

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CONTRATTO ISTITUZIONALE DI SVILUPPO PER LA REALIZZAZIONE DELLA DIRETTRICE FERROVIARIA NAPOLI-BARI-LECCE-TARANTO

U.O. STRUTTURE

PROGETTO DEFINITIVO

LINEA POTENZA - FOGGIA - AMMODERNAMENTO

SOTTOPROGETTO 2: ELETTRIFICAZIONE, RETTIFICHE DI TRACCIATO, SOPPRESSIONE P.L. E CONSOLIDAMENTO SEDE.

LOTTO 2 – RETTIFICHE DI TRACCIATO, SOPPRESSIONE P.L. E CONSOLIDAMENTO SEDE

IV03 - KM 17+550

RELAZIONE DI CALCOLO PILE E FONDAZIONI

SCALA:

-

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

I A 0 X 0 2 D 0 9 C L I V 0 3 0 0 0 0 2 A

| Rev. | Descrizione | Redatto | Data | Verificato | Data | Approvato | Data | Autorizzato | Data |
|------|---------------------|-----------------------------------|-----------|-----------------------------------|-----------|-----------------------------------|-----------|-----------------------------------|-----------|
| A | EMISSIONE ESECUTIVA | G. Grimaldi <i>G. Grimaldi</i> | MAR. 2015 | P. Di Nucci <i>P. Di Nucci</i> | MAR. 2015 | G. Lestingi <i>G. Lestingi</i> | MAR. 2015 | A. VITTOZZI <i>A. Vittozzi</i> | MAR. 2015 |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

ITALFERR S.p.A.
 U.O. STRUTTURE
 Dott. Ing. *A. Vittozzi*
 Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma
 n° AZ 2733

File: IA0X02D09CLIV0300002A

n. Elab.:

L2.185

INDICE

| | | |
|-----|---|----|
| 1. | DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO | 4 |
| 2. | DESCRIZIONE DELL'OPERA | 5 |
| 3. | NORMATIVE DI RIFERIMENTO | 7 |
| 4. | UNITÀ DI MISURA E SIMBOLOGIA | 8 |
| 5. | MATERIALI..... | 10 |
| 5.1 | CALCESTRUZZO PER MAGRONE DI RIEMPIMENTO O LIVELLAMENTO..... | 10 |
| 5.2 | CALCESTRUZZO PER USI STRUTTURALI..... | 10 |
| 5.3 | ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO..... | 11 |
| 6. | ANALISI DEI CARICHI..... | 12 |
| 6.1 | PESI PROPRI E CARICHI PERMANENTI PORTATI (G1,G2)..... | 12 |
| 6.2 | CARICHI MOBILI (Q1)..... | 13 |
| 6.3 | AZIONE LONGITUDINALE DI FRENAMENTO O DI ACCELERAZIONE (Q3)..... | 13 |
| 6.4 | AZIONE CENTRIFUGA (Q4) | 14 |
| 6.5 | AZIONE DEL VENTO (Q5)..... | 14 |
| 6.6 | URTO DA TRAFFICO FERROVIARIO | 15 |
| 6.7 | ATTRITO (Q7)..... | 15 |
| 6.8 | AZIONI SISMICHE (Q6)..... | 15 |
| 7. | MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA | 19 |
| 7.1 | ANALISI SISMICA..... | 21 |
| 8. | COMBINAZIONI DEI CARICHI | 22 |
| 8.1 | COEFFICIENTI..... | 24 |
| 9. | VERIFICHE STRUTTURALI..... | 27 |
| 9.1 | VERIFICA DEL PULVINO..... | 27 |
| 9.2 | VERIFICA DEI RITEGNI SISMICI E DEI BAGGIOLI..... | 29 |

Relazione di calcolo pile e fondazioni

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|---------|
| IA0X | 02 | D 09 CL | IV0300 002 | A | 3 di 72 |

| | | |
|-------|--|----|
| 9.3 | BASE FUSTO PILA..... | 35 |
| 9.3.1 | Verifica Combinazioni STR..... | 35 |
| 9.3.2 | Verifica Combinazioni Eccezionali..... | 50 |
| 9.4 | ZATTERA DI FONDAZIONE..... | 51 |
| 9.4.1 | Verifica Combinazioni SLU SLV Eccezionali..... | 52 |
| 9.5 | PALI DI FONDAZIONE..... | 56 |
| 9.5.1 | Calcolo delle sollecitazioni..... | 56 |
| 9.5.2 | Verifiche a Pressoflessione..... | 61 |
| 9.5.3 | Verifiche a Taglio..... | 70 |
| 10. | VERIFICHE GEOTECNICHE..... | 72 |

1. DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO

La presente relazione si colloca nell'ambito del progetto di ammodernamento della linea ferroviaria Foggia – Potenza, ed in particolare della tratta tra Cervaro (km 8+650) e Potenza Centrale (km 118+330) teso a garantire uno standard qualitativo più elevato rispetto allo stato attuale.

La presente relazione ha per oggetto le verifiche secondo il metodo semiprobabilistico agli Stati Limite (S.L.) delle pile del viadotto IV03.

Le analisi strutturali e le verifiche di sicurezza sono state effettuate in accordo con le disposizioni vigenti in Italia e con riferimento alla nuova classificazione sismica del territorio nazionale, secondo il DM 14 gennaio 2008.

2. DESCRIZIONE DELL'OPERA

L'elevazione delle pile è costituita da un fusto la cui forma e dimensioni sono riportate nella figura seguente e da un pulvino variabile (l'altezza in cui avviene la rastremazione è pari a 1.0 m) con dimensioni massime di 12.30 x 3.20 m. La fondazione è costituita da una platea su pali di spessore pari a 1.50 m le cui dimensioni in pianta risultano essere 9.60 x 6.00 m. I 6 pali $\phi 1200$ hanno una lunghezza pari a 32.00m e sono posizionati ad un interasse di 3.60m in entrambe le direzioni. Lo schema di vincolo di ciascuna campata è isostatico.

Nella presente relazione si esegue l'analisi e la verifica delle elevazioni e della platea di fondazione della sola pila 18 in quanto risulta essere la più alta $h=10.34m$.

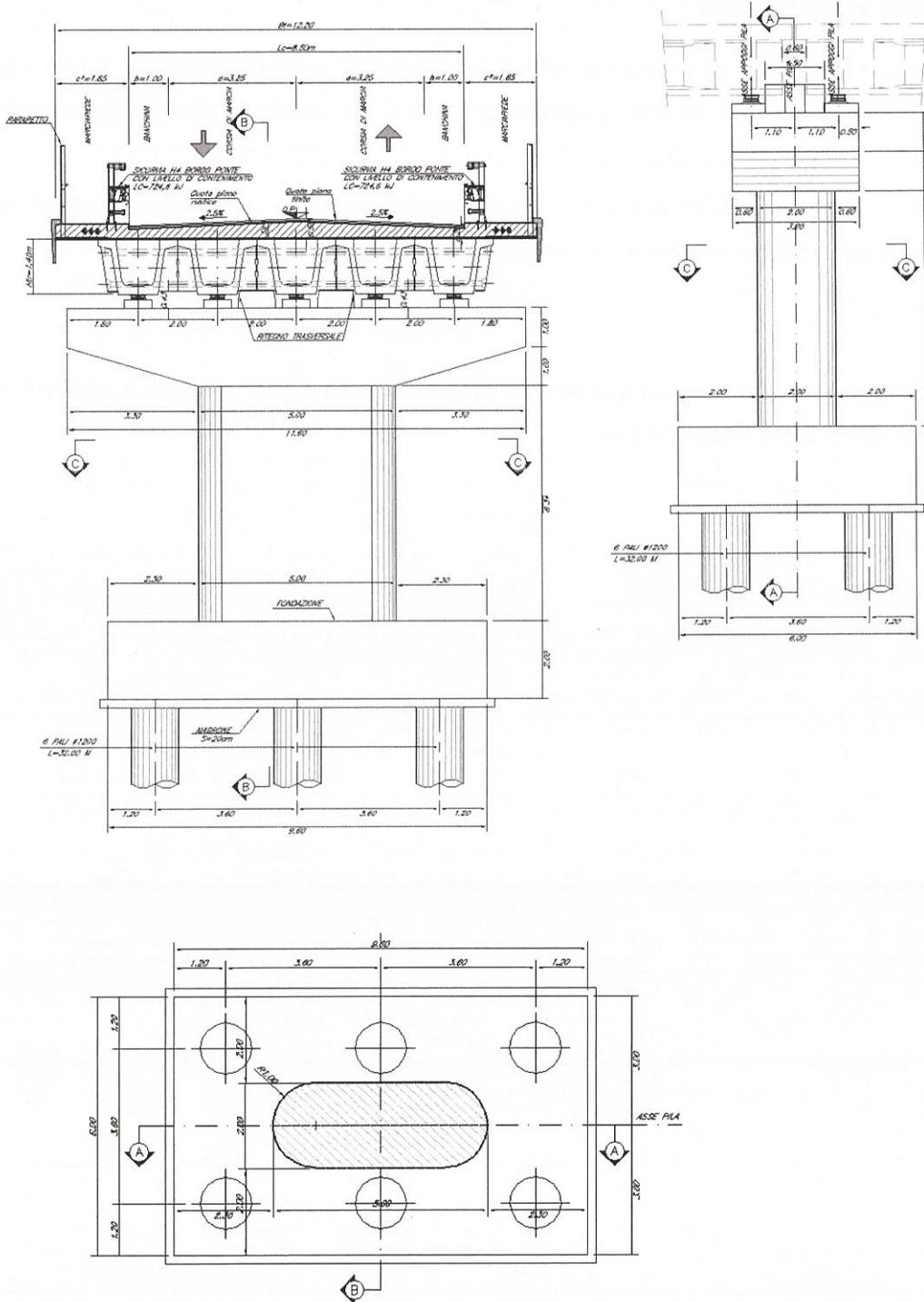


Figura 1 –Pila 18



LINEA POTENZA - FOGGIA - AMMODERNAMENTO
SOTTOPROGETTO 2: ELETTRIFICAZIONE, RETTIFICHE DI TRACCIATO,
SOPPRESSIONE P.L. E CONSOLIDAMENTO SEDE.

LOTTO 2 – RETTIFICHE DI TRACCIATO, SOPPRESSIONE P.L. E
CONSOLIDAMENTO SEDE

Relazione di calcolo pile e fondazioni

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|---------|
| IA0X | 02 | D 09 CL | IV0300 002 | A | 7 di 72 |

3. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Le analisi strutturali e le verifiche di sicurezza sono state effettuate in accordo con le prescrizioni contenute nelle seguenti normative ed è conforme alle normative vigenti nonché alle istruzioni dell'Ente FF.SS:

- “Istruzione per la progettazione e l’esecuzione dei ponti ferroviari” (rif. RFI-DTC-ICI-PO-SP-INF-001-A);
- RFI DTC INC CS SP IFS 001 A Specifica per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie
- RFI DTC INC PO SP IFS 003 A Specifica per la verifica a fatica dei ponti ferroviari
- RFI DTC INC CS LG IFS 001 A Linee guida per il collaudo statico delle opere in terra
- RFI DTC INC PO SP IFS 002 A Specifica per la progettazione e l’esecuzione di cavalcavia e passerelle pedonali sulla sede ferroviaria
- RFI DTC INC PO SP IFS 004 A Specifica per la progettazione e l’esecuzione di impalcati ferroviari a travi in ferro a doppio T incorporate nel calcestruzzo
- RFI DTC INC PO SP IFS 005 A Specifica per il progetto, la produzione, il controllo della produzione e la posa in opera dei dispositivi di vincolo e dei coprigiunti degli impalcati ferroviari e dei cavalcavia
- Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni - D.M. 14-01-08 (NTC-2008);
- Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009 - Istruzioni per l’Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008;
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20/03/2003 . Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica;
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 21/10/2003;
- Eurocodice 2: Progettazione delle strutture in calcestruzzo – Parte 1.1: Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI ENV 1992-1-1 Parte 1-1:Regole generali e regole per gli edifici;
- UNI EN 206-1/2001 - Calcestruzzo. Specificazioni,prestazioni,produzione e conformità;
- UNI EN 1998-5 – Fondazioni ed opere di sostegno.
- 2002/732/CE (Decisione del 30 maggio 2002 – pubblicata il 12 settembre 2002) STI sottosistema Infrastruttura del sistema ferroviario ad alta velocità
- 2008/217/CE (Decisione del 20 dicembre 2007 – pubblicata il 19 marzo 2008 – entrata in vigore il 1° luglio 2008) STI relativa al sottosistema Infrastruttura del sistema ferroviario ad alta velocità
- 2011/275/UE (Decisione del 26 aprile 2011 - pubblicata il 14 maggio 2011) STI relativa al sottosistema Infrastruttura del sistema ferroviario transeuropeo convenzionale

4. UNITÀ DI MISURA E SIMBOLOGIA

Si utilizza il Sistema Internazionale.

unità di misura principali

| | | |
|-----------|--------------------|--------------------|
| N | (Newton) | unità di forza |
| m | (metro) | unità di lunghezza |
| kg | (kilogrammo-massa) | unità di massa |
| s | (secondo) | unità di tempo |

unità di misura derivate

| | | |
|------------------------|----------------------------|------------------------------|
| kN | (kiloNewton) | 10^3 N |
| MN | (megaNewton) | 10^6 N |
| kgf | (kilogrammo-forza) | 1 kgf = 9.81 N |
| cm | (centimetro) | 10^{-2} m |
| mm | (millimetro) | 10^{-3} m |
| Pa | (Pascal) | 1 N/m ² |
| kPa | (kiloPascal) | 10^3 N/m ² |
| MPa | (megaPascal) | 10^6 N/m ² |
| N/m³ | (peso specifico) | |
| g | (accelerazione di gravità) | ~ 9.81 m/s ² |

corrispondenze notevoli

$$1 \text{ MPa} = 1 \text{ N/mm}^2$$

$$1 \text{ MPa} \sim 10 \text{ kgf/cm}^2$$

$$1 \text{ kN/m}^3 \sim 100 \text{ kgf/m}^3$$

Si utilizzano i seguenti principali simboli con le relative unità di misura normalmente adottate:

γ (gamma) peso dell'unità di volume (kN/m³)

Relazione di calcolo pile e fondazioni

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|---------|
| IA0X | 02 | D 09 CL | IV0300 002 | A | 9 di 72 |

| | | | |
|---------------|-----------|----------------------|-----------------------|
| σ | (sigma) | tensione normale | (N/mm ²) |
| τ | (tau) | tensione tangenziale | (N/mm ²) |
| ε | (epsilon) | deformazione | (m/m - adimensionale) |
| φ | (fi) | angolo di resistenza | (° sessagesimali) |

5. MATERIALI

5.1 Calcestruzzo per magrone di riempimento o livellamento

Per il magrone di sottofondazione si prevede l'utilizzo di calcestruzzo di tipo G classe di esposizione X0 e classe di resistenza minima C12/15.

5.2 Calcestruzzo per usi strutturali

Pile ed elementi in elevazione

Calcestruzzo per pile ed elevazioni con classe di esposizione XC4+XF1 e classe di resistenza minima C32/40 si hanno le seguenti caratteristiche:

C32/40 MPa

| | | |
|--|--|----------------------|
| Resistenza a compressione (cilindrica) | $\rightarrow f_{ck} = 0.83 * R_{ck}$ | = 32.00 MPa |
| Valor medio resistenza cilindrica a compressione | $\rightarrow f_{cm} = f_{ck} + 8$ | = 38.00 MPa |
| Resistenza di calcolo a compressione | $\rightarrow f_{cd} = \alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c = 0.85 * f_{ck} / 1.5$ | = 18.13 MPa |
| Resistenza di calcolo a compressione elastica | $\rightarrow \sigma_c = 0.60 * f_{ck}$ | = 19.20 MPa |
| Resistenza a trazione media | $\rightarrow f_{ctm} = 0.30 * f_{ck}^{2/3}$ | = 3.02 MPa |
| Resistenza a trazione | $\rightarrow f_{ctk} = 0.7 * f_{ctm}$ | = 2.11 MPa |
| Resistenza a trazione di calcolo | $\rightarrow f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$ | = 1.40 MPa |
| Ricoprimento minimo | \rightarrow | $c \geq 40\text{mm}$ |

Zattere di fondazione

Calcestruzzo solettoni di fondazione con classe di esposizione XC3 e classe di resistenza minima C28/35 si hanno le seguenti caratteristiche:

C28/35 MPa

| | | |
|--|--|----------------------|
| Resistenza a compressione (cilindrica) | $\rightarrow f_{ck} = 0.83 * R_{ck}$ | = 28.00 MPa |
| Valor medio resistenza cilindrica a compressione | $\rightarrow f_{cm} = f_{ck} + 8$ | = 34.00 MPa |
| Resistenza di calcolo a compressione | $\rightarrow f_{cd} = \alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c = 0.85 * f_{ck} / 1.5$ | = 15.87 MPa |
| Resistenza di calcolo a compressione elastica | $\rightarrow \sigma_c = 0.60 * f_{ck}$ | = 16.80 MPa |
| Resistenza a trazione media | $\rightarrow f_{ctm} = 0.30 * f_{ck}^{2/3}$ | = 2.76 MPa |
| Resistenza a trazione | $\rightarrow f_{ctk} = 0.7 * f_{ctm}$ | = 1.94 MPa |
| Resistenza a trazione di calcolo | $\rightarrow f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$ | = 1.29 MPa |
| Ricoprimento minimo | \rightarrow | $c \geq 40\text{mm}$ |

Relazione di calcolo pile e fondazioni

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|----------|
| IA0X | 02 | D 09 CL | IV0300 002 | A | 11 di 72 |

Pali di fondazione gettati in opera

Calcestruzzo per pali di fondazione gettati in opera con classe di esposizione XC3 e classe di resistenza minima C25/30 si hanno le seguenti caratteristiche:

C25/30 MPa

| | | |
|--|--|----------------------|
| Resistenza a compressione (cilindrica) | $\rightarrow f_{ck} = 0.83 * R_{ck}$ | = 25.00 MPa |
| Valor medio resistenza cilindrica a compressione | $\rightarrow f_{cm} = f_{ck} + 8$ | = 31.00 MPa |
| Resistenza di calcolo a compressione | $\rightarrow f_{cd} = \alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c = 0.85 * f_{ck} / 1.5$ | = 14.16 MPa |
| Resistenza di calcolo a compressione elastica | $\rightarrow \sigma_c = 0.60 * f_{ck}$ | = 15.00 MPa |
| Resistenza a trazione media | $\rightarrow f_{ctm} = 0.30 * f_{ck}^{2/3}$ | = 2.56 MPa |
| Resistenza a trazione | $\rightarrow f_{ctk} = 0.7 * f_{ctm}$ | = 1.79 MPa |
| Resistenza a trazione di calcolo | $\rightarrow f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$ | = 1.19 MPa |
| Ricoprimento minimo | \rightarrow | $c \geq 40\text{mm}$ |

5.3 Acciaio per cemento armato

Per le armature metalliche si adottano tondini in acciaio del tipo B450C controllato in stabilimento, che presentano le seguenti caratteristiche:

| | | |
|---|--|-------------------------------|
| Limite di snervamento | $\rightarrow f_y$ | $\geq 450\text{MPa}$ |
| Limite di rottura | $\rightarrow f_y$ | $\geq 540\text{MPa}$ |
| Allungamento totale al carico massimo | | $\geq 7\%$ |
| Rapporto f_t/f_y | | $1,13 \leq R_m/R_e \leq 1,35$ |
| Rapporto $f_{y \text{ misurato}}/f_{y \text{ nom}}$ | | $\leq 1,25$ |
| Tensione di snervamento caratteristica | $\rightarrow f_{yk}$ | $\geq 450 \text{ MPa}$ |
| Tensione caratteristica a rottura | $\rightarrow f_{tk}$ | $\geq 540 \text{ MPa}$ |
| Tensione di calcolo elastica | $\rightarrow \sigma_c = 0.80 * f_{yk}$ | = 360.00 MPa |
| Fattore di sicurezza acciaio | $\rightarrow \gamma_s$ | = 1.15 |
| Resistenza a trazione di calcolo | $\rightarrow f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$ | = 391.30 MPa |

6. ANALISI DEI CARICHI

Per il calcolo delle sollecitazioni globali, si assume un sistema di riferimento in cui la direzione x è longitudinale alla direzione dell'impalcato, la direzione y trasversale ad esso e la direzione z diretta verso l'alto.

