laterale indotta dal serpeggio si considera come una forza concentrata agente orizzontalmente, applicata alla sommità della rotaia più alta, perpendicolarmente all'asse del binario. Tale azione si applicherà sia in rettifilo che in curva.

| | | | | | |
|--|--|--|----------------|------------|------|
| viadotto a binario | | | Singolo | | |
| combinazione treni | | | SW/2 | | |
| | | | | | |
| valore caratteristico della forza | | | Qsk | 100 | kN |
| coefficiente di adattamento | | | a | 1 | |
| coefficiente di adattamento | | | | | |
| | | | | | |
| Questa forza laterale deve essere sempre combinata con i carichi verticali | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| altezza baggioli e apparecchi d'appoggio | | | | 0.45 | m |
| altezza impalcato + soletta | | | | 2.15 | m |
| armamento | | | | 0.88 | m |
| incremento altezza rotaia + alta | | | | 0.1 | m |
| | | | | | |
| | | | | | |
| valore caratteristico della Forza | | | Fsk | 100 | kN |
| valore caratteristico Momento Tra | | | Msk | 358 | kN/m |

Tale forza rappresenta l'azione complessiva in testa alla pila.

| | | | | | | |
|---|---|-------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m | | | | | |
| | <i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P20</i> | COMMESSA RS3T | LOTTO 30 | CODIFICA D09CL | DOCUMENTO VI0805003 | REV. B |

5.6.3 Frenatura ed avviamento

| | | | | |
|------------------------------------|--|---|-------------|----------------------|
| numero di binari | | | | Singolo |
| combinazione treni | | | | SW/2 |
| posizionamento vincolo fissi | | | | caso peggiore |
| estradosso pulvino sommità binario | | H | 0.45 | m |
| lunghezza del binario | | L | 40 | m |

Le forze di frenatura e di avviamento agiscono sulla sommità del binario, nella direzione longitudinale dello stesso. Dette forze sono da considerarsi uniformemente distribuite su una lunghezza di binario L determinata per ottenere l'effetto più gravoso sull'elemento strutturale considerato.

FENATURA

| | | | | |
|--------------------------------------|--|-------------------|-------|----|
| LM/71 | | | | |
| coefficiente di adattamento | | a | 1.1 | |
| lunghezza del binario | | L | 40 | m |
| valore caratteristico da della forza | | Q _{la,k} | 880 | kN |
| SW/0 | | | | |
| coefficiente di adattamento | | a | 1.1 | |
| lunghezza del binario | | L | 35.3 | m |
| valore caratteristico da della forza | | Q _{la,k} | 776.6 | kN |
| SW/2 | | | | |
| coefficiente di adattamento | | a | 1 | |
| lunghezza del binario | | L | 33 | |
| valore caratteristico da della forza | | Q _{la,k} | 1155 | |

AVVIAMENTO

| | | | | |
|--------------------------------------|--|-------------------|------|----|
| LM/71 | | | | |
| valore caratteristico da della forza | | Q _{la,k} | 1000 | kN |
| SW/0 | | | | |
| valore caratteristico da della forza | | Q _{la,k} | 1000 | kN |
| SW/2 | | | | |
| valore caratteristico da della forza | | Q _{la,k} | 1000 | kN |

| | | | | | | |
|---|---|-------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m | | | | | |
| | <i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P20</i> | COMMESSA RS3T | LOTTO 30 | CODIFICA D09CL | DOCUMENTO VI0805003 | REV. B |

5.6.4 Forza d'attrito

Le forze parassitarie dei vincoli si esplicano in corrispondenza degli apparecchi d'appoggio mobili per traslazione relativa impalcato-apparecchi d'appoggio. Essendo funzione del carico verticale, la sua definizione è associata ai coefficienti moltiplicativi delle combinazioni γ e ψ dei carichi da peso proprio strutturali e non, e dei carichi verticali da traffico. Si riporta per questo motivo un esempio di forza d'attrito "caratteristica" solo come esempio di calcolo, in quanto il calcolo è stato eseguito a valle della combinazione di carico.

| | | | | |
|---|--|-----|--------------|------|
| altezza baggioli e apparecchi d'appoggio | | h | 0.45 | m |
| lunghezza del binario | | L | 40 | m |
| reazione verticale massima associata ai carichi permanenti | | Vg1 | 4978 | kN |
| reazione verticale massima associata ai carichi permanenti | | Vg2 | 4674 | kN |
| reazione verticale massima associata ai carichi mobili | | Vq | 5406 | kN |
| coefficiente d'attrito (da assum. In relazione alle cart. App.) | | f | 0.04 | |
| forza d'attrito trasmessa alla pila | | Fa | 293.5 | kN |
| momento longitudinale in testa pila | | M | 132.1 | kN/m |

5.6.5 Azione del Vento

Ricadendo nella classificazione ordinaria di ponti l'azione del vento è valutata come agente su una superficie continua, convenzionalmente alta 4m dal piano del ferro. Nel caso di ponte scarico si considera la superficie relativa alle barriere antirumore.

| | | | |
|-------------------------------------|-----|-------------|-----|
| velocità di base di riferimento slm | Vbo | 28 | m/s |
| parametro di quota | ao | 500 | m |
| altitudine sul livello del mare | as | 385 | m |
| parametro adimensionale | ks | 0.36 | |
| coefficiente di altitudine | ca | 1 | |
| velocità di base di riferimento | Vb | 28 | m/s |

| | | | | |
|-----------------------------|---|-------------|---------|-------------------|
| | tempo di ritorno azione del vento | Tr | 112.5 | anni |
| | coefficiente di ritorno | cr | 1.04562 | |
| | velocità di riferimento | Vr | 29.2775 | m/s |
| | | | | |
| | tab. 3.3.I | Zona | 4 | |
| | tab.3.3.II | Categoria | II | |
| | tab. 3.3.III | Classe rug | D | |
| | fattore di terreno | Kr | 0.19 | |
| | lunghezza di rugosità | zo | 0.05 | m |
| | altezza minima | zmin | 4 | m |
| | | | | |
| VENTO SULL'IMPALCATO | | | | |
| | ponete carico | | | |
| | | | | |
| | altezza pila | z1 | 8.3 | m |
| | altezza baggioli e app. appoggio | z2 | 0.45 | m |
| | | | | |
| | altezza all'intradosso | zintradosso | 8.75 | m |
| | altezza di riferimento | z | 12.875 | m |
| | | | | |
| | coefficiente di topografia | ct | 1 | |
| | coefficiente di esposizione | ce | 2.52 | |
| | | | | |
| | densità dell'aria convenzionale | ro | 1.25 | kg/m ³ |
| | pressione statica di riferimento | qr | 535.732 | n/m ² |
| | pressione statica di picco | qpicco | 1347.43 | n/m ² |
| | | | | |
| | larghezza impalcato | d | 9.7 | m |
| | altezza impalcato+soletta | z3 | 3.25 | m |
| | armamento | z4 | 0.88 | m |
| | altezza treno | z5a | 4 | m |
| | altezza barriere | z5b | 5 | m |
| | altezza di impatto treno o barriere | htot | 8.25 | m |
| | | d/h | 1.17576 | |
| | | | | |
| | coefficiente di forza trasversale | cfx | 2.07667 | |
| | | | | |
| | forza trasversale | fx | 23.1 | |
| | forza equivalente in testa pila | Fx | 923.4 | kN |
| | momento trasv equivalente in testa pila | Mx | 4224.5 | kn/m |

| | | | | | | |
|-----------------------|---|---------------|------------|-------|--|--|
| ponte scarico | | | | | | |
| | altezza di impatto treno o barriere | htot | 8.13 | m | | |
| | rapporto geometrico | d/h | 1.19311 | | | |
| | coefficiente di forza trasversale | cfx | 2.07189 | | | |
| | forza trasversale | fx | 22.7 | | | |
| | forza equivalente in testa pila | Fx | 907.9 | kN | | |
| | momento trasv equivalente in testa pila | Mx | 4099.0 | kn/m | | |
| VENTO SULLA PILA | | | | | | |
| direzione trasversale | | | | | | |
| | altezza di riferimento | z | 8.3 | m | | |
| | coefficiente di topografia | ct | 1 | | | |
| | coefficiente di esposizione | ce | 2.23518 | | | |
| | densità dell'aria convenzionale | ro | 1.25 | kg/m3 | | |
| | pressione statica di riferimento | qr | 535.732 | n/m2 | | |
| | pressione statica di picco | qpicco | 1347.43 | n/m2 | | |
| | | | 1.34743 | Kpa | | |
| | tipologia di sezione | | circolare | | | |
| | larghezza trasversale pila | b | 0 | m | | |
| | larghezza longitudinale pila | d | 0 | m | | |
| | raggio della sezione | R | 1.75 | m | | |
| | rapporto geometrico | b/d | 0.1 | | | |
| | rapporto geometrico | r/b | 0.1 | | | |
| | coefficiente di forza trasversale sez. ret. | cf,0 | 2 | | | |
| | end-effect factor | $\psi\lambda$ | 0.75 | | | |
| | viscosità cinematica dell'aria | ν | 1.5E-05 | m/s | | |
| | numero di Reynolds | Re | 8590917 | | | |
| | materiale pila | | cls ruvido | | | |
| | rugosità equivalente | k | 1 | mm | | |
| | rapporto | k/b | 0.00057 | | | |

| | | | | | | |
|---|---|-------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m | | | | | |
| | <i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P20</i> | COMMESSA RS3T | LOTTO 30 | CODIFICA D09CL | DOCUMENTO VI0805003 | REV. B |

| | | | | |
|-------------------------|--|---------------|------------|----|
| | coefficiente di forza trasversale sez. circ. | cf,0 | 0.90607 | |
| | rapporto geometrico | l/b | 2.37143 | |
| | snellezza effettiva | λ | 2.37143 | |
| | rapporto di solidità | ϕ | 1 | |
| | end-effect factor | $\psi\lambda$ | 0.63566 | |
| | | | | |
| | forza trasversale | f tras | 0.8 | |
| | forza equivalente in testa pila | F tras | 6.4 | kN |
| | alteza di applicatione sulla pila | h tra | 5.0 | m |
| | | | | |
| direzione longitudinale | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | tipolgoia di sezione | | circolare | |
| | larghezza trasversale pila | b | 0 | m |
| | larghezza longitudinale pila | d | 0 | m |
| | raggio della sezione | R | 1.75 | m |
| | rapporto geometrico | b/d | 0.1 | |
| | rapporto geometrico | r/b | 0.1 | |
| | | | | |
| | coefficiente di forza longitu sez.ret | cf,0 | 2 | |
| | end-effect factor | $\psi\lambda$ | 0.75 | |
| | | | | |
| | coefficiente di forza trasversale sez.circ. | cf,0 | 0.90607 | |
| | rapporto geometrico | l/b | 2.37143 | |
| | snellezza effettiva | λ | 2.37143 | |
| | rapporto di solidità | ϕ | 1 | |
| | end-effect factor | $\psi\lambda$ | 0.63566 | |
| | | | | |
| | forza longitudinale | f lon | 0.77606 | |
| | forza equivalente in testa pila | F lon | 6.44129 | kN |
| | alteza di applicatione sulla pila | h lon | 4.98 | m |

5.7 Azione Sismica

Nel seguente paragrafo è riportata la valutazione dei parametri di pericolosità sismica utili alla determinazione delle azioni sismiche di progetto dell'opera cui si riferisce il presente documento, in accordo a quanto specificato a riguardo dal D.M. 17 gennaio 2018 e relativa circolare applicativa.

| | | | | | | |
|--|---|-------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------|
|  | DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m | | | | | |
| | <i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P20</i> | COMMESSA RS3T | LOTTO 30 | CODIFICA D09CL | DOCUMENTO VI0805003 | REV. B |

5.7.1 Inquadramento Sismico

La determinazione della pericolosità sismica di base è definita a partire dall'ubicazione dell'opera e dalle sue caratteristiche progettuali come la vita nominale V_N e la classe d'uso C_u . Sulla base del MDP [4]. I parametri indentificativi dell'opera sono:

| Vita Nominale | Classe d'Uso | Coeff. D'uso |
|---------------|--------------|--------------|
| 75 | III | 1.5 |

La geo-localizzazione permette di ottenere le coordinate geografiche delle singole opere e individuare puntualmente la domanda sismica secondo gli spettri normativi rappresentativi delle due componenti (orizzontale e verticale), ovvero determinare i singoli parametri indipendenti di riferimento.

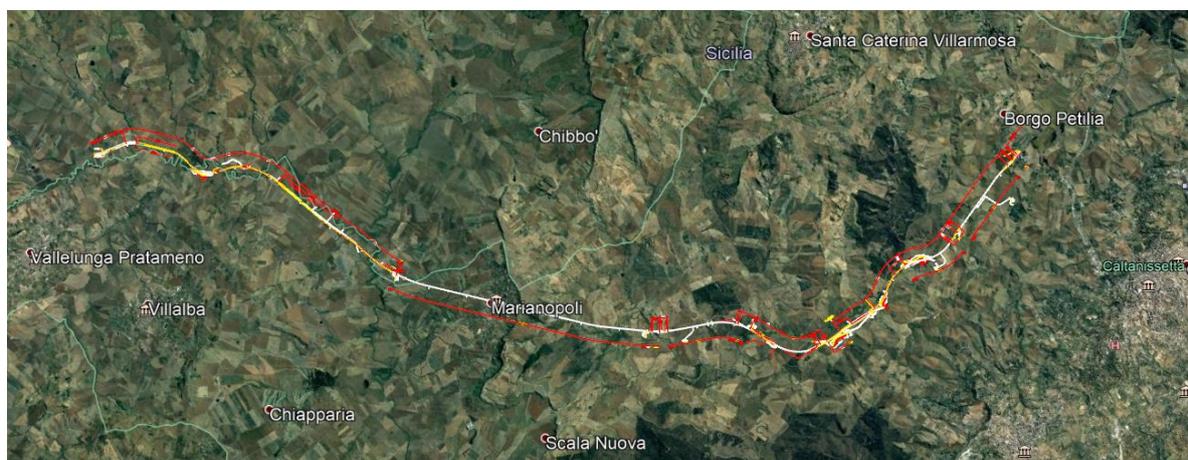


Figura 4 - Individuazione geografica della linea ferroviaria

I parametri indipendenti per le forme spettrali di riferimento hanno una variazione spaziale lungo la linea poco influente tuttavia, per le seguenti analisi si è fatto riferimento alle coordinate dei singoli viadotti.

| | | | | | | |
|---|---|-------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m | | | | | |
| | Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P20 | COMMESSA RS3T | LOTTO 30 | CODIFICA D09CL | DOCUMENTO VI0805003 | REV. B |

Tabella 3 - Sezione tipo esistente in viadotto (rifare la tabella N,E, ag Te* ..tutti i parametri sismici)

| LOTTO 3A-B | | | | | | | |
|---------------|---------|---------|-----------|------------|----------------|-------------|-------------|
| Viadotto Fer. | Binario | n° camp | L tot [m] | Rcurv. [m] | altitudine [m] | N [se] | E [se] |
| VI01 | D | 20 | 605 | 1188 | 416 | 37°43'18.70 | 13°40'18.19 |
| VI02 | D | 8 | 215 | 1060 | 418 | 37°43'9.38 | 13°40'31.63 |
| VI03 | D | 1 | 17 | 1300 | 434 | 37°43'3.15 | 13°41'14.35 |
| VI04 | D | 32 | 800 | inf | 445 | 37°43'1.42 | 13°42'17.20 |
| VI05-06 | S | 12 | 440 | 725 | 422 | 37°41'25.58 | 13°51'40.40 |
| VI07 | S | 5 | 210 | inf | 410 | 37°41'14.75 | 13°52'13.14 |
| VI08 | S | 26 | 780 | 725 | 385 | 37°40'20.84 | 13°52'59.62 |
| VI09 | S | 6 | 150 | 733 | 382 | 37°40'0.09 | 13°53'10.68 |
| VI10 | S | 19 | 575 | 1000 | 373 | 37°39'52.17 | 13°53'27.88 |
| VI11 | S | 32 | 885 | 1000 | 367 | 37°39'29.61 | 13°53'47.03 |
| VI12 | S | 39 | 1500 | 2950 | 343 | 37°37'42.58 | 13°54'0.85 |
| VI13 | S | 3 | 100 | inf | 342 | 37°34'6.35 | 13°56'27.65 |
| VI14 | S | 3 | 100 | inf | 340 | 37°33'57.11 | 13°56'38.61 |
| VI15 | S | 16 | 650 | inf | 282 | 37°32'54.77 | 13°57'45.53 |
| VI16 | D | 16 | 425 | 2500 | 300 | 37°32'12.39 | 13°58'38.40 |
| VI17 | S | 46 | 1390 | 1050 | 317 | 37°32'8.62 | 13°59'56.29 |
| VI18 | S | 9 | 250 | inf | 355 | 37°31'58.58 | 14° 1'21.91 |

5.7.2 Definizione della domanda sismica

Secondo le NTC2018 l'azione sismica viene considerata mediante spettri di risposta elastici in accelerazione. Sulla base dello studio geologico del 2019, i terreni in esame sono prevalentemente di tipo C e B, pianeggianti o leggermente acclivi, tali da ricadere nella categoria topografica T1. Risulta quindi possibile tracciare lo spettro di riferimento normativo.

Area del grafico

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE: LATITUDINE:

Ricerca per comune

REGIONE: PROVINCIA: COMUNE:

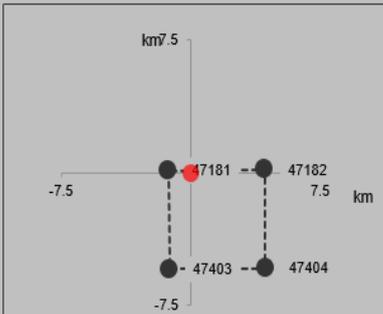
Elaborazioni grafiche

- Grafici spettri di risposta
- Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

- Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

- Sito esterno al reticolo
- Interpolazione su 3 nodi
- Interpolazione corretta

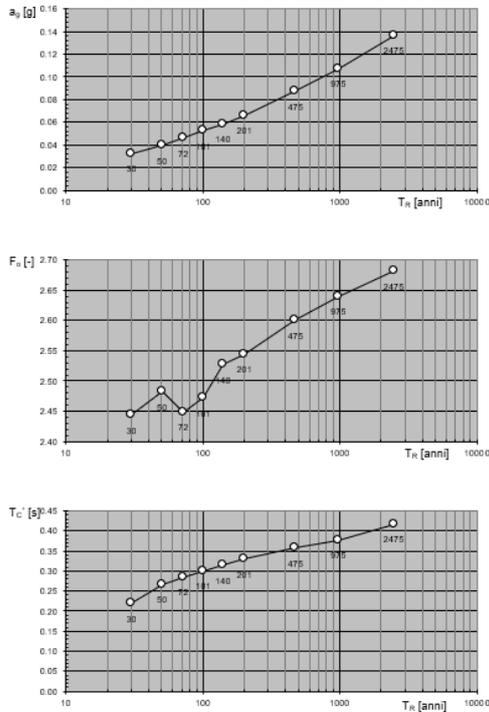
Interpolazione:

La "Ricerca per comune" utilizza le ... coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che ... all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO **FASE 1** FASE 2 FASE 3

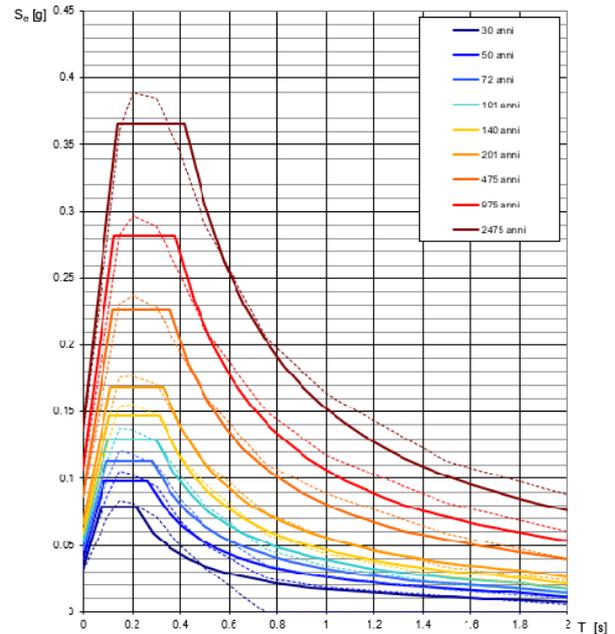
Figura 5 - Sito di riferimento secondo "Spettri_NTC"

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* : variabilità col periodo di ritorno T_R



La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento



NOTA:
Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Figura 6 - Parametri di riferimento del sito secondo "Spettri_NTC"

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

| T_R [anni] | a_g [g] | F_o [-] | T_C^* [s] |
|-----------------|--------------|--------------|----------------|
| 30 | 0.032 | 2.422 | 0.215 |
| 50 | 0.040 | 2.459 | 0.261 |
| 72 | 0.047 | 2.437 | 0.280 |
| 101 | 0.053 | 2.461 | 0.293 |
| 140 | 0.059 | 2.499 | 0.310 |
| 201 | 0.067 | 2.527 | 0.324 |
| 475 | 0.087 | 2.603 | 0.352 |
| 975 | 0.107 | 2.644 | 0.375 |
| 2475 | 0.136 | 2.710 | 0.409 |

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Figura 7 - Tabella riassuntiva degli stati limite di riferimento del sito in esame

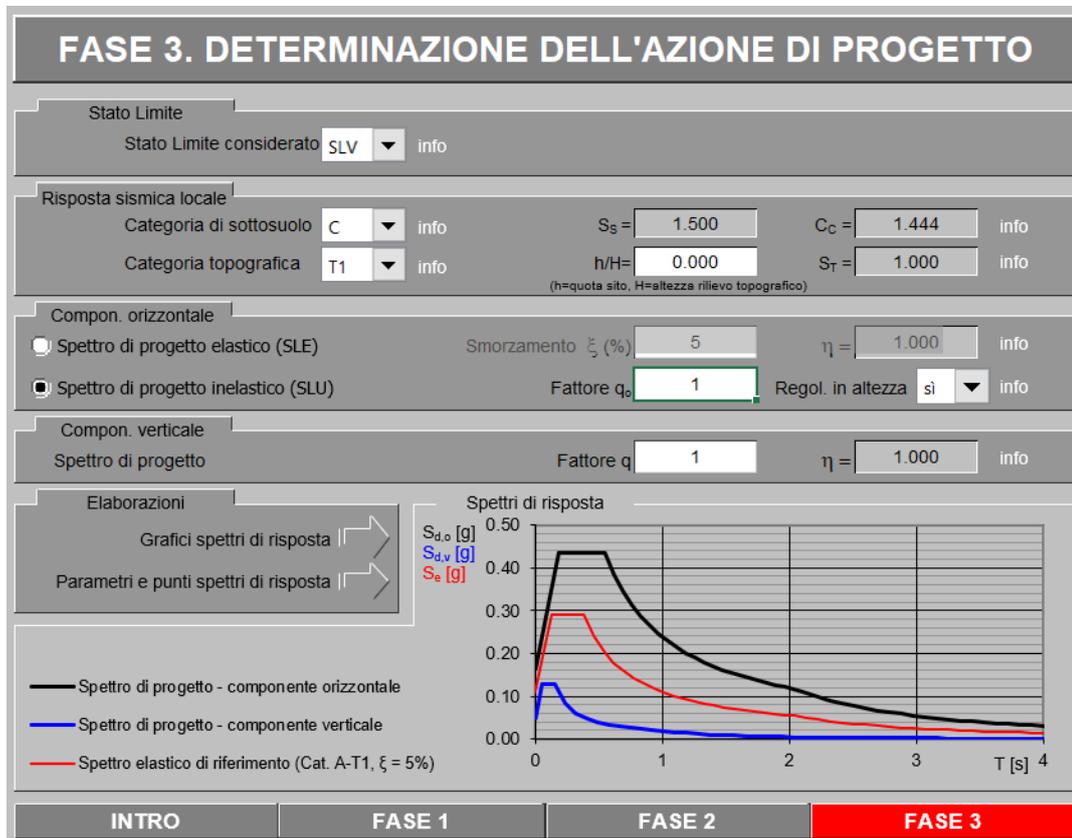
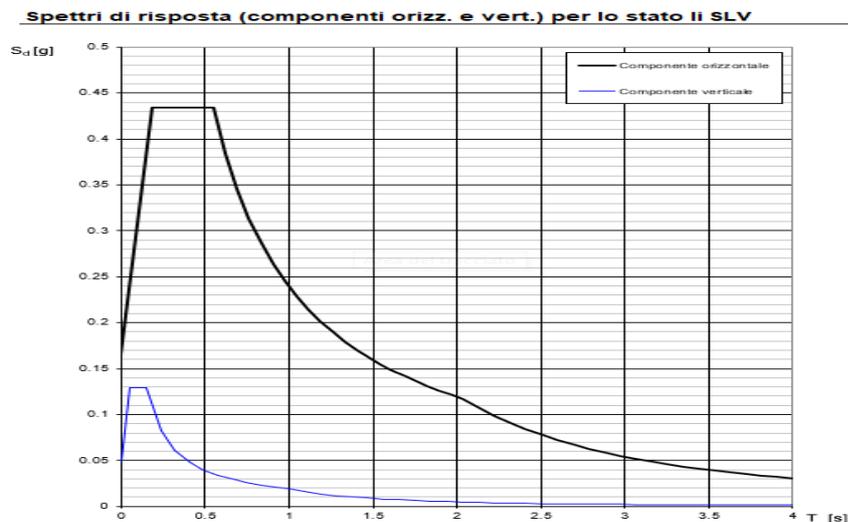


Figura 8 - Definizione della domanda sismica allo SLV



La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Figura 9 - Spettro in accelerazione SLV orizzontale e verticale

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato IIR8LV

Parametri indipendenti

| STATOLIMITESLV | SLV |
|----------------|---------|
| a_g | 0.110 q |
| F_v | 2.644 |
| T_c | 0.381 s |
| S_r | 1.500 |
| C_c | 1.444 |
| S_T | 1.000 |
| q | 1.000 |

Parametri dipendenti

| | |
|--------|---------|
| S | 1.500 |
| η | 1.000 |
| T_b | 0.183 s |
| T_c | 0.550 s |
| T_D | 2.039 s |

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_r \cdot S_v \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10 \cdot (S + 2)} \geq 0.55 \cdot \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; § 3.2.3.5})$$

$$T_b = T_c / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_c = C_c \cdot T_c^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4.0 \cdot a_g / g + 1.6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_b \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_b} + \frac{1}{\eta \cdot F_v} \cdot \left(1 - \frac{T}{T_b} \right) \right]$$

$$T_b \leq T < T_c \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_c \leq T < T_D \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_c}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_c \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di risposta $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è attenuato dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ moltiplicando con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

| | T [s] | S_e [g] |
|-------|-------|-----------|
| | 0.000 | 0.164 |
| T_b | 0.183 | 0.435 |
| T_c | 0.550 | 0.435 |
| | 0.621 | 0.385 |
| | 0.692 | 0.346 |
| | 0.763 | 0.314 |
| | 0.833 | 0.287 |
| | 0.904 | 0.264 |
| | 0.975 | 0.245 |
| | 1.046 | 0.229 |
| | 1.117 | 0.214 |
| | 1.188 | 0.201 |
| | 1.259 | 0.190 |
| | 1.330 | 0.180 |
| | 1.401 | 0.171 |
| | 1.471 | 0.162 |
| | 1.542 | 0.155 |
| | 1.613 | 0.148 |
| | 1.684 | 0.142 |
| | 1.755 | 0.136 |
| | 1.826 | 0.131 |
| | 1.897 | 0.126 |
| | 1.968 | 0.121 |
| T_D | 2.039 | 0.117 |
| | 2.132 | 0.107 |
| | 2.225 | 0.098 |
| | 2.319 | 0.091 |
| | 2.412 | 0.084 |
| | 2.506 | 0.078 |
| | 2.599 | 0.072 |
| | 2.692 | 0.067 |
| | 2.786 | 0.063 |
| | 2.879 | 0.059 |
| | 2.973 | 0.055 |
| | 3.066 | 0.052 |
| | 3.159 | 0.049 |
| | 3.253 | 0.046 |
| | 3.346 | 0.044 |
| | 3.440 | 0.041 |
| | 3.533 | 0.039 |
| | 3.626 | 0.037 |
| | 3.720 | 0.035 |
| | 3.813 | 0.034 |
| | 3.907 | 0.032 |
| | 4.000 | 0.030 |

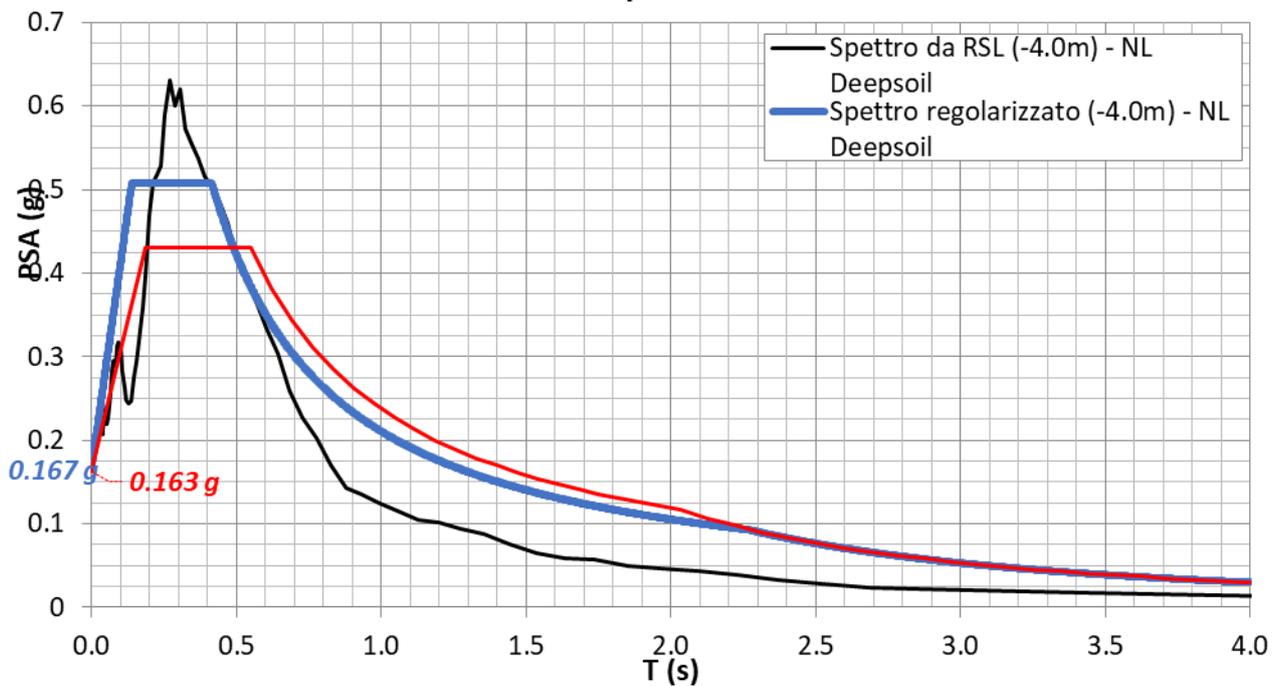
La verifica dell'adeguatezza del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dell

Figura 10 - Parametri indipendenti e dipendenti spettro orizzontale allo SLV

5.7.3 Risposta sismica locale

Si riporta graficamente quanto desunto da apposite analisi di Risposta Sismica Locale, volte alla quantificazione degli effetti locali di sito e alle possibili criticità emergenti in termini di fenomeni di risonanza delle strutture.

VI08 - prova: DH3AS35



In tale caso la RSL risulta essere più gravosa dell'analisi semplificata di Norma.

| | | | | | | |
|--|---|-------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------|
|  | DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m | | | | | |
| | Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P20 | COMMESSA RS3T | LOTTO 30 | CODIFICA D09CL | DOCUMENTO VI0805003 | REV. B |

5.7.4 *Calcolo dell'azione Sismica*

Per il calcolo delle azioni sismiche si utilizza una Analisi Statica Lineare, come riportata nel cap. 7.9.4.1 delle NTC 2018. Qualora le ipotesi non siano soddisfatte, per il calcolo dei periodi propri della pila e quindi delle sollecitazioni sismiche, si è fatto riferimento ad una Analisi Dinamica Modale, attraverso la costruzione di un modello agli Elementi Finiti monodimensionali (Beam/Frame) mediante il software di calcolo Midas Civil. I Fattori di comportamento utilizzati sono:

- $q= 1.5$ per la verifica a presso flessione della pila;
- $q= 1.5/1.1$ per la verifica a capacità portante verticale dei pali, la presso-flessione e la verifica del plinto se non tozzo;
- $q= 1$ per le verifiche a taglio degli elementi strutturali e le verifiche a capacità portante orizzontale dei pali.

Nella scrittura delle combinazioni di carico si è distinta la posizione del convoglio per massimizzare le singole sollecitazioni (N,Mx,My,Tx,Ty), identificando tre configurazioni, ovvero tre masse statiche.

Nell'analisi sismica la massa partecipante riferita ai carichi da traffico è stata valutata in maniera distinta per le tre componenti del moto e successivamente messa in combinazione per le tre configurazioni statiche.

5.7.5 Check analisi statica

| Direzione Longitudinale | | | | |
|---|------------------|------------|-------|-------------------------|
| massa treno per direzione long | | Com Nmax | 5463 | kN |
| massa sismica treno per direzione long | | treno | 1093 | kN |
| | | | 0 | |
| massa impalcato (G1 + G2) | | Mimp | 9652 | kN |
| massa sismica portata sopra pila | | Mimp t | 10745 | kN |
| 1/5 della massa sismica sopra la pila | | 1/5 Mimp t | 2149 | kN |
| | | | | |
| massa pulvino | | Mpul | 2192 | kN |
| massa pila | | Mpila | 1515 | kN |
| massa efficace pila | | Mpe | 2697 | kN |
| | | | | |
| massa sismica totale da utilizzare dir. Long | | Mtot long | 13442 | kN |
| verifica di requisito di norma | $Mep < 1/5 Mimp$ | | | NO per -548.2 KN |
| Direzione Trasversale | | | | |
| massa treno per direzione long | | Com Mmax | 4742 | kN |
| massa sismica treno per direzione long | | treno | 948 | kN |
| | | | | |
| massa impalcato (G1 + G2) | | Mimp | 9652 | kN |
| massa sismica portata sopra pila | | Mimp t | 10600 | kN |
| | | | | |
| massa pulvino | | Mpul | 2192 | kN |
| massa pila | | Mpila | 1515 | kN |
| massa efficace pila | | Mpe | 2697 | kN |
| | | | | |
| massa sismica totale da utilizzare dir. Trasv | | Mtot tras | 13298 | kN |
| verifica di requisito di norma | $Mep < 1/5 Mimp$ | | | NO per -577 KN |
| Direzione Verticale | | | | |
| massa treno per direzione long | | Com Mmax | 4742 | kN |
| massa sismica treno per direzione long | | treno | 948 | kN |
| | | | | |
| massa impalcato (G1 + G2) | | Mimp | 9652 | kN |
| massa sismica portata sopra pila | | Mimp t | 10600 | kN |
| | | | | |
| massa pulvino | | Mpul | 2192 | kN |
| massa pila | | Mpila | 1515 | kN |
| massa efficace pila | | Mpe | 2697 | kN |
| | | | | |
| massa sismica totale da utilizzare dir. Vert | | Mtot vert | 13298 | kN |
| verifica di requisito di norma | $Mep < 1/5 Mimp$ | | | NO per -577 KN |

| | | | | | | |
|---|---|-------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m | | | | | |
| | Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P20 | COMMESSA RS3T | LOTTO 30 | CODIFICA D09CL | DOCUMENTO VI0805003 | REV. B |

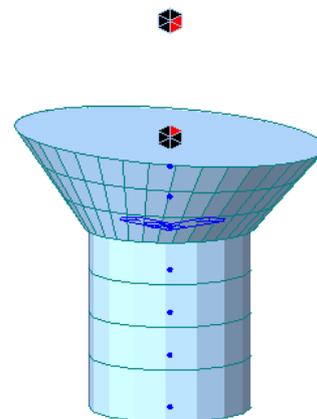
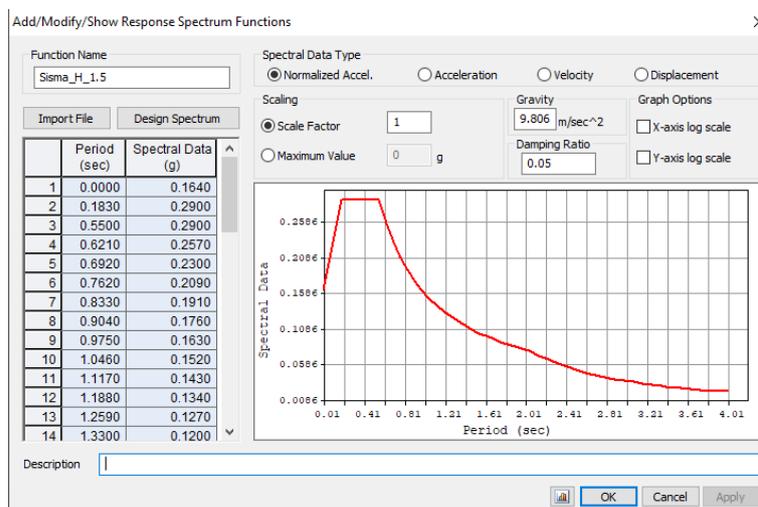
5.7.6 Analisi statica equivalente

| | | | | |
|--|--|-------------------|---------|----------------|
| area della sezione | | A | 9.62 | m ² |
| inerzia sezione direzione trasversale | | I11 | 7.37 | m ⁴ |
| inerzia sezione direzione longitudinale | | I22 | 7.37 | m ⁴ |
| modulo elastico cls pila | | E _c | 33346 | MPa |
| eventuale abbattimento del modulo | | % | 45.00 | |
| modulo di calcolo | | E | 18340 | MPa |
| calcestruzzo | | f _{ck} | 32.0 | MPa |
| altezza pila est. fondazione - estr. pulvino | | H | 8.30 | m |
| altezza plinto di fondazione | | h _f | 0.00 | m |
| altezza baggioli ed app. appoggio | | h _{ap} | 0.45 | m |
| altezza equivalente sdof | | H _e | 8.75 | m |
| rigidezza flessionale sdof in dir. Trasv | | K _{tra} | 2.8E+08 | N/m |
| rigidezza flessionale sdof in dir. Long | | K _{long} | 6.0E+08 | N/m |
| rigidezza assiale sdof in dir. Vert | | K _{vert} | 2.8E+10 | N/m |
| periodo di vibrare sdof dir. Trasversale | | T _{tra} | 0.44 | sec |
| periodo di vibrare sdof dir. Longitudinale | | T _{long} | 0.29 | sec |
| periodo di vibrare sdof dir. Verticale | | T _{vert} | 0.04 | sec |

| Tabella Riassuntiva | SLV | | | SLD | |
|--|-------|--------|-------|-------|------|
| | q=1.5 | q=1.36 | q=1 | q=1 | |
| accelerazione componente trasversale | 0.34 | 0.34 | 0.51 | 0.24 | g |
| accelerazione componente longitudinale | 0.34 | 0.34 | 0.51 | 0.24 | g |
| accelerazione componente verticale | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.04 | g |
| Sforzo assiale | 1544 | 1544 | 1544 | 511 | kN |
| Taglio Sism testa pila direz. trasversale | 4494 | 4943 | 6741 | 3183 | kN |
| Taglio Sism testa pila direz. longitudinal | 4543 | 4997 | 6814 | 3217 | kN |
| Momento flessionale trasversale | 51135 | 56249 | 76703 | 36212 | kN m |
| Momento flessionale longitudinale | 39844 | 43819 | 59718 | 28244 | kN m |

5.7.7 Analisi dinamica modale

Nel caso specifico i periodi e quindi le forze alla base della pila sono stati valutati tramite una analisi spettrale. Le caratteristiche geometriche e meccaniche sono state definite coerentemente nei paragrafi precedenti. Le masse a diverse altezze sono associate alla tipologia di appoggio impalcato-pila, quindi differenti nelle due direzioni.



I risultati ottenuti sono i seguenti:

| Load | N (kN) | Vtras (kN) | Vlong (kN) | Mtras (kN*m) | Mlong (kN*m) |
|-------------|---------|------------|------------|--------------|--------------|
| SISMA q=1.5 | 1599.17 | 4019.33 | 4180.73 | 41798.11 | 32726.27 |
| SISMA q=1 | 1599.17 | 6027.58 | 6270.41 | 62696.53 | 49089.14 |
| SISMA sld | 2707.48 | 214.01 | 311.48 | 2204.14 | 2434.58 |

Confrontando i risultati di un'analisi statica equivalente con quelli dell'analisi modale si può osservare che quest'ultimi sono superiori per il caso specifico, quindi si procede con tali sollecitazioni.

| | | | | | | |
|--|---|-------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------|
|  ITOLFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m | | | | | |
| | <i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P20</i> | COMMESSA RS3T | LOTTO 30 | CODIFICA D09CL | DOCUMENTO VI0805003 | REV. B |

5.8 Azione Idrostatica

Secondo quanto prescritto nelle cap5.2.2.8 delle NTC2018 le azioni idrodinamiche devono essere considerate sia come pressione sulle parti immerse che come effetti di modificazioni locali dell'alveo. In riferimento alla relazione idraulica si richiamano in forma tabellare i dati di base per la progettazione e verifica strutturale.

6.3.9 Escavazioni localizzate viadotto VI08

| Pila | Tirante idraulico [m] | Velocità [m/s] | Incidenza pile-coorrente [°] | Forma pila | Base pila [m] | Lunghezza pila [m] | Forma pilinto | Base pilinto [m] | Lunghezza pilinto [m] | d50 [mm] | Scavo [m] | Tipo di scavo |
|------|-----------------------|----------------|------------------------------|------------|---------------|--------------------|---------------|------------------|-----------------------|----------|-----------|---------------------|
| P01 | 1.65 | 1.82 | 3 | circ | 3.50 | 3.50 | quad | 11.50 | 11.50 | 0.0265 | 6.00 | plinto scoperto |
| P02 | 1.42 | 1.76 | 5 | circ | 3.50 | 3.50 | quad | 11.50 | 11.50 | 0.0265 | 5.97 | plinto scoperto |
| P03 | 1.09 | 2.17 | 5 | circ | 3.50 | 3.50 | quad | 11.50 | 11.50 | 0.0265 | 6.70 | plinto scoperto |
| P04 | 0.95 | 2.14 | 9 | circ | 3.50 | 3.50 | quad | 11.50 | 11.50 | 0.0265 | 6.76 | plinto scoperto |
| P05 | 1.30 | 1.52 | 18 | circ | 3.50 | 3.50 | quad | 11.50 | 11.50 | 0.0265 | 6.02 | plinto scoperto |
| P06 | 1.29 | 1.37 | 22 | circ | 3.50 | 3.50 | quad | 11.50 | 11.50 | 0.0265 | 5.75 | plinto scoperto |
| P07 | 1.90 | 0.81 | 26 | circ | 3.50 | 3.50 | quad | 11.50 | 11.50 | 0.0265 | 4.30 | plinto scoperto |
| P08 | 0.15 | 0.59 | 12 | circ | 3.50 | 3.50 | quad | 11.50 | 11.50 | 0.0265 | 1.16 | plinto non scoperto |
| P09 | 0.93 | 0.32 | 33 | circ | 3.50 | 3.50 | quad | 11.50 | 11.50 | 0.0265 | 1.10 | plinto non scoperto |
| P10 | 0.45 | 1.93 | 37 | circ | 3.50 | 3.50 | quad | 11.50 | 11.50 | 0.0265 | 6.73 | plinto scoperto |
| P11 | 1.60 | 0.27 | 20 | circ | 3.50 | 3.50 | quad | 11.50 | 11.50 | 0.0265 | 1.00 | plinto non scoperto |
| P12 | 1.42 | 1.20 | 39 | circ | 3.50 | 3.50 | quad | 11.50 | 11.50 | 0.0265 | 5.68 | plinto scoperto |
| P13 | 1.11 | 1.65 | 7 | circ | 3.50 | 3.50 | quad | 11.50 | 11.50 | 0.0265 | 5.75 | plinto scoperto |
| P14 | 1.35 | 1.52 | 8 | circ | 3.50 | 3.50 | quad | 11.50 | 11.50 | 0.0265 | 5.56 | plinto scoperto |
| P15 | 1.42 | 1.48 | 8 | circ | 3.50 | 3.50 | quad | 11.50 | 11.50 | 0.0265 | 5.48 | plinto scoperto |
| P16 | 1.97 | 1.44 | 8 | circ | 3.50 | 3.50 | quad | 11.50 | 11.50 | 0.0265 | 5.57 | plinto scoperto |
| P17 | 2.21 | 1.56 | 2 | circ | 3.50 | 3.50 | quad | 11.50 | 11.50 | 0.0265 | 5.60 | plinto scoperto |
| P18 | 2.51 | 1.83 | 2 | circ | 3.50 | 3.50 | quad | 11.50 | 11.50 | 0.0265 | 6.23 | plinto scoperto |
| P19 | 2.58 | 1.93 | 11 | circ | 3.50 | 3.50 | quad | 11.50 | 11.50 | 0.0265 | 7.18 | plinto scoperto |
| P20 | 2.32 | 1.69 | 4 | circ | 3.50 | 3.50 | quad | 11.50 | 11.50 | 0.0265 | 5.99 | plinto scoperto |
| P21 | 1.98 | 2.12 | 23 | circ | 3.50 | 3.50 | quad | 11.50 | 11.50 | 0.0265 | 8.13 | plinto scoperto |
| P22 | 2.27 | 2.48 | 26 | circ | 3.50 | 3.50 | quad | 11.50 | 11.50 | 0.0265 | 9.37 | plinto scoperto |
| P23 | 2.95 | 2.63 | 34 | circ | 3.50 | 3.50 | quad | 11.50 | 11.50 | 0.0265 | 9.90 | plinto scoperto |
| P24 | 2.71 | 1.93 | 42 | circ | 3.50 | 3.50 | quad | 11.50 | 11.50 | 0.0265 | 4.37 | plinto non scoperto |
| P25 | 0.00 | 0.00 | 73 | circ | 3.50 | 3.50 | quad | 11.50 | 11.50 | 0.0265 | 0.00 | no scavo |

Il livello medio annuo risulta essere di circa 5m pertanto si ritengono trascurabili gli effetti idrodinamici. Per quanto riguarda la pressione statica che esercita l'acqua può essere valutata con la seguente espressione:

$$p = \frac{1}{2} \rho C_D v^2$$

dove il coefficiente di forma varia tipicamente tra 0.5 e 1.5 ed è stato valutato secondo la seguente tabella:

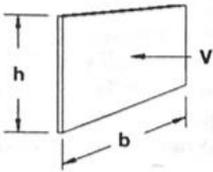
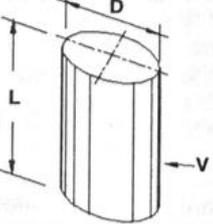
| Forme | N.r Reynolds | Dimensioni | Coefficiente C_n |
|---|-------------------|--|--|
|  | $> 10^3$ | $\frac{b}{h} =$ 1 5 10 ∞ | 1.16 1.20 1.50 1.90 |
|  | 10^5 | $\frac{L}{D} =$ 1 2 5 10 20 40 ∞ | 0.63 0.68 0.74 0.82 0.90 0.98 1.20 |
| | $> 5 \times 10^5$ | $\frac{L}{D} =$ 5 ∞ | 0.35 0.34 |

Figura 11 - Coefficiente di forma (M.P. Pietrangeli - Progettazione e costruzione di ponti 1996)

Poiché l'azione è dipendente dall'altezza idrica di progetto si riporta un esempio al passo e successivamente una tabella riassuntiva dell'azione caratteristica.

| | | | |
|------------------------------|-----------|------------------|-------------------------------------|
| velocità dell'acqua | v | 2.48 | m/sec |
| densità dell'acqua | ρ | 1 | kN sec ² /m ⁴ |
| altezza di riinterro pila | h_{ri} | 1.5 | m |
| altezza della pila | h_p | 8.3 | m |
| altezza idrica Tr 300 | h_{300} | 2.27 | m |
| scalzamento massimo Tr300 | dl | 9.37 | m |
| tipologia di sezione | | circolare | m |
| larghezza trasversale pila | b | 0 | m |
| larghezza longitudinale pila | d | 0 | m |
| raggio della sezione | r | 1.75 | m |
| rapporto geometrico | L/D | 0.003143 | m |
| viscosità cinematica | ν | 0.000894 | N s/m ² |
| numero di Reynolds | Re | 9709172 | |
| coefficiente di forma | C_d | 0.35 | * |

* si utilizzano le formulazioni di Pietrangeli per pile ellittiche

| | | | | | | |
|---|---|-------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m | | | | | |
| | <i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P20</i> | COMMESSA RS3T | LOTTO 30 | CODIFICA D09CL | DOCUMENTO VI0805003 | REV. B |

| | | | | | |
|------------------------|--|-------|-----------------|-------------------|--|
| pressione dell'acqua | | p | 1.07632 | kN/m ² | |
| forza risultante | | Fidro | 174.0567 | kN | |
| momento alla base pila | | Mpila | -266.454 | kN | |

| tabella riassuntiva - Tr300 | | | |
|------------------------------------|------------|--------------|------------|
| | Fusto pila | Fondazioni | Pali |
| h | 3.77 | 3 | 4.87 |
| D | 1.75 | 9.6 | 1.2 |
| L/D | 2.154 | 3.2 | 4.05833333 |
| Re | 4.85E+06 | 2.66E+07 | 3.33E+06 |
| forma | smussara | rettangolare | circolare |
| Cd | 0.35 | 1.18 | 0.35 |
| p | 1.07632 | 3.628736 | 1.07632 |
| B | 1.75 | 9.6 | 6 |
| F | 7.10 | 135.51 | 31.45 |
| M | 13.39 | -203.26 | -76.58 |

Secondo quanto prescritto nel capitolo 5.1.2.3 delle NTC18, le azioni caratteristiche idrostatiche devono essere combinate differentemente con le altre azioni variabili. Lo scalzamento ad esse associate, per tanto, dovrà essere valutato e verificato in entrambe le condizioni.

Nel caso specifico, l'effetto globale dell'azione idrostatica sui vari elementi strutturali risulta poco significativa. Quindi, tali combinazioni sono state implementate per la verifica geotecnica dei pali di fondazione, che vede una riduzione complessiva della sollecitazione ma anche della lunghezza portante del palo stesso.

| | | | | | | |
|---|---|-------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m | | | | | |
| | <i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P20</i> | COMMESSA RS3T | LOTTO 30 | CODIFICA D09CL | DOCUMENTO VI0805003 | REV. B |

6. SOLLECITAZIONI

Come precedentemente descritto si è valutata la posizione del singolo convoglio per massimizzare la sollecitazione d'interesse. Questo ha portato alla definizione di tre configurazioni per la progettazione e verifica del pulvino, del fusto pila, della fondazione e dei pali. Di seguito si riportano le tabelle di tutte le combinazioni di carico, funzione delle suddette configurazioni.

6.1 Combinazioni di carico

6.1.1 Configurazione 1

| CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA | | | | | | |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|--|
| combinazione | N | Tlong | Ttrasv | Mlong | Mtrasv | |
| A1_SLU_gr1_Treno_1 | 20607.5 | 837.375 | 1378.36 | 1517.02 | 6292.21 | |
| A1_SLU_gr2_Scarico_2 | 14282.3 | 0 | 1150.65 | 0 | 5502.12 | |
| A1_SLU_gr3_Fre/avv_3 | 20607.5 | 1674.75 | 862.385 | 1893.84 | 3567.86 | |
| A1_SLU_gr4_centrif_4 | 19232.3 | 1339.8 | 1122.46 | 1515.07 | 5042.66 | |
| A1_SLU_gr1+vento_5 | 20607.5 | 843.104 | 2065.32 | 1517.02 | 8993.28 | |
| A1_SLU_gr2+vento_6 | 14282.3 | 5.72888 | 1837.61 | 0 | 8203.18 | |
| A1_SLU_gr3+vento_7 | 20607.5 | 1680.48 | 1549.34 | 1893.84 | 6268.93 | |
| A1_SLU_gr4+vento_8 | 19232.3 | 1345.53 | 1809.42 | 1515.07 | 7743.73 | |
| A1_SLU_vento_gr1_9 | 19232.3 | 679.448 | 2208.01 | 1213.62 | 9517.72 | |
| A1_SLU_vento_gr2_10 | 14172.1 | 9.54813 | 2062.28 | 0 | 8902.05 | |
| A1_SLU_vento_gr3_11 | 19232.3 | 1349.35 | 1795.23 | 1515.07 | 7338.24 | |
| A1_SLU_vento_gr4_12 | 19232.3 | 1349.35 | 2267.39 | 1515.07 | 9544.44 | |
| | | | | | | |
| SLE_rar_gr1_Treno_14 | 14394.2 | 577.5 | 891.414 | 1046.22 | 4312.82 | |
| SLE_rar_gr2_Scarico_15 | 10032 | 0 | 786.72 | 0 | 3791.49 | |
| SLE_rar_gr3_Fre/avv_16 | 14394.2 | 1155 | 535.569 | 1306.1 | 2433.96 | |
| SLE_rar_gr4_centrif_17 | 13445.8 | 924 | 726.313 | 1044.88 | 3456.19 | |
| SLE_rar_gr1+vento_18 | 14394.2 | 581.319 | 1349.38 | 1046.22 | 6113.53 | |
| SLE_rar_gr2+vento_19 | 10032 | 3.81925 | 1244.69 | 0 | 5592.2 | |
| SLE_rar_gr3+vento_20 | 14394.2 | 1158.82 | 993.54 | 1306.1 | 4234.67 | |
| SLE_rar_gr4+vento_21 | 13445.8 | 927.819 | 1184.28 | 1044.88 | 5256.9 | |
| SLE_rar_vento_gr1_22 | 13445.8 | 468.365 | 1458.21 | 836.977 | 6443.25 | |
| SLE_rar_vento_gr2_23 | 9956 | 6.36542 | 1391.2 | 0 | 6033.72 | |
| SLE_rar_vento_gr3_24 | 13445.8 | 930.365 | 1173.53 | 1044.88 | 4940.16 | |
| SLE_rar_vento_gr4_25 | 13445.8 | 930.365 | 1489.6 | 1044.88 | 6457.38 | |

| | | | | | |
|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| SLE_fre_gr1_Treno_27 | 13445.8 | 462 | 673.993 | 836.977 | 3432.65 |
| SLE_fre_gr2_Scarico_28 | 9956 | 0 | 618.156 | 0 | 3028.14 |
| SLE_fre_gr3_Fre/avv_29 | 13445.8 | 924 | 389.317 | 1044.88 | 1929.56 |
| SLE_fre_gr4_centrif_30 | 13445.8 | 924 | 700.153 | 1044.88 | 3444.42 |
| SLE_fre_gr1+vento_31 | 13445.8 | 463.273 | 826.65 | 836.977 | 4032.88 |
| SLE_fre_gr2+vento_32 | 9956 | 1.27308 | 770.813 | 0 | 3628.38 |
| SLE_fre_gr3+vento_33 | 13445.8 | 925.273 | 541.974 | 1044.88 | 2529.79 |
| SLE_fre_gr4+vento_34 | 13445.8 | 925.273 | 852.81 | 1044.88 | 4044.65 |
| SLE_fre_vento_gr1_35 | 9652 | 3.18271 | 436.568 | 0 | 1525.31 |
| SLE_fre_vento_gr2_36 | 9652 | 3.18271 | 436.568 | 0 | 1525.31 |
| SLE_fre_vento_gr3_37 | 9652 | 3.18271 | 436.568 | 0 | 1525.31 |
| SLE_fre_vento_gr4_38 | 9652 | 3.18271 | 436.568 | 0 | 1525.31 |
| SLE_fre_gr1_temp39 | 9652 | 1.27308 | 218.567 | 0 | 629.897 |
| SLE_fre_gr2_temp40 | 9652 | 1.27308 | 218.567 | 0 | 629.897 |
| SLE_fre_gr3_temp41 | 9652 | 1.27308 | 218.567 | 0 | 629.897 |
| SLE_fre_gr3_temp42 | 9652 | 1.27308 | 218.567 | 0 | 629.897 |
| SLE_qp_gr1_Treno_44 | 9652 | 0 | 54.9252 | 0 | 24.7163 |
| SLE_qp_gr2_Scarico_45 | 9652 | 0 | 54.9252 | 0 | 24.7163 |
| SLE_qp_gr3_Fre/avv_46 | 9652 | 0 | 54.9252 | 0 | 24.7163 |
| SLE_qp_gr4_centrif_47 | 9652 | 0 | 54.9252 | 0 | 24.7163 |
| SLE_qp_gr1+vento_48 | 9652 | 1.27308 | 207.582 | 0 | 624.954 |
| SLE_qp_gr2+vento_49 | 9652 | 1.27308 | 207.582 | 0 | 624.954 |
| SLE_qp_gr3+vento_50 | 9652 | 1.27308 | 207.582 | 0 | 624.954 |
| SLE_qp_gr4+vento_51 | 9652 | 1.27308 | 207.582 | 0 | 624.954 |
| SLE_qp_vento_gr1_52 | 9652 | 1.27308 | 207.582 | 0 | 624.954 |
| SLE_qp_vento_gr2_53 | 9652 | 1.27308 | 207.582 | 0 | 624.954 |
| SLE_qp_vento_gr3_54 | 9652 | 1.27308 | 207.582 | 0 | 624.954 |
| SLE_qp_vento_gr4_55 | 9652 | 1.27308 | 207.582 | 0 | 624.954 |
| SLE_qp_gr1_temp56 | 9652 | 0 | 54.9252 | 0 | 24.7163 |
| SLE_qp_gr2_temp57 | 9652 | 0 | 54.9252 | 0 | 24.7163 |
| SLE_qp_gr3_temp58 | 9652 | 0 | 54.9252 | 0 | 24.7163 |
| SLE_qp_gr3_temp59 | 9652 | 0 | 54.9252 | 0 | 24.7163 |
| E_103x_SLV_q=1.5_60 | 10131.8 | 4182 | 1413.38 | 0 | 0 |
| E_103y_SLV_q=1.5_61 | 10131.8 | 1255.49 | 4226.91 | 0 | 0 |
| E_103z_SLV_q=1.5_62 | 11251.2 | 1255.49 | 1413.38 | 0 | 0 |
| E_103x_SLV_q=1.36_63 | 10131.8 | 4600.08 | 1533.96 | 0 | 0 |
| E_103y_SLV_q=1.36_64 | 10131.8 | 1380.91 | 4628.85 | 0 | 0 |
| E_103z_SLV_q=1.36_65 | 11251.2 | 1380.91 | 1533.96 | 0 | 0 |
| E_103x_SLV_q=1_66 | 10131.8 | 6271.68 | 2015.86 | 0 | 0 |
| E_103y_SLV_q=1_67 | 10131.8 | 1882.4 | 6235.16 | 0 | 0 |
| E_103z_SLV_q=1_68 | 11251.2 | 1882.4 | 2015.86 | 0 | 0 |
| E_103x_SLD_q=1_69 | 10464.2 | 312.753 | 271.785 | 0 | 0 |
| E_103y_SLD_q=1_70 | 10464.2 | 94.7171 | 421.592 | 0 | 0 |
| E_103z_SLD_q=1_71 | 12359.5 | 94.7171 | 271.785 | 0 | 0 |

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA

| combinazione | N | Tlong | Ttrasv | Mlong | Mtrasv |
|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| A1_SLU_gr1_Treno_1 | 25612.4 | 837.375 | 1378.36 | 8467.23 | 17732.6 |
| A1_SLU_gr2_Scarico_2 | 19287.2 | 0 | 1150.65 | 0 | 15052.5 |
| A1_SLU_gr3_Fre/avv_3 | 25612.4 | 1674.75 | 862.385 | 15794.3 | 10725.6 |
| A1_SLU_gr4_centrif_4 | 24237.2 | 1339.8 | 1122.46 | 12635.4 | 14359.1 |
| A1_SLU_gr1+vento_5 | 25612.4 | 843.104 | 2065.32 | 8514.78 | 26135.4 |
| A1_SLU_gr2+vento_6 | 19287.2 | 5.72888 | 1837.61 | 47.5497 | 23455.3 |
| A1_SLU_gr3+vento_7 | 25612.4 | 1680.48 | 1549.34 | 15841.8 | 19128.5 |
| A1_SLU_gr4+vento_8 | 24237.2 | 1345.53 | 1809.42 | 12683 | 22761.9 |
| A1_SLU_vento_gr1_9 | 24237.2 | 679.448 | 2208.01 | 6853.04 | 27844.2 |
| A1_SLU_vento_gr2_10 | 19177 | 9.54813 | 2062.28 | 79.2495 | 26018.9 |
| A1_SLU_vento_gr3_11 | 24237.2 | 1349.35 | 1795.23 | 12714.7 | 22238.6 |
| A1_SLU_vento_gr4_12 | 24237.2 | 1349.35 | 2267.39 | 12714.7 | 28363.8 |
| | | | | | |
| SLE_rar_gr1_Treno_14 | 18101.5 | 577.5 | 891.414 | 5839.47 | 11711.6 |
| SLE_rar_gr2_Scarico_15 | 13739.3 | 0 | 786.72 | 0 | 10321.3 |
| SLE_rar_gr3_Fre/avv_16 | 18101.5 | 1155 | 535.569 | 10892.6 | 6879.18 |
| SLE_rar_gr4_centrif_17 | 17153.1 | 924 | 726.313 | 8714.08 | 9484.59 |
| SLE_rar_gr1+vento_18 | 18101.5 | 581.319 | 1349.38 | 5871.17 | 17313.4 |
| SLE_rar_gr2+vento_19 | 13739.3 | 3.81925 | 1244.69 | 31.6998 | 15923.1 |
| SLE_rar_gr3+vento_20 | 18101.5 | 1158.82 | 993.54 | 10924.3 | 12481.1 |
| SLE_rar_gr4+vento_21 | 17153.1 | 927.819 | 1184.28 | 8745.78 | 15086.5 |
| SLE_rar_vento_gr1_22 | 17153.1 | 468.365 | 1458.21 | 4724.41 | 18546.4 |
| SLE_rar_vento_gr2_23 | 13663.3 | 6.36542 | 1391.2 | 52.833 | 17580.7 |
| SLE_rar_vento_gr3_24 | 17153.1 | 930.365 | 1173.53 | 8766.91 | 14680.5 |
| SLE_rar_vento_gr4_25 | 17153.1 | 930.365 | 1489.6 | 8766.91 | 18821 |
| | | | | | |
| SLE_fre_gr1_Treno_27 | 17153.1 | 462 | 673.993 | 4671.58 | 9026.79 |
| SLE_fre_gr2_Scarico_28 | 13663.3 | 0 | 618.156 | 0 | 8158.84 |
| SLE_fre_gr3_Fre/avv_29 | 17153.1 | 924 | 389.317 | 8714.08 | 5160.88 |
| SLE_fre_gr4_centrif_30 | 17153.1 | 924 | 700.153 | 8714.08 | 9255.69 |
| SLE_fre_gr1+vento_31 | 17153.1 | 463.273 | 826.65 | 4682.14 | 10894.1 |
| SLE_fre_gr2+vento_32 | 13663.3 | 1.27308 | 770.813 | 10.5666 | 10026.1 |
| SLE_fre_gr3+vento_33 | 17153.1 | 925.273 | 541.974 | 8724.64 | 7028.18 |
| SLE_fre_gr4+vento_34 | 17153.1 | 925.273 | 852.81 | 8724.64 | 11123 |
| SLE_fre_vento_gr1_35 | 13359.3 | 3.18271 | 436.568 | 26.4165 | 5148.82 |

| | | | | | |
|-----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| SLE_fre_vento_gr2_36 | 13359.3 | 3.18271 | 436.568 | 26.4165 | 5148.82 |
| SLE_fre_vento_gr3_37 | 13359.3 | 3.18271 | 436.568 | 26.4165 | 5148.82 |
| SLE_fre_vento_gr4_38 | 13359.3 | 3.18271 | 436.568 | 26.4165 | 5148.82 |
| SLE_fre_gr1_temp39 | 13359.3 | 1.27308 | 218.567 | 10.5666 | 2444.01 |
| SLE_fre_gr2_temp40 | 13359.3 | 1.27308 | 218.567 | 10.5666 | 2444.01 |
| SLE_fre_gr3_temp41 | 13359.3 | 1.27308 | 218.567 | 10.5666 | 2444.01 |
| SLE_fre_gr3_temp42 | 13359.3 | 1.27308 | 218.567 | 10.5666 | 2444.01 |
| | | | | | |
| SLE_qp_gr1_Treno_44 | 13359.3 | 0 | 54.9252 | 0 | 480.596 |
| SLE_qp_gr2_Scarico_45 | 13359.3 | 0 | 54.9252 | 0 | 480.596 |
| SLE_qp_gr3_Fre/avv_46 | 13359.3 | 0 | 54.9252 | 0 | 480.596 |
| SLE_qp_gr4_centrif_47 | 13359.3 | 0 | 54.9252 | 0 | 480.596 |
| SLE_qp_gr1+vento_48 | 13359.3 | 1.27308 | 207.582 | 10.5666 | 2347.89 |
| SLE_qp_gr2+vento_49 | 13359.3 | 1.27308 | 207.582 | 10.5666 | 2347.89 |
| SLE_qp_gr3+vento_50 | 13359.3 | 1.27308 | 207.582 | 10.5666 | 2347.89 |
| SLE_qp_gr4+vento_51 | 13359.3 | 1.27308 | 207.582 | 10.5666 | 2347.89 |
| SLE_qp_vento_gr1_52 | 13359.3 | 1.27308 | 207.582 | 10.5666 | 2347.89 |
| SLE_qp_vento_gr2_53 | 13359.3 | 1.27308 | 207.582 | 10.5666 | 2347.89 |
| SLE_qp_vento_gr3_54 | 13359.3 | 1.27308 | 207.582 | 10.5666 | 2347.89 |
| SLE_qp_vento_gr4_55 | 13359.3 | 1.27308 | 207.582 | 10.5666 | 2347.89 |
| SLE_qp_gr1_temp56 | 13359.3 | 0 | 54.9252 | 0 | 480.596 |
| SLE_qp_gr2_temp57 | 13359.3 | 0 | 54.9252 | 0 | 480.596 |
| SLE_qp_gr3_temp58 | 13359.3 | 0 | 54.9252 | 0 | 480.596 |
| SLE_qp_gr3_temp59 | 13359.3 | 0 | 54.9252 | 0 | 480.596 |
| | | | | | |
| E_103x_SLV_q=1.5_60 | 13839.1 | 4182 | 1413.38 | 32726.3 | 13164.4 |
| E_103y_SLV_q=1.5_61 | 13839.1 | 1255.49 | 4226.91 | 9817.88 | 42423.1 |
| E_103z_SLV_q=1.5_62 | 14958.5 | 1255.49 | 1413.38 | 9817.88 | 13164.4 |
| | | | | | |
| E_103x_SLV_q=1.36_63 | 13839.1 | 4600.08 | 1533.96 | 35998.9 | 14418.3 |
| E_103y_SLV_q=1.36_64 | 13839.1 | 1380.91 | 4628.85 | 10799.7 | 46602.9 |
| E_103z_SLV_q=1.36_65 | 14958.5 | 1380.91 | 1533.96 | 10799.7 | 14418.3 |
| | | | | | |
| E_103x_SLV_q=1_66 | 13839.1 | 6271.68 | 2015.86 | 49089.1 | 19433.9 |
| E_103y_SLV_q=1_67 | 13839.1 | 1882.4 | 6235.16 | 14726.7 | 63321.5 |
| E_103z_SLV_q=1_68 | 14958.5 | 1882.4 | 2015.86 | 14726.7 | 19433.9 |
| | | | | | |
| E_103x_SLD_q=1_69 | 14171.6 | 312.753 | 271.785 | 2434.58 | 1286.2 |
| E_103y_SLD_q=1_70 | 14171.6 | 94.7171 | 421.592 | 730.374 | 2829.09 |
| E_103z_SLD_q=1_71 | 16066.8 | 94.7171 | 271.785 | 730.374 | 1286.2 |

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

| combinazione | N | Tlong | Ttrasv | Mlong | Mtrasv |
|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| A1_SLU_gr1_Treno_1 | 38119.3 | 837.375 | 1378.36 | 10979.4 | 21867.7 |
| A1_SLU_gr2_Scarico_2 | 31794.1 | 0 | 1150.65 | 0 | 18504.5 |
| A1_SLU_gr3_Fre/avv_3 | 38119.3 | 1674.75 | 862.385 | 20818.5 | 13312.8 |
| A1_SLU_gr4_centrif_4 | 36744.1 | 1339.8 | 1122.46 | 16654.8 | 17726.5 |
| A1_SLU_gr1+vento_5 | 38119.3 | 843.104 | 2065.32 | 11044.1 | 32331.4 |
| A1_SLU_gr2+vento_6 | 31794.1 | 5.72888 | 1837.61 | 64.7363 | 28968.2 |
| A1_SLU_gr3+vento_7 | 38119.3 | 1680.48 | 1549.34 | 20883.3 | 23776.5 |
| A1_SLU_gr4+vento_8 | 36744.1 | 1345.53 | 1809.42 | 16719.5 | 28190.2 |
| A1_SLU_vento_gr1_9 | 36744.1 | 679.448 | 2208.01 | 8891.38 | 34468.2 |
| A1_SLU_vento_gr2_10 | 31683.9 | 9.54813 | 2062.28 | 107.894 | 32205.8 |
| A1_SLU_vento_gr3_11 | 36744.1 | 1349.35 | 1795.23 | 16762.7 | 27624.3 |
| A1_SLU_vento_gr4_12 | 36744.1 | 1349.35 | 2267.39 | 16762.7 | 35165.9 |
| | | | | | |
| SLE_rar_gr1_Treno_14 | 27365.9 | 577.5 | 891.414 | 7571.97 | 14385.8 |
| SLE_rar_gr2_Scarico_15 | 23003.7 | 0 | 786.72 | 0 | 12681.4 |
| SLE_rar_gr3_Fre/avv_16 | 27365.9 | 1155 | 535.569 | 14357.6 | 8485.89 |
| SLE_rar_gr4_centrif_17 | 26417.5 | 924 | 726.313 | 11486.1 | 11663.5 |
| SLE_rar_gr1+vento_18 | 27365.9 | 581.319 | 1349.38 | 7615.13 | 21361.6 |
| SLE_rar_gr2+vento_19 | 23003.7 | 3.81925 | 1244.69 | 43.1576 | 19657.2 |
| SLE_rar_gr3+vento_20 | 27365.9 | 1158.82 | 993.54 | 14400.8 | 15461.7 |
| SLE_rar_gr4+vento_21 | 26417.5 | 927.819 | 1184.28 | 11529.2 | 18639.3 |
| SLE_rar_vento_gr1_22 | 26417.5 | 468.365 | 1458.21 | 6129.51 | 22921 |
| SLE_rar_vento_gr2_23 | 22927.7 | 6.36542 | 1391.2 | 71.9293 | 21754.3 |
| SLE_rar_vento_gr3_24 | 26417.5 | 930.365 | 1173.53 | 11558 | 18201.1 |
| SLE_rar_vento_gr4_25 | 26417.5 | 930.365 | 1489.6 | 11558 | 23289.8 |
| | | | | | |
| SLE_fre_gr1_Treno_27 | 26417.5 | 462 | 673.993 | 6057.58 | 11048.8 |
| SLE_fre_gr2_Scarico_28 | 22927.7 | 0 | 618.156 | 0 | 10013.3 |
| SLE_fre_gr3_Fre/avv_29 | 26417.5 | 924 | 389.317 | 11486.1 | 6328.83 |
| SLE_fre_gr4_centrif_30 | 26417.5 | 924 | 700.153 | 11486.1 | 11356.1 |
| SLE_fre_gr1+vento_31 | 26417.5 | 463.273 | 826.65 | 6071.96 | 13374 |
| SLE_fre_gr2+vento_32 | 22927.7 | 1.27308 | 770.813 | 14.3859 | 12338.6 |
| SLE_fre_gr3+vento_33 | 26417.5 | 925.273 | 541.974 | 11500.5 | 8654.1 |
| SLE_fre_gr4+vento_34 | 26417.5 | 925.273 | 852.81 | 11500.5 | 13681.4 |
| SLE_fre_vento_gr1_35 | 22623.7 | 3.18271 | 436.568 | 35.9646 | 6458.53 |
| SLE_fre_vento_gr2_36 | 22623.7 | 3.18271 | 436.568 | 35.9646 | 6458.53 |

| | | | | | |
|-----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| SLE_fre_vento_gr3_37 | 22623.7 | 3.18271 | 436.568 | 35.9646 | 6458.53 |
| SLE_fre_vento_gr4_38 | 22623.7 | 3.18271 | 436.568 | 35.9646 | 6458.53 |
| SLE_fre_gr1_temp39 | 22623.7 | 1.27308 | 218.567 | 14.3859 | 3099.71 |
| SLE_fre_gr2_temp40 | 22623.7 | 1.27308 | 218.567 | 14.3859 | 3099.71 |
| SLE_fre_gr3_temp41 | 22623.7 | 1.27308 | 218.567 | 14.3859 | 3099.71 |
| SLE_fre_gr3_temp42 | 22623.7 | 1.27308 | 218.567 | 14.3859 | 3099.71 |
| | | | | | |
| SLE_qp_gr1_Treno_44 | 22623.7 | 0 | 54.9252 | 0 | 645.371 |
| SLE_qp_gr2_Scarico_45 | 22623.7 | 0 | 54.9252 | 0 | 645.371 |
| SLE_qp_gr3_Fre/avv_46 | 22623.7 | 0 | 54.9252 | 0 | 645.371 |
| SLE_qp_gr4_centrif_47 | 22623.7 | 0 | 54.9252 | 0 | 645.371 |
| SLE_qp_gr1+vento_48 | 22623.7 | 1.27308 | 207.582 | 14.3859 | 2970.63 |
| SLE_qp_gr2+vento_49 | 22623.7 | 1.27308 | 207.582 | 14.3859 | 2970.63 |
| SLE_qp_gr3+vento_50 | 22623.7 | 1.27308 | 207.582 | 14.3859 | 2970.63 |
| SLE_qp_gr4+vento_51 | 22623.7 | 1.27308 | 207.582 | 14.3859 | 2970.63 |
| SLE_qp_vento_gr1_52 | 22623.7 | 1.27308 | 207.582 | 14.3859 | 2970.63 |
| SLE_qp_vento_gr2_53 | 22623.7 | 1.27308 | 207.582 | 14.3859 | 2970.63 |
| SLE_qp_vento_gr3_54 | 22623.7 | 1.27308 | 207.582 | 14.3859 | 2970.63 |
| SLE_qp_vento_gr4_55 | 22623.7 | 1.27308 | 207.582 | 14.3859 | 2970.63 |
| SLE_qp_gr1_temp56 | 22623.7 | 0 | 54.9252 | 0 | 645.371 |
| SLE_qp_gr2_temp57 | 22623.7 | 0 | 54.9252 | 0 | 645.371 |
| SLE_qp_gr3_temp58 | 22623.7 | 0 | 54.9252 | 0 | 645.371 |
| SLE_qp_gr3_temp59 | 22623.7 | 0 | 54.9252 | 0 | 645.371 |
| | | | | | |
| E_103x_SLV_q=1.5_60 | 23239.6 | 5337.22 | 1759.95 | 48737.9 | 18444.2 |
| E_103y_SLV_q=1.5_61 | 23239.6 | 2410.71 | 4573.48 | 17050 | 56143.5 |
| E_103z_SLV_q=1.5_62 | 24676.9 | 2410.71 | 1759.95 | 17050 | 18444.2 |
| | | | | | |
| E_103x_SLV_q=1.36_63 | 23239.6 | 5755.29 | 1880.53 | 53264.8 | 20059.9 |
| E_103y_SLV_q=1.36_64 | 23239.6 | 2536.13 | 4975.41 | 18408.1 | 61529.1 |
| E_103z_SLV_q=1.36_65 | 24676.9 | 2536.13 | 1880.53 | 18408.1 | 20059.9 |
| | | | | | |
| E_103x_SLV_q=1_66 | 23239.6 | 7426.9 | 2362.42 | 71369.8 | 26521.2 |
| E_103y_SLV_q=1_67 | 23239.6 | 3037.61 | 6581.73 | 23839.6 | 83066.7 |
| E_103z_SLV_q=1_68 | 24676.9 | 3037.61 | 2362.42 | 23839.6 | 26521.2 |
| | | | | | |
| E_103x_SLD_q=1_69 | 23483.5 | 892.483 | 445.704 | 5112.03 | 2623.31 |
| E_103y_SLD_q=1_70 | 23483.5 | 674.447 | 595.511 | 2753.72 | 4615.63 |
| E_103z_SLD_q=1_71 | 25489.8 | 674.447 | 445.704 | 2753.72 | 2623.31 |