Gli apparecchi d'appoggio fissi e mobili presenti sulla pila, sono stati caricati tenendo conto degli scarichi calcolati nell'elaborato IA0X02D09CLIV0000001A relativo alla Relazione di calcolo dell'Impalcato.

Gli scarichi indicati con la lettera F sono relativi all'appoggio fisso, mentre quelli relativi all'appoggio mobile sono indicati con la lettera M.

Alla luce dello schema strutturale dell'impalcato, le azioni causate da variazioni termiche e da ritiro non sono state considerate.

6.1 Pesì propri e carichi permanenti portati (G1,G2)

Il peso proprio degli elementi costituenti la pila e la zattera di fondazione, è calcolato automaticamente dal software SAP2000, attraverso il caso di carico DEAD, assegnando un peso specifico $\gamma_{cls} = 25 \text{ kN/m}^3$.

L'impalcato risulta essere appoggiato, per cui gli scarichi dovuti a pesi propri e carichi permanenti risultano simmetrici.

Si riassumono di seguito le azioni permanenti scaricate su ognuno degli appoggi.

| TABLE: Joint Reactions | | | | |
|------------------------|-------------------|----|----|-------|
| Joint | OutputCase | F1 | F2 | F3 |
| Text | Text | KN | KN | KN |
| App_fisso | G1_trave | 0 | 0 | -1176 |
| App_fisso | G1_soletta | 0 | 0 | -1158 |
| App_fisso | G1_trasversi | 0 | 0 | -260 |
| App_fisso | G1_marciapiede | 0 | 0 | -196 |
| App_fisso | G2_veletta | 0 | 0 | -62 |
| App_fisso | G2_pavimentazione | 0 | 0 | -212 |
| App_fisso | G2_sicurvia | 0 | 0 | -35 |
| App_fisso | G2_parapetti | 0 | 0 | -25 |
| App_fisso | G2_impianti | 0 | 0 | -25 |

6.2 Carichi mobili (Q1)

Gli scarichi relativi ai carichi mobili verticali, sono stati calcolati nell'elaborato IA0X02D09CLIV0000001A relativo alla Relazione di calcolo dell'Impalcato considerando la tabella seguente.

Tabella 5.1.IV – Valori caratteristici delle azioni dovute al traffico

| Gruppo di azioni | Carichi sulla carreggiata | | | | | Carichi su marciapiedi e piste ciclabili |
|------------------|---|----------------------------------|--|-----------------------|------------------------|---|
| | Carichi verticali | | | Carichi orizzontali | | Carichi verticali |
| | Modello principale (Schemi di carico 1, 2, 3, 4, 6) | Veicoli speciali | Folla (Schema di carico 5) | Frenatura q_3 | Forza centrifuga q_4 | Carico uniformemente distribuito |
| 1 | Valore caratteristico | | | | | Schema di carico 5 con valore di combinazione 2,5 kN/m ² |
| 2 a | Valore frequente | | | Valore caratteristico | | |
| 2 b | Valore frequente | | | | Valore caratteristico | |
| 3 (*) | | | | | | Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0 kN/m ² |
| 4 (**) | | | Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0 kN/m ² | | | Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0 kN/m ² |
| 5 (***) | Da definirsi per il singolo progetto | Valore caratteristico o nominale | | | | |

(*) Ponti di 3^a categoria
 (**) Da considerare solo se richiesto dal particolare progetto (ad es. ponti in zona urbana)
 (***) Da considerare solo se si considerano veicoli speciali

Tabella 1

6.3 Azione longitudinale di frenamento o di accelerazione (Q3)

Gli scarichi relativi alle azioni da frenatura o di accelerazione, sono stati calcolati nell'elaborato IA0X02D09CLIV0000001A relativo alla Relazione di calcolo dell'Impalcato.

6.4 Azione centrifuga (Q4)

Essendo l'impalcato in un tratto in rettilineo, la forza centrifuga è nulla.

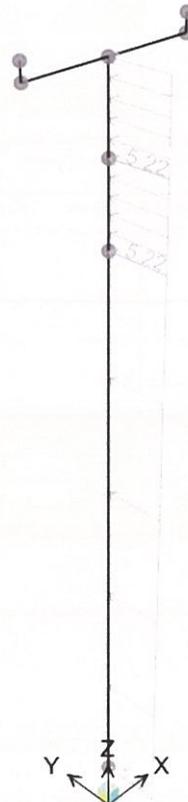
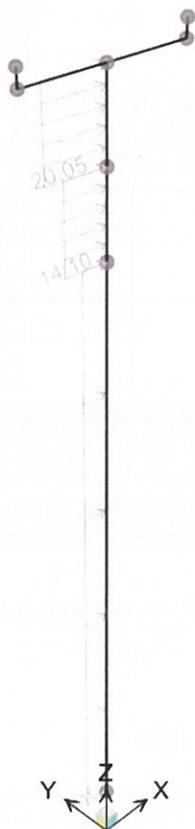
6.5 Azione del vento (Q5)

Gli scarichi relativi alle azioni da vento, sono stati calcolati nell'elaborato IA0X02D09CLIV0000001A relativo alla Relazione di calcolo dell'Impalcato.

Per quanto riguarda le pile, seguendo quanto indicato nel §C3.3.10.4.1 (NTC08) si utilizza un $CP = 1.4$, per cui si ha una pressione del vento pari a 1.6 kN/m^2 . Considerando le due dimensioni della pila, sia lungo la direzione X che lungo la direzione Y, si assegna il carico longitudinale e trasversale del vento.

Frame Span Loads (VentoX) (As Defined)

Frame Span Loads (Vento-Y) (As Defined)



6.6 Urto da traffico ferroviario

La pila 18 rispetto all'asse binario si trova ad una distanza compresa fra 5 e 15 m, per cui seguendo il § 3.6.3.4 relativo agli urti da traffico ferroviario, si è considerata una forza in direzione parallela alla direzione di marcia dei convogli ferroviari pari a 2000 kN e in direzione perpendicolare pari a 750 kN.

Tale azione è stata considerata come azione eccezionale.

6.7 Attrito (Q7)

E' stato considerato un coefficiente d'attrito degli apparecchi d'appoggio pari al 6%.

6.8 Azioni sismiche (Q6)

Per la caratterizzazione dell'azione sismica si rimanda all'elaborato IA0X02D09CLIV0000001A relativo alla Relazione di calcolo dell'Impalcato. Per quanto riguarda la pila, è stato considerato un fattore di struttura pari a 1.5.

| Tipi di elementi duttili | q ₀ | |
|--|----------------|-------|
| | CD"B" | CD"A" |
| Pile in cemento armato | | |
| Pile verticali inflesse | 1,5 | 3,5 λ |
| Elementi di sostegno inclinati inflessi | 1,2 | 2,1 λ |
| Pile in acciaio: | | |
| Pile verticali inflesse | 1,5 | 3,5 |
| Elementi di sostegno inclinati inflessi | 1,2 | 2,0 |
| Pile con controventi concentrici | 1,5 | 2,5 |
| Pile con controventi eccentrici | - | 3,5 |
| Spalle rigidamente connesse con l'impalcato | | |
| In generale | 1,5 | 1,5 |
| Strutture che si muovono col terreno ⁷ | 1,0 | 1,0 |
| Archi | 1,2 | 2,0 |

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE: LATTITUDINE:

Ricerca per comune

REGIONE: PROVINCIA: COMUNE:

Elaborazioni grafiche

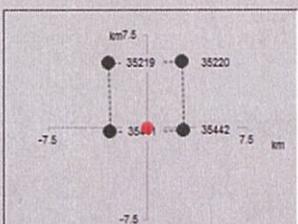
Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



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

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_n info

Coefficiente d'uso della costruzione - c_d info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

| | | |
|---------------------------------|-----------------------|-----|
| Stati limite di esercizio - SLE | SLO - $P_{VR} = 81\%$ | 30 |
| | SLD - $P_{VR} = 63\%$ | 50 |
| Stati limite ultimi - SLU | SLV - $P_{VR} = 10\%$ | 475 |
| | SLC - $P_{VR} = 5\%$ | 975 |

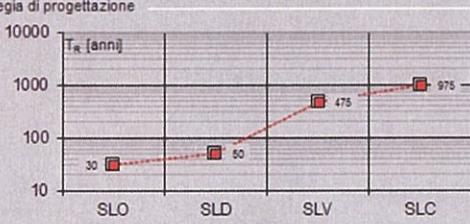
Elaborazioni

Grafici parametri azione

Grafici spettri di risposta

Tabella parametri azione

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO

---□--- Strategia per costruzioni ordinarie

---■--- Strategia scelta

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato **SLV**

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo **C**

$S_B = 1.404$

$C_0 = 1.452$

Categoria topografica **T1**

$h/H = 0.000$

$S_T = 1.000$

(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE)

Smorzamento ξ (%) **5**

$\eta = 1.000$

Spettro di progetto inelastico (SLU)

Fattore q_0 **1.5**

Regol. in altezza **no**

Compon. verticale

Spettro di progetto

Fattore q **1.5**

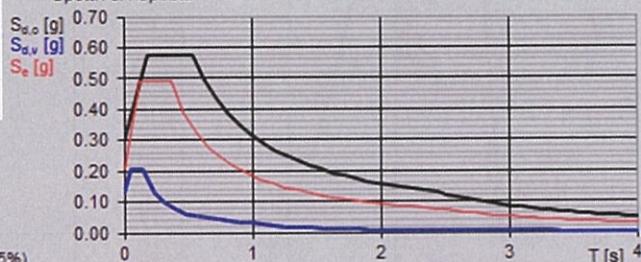
$\eta = 0.667$

Elaborazioni

Grafici spettri di risposta

Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta



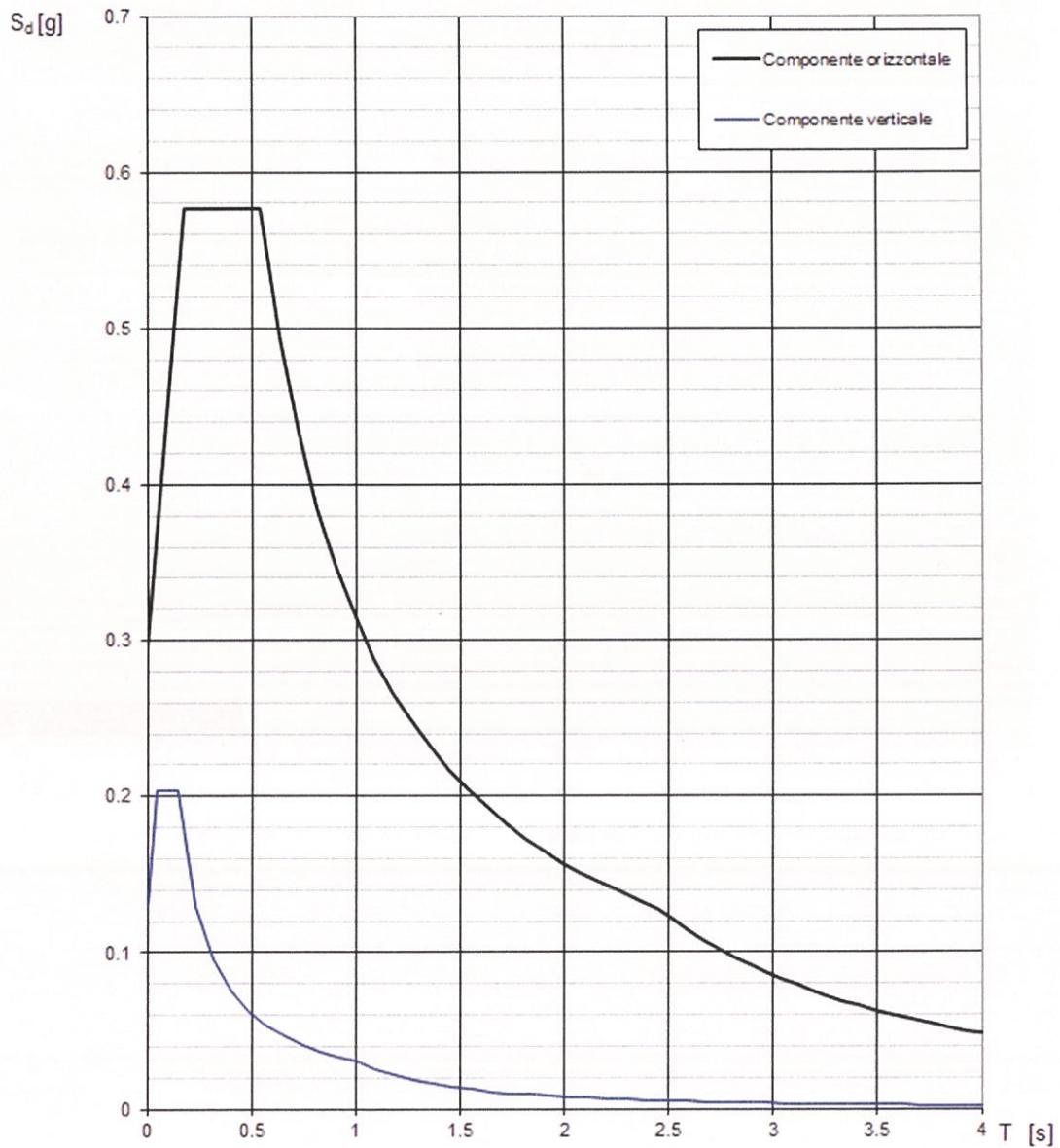
INTRO

FASE 1

FASE 2

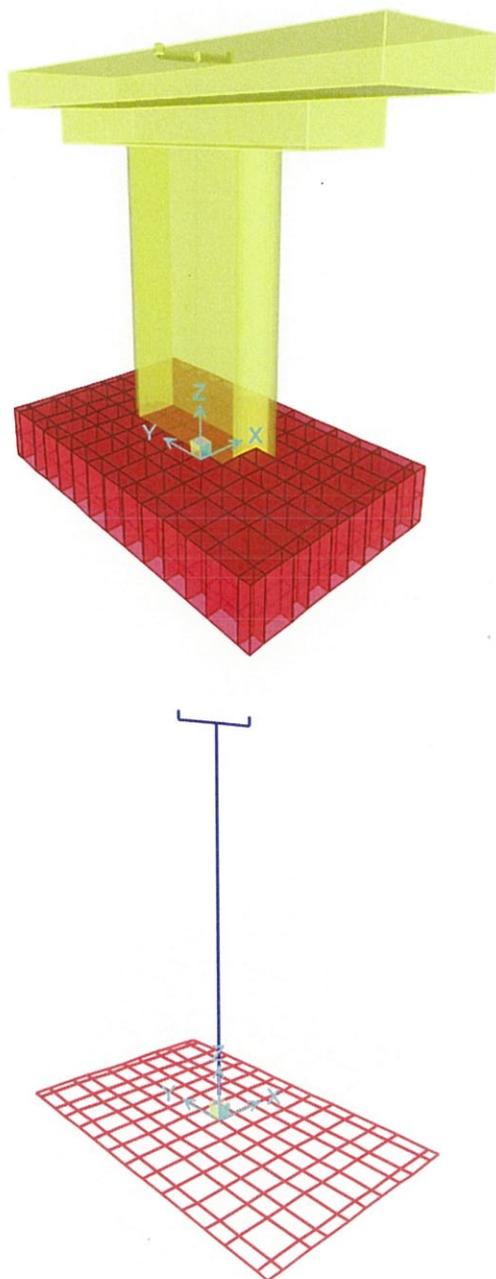
FASE 3

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV



7. MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA

Si riporta di seguito la vista tridimensionale del modello adottato.



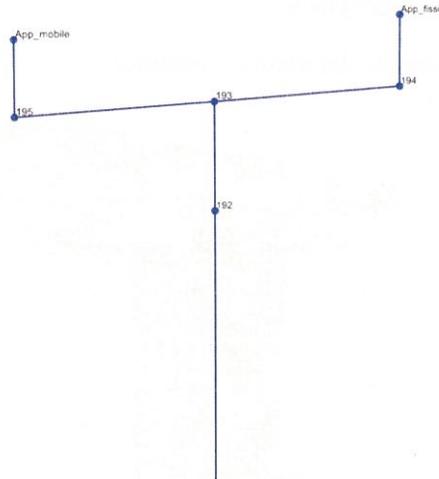


Figura 2 Disposizione degli apparecchi d'appoggio

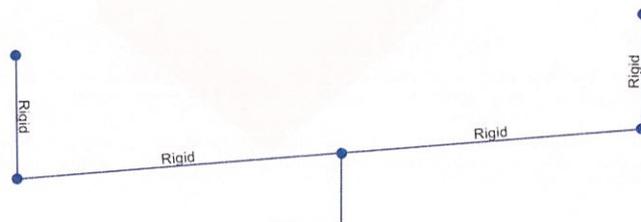


Figura 3 Utilizzazione di frame rigidi per schematizzare la posizione degli apparecchi d'appoggio

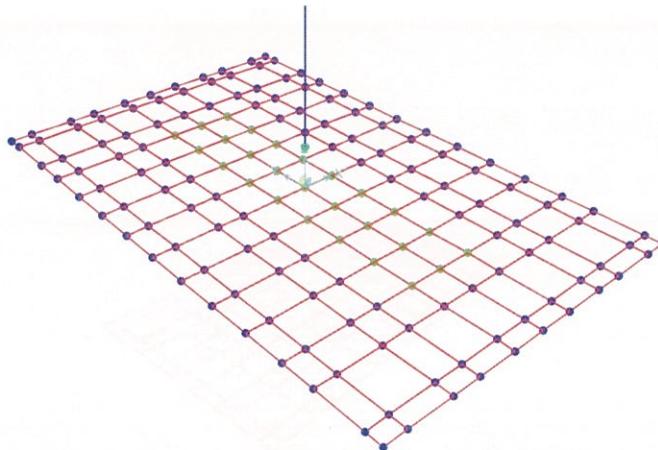


Figura 4 Assegnazione di un vincolo cinematico fra la base della pila e i nodi della mesh di fondazione appartenenti all'impronta della base della pila

La zattera di fondazione è stata modellata attraverso degli elementi Shell Thick considerando uno spessore pari a 1.5m.