6.1.2 Configurazione 2

| CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA | | | | | | |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|--|
| combinazione | N | Tlong | Ttrasv | Mlong | Mtrasv | |
| A1_SLU_gr1_Treno_72 | 17691.7 | 837.375 | 1273.39 | 5129.32 | 5953.39 | |
| A1_SLU_gr2_Scarico_73 | 14282.3 | 0 | 1150.65 | 0 | 5502.12 | |
| A1_SLU_gr3_Fre/avv_74 | 17691.7 | 1674.75 | 757.416 | 5506.14 | 3229.04 | |
| A1_SLU_gr4_centrif_75 | 16899.6 | 1339.8 | 1038.49 | 4404.91 | 4771.61 | |
| A1_SLU_gr1+vento_76 | 17691.7 | 843.104 | 1960.35 | 5129.32 | 8654.46 | |
| A1_SLU_gr2+vento_77 | 14282.3 | 5.72888 | 1837.61 | 0 | 8203.18 | |
| A1_SLU_gr3+vento_78 | 17691.7 | 1680.48 | 1444.37 | 5506.14 | 5930.11 | |
| A1_SLU_gr4+vento_79 | 16899.6 | 1345.53 | 1725.44 | 4404.91 | 7472.68 | |
| A1_SLU_vento_gr1_80 | 16899.6 | 679.448 | 2140.83 | 4103.46 | 9254.23 | |
| A1_SLU_vento_gr2_81 | 14172.1 | 9.54813 | 2062.28 | 0 | 8902.05 | |
| A1_SLU_vento_gr3_82 | 16899.6 | 1349.35 | 1728.05 | 4404.91 | 7074.75 | |
| A1_SLU_vento_gr4_83 | 16899.6 | 1349.35 | 2183.41 | 4404.91 | 9273.39 | |
| | | | | | | |
| SLE_rar_gr1_Treno_85 | 12383.3 | 577.5 | 843.152 | 3537.47 | 4090.01 | |
| SLE_rar_gr2_Scarico_86 | 10032 | 0 | 786.72 | 0 | 3791.49 | |
| SLE_rar_gr3_Fre/avv_87 | 12383.3 | 1155 | 487.307 | 3797.34 | 2211.15 | |
| SLE_rar_gr4_centrif_88 | 11837.1 | 924 | 687.704 | 3037.87 | 3277.94 | |
| SLE_rar_gr1+vento_89 | 12383.3 | 581.319 | 1301.12 | 3537.47 | 5890.73 | |
| SLE_rar_gr2+vento_90 | 10032 | 3.81925 | 1244.69 | 0 | 5592.2 | |
| SLE_rar_gr3+vento_91 | 12383.3 | 1158.82 | 945.278 | 3797.34 | 4011.87 | |
| SLE_rar_gr4+vento_92 | 11837.1 | 927.819 | 1145.68 | 3037.87 | 5078.66 | |
| SLE_rar_vento_gr1_93 | 11837.1 | 468.365 | 1427.32 | 2829.97 | 6268.48 | |
| SLE_rar_vento_gr2_94 | 9956 | 6.36542 | 1391.2 | 0 | 6033.72 | |
| SLE_rar_vento_gr3_95 | 11837.1 | 930.365 | 1142.64 | 3037.87 | 4765.39 | |
| SLE_rar_vento_gr4_96 | 11837.1 | 930.365 | 1450.99 | 3037.87 | 6279.13 | |
| | | | | | | |
| SLE_fre_gr1_Treno_98 | 11837.1 | 462 | 648.253 | 2829.97 | 3260.19 | |
| SLE_fre_gr2_Scarico_99 | 9956 | 0 | 618.156 | 0 | 3028.14 | |
| SLE_fre_gr3_Fre/avv_100 | 11837.1 | 924 | 363.577 | 3037.87 | 1757.1 | |
| SLE_fre_gr4_centrif_101 | 11837.1 | 924 | 667.979 | 3037.87 | 3269.07 | |
| SLE_fre_gr1+vento_102 | 11837.1 | 463.273 | 800.91 | 2829.97 | 3860.43 | |
| SLE_fre_gr2+vento_103 | 9956 | 1.27308 | 770.813 | 0 | 3628.38 | |
| SLE_fre_gr3+vento_104 | 11837.1 | 925.273 | 516.234 | 3037.87 | 2357.34 | |
| SLE_fre_gr4+vento_105 | 11837.1 | 925.273 | 820.636 | 3037.87 | 3869.3 | |

| | | | | | |
|------------------------|---------|---------|---------|---|---------|
| SLE_fre_vento_gr1_106 | 9652 | 3.18271 | 436.568 | 0 | 1525.31 |
| SLE_fre_vento_gr2_107 | 9652 | 3.18271 | 436.568 | 0 | 1525.31 |
| SLE_fre_vento_gr3_108 | 9652 | 3.18271 | 436.568 | 0 | 1525.31 |
| SLE_fre_vento_gr4_109 | 9652 | 3.18271 | 436.568 | 0 | 1525.31 |
| SLE_fre_gr1_temp110 | 9652 | 1.27308 | 218.567 | 0 | 629.897 |
| SLE_fre_gr2_temp111 | 9652 | 1.27308 | 218.567 | 0 | 629.897 |
| SLE_fre_gr3_temp112 | 9652 | 1.27308 | 218.567 | 0 | 629.897 |
| SLE_fre_gr3_temp113 | 9652 | 1.27308 | 218.567 | 0 | 629.897 |
| | | | | | |
| SLE_qp_gr1_Treno_115 | 9652 | 0 | 54.9252 | 0 | 24.7163 |
| SLE_qp_gr2_Scarico_116 | 9652 | 0 | 54.9252 | 0 | 24.7163 |
| SLE_qp_gr3_Fre/avv_117 | 9652 | 0 | 54.9252 | 0 | 24.7163 |
| SLE_qp_gr4_centrif_118 | 9652 | 0 | 54.9252 | 0 | 24.7163 |
| SLE_qp_gr1+vento_119 | 9652 | 1.27308 | 207.582 | 0 | 624.954 |
| SLE_qp_gr2+vento_120 | 9652 | 1.27308 | 207.582 | 0 | 624.954 |
| SLE_qp_gr3+vento_121 | 9652 | 1.27308 | 207.582 | 0 | 624.954 |
| SLE_qp_gr4+vento_122 | 9652 | 1.27308 | 207.582 | 0 | 624.954 |
| SLE_qp_vento_gr1_123 | 9652 | 1.27308 | 207.582 | 0 | 624.954 |
| SLE_qp_vento_gr2_124 | 9652 | 1.27308 | 207.582 | 0 | 624.954 |
| SLE_qp_vento_gr3_125 | 9652 | 1.27308 | 207.582 | 0 | 624.954 |
| SLE_qp_vento_gr4_126 | 9652 | 1.27308 | 207.582 | 0 | 624.954 |
| SLE_qp_gr1_temp127 | 9652 | 0 | 54.9252 | 0 | 24.7163 |
| SLE_qp_gr2_temp128 | 9652 | 0 | 54.9252 | 0 | 24.7163 |
| SLE_qp_gr3_temp129 | 9652 | 0 | 54.9252 | 0 | 24.7163 |
| SLE_qp_gr3_temp130 | 9652 | 0 | 54.9252 | 0 | 24.7163 |
| | | | | | |
| E_103x_SLV_q=1.5_131 | 10131.8 | 4182 | 1413.38 | 0 | 0 |
| E_103y_SLV_q=1.5_132 | 10131.8 | 1255.49 | 4226.91 | 0 | 0 |
| E_103z_SLV_q=1.5_133 | 11251.2 | 1255.49 | 1413.38 | 0 | 0 |
| | | | | | |
| E_103x_SLV_q=1.36_134 | 10131.8 | 4600.08 | 1533.96 | 0 | 0 |
| E_103y_SLV_q=1.36_135 | 10131.8 | 1380.91 | 4628.85 | 0 | 0 |
| E_103z_SLV_q=1.36_136 | 11251.2 | 1380.91 | 1533.96 | 0 | 0 |
| | | | | | |
| E_103x_SLV_q=1_137 | 10131.8 | 6271.68 | 2015.86 | 0 | 0 |
| E_103y_SLV_q=1_138 | 10131.8 | 1882.4 | 6235.16 | 0 | 0 |
| E_103z_SLV_q=1_139 | 11251.2 | 1882.4 | 2015.86 | 0 | 0 |
| | | | | | |
| E_103x_SLD_q=1_140 | 9805.2 | 3218.28 | 1162.34 | 0 | 0 |
| E_103y_SLD_q=1_141 | 9805.2 | 966.376 | 3390.11 | 0 | 0 |
| E_103z_SLD_q=1_142 | 10162.7 | 966.376 | 1162.34 | 0 | 0 |

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA

| combinazione | N | Tlong | Ttrasv | Mlong | Mtrasv |
|-------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| A1_SLU_gr1_Treno_72 | 22696.6 | 837.375 | 1273.39 | 12079.5 | 16522.5 |
| A1_SLU_gr2_Scarico_73 | 19287.2 | 0 | 1150.65 | 0 | 15052.5 |
| A1_SLU_gr3_Fre/avv_74 | 22696.6 | 1674.75 | 757.416 | 19406.6 | 9515.59 |
| A1_SLU_gr4_centrif_75 | 21904.5 | 1339.8 | 1038.49 | 15525.3 | 13391 |
| A1_SLU_gr1+vento_76 | 22696.6 | 843.104 | 1960.35 | 12127.1 | 24925.3 |
| A1_SLU_gr2+vento_77 | 19287.2 | 5.72888 | 1837.61 | 47.5497 | 23455.3 |
| A1_SLU_gr3+vento_78 | 22696.6 | 1680.48 | 1444.37 | 19454.1 | 17918.4 |
| A1_SLU_gr4+vento_79 | 21904.5 | 1345.53 | 1725.44 | 15572.8 | 21793.9 |
| A1_SLU_vento_gr1_80 | 21904.5 | 679.448 | 2140.83 | 9742.88 | 27023.1 |
| A1_SLU_vento_gr2_81 | 19177 | 9.54813 | 2062.28 | 79.2495 | 26018.9 |
| A1_SLU_vento_gr3_82 | 21904.5 | 1349.35 | 1728.05 | 15604.5 | 21417.6 |
| A1_SLU_vento_gr4_83 | 21904.5 | 1349.35 | 2183.41 | 15604.5 | 27395.7 |
| | | | | | |
| SLE_rar_gr1_Treno_85 | 16090.7 | 577.5 | 843.152 | 8330.72 | 11088.2 |
| SLE_rar_gr2_Scarico_86 | 13739.3 | 0 | 786.72 | 0 | 10321.3 |
| SLE_rar_gr3_Fre/avv_87 | 16090.7 | 1155 | 487.307 | 13383.8 | 6255.8 |
| SLE_rar_gr4_centrif_88 | 15544.4 | 924 | 687.704 | 10707.1 | 8985.89 |
| SLE_rar_gr1+vento_89 | 16090.7 | 581.319 | 1301.12 | 8362.42 | 16690.1 |
| SLE_rar_gr2+vento_90 | 13739.3 | 3.81925 | 1244.69 | 31.6998 | 15923.1 |
| SLE_rar_gr3+vento_91 | 16090.7 | 1158.82 | 945.278 | 13415.5 | 11857.7 |
| SLE_rar_gr4+vento_92 | 15544.4 | 927.819 | 1145.68 | 10738.8 | 14587.8 |
| SLE_rar_vento_gr1_93 | 15544.4 | 468.365 | 1427.32 | 6717.41 | 18115.2 |
| SLE_rar_vento_gr2_94 | 13663.3 | 6.36542 | 1391.2 | 52.833 | 17580.7 |
| SLE_rar_vento_gr3_95 | 15544.4 | 930.365 | 1142.64 | 10759.9 | 14249.3 |
| SLE_rar_vento_gr4_96 | 15544.4 | 930.365 | 1450.99 | 10759.9 | 18322.3 |
| | | | | | |
| SLE_fre_gr1_Treno_98 | 15544.4 | 462 | 648.253 | 6664.57 | 8640.69 |
| SLE_fre_gr2_Scarico_99 | 13663.3 | 0 | 618.156 | 0 | 8158.84 |
| SLE_fre_gr3_Fre/avv_100 | 15544.4 | 924 | 363.577 | 10707.1 | 4774.79 |
| SLE_fre_gr4_centrif_101 | 15544.4 | 924 | 667.979 | 10707.1 | 8813.29 |
| SLE_fre_gr1+vento_102 | 15544.4 | 463.273 | 800.91 | 6675.14 | 10508 |
| SLE_fre_gr2+vento_103 | 13663.3 | 1.27308 | 770.813 | 10.5666 | 10026.1 |
| SLE_fre_gr3+vento_104 | 15544.4 | 925.273 | 516.234 | 10717.6 | 6642.08 |
| SLE_fre_gr4+vento_105 | 15544.4 | 925.273 | 820.636 | 10717.6 | 10680.6 |
| SLE_fre_vento_gr1_106 | 13359.3 | 3.18271 | 436.568 | 26.4165 | 5148.82 |

| | | | | | |
|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| SLE_fre_vento_gr2_107 | 13359.3 | 3.18271 | 436.568 | 26.4165 | 5148.82 |
| SLE_fre_vento_gr3_108 | 13359.3 | 3.18271 | 436.568 | 26.4165 | 5148.82 |
| SLE_fre_vento_gr4_109 | 13359.3 | 3.18271 | 436.568 | 26.4165 | 5148.82 |
| SLE_fre_gr1_temp110 | 13359.3 | 1.27308 | 218.567 | 10.5666 | 2444.01 |
| SLE_fre_gr2_temp111 | 13359.3 | 1.27308 | 218.567 | 10.5666 | 2444.01 |
| SLE_fre_gr3_temp112 | 13359.3 | 1.27308 | 218.567 | 10.5666 | 2444.01 |
| SLE_fre_gr3_temp113 | 13359.3 | 1.27308 | 218.567 | 10.5666 | 2444.01 |
| | | | | | |
| SLE_qp_gr1_Treno_115 | 13359.3 | 0 | 54.9252 | 0 | 480.596 |
| SLE_qp_gr2_Scarico_116 | 13359.3 | 0 | 54.9252 | 0 | 480.596 |
| SLE_qp_gr3_Fre/avv_117 | 13359.3 | 0 | 54.9252 | 0 | 480.596 |
| SLE_qp_gr4_centrif_118 | 13359.3 | 0 | 54.9252 | 0 | 480.596 |
| SLE_qp_gr1+vento_119 | 13359.3 | 1.27308 | 207.582 | 10.5666 | 2347.89 |
| SLE_qp_gr2+vento_120 | 13359.3 | 1.27308 | 207.582 | 10.5666 | 2347.89 |
| SLE_qp_gr3+vento_121 | 13359.3 | 1.27308 | 207.582 | 10.5666 | 2347.89 |
| SLE_qp_gr4+vento_122 | 13359.3 | 1.27308 | 207.582 | 10.5666 | 2347.89 |
| SLE_qp_vento_gr1_123 | 13359.3 | 1.27308 | 207.582 | 10.5666 | 2347.89 |
| SLE_qp_vento_gr2_124 | 13359.3 | 1.27308 | 207.582 | 10.5666 | 2347.89 |
| SLE_qp_vento_gr3_125 | 13359.3 | 1.27308 | 207.582 | 10.5666 | 2347.89 |
| SLE_qp_vento_gr4_126 | 13359.3 | 1.27308 | 207.582 | 10.5666 | 2347.89 |
| SLE_qp_gr1_temp127 | 13359.3 | 0 | 54.9252 | 0 | 480.596 |
| SLE_qp_gr2_temp128 | 13359.3 | 0 | 54.9252 | 0 | 480.596 |
| SLE_qp_gr3_temp129 | 13359.3 | 0 | 54.9252 | 0 | 480.596 |
| SLE_qp_gr3_temp130 | 13359.3 | 0 | 54.9252 | 0 | 480.596 |
| | | | | | |
| E_103x_SLV_q=1.5_131 | 13839.1 | 4182 | 1413.38 | 32726.3 | 13164.4 |
| E_103y_SLV_q=1.5_132 | 13839.1 | 1255.49 | 4226.91 | 9817.88 | 42423.1 |
| E_103z_SLV_q=1.5_133 | 14958.5 | 1255.49 | 1413.38 | 9817.88 | 13164.4 |
| | | | | | |
| E_103x_SLV_q=1.36_134 | 13839.1 | 4600.08 | 1533.96 | 35998.9 | 14418.3 |
| E_103y_SLV_q=1.36_135 | 13839.1 | 1380.91 | 4628.85 | 10799.7 | 46602.9 |
| E_103z_SLV_q=1.36_136 | 14958.5 | 1380.91 | 1533.96 | 10799.7 | 14418.3 |
| | | | | | |
| E_103x_SLV_q=1_137 | 13839.1 | 6271.68 | 2015.86 | 49089.1 | 19433.9 |
| E_103y_SLV_q=1_138 | 13839.1 | 1882.4 | 6235.16 | 14726.7 | 63321.5 |
| E_103z_SLV_q=1_139 | 14958.5 | 1882.4 | 2015.86 | 14726.7 | 19433.9 |
| | | | | | |
| E_103x_SLD_q=1_140 | 13512.5 | 3218.28 | 1162.34 | 28243.7 | 11488.6 |
| E_103y_SLD_q=1_141 | 13512.5 | 966.376 | 3390.11 | 8473.1 | 36837 |
| E_103z_SLD_q=1_142 | 13870 | 966.376 | 1162.34 | 8473.1 | 11488.6 |

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

| combinazione | N | Tlong | Ttrasv | Mlong | Mtrasv |
|-------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| A1_SLU_gr1_Treno_72 | 35203.5 | 837.375 | 1273.39 | 14591.7 | 20342.7 |
| A1_SLU_gr2_Scarico_73 | 31794.1 | 0 | 1150.65 | 0 | 18504.5 |
| A1_SLU_gr3_Fre/avv_74 | 35203.5 | 1674.75 | 757.416 | 24430.8 | 11787.8 |
| A1_SLU_gr4_centrif_75 | 34411.4 | 1339.8 | 1038.49 | 19544.7 | 16506.5 |
| A1_SLU_gr1+vento_76 | 35203.5 | 843.104 | 1960.35 | 14656.4 | 30806.4 |
| A1_SLU_gr2+vento_77 | 31794.1 | 5.72888 | 1837.61 | 64.7363 | 28968.2 |
| A1_SLU_gr3+vento_78 | 35203.5 | 1680.48 | 1444.37 | 24495.6 | 22251.5 |
| A1_SLU_gr4+vento_79 | 34411.4 | 1345.53 | 1725.44 | 19609.4 | 26970.2 |
| A1_SLU_vento_gr1_80 | 34411.4 | 679.448 | 2140.83 | 11781.2 | 33445.6 |
| A1_SLU_vento_gr2_81 | 31683.9 | 9.54813 | 2062.28 | 107.894 | 32205.8 |
| A1_SLU_vento_gr3_82 | 34411.4 | 1349.35 | 1728.05 | 19652.5 | 26601.7 |
| A1_SLU_vento_gr4_83 | 34411.4 | 1349.35 | 2183.41 | 19652.5 | 33946 |
| SLE_rar_gr1_Treno_85 | 25355 | 577.5 | 843.152 | 10063.2 | 13617.6 |
| SLE_rar_gr2_Scarico_86 | 23003.7 | 0 | 786.72 | 0 | 12681.4 |
| SLE_rar_gr3_Fre/avv_87 | 25355 | 1155 | 487.307 | 16848.8 | 7717.72 |
| SLE_rar_gr4_centrif_88 | 24808.7 | 924 | 687.704 | 13479.1 | 11049 |
| SLE_rar_gr1+vento_89 | 25355 | 581.319 | 1301.12 | 10106.4 | 20593.4 |
| SLE_rar_gr2+vento_90 | 23003.7 | 3.81925 | 1244.69 | 43.1576 | 19657.2 |
| SLE_rar_gr3+vento_91 | 25355 | 1158.82 | 945.278 | 16892 | 14693.5 |
| SLE_rar_gr4+vento_92 | 24808.7 | 927.819 | 1145.68 | 13522.2 | 18024.8 |
| SLE_rar_vento_gr1_93 | 24808.7 | 468.365 | 1427.32 | 8122.5 | 22397.2 |
| SLE_rar_vento_gr2_94 | 22927.7 | 6.36542 | 1391.2 | 71.9293 | 21754.3 |
| SLE_rar_vento_gr3_95 | 24808.7 | 930.365 | 1142.64 | 13551 | 17677.3 |
| SLE_rar_vento_gr4_96 | 24808.7 | 930.365 | 1450.99 | 13551 | 22675.3 |
| SLE_fre_gr1_Treno_98 | 24808.7 | 462 | 648.253 | 8050.57 | 10585.5 |
| SLE_fre_gr2_Scarico_99 | 22927.7 | 0 | 618.156 | 0 | 10013.3 |
| SLE_fre_gr3_Fre/avv_100 | 24808.7 | 924 | 363.577 | 13479.1 | 5865.52 |
| SLE_fre_gr4_centrif_101 | 24808.7 | 924 | 667.979 | 13479.1 | 10817.2 |
| SLE_fre_gr1+vento_102 | 24808.7 | 463.273 | 800.91 | 8064.96 | 12910.7 |
| SLE_fre_gr2+vento_103 | 22927.7 | 1.27308 | 770.813 | 14.3859 | 12338.6 |
| SLE_fre_gr3+vento_104 | 24808.7 | 925.273 | 516.234 | 13493.5 | 8190.79 |
| SLE_fre_gr4+vento_105 | 24808.7 | 925.273 | 820.636 | 13493.5 | 13142.5 |
| SLE_fre_vento_gr1_106 | 22623.7 | 3.18271 | 436.568 | 35.9646 | 6458.53 |

| | | | | | |
|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| SLE_fre_vento_gr2_107 | 22623.7 | 3.18271 | 436.568 | 35.9646 | 6458.53 |
| SLE_fre_vento_gr3_108 | 22623.7 | 3.18271 | 436.568 | 35.9646 | 6458.53 |
| SLE_fre_vento_gr4_109 | 22623.7 | 3.18271 | 436.568 | 35.9646 | 6458.53 |
| SLE_fre_gr1_temp110 | 22623.7 | 1.27308 | 218.567 | 14.3859 | 3099.71 |
| SLE_fre_gr2_temp111 | 22623.7 | 1.27308 | 218.567 | 14.3859 | 3099.71 |
| SLE_fre_gr3_temp112 | 22623.7 | 1.27308 | 218.567 | 14.3859 | 3099.71 |
| SLE_fre_gr3_temp113 | 22623.7 | 1.27308 | 218.567 | 14.3859 | 3099.71 |
| | | | | | |
| SLE_qp_gr1_Treno_115 | 22623.7 | 0 | 54.9252 | 0 | 645.371 |
| SLE_qp_gr2_Scarico_116 | 22623.7 | 0 | 54.9252 | 0 | 645.371 |
| SLE_qp_gr3_Fre/avv_117 | 22623.7 | 0 | 54.9252 | 0 | 645.371 |
| SLE_qp_gr4_centrif_118 | 22623.7 | 0 | 54.9252 | 0 | 645.371 |
| SLE_qp_gr1+vento_119 | 22623.7 | 1.27308 | 207.582 | 14.3859 | 2970.63 |
| SLE_qp_gr2+vento_120 | 22623.7 | 1.27308 | 207.582 | 14.3859 | 2970.63 |
| SLE_qp_gr3+vento_121 | 22623.7 | 1.27308 | 207.582 | 14.3859 | 2970.63 |
| SLE_qp_gr4+vento_122 | 22623.7 | 1.27308 | 207.582 | 14.3859 | 2970.63 |
| SLE_qp_vento_gr1_123 | 22623.7 | 1.27308 | 207.582 | 14.3859 | 2970.63 |
| SLE_qp_vento_gr2_124 | 22623.7 | 1.27308 | 207.582 | 14.3859 | 2970.63 |
| SLE_qp_vento_gr3_125 | 22623.7 | 1.27308 | 207.582 | 14.3859 | 2970.63 |
| SLE_qp_vento_gr4_126 | 22623.7 | 1.27308 | 207.582 | 14.3859 | 2970.63 |
| SLE_qp_gr1_temp127 | 22623.7 | 0 | 54.9252 | 0 | 645.371 |
| SLE_qp_gr2_temp128 | 22623.7 | 0 | 54.9252 | 0 | 645.371 |
| SLE_qp_gr3_temp129 | 22623.7 | 0 | 54.9252 | 0 | 645.371 |
| SLE_qp_gr3_temp130 | 22623.7 | 0 | 54.9252 | 0 | 645.371 |
| | | | | | |
| E_103x_SLV_q=1.5_131 | 23239.6 | 5337.22 | 1759.95 | 48737.9 | 18444.2 |
| E_103y_SLV_q=1.5_132 | 23239.6 | 2410.71 | 4573.48 | 17050 | 56143.5 |
| E_103z_SLV_q=1.5_133 | 24676.9 | 2410.71 | 1759.95 | 17050 | 18444.2 |
| | | | | | |
| E_103x_SLV_q=1.36_134 | 23239.6 | 5755.29 | 1880.53 | 53264.8 | 20059.9 |
| E_103y_SLV_q=1.36_135 | 23239.6 | 2536.13 | 4975.41 | 18408.1 | 61529.1 |
| E_103z_SLV_q=1.36_136 | 24676.9 | 2536.13 | 1880.53 | 18408.1 | 20059.9 |
| | | | | | |
| E_103x_SLV_q=1_137 | 23239.6 | 7426.9 | 2362.42 | 71369.8 | 26521.2 |
| E_103y_SLV_q=1_138 | 23239.6 | 3037.61 | 6581.73 | 23839.6 | 83066.7 |
| E_103z_SLV_q=1_139 | 24676.9 | 3037.61 | 2362.42 | 23839.6 | 26521.2 |
| | | | | | |
| E_103x_SLD_q=1_140 | 22824.5 | 3798.01 | 1336.26 | 39637.7 | 15497.4 |
| E_103y_SLD_q=1_141 | 22824.5 | 1546.11 | 3564.03 | 13111.4 | 47529.1 |
| E_103z_SLD_q=1_142 | 23293 | 1546.11 | 1336.26 | 13111.4 | 15497.4 |

| | | | | | | |
|---|---|-------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m | | | | | |
| | <i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P20</i> | COMMESSA RS3T | LOTTO 30 | CODIFICA D09CL | DOCUMENTO VI0805003 | REV. B |

6.1.3 Configurazione 3

| CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA | | | | | | |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|--|
| combinazione | N | Tlong | Ttrasv | Mlong | Mtrasv | |
| A1_SLU_gr1_Treno_143 | 20607.5 | 837.375 | 1378.36 | 1517.02 | 6292.21 | |
| A1_SLU_gr2_Scarico_144 | 14282.3 | 0 | 1150.65 | 0 | 5502.12 | |
| A1_SLU_gr3_Fre/avv_145 | 20607.5 | 1674.75 | 862.385 | 1893.84 | 3567.86 | |
| A1_SLU_gr4_centrif_146 | 19232.3 | 1339.8 | 1122.46 | 1515.07 | 5042.66 | |
| A1_SLU_gr1+vento_147 | 20607.5 | 843.104 | 2065.32 | 1517.02 | 8993.28 | |
| A1_SLU_gr2+vento_148 | 14282.3 | 5.72888 | 1837.61 | 0 | 8203.18 | |
| A1_SLU_gr3+vento_149 | 20607.5 | 1680.48 | 1549.34 | 1893.84 | 6268.93 | |
| A1_SLU_gr4+vento_150 | 19232.3 | 1345.53 | 1809.42 | 1515.07 | 7743.73 | |
| A1_SLU_vento_gr1_151 | 19232.3 | 679.448 | 2208.01 | 1213.62 | 9517.72 | |
| A1_SLU_vento_gr2_152 | 14172.1 | 9.54813 | 2062.28 | 0 | 8902.05 | |
| A1_SLU_vento_gr3_153 | 19232.3 | 1349.35 | 1795.23 | 1515.07 | 7338.24 | |
| A1_SLU_vento_gr4_154 | 19232.3 | 1349.35 | 2267.39 | 1515.07 | 9544.44 | |
| | | | | | | |
| SLE_rar_gr1_Treno_156 | 14394.2 | 577.5 | 891.414 | 1046.22 | 4312.82 | |
| SLE_rar_gr2_Scarico_157 | 10032 | 0 | 786.72 | 0 | 3791.49 | |
| SLE_rar_gr3_Fre/avv_158 | 14394.2 | 1155 | 535.569 | 1306.1 | 2433.96 | |
| SLE_rar_gr4_centrif_159 | 13445.8 | 924 | 726.313 | 1044.88 | 3456.19 | |
| SLE_rar_gr1+vento_160 | 14394.2 | 581.319 | 1349.38 | 1046.22 | 6113.53 | |
| SLE_rar_gr2+vento_161 | 10032 | 3.81925 | 1244.69 | 0 | 5592.2 | |
| SLE_rar_gr3+vento_162 | 14394.2 | 1158.82 | 993.54 | 1306.1 | 4234.67 | |
| SLE_rar_gr4+vento_163 | 13445.8 | 927.819 | 1184.28 | 1044.88 | 5256.9 | |
| SLE_rar_vento_gr1_164 | 13445.8 | 468.365 | 1458.21 | 836.977 | 6443.25 | |
| SLE_rar_vento_gr2_165 | 9956 | 6.36542 | 1391.2 | 0 | 6033.72 | |
| SLE_rar_vento_gr3_166 | 13445.8 | 930.365 | 1173.53 | 1044.88 | 4940.16 | |
| SLE_rar_vento_gr4_167 | 13445.8 | 930.365 | 1489.6 | 1044.88 | 6457.38 | |
| | | | | | | |
| SLE_fre_gr1_Treno_169 | 13445.8 | 462 | 673.993 | 836.977 | 3432.65 | |
| SLE_fre_gr2_Scarico_170 | 9956 | 0 | 618.156 | 0 | 3028.14 | |
| SLE_fre_gr3_Fre/avv_171 | 13445.8 | 924 | 389.317 | 1044.88 | 1929.56 | |
| SLE_fre_gr4_centrif_172 | 13445.8 | 924 | 700.153 | 1044.88 | 3444.42 | |
| SLE_fre_gr1+vento_173 | 13445.8 | 463.273 | 826.65 | 836.977 | 4032.88 | |
| SLE_fre_gr2+vento_174 | 9956 | 1.27308 | 770.813 | 0 | 3628.38 | |
| SLE_fre_gr3+vento_175 | 13445.8 | 925.273 | 541.974 | 1044.88 | 2529.79 | |
| SLE_fre_gr4+vento_176 | 13445.8 | 925.273 | 852.81 | 1044.88 | 4044.65 | |
| SLE_fre_vento_gr1_177 | 9652 | 3.18271 | 436.568 | 0 | 1525.31 | |

| | | | | | |
|------------------------|---------|---------|---------|---|---------|
| SLE_fre_vento_gr2_178 | 9652 | 3.18271 | 436.568 | 0 | 1525.31 |
| SLE_fre_vento_gr3_179 | 9652 | 3.18271 | 436.568 | 0 | 1525.31 |
| SLE_fre_vento_gr4_180 | 9652 | 3.18271 | 436.568 | 0 | 1525.31 |
| SLE_fre_gr1_temp181 | 9652 | 1.27308 | 218.567 | 0 | 629.897 |
| SLE_fre_gr2_temp182 | 9652 | 1.27308 | 218.567 | 0 | 629.897 |
| SLE_fre_gr3_temp183 | 9652 | 1.27308 | 218.567 | 0 | 629.897 |
| SLE_fre_gr3_temp184 | 9652 | 1.27308 | 218.567 | 0 | 629.897 |
| | | | | | |
| SLE_qp_gr1_Treno_186 | 9652 | 0 | 54.9252 | 0 | 24.7163 |
| SLE_qp_gr2_Scarico_187 | 9652 | 0 | 54.9252 | 0 | 24.7163 |
| SLE_qp_gr3_Fre/avv_188 | 9652 | 0 | 54.9252 | 0 | 24.7163 |
| SLE_qp_gr4_centrif_189 | 9652 | 0 | 54.9252 | 0 | 24.7163 |
| SLE_qp_gr1+vento_190 | 9652 | 1.27308 | 207.582 | 0 | 624.954 |
| SLE_qp_gr2+vento_191 | 9652 | 1.27308 | 207.582 | 0 | 624.954 |
| SLE_qp_gr3+vento_192 | 9652 | 1.27308 | 207.582 | 0 | 624.954 |
| SLE_qp_gr4+vento_193 | 9652 | 1.27308 | 207.582 | 0 | 624.954 |
| SLE_qp_vento_gr1_194 | 9652 | 1.27308 | 207.582 | 0 | 624.954 |
| SLE_qp_vento_gr2_195 | 9652 | 1.27308 | 207.582 | 0 | 624.954 |
| SLE_qp_vento_gr3_196 | 9652 | 1.27308 | 207.582 | 0 | 624.954 |
| SLE_qp_vento_gr4_197 | 9652 | 1.27308 | 207.582 | 0 | 624.954 |
| SLE_qp_gr1_temp198 | 9652 | 0 | 54.9252 | 0 | 24.7163 |
| SLE_qp_gr2_temp199 | 9652 | 0 | 54.9252 | 0 | 24.7163 |
| SLE_qp_gr3_temp200 | 9652 | 0 | 54.9252 | 0 | 24.7163 |
| SLE_qp_gr3_temp201 | 9652 | 0 | 54.9252 | 0 | 24.7163 |
| | | | | | |
| E_103x_SLV_q=1.5_202 | 10131.8 | 4182 | 1413.38 | 0 | 0 |
| E_103y_SLV_q=1.5_203 | 10131.8 | 1255.49 | 4226.91 | 0 | 0 |
| E_103z_SLV_q=1.5_204 | 11251.2 | 1255.49 | 1413.38 | 0 | 0 |
| | | | | | |
| E_103x_SLV_q=1.36_205 | 10131.8 | 4600.08 | 1533.96 | 0 | 0 |
| E_103y_SLV_q=1.36_206 | 10131.8 | 1380.91 | 4628.85 | 0 | 0 |
| E_103z_SLV_q=1.36_207 | 11251.2 | 1380.91 | 1533.96 | 0 | 0 |
| | | | | | |
| E_103x_SLV_q=1_208 | 10131.8 | 6271.68 | 2015.86 | 0 | 0 |
| E_103y_SLV_q=1_209 | 10131.8 | 1882.4 | 6235.16 | 0 | 0 |
| E_103z_SLV_q=1_210 | 11251.2 | 1882.4 | 2015.86 | 0 | 0 |
| | | | | | |
| E_103x_SLD_q=1_211 | 9805.2 | 3218.28 | 1162.34 | 0 | 0 |
| E_103y_SLD_q=1_212 | 9805.2 | 966.376 | 3390.11 | 0 | 0 |
| E_103z_SLD_q=1_213 | 10162.7 | 966.376 | 1162.34 | 0 | 0 |