La fondazione poggia su 6 pali. I pali sono stati modellati assegnando ai nodi (posizionati nel baricentro del palo stesso) delle molle con opportuna rigidezza.

| TABLE: Joint Spring Assignments 1 - Uncoupled | | | | | | | |
|---|----------|----------|----------|--------|----------|----------|----------|
| Joint | CoordSys | U1 | U2 | U3 | R1 | R2 | R3 |
| Text | Text | KN/m | KN/m | KN/m | KN-m/rad | KN-m/rad | KN-m/rad |
| 66 | Local | 69333.33 | 69333.33 | 129600 | 0 | 0 | 0 |
| 68 | Local | 69333.33 | 69333.33 | 129600 | 0 | 0 | 0 |
| 90 | Local | 69333.33 | 69333.33 | 129600 | 0 | 0 | 0 |
| 99 | Local | 69333.33 | 69333.33 | 129600 | 0 | 0 | 0 |
| 102 | Local | 69333.33 | 69333.33 | 129600 | 0 | 0 | 0 |
| 123 | Local | 69333.33 | 69333.33 | 129600 | 0 | 0 | 0 |

7.1 Analisi sismica

Per la verifica sismica della pila si impiegano analisi lineari statiche, in quanto la semplificazione adottata nella modellazione rende questo tipo di analisi semplificata più idonea di una analisi dinamica lineare.

Il periodo della struttura per il calcolo dell'azione sismica è stato calcolato invece che con le formule semplificate di normativa con il primo periodo modale che eccita la massa nelle due direzioni principali.

Sono stati assunti i seguenti periodi propri per le analisi lineari:

- $T_x = 1.29s$
- $T_y = 0.81s$

8. COMBINAZIONI DEI CARICHI

I casi di carico elementari precedentemente analizzati sono combinati tra loro al fine di ottenere le sollecitazioni di progetto relative agli elementi strutturali di volta in volta considerati. Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni (§ 6.4 per le combinazioni SLU e § 6.5 per le combinazioni SLE della norma UNI EN 1990).

- Combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limite ultimi (S.L.U.):

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

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (S.L.E.) irreversibili:

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

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (S.L.E.) reversibili:

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

- Combinazione quasi permanente, generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine (S.L.E.):

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

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (S.L.V. e S.L.D.):

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

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto Ad:

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

dove:

G – Azioni Permanenti;

Q – Azioni Variabili;

P – Azioni di Precompressione;

E – Valore di Progetto dell'Azione Sismica

A_D – Azione eccezionale di progetto

Per la determinazione del valore di progetto dell'azione sismica E, si sono considerate le seguenti combinazioni:

| TABLE: Combination Definitions | | | |
|--------------------------------|------------|----------|-------------|
| ComboName | ComboType | CaseName | ScaleFactor |
| Text | Text | Text | Unitless |
| SLV_X_0.3Y | Linear Add | SLV_X | 1 |
| SLV_X_0.3Y | | SLV_Y | 0.3 |
| SLV_-X_0.3Y | Linear Add | SLV_X | -1 |
| SLV_-X_0.3Y | | SLV_Y | 0.3 |
| SLV_-X_-0.3Y | Linear Add | SLV_X | -1 |
| SLV_-X_-0.3Y | | SLV_Y | -0.3 |
| SLV_X_-0.3Y | Linear Add | SLV_X | 1 |
| SLV_X_-0.3Y | | SLV_Y | -0.3 |
| SLV_0.3X_-Y | Linear Add | SLV_X | 0.3 |
| SLV_0.3X_-Y | | SLV_Y | -1 |
| SLV_-0.3X_Y | Linear Add | SLV_X | -0.3 |
| SLV_-0.3X_Y | | SLV_Y | 1 |
| SLV_-0.3X_-Y | Linear Add | SLV_X | -0.3 |
| SLV_-0.3X_-Y | | SLV_Y | -1 |
| SLV_0.3X_Y | Linear Add | SLV_X | 0.3 |
| SLV_0.3X_Y | | SLV_Y | 1 |

8.1 Coefficienti

| CARICHI ELEMENTARI | γ_{G1} MAX | γ_{G1} MIN | γ_{G2} MAX | γ_{G2} MIN | γ_Q MAX | γ_Q MIN | ψ_0 | ψ_1 | ψ_1 | ψ_2 |
|-----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------|----------------|----------|----------|----------|----------|
| VEICOLO GRUPPO 1 | | | | | 1.35 | 0.00 | | | | |
| VEICOLO GRUPPO 1 | | | | | 1.35 | 0.00 | | | | |
| VEICOLO GRUPPO 1 | | | | | 1.35 | 0.00 | | | | |
| VEICOLO GRUPPO 1 | | | | | 1.35 | 0.00 | | | | |
| VEICOLO GRUPPO 1 | | | | | 1.35 | 0.00 | | | | |
| VEICOLO GRUPPO 1 | | | | | 1.35 | 0.00 | | | | |
| VEICOLO GRUPPO 1 | | | | | 1.35 | 0.00 | | | | |
| VEICOLO GRUPPO 1 | | | | | 1.35 | 0.00 | | | | |
| VEICOLO GRUPPO 1 | | | | | 1.35 | 0.00 | | | | |
| VEICOLO GRUPPO 1 | | | | | 1.35 | 0.00 | | | | |
| VEICOLO GRUPPO 1 | | | | | 1.35 | 0.00 | | | | |
| VEICOLO GRUPPO 1 | | | | | 1.35 | 0.00 | | | | |
| VEICOLO GRUPPO 1 | | | | | 1.35 | 0.00 | | | | |
| VEICOLO GRUPPO 2a | | | | | 1.35 | 0.00 | | | | |
| VEICOLO GRUPPO 2a | | | | | 1.35 | 0.00 | | | | |
| VEICOLO GRUPPO 2a | | | | | 1.35 | 0.00 | | | | |
| VEICOLO GRUPPO 2a | | | | | 1.35 | 0.00 | | | | |
| VEICOLO GRUPPO 2a | | | | | 1.35 | 0.00 | | | | |
| VEICOLO GRUPPO 2a | | | | | 1.35 | 0.00 | | | | |
| VEICOLO GRUPPO 2a | | | | | 1.35 | 0.00 | | | | |
| VEICOLO GRUPPO 2a | | | | | 1.35 | 0.00 | | | | |
| VEICOLO GRUPPO 2a | | | | | 1.35 | 0.00 | | | | |
| VEICOLO GRUPPO 2a | | | | | 1.35 | 0.00 | | | | |
| VEICOLO GRUPPO 2a | | | | | 1.35 | 0.00 | | | | |
| DEAD | 1.35 | 1.00 | | | | | | | | |
| G1_marciapiede | | | 1.50 | 0.00 | | | | | | |
| G1_trave | 1.35 | 1.00 | | | | | | | | |
| G1_soletta | 1.35 | 1.00 | | | | | | | | |
| G1_trasversi | 1.35 | 1.00 | | | | | | | | |
| G2_veletta | | | 1.50 | 0.00 | | | | | | |
| G2_pavimentazione | | | 1.50 | 0.00 | | | | | | |
| G2_sicurvia | | | 1.50 | 0.00 | | | | | | |
| G2_parapetti | | | 1.50 | 0.00 | | | | | | |
| G2_impianti | | | 1.50 | 0.00 | | | | | | |
| qfk_fisso | | | | | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.75 | 0.00 |
| qfk_carreggiata_fisso | | | | | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.75 | 0.00 |
| q5_vento_fisso | | | | | 1.50 | 0.00 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| qfk_mobi | | | | | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.75 | 0.00 |
| qfk_carreggiata_mobi | | | | | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.75 | 0.00 |
| q5_vento_mobi | | | | | 1.50 | 0.00 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| VentoX | | | | | 1.50 | 0.00 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Vento-X | | | | | 1.50 | 0.00 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Vento-Y | | | | | 1.50 | 0.00 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| VentoY | | | | | 1.50 | 0.00 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Urto_+x | | | | | | | | | | |
| Urto_-x | | | | | | | | | | |
| Urto_y | | | | | | | | | | |
| Urto_-y | | | | | | | | | | |

Tabella 2 Combinazioni SLU - RAR - FRE - QP

Relazione di calcolo pile e fondazioni

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
IA0X 02 D 09 CL IV0300 002 A 25 di 72

| CARICHI ELEMENTARI | $\gamma_{G1 \text{ MAX}}$ | $\gamma_{G1 \text{ MIN}}$ | $\gamma_{G2 \text{ MAX}}$ | $\gamma_{G2 \text{ MIN}}$ | $\gamma_{Q \text{ MAX}}$ | $\gamma_{Q \text{ MIN}}$ | ψ_0 | ψ_1 | ψ_2 | ψ_2 |
|-----------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|----------|----------|----------|----------|
| VEICOLO GRUPPO 1 | | | | | 1.15 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 |
| VEICOLO GRUPPO 1 | | | | | 1.15 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 |
| VEICOLO GRUPPO 1 | | | | | 1.15 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 |
| VEICOLO GRUPPO 1 | | | | | 1.15 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 |
| VEICOLO GRUPPO 1 | | | | | 1.15 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 |
| VEICOLO GRUPPO 1 | | | | | 1.15 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 |
| VEICOLO GRUPPO 1 | | | | | 1.15 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 |
| VEICOLO GRUPPO 1 | | | | | 1.15 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 |
| VEICOLO GRUPPO 1 | | | | | 1.15 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 |
| VEICOLO GRUPPO 1 | | | | | 1.15 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 |
| VEICOLO GRUPPO 1 | | | | | 1.15 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 |
| VEICOLO GRUPPO 1 | | | | | 1.15 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 |
| VEICOLO GRUPPO 1 | | | | | 1.15 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 |
| VEICOLO GRUPPO 1 | | | | | 1.15 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 |
| VEICOLO GRUPPO 1 | | | | | 1.15 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 |
| VEICOLO GRUPPO 2a | | | | | 1.15 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 |
| VEICOLO GRUPPO 2a | | | | | 1.15 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 |
| VEICOLO GRUPPO 2a | | | | | 1.15 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 |
| VEICOLO GRUPPO 2a | | | | | 1.15 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 |
| VEICOLO GRUPPO 2a | | | | | 1.15 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 |
| VEICOLO GRUPPO 2a | | | | | 1.15 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 |
| VEICOLO GRUPPO 2a | | | | | 1.15 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 |
| VEICOLO GRUPPO 2a | | | | | 1.15 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 |
| VEICOLO GRUPPO 2a | | | | | 1.15 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 |
| VEICOLO GRUPPO 2a | | | | | 1.15 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 |
| VEICOLO GRUPPO 2a | | | | | 1.15 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 |
| VEICOLO GRUPPO 2a | | | | | 1.15 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 |
| DEAD | 1.00 | 1.00 | | | | | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| G1_marciapiede | | | 1.30 | 0.00 | | | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| G1_trave | 1.00 | 1.00 | | | | | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| G1_soletta | 1.00 | 1.00 | | | | | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| G1_trasversi | 1.00 | 1.00 | | | | | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| G2_veletta | | | 1.30 | 0.00 | | | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| G2_pavimentazione | | | 1.30 | 0.00 | | | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| G2_sicurvia | | | 1.30 | 0.00 | | | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| G2_parapetti | | | 1.30 | 0.00 | | | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| G2_impianti | | | 1.30 | 0.00 | | | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| qfk_fisso | | | | | 1.30 | 0.00 | 0.00 | 0.75 | 0.00 | 0.00 |
| qfk_carreggiata_fisso | | | | | 1.30 | 0.00 | 0.00 | 0.75 | 0.00 | 0.00 |
| q5_vento_fisso | | | | | 1.30 | 0.00 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| qfk_mobi | | | | | 1.30 | 0.00 | 0.00 | 0.75 | 0.00 | 0.00 |
| qfk_carreggiata_mobi | | | | | 1.30 | 0.00 | 0.00 | 0.75 | 0.00 | 0.00 |
| q5_vento_mobi | | | | | 1.30 | 0.00 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| VentoX | | | | | 1.30 | 0.00 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Vento-X | | | | | 1.30 | 0.00 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Vento-Y | | | | | 1.30 | 0.00 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| VentoY | | | | | 1.30 | 0.00 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Urto_+x | | | | | | | | | | |
| Urto_-x | | | | | | | | | | |
| Urto_y | | | | | | | | | | |
| Urto_-y | | | | | | | | | | |

Tabella 3 Combinazioni GEO - RAR - FRE - QP

I coefficienti di combinazione ψ_0 e ψ_1 (0.75 per i tandem e 0.40 per i distribuiti) e ψ_2 (uguale a 0) sono considerati direttamente dentro il foglio di calcolo, per questo non sono esplicitati nella tabella precedente.

Il foglio di calcolo in questione, partendo dalle sollecitazioni dovute ai carichi elementari (calcolate con il software SAP 2000) e servendosi dei coefficienti γ e ψ suggeriti dalla norma, attua tutte le commutazioni possibili con lo



LINEA POTENZA - FOGGIA - AMMODERNAMENTO
SOTTOPROGETTO 2: ELETTTRIFICAZIONE, RETTIFICHE DI TRACCIATO,
SOPPRESSIONE P.L. E CONSOLIDAMENTO SEDE.

LOTTO 2 – RETTIFICHE DI TRACCIATO, SOPPRESSIONE P.L. E
CONSOLIDAMENTO SEDE

Relazione di calcolo pile e fondazioni

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|----------|
| IA0X | 02 | D 09 CL | IV0300 002 | A | 26 di 72 |

scopo di trovare per ogni sezione analizzata le sollecitazioni più sfavorevoli ai fini del soddisfacimento della verifica.

9. VERIFICHE STRUTTURALI

Le sollecitazioni presenti nelle tabelle delle verifiche, sono espresse in kN e in kN·m.

9.1 Verifica del Pulvino

Si riportano le verifiche del pulvino relativamente alle mensole esterne. Il calcolo viene svolto utilizzando lo schema di calcolo tirante-puntone descritto al §C4.1.2.1.5. Come azione sollecitante verticale (P) viene considerata la massima reazione verticale riscontrata nel modello dell'impalcato (elaborato IA0X02D09CLIV0000001A), pari a 2085 KN, moltiplicata per due. Non sono invece presenti azioni orizzontali (H) in quanto gli apparecchi di appoggio di estremità non impediscono la traslazione in direzione trasversale. L'armatura resistente è costituita da un doppio strato di $\phi 26$ passo 20 cm (per complessivi 32 ferri).

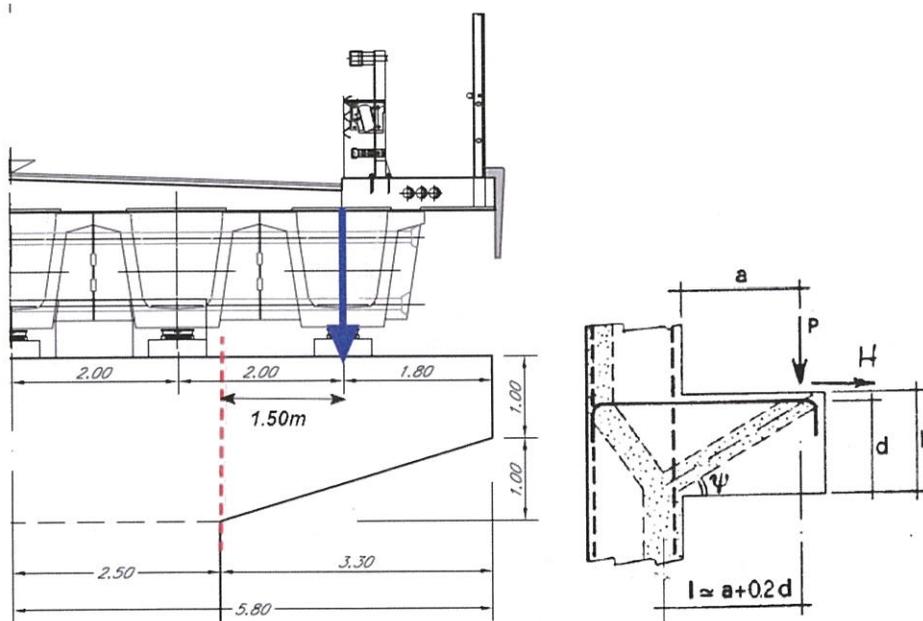


figura 5: Schema di mensola tozza per il pulvino: la mensola è delimitata dal tratteggio in rosso.

MENSOLE TOZZE (NTC 2008 - CIRCOLARE C.S.LL.PP.)

DATI DI INPUT

| | | |
|------------------------|-----------------------------|---------------|
| Riferimento normativo: | 4.1.2.1.5 NTC08 + Circolare | |
| Tipo Acciaio | B450C | fyk = 450 Mpa |
| Classe Calcestruzzo | 32/40 | Rck = 40 Mpa |

1) Resistenze materiali

| | | | |
|------------------------------------|-----------------|-------|-----|
| Resistenza compressione cilindrica | f _{ck} | 33.2 | Mpa |
| Resistenza di calcolo cls | f _{cd} | 18.8 | Mpa |
| Resistenza di calcolo acciaio | f _{yd} | 391.3 | Mpa |

2) Carichi agenti

| | | | |
|--------------------|-----------------|------|----|
| Carico verticale | P _{Ed} | 4170 | KN |
| Carico orizzontale | H _{Ed} | 0 | KN |

3) Geometria della mensola

| | | | |
|---|----------------|-------|-----|
| Altezza mensola | h _c | 2000 | mm |
| Lunghezza della mensola | l _c | 3300 | mm |
| Distanza di applicazione carico | a | 1500 | mm |
| Profondità mensola | b | 3200 | mm |
| Ricoprimento cls tirante superiore | cop | 40 | mm |
| Altezza utile tirante superiore | d | 1921 | mm |
| Braccio delle forze interne (= 0.9 · d) | z | 1729 | mm |
| Proiezione orizzontale del puntone | l | 1884 | mm |
| Inclinazione puntone | ψ | 0.742 | rad |
| ctg ψ | λ | 1.090 | |

RESISTENZE E VERIFICHE

1) Tirante

| | | | |
|-----------------------------------|-----------------|-------|-----------------|
| Diametro dell'armatura principale | φ | 26 | |
| Numero di barre | n° | 32 | |
| | A _s | 16990 | mm ² |
| Resistenza tirante | P _{Rs} | 6100 | KN |
| Coefficiente di sicurezza | F _s | 1.46 | OK |

2) Puntone e G.d.R.

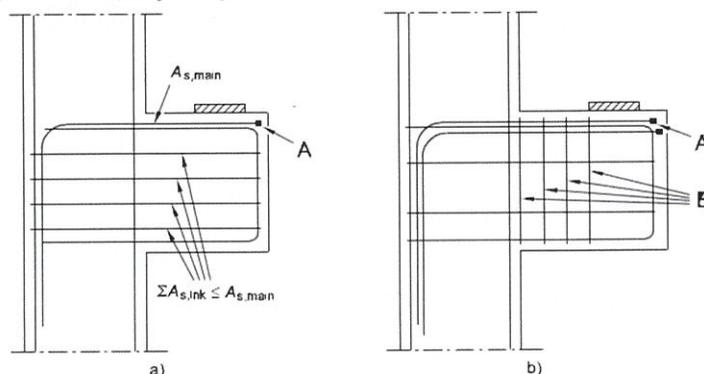
| | | | |
|---|-------------------------------------|-------|----|
| In presenza di Staffe c=1.5, altrimenti c=1 | c | 1.5 | |
| Resistenza puntone | P _{Rc} | 31718 | KN |
| Gerarchia delle resistenze | P _{Rc} > P _{Rs} ? | | SI |

Si prescrive inoltre l'adozione di un armatura a taglio secondo quanto previsto dal §J.3 dell'UNI-EN 1992-1-1. Il caso in esame ricade nel caso b) indicato nella figura sottostante. Risulta quindi un quantitativo minimo di staffe verticali chiuse pari a $A_s = 5328 \text{ mm}^2$. Si prescrive quindi di disporre staffe $\Phi 16$ passo 20 cm (totale 16) su tutto lo sviluppo longitudinale dello sbalzo.

Dettagli costruttivi per mensola

Legenda

- A Dispositivi di ancoraggio o cappi
- B Staffe
- a) Armatura per $a_c \leq 0,5 h_c$
- b) Armatura per $a_c > 0,5 h_c$

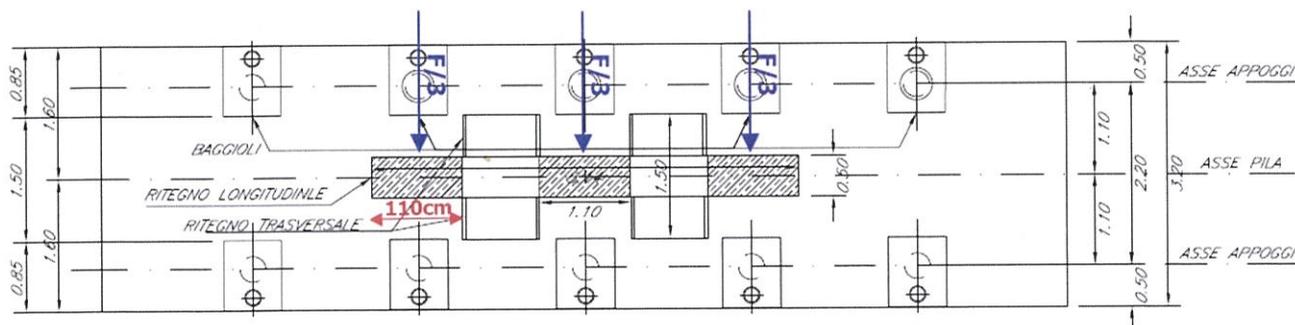


$$A_{s,Ink} \geq k_1 A_{s,main}$$

9.2 Verifica dei ritegni sismici e dei baggioli

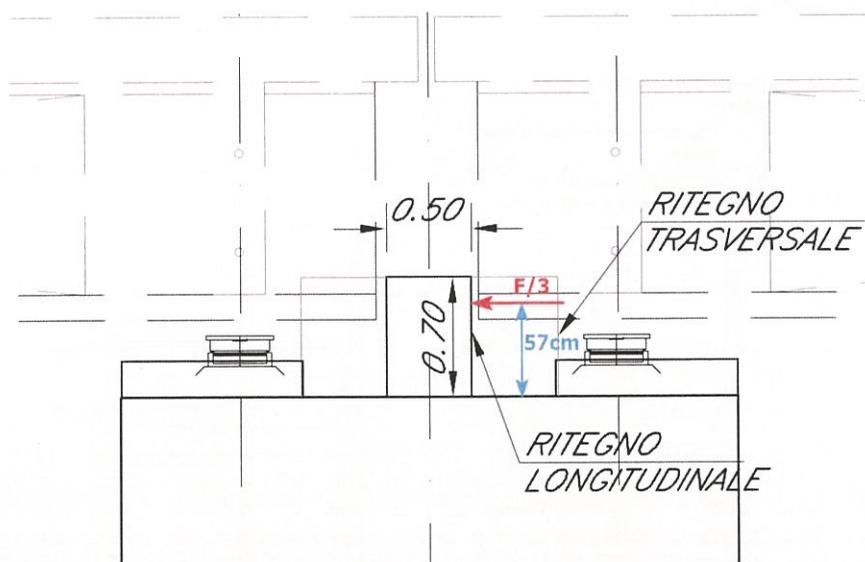
Ritegno Sismico Longitudinale

Si riporta la verifica del ritegno sismico longitudinale. L'azione sollecitante è ottenuta dalla relazione IA0X02D09CLIV0000001A ed è pari a 3708 KN. Questa forza è applicata al ritegno in corrispondenza delle tre travi centrali che costituiscono l'impalcato stesso, come indicato nella figura sottostante.



Si assumono, a favore di sicurezza, come porzioni resistenti le aree campite in figura, di larghezza pari a 110 cm ciascuna.

La verifica dell'armatura viene quindi condotta secondo il modello di mensola tozza descritto nel §C4.1.2.1.5. La forza sollecitante viene applicata nel baricentro della zona di contatto trave-ritegno, ovvero a 57 cm dall'estradosso pulvino.



L'armatura resistente a trazione è costituita da un doppio strato di $\Phi 20$ passo 10 cm. La verifica è esplicitata nella tabella di seguito.

MENSOLE TOZZE (NTC 2008 - CIRCOLARE C.S.LL.PP.)

DATI DI INPUT

| | | |
|------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Riferimento normativo: | 4.1.2.1.5 NTC08 + Circolare | |
| Tipo Acciaio | B450C | $f_{yk} = 450 \text{ Mpa}$ |
| Classe Calcestruzzo | 32/40 | $R_{ck} = 40 \text{ Mpa}$ |

1) Resistenze materiali

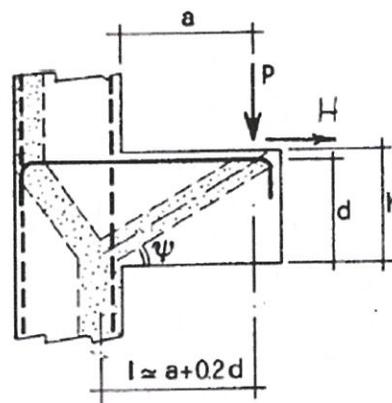
| | | | |
|------------------------------------|----------|-------|-----|
| Resistenza compressione cilindrica | f_{ck} | 33.2 | Mpa |
| Resistenza di calcolo cls | f_{cd} | 18.8 | Mpa |
| Resistenza di calcolo acciaio | f_{yd} | 391.3 | Mpa |

2) Carichi agenti

| | | | |
|--------------------|----------|------|----|
| Carico verticale | P_{Ed} | 1236 | KN |
| Carico orizzontale | H_{Ed} | 0 | KN |

3) Geometria della mensola

| | | | |
|---|-----------|-------|-----|
| Altezza mensola | h_c | 500 | mm |
| Lunghezza della mensola | l_c | 700 | mm |
| Distanza di applicazione carico | a | 570 | mm |
| Profondità mensola | b | 1100 | mm |
| Ricoprimento cls tirante superiore | c_{op} | 40 | mm |
| Altezza utile tirante superiore | d | 430 | mm |
| Braccio delle forze interne ($= 0.9 \cdot d$) | z | 387 | mm |
| Proiezione orizzontale del puntone | l | 656 | mm |
| Inclinazione puntone | ψ | 0.533 | rad |
| $ctg \psi$ | λ | 1.695 | |



RESISTENZE E VERIFICHE

1) Tirante

| | | | |
|-----------------------------------|-----------|------|---------------|
| Diametro dell'armatura principale | ϕ | 20 | |
| Numero di barre | n° | 18 | |
| | A_s | 5655 | mm^2 |
| Resistenza tirante | P_{Rs} | 1305 | KN |
| Coefficiente di sicurezza | F_s | 1.06 | OK |

2) Puntone e G.d.R.

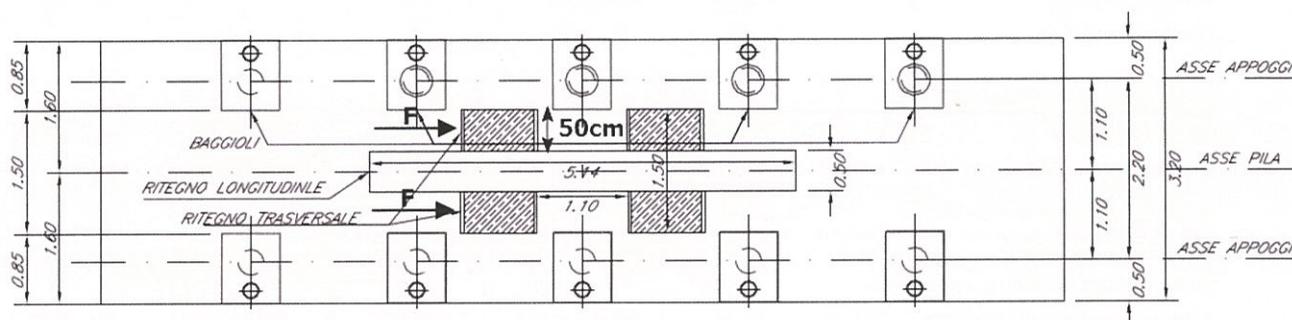
| | | | |
|--|---------------------|------|----|
| In presenza di Staffe $c=1.5$, altrimenti $c=1$ | c | 1.5 | |
| Resistenza puntone | P_{Rc} | 1378 | KN |
| Gerarchia delle resistenze | $P_{Rc} > P_{Rs} ?$ | | SI |

È inoltre da prevedersi un'ulteriore armatura costituita da 4 strati di $\Phi 16$ passo 10 cm verticali (totale 36, $A_s=7238$ mm²), verificati nei confronti del tranciamento. Risultata:

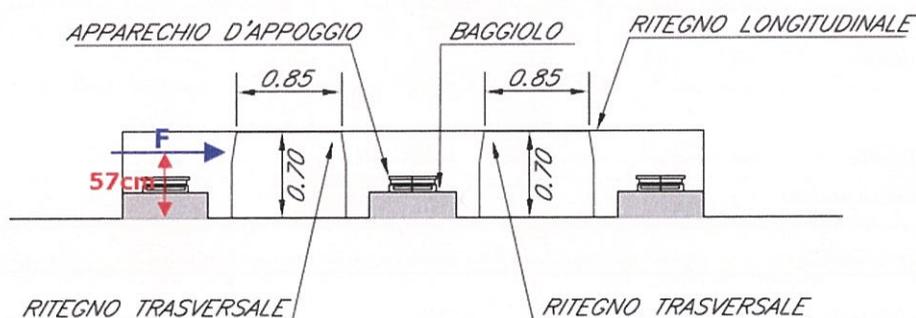
$$\frac{A_s \cdot f_{yd}}{\sqrt{3}} = 1635 \text{ KN} > V_{Ed} = 1236 \text{ KN}$$

Ritegno Sismico Trasversale

Si riporta la verifica del ritegno sismico trasversale. L'azione sollecitante è cautelativamente assunta pari alla massima risultante trasversale riscontrata in condizioni sismiche. Il valore è ottenuto dalla relazione IA0X02D09CLIV0000001A e risulta pari a 1854 KN. Ai fini delle verifiche sono considerate resistenti le porzioni tratteggiate indicate nella figura sottostante.



La verifica dell'armatura viene quindi condotta secondo il modello di mensola tozza descritto nel §C4.1.2.1.5. La forza sollecitante viene applicata nel baricentro della zona di contatto trave-ritegno, ovvero a 57 cm dall'estradosso pulvino. L'armatura resistente a trazione è costituita da un doppio strato di $\Phi 26$ passo 10 cm. La verifica è esplicitata nella tabella di seguito.



MENSOLE TOZZE (NTC 2008 - CIRCOLARE C.S.LL.PP.)

DATI DI INPUT

| | | |
|------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Riferimento normativo: | 4.1.2.1.5 NTC08 + Circolare | |
| Tipo Acciaio | B450C | $f_{yk} = 450 \text{ Mpa}$ |
| Classe Calcestruzzo | 32/40 | $R_{ck} = 40 \text{ Mpa}$ |

1) Resistenze materiali

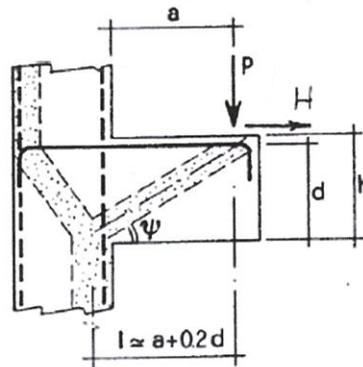
| | | | |
|------------------------------------|----------|-------|-----|
| Resistenza compressione cilindrica | f_{ck} | 33.2 | Mpa |
| Resistenza di calcolo cls | f_{cd} | 18.8 | Mpa |
| Resistenza di calcolo acciaio | f_{yd} | 391.3 | Mpa |

2) Carichi agenti

| | | | |
|--------------------|----------|------|----|
| Carico verticale | P_{Ed} | 1854 | KN |
| Carico orizzontale | H_{Ed} | 0 | KN |

3) Geometria della mensola

| | | | |
|---|-----------|-------|-----|
| Altezza mensola | h_c | 850 | mm |
| Lunghezza della mensola | l_c | 700 | mm |
| Distanza di applicazione carico | a | 570 | mm |
| Profondità mensola | b | 500 | mm |
| Ricoprimento cls tirante superiore | cop | 40 | mm |
| Altezza utile tirante superiore | d | 771 | mm |
| Braccio delle forze interne ($= 0.9 \cdot d$) | z | 694 | mm |
| Proiezione orizzontale del puntone | l | 724 | mm |
| Inclinazione puntone | ψ | 0.764 | rad |
| $ctg \psi$ | λ | 1.044 | |



RESISTENZE E VERIFICHE

1) Tirante

| | | | |
|-----------------------------------|-----------|------|---------------|
| Diametro dell'armatura principale | ϕ | 26 | |
| Numero di barre | n° | 10 | |
| | A_s | 5309 | mm^2 |
| Resistenza tirante | P_{Rs} | 1991 | KN |
| Coefficiente di sicurezza | F_s | 1.07 | OK |

2) Puntone e G.d.R.

| | | | |
|--|---------------------|------|----|
| In presenza di Staffe $c=1.5$, altrimenti $c=1$ | c | 1.5 | |
| Resistenza puntone | P_{Rc} | 2083 | KN |
| Gerarchia delle resistenze | $P_{Rc} > P_{Rs} ?$ | | SI |

È inoltre da prevedersi un'ulteriore armatura costituita da 6 strati di $\Phi 20$ passo 10 cm verticali (totale 30, $A_s=9424 \text{ mm}^2$), verificati nei confronti del tranciamento. Risultata:

$$\frac{A_s \cdot f_{yd}}{\sqrt{3}} = 2129 \text{ KN} > V_{Ed} = 1854 \text{ KN}$$

Verifica dei Baggioli

L'armatura dei baggioli viene dimensionata nei confronti delle sollecitazioni maggiormente gravose riscontrate nel modello dell'impalcato (relazione IA0X02D09CLIV0000001A). In particolare vengono effettuati due tipi di verifica:

- Verifica a tranciamento delle barre di armatura verticale per il baggiolo sottostante all'apparecchio di appoggio fisso; l'azione sollecitante è costituita dalla massima risultante delle reazioni orizzontali (combinazione sismica)
- Verifica dell'armatura di confinamento, costituita da staffe chiuse, verificate nei confronti del massimo sforzo normale di compressione (moltiplicato per il coefficiente di Poisson $\nu=0.3$), per il baggiolo sottostante agli apparecchi di appoggio esterni.

Per quel che concerne la verifica a tranciamento, la massima azione risultante orizzontale riscontrata è pari (combinazione sismica, direzione longitudinale prevalente) a 1875 KN. Risultata verificata un'armatura costituita da 4 strati di $\Phi 26$ passo 10 cm (totale 16, $A_s=8495 \text{ mm}^2$)

$$\frac{A_s \cdot f_{yd}}{\sqrt{3}} = 1919 \text{ KN} > V_{Ed} = 1875 \text{ KN}$$

Il massimo sforzo di compressione riscontrato in corrispondenza di un apparecchio di appoggio è pari a $N=2083 \text{ KN}$, moltiplicato per il coefficiente di Poisson fornisce uno sforzo di trazione da affidare alle staffe pari a 625 KN. Risultata un quantitativo minimo di armatura almeno pari a:

$$\frac{F}{f_{yd}} = 1597 \text{ mm}^2$$

Risultano verificati quindi 16 $\Phi 12$ ($A_s=1809 \text{ mm}^2$), ovvero 4 strati di staffe $\Phi 12$ a 4 bracci.