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA

| combinazione | N | Tlong | Ttrasv | Mlong | Mtrasv |
|-------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| A1_SLU_gr1_Treno_143 | 25612.4 | 837.375 | 1378.36 | 8467.23 | 17732.6 |
| A1_SLU_gr2_Scarico_144 | 19287.2 | 0 | 1150.65 | 0 | 15052.5 |
| A1_SLU_gr3_Fre/avv_145 | 25612.4 | 1674.75 | 862.385 | 15794.3 | 10725.6 |
| A1_SLU_gr4_centrif_146 | 24237.2 | 1339.8 | 1122.46 | 12635.4 | 14359.1 |
| A1_SLU_gr1+vento_147 | 25612.4 | 843.104 | 2065.32 | 8514.78 | 26135.4 |
| A1_SLU_gr2+vento_148 | 19287.2 | 5.72888 | 1837.61 | 47.5497 | 23455.3 |
| A1_SLU_gr3+vento_149 | 25612.4 | 1680.48 | 1549.34 | 15841.8 | 19128.5 |
| A1_SLU_gr4+vento_150 | 24237.2 | 1345.53 | 1809.42 | 12683 | 22761.9 |
| A1_SLU_vento_gr1_151 | 24237.2 | 679.448 | 2208.01 | 6853.04 | 27844.2 |
| A1_SLU_vento_gr2_152 | 19177 | 9.54813 | 2062.28 | 79.2495 | 26018.9 |
| A1_SLU_vento_gr3_153 | 24237.2 | 1349.35 | 1795.23 | 12714.7 | 22238.6 |
| A1_SLU_vento_gr4_154 | 24237.2 | 1349.35 | 2267.39 | 12714.7 | 28363.8 |
| | | | | | |
| SLE_rar_gr1_Treno_156 | 18101.5 | 577.5 | 891.414 | 5839.47 | 11711.6 |
| SLE_rar_gr2_Scarico_157 | 13739.3 | 0 | 786.72 | 0 | 10321.3 |
| SLE_rar_gr3_Fre/avv_158 | 18101.5 | 1155 | 535.569 | 10892.6 | 6879.18 |
| SLE_rar_gr4_centrif_159 | 17153.1 | 924 | 726.313 | 8714.08 | 9484.59 |
| SLE_rar_gr1+vento_160 | 18101.5 | 581.319 | 1349.38 | 5871.17 | 17313.4 |
| SLE_rar_gr2+vento_161 | 13739.3 | 3.81925 | 1244.69 | 31.6998 | 15923.1 |
| SLE_rar_gr3+vento_162 | 18101.5 | 1158.82 | 993.54 | 10924.3 | 12481.1 |
| SLE_rar_gr4+vento_163 | 17153.1 | 927.819 | 1184.28 | 8745.78 | 15086.5 |
| SLE_rar_vento_gr1_164 | 17153.1 | 468.365 | 1458.21 | 4724.41 | 18546.4 |
| SLE_rar_vento_gr2_165 | 13663.3 | 6.36542 | 1391.2 | 52.833 | 17580.7 |
| SLE_rar_vento_gr3_166 | 17153.1 | 930.365 | 1173.53 | 8766.91 | 14680.5 |
| SLE_rar_vento_gr4_167 | 17153.1 | 930.365 | 1489.6 | 8766.91 | 18821 |
| | | | | | |
| SLE_fre_gr1_Treno_169 | 17153.1 | 462 | 673.993 | 4671.58 | 9026.79 |
| SLE_fre_gr2_Scarico_170 | 13663.3 | 0 | 618.156 | 0 | 8158.84 |
| SLE_fre_gr3_Fre/avv_171 | 17153.1 | 924 | 389.317 | 8714.08 | 5160.88 |
| SLE_fre_gr4_centrif_172 | 17153.1 | 924 | 700.153 | 8714.08 | 9255.69 |
| SLE_fre_gr1+vento_173 | 17153.1 | 463.273 | 826.65 | 4682.14 | 10894.1 |
| SLE_fre_gr2+vento_174 | 13663.3 | 1.27308 | 770.813 | 10.5666 | 10026.1 |
| SLE_fre_gr3+vento_175 | 17153.1 | 925.273 | 541.974 | 8724.64 | 7028.18 |
| SLE_fre_gr4+vento_176 | 17153.1 | 925.273 | 852.81 | 8724.64 | 11123 |
| SLE_fre_vento_gr1_177 | 13359.3 | 3.18271 | 436.568 | 26.4165 | 5148.82 |

| | | | | | |
|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| SLE_fre_vento_gr2_178 | 13359.3 | 3.18271 | 436.568 | 26.4165 | 5148.82 |
| SLE_fre_vento_gr3_179 | 13359.3 | 3.18271 | 436.568 | 26.4165 | 5148.82 |
| SLE_fre_vento_gr4_180 | 13359.3 | 3.18271 | 436.568 | 26.4165 | 5148.82 |
| SLE_fre_gr1_temp181 | 13359.3 | 1.27308 | 218.567 | 10.5666 | 2444.01 |
| SLE_fre_gr2_temp182 | 13359.3 | 1.27308 | 218.567 | 10.5666 | 2444.01 |
| SLE_fre_gr3_temp183 | 13359.3 | 1.27308 | 218.567 | 10.5666 | 2444.01 |
| SLE_fre_gr3_temp184 | 13359.3 | 1.27308 | 218.567 | 10.5666 | 2444.01 |
| | | | | | |
| SLE_qp_gr1_Treno_186 | 13359.3 | 0 | 54.9252 | 0 | 480.596 |
| SLE_qp_gr2_Scarico_187 | 13359.3 | 0 | 54.9252 | 0 | 480.596 |
| SLE_qp_gr3_Fre/avv_188 | 13359.3 | 0 | 54.9252 | 0 | 480.596 |
| SLE_qp_gr4_centrif_189 | 13359.3 | 0 | 54.9252 | 0 | 480.596 |
| SLE_qp_gr1+vento_190 | 13359.3 | 1.27308 | 207.582 | 10.5666 | 2347.89 |
| SLE_qp_gr2+vento_191 | 13359.3 | 1.27308 | 207.582 | 10.5666 | 2347.89 |
| SLE_qp_gr3+vento_192 | 13359.3 | 1.27308 | 207.582 | 10.5666 | 2347.89 |
| SLE_qp_gr4+vento_193 | 13359.3 | 1.27308 | 207.582 | 10.5666 | 2347.89 |
| SLE_qp_vento_gr1_194 | 13359.3 | 1.27308 | 207.582 | 10.5666 | 2347.89 |
| SLE_qp_vento_gr2_195 | 13359.3 | 1.27308 | 207.582 | 10.5666 | 2347.89 |
| SLE_qp_vento_gr3_196 | 13359.3 | 1.27308 | 207.582 | 10.5666 | 2347.89 |
| SLE_qp_vento_gr4_197 | 13359.3 | 1.27308 | 207.582 | 10.5666 | 2347.89 |
| SLE_qp_gr1_temp198 | 13359.3 | 0 | 54.9252 | 0 | 480.596 |
| SLE_qp_gr2_temp199 | 13359.3 | 0 | 54.9252 | 0 | 480.596 |
| SLE_qp_gr3_temp200 | 13359.3 | 0 | 54.9252 | 0 | 480.596 |
| SLE_qp_gr3_temp201 | 13359.3 | 0 | 54.9252 | 0 | 480.596 |
| | | | | | |
| E_103x_SLV_q=1.5_202 | 13839.1 | 4182 | 1413.38 | 32726.3 | 13164.4 |
| E_103y_SLV_q=1.5_203 | 13839.1 | 1255.49 | 4226.91 | 9817.88 | 42423.1 |
| E_103z_SLV_q=1.5_204 | 14958.5 | 1255.49 | 1413.38 | 9817.88 | 13164.4 |
| | | | | | |
| E_103x_SLV_q=1.36_205 | 13839.1 | 4600.08 | 1533.96 | 35998.9 | 14418.3 |
| E_103y_SLV_q=1.36_206 | 13839.1 | 1380.91 | 4628.85 | 10799.7 | 46602.9 |
| E_103z_SLV_q=1.36_207 | 14958.5 | 1380.91 | 1533.96 | 10799.7 | 14418.3 |
| | | | | | |
| E_103x_SLV_q=1_208 | 13839.1 | 6271.68 | 2015.86 | 49089.1 | 19433.9 |
| E_103y_SLV_q=1_209 | 13839.1 | 1882.4 | 6235.16 | 14726.7 | 63321.5 |
| E_103z_SLV_q=1_210 | 14958.5 | 1882.4 | 2015.86 | 14726.7 | 19433.9 |
| | | | | | |
| E_103x_SLD_q=1_211 | 13512.5 | 3218.28 | 1162.34 | 28243.7 | 11488.6 |
| E_103y_SLD_q=1_212 | 13512.5 | 966.376 | 3390.11 | 8473.1 | 36837 |
| E_103z_SLD_q=1_213 | 13870 | 966.376 | 1162.34 | 8473.1 | 11488.6 |

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

| combinazione | N | Tlong | Ttrasv | Mlong | Mtrasv |
|-------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| A1_SLU_gr1_Treno_143 | 38119.3 | 837.375 | 1378.36 | 10979.4 | 21867.7 |
| A1_SLU_gr2_Scarico_144 | 31794.1 | 0 | 1150.65 | 0 | 18504.5 |
| A1_SLU_gr3_Fre/avv_145 | 38119.3 | 1674.75 | 862.385 | 20818.5 | 13312.8 |
| A1_SLU_gr4_centrif_146 | 36744.1 | 1339.8 | 1122.46 | 16654.8 | 17726.5 |
| A1_SLU_gr1+vento_147 | 38119.3 | 843.104 | 2065.32 | 11044.1 | 32331.4 |
| A1_SLU_gr2+vento_148 | 31794.1 | 5.72888 | 1837.61 | 64.7363 | 28968.2 |
| A1_SLU_gr3+vento_149 | 38119.3 | 1680.48 | 1549.34 | 20883.3 | 23776.5 |
| A1_SLU_gr4+vento_150 | 36744.1 | 1345.53 | 1809.42 | 16719.5 | 28190.2 |
| A1_SLU_vento_gr1_151 | 36744.1 | 679.448 | 2208.01 | 8891.38 | 34468.2 |
| A1_SLU_vento_gr2_152 | 31683.9 | 9.54813 | 2062.28 | 107.894 | 32205.8 |
| A1_SLU_vento_gr3_153 | 36744.1 | 1349.35 | 1795.23 | 16762.7 | 27624.3 |
| A1_SLU_vento_gr4_154 | 36744.1 | 1349.35 | 2267.39 | 16762.7 | 35165.9 |
| | | | | | |
| SLE_rar_gr1_Treno_156 | 27365.9 | 577.5 | 891.414 | 7571.97 | 14385.8 |
| SLE_rar_gr2_Scarico_157 | 23003.7 | 0 | 786.72 | 0 | 12681.4 |
| SLE_rar_gr3_Fre/avv_158 | 27365.9 | 1155 | 535.569 | 14357.6 | 8485.89 |
| SLE_rar_gr4_centrif_159 | 26417.5 | 924 | 726.313 | 11486.1 | 11663.5 |
| SLE_rar_gr1+vento_160 | 27365.9 | 581.319 | 1349.38 | 7615.13 | 21361.6 |
| SLE_rar_gr2+vento_161 | 23003.7 | 3.81925 | 1244.69 | 43.1576 | 19657.2 |
| SLE_rar_gr3+vento_162 | 27365.9 | 1158.82 | 993.54 | 14400.8 | 15461.7 |
| SLE_rar_gr4+vento_163 | 26417.5 | 927.819 | 1184.28 | 11529.2 | 18639.3 |
| SLE_rar_vento_gr1_164 | 26417.5 | 468.365 | 1458.21 | 6129.51 | 22921 |
| SLE_rar_vento_gr2_165 | 22927.7 | 6.36542 | 1391.2 | 71.9293 | 21754.3 |
| SLE_rar_vento_gr3_166 | 26417.5 | 930.365 | 1173.53 | 11558 | 18201.1 |
| SLE_rar_vento_gr4_167 | 26417.5 | 930.365 | 1489.6 | 11558 | 23289.8 |
| | | | | | |
| SLE_fre_gr1_Treno_169 | 26417.5 | 462 | 673.993 | 6057.58 | 11048.8 |
| SLE_fre_gr2_Scarico_170 | 22927.7 | 0 | 618.156 | 0 | 10013.3 |
| SLE_fre_gr3_Fre/avv_171 | 26417.5 | 924 | 389.317 | 11486.1 | 6328.83 |
| SLE_fre_gr4_centrif_172 | 26417.5 | 924 | 700.153 | 11486.1 | 11356.1 |
| SLE_fre_gr1+vento_173 | 26417.5 | 463.273 | 826.65 | 6071.96 | 13374 |
| SLE_fre_gr2+vento_174 | 22927.7 | 1.27308 | 770.813 | 14.3859 | 12338.6 |
| SLE_fre_gr3+vento_175 | 26417.5 | 925.273 | 541.974 | 11500.5 | 8654.1 |
| SLE_fre_gr4+vento_176 | 26417.5 | 925.273 | 852.81 | 11500.5 | 13681.4 |
| SLE_fre_vento_gr1_177 | 22623.7 | 3.18271 | 436.568 | 35.9646 | 6458.53 |

| | | | | | |
|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| SLE_fre_vento_gr2_178 | 22623.7 | 3.18271 | 436.568 | 35.9646 | 6458.53 |
| SLE_fre_vento_gr3_179 | 22623.7 | 3.18271 | 436.568 | 35.9646 | 6458.53 |
| SLE_fre_vento_gr4_180 | 22623.7 | 3.18271 | 436.568 | 35.9646 | 6458.53 |
| SLE_fre_gr1_temp181 | 22623.7 | 1.27308 | 218.567 | 14.3859 | 3099.71 |
| SLE_fre_gr2_temp182 | 22623.7 | 1.27308 | 218.567 | 14.3859 | 3099.71 |
| SLE_fre_gr3_temp183 | 22623.7 | 1.27308 | 218.567 | 14.3859 | 3099.71 |
| SLE_fre_gr3_temp184 | 22623.7 | 1.27308 | 218.567 | 14.3859 | 3099.71 |
| | | | | | |
| SLE_qp_gr1_Treno_186 | 22623.7 | 0 | 54.9252 | 0 | 645.371 |
| SLE_qp_gr2_Scarico_187 | 22623.7 | 0 | 54.9252 | 0 | 645.371 |
| SLE_qp_gr3_Fre/avv_188 | 22623.7 | 0 | 54.9252 | 0 | 645.371 |
| SLE_qp_gr4_centrif_189 | 22623.7 | 0 | 54.9252 | 0 | 645.371 |
| SLE_qp_gr1+vento_190 | 22623.7 | 1.27308 | 207.582 | 14.3859 | 2970.63 |
| SLE_qp_gr2+vento_191 | 22623.7 | 1.27308 | 207.582 | 14.3859 | 2970.63 |
| SLE_qp_gr3+vento_192 | 22623.7 | 1.27308 | 207.582 | 14.3859 | 2970.63 |
| SLE_qp_gr4+vento_193 | 22623.7 | 1.27308 | 207.582 | 14.3859 | 2970.63 |
| SLE_qp_vento_gr1_194 | 22623.7 | 1.27308 | 207.582 | 14.3859 | 2970.63 |
| SLE_qp_vento_gr2_195 | 22623.7 | 1.27308 | 207.582 | 14.3859 | 2970.63 |
| SLE_qp_vento_gr3_196 | 22623.7 | 1.27308 | 207.582 | 14.3859 | 2970.63 |
| SLE_qp_vento_gr4_197 | 22623.7 | 1.27308 | 207.582 | 14.3859 | 2970.63 |
| SLE_qp_gr1_temp198 | 22623.7 | 0 | 54.9252 | 0 | 645.371 |
| SLE_qp_gr2_temp199 | 22623.7 | 0 | 54.9252 | 0 | 645.371 |
| SLE_qp_gr3_temp200 | 22623.7 | 0 | 54.9252 | 0 | 645.371 |
| SLE_qp_gr3_temp201 | 22623.7 | 0 | 54.9252 | 0 | 645.371 |
| | | | | | |
| E_103x_SLV_q=1.5_202 | 23239.6 | 5337.22 | 1759.95 | 48737.9 | 18444.2 |
| E_103y_SLV_q=1.5_203 | 23239.6 | 2410.71 | 4573.48 | 17050 | 56143.5 |
| E_103z_SLV_q=1.5_204 | 24676.9 | 2410.71 | 1759.95 | 17050 | 18444.2 |
| | | | | | |
| E_103x_SLV_q=1.36_205 | 23239.6 | 5755.29 | 1880.53 | 53264.8 | 20059.9 |
| E_103y_SLV_q=1.36_206 | 23239.6 | 2536.13 | 4975.41 | 18408.1 | 61529.1 |
| E_103z_SLV_q=1.36_207 | 24676.9 | 2536.13 | 1880.53 | 18408.1 | 20059.9 |
| | | | | | |
| E_103x_SLV_q=1_208 | 23239.6 | 7426.9 | 2362.42 | 71369.8 | 26521.2 |
| E_103y_SLV_q=1_209 | 23239.6 | 3037.61 | 6581.73 | 23839.6 | 83066.7 |
| E_103z_SLV_q=1_210 | 24676.9 | 3037.61 | 2362.42 | 23839.6 | 26521.2 |
| | | | | | |
| E_103x_SLD_q=1_211 | 22824.5 | 3798.01 | 1336.26 | 39637.7 | 15497.4 |
| E_103y_SLD_q=1_212 | 22824.5 | 1546.11 | 3564.03 | 13111.4 | 47529.1 |
| E_103z_SLD_q=1_213 | 23293 | 1546.11 | 1336.26 | 13111.4 | 15497.4 |

| | | | | | | |
|--|---|-------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------|
|  ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m | | | | | |
| | <i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P20</i> | COMMESSA RS3T | LOTTO 30 | CODIFICA D09CL | DOCUMENTO VI0805003 | REV. B |

6.2 Tabelle riassuntive, massime sollecitazioni

6.2.1 Stati limiti di esercizio

Configurazione1

| TESTA PILA | | | | | | |
|------------------------|--|----------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| combo | | N | Tlong | Ttras | Mlong | Mtras |
| SLE_rar_gr1_Treno_14 | | 14394.2 | 577.5 | 891.414 | 1046.22 | 4312.82 |
| SLE_rar_gr3+vento_20 | | 14394.2 | 1158.82 | 993.54 | 1306.1 | 4234.67 |
| SLE_rar_vento_gr4_25 | | 13445.8 | 930.365 | 1489.6 | 1044.88 | 6457.38 |
| SLE_rar_gr3_Fre/avv_16 | | 14394.2 | 1155 | 535.569 | 1306.1 | 2433.96 |
| SLE_rar_vento_gr4_25 | | 13445.8 | 930.365 | 1489.6 | 1044.88 | 6457.38 |
| SLE_rar_gr4_centrif_17 | | 13445.8 | 924 | 726.313 | 1044.88 | 3456.19 |
| SLE_rar_vento_gr4_25 | | 13445.8 | 930.365 | 726.313 | 1044.88 | 6457.38 |
| SLE_rar_vento_gr4_25 | | 13445.8 | 930.365 | 1489.6 | 1044.88 | 6457.38 |
| SLE_rar_gr4_centrif_17 | | 13445.8 | 924 | 726.313 | 1044.88 | 3456.19 |
| SLE_rar_vento_gr4_25 | | 13445.8 | 930.365 | 1489.6 | 1044.88 | 6457.38 |
| SLE_qp_gr1_Treno_44 | | 9652 | 0 | 54.9252 | 0 | 24.7163 |
| SLE_qp_gr1+vento_48 | | 9652 | 1.27308 | 207.582 | 0 | 624.954 |
| SLE_qp_gr1+vento_48 | | 9652 | 1.27308 | 207.582 | 0 | 624.954 |
| SLE_qp_gr1_Treno_44 | | 9652 | 0 | 54.9252 | 0 | 24.7163 |
| SLE_qp_gr1+vento_48 | | 9652 | 1.27308 | 207.582 | 0 | 624.954 |
| E_103x_SLD_q=1_69 | | 10464.2 | 312.753 | 271.785 | 0 | 0 |
| E_103y_SLD_q=1_70 | | 10464.2 | 94.7171 | 421.592 | 0 | 0 |
| E_103z_SLD_q=1_71 | | 12359.5 | 94.7171 | 271.785 | 0 | 0 |

| BASE PILA | | | | | | |
|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|--|
| combo | N | Tlong | Ttras | Mlong | Mtras | |
| SLE_rar_gr1_Treno_14 | 18101.5 | 577.5 | 891.414 | 5839.47 | 11711.6 | |
| SLE_rar_gr3+vento_20 | 18101.5 | 1158.82 | 993.54 | 10924.3 | 12481.1 | |
| SLE_rar_vento_gr4_25 | 17153.1 | 930.365 | 1489.6 | 8766.91 | 18821 | |
| SLE_rar_gr3+vento_20 | 18101.5 | 1158.82 | 993.54 | 10924.3 | 12481.1 | |
| SLE_rar_vento_gr4_25 | 17153.1 | 930.365 | 1489.6 | 8766.91 | 18821 | |
| SLE_rar_gr4_centrif_17 | 17153.1 | 924 | 726.313 | 8714.08 | 9484.59 | |
| SLE_rar_vento_gr4_25 | 17153.1 | 930.365 | 1489.6 | 8766.91 | 18821 | |
| SLE_rar_vento_gr4_25 | 17153.1 | 930.365 | 1489.6 | 8766.91 | 18821 | |
| SLE_rar_vento_gr4_25 | 17153.1 | 930.365 | 1489.6 | 8766.91 | 18821 | |
| SLE_rar_vento_gr4_25 | 17153.1 | 930.365 | 1489.6 | 8766.91 | 18821 | |
| SLE_qp_gr1_Treno_44 | 13359.3 | 0 | 54.9252 | 0 | 480.596 | |
| SLE_qp_gr1+vento_48 | 13359.3 | 1.27308 | 207.582 | 10.5666 | 2347.89 | |
| SLE_qp_gr1+vento_48 | 13359.3 | 1.27308 | 207.582 | 10.5666 | 2347.89 | |
| SLE_qp_gr1+vento_48 | 13359.3 | 1.27308 | 207.582 | 10.5666 | 2347.89 | |
| SLE_qp_gr1+vento_48 | 13359.3 | 1.27308 | 207.582 | 10.5666 | 2347.89 | |
| E_103x_SLD_q=1_69 | 14171.6 | 312.753 | 271.785 | 2434.58 | 1286.2 | |
| E_103y_SLD_q=1_70 | 14171.6 | 94.7171 | 421.592 | 730.374 | 2829.09 | |
| E_103z_SLD_q=1_71 | 16066.8 | 94.7171 | 271.785 | 730.374 | 1286.2 | |

| BASE FONDAZIONE | | | | | | |
|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|--|
| combo | N | Tlong | Ttras | Mlong | Mtras | |
| SLE_rar_gr1_Treno_14 | 27365.9 | 577.5 | 891.414 | 7571.97 | 14385.8 | |
| SLE_rar_gr3+vento_20 | 27365.9 | 1158.82 | 993.54 | 14400.8 | 15461.7 | |
| SLE_rar_vento_gr4_25 | 26417.5 | 930.365 | 1489.6 | 11558 | 23289.8 | |
| SLE_rar_gr3+vento_20 | 27365.9 | 1158.82 | 993.54 | 14400.8 | 15461.7 | |
| SLE_rar_vento_gr4_25 | 26417.5 | 930.365 | 1489.6 | 11558 | 23289.8 | |
| SLE_rar_gr4_centrif_17 | 26417.5 | 924 | 726.313 | 11486.1 | 11663.5 | |
| SLE_rar_vento_gr4_25 | 26417.5 | 930.365 | 1489.6 | 11558 | 23289.8 | |
| SLE_rar_vento_gr4_25 | 26417.5 | 930.365 | 1489.6 | 11558 | 23289.8 | |
| SLE_rar_vento_gr4_25 | 26417.5 | 930.365 | 1489.6 | 11558 | 23289.8 | |
| SLE_rar_vento_gr4_25 | 26417.5 | 930.365 | 1489.6 | 11558 | 23289.8 | |
| SLE_qp_gr1_Treno_44 | 22623.7 | 0 | 54.9252 | 0 | 645.371 | |
| SLE_qp_gr1+vento_48 | 22623.7 | 1.27308 | 207.582 | 14.3859 | 2970.63 | |
| SLE_qp_gr1+vento_48 | 22623.7 | 1.27308 | 207.582 | 14.3859 | 2970.63 | |
| SLE_qp_gr1+vento_48 | 22623.7 | 1.27308 | 207.582 | 14.3859 | 2970.63 | |
| SLE_qp_gr1+vento_48 | 22623.7 | 1.27308 | 207.582 | 14.3859 | 2970.63 | |
| E_103x_SLD_q=1_69 | 23483.5 | 892.483 | 445.704 | 5112.03 | 2623.31 | |
| E_103y_SLD_q=1_70 | 23483.5 | 674.447 | 595.511 | 2753.72 | 4615.63 | |
| E_103z_SLD_q=1_71 | 25489.8 | 674.447 | 445.704 | 2753.72 | 2623.31 | |

Configurazione2

| TESTA PILA | | | | | | | |
|------------------------|--|---------|---------|---------|---------|---------|--|
| combo | | N | Tlong | Ttras | Mlong | Mtras | |
| SLE_rar_gr1_Treno_85 | | 12383.3 | 577.5 | 843.152 | 3537.47 | 4090.01 | |
| SLE_rar_gr3+vento_91 | | 12383.3 | 1158.82 | 945.278 | 3797.34 | 4011.87 | |
| SLE_rar_vento_gr4_96 | | 11837.1 | 930.365 | 1450.99 | 3037.87 | 6279.13 | |
| SLE_rar_gr3_Fre/avv_87 | | 12383.3 | 1155 | 487.307 | 3797.34 | 2211.15 | |
| SLE_rar_vento_gr4_96 | | 11837.1 | 930.365 | 1450.99 | 3037.87 | 6279.13 | |
| SLE_rar_gr4_centrif_88 | | 11837.1 | 924 | 687.704 | 3037.87 | 3277.94 | |
| SLE_rar_vento_gr4_96 | | 11837.1 | 930.365 | 1450.99 | 3037.87 | 6279.13 | |
| SLE_rar_vento_gr4_96 | | 11837.1 | 930.365 | 1450.99 | 3037.87 | 6279.13 | |
| SLE_rar_gr4_centrif_88 | | 11837.1 | 924 | 687.704 | 3037.87 | 3277.94 | |
| SLE_rar_vento_gr4_96 | | 11837.1 | 930.365 | 1450.99 | 3037.87 | 6279.13 | |
| SLE_qp_gr1_Treno_115 | | 9652 | 0 | 54.9252 | 0 | 24.7163 | |
| SLE_qp_gr1+vento_119 | | 9652 | 1.27308 | 207.582 | 0 | 624.954 | |
| SLE_qp_gr1+vento_119 | | 9652 | 1.27308 | 207.582 | 0 | 624.954 | |
| SLE_qp_gr1_Treno_115 | | 9652 | 0 | 54.9252 | 0 | 24.7163 | |
| SLE_qp_gr1+vento_119 | | 9652 | 1.27308 | 207.582 | 0 | 624.954 | |
| E_103x_SLD_q=1_140 | | 9805.2 | 3218.28 | 1162.34 | 0 | 0 | |
| E_103y_SLD_q=1_141 | | 9805.2 | 966.376 | 3390.11 | 0 | 0 | |
| E_103z_SLD_q=1_142 | | 10162.7 | 966.376 | 1162.34 | 0 | 0 | |

| BASE PILA | | | | | | |
|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|--|
| combo | N | Tlong | Ttras | Mlong | Mtras | |
| SLE_rar_gr1_Treno_85 | 16090.7 | 577.5 | 891.414 | 5839.47 | 11711.6 | |
| SLE_rar_gr3+vento_91 | 16090.7 | 1158.82 | 945.278 | 13415.5 | 11857.7 | |
| SLE_rar_vento_gr4_96 | 15544.4 | 930.365 | 1450.99 | 10759.9 | 18322.3 | |
| SLE_rar_gr3+vento_91 | 16090.7 | 1158.82 | 945.278 | 13415.5 | 11857.7 | |
| SLE_rar_vento_gr4_96 | 15544.4 | 930.365 | 1450.99 | 10759.9 | 18322.3 | |
| SLE_rar_gr4_centrif_88 | 15544.4 | 924 | 687.704 | 10707.1 | 8985.89 | |
| SLE_rar_vento_gr4_96 | 15544.4 | 930.365 | 1450.99 | 10759.9 | 18322.3 | |
| SLE_rar_vento_gr4_96 | 15544.4 | 930.365 | 1450.99 | 10759.9 | 18322.3 | |
| SLE_rar_vento_gr4_96 | 15544.4 | 930.365 | 1450.99 | 10759.9 | 18322.3 | |
| SLE_rar_vento_gr4_96 | 15544.4 | 930.365 | 1450.99 | 10759.9 | 18322.3 | |
| SLE_qp_gr1_Treno_115 | 13359.3 | 0 | 54.9252 | 0 | 480.596 | |
| SLE_qp_gr1+vento_119 | 13359.3 | 1.27308 | 207.582 | 10.5666 | 2347.89 | |
| SLE_qp_gr1+vento_119 | 13359.3 | 1.27308 | 207.582 | 10.5666 | 2347.89 | |
| SLE_qp_gr1+vento_119 | 13359.3 | 1.27308 | 207.582 | 10.5666 | 2347.89 | |
| SLE_qp_gr1+vento_119 | 13359.3 | 1.27308 | 207.582 | 10.5666 | 2347.89 | |
| E_103x_SLD_q=1_140 | 13512.5 | 3218.28 | 1162.34 | 28243.7 | 11488.6 | |
| E_103y_SLD_q=1_141 | 13512.5 | 966.376 | 3390.11 | 8473.1 | 36837 | |
| E_103z_SLD_q=1_142 | 13870 | 966.376 | 1162.34 | 8473.1 | 11488.6 | |

| BASE FONDAZIONE | | | | | | |
|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|--|
| combo | N | Tlong | Ttras | Mlong | Mtras | |
| SLE_rar_gr1_Treno_85 | 25355 | 577.5 | 891.414 | 7571.97 | 14385.8 | |
| SLE_rar_gr3+vento_91 | 25355 | 1158.82 | 945.278 | 16892 | 14693.5 | |
| SLE_rar_vento_gr4_96 | 24808.7 | 930.365 | 1450.99 | 13551 | 22675.3 | |
| SLE_rar_gr3+vento_91 | 25355 | 1158.82 | 945.278 | 16892 | 14693.5 | |
| SLE_rar_vento_gr4_96 | 24808.7 | 930.365 | 1450.99 | 13551 | 22675.3 | |
| SLE_rar_gr4_centrif_88 | 24808.7 | 924 | 687.704 | 13479.1 | 11049 | |
| SLE_rar_vento_gr4_96 | 24808.7 | 930.365 | 1450.99 | 13551 | 22675.3 | |
| SLE_rar_vento_gr4_96 | 24808.7 | 930.365 | 1450.99 | 13551 | 22675.3 | |
| SLE_rar_vento_gr4_96 | 24808.7 | 930.365 | 1450.99 | 13551 | 22675.3 | |
| SLE_rar_vento_gr4_96 | 24808.7 | 930.365 | 1450.99 | 13551 | 22675.3 | |
| SLE_qp_gr1_Treno_115 | 22623.7 | 0 | 54.9252 | 0 | 645.371 | |
| SLE_qp_gr1+vento_119 | 22623.7 | 1.27308 | 207.582 | 14.3859 | 2970.63 | |
| SLE_qp_gr1+vento_119 | 22623.7 | 1.27308 | 207.582 | 14.3859 | 2970.63 | |
| SLE_qp_gr1+vento_119 | 22623.7 | 1.27308 | 207.582 | 14.3859 | 2970.63 | |
| SLE_qp_gr1+vento_119 | 22623.7 | 1.27308 | 207.582 | 14.3859 | 2970.63 | |
| E_103x_SLD_q=1_140 | 22824.5 | 3798.01 | 1336.26 | 39637.7 | 15497.4 | |
| E_103y_SLD_q=1_141 | 22824.5 | 1546.11 | 3564.03 | 13111.4 | 47529.1 | |
| E_103z_SLD_q=1_142 | 23293 | 1546.11 | 1336.26 | 13111.4 | 15497.4 | |