9.3 Base fusto pila

9.3.1 Verifica Combinazioni STR

9.3.1.1 Azioni in Combinazioni SLU-SLV

Nella verifica sismica si è tenuto conto anche degli effetti del secondo ordine secondo quanto dichiarato nel § 7.9.4, considerando quindi un incremento del momento:

$$\Delta M = d_{ed} \cdot N_{ed}$$

Dove d_{ed} è lo spostamento valutato nella situazione sismica di progetto ed N_{ed} è la forza assiale di progetto. Per le sole sollecitazioni di taglio, si è considerato un fattore di struttura unitario.

| Tipologia | Max-Min | N | V2 | V3 | T | M2 | M3 |
|-----------|---------|--------|------|------|-------|-------|--------|
| SLU | N_Max | -8579 | 644 | -81 | 739 | -520 | 6751 |
| SLU | N_Min | -16044 | 428 | -309 | -548 | -8001 | 4081 |
| SLU | V2_Max | -10454 | 837 | 35 | 830 | -716 | 7867 |
| SLU | V2_Min | -13124 | -953 | -397 | -1714 | -5988 | -8068 |
| SLU | V3_Max | -9285 | 262 | 100 | 106 | -254 | 2274 |
| SLU | V3_Min | -14141 | -371 | -542 | -821 | -6996 | -3045 |
| SLU | T_Max | -9130 | 833 | -245 | 1105 | -3216 | 8469 |
| SLU | T_Min | -14329 | -953 | -137 | -1901 | -3479 | -8068 |
| SLU | M2_Max | -9098 | 256 | 37 | 190 | 1000 | 2283 |
| SLU | M2_Min | -15769 | -420 | -399 | -566 | -8632 | -3988 |
| SLU | M3_Max | -11093 | 856 | 1 | 575 | -2139 | 9544 |
| SLU | M3_Min | -13440 | -963 | -351 | -829 | -6003 | -10667 |

| Tipologia | N | V2 | V3 | T | M2 | M3 |
|-----------|-------|-------|-------|---|--------|--------|
| SLV | 11737 | 2562 | 1224 | 0 | 7697 | 16153 |
| SLV | 11737 | -2562 | -1224 | 0 | -7697 | -16153 |
| SLV | 11737 | 2562 | 1224 | 0 | 7697 | 16153 |
| SLV | 11737 | -2562 | 1224 | 0 | 7697 | -16153 |
| SLV | 11737 | -769 | 4080 | 0 | 25658 | -4876 |
| SLV | 11737 | 769 | -4080 | 0 | -25658 | 4876 |
| SLV | 11737 | 769 | -4080 | 0 | -25658 | 4876 |
| SLV | 11737 | -769 | 4080 | 0 | 25658 | -4876 |
| SLV | 11737 | -769 | 4080 | 0 | 25658 | -4876 |
| SLV | 11737 | 769 | -4080 | 0 | -25658 | 4876 |
| SLV | 11737 | 2562 | 1224 | 0 | 7697 | 16153 |
| SLV | 11737 | -2562 | 1224 | 0 | 7697 | -16153 |
| SLV | 7744 | 2562 | 1224 | 0 | 7697 | 16153 |
| SLV | 7744 | -2562 | -1224 | 0 | -7697 | -16153 |
| SLV | 7744 | 2562 | 1224 | 0 | 7697 | 16153 |
| SLV | 7744 | -2562 | 1224 | 0 | 7697 | -16153 |
| SLV | 7744 | -769 | 4080 | 0 | 25658 | -4876 |
| SLV | 7744 | 769 | -4080 | 0 | -25658 | 4876 |
| SLV | 7744 | 769 | -4080 | 0 | -25658 | 4876 |
| SLV | 7744 | -769 | 4080 | 0 | 25658 | -4876 |
| SLV | 7744 | -769 | 4080 | 0 | 25658 | -4876 |
| SLV | 7744 | 769 | -4080 | 0 | -25658 | 4876 |
| SLV | 7744 | 2562 | 1224 | 0 | 7697 | 16153 |
| SLV | 7744 | -2562 | 1224 | 0 | 7697 | -16153 |

9.3.1.2 Azioni in Combinazioni d'Esercizio

| BT/LT | Tipologia | Max-Min | N | V2 | V3 | T | M2 | M3 |
|-------|-----------|---------|--------|------|------|-------|-------|-------|
| BT | RARA | N_Max | -9702 | 557 | -57 | 547 | -369 | 5812 |
| BT | RARA | N_Min | -11761 | 307 | -207 | -399 | -5628 | 2949 |
| BT | RARA | V2_Max | -10199 | 687 | 22 | 615 | -546 | 6569 |
| BT | RARA | V2_Min | -10491 | -696 | -265 | -1262 | -4105 | -5902 |
| BT | RARA | V3_Max | -10225 | 261 | 68 | 79 | -215 | 2425 |
| BT | RARA | V3_Min | -10352 | 150 | -364 | -587 | -4744 | 2188 |
| BT | RARA | T_Max | -10110 | 685 | -165 | 805 | -2212 | 7014 |
| BT | RARA | T_Min | -10491 | -696 | -91 | -1387 | -2433 | -5902 |
| BT | RARA | M2_Max | -10087 | 257 | 24 | 140 | 724 | 2432 |
| BT | RARA | M2_Min | -11558 | -301 | -267 | -412 | -6064 | -2880 |
| BT | RARA | M3_Max | -10672 | 702 | -2 | 426 | -1601 | 7810 |
| BT | RARA | M3_Min | -10724 | -703 | -231 | -607 | -4116 | -7827 |

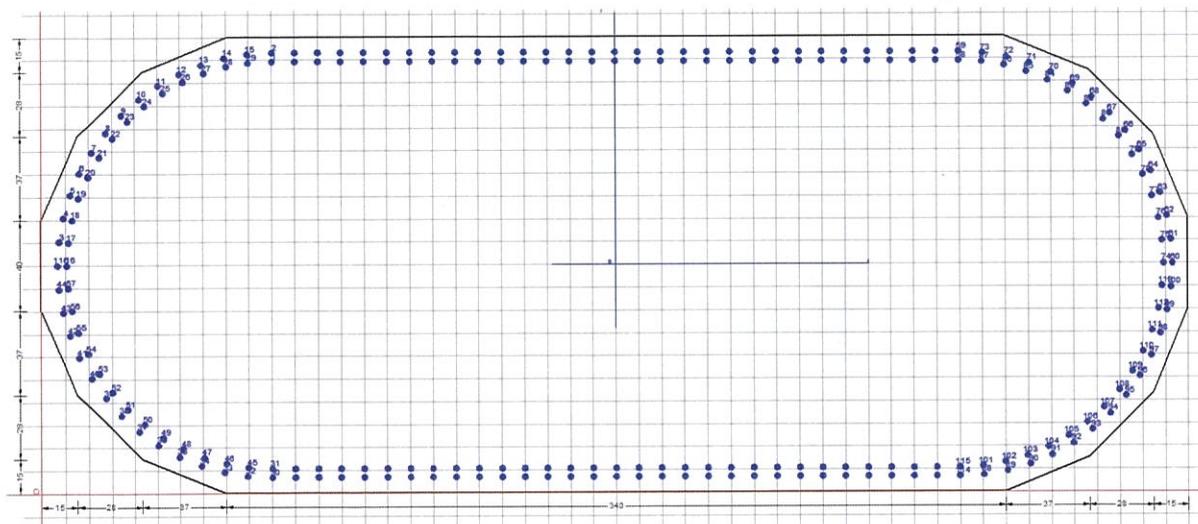
Relazione di calcolo pile e fondazioni

| | | | | | |
|----------|-------|----------|------------|------|----------|
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| IA0X | 02 | D 09 CL | IV0300 002 | A | 37 di 72 |

| BT/LT | Tipologia | Max-Min | N | V2 | V3 | T | M2 | M3 |
|-------|-----------|---------|--------|------|-----|------|-------|-------|
| BT | FREQ | N_Max | -9728 | -189 | -1 | 11 | 10 | -1988 |
| BT | FREQ | N_Min | -10901 | -224 | -2 | -128 | -1720 | -2359 |
| BT | FREQ | V2_Max | -10137 | -201 | 0 | 0 | 0 | -2553 |
| BT | FREQ | V2_Min | -10137 | 201 | 0 | 0 | 0 | 2553 |
| BT | FREQ | V3_Max | -10225 | -203 | 18 | 79 | -455 | -2183 |
| BT | FREQ | V3_Min | -10465 | 211 | -29 | -661 | -1365 | 3017 |
| BT | FREQ | T_Max | -10136 | 201 | 4 | 143 | -448 | 2552 |
| BT | FREQ | T_Min | -10465 | 211 | -29 | -661 | -1365 | 3017 |
| BT | FREQ | M2_Max | -9924 | 194 | -3 | 61 | 272 | 2057 |
| BT | FREQ | M2_Min | -10770 | 220 | -2 | -133 | -1815 | 2322 |
| BT | FREQ | M3_Max | -10698 | 218 | -6 | -110 | -1509 | 3348 |
| BT | FREQ | M3_Min | -10698 | -218 | 5 | -6 | -1376 | -3348 |

| BT/LT | Tipologia | Max-Min | N | V2 | V3 | T | M2 | M3 |
|-------|-----------|---------|-------|------|----|---|----|-------|
| BT | Q.PERM | N_Max | -9740 | -189 | 0 | 0 | 0 | -1991 |
| BT | Q.PERM | N_Min | -9740 | -189 | 0 | 0 | 0 | -1991 |
| BT | Q.PERM | V2_Max | -9740 | -189 | 0 | 0 | 0 | -1991 |
| BT | Q.PERM | V2_Min | -9740 | -189 | 0 | 0 | 0 | -1991 |
| BT | Q.PERM | V3_Max | -9740 | -189 | 0 | 0 | 0 | -1991 |
| BT | Q.PERM | V3_Min | -9740 | -189 | 0 | 0 | 0 | -1991 |
| BT | Q.PERM | T_Max | -9740 | -189 | 0 | 0 | 0 | -1991 |
| BT | Q.PERM | T_Min | -9740 | -189 | 0 | 0 | 0 | -1991 |
| BT | Q.PERM | M2_Max | -9740 | -189 | 0 | 0 | 0 | -1991 |
| BT | Q.PERM | M2_Min | -9740 | -189 | 0 | 0 | 0 | -1991 |
| BT | Q.PERM | M3_Max | -9740 | -189 | 0 | 0 | 0 | -1991 |
| BT | Q.PERM | M3_Min | -9740 | -189 | 0 | 0 | 0 | -1991 |

Sono previsti due strati di armatura di barre ϕ 26 per un totale di 232 ferri. Per le armature a taglio, sono previste delle staffe ϕ 16 con passo 20 cm con 4 bracci in direzione longitudinale e 4 in direzione trasversale.



DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: Sp_2m_2strati

(Percorso File: \ARCHIVIO\Lavori_New\1183 ITF POTENZA FOGGIA (ITF 876)\02 DOC COMMESSA\04 ELABORATI IN PRODUZIONE\02 Relazioni di calcolo\SM\150318_Pila_18_IV03\IV03 PILA18\Sp_2m_2strati.sez)

Relazione di calcolo pile e fondazioni

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|----------|
| IA0X | 02 | D 09 CL | IV0300 002 | A | 38 di 72 |

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -

| | |
|--|----------------------------|
| Classe: | C32/40 |
| Resis. compr. di calcolo fcd: | 18.133 MPa |
| Resis. compr. ridotta fcd': | 0.000 MPa |
| Def.unit. max resistenza ec2: | 0.0020 |
| Def.unit. ultima ecu: | 0.0035 |
| Diagramma tensione-deformaz.: | Parabola-Rettangolo |
| Modulo Elastico Normale Ec: | 33457.0 MPa |
| Resis. media a trazione fctm: | 3.024 MPa |
| Coeff. Omogen. S.L.E.: | 15.00 |
| Coeff. Omogen. S.L.E.: | 15.00 |
| Sc limite S.L.E. comb. Frequenti: | 160.00 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.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: | 0.200 mm |

ACCIAIO -

| | |
|--|-----------------------------|
| Tipo: | B450C |
| Resist. caratt. snervam. fyk: | 450.00 MPa |
| Resist. caratt. rottura ftk: | 450.00 MPa |
| Resist. snerv. di calcolo fyd: | 391.30 MPa |
| Resist. ultima di calcolo ftd: | 391.30 MPa |
| Deform. ultima di calcolo 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: | 360.00 MPa |

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C32/40

| N° vertice: | X [cm] | Y [cm] |
|-------------|--------|--------|
| 1 | 419.9 | 200.0 |
| 2 | 456.6 | 184.8 |
| 3 | 484.8 | 156.6 |
| 4 | 500.0 | 119.9 |
| 5 | 500.0 | 80.1 |
| 6 | 484.8 | 43.4 |
| 7 | 456.6 | 15.2 |
| 8 | 419.9 | 0.0 |
| 9 | 80.1 | 0.0 |
| 10 | 43.4 | 15.2 |
| 11 | 15.2 | 43.4 |
| 12 | 0.0 | 80.1 |
| 13 | 0.0 | 119.9 |
| 14 | 15.2 | 156.6 |

Relazione di calcolo pile e fondazioni

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|----------|
| IA0X | 02 | D 09 CL | IV0300 002 | A | 39 di 72 |

| | | |
|----|------|-------|
| 15 | 43.4 | 184.8 |
| 16 | 80.1 | 200.0 |

DATI BARRE ISOLATE

| N°Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ[mm] |
|---------|--------|--------|-----------|
| 1 | 100.0 | 189.2 | 26 |
| 2 | 100.0 | 193.1 | 26 |
| 3 | 7.5 | 110.4 | 26 |
| 4 | 9.2 | 120.7 | 26 |
| 5 | 12.1 | 130.7 | 26 |
| 6 | 16.1 | 140.4 | 26 |
| 7 | 21.2 | 149.5 | 26 |
| 8 | 27.2 | 158.0 | 26 |
| 9 | 34.2 | 165.8 | 26 |
| 10 | 42.0 | 172.8 | 26 |
| 11 | 50.5 | 178.8 | 26 |
| 12 | 59.6 | 183.9 | 26 |
| 13 | 69.3 | 187.9 | 26 |
| 14 | 79.3 | 190.8 | 26 |
| 15 | 89.6 | 192.5 | 26 |
| 16 | 10.8 | 100.0 | 26 |
| 17 | 11.4 | 110.0 | 26 |
| 18 | 13.0 | 119.8 | 26 |
| 19 | 15.8 | 129.5 | 26 |
| 20 | 19.6 | 138.7 | 26 |
| 21 | 24.5 | 147.5 | 26 |
| 22 | 30.3 | 155.6 | 26 |
| 23 | 36.9 | 163.1 | 26 |
| 24 | 44.4 | 169.7 | 26 |
| 25 | 52.5 | 175.5 | 26 |
| 26 | 61.3 | 180.4 | 26 |
| 27 | 70.5 | 184.2 | 26 |
| 28 | 80.2 | 187.0 | 26 |
| 29 | 90.0 | 188.6 | 26 |
| 30 | 100.0 | 6.9 | 26 |
| 31 | 100.0 | 10.8 | 26 |
| 32 | 89.6 | 7.5 | 26 |
| 33 | 79.3 | 9.2 | 26 |
| 34 | 69.3 | 12.1 | 26 |
| 35 | 59.6 | 16.1 | 26 |
| 36 | 50.5 | 21.2 | 26 |
| 37 | 42.0 | 27.2 | 26 |
| 38 | 34.2 | 34.2 | 26 |
| 39 | 27.2 | 42.0 | 26 |
| 40 | 21.2 | 50.5 | 26 |
| 41 | 16.1 | 59.6 | 26 |
| 42 | 12.1 | 69.3 | 26 |
| 43 | 9.2 | 79.3 | 26 |
| 44 | 7.5 | 89.6 | 26 |
| 45 | 90.0 | 11.4 | 26 |
| 46 | 80.2 | 13.0 | 26 |
| 47 | 70.5 | 15.8 | 26 |
| 48 | 61.3 | 19.6 | 26 |
| 49 | 52.5 | 24.5 | 26 |
| 50 | 44.4 | 30.3 | 26 |
| 51 | 36.9 | 36.9 | 26 |
| 52 | 30.3 | 44.4 | 26 |

Relazione di calcolo pile e fondazioni

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|----------|
| IA0X | 02 | D 09 CL | IV0300 002 | A | 40 di 72 |

| | | | |
|-----|-------|-------|----|
| 53 | 24.5 | 52.5 | 26 |
| 54 | 19.6 | 61.3 | 26 |
| 55 | 15.8 | 70.5 | 26 |
| 56 | 13.0 | 80.2 | 26 |
| 57 | 11.4 | 90.0 | 26 |
| 58 | 400.0 | 189.2 | 26 |
| 59 | 400.0 | 193.1 | 26 |
| 60 | 493.1 | 100.0 | 26 |
| 61 | 492.5 | 110.4 | 26 |
| 62 | 490.8 | 120.7 | 26 |
| 63 | 487.9 | 130.7 | 26 |
| 64 | 483.9 | 140.4 | 26 |
| 65 | 478.8 | 149.5 | 26 |
| 66 | 472.8 | 158.0 | 26 |
| 67 | 465.8 | 165.8 | 26 |
| 68 | 458.0 | 172.8 | 26 |
| 69 | 449.5 | 178.8 | 26 |
| 70 | 440.4 | 183.9 | 26 |
| 71 | 430.7 | 187.9 | 26 |
| 72 | 420.7 | 190.8 | 26 |
| 73 | 410.4 | 192.5 | 26 |
| 74 | 489.2 | 100.0 | 26 |
| 75 | 488.6 | 110.0 | 26 |
| 76 | 487.0 | 119.8 | 26 |
| 77 | 484.2 | 129.5 | 26 |
| 78 | 480.4 | 138.7 | 26 |
| 79 | 475.5 | 147.5 | 26 |
| 80 | 469.7 | 155.6 | 26 |
| 81 | 463.1 | 163.1 | 26 |
| 82 | 455.6 | 169.7 | 26 |
| 83 | 447.5 | 175.5 | 26 |
| 84 | 438.7 | 180.4 | 26 |
| 85 | 429.5 | 184.2 | 26 |
| 86 | 419.8 | 187.0 | 26 |
| 87 | 410.0 | 188.6 | 26 |
| 88 | 410.4 | 7.5 | 26 |
| 89 | 420.7 | 9.2 | 26 |
| 90 | 430.7 | 12.1 | 26 |
| 91 | 440.4 | 16.1 | 26 |
| 92 | 449.5 | 21.2 | 26 |
| 93 | 458.0 | 27.2 | 26 |
| 94 | 465.8 | 34.2 | 26 |
| 95 | 472.8 | 42.0 | 26 |
| 96 | 478.8 | 50.5 | 26 |
| 97 | 483.9 | 59.6 | 26 |
| 98 | 487.9 | 69.3 | 26 |
| 99 | 490.8 | 79.3 | 26 |
| 100 | 492.5 | 89.6 | 26 |
| 101 | 410.0 | 11.4 | 26 |
| 102 | 419.8 | 13.0 | 26 |
| 103 | 429.5 | 15.8 | 26 |
| 104 | 438.7 | 19.6 | 26 |
| 105 | 447.5 | 24.5 | 26 |
| 106 | 455.6 | 30.3 | 26 |
| 107 | 463.1 | 36.9 | 26 |
| 108 | 469.7 | 44.4 | 26 |
| 109 | 475.5 | 52.5 | 26 |
| 110 | 480.4 | 61.3 | 26 |
| 111 | 484.2 | 70.5 | 26 |

| | | | | | | |
|--|----------|-------|----------|------------|------|----------|
| Relazione di calcolo pile e fondazioni | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| | IA0X | 02 | D 09 CL | IV0300 002 | A | 41 di 72 |

| | | | |
|-----|-------|-------|----|
| 112 | 487.0 | 80.2 | 26 |
| 113 | 488.6 | 90.0 | 26 |
| 114 | 400.0 | 6.9 | 26 |
| 115 | 400.0 | 10.8 | 26 |
| 116 | 6.9 | 100.0 | 26 |

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 | 59 | 29 | 26 |
| 2 | 1 | 58 | 29 | 26 |
| 3 | 31 | 115 | 29 | 26 |
| 4 | 30 | 114 | 29 | 26 |