Configurazione3

| TESTA PILA | | | | | | | |
|-------------------------|--|---------|---------|---------|---------|---------|--|
| combo | | N | Tlong | Ttras | Mlong | Mtras | |
| SLE_rar_gr1_Treno_156 | | 14394.2 | 577.5 | 891.414 | 1046.22 | 4312.82 | |
| SLE_rar_gr3+vento_162 | | 14394.2 | 1158.82 | 993.54 | 1306.1 | 4234.67 | |
| SLE_rar_vento_gr4_167 | | 13445.8 | 930.365 | 1489.6 | 1044.88 | 6457.38 | |
| SLE_rar_gr3_Fre/avv_158 | | 14394.2 | 1155 | 535.569 | 1306.1 | 2433.96 | |
| SLE_rar_vento_gr4_167 | | 13445.8 | 930.365 | 1489.6 | 1044.88 | 6457.38 | |
| SLE_rar_gr4_centrif_159 | | 13445.8 | 924 | 726.313 | 1044.88 | 3456.19 | |
| SLE_rar_vento_gr4_167 | | 13445.8 | 930.365 | 1489.6 | 1044.88 | 6457.38 | |
| SLE_rar_vento_gr4_167 | | 13445.8 | 930.365 | 1489.6 | 1044.88 | 6457.38 | |
| SLE_rar_gr4_centrif_159 | | 13445.8 | 924 | 726.313 | 1044.88 | 3456.19 | |
| SLE_rar_vento_gr4_167 | | 13445.8 | 930.365 | 1489.6 | 1044.88 | 6457.38 | |
| SLE_qp_gr1_Treno_186 | | 9652 | 0 | 54.9252 | 0 | 24.7163 | |
| SLE_qp_gr1+vento_190 | | 9652 | 1.27308 | 207.582 | 0 | 624.954 | |
| SLE_qp_gr1+vento_190 | | 9652 | 1.27308 | 207.582 | 0 | 624.954 | |
| SLE_qp_gr1_Treno_186 | | 9652 | 0 | 54.9252 | 0 | 24.7163 | |
| SLE_qp_gr1+vento_190 | | 9652 | 1.27308 | 207.582 | 207.582 | 624.954 | |
| E_103x_SLD_q=1_211 | | 9805.2 | 3218.28 | 1162.34 | 0 | 0 | |
| E_103y_SLD_q=1_212 | | 9805.2 | 966.376 | 3390.11 | 0 | 0 | |
| E_103z_SLD_q=1_213 | | 10162.7 | 966.376 | 1162.34 | 0 | 0 | |

| BASE PILA | | | | | | |
|-------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|--|
| combo | N | Tlong | Ttras | Mlong | Mtras | |
| SLE_rar_gr1_Treno_156 | 18101.5 | 577.5 | 891.414 | 5839.47 | 11711.6 | |
| SLE_rar_gr3+vento_162 | 18101.5 | 1158.82 | 993.54 | 10924.3 | 12481.1 | |
| SLE_rar_vento_gr4_167 | 17153.1 | 930.365 | 1489.6 | 8766.91 | 18821 | |
| SLE_rar_gr3+vento_162 | 18101.5 | 1158.82 | 993.54 | 10924.3 | 12481.1 | |
| SLE_rar_vento_gr4_167 | 17153.1 | 930.365 | 1489.6 | 8766.91 | 18821 | |
| SLE_rar_gr4_centrif_159 | 17153.1 | 924 | 726.313 | 8714.08 | 9484.59 | |
| SLE_rar_vento_gr4_167 | 17153.1 | 930.365 | 1489.6 | 8766.91 | 18821 | |
| SLE_rar_vento_gr4_167 | 17153.1 | 930.365 | 1489.6 | 8766.91 | 18821 | |
| SLE_rar_vento_gr4_167 | 17153.1 | 930.365 | 1489.6 | 8766.91 | 18821 | |
| SLE_rar_vento_gr4_167 | 17153.1 | 930.365 | 1489.6 | 8766.91 | 18821 | |
| SLE_qp_gr1_Treno_186 | 13359.3 | 0 | 54.9252 | 0 | 480.596 | |
| SLE_qp_gr1+vento_190 | 13359.3 | 1.27308 | 207.582 | 10.5666 | 2347.89 | |
| SLE_qp_gr1+vento_190 | 13359.3 | 1.27308 | 207.582 | 10.5666 | 2347.89 | |
| SLE_qp_gr1+vento_190 | 13359.3 | 1.27308 | 207.582 | 10.5666 | 2347.89 | |
| SLE_qp_gr1+vento_190 | 13359.3 | 1.27308 | 207.582 | 207.582 | 2347.89 | |
| E_103x_SLD_q=1_211 | 13512.5 | 3218.28 | 1162.34 | 28243.7 | 11488.6 | |
| E_103y_SLD_q=1_212 | 13512.5 | 966.376 | 3390.11 | 8473.1 | 36837 | |
| E_103z_SLD_q=1_213 | 13870 | 966.376 | 1162.34 | 8473.1 | 11488.6 | |

| BASE FONDAZIONE | | | | | | |
|-------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|--|
| combo | N | Tlong | Ttras | Mlong | Mtras | |
| SLE_rar_gr1_Treno_156 | 27365.9 | 577.5 | 891.414 | 7571.97 | 14385.8 | |
| SLE_rar_gr3+vento_162 | 27365.9 | 1158.82 | 993.54 | 14400.8 | 15461.7 | |
| SLE_rar_vento_gr4_167 | 26417.5 | 930.365 | 1489.6 | 11558 | 23289.8 | |
| SLE_rar_gr3+vento_162 | 27365.9 | 1158.82 | 993.54 | 14400.8 | 15461.7 | |
| SLE_rar_vento_gr4_167 | 26417.5 | 930.365 | 1489.6 | 11558 | 23289.8 | |
| SLE_rar_gr4_centrif_159 | 26417.5 | 924 | 726.313 | 11486.1 | 11663.5 | |
| SLE_rar_vento_gr4_167 | 26417.5 | 930.365 | 1489.6 | 11558 | 23289.8 | |
| SLE_rar_vento_gr4_167 | 26417.5 | 930.365 | 1489.6 | 11558 | 23289.8 | |
| SLE_rar_vento_gr4_167 | 26417.5 | 930.365 | 1489.6 | 11558 | 23289.8 | |
| SLE_rar_vento_gr4_167 | 26417.5 | 930.365 | 1489.6 | 11558 | 23289.8 | |
| SLE_qp_gr1_Treno_186 | 22623.7 | 0 | 54.9252 | 0 | 645.371 | |
| SLE_qp_gr1+vento_190 | 22623.7 | 1.27308 | 207.582 | 14.3859 | 2970.63 | |
| SLE_qp_gr1+vento_190 | 22623.7 | 1.27308 | 207.582 | 14.3859 | 2970.63 | |
| SLE_qp_gr1+vento_190 | 22623.7 | 1.27308 | 207.582 | 14.3859 | 2970.63 | |
| SLE_qp_gr1+vento_190 | 22623.7 | 1.27308 | 207.582 | 207.582 | 2970.63 | |
| E_103x_SLD_q=1_211 | 22824.5 | 3798.01 | 1336.26 | 39637.7 | 15497.4 | |
| E_103y_SLD_q=1_212 | 22824.5 | 1546.11 | 3564.03 | 13111.4 | 47529.1 | |
| E_103z_SLD_q=1_213 | 23293 | 1546.11 | 1336.26 | 13111.4 | 15497.4 | |

| | | | | | | |
|--|---|-------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m | | | | | |
| | <i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P20</i> | COMMESSA RS3T | LOTTO 30 | CODIFICA D09CL | DOCUMENTO VI0805003 | REV. B |

6.2.2 Stati limiti ultimi

Configurazione1

| TESTA PILA | | | | | | |
|----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|--|
| | N | Tlong | Ttras | Mlong | Mtras | |
| A1_SLU_gr1_Treno_1 | 20607.5 | 837.375 | 1378.36 | 1517.02 | 6292.21 | |
| A1_SLU_gr3+vento_7 | 20607.5 | 1680.48 | 1549.34 | 1893.84 | 6268.93 | |
| A1_SLU_vento_gr4_12 | 19232.3 | 1349.35 | 2267.39 | 1515.07 | 9544.44 | |
| A1_SLU_gr3_Fre/avv_3 | 20607.5 | 1674.75 | 862.385 | 1893.84 | 3567.86 | |
| A1_SLU_vento_gr4_12 | 19232.3 | 1349.35 | 2267.39 | 1515.07 | 9544.44 | |
| E_103x_SLV_q=1.5_60 | 10131.8 | 4182 | 1413.38 | 0 | 0 | |
| E_103y_SLV_q=1.5_61 | 10131.8 | 1255.49 | 4226.91 | 0 | 0 | |
| E_103z_SLV_q=1.5_62 | 11251.2 | 1255.49 | 1413.38 | 0 | 0 | |
| E_103x_SLV_q=1_66 | 10131.8 | 6271.68 | 2015.86 | 0 | 0 | |
| E_103y_SLV_q=1_67 | 10131.8 | 1882.4 | 6235.16 | 0 | 0 | |
| E_103z_SLV_q=1_68 | 11251.2 | 1882.4 | 2015.86 | 0 | 0 | |
| BASE PILA | | | | | | |
| | N | Tlong | Ttras | Mlong | Mtras | |
| A1_SLU_gr1_Treno_1 | 25612.4 | 837.375 | 1378.36 | 8467.23 | 17732.6 | |
| A1_SLU_gr3+vento_7 | 25612.4 | 1680.48 | 1549.34 | 15841.8 | 19128.5 | |
| A1_SLU_vento_gr4_12 | 24237.2 | 1349.35 | 2267.39 | 12714.7 | 28363.8 | |
| A1_SLU_gr3+vento_7 | 25612.4 | 1680.48 | 1549.34 | 15841.8 | 19128.5 | |
| A1_SLU_vento_gr4_12 | 24237.2 | 1349.35 | 2267.39 | 12714.7 | 28363.8 | |
| E_103x_SLV_q=1.5_60 | 13839.1 | 4182 | 1413.38 | 32726.3 | 13164.4 | |
| E_103y_SLV_q=1.5_61 | 13839.1 | 1255.49 | 4226.91 | 9817.88 | 42423.1 | |
| E_103z_SLV_q=1.5_62 | 14958.5 | 1255.49 | 1413.38 | 9817.88 | 13164.4 | |
| E_103x_SLV_q=1_66 | 13839.1 | 6271.68 | 2015.86 | 49089.1 | 19433.9 | |
| E_103y_SLV_q=1_67 | 13839.1 | 1882.4 | 6235.16 | 14726.7 | 63321.5 | |
| E_103z_SLV_q=1_68 | 14958.5 | 1882.4 | 2015.86 | 14726.7 | 19433.9 | |
| BASE FONDAZIONE | | | | | | |
| | N | Tlong | Ttras | Mlong | Mtras | |
| A1_SLU_gr1_Treno_1 | 38119.3 | 837.375 | 1378.36 | 10979.4 | 21867.7 | |
| A1_SLU_gr3+vento_7 | 38119.3 | 1680.48 | 1549.34 | 20883.3 | 23776.5 | |
| A1_SLU_vento_gr4_12 | 36744.1 | 1349.35 | 2267.39 | 16762.7 | 35165.9 | |
| A1_SLU_gr3+vento_7 | 38119.3 | 1680.48 | 1549.34 | 20883.3 | 23776.5 | |
| A1_SLU_vento_gr4_12 | 36744.1 | 1349.35 | 2267.39 | 16762.7 | 35165.9 | |
| E_103x_SLV_q=1.36_63 | 23239.6 | 5755.29 | 1880.53 | 53264.8 | 20059.9 | |
| E_103y_SLV_q=1.36_64 | 23239.6 | 2536.13 | 4975.41 | 18408.1 | 61529.1 | |
| E_103z_SLV_q=1.36_65 | 24676.9 | 2536.13 | 1880.53 | 18408.1 | 20059.9 | |
| E_103x_SLV_q=1_66 | 23239.6 | 7426.9 | 2362.42 | 71369.8 | 26521.2 | |
| E_103y_SLV_q=1_67 | 23239.6 | 3037.61 | 6581.73 | 23839.6 | 83066.7 | |
| E_103z_SLV_q=1_68 | 24676.9 | 3037.61 | 2362.42 | 23839.6 | 26521.2 | |

Configurazione2

| TESTA PILA | | | | | | |
|-----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|--|
| | N | Tlong | Ttras | Mlong | Mtras | |
| A1_SLU_gr1_Treno_72 | 17691.7 | 837.375 | 1273.39 | 5129.32 | 5953.39 | |
| A1_SLU_gr3+vento_78 | 17691.7 | 1680.48 | 1444.37 | 5506.14 | 5930.11 | |
| A1_SLU_vento_gr4_83 | 16899.6 | 1349.35 | 2183.41 | 4404.91 | 9273.39 | |
| A1_SLU_gr3_Fre/avv_74 | 17691.7 | 1674.75 | 757.416 | 5506.14 | 3229.04 | |
| A1_SLU_vento_gr4_83 | 16899.6 | 1349.35 | 2183.41 | 4404.91 | 9273.39 | |
| E_103x_SLV_q=1.5_131 | 10131.8 | 4182 | 1413.38 | 0 | 0 | |
| E_103y_SLV_q=1.5_132 | 10131.8 | 1255.49 | 4226.91 | 0 | 0 | |
| E_103z_SLV_q=1.5_133 | 11251.2 | 1255.49 | 1413.38 | 0 | 0 | |
| E_103x_SLV_q=1_137 | 10131.8 | 6271.68 | 2015.86 | 0 | 0 | |
| E_103y_SLV_q=1_138 | 10131.8 | 1882.4 | 6235.16 | 0 | 0 | |
| E_103z_SLV_q=1_139 | 11251.2 | 1882.4 | 2015.86 | 0 | 0 | |
| BASE PILA | | | | | | |
| | N | Tlong | Ttras | Mlong | Mtras | |
| A1_SLU_gr1_Treno_72 | 22696.6 | 837.375 | 1273.39 | 12079.5 | 16522.5 | |
| A1_SLU_gr3+vento_78 | 22696.6 | 1680.48 | 1444.37 | 19454.1 | 17918.4 | |
| A1_SLU_vento_gr4_83 | 21904.5 | 1349.35 | 2183.41 | 15604.5 | 27395.7 | |
| A1_SLU_gr3+vento_78 | 22696.6 | 1680.48 | 1444.37 | 19454.1 | 17918.4 | |
| A1_SLU_vento_gr4_83 | 21904.5 | 1349.35 | 2183.41 | 15604.5 | 27395.7 | |
| E_103x_SLV_q=1.5_131 | 13839.1 | 4182 | 1413.38 | 32726.3 | 13164.4 | |
| E_103y_SLV_q=1.5_132 | 13839.1 | 1255.49 | 4226.91 | 9817.88 | 42423.1 | |
| E_103z_SLV_q=1.5_133 | 14958.5 | 1255.49 | 1413.38 | 9817.88 | 13164.4 | |
| E_103x_SLV_q=1_137 | 13839.1 | 6271.68 | 2015.86 | 49089.1 | 19433.9 | |
| E_103y_SLV_q=1_138 | 13839.1 | 1882.4 | 6235.16 | 14726.7 | 63321.5 | |
| E_103z_SLV_q=1_139 | 14958.5 | 1882.4 | 2015.86 | 14726.7 | 19433.9 | |
| BASE FONDAZIONE | | | | | | |
| | N | Tlong | Ttras | Mlong | Mtras | |
| A1_SLU_gr1_Treno_72 | 35203.5 | 837.375 | 1273.39 | 14591.7 | 20342.7 | |
| A1_SLU_gr3+vento_78 | 35203.5 | 1680.48 | 1444.37 | 24495.6 | 22251.5 | |
| A1_SLU_vento_gr4_83 | 34411.4 | 1349.35 | 2183.41 | 19652.5 | 33946 | |
| A1_SLU_gr3+vento_78 | 35203.5 | 1680.48 | 1444.37 | 24495.6 | 22251.5 | |
| A1_SLU_vento_gr4_83 | 34411.4 | 1349.35 | 2183.41 | 19652.5 | 33946 | |
| E_103x_SLV_q=1.36_134 | 23239.6 | 5755.29 | 1880.53 | 53264.8 | 20059.9 | |
| E_103y_SLV_q=1.36_135 | 23239.6 | 2536.13 | 4975.41 | 18408.1 | 61529.1 | |
| E_103z_SLV_q=1.36_136 | 24676.9 | 2536.13 | 1880.53 | 18408.1 | 20059.9 | |
| E_103x_SLV_q=1_137 | 23239.6 | 7426.9 | 2362.42 | 71369.8 | 26521.2 | |
| E_103y_SLV_q=1_138 | 23239.6 | 3037.61 | 6581.73 | 23839.6 | 83066.7 | |
| E_103z_SLV_q=1_139 | 24676.9 | 3037.61 | 2362.42 | 23839.6 | 26521.2 | |

Configurazione3

| TESTA PILA | | | | | | |
|------------------------|--|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | N | Tlong | Ttras | Mlong | Mtras |
| A1_SLU_gr1_Treno_143 | | 20607.5 | 837.375 | 1378.36 | 1517.02 | 6292.21 |
| A1_SLU_gr3+vento_149 | | 20607.5 | 1680.48 | 1549.34 | 1893.84 | 6268.93 |
| A1_SLU_vento_gr4_154 | | 19232.3 | 1349.35 | 2267.39 | 1515.07 | 9544.44 |
| A1_SLU_gr3_Fre/avv_145 | | 20607.5 | 1674.75 | 862.385 | 1893.84 | 3567.86 |
| A1_SLU_vento_gr4_154 | | 19232.3 | 1349.35 | 2267.39 | 1515.07 | 9544.44 |
| E_103x_SLV_q=1.5_202 | | 10131.8 | 4182 | 1413.38 | 0 | 0 |
| E_103y_SLV_q=1.5_203 | | 10131.8 | 1255.49 | 4226.91 | 0 | 0 |
| E_103z_SLV_q=1.5_204 | | 11251.2 | 1255.49 | 1413.38 | 0 | 0 |
| E_103x_SLV_q=1_208 | | 10131.8 | 6271.68 | 2015.86 | 0 | 0 |
| E_103y_SLV_q=1_209 | | 10131.8 | 1882.4 | 6235.16 | 0 | 0 |
| E_103z_SLV_q=1_210 | | 11251.2 | 1882.4 | 2015.86 | 0 | 0 |
| | | | | | | |
| BASE PILA | | | | | | |
| | | N | Tlong | Ttras | Mlong | Mtras |
| A1_SLU_gr1_Treno_143 | | 25612.4 | 837.375 | 1378.36 | 8467.23 | 17732.6 |
| A1_SLU_gr3+vento_149 | | 25612.4 | 1680.48 | 1549.34 | 15841.8 | 19128.5 |
| A1_SLU_vento_gr4_154 | | 24237.2 | 1349.35 | 2267.39 | 12714.7 | 28363.8 |
| A1_SLU_gr3+vento_149 | | 25612.4 | 1680.48 | 1549.34 | 15841.8 | 19128.5 |
| A1_SLU_vento_gr4_154 | | 24237.2 | 1349.35 | 2267.39 | 12714.7 | 28363.8 |
| E_103x_SLV_q=1.5_202 | | 13839.1 | 4182 | 1413.38 | 32726.3 | 13164.4 |
| E_103y_SLV_q=1.5_203 | | 13839.1 | 1255.49 | 4226.91 | 9817.88 | 42423.1 |
| E_103z_SLV_q=1.5_204 | | 14958.5 | 1255.49 | 1413.38 | 9817.88 | 13164.4 |
| E_103x_SLV_q=1_208 | | 13839.1 | 6271.68 | 2015.86 | 49089.1 | 19433.9 |
| E_103y_SLV_q=1_209 | | 13839.1 | 1882.4 | 6235.16 | 14726.7 | 63321.5 |
| E_103z_SLV_q=1_210 | | 14958.5 | 1882.4 | 2015.86 | 14726.7 | 19433.9 |
| | | | | | | |
| BASE FONDAZIONE | | | | | | |
| | | N | Tlong | Ttras | Mlong | Mtras |
| A1_SLU_gr1_Treno_143 | | 38119.3 | 837.375 | 1378.36 | 10979.4 | 21867.7 |
| A1_SLU_gr3+vento_149 | | 38119.3 | 1680.48 | 1549.34 | 20883.3 | 23776.5 |
| A1_SLU_vento_gr4_154 | | 36744.1 | 1349.35 | 2267.39 | 16762.7 | 35165.9 |
| A1_SLU_gr3+vento_149 | | 38119.3 | 1680.48 | 1549.34 | 20883.3 | 23776.5 |
| A1_SLU_vento_gr4_154 | | 36744.1 | 1349.35 | 2267.39 | 16762.7 | 35165.9 |
| E_103x_SLV_q=1.36_205 | | 23239.6 | 5755.29 | 1880.53 | 53264.8 | 20059.9 |
| E_103y_SLV_q=1.36_206 | | 23239.6 | 2536.13 | 4975.41 | 18408.1 | 61529.1 |
| E_103z_SLV_q=1.36_207 | | 24676.9 | 2536.13 | 1880.53 | 18408.1 | 20059.9 |
| E_103x_SLV_q=1_208 | | 23239.6 | 7426.9 | 2362.42 | 71369.8 | 26521.2 |
| E_103y_SLV_q=1_209 | | 23239.6 | 3037.61 | 6581.73 | 23839.6 | 83066.7 |
| E_103z_SLV_q=1_210 | | 24676.9 | 3037.61 | 2362.42 | 23839.6 | 26521.2 |

| | | | | | | |
|---|---|-------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m | | | | | |
| | <i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P20</i> | COMMESSA RS3T | LOTTO 30 | CODIFICA D09CL | DOCUMENTO VI0805003 | REV. B |

7. VERIFICHE STRUTTURALI

Le armature di calcolo derivanti dalle verifiche di resistenza e di esercizio soddisfano le quantità minime indicate dalla normativa, si riepilogano i quantitativi di ciascun elemento.

| elemento | arm. flessionale | staffe | c.f |
|----------|--|--------------|--------|
| fusto | 140 Φ 30 interasse 15 cm* | Φ 12/15 | 8.7 cm |
| plinto | Trasv: 3 strati Φ 30/10 Long 2.5 strati Φ 30/10 | - | 8.7 cm |
| pali | 36 Φ 30 interasse 15 cm* | Φ 12/20 | 9.7 cm |

**è riferito alla corona esterna di armatura mentre, l'interasse della corona interna è funzione dell'allineamento con quella esterna. È comunque rispettato l'interasse minimo.*

Le spille adottate sono disposte nel rispetto della norma vigente.

8. FUSTO PILA

Secondo quanto riportano al paragrafo 7.3 e 7.3.6.1 delle Norme Tecniche delle Costruzioni 2018 , adottando un fattore di comportamento pari a 1.5, la struttura può essere progettata come non dissipativa:

Tab. 7.3.I – Limiti su q e modalità di modellazione dell'azione sismica

| STATI LIMITE | | Lineare (Dinamica e Statica) | | Non Lineare | |
|--------------|-----|------------------------------|---------------------------|-------------|-----------|
| | | Dissipativo | Non Dissipativo | Dinamica | Statica |
| SLE | SLO | $q = 1.0$ § 3.2.3.4 | $q = 1.0$ § 3.2.3.4 | § 7.3.4.1 | § 7.3.4.2 |
| | SLD | $q \leq 1,5$ § 3.2.3.5 | $q \leq 1,5$ § 3.2.3.5 | | |
| SLU | SLV | $q \geq 1,5$ § 3.2.3.5 | $q \leq 1,5$ § 3.2.3.5 | | |
| | SLC | --- | --- | | |

“Nel caso di analisi lineare la verifica di duttilità si può ritenere soddisfatta, rispettando per tutti gli elementi strutturali, sia primari sia secondari, le regole specifiche per i dettagli costruttivi precisate nel presente capitolo per le

| | | | | | | |
|--|---|-------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------|
|  | DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m | | | | | |
| | Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P20 | COMMESSA RS3T | LOTTO 30 | CODIFICA D09CL | DOCUMENTO VI0805003 | REV. B |

diverse tipologie costruttive; tali regole sono da considerarsi aggiuntive rispetto a quanto previsto nel Cap. 4 e a quanto imposto dalle regole della progettazione in capacità, il cui rispetto è comunque obbligatorio per gli elementi strutturali primari delle strutture a comportamento dissipativo.

Per strutture a comportamento dissipativo, qualora non siano rispettate le regole specifiche dei dettagli costruttivi, quali precisate nel presente capitolo, occorrerà procedere a verifiche di duttilità. diversamente specificato nei paragrafi successivi relativi alle diverse tipologie costruttive, accertando che la capacità in duttilità della costruzione sia almeno pari:

- a 1,2 volte la domanda in duttilità locale, valutata in corrispondenza dello SLV, nel caso si utilizzino modelli lineari,

- alla domanda in duttilità locale e globale allo SLC, nel caso si utilizzino modelli non lineari.

Le verifiche di duttilità non sono dovute nel caso di progettazione con $q \leq 1,5$.

| | | | | | | |
|---|---|-------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m | | | | | |
| | Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P20 | COMMESSA RS3T | LOTTO 30 | CODIFICA D09CL | DOCUMENTO VI0805003 | REV. B |

8.1 Modellazione

La geometria della sezione della pila è stata implementata all'interno del software di calcolo RC-SEC con i relativi ferri di armatura longitudinale.

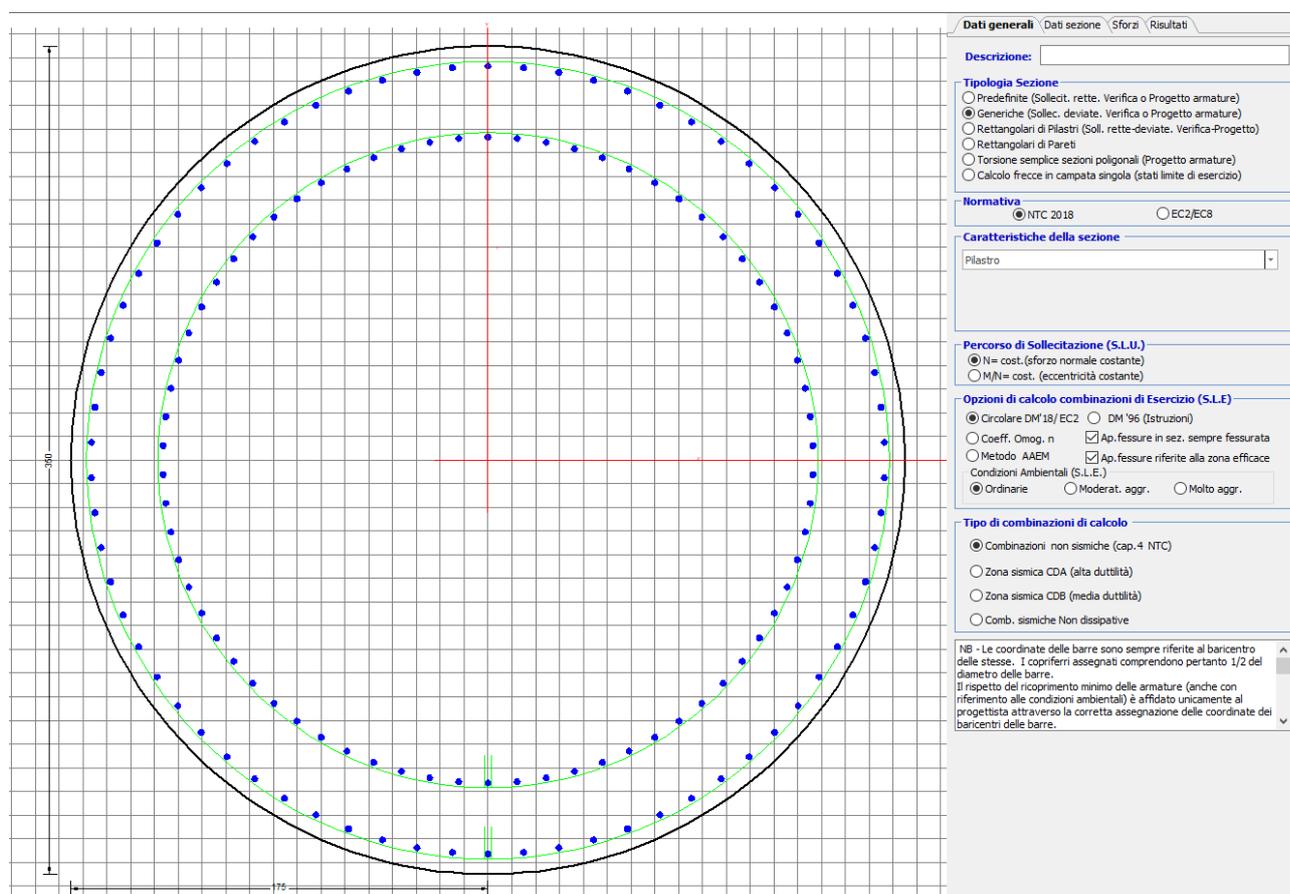


Figura 12 - Sezione implementata in RC-SEC

Per un totale di ferri 140 di diametro $\Phi 30$ che corrispondono ad un passo di 15cm lungo il bordo esterno e speculari internamente.

8.2 Verifica a presso flessione

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: Circolare 3.5m

| | |
|-------------------------------|-------------------------------------|
| Descrizione Sezione: | |
| Metodo di calcolo resistenza: | Resistenze agli Stati Limite Ultimi |
| Tipologia sezione: | Sezione generica di Pilastro |
| Normativa di riferimento: | N.T.C. |

Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Condizioni Ambientali: Poco aggressive
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi baric. X',Y' // assi coordinate.
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -

| | |
|---|----------------------------|
| Classe: | C32/40 |
| Resis. compr. di progetto fcd: | 18.130 MPa |
| Def.unit. max resistenza ec2: | 0.0020 |
| Def.unit. ultima ecu: | 0.0035 |
| Diagramma tensione-deformaz.: | Parabola-Rettangolo |
| Modulo Elastico Normale Ec: | 3334.6 MPa |
| Resis. media a trazione fctm: | 3.000 MPa |
| Coeff. Omogen. S.L.E.: | 15.00 |
| Coeff. Omogen. S.L.E.: | 15.00 |
| Sc limite S.L.E. comb. Frequenti: | 176.00 daN/cm ² |
| Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti: | 0.400 mm |
| Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: | 0.00 Mpa |
| Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.: | 0.300 mm |

ACCIAIO -

| | |
|--|-----------------------------|
| Tipo: | B450C |
| Resist. caratt. snervam. fyk: | 450.00 MPa |
| Resist. caratt. rottura ftk: | 450.00 MPa |
| Resist. snerv. di progetto fyd: | 391.30 MPa |
| Resist. ultima di progetto ftd: | 391.30 MPa |
| Deform. ultima di progetto Epu: | 0.068 |
| Modulo Elastico Ef | 2000000 daN/cm ² |
| Diagramma tensione-deformaz.: | Bilineare finito |
| Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1*\beta_2$: | 1.00 |
| Coeff. Aderenza differito $\beta_1*\beta_2$: | 0.50 |
| Sf limite S.L.E. Comb. Rare: | 337.50 MPa |

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare
 Classe Conglomerato: C32/40

Raggio circ.: 175.0 cm
 X centro circ.: 0.0 cm
 Y centro circ.: 0.0 cm

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

| | |
|---------|---|
| N°Gen. | Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre |
| Xcentro | Ascissa [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate |
| Ycentro | Ordinata [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate |
| Raggio | Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate |
| N°Barre | Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza |
| Ø | Diametro [mm] della singola barra generata |

| N°Gen. | Xcentro | Ycentro | Raggio | N°Barre | Ø |
|--------|---------|---------|--------|---------|----|
| 1 | 0.0 | 0.0 | 166.5 | 70 | 30 |
| 2 | 0.0 | 0.0 | 136.5 | 70 | 30 |

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N

Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)

Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X' // asse X coordinate
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse Y' // asse Y coord.
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
 Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y delle coord.
 Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse X delle coord.

| N°Comb. | N | MX | MY | VY | VX |
|---------|----------|----------|----------|------|------|
| 1 | 25612.41 | 8467.23 | 17732.59 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | 25612.41 | 15841.81 | 19128.46 | 0.00 | 0.00 |
| 3 | 24237.17 | 12714.66 | 28363.78 | 0.00 | 0.00 |
| 4 | 25612.41 | 15841.81 | 19128.46 | 0.00 | 0.00 |
| 5 | 24237.17 | 12714.66 | 28363.78 | 0.00 | 0.00 |
| 6 | 13839.08 | 32726.27 | 13164.39 | 0.00 | 0.00 |
| 7 | 13839.08 | 9817.88 | 42423.06 | 0.00 | 0.00 |
| 8 | 14958.50 | 9817.88 | 13164.39 | 0.00 | 0.00 |
| 9 | 22696.61 | 12079.54 | 16522.54 | 0.00 | 0.00 |
| 10 | 22696.61 | 19454.12 | 17918.40 | 0.00 | 0.00 |
| 11 | 21904.53 | 15604.50 | 27395.73 | 0.00 | 0.00 |
| 12 | 22696.61 | 19454.12 | 17918.40 | 0.00 | 0.00 |
| 13 | 21904.53 | 15604.50 | 27395.73 | 0.00 | 0.00 |
| 14 | 13839.08 | 32726.27 | 13164.39 | 0.00 | 0.00 |
| 15 | 13839.08 | 9817.88 | 42423.06 | 0.00 | 0.00 |
| 16 | 14958.50 | 9817.88 | 13164.39 | 0.00 | 0.00 |
| 17 | 25612.41 | 8467.23 | 17732.59 | 0.00 | 0.00 |
| 18 | 25612.41 | 15841.81 | 19128.46 | 0.00 | 0.00 |
| 19 | 24237.17 | 12714.66 | 28363.78 | 0.00 | 0.00 |
| 20 | 25612.41 | 15841.81 | 19128.46 | 0.00 | 0.00 |
| 21 | 24237.17 | 12714.66 | 28363.78 | 0.00 | 0.00 |
| 22 | 13839.08 | 32726.27 | 13164.39 | 0.00 | 0.00 |
| 23 | 13839.08 | 9817.88 | 42423.06 | 0.00 | 0.00 |
| 24 | 14958.50 | 9817.88 | 13164.39 | 0.00 | 0.00 |

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X delle coordinate (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse Y delle coordinate (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

| N°Comb. | N | MX | MY |
|---------|----------|----------|----------|
| 1 | 18101.55 | 5839.47 | 11711.56 |
| 2 | 18101.55 | 10924.30 | 12481.05 |
| 3 | 17153.10 | 8766.91 | 18821.04 |
| 4 | 18101.55 | 10924.30 | 12481.05 |
| 5 | 17153.10 | 8766.91 | 18821.04 |
| 6 | 16090.65 | 5839.47 | 11711.56 |
| 7 | 16090.65 | 13415.54 | 11857.68 |
| 8 | 15544.39 | 10759.91 | 18322.34 |
| 9 | 16090.65 | 13415.54 | 11857.68 |
| 10 | 15544.39 | 10759.91 | 18322.34 |
| 11 | 18101.55 | 5839.47 | 11711.56 |
| 12 | 18101.55 | 10924.30 | 12481.05 |
| 13 | 17153.10 | 8766.91 | 18821.04 |
| 14 | 18101.55 | 10924.30 | 12481.05 |
| 15 | 17153.10 | 8766.91 | 18821.04 |
| 16 | 14171.57 | 2434.58 | 1286.20 |
| 17 | 14171.57 | 730.37 | 2829.09 |
| 18 | 16066.81 | 730.37 | 1286.20 |

| | | | |
|----|----------|----------|----------|
| 19 | 13512.52 | 28243.68 | 11488.58 |
| 20 | 13512.52 | 8473.10 | 36837.03 |
| 21 | 13869.98 | 8473.10 | 11488.58 |
| 22 | 13512.52 | 28243.68 | 11488.58 |
| 23 | 13512.52 | 8473.10 | 36837.03 |
| 24 | 13869.98 | 8473.10 | 11488.58 |

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

| | |
|----|---|
| N | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione) |
| Mx | Momento flettente [kNm] intorno all'asse X delle coordinate (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione |
| My | Momento flettente [kNm] intorno all'asse Y delle coordinate (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione |

| N°Comb. | N | MX | MY |
|---------|----------|---------------------|---------------------|
| 1 | 17153.10 | 8714.08 (27927.83) | 9484.59 (30397.25) |
| 2 | 17153.10 | 8766.91 (10716.39) | 18821.04 (23006.23) |
| 3 | 17153.10 | 8766.91 (10716.39) | 18821.04 (23006.23) |
| 4 | 17153.10 | 8766.91 (10716.39) | 18821.04 (23006.23) |
| 5 | 17153.10 | 8766.91 (10716.39) | 18821.04 (23006.23) |
| 6 | 15544.39 | 10707.07 (24853.44) | 8985.89 (20858.21) |
| 7 | 15544.39 | 10759.91 (11988.30) | 18322.34 (20414.08) |
| 8 | 15544.39 | 10759.91 (11988.30) | 18322.34 (20414.08) |
| 9 | 15544.39 | 10759.91 (11988.30) | 18322.34 (20414.08) |
| 10 | 15544.39 | 10759.91 (11988.30) | 18322.34 (20414.08) |
| 11 | 17153.10 | 8714.08 (27927.83) | 9484.59 (30397.25) |
| 12 | 17153.10 | 8766.91 (10716.39) | 18821.04 (23006.23) |
| 13 | 17153.10 | 8766.91 (10716.39) | 18821.04 (23006.23) |
| 14 | 17153.10 | 8766.91 (10716.39) | 18821.04 (23006.23) |
| 15 | 17153.10 | 8766.91 (10716.39) | 18821.04 (23006.23) |