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

| | |
|----|--|
| N | Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione) |
| Mx | Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez. |
| My | Momento flettente [daNm] 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 | 8579.00 | 6751.00 | -520.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | 16044.00 | 4081.00 | -8001.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3 | 10454.00 | 7867.00 | -716.00 | 0.00 | 0.00 |
| 4 | 13124.00 | -8068.00 | -5988.00 | 0.00 | 0.00 |
| 5 | 9285.00 | 2274.00 | -254.00 | 0.00 | 0.00 |
| 6 | 14141.00 | -3045.00 | -6996.00 | 0.00 | 0.00 |
| 7 | 9130.00 | 8469.00 | -3216.00 | 0.00 | 0.00 |
| 8 | 14329.00 | -8068.00 | -3479.00 | 0.00 | 0.00 |
| 9 | 9098.00 | 2283.00 | 1000.00 | 0.00 | 0.00 |
| 10 | 15769.00 | -3988.00 | -8632.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11 | 11093.00 | 9544.00 | -2139.00 | 0.00 | 0.00 |
| 12 | 13440.00 | -10667.00 | -6003.00 | 0.00 | 0.00 |
| 13 | 11737.03 | 16153.27 | 7697.36 | 0.00 | 0.00 |
| 14 | 11737.03 | -16153.27 | -7697.36 | 0.00 | 0.00 |
| 15 | 11737.03 | 16153.27 | 7697.36 | 0.00 | 0.00 |
| 16 | 11737.03 | -16153.27 | 7697.36 | 0.00 | 0.00 |
| 17 | 11737.03 | -4875.74 | 25657.88 | 0.00 | 0.00 |
| 18 | 11737.03 | 4875.74 | -25657.88 | 0.00 | 0.00 |
| 19 | 11737.03 | 4875.74 | -25657.88 | 0.00 | 0.00 |
| 20 | 11737.03 | -4875.74 | 25657.88 | 0.00 | 0.00 |
| 21 | 11737.03 | -4875.74 | 25657.88 | 0.00 | 0.00 |
| 22 | 11737.03 | 4875.74 | -25657.88 | 0.00 | 0.00 |
| 23 | 11737.03 | 16153.27 | 7697.36 | 0.00 | 0.00 |
| 24 | 11737.03 | -16153.27 | 7697.36 | 0.00 | 0.00 |

| Relazione di calcolo pile e fondazioni | | | | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|--|---------|-----------|-----------|----------|-------|----------|------------|------|----------|
| | | | | IA0X | 02 | D 09 CL | IV0300 002 | A | 42 di 72 |
| 25 | 7743.52 | 16153.27 | 7697.36 | 0.00 | 0.00 | | | | |
| 26 | 7743.52 | -16153.27 | -7697.36 | 0.00 | 0.00 | | | | |
| 27 | 7743.52 | 16153.27 | 7697.36 | 0.00 | 0.00 | | | | |
| 28 | 7743.52 | -16153.27 | 7697.36 | 0.00 | 0.00 | | | | |
| 29 | 7743.52 | -4875.74 | 25657.88 | 0.00 | 0.00 | | | | |
| 30 | 7743.52 | 4875.74 | -25657.88 | 0.00 | 0.00 | | | | |
| 31 | 7743.52 | 4875.74 | -25657.88 | 0.00 | 0.00 | | | | |
| 32 | 7743.52 | -4875.74 | 25657.88 | 0.00 | 0.00 | | | | |
| 33 | 7743.52 | -4875.74 | 25657.88 | 0.00 | 0.00 | | | | |
| 34 | 7743.52 | 4875.74 | -25657.88 | 0.00 | 0.00 | | | | |
| 35 | 7743.52 | 16153.27 | 7697.36 | 0.00 | 0.00 | | | | |
| 36 | 7743.52 | -16153.27 | 7697.36 | 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 | 9702.00 | 5812.00 | -369.00 |
| 2 | 11761.00 | 2949.00 | -5628.00 |
| 3 | 10199.00 | 6569.00 | -546.00 |
| 4 | 10491.00 | -5902.00 | -4105.00 |
| 5 | 10225.00 | 2425.00 | -215.00 |
| 6 | 10352.00 | 2188.00 | -4744.00 |
| 7 | 10110.00 | 7014.00 | -2212.00 |
| 8 | 10491.00 | -5902.00 | -2433.00 |
| 9 | 10087.00 | 2432.00 | 724.00 |
| 10 | 11558.00 | -2880.00 | -6064.00 |
| 11 | 10672.00 | 7810.00 | -1601.00 |
| 12 | 10724.00 | -7827.00 | -4116.00 |

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 | 9728.00 | -1988.00 (0.00) | 10.00 (0.00) |
| 2 | 10901.00 | -2359.00 (-116738.75) | -1720.00 (-40810.21) |
| 3 | 10137.00 | -2553.00 (0.00) | 0.00 (0.00) |
| 4 | 10137.00 | 2553.00 (89121.84) | 0.00 (-26014.27) |
| 5 | 10225.00 | -2183.00 (0.00) | -455.00 (0.00) |
| 6 | 10465.00 | 3017.00 (-256091.87) | -1365.00 (-97658.16) |
| 7 | 10136.00 | 2552.00 (0.00) | -448.00 (0.00) |
| 8 | 10465.00 | 3017.00 (-256091.87) | -1365.00 (-97658.16) |
| 9 | 9924.00 | 2057.00 (0.00) | 272.00 (0.00) |
| 10 | 10770.00 | 2322.00 (-119746.47) | -1815.00 (-67318.45) |
| 11 | 10698.00 | 3348.00 (89121.84) | -1509.00 (-26014.27) |
| 12 | 10698.00 | -3348.00 (-116738.75) | -1376.00 (-40810.21) |

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 | 9740.00 | -1991.00 (0.00) | 0.00 (0.00) |
| 2 | 9740.00 | -1991.00 (0.00) | 0.00 (0.00) |
| 3 | 9740.00 | -1991.00 (0.00) | 0.00 (0.00) |
| 4 | 9740.00 | -1991.00 (0.00) | 0.00 (0.00) |
| 5 | 9740.00 | -1991.00 (0.00) | 0.00 (0.00) |
| 6 | 9740.00 | -1991.00 (0.00) | 0.00 (0.00) |
| 7 | 9740.00 | -1991.00 (0.00) | 0.00 (0.00) |
| 8 | 9740.00 | -1991.00 (0.00) | 0.00 (0.00) |
| 9 | 9740.00 | -1991.00 (0.00) | 0.00 (0.00) |
| 10 | 9740.00 | -1991.00 (0.00) | 0.00 (0.00) |
| 11 | 9740.00 | -1991.00 (0.00) | 0.00 (0.00) |
| 12 | 9740.00 | -1991.00 (0.00) | 0.00 (0.00) |

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.6 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

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

| N° Comb | Ver | N | Mx | My | N ult | Mx ult | My ult | Mis.Sic. | As Tesa |
|---------|-----|----------|-----------|----------|----------|-----------|-----------|----------|---------|
| 1 | S | 8579.00 | 6751.00 | -520.00 | 8579.03 | 49246.73 | -3705.37 | 7.294 | ----- |
| 2 | S | 16044.00 | 4081.00 | -8001.00 | 16044.01 | 39643.13 | -77628.86 | 9.705 | ----- |
| 3 | S | 10454.00 | 7867.00 | -716.00 | 10454.08 | 50479.06 | -4726.13 | 6.418 | ----- |
| 4 | S | 13124.00 | -8068.00 | -5988.00 | 13124.25 | -48832.19 | -36177.12 | 6.049 | ----- |
| 5 | S | 9285.00 | 2274.00 | -254.00 | 9285.08 | 49661.18 | -5526.13 | 21.838 | ----- |
| 6 | S | 14141.00 | -3045.00 | -6996.00 | 14141.10 | -36105.33 | -82829.56 | 11.842 | ----- |
| 7 | S | 9130.00 | 8469.00 | -3216.00 | 9130.10 | 48581.18 | -18534.90 | 5.740 | ----- |
| 8 | S | 14329.00 | -8068.00 | -3479.00 | 14328.77 | -51606.52 | -22214.96 | 6.395 | ----- |
| 9 | S | 9098.00 | 2283.00 | 1000.00 | 9097.97 | 48283.80 | 21141.79 | 21.148 | ----- |
| 10 | S | 15769.00 | -3988.00 | -8632.00 | 15768.93 | -37716.38 | -81754.30 | 9.469 | ----- |
| 11 | S | 11093.00 | 9544.00 | -2139.00 | 11093.05 | 50536.57 | -11463.31 | 5.298 | ----- |
| 12 | S | 13440.00 | -10667.00 | -6003.00 | 13439.72 | -50262.48 | -28188.84 | 4.708 | ----- |
| 13 | S | 11737.03 | 16153.27 | 7697.36 | 11736.80 | 49762.91 | 23581.50 | 3.078 | ----- |
| 14 | S | 11737.03 | -16153.27 | -7697.36 | 11736.81 | -49762.91 | -23581.50 | 3.078 | ----- |

| Relazione di calcolo pile e fondazioni | | | | | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|--|---|----------|-----------|-----------|----------|-----------|------------|------------|-------|----------|
| | | | | | IA0X | 02 | D 09 CL | IV0300 002 | A | 44 di 72 |
| 15 | S | 11737.03 | 16153.27 | 7697.36 | 11736.80 | 49762.91 | 23581.50 | 3.078 | ----- | |
| 16 | S | 11737.03 | -16153.27 | 7697.36 | 11736.80 | -49762.91 | 23581.50 | 3.078 | ----- | |
| 17 | S | 11737.03 | -4875.74 | 25657.88 | 11737.01 | -19416.77 | 104172.65 | 4.057 | ----- | |
| 18 | S | 11737.03 | 4875.74 | -25657.88 | 11737.01 | 19416.77 | -104172.65 | 4.057 | ----- | |
| 19 | S | 11737.03 | -16153.27 | -25657.88 | 11737.01 | 19416.77 | -104172.65 | 4.057 | ----- | |
| 20 | S | 11737.03 | -4875.74 | 25657.88 | 11737.01 | -19416.77 | 104172.65 | 4.057 | ----- | |
| 21 | S | 11737.03 | -4875.74 | 25657.88 | 11737.01 | -19416.77 | 104172.65 | 4.057 | ----- | |
| 22 | S | 11737.03 | 4875.74 | -25657.88 | 11737.01 | 19416.77 | -104172.65 | 4.057 | ----- | |
| 23 | S | 11737.03 | 16153.27 | 7697.36 | 11736.80 | 49762.91 | 23581.50 | 3.078 | ----- | |
| 24 | S | 11737.03 | -16153.27 | 7697.36 | 11736.80 | -49762.91 | 23581.50 | 3.078 | ----- | |
| 25 | S | 7743.52 | 16153.27 | 7697.36 | 7743.27 | 47217.28 | 22283.98 | 2.918 | ----- | |
| 26 | S | 7743.52 | -16153.27 | -7697.36 | 7743.27 | -47217.28 | -22283.97 | 2.918 | ----- | |
| 27 | S | 7743.52 | 16153.27 | 7697.36 | 7743.27 | 47217.28 | 22283.98 | 2.918 | ----- | |
| 28 | S | 7743.52 | -16153.27 | 7697.36 | 7743.27 | -47217.28 | 22283.98 | 2.918 | ----- | |
| 29 | S | 7743.52 | -4875.74 | 25657.88 | 7743.53 | -18967.68 | 99291.03 | 3.871 | ----- | |
| 30 | S | 7743.52 | 4875.74 | -25657.88 | 7743.53 | 18967.68 | -99291.03 | 3.871 | ----- | |
| 31 | S | 7743.52 | 4875.74 | -25657.88 | 7743.53 | 18967.68 | -99291.03 | 3.871 | ----- | |
| 32 | S | 7743.52 | -4875.74 | 25657.88 | 7743.53 | -18967.68 | 99291.03 | 3.871 | ----- | |
| 33 | S | 7743.52 | -4875.74 | 25657.88 | 7743.53 | -18967.68 | 99291.03 | 3.871 | ----- | |
| 34 | S | 7743.52 | 4875.74 | -25657.88 | 7743.53 | 18967.68 | -99291.03 | 3.871 | ----- | |
| 35 | S | 7743.52 | 16153.27 | 7697.36 | 7743.27 | 47217.28 | 22283.98 | 2.918 | ----- | |
| 36 | S | 7743.52 | -16153.27 | 7697.36 | 7743.27 | -47217.28 | 22283.98 | 2.918 | ----- | |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
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 | ec 3/7 | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
|---------|---------|----------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1 | 0.00350 | -0.00456 | 80.1 | 200.0 | 0.00284 | 100.0 | 193.1 | -0.01464 | 400.0 | 6.9 |
| 2 | 0.00350 | -0.00104 | 80.1 | 200.0 | 0.00326 | 69.3 | 187.9 | -0.00687 | 430.7 | 12.1 |
| 3 | 0.00350 | -0.00404 | 80.1 | 200.0 | 0.00288 | 100.0 | 193.1 | -0.01346 | 400.0 | 6.9 |
| 4 | 0.00350 | -0.00181 | 80.1 | 0.0 | 0.00306 | 89.6 | 7.5 | -0.00845 | 410.4 | 192.5 |
| 5 | 0.00350 | -0.00420 | 80.1 | 200.0 | 0.00286 | 100.0 | 193.1 | -0.01383 | 400.0 | 6.9 |
| 6 | 0.00350 | -0.00113 | 43.4 | 15.2 | 0.00324 | 59.6 | 16.1 | -0.00704 | 440.4 | 183.9 |
| 7 | 0.00350 | -0.00307 | 80.1 | 200.0 | 0.00294 | 89.6 | 192.5 | -0.01127 | 410.4 | 7.5 |
| 8 | 0.00350 | -0.00225 | 80.1 | 0.0 | 0.00301 | 89.6 | 7.5 | -0.00944 | 410.4 | 192.5 |
| 9 | 0.00350 | -0.00289 | 419.9 | 200.0 | 0.00296 | 410.4 | 192.5 | -0.01088 | 89.6 | 7.5 |
| 10 | 0.00350 | -0.00104 | 43.4 | 15.2 | 0.00325 | 59.6 | 16.1 | -0.00684 | 440.4 | 183.9 |
| 11 | 0.00350 | -0.00332 | 80.1 | 200.0 | 0.00292 | 100.0 | 193.1 | -0.01183 | 400.0 | 6.9 |
| 12 | 0.00350 | -0.00208 | 80.1 | 0.0 | 0.00303 | 89.6 | 7.5 | -0.00904 | 410.4 | 192.5 |
| 13 | 0.00350 | -0.00245 | 419.9 | 200.0 | 0.00300 | 410.4 | 192.5 | -0.00989 | 89.6 | 7.5 |
| 14 | 0.00350 | -0.00245 | 80.1 | 0.0 | 0.00300 | 89.6 | 7.5 | -0.00989 | 410.4 | 192.5 |
| 15 | 0.00350 | -0.00245 | 419.9 | 200.0 | 0.00300 | 410.4 | 192.5 | -0.00989 | 89.6 | 7.5 |
| 16 | 0.00350 | -0.00245 | 419.9 | 0.0 | 0.00300 | 410.4 | 7.5 | -0.00989 | 89.6 | 192.5 |
| 17 | 0.00350 | -0.00165 | 484.8 | 43.4 | 0.00327 | 472.8 | 42.0 | -0.00828 | 27.2 | 158.0 |
| 18 | 0.00350 | -0.00165 | 15.2 | 156.6 | 0.00327 | 27.2 | 158.0 | -0.00828 | 472.8 | 42.0 |
| 19 | 0.00350 | -0.00165 | 15.2 | 156.6 | 0.00327 | 27.2 | 158.0 | -0.00828 | 472.8 | 42.0 |
| 20 | 0.00350 | -0.00165 | 484.8 | 43.4 | 0.00327 | 472.8 | 42.0 | -0.00828 | 27.2 | 158.0 |
| 21 | 0.00350 | -0.00165 | 484.8 | 43.4 | 0.00327 | 472.8 | 42.0 | -0.00828 | 27.2 | 158.0 |
| 22 | 0.00350 | -0.00165 | 15.2 | 156.6 | 0.00327 | 27.2 | 158.0 | -0.00828 | 472.8 | 42.0 |

| Relazione di calcolo pile e fondazioni | | | | | | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|--|---------|----------|-------|-------|---------|----------|-------|----------|------------|-------|----------|
| | | | | | | IA0X | 02 | D 09 CL | IV0300 002 | A | 45 di 72 |
| 23 | 0.00350 | -0.00245 | 419.9 | 200.0 | 0.00300 | 410.4 | 192.5 | -0.00989 | 89.6 | 7.5 | |
| 24 | 0.00350 | -0.00245 | 419.9 | 0.0 | 0.00300 | 410.4 | 7.5 | -0.00989 | 89.6 | 192.5 | |
| 25 | 0.00350 | -0.00298 | 419.9 | 200.0 | 0.00295 | 410.4 | 192.5 | -0.01108 | 89.6 | 7.5 | |
| 26 | 0.00350 | -0.00298 | 80.1 | 0.0 | 0.00295 | 89.6 | 7.5 | -0.01108 | 410.4 | 192.5 | |
| 27 | 0.00350 | -0.00298 | 419.9 | 200.0 | 0.00295 | 410.4 | 192.5 | -0.01108 | 89.6 | 7.5 | |
| 28 | 0.00350 | -0.00298 | 419.9 | 0.0 | 0.00295 | 410.4 | 7.5 | -0.01108 | 89.6 | 192.5 | |
| 29 | 0.00350 | -0.00197 | 484.8 | 43.4 | 0.00326 | 472.8 | 42.0 | -0.00902 | 27.2 | 158.0 | |
| 30 | 0.00350 | -0.00197 | 15.2 | 156.6 | 0.00326 | 27.2 | 158.0 | -0.00902 | 472.8 | 42.0 | |
| 31 | 0.00350 | -0.00197 | 15.2 | 156.6 | 0.00326 | 27.2 | 158.0 | -0.00902 | 472.8 | 42.0 | |
| 32 | 0.00350 | -0.00197 | 484.8 | 43.4 | 0.00326 | 472.8 | 42.0 | -0.00902 | 27.2 | 158.0 | |
| 33 | 0.00350 | -0.00197 | 484.8 | 43.4 | 0.00326 | 472.8 | 42.0 | -0.00902 | 27.2 | 158.0 | |
| 34 | 0.00350 | -0.00197 | 15.2 | 156.6 | 0.00326 | 27.2 | 158.0 | -0.00902 | 472.8 | 42.0 | |
| 35 | 0.00350 | -0.00298 | 419.9 | 200.0 | 0.00295 | 410.4 | 192.5 | -0.01108 | 89.6 | 7.5 | |
| 36 | 0.00350 | -0.00298 | 419.9 | 0.0 | 0.00295 | 410.4 | 7.5 | -0.01108 | 89.6 | 192.5 | |