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

| | |
|----|---|
| N | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione) |
| Mx | Momento flettente [kNm] intorno all'asse X delle coordinate (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione |
| My | Momento flettente [kNm] intorno all'asse Y delle coordinate (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione |

| N°Comb. | N | MX | MY |
|---------|----------|-----------------|----------------|
| 1 | 13359.33 | 0.00 (11009.93) | 480.60 (0.00) |
| 2 | 13359.33 | 10.57 (0.00) | 2347.89 (0.00) |
| 3 | 13359.33 | 10.57 (0.00) | 2347.89 (0.00) |
| 4 | 13359.33 | 10.57 (0.00) | 2347.89 (0.00) |
| 5 | 13359.33 | 10.57 (0.00) | 2347.89 (0.00) |
| 6 | 13359.33 | 0.00 (0.00) | 480.60 (0.00) |
| 7 | 13359.33 | 10.57 (0.00) | 2347.89 (0.00) |
| 8 | 13359.33 | 10.57 (0.00) | 2347.89 (0.00) |
| 9 | 13359.33 | 10.57 (0.00) | 2347.89 (0.00) |
| 10 | 13359.33 | 10.57 (0.00) | 2347.89 (0.00) |
| 11 | 13359.33 | 0.00 (0.00) | 480.60 (0.00) |
| 12 | 13359.33 | 10.57 (0.00) | 2347.89 (0.00) |
| 13 | 13359.33 | 10.57 (0.00) | 2347.89 (0.00) |
| 14 | 13359.33 | 10.57 (0.00) | 2347.89 (0.00) |
| 15 | 13359.33 | 207.58 (0.00) | 2347.89 (0.00) |

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.0 cm

Interferro netto minimo barre longitudinali: 9.2 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compressione)
 MX Componente X del momento assegnato [kNm] rifer. assi X,Y con origine nel baric. B del cls.
 MY Componente Y del momento assegnato [kNm] rifer. assi X,Y con origine nel baric. B del cls.
 N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compressione)
 MX Res Momento flettente resistente [kNm] rif. X,Y,B (tra parentesi rif. assi princ. inerzia)
 MY Res Momento flettente resistente [kNm] rif. X,Y,B (tra parentesi rif. assi princ. inerzia)
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

| N°Comb | Ver | N | MX | MY | N Res | MX Res | MY Res | Mis.Sic. | As Totale |
|--------|-----|----------|----------|----------|----------|--------------------|--------------------|------------------|-----------|
| 1 | S | 25612.41 | 8467.23 | 17732.59 | 25612.64 | 32756.34(32756.34) | 68612.18(68612.18) | 3.87989.6(288.6) | |
| 2 | S | 25612.41 | 15841.81 | 19128.46 | 25612.35 | 48483.50(48483.50) | 58554.86(58554.86) | 3.06989.6(288.6) | |
| 3 | S | 24237.17 | 12714.66 | 28363.78 | 24237.00 | 30692.56(30692.56) | 68439.99(68439.99) | 2.41989.6(288.6) | |
| 4 | S | 25612.41 | 15841.81 | 19128.46 | 25612.35 | 48483.50(48483.50) | 58554.86(58554.86) | 3.06989.6(288.6) | |
| 5 | S | 24237.17 | 12714.66 | 28363.78 | 24237.00 | 30692.56(30692.56) | 68439.99(68439.99) | 2.41989.6(288.6) | |
| 6 | S | 13839.08 | 32726.27 | 13164.39 | 13839.24 | 61671.37(61671.37) | 24803.25(24803.25) | 1.88989.6(288.6) | |
| 7 | S | 13839.08 | 9817.88 | 42423.06 | 13839.12 | 14985.51(14985.51) | 64756.30(64756.30) | 1.53989.6(288.6) | |
| 8 | S | 14958.50 | 9817.88 | 13164.39 | 14958.64 | 40337.69(40337.69) | 54076.16(54076.16) | 4.11989.6(288.6) | |
| 9 | S | 22696.61 | 12079.54 | 16522.54 | 22696.55 | 43574.07(43574.07) | 59603.57(59603.57) | 3.61989.6(288.6) | |
| 10 | S | 22696.61 | 19454.12 | 17918.40 | 22696.55 | 54304.62(54304.62) | 50030.16(50030.16) | 2.79989.6(288.6) | |
| 11 | S | 21904.53 | 15604.50 | 27395.73 | 21904.66 | 36241.69(36241.69) | 63627.80(63627.80) | 2.32989.6(288.6) | |
| 12 | S | 22696.61 | 19454.12 | 17918.40 | 22696.55 | 54304.62(54304.62) | 50030.16(50030.16) | 2.79989.6(288.6) | |
| 13 | S | 21904.53 | 15604.50 | 27395.73 | 21904.66 | 36241.69(36241.69) | 63627.80(63627.80) | 2.32989.6(288.6) | |
| 14 | S | 13839.08 | 32726.27 | 13164.39 | 13839.24 | 61671.37(61671.37) | 24803.25(24803.25) | 1.88989.6(288.6) | |
| 15 | S | 13839.08 | 9817.88 | 42423.06 | 13839.12 | 14985.51(14985.51) | 64756.30(64756.30) | 1.53989.6(288.6) | |
| 16 | S | 14958.50 | 9817.88 | 13164.39 | 14958.64 | 40337.69(40337.69) | 54076.16(54076.16) | 4.11989.6(288.6) | |
| 17 | S | 25612.41 | 8467.23 | 17732.59 | 25612.64 | 32756.34(32756.34) | 68612.18(68612.18) | 3.87989.6(288.6) | |
| 18 | S | 25612.41 | 15841.81 | 19128.46 | 25612.35 | 48483.50(48483.50) | 58554.86(58554.86) | 3.06989.6(288.6) | |
| 19 | S | 24237.17 | 12714.66 | 28363.78 | 24237.00 | 30692.56(30692.56) | 68439.99(68439.99) | 2.41989.6(288.6) | |
| 20 | S | 25612.41 | 15841.81 | 19128.46 | 25612.35 | 48483.50(48483.50) | 58554.86(58554.86) | 3.06989.6(288.6) | |
| 21 | S | 24237.17 | 12714.66 | 28363.78 | 24237.00 | 30692.56(30692.56) | 68439.99(68439.99) | 2.41989.6(288.6) | |
| 22 | S | 13839.08 | 32726.27 | 13164.39 | 13839.24 | 61671.37(61671.37) | 24803.25(24803.25) | 1.88989.6(288.6) | |
| 23 | S | 13839.08 | 9817.88 | 42423.06 | 13839.12 | 14985.51(14985.51) | 64756.30(64756.30) | 1.53989.6(288.6) | |
| 24 | S | 14958.50 | 9817.88 | 13164.39 | 14958.64 | 40337.69(40337.69) | 54076.16(54076.16) | 4.11989.6(288.6) | |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 Xc max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 Yc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 es min Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Xs min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
 Ys min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
 es max Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Xs max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
 Ys max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

| N°Comb | ec max | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1 | 0.00350 | 157.9 | 0.0 | 0.00323 | 153.1 | 65.4 | -0.00706 | -153.1 | -65.4 |
| 2 | 0.00350 | 134.8 | 0.8 | 0.00324 | 130.2 | 103.8 | -0.00706 | -130.2 | -103.8 |
| 3 | 0.00350 | 159.7 | 0.8 | 0.00323 | 153.1 | 65.4 | -0.00727 | -153.1 | -65.4 |

| | | | | | | | | | |
|----|---------|-------|-------|---------|-------|-------|----------|--------|--------|
| 4 | 0.00350 | 134.8 | 0.8 | 0.00324 | 130.2 | 103.8 | -0.00706 | -130.2 | -103.8 |
| 5 | 0.00350 | 159.7 | 0.8 | 0.00323 | 153.1 | 65.4 | -0.00727 | -153.1 | -65.4 |
| 6 | 0.00350 | 65.3 | 0.0 | 0.00318 | 58.5 | 155.9 | -0.00913 | -58.5 | -155.9 |
| 7 | 0.00350 | 170.5 | 0.8 | 0.00319 | 162.3 | 37.0 | -0.00914 | -162.3 | -37.0 |
| 8 | 0.00350 | 140.3 | 0.8 | 0.00319 | 130.2 | 103.8 | -0.00890 | -130.2 | -103.8 |
| 9 | 0.00350 | 141.3 | 0.8 | 0.00322 | 130.2 | 103.8 | -0.00751 | -130.2 | -103.8 |
| 10 | 0.00350 | 118.6 | 0.8 | 0.00322 | 109.5 | 125.4 | -0.00751 | -109.5 | -125.4 |
| 11 | 0.00350 | 152.1 | 0.0 | 0.00322 | 146.6 | 78.9 | -0.00764 | -146.6 | -78.9 |
| 12 | 0.00350 | 118.6 | 0.8 | 0.00322 | 109.5 | 125.4 | -0.00751 | -109.5 | -125.4 |
| 13 | 0.00350 | 152.1 | 0.8 | 0.00322 | 146.6 | 78.9 | -0.00764 | -146.6 | -78.9 |
| 14 | 0.00350 | 65.3 | 0.8 | 0.00318 | 58.5 | 155.9 | -0.00913 | -58.5 | -155.9 |
| 15 | 0.00350 | 170.5 | 15.4 | 0.00319 | 162.3 | 37.0 | -0.00914 | -162.3 | -37.0 |
| 16 | 0.00350 | 140.3 | 154.7 | 0.00319 | 130.2 | 103.8 | -0.00890 | -130.2 | -103.8 |
| 17 | 0.00350 | 157.9 | 43.7 | 0.00323 | 153.1 | 65.4 | -0.00706 | -153.1 | -65.4 |
| 18 | 0.00350 | 134.8 | 86.4 | 0.00324 | 130.2 | 103.8 | -0.00706 | -130.2 | -103.8 |
| 19 | 0.00350 | 159.7 | 162.1 | 0.00323 | 153.1 | 65.4 | -0.00727 | -153.1 | -65.4 |
| 20 | 0.00350 | 134.8 | 39.2 | 0.00324 | 130.2 | 103.8 | -0.00706 | -130.2 | -103.8 |
| 21 | 0.00350 | 159.7 | 103.9 | 0.00323 | 153.1 | 65.4 | -0.00727 | -153.1 | -65.4 |
| 22 | 0.00350 | 65.3 | 162.1 | 0.00318 | 58.5 | 155.9 | -0.00913 | -58.5 | -155.9 |
| 23 | 0.00350 | 170.5 | 39.2 | 0.00319 | 162.3 | 37.0 | -0.00914 | -162.3 | -37.0 |
| 24 | 0.00350 | 140.3 | 103.9 | 0.00319 | 130.2 | 103.8 | -0.00890 | -130.2 | -103.8 |

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

| N°Comb | a | b | c | x/d | C.Rid. |
|--------|-------------|-------------|--------------|------|--------|
| 1 | 0.000027911 | 0.000013328 | -0.001912772 | ---- | ---- |
| 2 | 0.000023826 | 0.000019732 | -0.001913818 | ---- | ---- |
| 3 | 0.000028777 | 0.000012900 | -0.002018858 | ---- | ---- |
| 4 | 0.000023826 | 0.000019732 | -0.001913818 | ---- | ---- |
| 5 | 0.000028777 | 0.000012900 | -0.002018858 | ---- | ---- |
| 6 | 0.000013808 | 0.000034327 | -0.002975091 | ---- | ---- |
| 7 | 0.000036053 | 0.000008344 | -0.002976024 | ---- | ---- |
| 8 | 0.000029116 | 0.000021714 | -0.002856232 | ---- | ---- |
| 9 | 0.000026026 | 0.000019028 | -0.002141960 | ---- | ---- |
| 10 | 0.000021841 | 0.000023713 | -0.002141755 | ---- | ---- |
| 11 | 0.000028338 | 0.000016141 | -0.002207153 | ---- | ---- |
| 12 | 0.000021841 | 0.000023713 | -0.002141755 | ---- | ---- |
| 13 | 0.000028338 | 0.000016141 | -0.002207153 | ---- | ---- |
| 14 | 0.000013808 | 0.000034327 | -0.002975091 | ---- | ---- |
| 15 | 0.000036053 | 0.000008344 | -0.002976024 | ---- | ---- |
| 16 | 0.000029116 | 0.000021714 | -0.002856232 | ---- | ---- |
| 17 | 0.000027911 | 0.000013328 | -0.001912772 | ---- | ---- |
| 18 | 0.000023826 | 0.000019732 | -0.001913818 | ---- | ---- |
| 19 | 0.000028777 | 0.000012900 | -0.002018858 | ---- | ---- |
| 20 | 0.000023826 | 0.000019732 | -0.001913818 | ---- | ---- |
| 21 | 0.000028777 | 0.000012900 | -0.002018858 | ---- | ---- |
| 22 | 0.000013808 | 0.000034327 | -0.002975091 | ---- | ---- |
| 23 | 0.000036053 | 0.000008344 | -0.002976024 | ---- | ---- |
| 24 | 0.000029116 | 0.000021714 | -0.002856232 | ---- | ---- |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
 Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
 Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)

Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
 As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 4.28 | 156.6 | 300.0 | -15.2 | -146.6 | -78.9 | 2973 | 70.7 |
| 2 | S | 5.25 | 131.7 | 0.0 | -34.5 | -120.3 | -115.1 | 4994 | 99.0 |
| 3 | S | 6.61 | 158.6 | 0.0 | -71.3 | -153.1 | -65.4 | 8542 | 183.8 |
| 4 | S | 5.25 | 131.7 | 0.0 | -34.5 | -120.3 | -115.1 | 4994 | 99.0 |
| 5 | S | 6.61 | 158.6 | 0.0 | -71.3 | -153.1 | -65.4 | 8542 | 183.8 |
| 6 | S | 4.19 | 156.6 | 0.0 | -20.8 | -146.6 | -78.9 | 4150 | 84.8 |
| 7 | S | 5.67 | 115.9 | 0.0 | -53.8 | -109.5 | -125.4 | 7600 | 155.5 |
| 8 | S | 6.83 | 150.9 | 0.0 | -86.7 | -146.6 | -78.9 | 9669 | 197.9 |
| 9 | S | 5.67 | 115.9 | 0.0 | -53.8 | -109.5 | -125.4 | 7600 | 155.5 |
| 10 | S | 6.83 | 150.9 | 0.0 | -86.7 | -146.6 | -78.9 | 9669 | 197.9 |
| 11 | S | 4.28 | 156.6 | 0.0 | -15.2 | -146.6 | -78.9 | 2973 | 70.7 |
| 12 | S | 5.25 | 131.7 | 0.0 | -34.5 | -120.3 | -115.1 | 4994 | 99.0 |
| 13 | S | 6.61 | 158.6 | 0.0 | -71.3 | -153.1 | -65.4 | 8542 | 183.8 |
| 14 | S | 5.25 | 131.7 | 0.0 | -34.5 | -120.3 | -115.1 | 4994 | 99.0 |
| 15 | S | 6.61 | 158.6 | 0.0 | -71.3 | -153.1 | -65.4 | 8542 | 183.8 |
| 16 | S | 1.81 | 81.7 | 0.0 | 11.6 | -72.2 | -150.0 | --- | --- |
| 17 | S | 1.84 | 169.4 | 0.0 | 11.1 | -162.3 | -37.0 | --- | --- |
| 18 | S | 1.73 | 152.2 | 0.0 | 17.6 | -146.6 | -78.9 | --- | --- |
| 19 | S | 10.15 | 65.9 | 0.0 | -200.7 | -58.5 | -155.9 | 12540 | 240.3 |
| 20 | S | 12.69 | 170.5 | 0.0 | -281.9 | -162.3 | -37.0 | 13128 | 240.3 |
| 21 | S | 4.51 | 140.8 | 0.0 | -37.3 | -130.2 | -103.8 | 6771 | 141.4 |
| 22 | S | 10.15 | 65.9 | 0.0 | -200.7 | -58.5 | -155.9 | 12540 | 240.3 |
| 23 | S | 12.69 | 170.5 | 0.0 | -281.9 | -162.3 | -37.0 | 13128 | 240.3 |
| 24 | S | 4.51 | 140.8 | 0.0 | -37.3 | -130.2 | -103.8 | 6771 | 141.4 |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
 Esito della verifica
 e1 Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
 e2 Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff
 k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
 kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
 k2 = $(e1 + e2)/(2 * e1)$ [eq.(7.13)EC2]
 k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
 k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
 Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
 Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
 e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
 Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
 sr max Massima distanza tra le fessure [mm]
 wk Apertura fessure in mm calcolata = sr max * (e_sm - e_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
 Mx fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
 My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | MX fess | MY fess |
|-------|-----|----------|----|-------|------|----|-------------------|--------|----------------|----------|----------|
| 1 | S | -0.00009 | 0 | 0.833 | 30.0 | 70 | 0.00005 (0.00005) | 596 | 0.027 (990.00) | 19673.20 | 39456.29 |
| 2 | S | -0.00019 | 0 | 0.833 | 30.0 | 70 | 0.00010 (0.00010) | 667 | 0.069 (990.00) | 20947.06 | 23932.09 |
| 3 | S | -0.00038 | 0 | 0.833 | 30.0 | 70 | 0.00021 (0.00021) | 633 | 0.135 (990.00) | 10716.39 | 23006.23 |
| 4 | S | -0.00019 | 0 | 0.833 | 30.0 | 70 | 0.00010 (0.00010) | 667 | 0.069 (990.00) | 20947.06 | 23932.09 |
| 5 | S | -0.00038 | 0 | 0.833 | 30.0 | 70 | 0.00021 (0.00021) | 633 | 0.135 (990.00) | 10716.39 | 23006.23 |
| 6 | S | -0.00011 | 0 | 0.833 | 30.0 | 70 | 0.00006 (0.00006) | 654 | 0.041 (990.00) | 16348.77 | 32788.87 |
| 7 | S | -0.00029 | 0 | 0.833 | 30.0 | 70 | 0.00016 (0.00016) | 653 | 0.105 (990.00) | 20128.37 | 17790.99 |
| 8 | S | -0.00046 | 0 | 0.833 | 30.0 | 70 | 0.00026 (0.00026) | 653 | 0.170 (990.00) | 11988.30 | 20414.08 |
| 9 | S | -0.00029 | 0 | 0.833 | 30.0 | 70 | 0.00016 (0.00016) | 653 | 0.105 (990.00) | 20128.37 | 17790.99 |
| 10 | S | -0.00046 | 0 | 0.833 | 30.0 | 70 | 0.00026 (0.00026) | 653 | 0.170 (990.00) | 11988.30 | 20414.08 |

| | | | | | | |
|--|-------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------|----------------------------|
| <i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile - P20</i> | COMMESSA RS3T | LOTTO 30 | CODIFICA D09CL | DOCUMENTO VI0805003 | REV. B | FOGLIO 83 di 117 |
|--|-------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------|----------------------------|

| | | | | | | | | | | | |
|----|---|----------|---|-------|------|------|-------------------|------|----------------|----------|----------|
| 11 | S | -0.00009 | 0 | 0.833 | 30.0 | 70 | 0.00005 (0.00005) | 596 | 0.027 (990.00) | 19673.20 | 39456.29 |
| 12 | S | -0.00019 | 0 | 0.833 | 30.0 | 70 | 0.00010 (0.00010) | 667 | 0.069 (990.00) | 20947.06 | 23932.09 |
| 13 | S | -0.00038 | 0 | 0.833 | 30.0 | 70 | 0.00021 (0.00021) | 633 | 0.135 (990.00) | 10716.39 | 23006.23 |
| 14 | S | -0.00019 | 0 | 0.833 | 30.0 | 70 | 0.00010 (0.00010) | 667 | 0.069 (990.00) | 20947.06 | 23932.09 |
| 15 | S | -0.00038 | 0 | 0.833 | 30.0 | 70 | 0.00021 (0.00021) | 633 | 0.135 (990.00) | 10716.39 | 23006.23 |
| 16 | S | -0.00112 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.000 (990.00) | 17884.89 | 5823.87 |
| 17 | S | -0.00121 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.000 (990.00) | 5769.19 | 17670.56 |
| 18 | S | -0.00017 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.000 (990.00) | 20768.51 | 19798.69 |
| 19 | S | -0.00105 | 0 | 0.833 | 30.0 | 70 | 0.00060 (0.00060) | 682 | 0.410 (990.00) | 18199.54 | 7402.96 |
| 20 | S | -0.00147 | 0 | 0.833 | 30.0 | 70 | 0.00085 (0.00085) | 702 | 0.594 (990.00) | 4192.41 | 18226.61 |
| 21 | S | -0.00020 | 0 | 0.833 | 30.0 | 70 | 0.00011 (0.00011) | 645 | 0.072 (990.00) | 16941.54 | 22970.84 |
| 22 | S | -0.00105 | 0 | 0.833 | 30.0 | 70 | 0.00060 (0.00060) | 682 | 0.410 (990.00) | 18199.54 | 7402.96 |
| 23 | S | -0.00147 | 0 | 0.833 | 30.0 | 70 | 0.00085 (0.00085) | 702 | 0.594 (990.00) | 4192.41 | 18226.61 |
| 24 | S | -0.00020 | 0 | 0.833 | 30.0 | 70 | 0.00011 (0.00011) | 645 | 0.072 (990.00) | 16941.54 | 22970.84 |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 4.18 | 128.9 | 300.0 | -16.6 | -120.3 | -115.1 | 3362 | 77.8 |
| 2 | S | 6.61 | 158.6 | 0.0 | -71.3 | -153.1 | -65.4 | 8542 | 183.8 |
| 3 | S | 6.61 | 158.6 | 0.0 | -71.3 | -153.1 | -65.4 | 8542 | 183.8 |
| 4 | S | 6.61 | 158.6 | 0.0 | -71.3 | -153.1 | -65.4 | 8542 | 183.8 |
| 5 | S | 6.61 | 158.6 | 0.0 | -71.3 | -153.1 | -65.4 | 8542 | 183.8 |
| 6 | S | 4.43 | 112.5 | 0.0 | -28.0 | -109.5 | -125.4 | 4869 | 91.9 |
| 7 | S | 6.83 | 150.9 | 0.0 | -86.7 | -146.6 | -78.9 | 9669 | 197.9 |
| 8 | S | 6.83 | 150.9 | 0.0 | -86.7 | -146.6 | -78.9 | 9669 | 197.9 |
| 9 | S | 6.83 | 150.9 | 0.0 | -86.7 | -146.6 | -78.9 | 9669 | 197.9 |
| 10 | S | 6.83 | 150.9 | 0.0 | -86.7 | -146.6 | -78.9 | 9669 | 197.9 |
| 11 | S | 4.18 | 128.9 | 0.0 | -16.6 | -120.3 | -115.1 | 3362 | 77.8 |
| 12 | S | 6.61 | 158.6 | 0.0 | -71.3 | -153.1 | -65.4 | 8542 | 183.8 |
| 13 | S | 6.61 | 158.6 | 0.0 | -71.3 | -153.1 | -65.4 | 8542 | 183.8 |
| 14 | S | 6.61 | 158.6 | 0.0 | -71.3 | -153.1 | -65.4 | 8542 | 183.8 |
| 15 | S | 6.61 | 158.6 | 0.0 | -71.3 | -153.1 | -65.4 | 8542 | 183.8 |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | ∅ | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | MX fess | MY fess |
|-------|-----|----------|----|-------|------|----|-------------------|--------|--------------|----------|----------|
| 1 | S | -0.00009 | 0 | 0.833 | 30.0 | 70 | 0.00005 (0.00005) | 606 | 0.030 (0.40) | 27927.83 | 30397.25 |
| 2 | S | -0.00038 | 0 | 0.833 | 30.0 | 70 | 0.00021 (0.00021) | 633 | 0.135 (0.40) | 10716.39 | 23006.23 |
| 3 | S | -0.00038 | 0 | 0.833 | 30.0 | 70 | 0.00021 (0.00021) | 633 | 0.135 (0.40) | 10716.39 | 23006.23 |
| 4 | S | -0.00038 | 0 | 0.833 | 30.0 | 70 | 0.00021 (0.00021) | 633 | 0.135 (0.40) | 10716.39 | 23006.23 |
| 5 | S | -0.00038 | 0 | 0.833 | 30.0 | 70 | 0.00021 (0.00021) | 633 | 0.135 (0.40) | 10716.39 | 23006.23 |
| 6 | S | -0.00015 | 0 | 0.833 | 30.0 | 70 | 0.00008 (0.00008) | 688 | 0.058 (0.40) | 24853.44 | 20858.21 |
| 7 | S | -0.00046 | 0 | 0.833 | 30.0 | 70 | 0.00026 (0.00026) | 653 | 0.170 (0.40) | 11988.30 | 20414.08 |
| 8 | S | -0.00046 | 0 | 0.833 | 30.0 | 70 | 0.00026 (0.00026) | 653 | 0.170 (0.40) | 11988.30 | 20414.08 |
| 9 | S | -0.00046 | 0 | 0.833 | 30.0 | 70 | 0.00026 (0.00026) | 653 | 0.170 (0.40) | 11988.30 | 20414.08 |
| 10 | S | -0.00046 | 0 | 0.833 | 30.0 | 70 | 0.00026 (0.00026) | 653 | 0.170 (0.40) | 11988.30 | 20414.08 |
| 11 | S | -0.00009 | 0 | 0.833 | 30.0 | 70 | 0.00005 (0.00005) | 606 | 0.030 (0.40) | 27927.83 | 30397.25 |
| 12 | S | -0.00038 | 0 | 0.833 | 30.0 | 70 | 0.00021 (0.00021) | 633 | 0.135 (0.40) | 10716.39 | 23006.23 |
| 13 | S | -0.00038 | 0 | 0.833 | 30.0 | 70 | 0.00021 (0.00021) | 633 | 0.135 (0.40) | 10716.39 | 23006.23 |
| 14 | S | -0.00038 | 0 | 0.833 | 30.0 | 70 | 0.00021 (0.00021) | 633 | 0.135 (0.40) | 10716.39 | 23006.23 |
| 15 | S | -0.00038 | 0 | 0.833 | 30.0 | 70 | 0.00021 (0.00021) | 633 | 0.135 (0.40) | 10716.39 | 23006.23 |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 1.30 | 175.0 | 300.0 | 16.7 | -166.3 | -7.5 | ---- | ---- |
| 2 | S | 1.66 | 175.0 | 0.0 | 11.6 | -166.3 | -7.5 | ---- | ---- |



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

PROGETTO DEFINITIVO

VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m

| | | | | | | |
|--|----------|-------|----------|-----------|------|-----------|
| Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P20 | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| | RS3T | 30 | D09CL | VI0805003 | B | 84 di 117 |

| | | | | | | | | | |
|----|---|------|-------|-----|------|--------|------|-----|-----|
| 3 | S | 1.66 | 175.0 | 0.0 | 11.6 | -166.3 | -7.5 | --- | --- |
| 4 | S | 1.66 | 175.0 | 0.0 | 11.6 | -166.3 | -7.5 | --- | --- |
| 5 | S | 1.66 | 175.0 | 0.0 | 11.6 | -166.3 | -7.5 | --- | --- |
| 6 | S | 1.30 | 175.0 | 0.0 | 16.7 | -166.3 | -7.5 | --- | --- |
| 7 | S | 1.66 | 175.0 | 0.0 | 11.6 | -166.3 | -7.5 | --- | --- |
| 8 | S | 1.66 | 175.0 | 0.0 | 11.6 | -166.3 | -7.5 | --- | --- |
| 9 | S | 1.66 | 175.0 | 0.0 | 11.6 | -166.3 | -7.5 | --- | --- |
| 10 | S | 1.66 | 175.0 | 0.0 | 11.6 | -166.3 | -7.5 | --- | --- |
| 11 | S | 1.30 | 175.0 | 0.0 | 16.7 | -166.3 | -7.5 | --- | --- |
| 12 | S | 1.66 | 175.0 | 0.0 | 11.6 | -166.3 | -7.5 | --- | --- |
| 13 | S | 1.66 | 175.0 | 0.0 | 11.6 | -166.3 | -7.5 | --- | --- |
| 14 | S | 1.66 | 175.0 | 0.0 | 11.6 | -166.3 | -7.5 | --- | --- |
| 15 | S | 1.66 | 174.3 | 0.0 | 11.6 | -166.3 | -7.5 | --- | --- |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | MX fess | MY fess |
|-------|-----|----------|---------|-----|-----|-----|-------------|--------|--------------|----------|---------|
| 1 | S | -0.00028 | 0 | --- | --- | --- | --- | --- | 0.000 (0.30) | 11009.93 | 0.00 |
| 2 | S | 0.00000 | 0.00000 | --- | --- | --- | --- | --- | 0.000 (0.30) | 0.00 | 0.00 |
| 3 | S | 0.00000 | 0.00000 | --- | --- | --- | --- | --- | 0.000 (0.30) | 0.00 | 0.00 |
| 4 | S | 0.00000 | 0.00000 | --- | --- | --- | --- | --- | 0.000 (0.30) | 0.00 | 0.00 |
| 5 | S | 0.00000 | 0.00000 | --- | --- | --- | --- | --- | 0.000 (0.30) | 0.00 | 0.00 |
| 6 | S | 0.00000 | 0.00000 | --- | --- | --- | --- | --- | 0.000 (0.30) | 0.00 | 0.00 |
| 7 | S | 0.00000 | 0.00000 | --- | --- | --- | --- | --- | 0.000 (0.30) | 0.00 | 0.00 |
| 8 | S | 0.00000 | 0.00000 | --- | --- | --- | --- | --- | 0.000 (0.30) | 0.00 | 0.00 |
| 9 | S | 0.00000 | 0.00000 | --- | --- | --- | --- | --- | 0.000 (0.30) | 0.00 | 0.00 |
| 10 | S | 0.00000 | 0.00000 | --- | --- | --- | --- | --- | 0.000 (0.30) | 0.00 | 0.00 |
| 11 | S | 0.00000 | 0.00000 | --- | --- | --- | --- | --- | 0.000 (0.30) | 0.00 | 0.00 |
| 12 | S | 0.00000 | 0.00000 | --- | --- | --- | --- | --- | 0.000 (0.30) | 0.00 | 0.00 |
| 13 | S | 0.00000 | 0.00000 | --- | --- | --- | --- | --- | 0.000 (0.30) | 0.00 | 0.00 |
| 14 | S | 0.00000 | 0.00000 | --- | --- | --- | --- | --- | 0.000 (0.30) | 0.00 | 0.00 |
| 15 | S | 0.00000 | 0.00000 | --- | --- | --- | --- | --- | 0.000 (0.30) | 0.00 | 0.00 |

8.3 Verifica a taglio

| | | | | |
|-------------------------------------|-----------------|---------------|-----------------|--|
| diametro armature trasversale | φ | 12 | mm | |
| bracci staffe | bs | 4 | | |
| area armature trasversale | A_{sw} | 5 | cm ² | |
| passo staffe | s | 15 | cm | |
| copriferro netto + staffa + $f_i/2$ | c' | 9 | cm | |
| spessore anima sezione rettangolar | sb | 0 | cm | |
| sezione | tipo | circolare | | |
| tipologia di verifica taglio | secondo | statica $q=1$ | | |
| Direzione Longidinale | | | | |
| resistenza ridotta | $f'c$ | 9 | Mpa | |
| braccio delle forze interne | $z=0.9d$ | 253 | cm | |
| larghezza biella | bw | 295 | cm | |
| inclinazione staffe | α | 90 | gradi | |
| inclinazione biella | ϑ | 22 | gradi | |
| resistenza puntoni | V_c | 23293 | kN | |
| resistenza staffe | V_s | 7457 | kN | |
| taglio resisitente | V_r | 7457 | kN | |
| taglio massimo agente | V_{ed} | 6588 | kN | |
| | V_{ed}/V_{rd} | 0.88 | | |
| Direzione Trasversale | | | | |
| braccio delle forze interne | $z=0.9d$ | 253 | cm | |
| larghezza biella | bw | 295 | cm | |
| inclinazione biella | ϑ | 22 | gradi | |
| resistenza puntoni | V_c | 23293 | kN | |
| resistenza staffe | V_s | 7457 | kN | |
| taglio resisitente | V_r | 7457 | kN | |
| taglio massimo agente | V_{ed} | 6513 | kN | |
| | V_{ed}/V_{rd} | 0.87 | | |

| | | | | | | |
|--|---|-------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------|
|  ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m | | | | | |
| | Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P20 | COMMESSA RS3T | LOTTO 30 | CODIFICA D09CL | DOCUMENTO VI0805003 | REV. B |

8.4 Verifica minimi di armatura

Secondo quanto prescritto dalle NTC2018 e dal “*Manuale di Progettazione delle Opere Civili*” i quantitativi minimi di armatura da rispettare sono:

- *L’area dell’armatura longitudinale dovrà essere non inferiore allo 0,6% dell’area della sezione effettiva del calcestruzzo. Questa prescrizione non si applica ai tratti di pile che, per motivi idraulici, sono realizzati a sezione piena; per queste, fatte salve le esigenze di calcolo, si manterrà l’armatura corrispondente alla sezione del tratto cavo immediatamente superiore;*
- *Le barre di armatura longitudinale non dovranno distare fra loro più di 300 mm compatibilmente con i limiti forniti nella Tab. 2.5.2.2.6-1;*

| Diametro delle barre [mm] | Massimo interasse delle barre [mm] |
|------------------------------|---------------------------------------|
| 32 | 300 |
| 24 | 250 |
| 20 | 200 |

Tab. 2.5.2.2.6-1 – Diametri e relativi interassi massimi delle barre

- *Non è ammesso l’impiego di staffe elicoidali (spiralì);*
- *Non è consentito congiungere tra loro i bracci delle staffe per sovrapposizione. Le staffe devono essere chiuse risvoltando i bracci nel nucleo di calcestruzzo mediante la piegatura dei ferri di 135° verso l’interno e per una lunghezza non inferiore a 10 volte il diametro della staffa;*
- *Nella zona di spiccato delle pile e in quella di sommità delle pile a telaio, per un tratto di lunghezza non inferiore a 3 metri non è consentito operare alcun tipo di giunzione delle armature verticali; al di fuori di tale tratto è consentito congiungere, in modo graduale, le barre verticali mediante sovrapposizione o altro. In particolare, le giunzioni devono essere effettuate in modo da interessare non più di 1/3 delle barre longitudinali presenti nella generica sezione, sfalsando due riprese di armatura successive di almeno 40 diametri in senso verticale;*

| | | | | | | |
|---|---|-------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m | | | | | |
| | <i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P20</i> | COMMESSA RS3T | LOTTO 30 | CODIFICA D09CL | DOCUMENTO VI0805003 | REV. B |

- *L'interasse delle armature trasversali s non deve essere superiore a 10 volte il diametro delle barre longitudinali, né a 1/5 del diametro del nucleo della sezione interna alle stesse;*
- *Nelle pile a sezione cava dovranno prevedersi spille di collegamento fra le armature longitudinali in numero di almeno 6 a metro quadro;*
- *Nel caso in cui il fattore di struttura “q” sia minore o uguale ad 1,5 l'armatura di confinamento delle pile si devono rispettare le limitazioni sulla percentuale meccanica:*

| | | | |
|-------------------------------------|------|----------------|-----|
| area di calcestruzzo (non riempito) | Ac | 9.62 | m3 |
| resistenza ridotta | f 'c | 9.41 | Mpa |
| dimensione (diametro) del nucleo | d | 3500.00 | mm |

minimi per armatura flessionale

| | | | |
|-------------------------------------|----|--------------|-------|
| numero di ferri longitudinali | n | 140 | |
| diametro del ferro longitudinale | fi | 30 | mm |
| diametro minimo armatura a taglio | fi | 8 | mm |
| passo massimo longitudinale | p | 30 | cm |
| area dell'armatura longitudinale | As | 98960 | mm2 |
| area di calcestruzzo (non riempito) | Ac | 9621000.00 | mm3 |
| | | 1.03% | >0.6% |

minimi per confinamento se $q \leq 1.5$

| | | | |
|----------------------------------|--------------|---------------|-----|
| accelerazione al suolo per SLV | ag | 0.17 | g |
| coefficiente di verifica | ζ | 0.04 | |
| interasse staffe | s | 150 | mm |
| diametro armature trasversale | φ | 12 | mm |
| Area della singola staffa | Asw | 1.131 | mm2 |
| Area totale staffe | Asw | 4.52 | mm2 |
| area totale legature | Asl | 12.69 | mm2 |
| percentuale meccanica arm. Trasv | wwd,r | 0.0682 | |

| | | | | | | |
|---|---|-------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m | | | | | |
| | <i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P20</i> | COMMESSA RS3T | LOTTO 30 | CODIFICA D09CL | DOCUMENTO VI0805003 | REV. B |

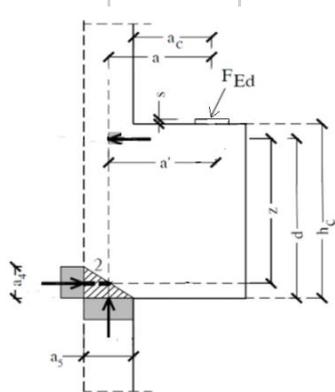
8.5 Verifica spostamenti

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva delle escursioni longitudinali per tutte le tipologie di luce presenti lungo la linea:

$$E_L \geq 2,30 \cdot \frac{L}{1000} + 0,073 \text{ e } E_L \geq 0.10m$$

| L imp (m) | EL (cm) | Corsa appoggi (cm) | Escursione giunti (cm) | Varco (cm) |
|------------------|----------------|---------------------------|-------------------------------|-------------------|
| 17.9 | 12.0 | 7.5 | 7.0 | 8.0 |
| 25 | 14.0 | 8.8 | 8.0 | 9.0 |
| 40 | 17.0 | 10.6 | 9.5 | 10.5 |
| 50 | 19.0 | 11.9 | 10.5 | 11.5 |
| 60 | 22.0 | 13.8 | 12.0 | 13.0 |

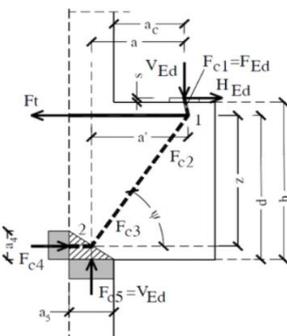
9. PULVINO

| <u>Geometria mensola</u> | | | | | |
|---|--------------------------------------|---|-------------|-------|--|
|  | Altezza mensola | hc | 2000 | [mm] | |
| | larghezza mensola | atot | 3549.10288 | [mm] | |
| | profondità | b | 2000 | [mm] | |
| | copriferro | c | 85 | [mm] | |
| | applicazione carico | ac | 50 | [mm] | |
| | altezza utile | d | 1915 | [mm] | |
| | braccio delle forze interne | z | 1532 | [mm] | |
| | | | | | |
| tipologia di mensola: | | MENSOLA MOLTO TOZZA $2a < z$ | | | |
| <u>Materiali</u> | | | | | |
| | resistenza a compressione cilindrica | fck | 32 | [Mpa] | |
| | resistenza di calcolo | fcd | 18.13333333 | [Mpa] | |
| | coefficiente riduttivo | h' | 0.872 | [Mpa] | |
| | tensione massima nodo CCC | sRd1,max | 15.81226667 | [Mpa] | |
| | tensione massima nodo CCT | sRd2,max | 13.44042667 | [Mpa] | |
| | | | | | |
| | resistenza dell'acciaio | fyk | 450 | [Mpa] | |
| | resistenza di calcolo dell'acciaio | fyd | 391.3043478 | [Mpa] | |

9.1 Progettazione armatura principale e secondaria

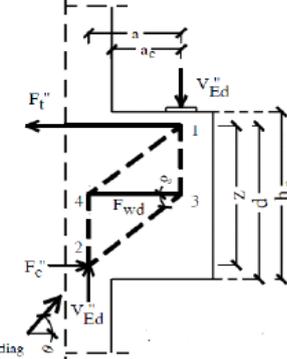
Calcolo armatura principale

con riferimento al modello 1 di traliccio semplificato, si determina l'armatura principale allo SLU

| | | | | | |
|--|--------------------------------------|-------------------|-------------|--------------------|--|
|  | azione esterna applicata | $F_{ed} = F_{c5}$ | 6403.103222 | [Kn] | |
| | forza orizzontale trasmessa | H_{ed} | 344.5900186 | | |
| | braccio della forza di trazione | z | 1532 | [mm] | |
| | larghezza risultante di riferimento | a_5 | 202.4726548 | [mm] | |
| | braccio della forza di compressione | a | 151.2363274 | [mm] | |
| | trazione nelle barre che si verifica | $F_t = F_{c4}$ | 752.4396053 | [Kn] | |
| | armatura superiore | A_s | 1922.901214 | [mm ²] | |
| | diametro del ferro longitudinale | Φ | 16 | [mm] | |
| | passo armature | p | 15 | [cm] | |
| | numero di strati di barre | n_{st} | 1 | | |
| | numeri ferri predisposti in b | n | 13.33333333 | | |
| | areare ferri resistenti | A_{res} | 2679.466667 | [mm ²] | |
| coef. di sicurezza | Trd/F_{c4} | 1.393449985 | | | |

| | | | | | |
|---------------------|------------------------------------|-------|-------------|-------|------|
| verifica nodo 1 CCC | lunghezza di applicazione delle s4 | a_4 | 766 | [mm] | |
| | tensione di compressione 4 | s_4 | 0.491148567 | [Mpa] | O.k. |

Calcolo armatura secondaria orizzontale

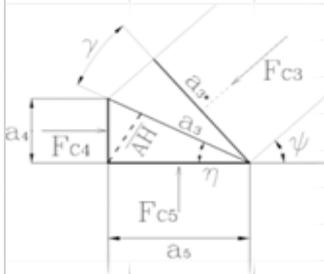
| | | | | | |
|---|-------------------------------------|-------------|-------------|--------------------|--|
|  | angolo di inclinazione | Ψ | 83.29441294 | [gradi] | |
| | coefficiente di ripartizione | c | 14.48061498 | [%] | |
| | braccio della forza di trazione | z | 1532 | [mm] | |
| | braccio della forza di compressione | a | 151.2363274 | [mm] | |
| | trazione nelle barre secondarie | F_{wd} | 1259.080113 | [Kn] | |
| | armatura secondaria | A_s | 3217.649178 | [mm ²] | |
| | armatura minima 0.25As | A_{min} | 669.8666667 | | |
| | diametro ferri secondari | Φ | 16 | [mm] | |
| | passo armature direzione b | s | 15 | [cm] | |
| | numero di strati di barre | n_{st} | 1 | | |
| | numeri ferri predisposti in b | n | 13.33333333 | | |
| | areare ferri resistenti | A_{res} | 2679.466667 | [mm ²] | |
| coef. di sicurezza | Trd/F_{c4} | 1.393449985 | | | |

| | | | | | |
|---|-------------------------------------|----------|-------------|--------------------|------|
| verifica nodo 2 CCT (sotto la piastra) | area piastra di contatto | A_{ap} | 640000 | [mm ²] | |
| | tensione di compr. sotto la piastra | sc_1 | 10.00484878 | [Mpa] | O.k. |

9.2 Verifica dei nodi

Nodo CCC

| | | | | | | |
|--|--|---|-----|-------------|---------|----|
| | | biella di copressione verticale | Fc1 | 6403.103222 | [Kn] | |
| | | biella comprella orizzontale | Fc2 | 752.4396053 | [Kn] | |
| | | biella compresaa inclinata | Fc3 | 6447.239342 | [Kn] | |
| | | lunghezza di applicazione delle s5 | a5 | 202.4726548 | [mm] | |
| | | tensione di compressione 5 | s5 | 15.81226667 | [Mpa] | Ok |
| | | per completezza possiamo comunque determinare le altre tensioni | | | | |
| | | lunghezza di applicazione delle s4 | a4 | 766 | [mm] | |
| | | lunghezza di applicazione puntone 3 | a3 | 792.3075009 | [mm] | |
| | | lunghezza di applicazione puntone 3 | a3* | 203.8671734 | [mm] | |
| | | difetto di ortogonalità | c | 68.52648895 | [gradi] | |
| | | tensione di compressione 4 | s4 | 0.491148567 | [Mpa] | Ok |
| | | tensione di compressione 3 | s3 | 4.06864717 | [Mpa] | Ok |
| | | tensione di compressione 3* | s3* | 15.81235281 | [Mpa] | OK |



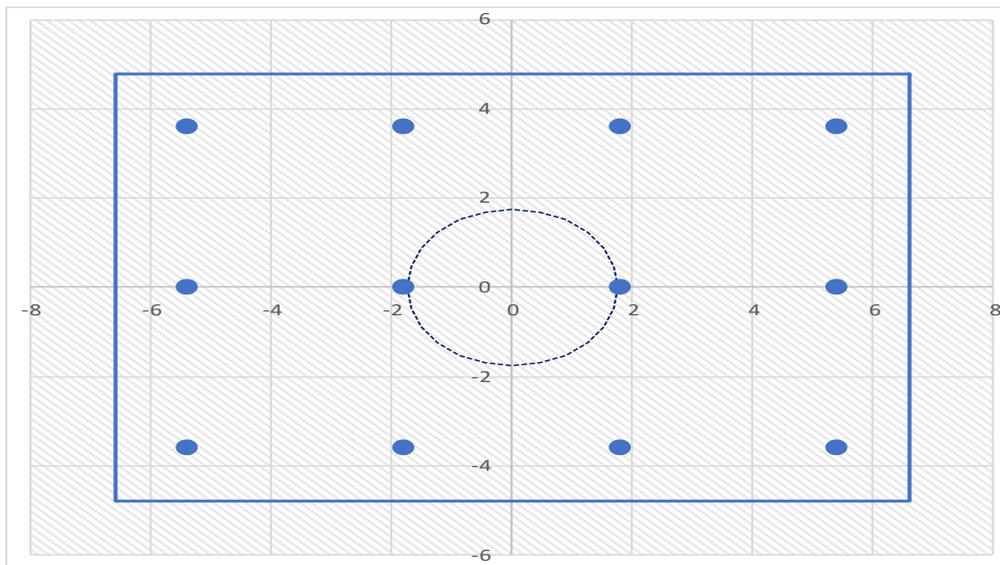
Nodo CCT

| | | | | | | |
|--|--|---------------------------------------|----------------------|-------------|---------|----------|
| | | forza di contatto | Fc1 | 6403.103222 | [Kn] | |
| | | biella di calcestruzzo inclinata | Fc3 | 6447.239342 | [Kn] | |
| | | trazione barra | T | 752.4396053 | [Kn] | |
| | | lunghezza di applicazione contatto | a1 | 800 | [mm] | |
| | | lunghezza di applicazione contatto | b | 800 | [mm] | |
| | | lunghezza di applicazione puntone | a2 | 815.3156178 | [mm] | |
| | | lunghezza tirante | u | 178 | [mm] | |
| | | angolo di inclinazione | h | 83.29441294 | [gradi] | |
| | | tesnione di contatto | $s_{c1} < s_{Rd2,t}$ | 10.00 | \leq | 13.44 Ok |
| | | tensione biella di calcestruzzo incl. | $s_{c3} < s_{Rd2,t}$ | 9.88 | \leq | 13.44 Ok |

10. PLINTO DI FONDAZIONE

Per la progettazione e verifica del plinto di fondazione è necessario valutare preventivamente le sollecitazioni agenti sui singoli pali. Tali sollecitazioni sono state identificate mediante una ripartizione rigida dal baricentro della fondazione.

| | | | |
|--------------------------------|-----|----------|--------------|
| numero di pali | n. | 9 | |
| diametro pali | D | 1.2 | m |
| interasse pali | i | 3.6 | m |
| altezza plinto di fondazione | h | 2.5 | m |
| Check verifica | | | |
| sbalzo direzione trasversale | at | 1.85 | m |
| sbalzo direzione longitudinale | al | 1.85 | m |
| direzione trasversale | a/h | 0.616667 | Plinto basso |
| direzione longitudinale | a/h | 0.616667 | Plinto basso |



Dalle sollecitazioni ottenute precedentemente nel baricentro in corrispondenza dell'intradosso della fondazione si sono ottenute le seguenti sollecitazioni in testa palo:

| Scarichi $q=1.5/1.1$ se plinto snello | | | | | |
|--|---------------------|------|----------|----------|---------|
| n. palo | X | Y | Ncombo1 | Ncombo2 | Ncombo3 |
| 1 | 0 | 3.6 | 5202.3 | 3685.9 | 5886.3 |
| 2 | 0 | -3.6 | 3268.7 | 1478.5 | -722.0 |
| 3 | 3.6 | 3.6 | 6303.1 | 7531.5 | 7114.2 |
| 4 | 3.6 | -3.6 | 4369.4 | 5324.2 | 505.9 |
| 5 | -3.6 | -3.6 | 2167.9 | -2367.2 | -1949.8 |
| 6 | -3.6 | 3.6 | 4101.5 | -159.8 | 4658.5 |
| 7 | 3.6 | 0 | 5336.2 | 6427.9 | 3810.0 |
| 8 | -3.6 | 0 | 3134.7 | -1263.5 | 1354.3 |
| 9 | 0 | 0 | 4235.5 | 2582.2 | 2582.2 |
| | 0 | 0 | 4235.5 | 2582.2 | 2582.2 |
| | 0 | 0 | 4235.5 | 2582.2 | 2582.2 |
| | 0 | 0 | 4235.5 | 2582.2 | 2582.2 |
| | taglio combinato in | | 190.4758 | 604.0731 | 649.465 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Scarichi $q=1$ se plinto tozzo e verifica a taglio | | | | | |
| n. palo | X | Y | Ncombo1 | Ncombo2 | Ncombo3 |
| 1 | 0 | 3.6 | 3845.6 | 3685.9 | 5886.3 |
| 2 | 0 | -3.6 | 1638.2 | 1478.5 | -722.0 |
| 3 | 3.6 | 3.6 | 5073.4 | 7531.5 | 7114.2 |
| 4 | 3.6 | -3.6 | 2866.0 | 5324.2 | 505.9 |
| 5 | -3.6 | -3.6 | 410.4 | -2367.2 | -1949.8 |
| 6 | -3.6 | 3.6 | 2617.7 | -159.8 | 4658.5 |
| 7 | 3.6 | 0 | 3969.7 | 6427.9 | 3810.0 |
| 8 | -3.6 | 0 | 1514.0 | -1263.5 | 1354.3 |
| 9 | 0 | 0 | 2741.9 | 2582.2 | 2582.2 |
| | 0 | 0 | 2741.9 | 2582.2 | 2582.2 |
| | 0 | 0 | 2741.9 | 2582.2 | 2582.2 |
| | 0 | 0 | 2741.9 | 2582.2 | 2582.2 |
| | taglio combinato in | | 320.6776 | 604.0731 | 649.465 |

Il plinto di fondazione è stato verificato ipotizzando un meccanismo di tirante puntone ricadendo nella categoria di elementi tozzi. La larghezza collaborante è stata valutata tramite una diffusione a 45° rispetto al diametro del palo più sollecitato, quindi fermata in corrispondenza della pila o della linea media dell'interasse del palo successivo.

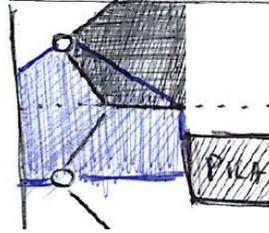


Figura 13 - mensola di riferimento

10.1 Dimensionamento armature

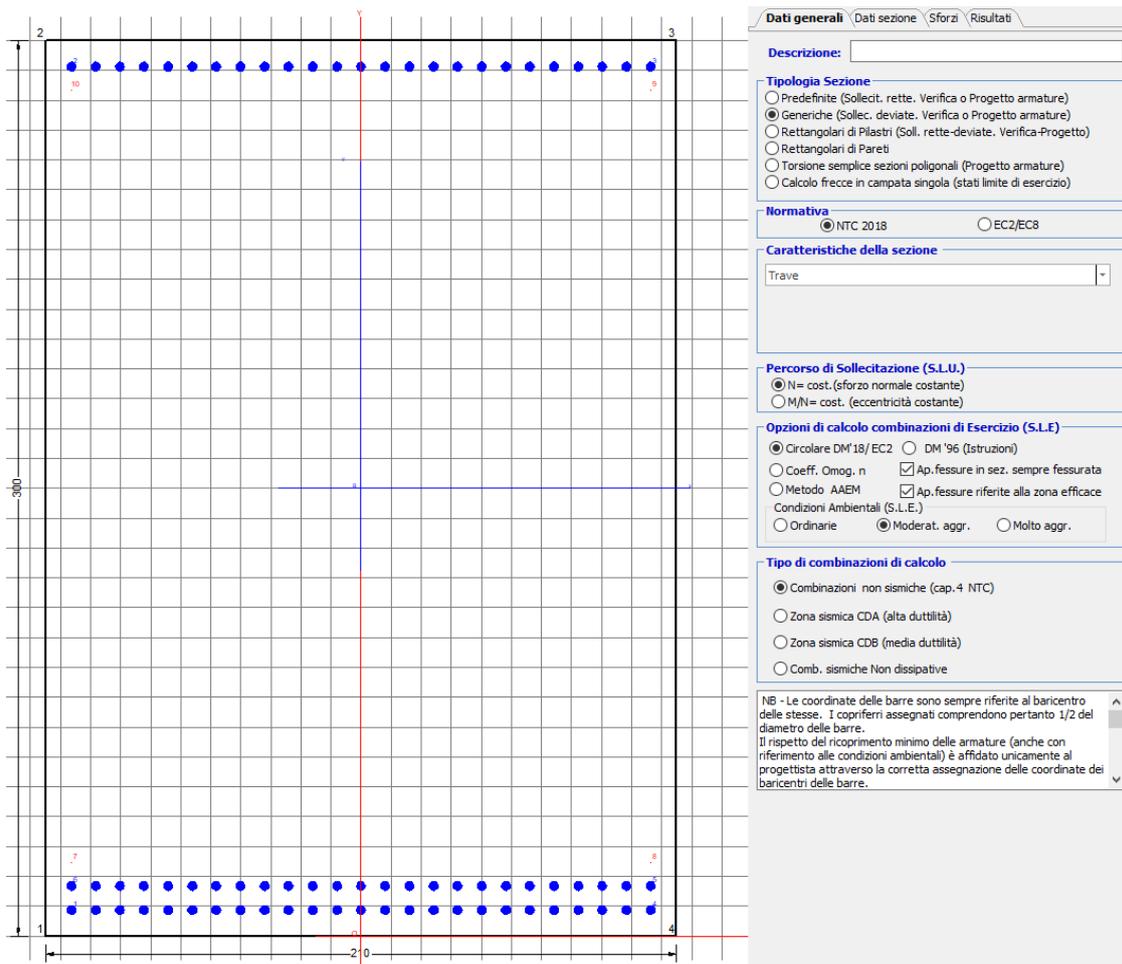
| | | | | |
|--|--|-------------|---------|-----------|
| <i>posizione del palo più sollecitato</i> | | | | |
| coordinata in direzione trasversale | | X | 5.4 | m |
| coordinata in direzione longitudinale | | Y | 3.6 | m |
| angolo di deviazione risultate rispetto alle ascisse | | α | 33.6901 | gradi |
| ipotenusa proiezione orizzontale puntone | | L | 6.48999 | m |
| altezza della fondazione | | h | 3 | m |
| inclinazione rispetto all'orizzontale puntone | | ϑ | 24.8087 | gradi |
| reazione in testa palo più sollecitato | | Rmax | 4620.87 | KN |
| forza di trazione risultante | | T | 9996.48 | KN |
| proiezione forza di trazione in trasversale | | Tt | 8317.57 | KN |
| proiezione forza di trazione in longitudinale | | Tl | 5545.05 | KN |
| lunghezza collaborante | | | | media 45° |

| <i>dimensionamento armature</i> | | | | | |
|--|--|--|----------------|---------|-----------------|
| area dell'armatura inferiore richiesta in tras | | | At | 21256.3 | mm ² |
| diametro armatura | | | Φ | 30 | mm |
| passo armatura trasversale | | | p | 10 | cm |
| numero di strati | | | ns | 2 | |
| lunghezza di collaborazione | | | L | 2.0734 | m |
| numero di ferri per strato | | | n | 21 | |
| area complessiva sulla lunghezza collaborante | | | Ares | 29688.1 | mm ² |
| | | | coef. Sicur | 0.71599 | |
| area dell'armatura inferiore richiesta in long | | | Al | 14170.8 | mm ² |
| diametro armatura | | | Φ | 30 | |
| passo armatura longitudinale | | | p | 10 | cm |
| numero di strati | | | ns | 1.5 | |
| lunghezza di collaborazione | | | L | 2.1 | m |
| numero di ferri per strato | | | n | 21 | |
| area complessiva sulla lunghezza collaborante | | | Ares | 22266 | mm ² |
| | | | coef. Sicur | 0.63643 | |
| tasso di lavoro armatura allo SLU | | | σ _t | 280.166 | MPa |
| tasso di lavoro armatura allo SLU | | | σ _l | 249.036 | MPa |

10.2 Verifica a prsso-flessione

10.2.1 Direzione trasversale

Armatura disposta lungo la direzione trasversale all'asse del ponte



DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: fondazione Y 210x300

| | |
|-------------------------------|-------------------------------------|
| Descrizione Sezione: | Resistenze agli Stati Limite Ultimi |
| Metodo di calcolo resistenza: | Sezione generica di Trave |
| Tipologia sezione: | N.T.C. |
| Normativa di riferimento: | A Sforzo Norm. costante |
| Percorso sollecitazione: | Moderat. aggressive |
| Condizioni Ambientali: | Assi x,y principali d'inerzia |
| Riferimento Sforzi assegnati: | Zona non sismica |
| Riferimento alla sismicità: | |

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

| | | | |
|----------------|---|---------------------|---------------------|
| CALCESTRUZZO - | Classe: | C25/30 | |
| | Resis. compr. di progetto fod: | 14.160 | MPa |
| | Def.unit. max resistenza ec2: | 0.0020 | |
| | Def.unit. ultima ecu: | 0.0035 | |
| | Diagramma tensione-deformaz.: | Parabola-Rettangolo | |
| | Modulo Elastico Normale Ec: | 31475.0 | MPa |
| | Resis. media a trazione fctm: | 2.560 | MPa |
| | Coeff. Omogen. S.L.E.: | 15.00 | |
| | Coeff. Omogen. S.L.E.: | 15.00 | |
| | Sc limite S.L.E. comb. Frequenti: | 137.50 | daN/cm ² |
| | Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti: | 0.200 | mm |
| | Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: | 0.00 | Mpa |
| | Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.: | 0.200 | mm |

| | | | |
|-----------|--|------------------|---------------------|
| ACCIAIO - | Tipo: | B450C | |
| | Resist. caratt. snervam. fyk: | 450.00 | MPa |
| | Resist. caratt. rottura ftk: | 450.00 | MPa |
| | Resist. snerv. di progetto fyd: | 391.30 | MPa |
| | Resist. ultima di progetto ftd: | 391.30 | MPa |
| | Deform. ultima di progetto Epu: | 0.068 | |
| | Modulo Elastico Ef | 2000000 | daN/cm ² |
| | Diagramma tensione-deformaz.: | Bilineare finito | |
| | Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$: | 1.00 | |
| | Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$: | 0.50 | |
| | Sf limite S.L.E. Comb. Rare: | 337.50 | MPa |

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C25/30

| N°vertice: | X [cm] | Y [cm] |
|------------|--------|--------|
| 1 | -105.0 | 0.0 |
| 2 | -105.0 | 300.0 |
| 3 | 105.0 | 300.0 |
| 4 | 105.0 | 0.0 |

DATI BARRE ISOLATE

| N°Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ[mm] |
|---------|--------|--------|-----------|
| 1 | -96.3 | 8.7 | 30 |
| 2 | -96.3 | 291.3 | 30 |
| 3 | 96.3 | 291.3 | 30 |
| 4 | 96.3 | 8.7 | 30 |
| 5 | 96.3 | 16.7 | 30 |
| 6 | -96.3 | 16.7 | 30 |
| 7 | -96.3 | 24.7 | 1 |
| 8 | 96.3 | 24.7 | 1 |
| 9 | 96.3 | 283.3 | 1 |
| 10 | -96.3 | 283.3 | 1 |

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

| | |
|--------------|---|
| N°Gen. | Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre |
| N°Barra Ini. | Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione |
| N°Barra Fin. | Numero della barra finale cui si riferisce la generazione |
| N°Barre | Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione |
| Ø | Diametro in mm delle barre della generazione |

| N°Gen. | N°Barra Ini. | N°Barra Fin. | N°Barre | Ø |
|--------|--------------|--------------|---------|----|
| 1 | 2 | 3 | 23 | 30 |
| 2 | 6 | 5 | 11 | 30 |
| 3 | 1 | 4 | 23 | 30 |

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

| | |
|----|---|
| N | Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione) |
| Mx | Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez. |
| My | Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez. |
| Vy | Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y |
| Vx | Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x |

| N°Comb. | N | Mx | My | Vy | Vx |
|---------|------|---------|------|------|------|
| 1 | 0.00 | 9818.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | 0.00 | 9647.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

| | |
|----|--|
| N | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione) |
| Mx | Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione |
| My | Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione |

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|------|---------|------|
| 1 | 0.00 | 7962.00 | 0.00 |

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

| | |
|----|--|
| N | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione) |
| Mx | Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione |
| My | Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione |

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|------|--------------------|-------------|
| 1 | 0.00 | 6743.00 (10464.27) | 0.00 (0.00) |

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

| | |
|----|--|
| N | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione) |
| Mx | Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione |
| My | Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione |

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|------|--------------------|-------------|
| 1 | 0.00 | 3341.00 (10464.27) | 0.00 (0.00) |

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 5.0 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

| N°Comb | Ver | N | Mx | My | N Res | Mx Res | My Res | Mis.Sic. | As Tesa |
|--------|-----|------|---------|------|-------|----------|--------|----------|-------------|
| 1 | S | 0.00 | 9818.00 | 0.00 | 0.00 | 29475.00 | 0.00 | 3.00 | 268.6(90.5) |
| 2 | S | 0.00 | 9647.00 | 0.00 | 0.00 | 29475.00 | 0.00 | 3.06 | 268.6(90.5) |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

| N°Comb | ec max | x/d | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
|--------|---------|-------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1 | 0.00350 | 0.061 | -105.0 | 300.0 | 0.00177 | -96.3 | 291.3 | -0.05432 | -96.3 | 8.7 |
| 2 | 0.00350 | 0.061 | -105.0 | 300.0 | 0.00177 | -96.3 | 291.3 | -0.05432 | -96.3 | 8.7 |

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

| N°Comb | a | b | c | x/d | C.Rid. |
|--------|-------------|-------------|--------------|-------|--------|
| 1 | 0.000000000 | 0.000198494 | -0.056048237 | 0.061 | 0.700 |
| 2 | 0.000000000 | 0.000198494 | -0.056048237 | 0.061 | 0.700 |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|

| | | | | | | | | | |
|---|---|------|-------|-------|--------|-------|-----|------|-------|
| 1 | S | 2.80 | 105.0 | 300.0 | -112.8 | -16.1 | 8.7 | 5985 | 268.6 |
|---|---|------|-------|-------|--------|-------|-----|------|-------|

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

| | |
|-------------|--|
| Ver. | La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm} |
| e1 | Esito della verifica |
| e2 | Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata |
| k1 | Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area $A_{c\text{ eff}}$ |
| kt | = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2] |
| k2 | = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2] |
| k3 | = $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ [eq.(7.13)EC2] |
| k4 | = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali |
| Ø | = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali |
| Cf | Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\text{ eff}}$ [eq.(7.11)EC2] |
| e sm - e cm | Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa |
| sr max | Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] |
| wk | Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC] |
| Mx fess. | Massima distanza tra le fessure [mm] |
| My fess. | Apertura fessure in mm calcolata = $sr\ max \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi |
| | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm] |
| | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm] |

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|----|-------|------|----|-------------------|--------|----------------|----------|---------|
| 1 | S | -0.00059 | 0 | 0.936 | 29.9 | 72 | 0.00034 (0.00034) | 457 | 0.157 (990.00) | 10464.27 | 0.00 |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 2.38 | -105.0 | 300.0 | -95.5 | -88.3 | 8.7 | 5985 | 268.6 |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|----|-------|------|----|-------------------|--------|--------------|----------|---------|
| 1 | S | -0.00050 | 0 | 0.936 | 29.9 | 72 | 0.00029 (0.00029) | 457 | 0.131 (0.20) | 10464.27 | 0.00 |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

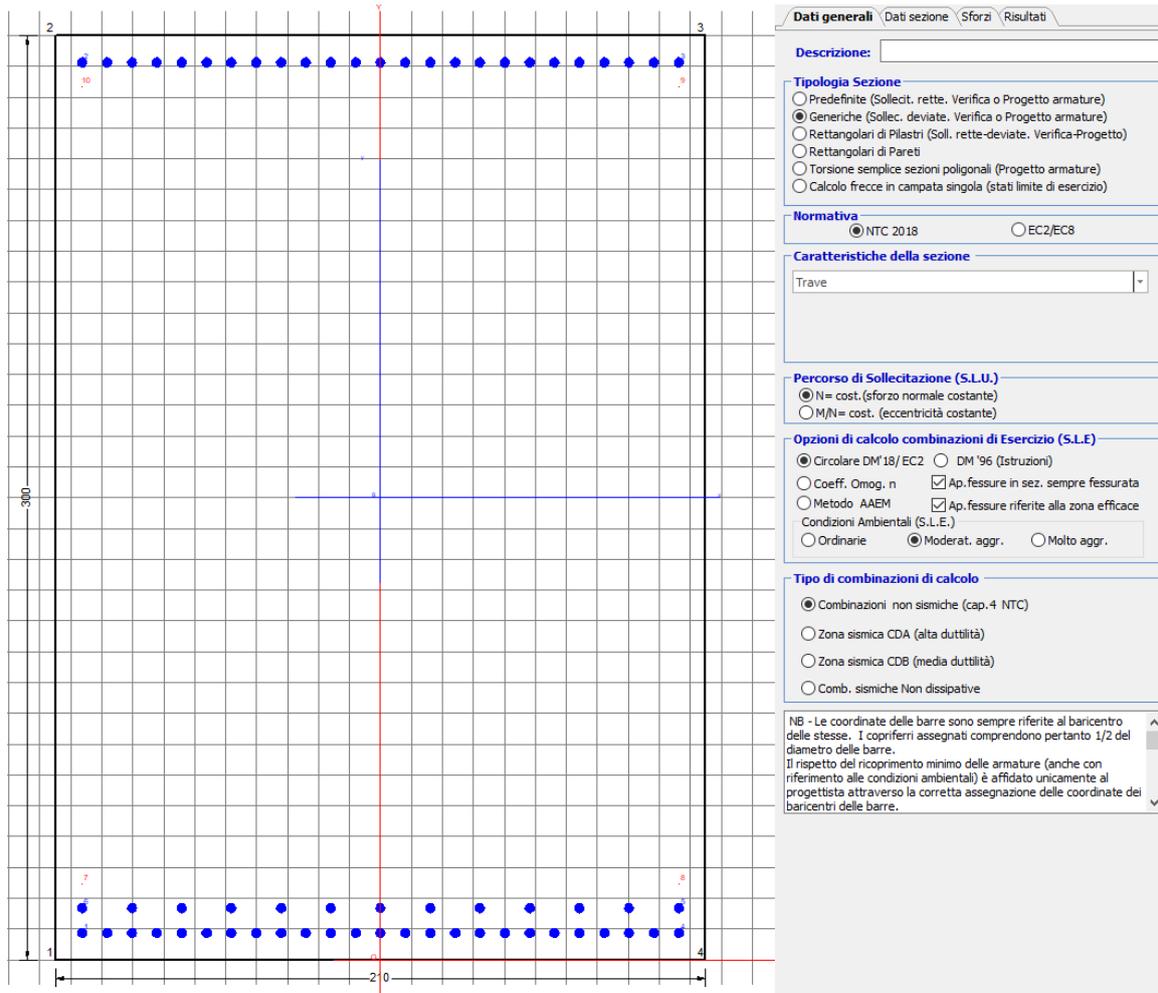
| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 1.18 | 105.0 | 300.0 | -47.3 | -56.2 | 8.7 | 5985 | 268.6 |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|----|-------|------|----|-------------------|--------|--------------|----------|---------|
| 1 | S | -0.00025 | 0 | 0.936 | 29.9 | 72 | 0.00014 (0.00014) | 457 | 0.065 (0.20) | 10464.27 | 0.00 |

10.2.2 Direzione longitudinale

Armatura disposta lungo la direzione longitudinale all'asse del ponte



DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: fondazione X 210x300

Descrizione Sezione:
Metodo di calcolo resistenza: Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione: Sezione generica di Trave
Normativa di riferimento: N.T.C.
Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali: Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità: Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO - Classe: C25/30
Resis. compr. di progetto fcd: 14.160 MPa
Def.unit. max resistenza ec2: 0.0020
Def.unit. ultima ecu: 0.0035

| | |
|---|----------------------------|
| Diagramma tensione-deformaz.: | Parabola-Rettangolo |
| Modulo Elastico Normale Ec: | 31475.0 MPa |
| Resis. media a trazione fctm: | 2.560 MPa |
| Coeff. Omogen. S.L.E.: | 15.00 |
| Coeff. Omogen. S.L.E.: | 15.00 |
| Sc limite S.L.E. comb. Frequenti: | 137.50 daN/cm ² |
| Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti: | 0.200 mm |
| Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: | 0.00 MPa |
| Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.: | 0.200 mm |

ACCIAIO -

| | |
|--|-----------------------------|
| Tipo: | B450C |
| Resist. caratt. snervam. fyk: | 450.00 MPa |
| Resist. caratt. rottura ftk: | 450.00 MPa |
| Resist. snerv. di progetto fyd: | 391.30 MPa |
| Resist. ultima di progetto ftd: | 391.30 MPa |
| Deform. ultima di progetto Epu: | 0.068 |
| Modulo Elastico Ef | 2000000 daN/cm ² |
| Diagramma tensione-deformaz.: | Bilineare finito |
| Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$: | 1.00 |
| Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$: | 0.50 |
| Sf limite S.L.E. Comb. Rare: | 337.50 MPa |

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C25/30

| N°vertice: | X [cm] | Y [cm] |
|------------|--------|--------|
| 1 | -105.0 | 0.0 |
| 2 | -105.0 | 300.0 |
| 3 | 105.0 | 300.0 |
| 4 | 105.0 | 0.0 |

DATI BARRE ISOLATE

| N°Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ[mm] |
|---------|--------|--------|-----------|
| 1 | -96.3 | 8.7 | 30 |
| 2 | -96.3 | 291.3 | 30 |
| 3 | 96.3 | 291.3 | 30 |
| 4 | 96.3 | 8.7 | 30 |
| 5 | 96.3 | 16.7 | 30 |
| 6 | -96.3 | 16.7 | 30 |
| 7 | -96.3 | 24.7 | 1 |
| 8 | 96.3 | 24.7 | 1 |
| 9 | 96.3 | 283.3 | 1 |
| 10 | -96.3 | 283.3 | 1 |

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
 N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
 N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
 N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
 Ø Diametro in mm delle barre della generazione

| N°Gen. | N°Barra Ini. | N°Barra Fin. | N°Barre | Ø |
|--------|--------------|--------------|---------|----|
| 1 | 2 | 3 | 23 | 30 |
| 2 | 6 | 5 | 23 | 30 |

3

1

4

23

30

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

| N°Comb. | N | Mx | My | Vy | Vx |
|---------|------|----------|------|------|------|
| 1 | 0.00 | 14728.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | 0.00 | 14470.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|------|----------|------|
| 1 | 0.00 | 11944.00 | 0.00 |

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|------|---------------------|-------------|
| 1 | 0.00 | 10115.00 (11009.93) | 0.00 (0.00) |

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|------|--------------------|-------------|
| 1 | 0.00 | 5012.00 (11009.93) | 0.00 (0.00) |

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 5.0 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

| | |
|----------|--|
| Ver | S = combinazione verificata / N = combin. non verificata |
| N | Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione) |
| Mx | Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia |
| My | Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia |
| N Res | Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.) |
| Mx Res | Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia |
| My Res | Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia |
| Mis.Sic. | Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000 |
| As Tesa | Area armature trave [cm ²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC] |

| N°Comb | Ver | N | Mx | My | N Res | Mx Res | My Res | Mis.Sic. | As Tesa |
|--------|-----|------|----------|------|-------|----------|--------|----------|-------------|
| 1 | S | 0.00 | 14728.00 | 0.00 | 0.00 | 38306.40 | 0.00 | 2.60 | 353.4(90.5) |
| 2 | S | 0.00 | 14470.00 | 0.00 | 0.00 | 38306.40 | 0.00 | 2.65 | 353.4(90.5) |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

| | |
|--------|--|
| ec max | Deform. unit. massima del conglomerato a compressione |
| x/d | Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45 |
| Xc max | Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| Yc max | Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| es min | Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione) |
| Xs min | Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| Ys min | Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| es max | Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.) |
| Xs max | Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| Ys max | Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.) |

| N°Comb | ec max | x/d | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
|--------|---------|-------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1 | 0.00350 | 0.099 | -105.0 | 300.0 | 0.00244 | -96.3 | 291.3 | -0.03199 | -96.3 | 8.7 |
| 2 | 0.00350 | 0.099 | -105.0 | 300.0 | 0.00244 | -96.3 | 291.3 | -0.03199 | -96.3 | 8.7 |