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 a rottura in presenza di sola fless. (travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

| N° Comb | a | b | c | x/d | C.Rid. |
|---------|--------------|--------------|--------------|------|--------|
| 1 | -0.000001421 | 0.000091602 | -0.014706571 | ---- | ---- |
| 2 | -0.000012882 | 0.000031138 | -0.001695581 | ---- | ---- |
| 3 | -0.000001667 | 0.000085087 | -0.013383851 | ---- | ---- |
| 4 | -0.000007356 | -0.000049469 | 0.004089257 | ---- | ---- |
| 5 | -0.000001978 | 0.000086444 | -0.013630250 | ---- | ---- |
| 6 | -0.000014188 | -0.000029117 | 0.004558383 | ---- | ---- |
| 7 | -0.000005005 | 0.000068154 | -0.009729847 | ---- | ---- |
| 8 | -0.000005151 | -0.000058355 | 0.003912679 | ---- | ---- |
| 9 | 0.000005492 | 0.000065256 | -0.011857172 | ---- | ---- |
| 10 | -0.000013546 | -0.000029447 | 0.004535600 | ---- | ---- |
| 11 | -0.000003411 | 0.000073755 | -0.010977741 | ---- | ---- |
| 12 | -0.000006168 | -0.000054578 | 0.003994075 | ---- | ---- |
| 13 | 0.000005630 | 0.000059898 | -0.010843397 | ---- | ---- |
| 14 | -0.000005630 | -0.000059898 | 0.003950989 | ---- | ---- |
| 15 | 0.000005630 | 0.000059898 | -0.010843397 | ---- | ---- |
| 16 | 0.000005630 | -0.000059898 | 0.001136138 | ---- | ---- |
| 17 | 0.000021279 | -0.000017861 | -0.006041008 | ---- | ---- |
| 18 | -0.000021279 | 0.000017861 | 0.001026114 | ---- | ---- |
| 19 | -0.000021279 | 0.000017861 | 0.001026114 | ---- | ---- |
| 20 | 0.000021279 | -0.000017861 | -0.006041008 | ---- | ---- |
| 21 | 0.000021279 | -0.000017861 | -0.006041008 | ---- | ---- |
| 22 | -0.000021279 | 0.000017861 | 0.001026114 | ---- | ---- |
| 23 | 0.000005630 | 0.000059898 | -0.010843397 | ---- | ---- |
| 24 | 0.000005630 | -0.000059898 | 0.001136138 | ---- | ---- |
| 25 | 0.000005850 | 0.000065705 | -0.012097520 | ---- | ---- |
| 26 | -0.000005850 | -0.000065705 | 0.003968661 | ---- | ---- |
| 27 | 0.000005850 | 0.000065705 | -0.012097520 | ---- | ---- |
| 28 | 0.000005850 | -0.000065705 | 0.001043508 | ---- | ---- |
| 29 | 0.000022603 | -0.000018972 | -0.006634681 | ---- | ---- |
| 30 | -0.000022603 | 0.000018972 | 0.000872181 | ---- | ---- |
| 31 | -0.000022603 | 0.000018972 | 0.000872181 | ---- | ---- |
| 32 | 0.000022603 | -0.000018972 | -0.006634681 | ---- | ---- |
| 33 | 0.000022603 | -0.000018972 | -0.006634681 | ---- | ---- |
| 34 | -0.000022603 | 0.000018972 | 0.000872181 | ---- | ---- |
| 35 | 0.000005850 | 0.000065705 | -0.012097520 | ---- | ---- |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

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
D barre Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12 Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2

| N° Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. | D barre | Beta12 |
|---------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|
| 1 | S | 2.48 | 80.1 | 200.0 | -11.4 | 400.0 | 6.9 | 8990 | 424.7 | 3.9 | 1.00 |
| 2 | S | 2.26 | 80.1 | 200.0 | -1.0 | 430.7 | 12.1 | 267 | 5.3 | 3.9 | 1.00 |
| 3 | S | 2.78 | 80.1 | 200.0 | -15.5 | 400.0 | 6.9 | 8714 | 419.4 | 3.9 | 1.00 |
| 4 | S | 2.92 | 80.1 | 0.0 | -15.5 | 410.4 | 192.5 | 3241 | 180.5 | 3.9 | 1.00 |
| 5 | S | 1.55 | 80.1 | 200.0 | 5.1 | 400.0 | 6.9 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 6 | S | 1.87 | 80.1 | 200.0 | 0.7 | 430.7 | 12.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 7 | S | 3.11 | 80.1 | 200.0 | -21.8 | 410.4 | 7.5 | 5737 | 323.9 | 3.9 | 1.00 |
| 8 | S | 2.75 | 80.1 | 0.0 | -12.7 | 410.4 | 192.5 | 4705 | 265.5 | 3.9 | 1.00 |
| 9 | S | 1.58 | 419.9 | 200.0 | 4.4 | 100.0 | 6.9 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 10 | S | 2.26 | 80.1 | 0.0 | -1.7 | 430.7 | 187.9 | 662 | 26.5 | 3.9 | 1.00 |
| 11 | S | 3.35 | 80.1 | 200.0 | -25.1 | 400.0 | 6.9 | 7042 | 398.2 | 3.9 | 1.00 |
| 12 | S | 3.63 | 80.1 | 0.0 | -29.6 | 410.4 | 192.5 | 3913 | 217.7 | 3.9 | 1.00 |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

| N° Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. | D barre | Beta12 |
|---------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|
| 1 | S | 1.38 | 419.9 | 0.0 | 6.2 | 100.0 | 193.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 2 | S | 1.72 | 80.1 | 0.0 | 4.6 | 410.4 | 192.5 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 3 | S | 1.56 | 419.9 | 0.0 | 4.8 | 100.0 | 193.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 4 | S | 1.56 | 80.1 | 200.0 | 4.8 | 400.0 | 6.9 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 5 | S | 1.51 | 80.1 | 0.0 | 5.7 | 400.0 | 193.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 6 | S | 1.82 | 80.1 | 200.0 | 2.1 | 410.4 | 7.5 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 7 | S | 1.60 | 80.1 | 200.0 | 4.3 | 400.0 | 6.9 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 8 | S | 1.82 | 80.1 | 200.0 | 2.1 | 410.4 | 7.5 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 9 | S | 1.44 | 419.9 | 200.0 | 6.0 | 100.0 | 6.9 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 10 | S | 1.71 | 80.1 | 200.0 | 4.5 | 410.4 | 7.5 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 11 | S | 1.93 | 80.1 | 200.0 | 1.1 | 410.4 | 7.5 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 12 | S | 1.92 | 80.1 | 0.0 | 1.3 | 410.4 | 192.5 | ---- | ---- | ---- | ---- |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}

Ver. Esito della verifica
S1 Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
S2 Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k2 = 0.4 per barre ad aderenza migliorata
k3 = 0.125 per flessione e presso-flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica
Ø Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
Psi = $1 - \text{Beta}12 * (Ssr/Ss)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (f_{ctm}/S2)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (M_{fess}/M)^2$ [B.6.6 DM96]
e sm Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 * Ss/Es$ è tra parentesi
srm Distanza media tra le fessure [mm]
wk Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 * e * sm * srm$. Valore limite tra parentesi

Relazione di calcolo pile e fondazioni

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|----------|
| IA0X | 02 | D 09 CL | IV0300 002 | A | 47 di 72 |

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 | S1 | S2 | k3 | Ø | Cf | Psi | e sm | srm | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|-----|----|------|------|------|------|------|------|------|------------|-----------|
| 1 | S | 0.4 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 2 | S | 0.3 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | -116738.75 | -40810.21 |
| 3 | S | 0.3 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 4 | S | 0.3 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 89121.84 | -26014.27 |
| 5 | S | 0.3 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 6 | S | 0.1 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | -256091.87 | -97658.16 |
| 7 | S | 0.2 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 8 | S | 0.1 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | -256091.87 | -97658.16 |
| 9 | S | 0.4 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 10 | S | 0.2 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | -119746.47 | -67318.45 |
| 11 | S | 0.0 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 89121.84 | -26014.27 |
| 12 | S | 0.0 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | -116738.75 | -40810.21 |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. | D barre | Beta12 |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|
| 1 | S | 1.38 | 419.9 | 0.0 | 6.2 | 100.0 | 193.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 2 | S | 1.38 | 419.9 | 0.0 | 6.2 | 100.0 | 193.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 3 | S | 1.38 | 419.9 | 0.0 | 6.2 | 100.0 | 193.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 4 | S | 1.38 | 419.9 | 0.0 | 6.2 | 100.0 | 193.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 5 | S | 1.38 | 419.9 | 0.0 | 6.2 | 100.0 | 193.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 6 | S | 1.38 | 419.9 | 0.0 | 6.2 | 100.0 | 193.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 7 | S | 1.38 | 419.9 | 0.0 | 6.2 | 100.0 | 193.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 8 | S | 1.38 | 419.9 | 0.0 | 6.2 | 100.0 | 193.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 9 | S | 1.38 | 419.9 | 0.0 | 6.2 | 100.0 | 193.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 10 | S | 1.38 | 419.9 | 0.0 | 6.2 | 100.0 | 193.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 11 | S | 1.38 | 419.9 | 0.0 | 6.2 | 100.0 | 193.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 12 | S | 1.38 | 419.9 | 0.0 | 6.2 | 100.0 | 193.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

| Comb. | Ver | S1 | S2 | k3 | Ø | Cf | Psi | e sm | srm | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|-----|----|------|------|------|------|------|------|------|---------|---------|
| 1 | S | 0.4 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 2 | S | 0.4 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 3 | S | 0.4 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 4 | S | 0.4 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 5 | S | 0.4 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 6 | S | 0.4 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 7 | S | 0.4 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 8 | S | 0.4 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 9 | S | 0.4 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 10 | S | 0.4 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 11 | S | 0.4 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 12 | S | 0.4 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |

Relazione di calcolo pile e fondazioni

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|----------|
| IA0X | 02 | D 09 CL | IV0300 002 | A | 48 di 72 |

Verifica a Taglio

Si riportano le verifiche a taglio della sezione. Le azioni agenti sono le seguenti:

V2 2562 kN

V3 4080 kN

In direzione longitudinale, si affida il taglio a spille $\phi 12/40 \times 40$

§ 4.1.2.1.3.2 - ELEMENTI CON ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI A TAGLIO

| | | | |
|---|-----------------------------|-----------------|--------------------|
| Diametro delle staffe | ϕ_{sw} | 12 | (mm) |
| Numero di braccia | n_b | 10 | (-) |
| Passo delle staffe | s | 400 | (mm) |
| Inclinazione tra il puntone compresso e l'asse della trave | θ | 21.8 | (°) |
| Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave | α | 90 | (°) |
| Area della sezione trasversale dell'armatura a taglio | A_{sw} | 1131 | (mm ²) |
| Braccio della coppia interna | z | 1746 | (mm) |
| Cotangente di θ | cot θ | 2.50 | (-) |
| | | 2.50 | (-) |
| Cotangente di α | cot α | 0.00 | (-) |
| Seno di α | sin α | 1.00 | (-) |
| Resistenza offerta dall'armatura a taglio (meccanismo taglio - trazione) | V_{Rsd} | 4829.38 | (kN) |
| Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima | f'_{cd} | 9.07 | (MPa) |
| Resistenza offerta dai puntoni (meccanismo taglio - compressione) | V_{Rcd} | 24563.14 | (kN) |
| Massima area efficace di armatura a taglio per cot $\theta = 1$ | $A_{sw,max}$ | 25024.00 | (mm) |
| Resistenza a taglio della sezione armata trasversalmente | V_{Rd} | 4829.38 | (kN) |

Mentre in direzione trasversale si fa affidamento alle due staffe di confinamento delle armature longitudinali.

Relazione di calcolo pile e fondazioni

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|----------|
| IA0X | 02 | D 09 CL | IV0300 002 | A | 49 di 72 |

§ 4.1.2.1.3.2 - ELEMENTI CON ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI A TAGLIO

| | | | |
|---|-----------------------------|-----------------|--------------------|
| Diametro delle staffe | ϕ_{sw} | 16 | (mm) |
| Numero di braccia | n_b | 4 | (-) |
| Passo delle staffe | s | 200 | (mm) |
| Inclinazione tra il puntone compresso e l'asse della trave | θ | 21.8 | (°) |
| Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave | α | 90 | (°) |
| Area della sezione trasversale dell'armatura a taglio | A_{sw} | 804 | (mm ²) |
| Braccio della coppia interna | z | 3996 | (mm) |
| Cotangente di θ | cot θ | 2.50 | (-) |
| | | 2.50 | (-) |
| Cotangente di α | cot α | 0.00 | (-) |
| | | 1.00 | (-) |
| Seno di α | sin α | 1.00 | (-) |
| Resistenza offerta dall'armatura a taglio (meccanismo taglio - trazione) | V_{Rsd} | 15719.55 | (kN) |
| Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima | f'_{cd} | 9.07 | (MPa) |
| Resistenza offerta dai puntoni (meccanismo taglio - compressione) | V_{Rcd} | 24985.19 | (kN) |
| Massima area efficace di armatura a taglio per cot θ = 1 | $A_{sw,max}$ | 5560.89 | (mm) |
| Resistenza a taglio della sezione armata trasversalmente | V_{Rd} | 15719.55 | (kN) |

9.3.2 Verifica Combinazioni Eccezionali

Secondo il § 4.1.4 (NTC 08) i coefficienti parziali di sicurezza γ_c e γ_s devono essere presi unitari.

| | | N | V2 | V3 | T | M2 | M3 |
|-----|--------|-------|------|-------|---|-------|-------|
| ECC | N_Max | -9740 | 0 | -2000 | 0 | -7598 | 0 |
| ECC | N_Min | -9740 | 0 | 2000 | 0 | 7598 | 0 |
| ECC | V2_Max | -9740 | 750 | 0 | 0 | 0 | 2849 |
| ECC | V2_Min | -9740 | -750 | 0 | 0 | 0 | -2849 |
| ECC | V3_Max | -9740 | 0 | 2000 | 0 | 7598 | 0 |
| ECC | V3_Min | -9740 | 0 | -2000 | 0 | -7598 | 0 |
| ECC | T_Max | -9740 | 0 | -2000 | 0 | -7598 | 0 |
| ECC | T_Min | -9740 | 0 | 2000 | 0 | 7598 | 0 |
| ECC | M2_Max | -9740 | 0 | 2000 | 0 | 7598 | 0 |
| ECC | M2_Min | -9740 | 0 | -2000 | 0 | -7598 | 0 |
| ECC | M3_Max | -9740 | 750 | 0 | 0 | 0 | 2849 |
| ECC | M3_Min | -9740 | -750 | 0 | 0 | 0 | -2849 |

Verifica a Presso-Tenso Flessione

Non si riportano le verifiche del fusto pila in caso eccezionale, in quanto dalla tabella precedente risulta evidente come le azioni agenti sono notevolmente inferiori a quelle agenti SLV, quindi sicuramente soddisfatte in quanto nel caso eccezionale i coefficienti riduttivi per i materiali sono unitari e quindi la sezione risulta certamente verificata.

| | | | | | | |
|--|---|-------|----------|--------------|------|----------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | LINEA POTENZA - FOGGIA - AMMODERNAMENTO SOTTOPROGETTO 2: ELETTRIFICAZIONE, RETTIFICHE DI TRACCIATO, SOPPRESSIONE P.L. E CONSOLIDAMENTO SEDE. | | | | | |
| | LOTTO 2 – RETTIFICHE DI TRACCIATO, SOPPRESSIONE P.L. E CONSOLIDAMENTO SEDE | | | | | |
| Relazione di calcolo pile e spalle | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| | IAOX | 02 | D 09 CL | IV 03 00 002 | A | 51 di 72 |

9.4 Zattera di fondazione

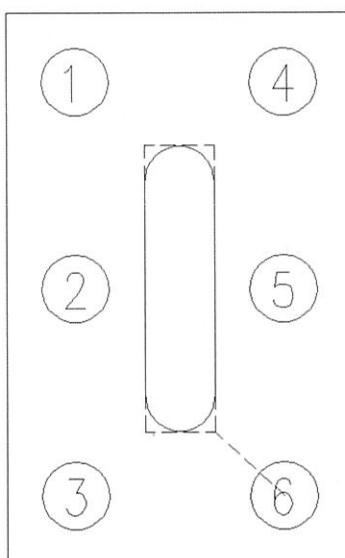
Il plinto di fondazione è sollecitato dai carichi gravanti dalla pila ed è vincolato dalla presenza dei pali di fondazione. La geometria del plinto, ed in particolare il rapporto tra il suo spessore e le distanze tra i pilastri e i pali comportano l'instaurarsi di meccanismi resistenti caratteristici degli elementi tozzi schematizzabili attraverso meccanismi di tipo tirante-puntone.

Le verifiche di resistenza vengono quindi svolte determinando la massima reazione sui pali considerando e verificando i meccanismi tirante-puntone di una mensola tozza che vede la reazione del palo come carico sollecitante e il pilastro come vincolo.

Il calcolo viene eseguito separatamente per le combinazioni statiche, sismiche ed eccezionali.

Per le analisi sismiche, si è considerato un fattore di struttura unitario.

Nella figura seguente, è indicato tramite la linea tratteggiata, il percorso ipotizzato per la formazione del puntone di calcestruzzo che parte dalla testa del palo ed arriva al bordo della base pila.



Per trovare le reazioni verticali del palo si è tenuto conto del peso della zattera stessa e dei momenti di trasporto per i tagli orizzontali dovuti alla differenza di quota che c'è fra il testa palo e l'estradosso della zattera.