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

| | |
|---------|---|
| a, b, c | Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,O gen. |
| x/d | Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45 |
| C.Rid. | Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue |

| N°Comb | a | b | c | x/d | C.Rid. |
|--------|-------------|-------------|--------------|-------|--------|
| 1 | 0.000000000 | 0.000121830 | -0.033048913 | 0.099 | 0.700 |
| 2 | 0.000000000 | 0.000121830 | -0.033048913 | 0.099 | 0.700 |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

| | |
|----------------|--|
| Ver | S = comb. verificata/ N = comb. non verificata |
| Sc max | Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa] |
| Xc max, Yc max | Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O) |
| Sf min | Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa] |
| Xs min, Ys min | Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O) |
| Ac eff. | Area di calcestruzzo [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre |
| As eff. | Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure |

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 3.88 | 105.0 | 300.0 | -131.6 | -72.2 | 8.7 | 6720 | 353.4 |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

| | |
|-------------|--|
| Ver. | La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm} |
| e1 | Esito della verifica |
| e2 | Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata |
| k1 | Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area $A_{c\text{ eff}}$ |
| kt | = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2] |
| k2 | = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2] |
| k3 | = $(e1 + e2)/(2*e1)$ [eq.(7.13)EC2] |
| k4 | = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali |
| Ø | = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali |
| Cf | Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\text{ eff}}$ [eq.(7.11)EC2] |
| e sm - e cm | Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa |
| sr max | Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] |
| wk | Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC] |
| Mx fess. | Massima distanza tra le fessure [mm] |
| My fess. | Apertura fessure in mm calcolata = $sr_{max} * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi |
| | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm] |
| | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm] |

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|----|-------|------|----|-------------------|--------|----------------|----------|---------|
| 1 | S | -0.00069 | 0 | 0.925 | 30.0 | 72 | 0.00046 (0.00039) | 424 | 0.196 (990.00) | 11009.93 | 0.00 |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 3.28 | 105.0 | 300.0 | -111.5 | -56.2 | 8.7 | 6720 | 353.4 |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|----|-------|------|----|-------------------|--------|--------------|----------|---------|
| 1 | S | -0.00058 | 0 | 0.925 | 30.0 | 72 | 0.00036 (0.00033) | 424 | 0.154 (0.20) | 11009.93 | 0.00 |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 1.63 | -105.0 | 300.0 | -55.2 | -80.3 | 8.7 | 6720 | 353.4 |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|----|-------|------|----|-------------------|--------|--------------|----------|---------|
| 1 | S | -0.00029 | 0 | 0.925 | 30.0 | 72 | 0.00017 (0.00017) | 424 | 0.070 (0.20) | 11009.93 | 0.00 |

10.3 Verifica a punzonamento

| | | | | | |
|---|--|--|-------------|----------|----------------|
| perimetro del palo | | | uo | 3.76991 | m |
| diffusione dello sforzo | | | secondo | NS 3483E | |
| angolo d'inclinazione superficie | | | ϑ | 45 | gradi |
| perimetro zona critica | | | u1 | 20.169 | m |
| altezza della sezione utile | | | d | 2.61 | m |
| raggio interno | | | r | 0.6 | m |
| raggio esterno | | | R | 3.21 | m |
| ipotenusa triangolo interno del cono | | | a | 3.6911 | m |
| | | | | | |
| angolo massimo di sviluppo | | | $\alpha 1$ | 25 | gradi |
| angolo minimo di sviluppo | | | $\alpha 2$ | -115 | gradi |
| sviluppo della superficie resistente | | | α | 1.22173 | rad |
| | | | | | |
| superficie totale del tronco cono | | | S1 | 17.1813 | m ² |
| coefficiente carico | | | β | 1.4 | |
| resistenza caratteristica del calcestruzzo | | | fck | 25 | MPa |
| resistenza di calcolo del calcestruzzo | | | fcd | 14.1667 | MPa |
| valore di progetto del taglio | | | Ved | 4620.87 | kN |
| | | | | | |
| valore massimo della resistenza unitaria in adiacenza palo | | | | | |
| tensione di progetto di verifica su perimetro uo | | | ved | 0.65748 | MPa |
| resistenza associata | | | vRd,max | 5 | MPa |
| | | | | 0.1315 | |
| valore di progetto di una piastra priva di armature a punzonamento | | | | | |
| coefficiente di dato dai carichi | | | CRd,c | 0.12 | |
| fattore di scala | | | k | 1.97358 | |
| percentuale geometrica armatura fless. trasv | | | qly | 0.00549 | |
| percentuale geometrica armatura fless. long | | | qlz | 0.00406 | |
| percentuale meccanica complessiva | | | ql | 0.00683 | |
| coefficiente | | | k1 | 0.1 | |
| tensione di progetto di verifica su perimetro u1 | | | ved | 0.37653 | MPa |
| | | | vRd,c | 0.57532 | MPa |
| | | | | 0.65447 | |

| | | | | | | |
|---|---|------------------|-------------|-------------------|------------------------|-----------|
|  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m | | | | | |
| | Progetto definitivo Relazione di calcolo Pile – P20 | COMMESSA RS3T | LOTTO 30 | CODIFICA D09CL | DOCUMENTO VI0805003 | REV. B |

11. PALI DI FONDAZIONE

11.1 Ridistribuzione sollecitazioni testa palo

Le sollecitazioni agenti in testa palo vengono calcolate nell'ipotesi di platea di fondazione infinitamente rigida, attraverso la relazione

$$R(x, y) = \frac{N}{n} + \frac{M_l}{J_l} \cdot y + \frac{M_t}{J_t} \cdot x$$

dove N, M_l, M_t sono lo sforzo normale e i momenti flettenti longitudinale e trasversale agenti al baricentro della palificata, n è il numero di pali e J_l, J_t sono le inerzie longitudinale e trasversale della palificata

$$J_l = \sum y_i^2 \qquad J_t = \sum x_i^2$$

Per quanto riguarda le sollecitazioni orizzontali in testa palo, si assume che le azioni di taglio di ripartiscano uniformemente tra i pali, risultando

$$T(x, y) = \frac{\sqrt{H_l^2 + H_t^2}}{n}$$

dove H_l, H_t sono le forze orizzontali longitudinale e trasversale agenti al baricentro della palificata.

11.2 Verifica strutturale

A seconda della verifica di riferimento le sollecitazioni identificate sono riferite ad un fattore di comportamento differente, ottenendo per cui le seguenti ridistribuzioni in testa palo:

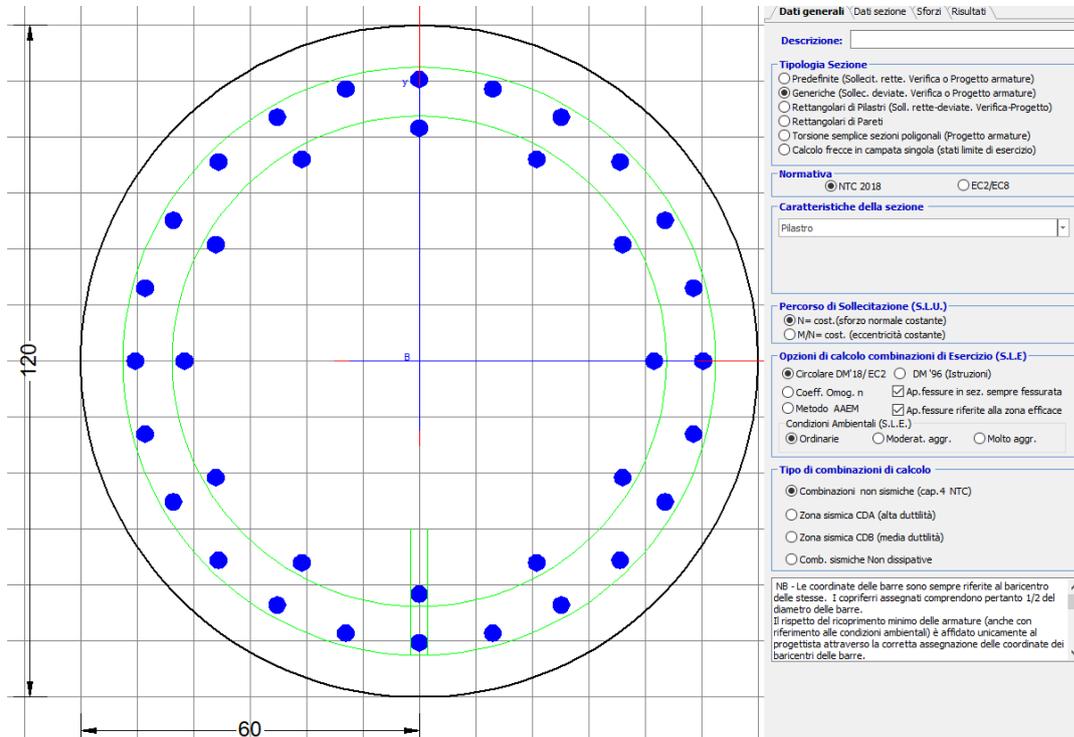
Sollecitazioni nel baricentro della fondazione per analisi di presso-flessione

| TABELLA PER FLESSIONE | | | | | | |
|-----------------------|--------------|-------|-------|--------------|--------------|--|
| | N | Tlong | Ttras | Mlong | Mtras | |
| A1_SLU_gr3+vento_7 | 38119 | 1680 | 1549 | 20883 | 23776 | |
| E_103x_SLV_q=1.36_63 | 23240 | 5755 | 1881 | 53265 | 20060 | |
| E_103y_SLV_q=1.36_64 | 23240 | 2536 | 4975 | 18408 | 61529 | |
| E_103x_SLV_q=1.36_63 | 23240 | 5755 | 1881 | 53265 | 20060 | |
| E_103y_SLV_q=1.36_64 | 23240 | 2536 | 4975 | 18408 | 61529 | |
| | | | | | | |

| | | | | | | |
|---|---|-------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m | | | | | |
| | <i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P20</i> | COMMESSA RS3T | LOTTO 30 | CODIFICA D09CL | DOCUMENTO VI0805003 | REV. B |

Ridistribuzione

| n. palo | X | Y | combo1 | combo2 | combo3 |
|--|-------|------|---------|----------|---------|
| 1 | 0 | 3.6 | 5202.29 | 5048.14 | 3434.41 |
| 2 | 0 | -3.6 | 3268.66 | 116.22 | 1729.96 |
| 3 | 3.6 | 3.6 | 6303.06 | 5976.84 | 6282.98 |
| 4 | 3.6 | -3.6 | 4369.42 | 1044.92 | 4578.53 |
| 5 | -3.6 | -3.6 | 2167.9 | -812.48 | -1118.6 |
| 6 | -3.6 | 3.6 | 4101.53 | 4119.44 | 585.837 |
| 7 | 3.6 | 0 | 5336.24 | 3510.88 | 5430.75 |
| 8 | -3.6 | 0 | 3134.71 | 1653.48 | -266.39 |
| 9 | 0 | 0 | 4235.48 | 2582.18 | 2582.18 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| taglio equivalente | | | 253.968 | 672.748 | 620.5 |
| | | | | | |
| alfa derivante dall'analisi geotecnica | | | | α | 2.66 |
| | | | | | |
| | N | Tl | Tt | ML | Mt |
| combo1 | 6303 | 187 | 172 | 560 | 516 |
| combo2 | 5977 | 639 | 209 | 1918 | 627 |
| combo3 | 6283 | 282 | 553 | 845 | 1658 |
| combo4 | -1119 | 282 | 553 | 845 | 1658 |



Dati generali | Dati sezione | Sforzi | Risultati

Descrizione:

Tipologia Sezione

- Predefinite (Sollec. rette. Verifica o Progetto armature)
- Generiche (Sollec. deviate. Verifica o Progetto armature)
- Rettangolari di Pilastri (Sol. rette-deviate. Verifica-Progetto)
- Rettangolari di Pareti
- Torsione semplice sezioni poligonali (Progetto armature)
- Calcolo frecce in campata singola (stati limite di esercizio)

Normativa

- NTC 2018
- EC2/EC8

Caratteristiche della sezione

Pilastro

Percorso di Sollecitazione (S.L.U.)

- N= cost. (sforzo normale costante)
- M/N= cost. (eccentricità costante)

Opzioni di calcolo combinazioni di Esercizio (S.L.E.)

- Circolare DM18/EC2
- DM '96 (Istruzioni)
- Coeff. Omog. n
- Ap.fessure in sez. sempre fessurata
- Metodo AAEM
- Ap.fessure riferite alla zona efficace

Condizioni Ambientali (S.L.E.)

- Ordinarie
- Moderat. agr.
- Molto agr.

Tipo di combinazioni di calcolo

- Combinazioni non sismiche (cap.4 NTC)
- Zona sismica CDA (alta duttilità)
- Zona sismica CDB (media duttilità)
- Comb. sismiche Non dissipative

NB - Le coordinate delle barre sono sempre riferite al baricentro delle stesse. I copriferrì assegnati comprendono pertanto 1/2 del diametro delle barre.
Il rispetto del ricoprimento minimo delle armature (anche con riferimento alle condizioni ambientali) è affidato unicamente al progettista attraverso la corretta assegnazione delle coordinate dei baricentri delle barre.

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.
NOME SEZIONE: Circolare 3.5m

| | |
|-------------------------------|---|
| Descrizione Sezione: | Resistenze agli Stati Limite Ultimi |
| Metodo di calcolo resistenza: | Sezione generica di Pilastro |
| Tipologia sezione: | N.T.C. |
| Normativa di riferimento: | A Sforzo Norm. costante |
| Percorso sollecitazione: | Poco aggressive |
| Condizioni Ambientali: | Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia |
| Riferimento Sforzi assegnati: | Riferimento alla sismicità: Zona non sismica |

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

| | | | |
|---------------------------------|---|---------------------|---------------------|
| CALCESTRUZZO - | Classe: | C25/30 | |
| | Resis. compr. di progetto fcd: | 14.160 | MPa |
| | Def.unit. max resistenza ec2: | 0.0020 | |
| | Def.unit. ultima ecu: | 0.0035 | |
| | Diagramma tensione-deformaz.: | Parabola-Rettangolo | |
| | Modulo Elastico Normale Ec: | 31475.0 | MPa |
| | Resis. media a trazione fctm: | 2.560 | MPa |
| | Coeff. Omogen. S.L.E.: | 15.00 | |
| | Coeff. Omogen. S.L.E.: | 15.00 | |
| | Sc limite S.L.E. comb. Frequenti: | 137.50 | daN/cm ² |
| | Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti: | 0.200 | mm |
| | Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: | 0.00 | Mpa |
| | Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.: | 0.200 | mm |
| | ACCIAIO - | Tipo: | B450C |
| Resist. caratt. snervam. fyk: | | 450.00 | MPa |
| Resist. caratt. rottura ftk: | | 450.00 | MPa |
| Resist. snerv. di progetto fyd: | | 391.30 | MPa |
| Resist. ultima di progetto ftd: | | 391.30 | MPa |

| | | |
|--|------------------|---------------------|
| Deform. ultima di progetto Epu: | 0.068 | |
| Modulo Elastico Ef | 2000000 | daN/cm ² |
| Diagramma tensione-deformaz.: | Bilineare finito | |
| Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1*\beta_2$: | 1.00 | |
| Coeff. Aderenza differito $\beta_1*\beta_2$: | 0.50 | |
| Sf limite S.L.E. Comb. Rare: | 337.50 | MPa |

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare
Classe Conglomerato: C25/30

Raggio circ.: 60.0 cm
X centro circ.: 0.0 cm
Y centro circ.: 0.0 cm

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre
Xcentro Ascissa [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate
Ycentro Ordinata [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate
Raggio Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
N°Barre Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza
Ø Diametro [mm] della singola barra generata

| N°Gen. | Xcentro | Ycentro | Raggio | N°Barre | Ø |
|--------|---------|---------|--------|---------|----|
| 1 | 0.0 | 0.0 | 50.3 | 24 | 30 |
| 2 | 0.0 | 0.0 | 41.6 | 12 | 30 |

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

| N°Comb. | N | Mx | My | Vy | Vx |
|---------|---------|---------|---------|------|------|
| 1 | 6681.59 | 398.84 | 737.10 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | 1147.26 | 247.49 | 407.38 | 0.00 | 0.00 |
| 3 | 6419.95 | 496.70 | 498.09 | 0.00 | 0.00 |
| 4 | 6681.59 | 398.84 | 737.10 | 0.00 | 0.00 |
| 5 | 6419.95 | 496.70 | 498.09 | 0.00 | 0.00 |
| 6 | 6681.59 | 398.84 | 737.10 | 0.00 | 0.00 |
| 7 | 5802.85 | 680.66 | 1295.03 | 0.00 | 0.00 |
| 8 | -638.23 | 680.66 | 1295.03 | 0.00 | 0.00 |
| 9 | 5513.73 | 1484.09 | 508.26 | 0.00 | 0.00 |
| 10 | 5802.85 | 680.66 | 1295.03 | 0.00 | 0.00 |
| 11 | 5513.73 | 1484.09 | 508.26 | 0.00 | 0.00 |
| 12 | 5802.85 | 680.66 | 1295.03 | 0.00 | 0.00 |

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)

My con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
 Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|---------|--------|--------|
| 1 | 4678.48 | 275.00 | 484.90 |
| 2 | 949.51 | 275.00 | 473.49 |
| 3 | 4501.10 | 342.51 | 320.43 |
| 4 | 4678.48 | 275.00 | 484.90 |
| 5 | 4501.10 | 342.51 | 320.43 |
| 6 | 4678.48 | 275.00 | 484.90 |
| 7 | 4879.71 | 354.84 | 733.23 |
| 8 | 191.24 | 354.84 | 733.23 |
| 9 | 4154.76 | 793.03 | 304.16 |
| 10 | 4312.43 | 354.84 | 733.23 |
| 11 | 4154.76 | 947.35 | 304.16 |
| 12 | 4312.43 | 354.84 | 891.93 |

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|---------|-----------------|-----------------|
| 1 | 4678.48 | 275.00 (0.00) | 484.90 (0.00) |
| 2 | 949.51 | 275.00 (429.73) | 473.49 (739.91) |
| 3 | 4678.48 | 275.00 (0.00) | 484.90 (0.00) |
| 4 | 4678.48 | 275.00 (0.00) | 484.90 (0.00) |
| 5 | 4678.48 | 275.00 (0.00) | 484.90 (0.00) |
| 6 | 4678.48 | 275.00 (0.00) | 484.90 (0.00) |

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|---------|-------------|--------------|
| 1 | 2677.91 | 0.38 (0.00) | 70.28 (0.00) |
| 2 | 2349.57 | 0.38 (0.00) | 70.28 (0.00) |
| 3 | 2677.91 | 0.38 (0.00) | 70.28 (0.00) |
| 4 | 2677.91 | 0.38 (0.00) | 70.28 (0.00) |
| 5 | 2677.91 | 0.38 (0.00) | 70.28 (0.00) |
| 6 | 2677.91 | 0.38 (0.00) | 70.28 (0.00) |

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 8.2 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 5.7 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

| | |
|-----------|--|
| Ver | S = combinazione verificata / N = combin. non verificata |
| N | Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione) |
| Mx | Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia |
| My | Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia |
| N Res | Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.) |
| Mx Res | Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia |
| My Res | Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia |
| Mis.Sic. | Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r, Mx Res, My Res) e (N, Mx, My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000 |
| As Totale | Area totale barre longitudinali [cm ²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa] |

| N°Comb | Ver | N | Mx | My | N Res | Mx Res | My Res | Mis.Sic. | As Totale |
|--------|-----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|-------------|
| 1 | S | 6681.59 | 398.84 | 737.10 | 6681.37 | 2191.87 | 4051.84 | 5.50 | 254.5(33.9) |
| 2 | S | 1147.26 | 247.49 | 407.38 | 1147.01 | 2118.46 | 3482.52 | 8.55 | 254.5(33.9) |
| 3 | S | 6419.95 | 496.70 | 498.09 | 6419.94 | 3252.58 | 3261.44 | 6.55 | 254.5(33.9) |
| 4 | S | 6681.59 | 398.84 | 737.10 | 6681.37 | 2191.87 | 4051.84 | 5.50 | 254.5(33.9) |
| 5 | S | 6419.95 | 496.70 | 498.09 | 6419.94 | 3252.58 | 3261.44 | 6.55 | 254.5(33.9) |
| 6 | S | 6681.59 | 398.84 | 737.10 | 6681.37 | 2191.87 | 4051.84 | 5.50 | 254.5(33.9) |
| 7 | S | 5802.85 | 680.66 | 1295.03 | 5802.81 | 2145.43 | 4068.81 | 3.14 | 254.5(33.9) |
| 8 | S | -638.23 | 680.66 | 1295.03 | -638.42 | 1720.98 | 3251.81 | 2.51 | 254.5(33.9) |
| 9 | S | 5513.73 | 1484.09 | 508.26 | 5513.92 | 4344.56 | 1488.94 | 2.93 | 254.5(33.9) |
| 10 | S | 5802.85 | 680.66 | 1295.03 | 5802.81 | 2145.43 | 4068.81 | 3.14 | 254.5(33.9) |
| 11 | S | 5513.73 | 1484.09 | 508.26 | 5513.92 | 4344.56 | 1488.94 | 2.93 | 254.5(33.9) |
| 12 | S | 5802.85 | 680.66 | 1295.03 | 5802.81 | 2145.43 | 4068.81 | 3.14 | 254.5(33.9) |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

| | |
|--------|--|
| ec max | Deform. unit. massima del conglomerato a compressione |
| Xc max | Deform. unit. massima del conglomerato a compressione Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| Yc max | Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| es min | Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione) |
| Xs min | Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| Ys min | Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| es max | Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.) |
| Xs max | Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| Ys max | Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.) |

| N°Comb | ec max | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1 | 0.00350 | 52.8 | 0.3 | 0.00295 | 43.6 | 25.2 | -0.00272 | -43.6 | -25.2 |
| 2 | 0.00350 | 51.3 | 0.3 | 0.00269 | 43.6 | 25.2 | -0.00565 | -43.6 | -25.2 |
| 3 | 0.00350 | 42.5 | 0.3 | 0.00294 | 35.6 | 35.6 | -0.00281 | -35.6 | -35.6 |
| 4 | 0.00350 | 52.8 | 0.3 | 0.00295 | 43.6 | 25.2 | -0.00272 | -43.6 | -25.2 |
| 5 | 0.00350 | 42.5 | 0.3 | 0.00294 | 35.6 | 35.6 | -0.00281 | -35.6 | -35.6 |
| 6 | 0.00350 | 52.8 | 0.3 | 0.00295 | 43.6 | 25.2 | -0.00272 | -43.6 | -25.2 |
| 7 | 0.00350 | 53.1 | 26.1 | 0.00292 | 43.6 | 25.2 | -0.00305 | -43.6 | -25.2 |
| 8 | 0.00350 | 53.1 | 26.1 | 0.00255 | 43.6 | 25.2 | -0.00725 | -43.6 | -25.2 |
| 9 | 0.00350 | 19.4 | 56.0 | 0.00291 | 13.0 | 48.6 | -0.00315 | -13.0 | -48.6 |
| 10 | 0.00350 | 53.1 | 26.1 | 0.00292 | 43.6 | 25.2 | -0.00305 | -43.6 | -25.2 |
| 11 | 0.00350 | 19.4 | 57.1 | 0.00291 | 13.0 | 48.6 | -0.00315 | -13.0 | -48.6 |
| 12 | 0.00350 | 53.1 | 22.2 | 0.00292 | 43.6 | 25.2 | -0.00305 | -43.6 | -25.2 |

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

| | |
|---------|---|
| a, b, c | Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen. |
| x/d | Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]; deve essere < 0.45 |
| C.Rid. | Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue |

| N°Comb | a | b | c | x/d | C.Rid. |
|--------|---|---|---|-----|--------|
|--------|---|---|---|-----|--------|



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

PROGETTO DEFINITIVO

VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m

Progetto definitivo

Relazione di calcolo Pile – P20

COMMESSA

RS3T

LOTTO

30

CODIFICA

D09CL

DOCUMENTO

VI0805003

REV.

B

FOGLIO

113 di 117

| | | | | | |
|----|-------------|-------------|--------------|------|------|
| 1 | 0.000049571 | 0.000026823 | 0.000118242 | ---- | ---- |
| 2 | 0.000070921 | 0.000043086 | -0.001478986 | ---- | ---- |
| 3 | 0.000040531 | 0.000040418 | 0.000065652 | ---- | ---- |
| 4 | 0.000049571 | 0.000026823 | 0.000118242 | ---- | ---- |
| 5 | 0.000040531 | 0.000040418 | 0.000065652 | ---- | ---- |
| 6 | 0.000049571 | 0.000026823 | 0.000118242 | ---- | ---- |
| 7 | 0.000052601 | 0.000027647 | -0.000065417 | ---- | ---- |
| 8 | 0.000086275 | 0.000045346 | -0.002347986 | ---- | ---- |
| 9 | 0.000019558 | 0.000057110 | -0.000121947 | ---- | ---- |
| 10 | 0.000052601 | 0.000027647 | -0.000065417 | ---- | ---- |
| 11 | 0.000019558 | 0.000057110 | -0.000121947 | ---- | ---- |
| 12 | 0.000052601 | 0.000027647 | -0.000065417 | ---- | ---- |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

| | |
|----------------|--|
| Ver | S = comb. verificata/ N = comb. non verificata |
| Sc max | Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa] |
| Xc max, Yc max | Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O) |
| Sf min | Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa] |
| Xs min, Ys min | Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O) |
| Ac eff. | Area di calcestruzzo [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre |
| As eff. | Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure |

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 5.40 | 52.2 | 0.0 | 17.4 | -43.6 | -25.2 | ---- | ---- |
| 2 | S | 3.50 | 51.9 | 0.0 | -39.9 | -43.6 | -25.2 | 1159 | 42.4 |
| 3 | S | 4.92 | 41.0 | 0.0 | 20.2 | -35.6 | -35.6 | ---- | ---- |
| 4 | S | 5.40 | 52.2 | 0.0 | 17.4 | -43.6 | -25.2 | ---- | ---- |
| 5 | S | 4.92 | 41.0 | 0.0 | 20.2 | -35.6 | -35.6 | ---- | ---- |
| 6 | S | 5.40 | 52.2 | 0.0 | 17.4 | -43.6 | -25.2 | ---- | ---- |
| 7 | S | 6.60 | 54.0 | 0.0 | 6.1 | -43.6 | -25.2 | 0 | 0.0 |
| 8 | S | 5.02 | 54.0 | 0.0 | -107.9 | -43.6 | -25.2 | 1699 | 56.5 |
| 9 | S | 6.30 | 21.5 | 0.0 | -3.7 | -13.0 | -48.6 | 354 | 7.1 |
| 10 | S | 6.24 | 54.0 | 0.0 | 0.1 | -43.6 | -25.2 | 0 | 0.0 |
| 11 | S | 7.01 | 18.3 | 0.0 | -14.1 | -13.0 | -48.6 | 354 | 7.1 |
| 12 | S | 6.91 | 55.8 | 0.0 | -9.0 | -48.6 | -13.0 | 517 | 14.1 |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

| | |
|-------------|---|
| Ver. | La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm} |
| e1 | Esito della verifica |
| e2 | Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata |
| k1 | Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff |
| kt | = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2] |
| k2 | = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2] |
| k3 | = $(e1 + e2)/(2 * e1)$ [eq.(7.13)EC2] |
| k4 | = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali |
| k4 | = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali |
| Ø | Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2] |
| Cf | Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa |
| e sm - e cm | Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] |
| | Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC] |
| sr max | Massima distanza tra le fessure [mm] |
| wk | Apertura fessure in mm calcolata = $sr_{max} * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi |
| Mx fess. | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm] |
| My fess. | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm] |

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|------|-------------------|--------|----------------|---------|---------|
| 1 | S | 0.00000 | 0.00000 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.000 (990.00) | 0.00 | 0.00 |
| 2 | S | -0.00024 | 0 | 0.833 | 30.0 | 82 | 0.00012 (0.00012) | 511 | 0.061 (990.00) | 429.73 | 739.91 |
| 3 | S | 0.00000 | 0.00000 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.000 (990.00) | 0.00 | 0.00 |

| | | | | | | | | | | | |
|----|---|----------|---------|-------|------|-----|-------------------|-----|----------------|---------|----------|
| 4 | S | 0.00000 | 0.00000 | --- | --- | --- | --- | --- | 0.000 (990.00) | 0.00 | 0.00 |
| 5 | S | 0.00000 | 0.00000 | --- | --- | --- | --- | --- | 0.000 (990.00) | 0.00 | 0.00 |
| 6 | S | 0.00000 | 0.00000 | --- | --- | --- | --- | --- | 0.000 (990.00) | 0.00 | 0.00 |
| 7 | S | -0.00001 | 0 | 0.833 | 30.0 | 82 | 0.00012 (0.00012) | 0 | 0.005 (990.00) | 6262.16 | 12939.92 |
| 8 | S | -0.00062 | 0 | 0.833 | 30.0 | 82 | 0.00032 (0.00032) | 534 | 0.173 (990.00) | 279.98 | 578.54 |
| 9 | S | -0.00006 | 0 | 0.646 | 30.0 | 82 | 0.00001 (0.00001) | 609 | 0.007 (990.00) | 2642.61 | 1013.55 |
| 10 | S | -0.00004 | 0 | 0.646 | 30.0 | 82 | 0.00001 (0.00001) | 0 | 0.005 (990.00) | 1746.64 | 3609.21 |
| 11 | S | -0.00012 | 0 | 0.785 | 30.0 | 82 | 0.00004 (0.00004) | 680 | 0.029 (990.00) | 1769.12 | 568.00 |
| 12 | S | -0.00010 | 0 | 0.694 | 30.0 | 82 | 0.00003 (0.00003) | 537 | 0.015 (990.00) | 809.94 | 2035.88 |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 5.40 | 52.2 | 0.0 | 17.4 | -43.6 | -25.2 | --- | --- |
| 2 | S | 3.50 | 51.9 | 0.0 | -39.9 | -43.6 | -25.2 | 1159 | 42.4 |
| 3 | S | 5.40 | 52.2 | 0.0 | 17.4 | -43.6 | -25.2 | --- | --- |
| 4 | S | 5.40 | 52.2 | 0.0 | 17.4 | -43.6 | -25.2 | --- | --- |
| 5 | S | 5.40 | 52.2 | 0.0 | 17.4 | -43.6 | -25.2 | --- | --- |
| 6 | S | 5.40 | 52.2 | 0.0 | 17.4 | -43.6 | -25.2 | --- | --- |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|-----|-------------------|--------|--------------|---------|---------|
| 1 | S | 0.00000 | 0.00000 | --- | --- | --- | --- | --- | 0.000 (0.20) | 0.00 | 0.00 |
| 2 | S | -0.00024 | 0 | 0.833 | 30.0 | 82 | 0.00012 (0.00012) | 511 | 0.061 (0.20) | 429.73 | 739.91 |
| 3 | S | 0.00000 | 0.00000 | --- | --- | --- | --- | --- | 0.000 (0.20) | 0.00 | 0.00 |
| 4 | S | 0.00000 | 0.00000 | --- | --- | --- | --- | --- | 0.000 (0.20) | 0.00 | 0.00 |
| 5 | S | 0.00000 | 0.00000 | --- | --- | --- | --- | --- | 0.000 (0.20) | 0.00 | 0.00 |
| 6 | S | 0.00000 | 0.00000 | --- | --- | --- | --- | --- | 0.000 (0.20) | 0.00 | 0.00 |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 2.06 | 60.0 | 0.0 | 22.9 | -50.3 | 0.0 | --- | --- |
| 2 | S | 1.84 | 60.0 | 0.0 | 19.6 | -50.3 | 0.0 | --- | --- |
| 3 | S | 2.06 | 60.0 | 0.0 | 22.9 | -50.3 | 0.0 | --- | --- |
| 4 | S | 2.06 | 60.0 | 0.0 | 22.9 | -50.3 | 0.0 | --- | --- |
| 5 | S | 2.06 | 60.0 | 0.0 | 22.9 | -50.3 | 0.0 | --- | --- |
| 6 | S | 2.06 | 60.0 | 0.0 | 22.9 | -50.3 | 0.0 | --- | --- |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|---------|---------|-----|-----|-----|-------------|--------|--------------|---------|---------|
| 1 | S | 0.00000 | 0.00000 | --- | --- | --- | --- | --- | 0.000 (0.20) | 0.00 | 0.00 |
| 2 | S | 0.00000 | 0.00000 | --- | --- | --- | --- | --- | 0.000 (0.20) | 0.00 | 0.00 |
| 3 | S | 0.00000 | 0.00000 | --- | --- | --- | --- | --- | 0.000 (0.20) | 0.00 | 0.00 |
| 4 | S | 0.00000 | 0.00000 | --- | --- | --- | --- | --- | 0.000 (0.20) | 0.00 | 0.00 |
| 5 | S | 0.00000 | 0.00000 | --- | --- | --- | --- | --- | 0.000 (0.20) | 0.00 | 0.00 |
| 6 | S | 0.00000 | 0.00000 | --- | --- | --- | --- | --- | 0.000 (0.20) | 0.00 | 0.00 |

| | | | | | | |
|--|---|-------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI08 - Viadotto ferroviario a Singolo binario – sviluppo complessivo 780 m | | | | | |
| | <i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione di calcolo Pile – P20</i> | COMMESSA RS3T | LOTTO 30 | CODIFICA D09CL | DOCUMENTO VI0805003 | REV. B |

11.3 Verifica a taglio

A seconda della verifica di riferimento le sollecitazioni identificate sono riferite ad un fattore di comportamento differente,

| TABELLA PER TAGLIO | | | | | | |
|--------------------|-------|-------------|-------------|-------|-------|--|
| | N | Tlong | Ttras | Mlong | Mtras | |
| A1_SLU_gr3+vento_7 | 38119 | 1680 | 1549 | 20883 | 23776 | |
| E_103x_SLV_q=1_66 | 23240 | 7427 | 2362 | 71370 | 26521 | |
| E_103y_SLV_q=1_67 | 23240 | 3038 | 6582 | 23840 | 83067 | |
| E_103x_SLV_q=1_66 | 23240 | 7427 | 2362 | 71370 | 26521 | |
| E_103y_SLV_q=1_67 | 23240 | 3038 | 6582 | 23840 | 83067 | |

Ottenendo per cui le seguenti azioni in testa palo

| | | combo1 | combo2 |
|------------------------------------|----------------|--------|--------|
| sollecitazione massima direzione x | T _x | 7427 | 3038 |
| sollecitazione massima direzione y | T _y | 2362 | 6582 |
| vettore complessivo, singolo palo | T | 866 | 805 |

Progetto armature

| | | | |
|---|----------------------------------|-------|-----------------|
| diametro armature trasversale | φ | 12 | mm |
| bracci staffe | bs | 2 | |
| diametro pali | R | 0.6 | m |
| area armature trasversale | A _{sw} | 2.3 | cm ² |
| passo staffe | s | 20.0 | cm |
| copriferro netto + staffa + f _i /2 | c' | 9.7 | cm |
| resistenza di calcolo armatura | f _{yd} | 391.0 | Mpa |
| resistenza caratteristica res cls | f _{ck} | 25.0 | |
| resistenza di calcolo res. Calc | f _{cd} | 18.5 | Mpa |
| resistenza ridotta | f' _c | 9.2 | Mpa |
| braccio delle forze interne | z=0.9d | 88.3 | cm |
| larghezza biella | bw | 100.9 | cm |
| inclinazione staffe | α | 90 | gradi |
| inclinazione biella | β | 22 | gradi |
| resistenza puntoni | V _c | 2839 | kN |
| resistenza staffe | V _s | 977 | kN |
| taglio resisistente | V _r | 977 | kN |
| taglio massimo agente | V _{ed} | 866 | kN |
| | V _{ed} /V _{rd} | 0.89 | |

12. INCIDENZE

| | |
|----------------------|------------------------|
| Baggioli/Ritegni | 350 kg/mc |
| Pulvino | 180 kg/mc |
| Fusto Pila | 110 kg/mc |
| Plinto di fondazione | 140 kg/mc |
| Pali di fondazione | primo tratto 195 kg/mc |