9.4.1 Verifica Combinazioni SLU SLV Eccezionali

| | Risultante reazioni alla base (quota testa pali) | | | | | |
|-----|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | Global FX | Global FY | Global FZ | Global MX | Global MY | Global MZ |
| | kN | kN | kN | kNm | kNm | kNm |
| SLU | 644 | -81 | 8579 | -398 | 7717 | |
| SLU | 428 | -309 | 16044 | -7537 | 4724 | |
| SLU | 837 | 35 | 10454 | -768 | 9123 | |
| SLU | -953 | -397 | 13124 | -5393 | -9498 | |
| SLU | 262 | 100 | 9285 | -404 | 2666 | |
| SLU | -371 | -542 | 14141 | -6183 | -3602 | |
| SLU | 833 | -245 | 9130 | -2849 | 9719 | |
| SLU | -953 | -137 | 14329 | -3275 | -9498 | |
| SLU | 256 | 37 | 9098 | 944 | 2667 | |
| SLU | -420 | -399 | 15769 | -8033 | -4619 | |
| SLU | 856 | 1 | 11093 | -2141 | 10828 | |
| SLU | -953 | -351 | 13440 | -5476 | -12111 | |

| | Ripartizione forze sui pali | | | | | |
|--|-----------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | Fz / n | Mx/yi ² *y _{max} | My/xi ² *x _{max} | N _{max,palo} | N _{min,palo} | V _{max,palo} |
| | | | | kN | | kN |
| | 1429.8 | 27.7 | 714.6 | 2172.1 | 687.6 | 108 |
| | 2674.0 | 523.4 | 437.4 | 3634.8 | 1713.2 | 88 |
| | 1742.4 | 53.3 | 844.7 | 2640.4 | 844.3 | 140 |
| | 2187.4 | 374.5 | 879.5 | 3441.3 | 933.4 | 172 |
| | 1547.4 | 28.0 | 246.9 | 1822.3 | 1272.5 | 47 |
| | 2356.8 | -429.3 | 333.5 | 3119.7 | 1594.0 | 110 |
| | 1521.6 | 197.8 | 899.9 | 2619.4 | 423.9 | 145 |
| | 2388.2 | 227.4 | 879.5 | 3495.0 | 1281.3 | 161 |
| | 1516.3 | 65.6 | 247.0 | 1828.8 | 1203.8 | 43 |
| | 2628.2 | 557.3 | 427.6 | 3613.7 | 1642.7 | 97 |
| | 1848.3 | 148.7 | 1002.6 | 3000.2 | 697.6 | 143 |
| | 2239.9 | 380.3 | 1121.4 | 3741.6 | 738.2 | 171 |

| | Risultante reazioni alla base (quota testa pali) | | | | | |
|-----|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | Global FX | Global FY | Global FZ | Global MX | Global MY | Global MZ |
| | kN | kN | kN | kNm | kNm | kNm |
| SLV | 3042 | 1704 | 11737 | 9710 | 28073 | |
| SLV | -3042 | -1704 | 11737 | -9710 | -28073 | |
| SLV | 3042 | 1704 | 11737 | 9710 | 28073 | |
| SLV | -3042 | -1704 | 11737 | 9710 | -28073 | |
| SLV | -1248 | 4560 | 11737 | 32366 | -8467 | |
| SLV | 1248 | -4560 | 11737 | -32366 | 8467 | |
| SLV | 1248 | -4560 | 11737 | -32366 | 8467 | |
| SLV | -1248 | 4560 | 11737 | 32366 | -8467 | |
| SLV | -1248 | 4560 | 11737 | 32366 | -8467 | |
| SLV | 1248 | -4560 | 11737 | -32366 | 8467 | |
| SLV | 1248 | -4560 | 11737 | -32366 | 8467 | |
| SLV | -1248 | 4560 | 11737 | 32366 | -8467 | |
| SLV | -1248 | 4560 | 11737 | 32366 | -8467 | |
| SLV | 3042 | 1704 | 11737 | 9710 | 28073 | |
| SLV | -3042 | -1704 | 11737 | 9710 | -28073 | |
| SLV | 3042 | 1704 | 7744 | 9710 | 28073 | |
| SLV | -3042 | -1704 | 7744 | -9710 | -28073 | |
| SLV | 3042 | 1704 | 7744 | 9710 | 28073 | |
| SLV | -3042 | -1704 | 7744 | 9710 | -28073 | |
| SLV | -1248 | 4560 | 7744 | 32366 | -8467 | |
| SLV | 1248 | -4560 | 7744 | -32366 | 8467 | |
| SLV | -1248 | 4560 | 7744 | 32366 | -8467 | |
| SLV | -1248 | 4560 | 7744 | 32366 | -8467 | |
| SLV | 1248 | -4560 | 7744 | -32366 | 8467 | |
| SLV | 1248 | -4560 | 7744 | -32366 | 8467 | |
| SLV | 3042 | 1704 | 7744 | 9710 | 28073 | |
| SLV | -3042 | -1704 | 7744 | 9710 | -28073 | |

| | Ripartizione forze sui pali | | | | | |
|--|-----------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | Fz / n | Mx/yi ² *y _{max} | My/xi ² *x _{max} | N _{max,palo} | N _{min,palo} | V _{max,palo} |
| | | | | kN | | kN |
| | 1956.2 | 674.3 | 2599.4 | 5229.8 | -1317.5 | 581 |
| | 1956.2 | 674.3 | 2599.4 | 5229.8 | -1317.5 | 581 |
| | 1956.2 | 674.3 | 2599.4 | 5229.8 | -1317.5 | 581 |
| | 1956.2 | 674.3 | 2599.4 | 5229.8 | -1317.5 | 581 |
| | 1956.2 | 2247.7 | 783.9 | 4987.8 | -1075.4 | 788 |
| | 1956.2 | 2247.7 | 783.9 | 4987.8 | -1075.4 | 788 |
| | 1956.2 | 2247.7 | 783.9 | 4987.8 | -1075.4 | 788 |
| | 1956.2 | 2247.7 | 783.9 | 4987.8 | -1075.4 | 788 |
| | 1956.2 | 2247.7 | 783.9 | 4987.8 | -1075.4 | 788 |
| | 1956.2 | 2247.7 | 783.9 | 4987.8 | -1075.4 | 788 |
| | 1956.2 | 2247.7 | 783.9 | 4987.8 | -1075.4 | 788 |
| | 1956.2 | 2247.7 | 783.9 | 4987.8 | -1075.4 | 788 |
| | 1956.2 | 674.3 | 2599.4 | 5229.8 | -1317.5 | 581 |
| | 1956.2 | 674.3 | 2599.4 | 5229.8 | -1317.5 | 581 |
| | 1290.6 | 674.3 | 2599.4 | 4564.2 | -1983.1 | 581 |
| | 1290.6 | 674.3 | 2599.4 | 4564.2 | -1983.1 | 581 |
| | 1290.6 | 674.3 | 2599.4 | 4564.2 | -1983.1 | 581 |
| | 1290.6 | 674.3 | 2599.4 | 4564.2 | -1983.1 | 581 |
| | 1290.6 | 2247.7 | 783.9 | 4322.2 | -1741.0 | 788 |
| | 1290.6 | 2247.7 | 783.9 | 4322.2 | -1741.0 | 788 |
| | 1290.6 | 2247.7 | 783.9 | 4322.2 | -1741.0 | 788 |
| | 1290.6 | 2247.7 | 783.9 | 4322.2 | -1741.0 | 788 |
| | 1290.6 | 2247.7 | 783.9 | 4322.2 | -1741.0 | 788 |
| | 1290.6 | 2247.7 | 783.9 | 4322.2 | -1741.0 | 788 |
| | 1290.6 | 674.3 | 2599.4 | 4564.2 | -1983.1 | 581 |
| | 1290.6 | 674.3 | 2599.4 | 4564.2 | -1983.1 | 581 |

| | Risultante reazioni alla base (quota testa pali) | | | | | |
|------|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | Global FX | Global FY | Global FZ | Global MX | Global MY | Global MZ |
| | kN | kN | kN | kNm | kNm | kNm |
| URTO | 0 | -2000 | 9740 | -4598 | 0 | |
| URTO | 0 | 2000 | 9740 | 4598 | 0 | |
| URTO | 750 | 0 | 9740 | 0 | 3974 | |
| URTO | -750 | 0 | 9740 | 0 | -3974 | |
| URTO | 0 | 2000 | 9740 | 4598 | 0 | |
| URTO | 0 | -2000 | 9740 | -4598 | 0 | |
| URTO | 0 | -2000 | 9740 | -4598 | 0 | |
| URTO | 0 | 2000 | 9740 | 4598 | 0 | |
| URTO | 0 | 2000 | 9740 | 4598 | 0 | |
| URTO | 0 | -2000 | 9740 | -4598 | 0 | |
| URTO | 0 | -2000 | 9740 | -4598 | 0 | |
| URTO | 750 | 0 | 9740 | 0 | 3974 | |
| URTO | -750 | 0 | 9740 | 0 | -3974 | |

| | Ripartizione forze sui pali | | | | | |
|--|-----------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | Fz / n | Mx/yi ² *y _{max} | My/xi ² *x _{max} | N _{max,palo} | N _{min,palo} | V _{max,palo} |
| | | | | kN | | kN |
| | 1623.4 | 319.3 | 0.0 | 1942.7 | 1304.1 | 333 |
| | 1623.4 | 319.3 | 0.0 | 1942.7 | 1304.1 | 333 |
| | 1623.4 | 0.0 | 368.0 | 1991.4 | 1255.4 | 125 |
| | 1623.4 | 0.0 | 368.0 | 1991.4 | 1255.4 | 125 |
| | 1623.4 | 319.3 | 0.0 | 1942.7 | 1304.1 | 333 |
| | 1623.4 | 319.3 | 0.0 | 1942.7 | 1304.1 | 333 |
| | 1623.4 | 319.3 | 0.0 | 1942.7 | 1304.1 | 333 |
| | 1623.4 | 319.3 | 0.0 | 1942.7 | 1304.1 | 333 |
| | 1623.4 | 319.3 | 0.0 | 1942.7 | 1304.1 | 333 |
| | 1623.4 | 319.3 | 0.0 | 1942.7 | 1304.1 | 333 |
| | 1623.4 | 319.3 | 0.0 | 1942.7 | 1304.1 | 333 |
| | 1623.4 | 0.0 | 368.0 | 1991.4 | 1255.4 | 125 |
| | 1623.4 | 0.0 | 368.0 | 1991.4 | 1255.4 | 125 |

Relazione di calcolo pile e spalle

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| IAOX | 02 | D 09 CL | IV 03 00 002 | A | 53 di 72 |

La reazione massima (si evidenzia che nelle reazioni riportate è stato già detratto il contributo del peso proprio della fondazione) si ha in combinazione sismica, con una reazione verticale pari a 5230 kN. L'urto provoca una reazione verticale molto più bassa per cui si trascura ai fini della verifica.

La verifica della mensola tozza si esegue secondo il § C4.1.2.1.5.

MENSOLE TOZZE (NTC 2008 - CIRCOLARE C.S.LL.PP.)

DATI DI INPUT

| | | |
|------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Riferimento normativo: | 4.1.2.1.5 NTC08 + Circolare | |
| Tipo Acciaio | B450C | $f_{yk} = 450 \text{ Mpa}$ |
| Classe Calcestruzzo | 28/35 | $R_{ck} = 35 \text{ Mpa}$ |

1) Resistenze materiali

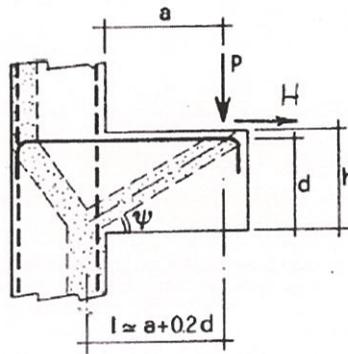
| | | | |
|------------------------------------|----------|-------|-----|
| Resistenza compressione cilindrica | f_{ck} | 29.1 | Mpa |
| Resistenza di calcolo cls | f_{cd} | 16.5 | Mpa |
| Resistenza di calcolo acciaio | f_{yd} | 391.3 | Mpa |

2) Carichi agenti

| | | | |
|--------------------|----------|------|----|
| Carico verticale | P_{Ed} | 5230 | KN |
| Carico orizzontale | H_{Ed} | 788 | KN |

3) Geometria della mensola

| | | | |
|------------------------------------|-------------|--------|-----|
| Altezza mensola | h_c | 2000 | mm |
| Lunghezza della mensola | l_c | 3460 | mm |
| Distanza di applicazione carico | a | 1770 | mm |
| Profondità mensola | b | 1200 | mm |
| Ricoprimento cls tirante superiore | cop | 40 | mm |
| Lunghezza minima della mensola | $l_{c,min}$ | 1850 | mm |
| Altezza utile tirante superiore | d | 1947 | mm |
| Braccio delle forze interne | z | 1752 | mm |
| Proiezione orizzontale del puntone | l | 2159 | mm |
| Inclinazione puntone | ψ | 0.682 | rad |
| $ctg \psi$ | λ | 1.232 | |
| | | 39.058 | |



RESISTENZE E VERIFICHE

1) Tirante

| | | | |
|-----------------------------------|-------------|-------|---------------|
| Diametro dell'armatura principale | ϕ | 26 | |
| Numero di barre | n° | 36 | |
| | A_s | 19113 | mm^2 |
| Resistenza tirante | P_{Rs} | 6069 | KN |
| Coefficiente di sicurezza | F_s | 1.16 | OK |

2) Puntone e G.d.R.

| | | | |
|--|---------------------|------|----|
| In presenza di Staffe $c=1.5$, altrimenti $c=1$ | c | 1.0 | |
| Resistenza puntone | P_{Rc} | 6108 | KN |
| Gerarchia delle resistenze | $P_{Rc} > P_{Rs} ?$ | | SI |

Dalla figura sottostante si può notare come la diagonale del tirante puntone è inclinata in pianta rispetto agli assi X ed Y all'incirca di 45° , per cui sia lungo l'asse X che lungo l'asse Y, al lembo inferiore della zattera, su 1.20m di larghezza (pari al diametro del palo), saranno presenti $18\phi 26$ distribuiti su due strati d'armatura.

Per il progetto delle armature superiori (tenendo conto che il calcolo si fa riguardo ad una sezione larga 1.20m) si tiene conto della flessione dovuta alla massima trazione nei pali.

| | | | | | | |
|------------------------------------|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| Relazione di calcolo pile e spalle | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| | IAOX | 02 | D 09 CL | IV 03 00 002 | A | 55 di 72 |

La reazione massima in trazione per il palo si ha in combinazione sismica, con una reazione verticale pari a - 1983 kN.

L'urto provoca una reazione verticale molto più bassa per cui si trascura ai fini della verifica.

$$M = 1983 \cdot 1.77 = 3510 \text{ kNm}$$

$$A_s = M_{ed} / (0.9 \cdot d \cdot f_{yd}) = 3510000000 / (0.9 \cdot 1421 \cdot 391) = 7020 \text{ mm}^2$$

Si sceglie di utilizzare 18 ϕ 26 che hanno un area effettiva di 9557 mm², per cui saranno disposti lungo i lati X ed Y 9 ϕ 26 su 1.20m di larghezza (pari al diametro del palo) su uno strato d'armatura.

9.5 Pali di fondazione

9.5.1 Calcolo delle sollecitazioni

Le azioni verticali agenti sui pali, determinate nell'ipotesi di platea rigida riportate nelle tabelle seguenti.

| | Risultante reazioni alla base (quota testa pali) | | | | | |
|-----|--|----------|----------|----------|----------|----------|
| | GlobalFX | GlobalFY | GlobalFZ | GlobalMX | GlobalMY | GlobalMZ |
| | kN | kN | kN | kNm | kNm | kNm |
| SLU | 644 | -81 | 11495 | -398 | 7717 | |
| SLU | 428 | -309 | 18960 | -7537 | 4724 | |
| SLU | 837 | 35 | 13370 | -768 | 9123 | |
| SLU | -953 | -397 | 16040 | -5393 | -9498 | |
| SLU | 262 | 100 | 12201 | -404 | 2666 | |
| SLU | -371 | -542 | 17057 | -6183 | -3602 | |
| SLU | 833 | -245 | 12046 | -2849 | 9719 | |
| SLU | -953 | -137 | 17245 | -3275 | -9498 | |
| SLU | 256 | 37 | 12014 | 944 | 2667 | |
| SLU | -420 | -399 | 18685 | -8033 | -4619 | |
| SLU | 856 | 1 | 14009 | -2141 | 10828 | |
| SLU | -963 | -351 | 16356 | -5476 | -12111 | |

| Fz / n | Ripartizione forze sui pali | | | | | | V _{max,palo} kN | M kNm |
|--------|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--|-----|-----------------------------|----------|
| | Mx/yi ² *y _{max} | My/xi ² *x _{max} | N _{max,palo} kN | N _{min,palo} kN | | | | |
| | | | | | | | | |
| 1915.8 | 27.7 | 714.6 | 2658.1 | 1173.6 | | 108 | 325.861 | |
| 3160.0 | 523.4 | 437.4 | 4120.8 | 2199.2 | | 88 | 265.176 | |
| 2228.4 | 53.3 | 844.7 | 3126.4 | 1330.3 | | 140 | 420.501 | |
| 2673.4 | 374.5 | 879.5 | 3927.3 | 1419.4 | | 172 | 518.287 | |
| 2033.4 | 28.0 | 246.9 | 2308.3 | 1758.5 | | 47 | 140.585 | |
| 2842.8 | 429.3 | 333.5 | 3605.7 | 2080.0 | | 110 | 329.878 | |
| 2007.6 | 197.8 | 899.9 | 3105.4 | 909.9 | | 145 | 435.984 | |
| 2874.2 | 227.4 | 879.5 | 3981.0 | 1767.3 | | 161 | 483.372 | |
| 2002.3 | 65.6 | 247.0 | 2314.8 | 1689.8 | | 43 | 129.858 | |
| 3114.2 | 557.9 | 427.6 | 4099.7 | 2128.7 | | 97 | 290.939 | |
| 2334.9 | 148.7 | 1002.6 | 3486.2 | 1183.6 | | 143 | 429.76 | |
| 2725.9 | 380.3 | 1121.4 | 4227.6 | 1224.2 | | 171 | 514.383 | |

| | Risultante reazioni alla base (quota testa pali) | | | | | |
|-----|--|----------|----------|----------|----------|----------|
| | GlobalFX | GlobalFY | GlobalFZ | GlobalMX | GlobalMY | GlobalMZ |
| | kN | kN | kN | kNm | kNm | kNm |
| SLV | 3042 | 1704 | 13897 | 9710 | 28073 | |
| SLV | -3042 | -1704 | 13897 | -9710 | -28073 | |
| SLV | 3042 | 1704 | 13897 | 9710 | 28073 | |
| SLV | -3042 | -1704 | 13897 | -9710 | -28073 | |
| SLV | -1248 | 4560 | 13897 | 32366 | -8467 | |
| SLV | 1248 | -4560 | 13897 | -32366 | 8467 | |
| SLV | 1248 | -4560 | 13897 | -32366 | 8467 | |
| SLV | -1248 | 4560 | 13897 | 32366 | -8467 | |
| SLV | -1248 | 4560 | 13897 | 32366 | -8467 | |
| SLV | 1248 | -4560 | 13897 | -32366 | 8467 | |
| SLV | 1248 | -4560 | 13897 | -32366 | 8467 | |
| SLV | 3042 | 1704 | 13897 | 9710 | 28073 | |
| SLV | -3042 | -1704 | 13897 | -9710 | -28073 | |
| SLV | 3042 | 1704 | 9904 | 9710 | 28073 | |
| SLV | -3042 | -1704 | 9904 | -9710 | -28073 | |
| SLV | 3042 | 1704 | 9904 | 9710 | 28073 | |
| SLV | -3042 | -1704 | 9904 | -9710 | -28073 | |
| SLV | -1248 | 4560 | 9904 | 32366 | -8467 | |
| SLV | 1248 | -4560 | 9904 | -32366 | 8467 | |
| SLV | 1248 | -4560 | 9904 | -32366 | 8467 | |
| SLV | -1248 | 4560 | 9904 | 32366 | -8467 | |
| SLV | -1248 | 4560 | 9904 | 32366 | -8467 | |
| SLV | 1248 | -4560 | 9904 | -32366 | 8467 | |
| SLV | 1248 | -4560 | 9904 | -32366 | 8467 | |
| SLV | 3042 | 1704 | 9904 | 9710 | 28073 | |
| SLV | -3042 | -1704 | 9904 | -9710 | -28073 | |

| Fz / n | Ripartizione forze sui pali | | | | | | V _{max,palo} kN | M kNm |
|--------|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--|-----|-----------------------------|----------|
| | Mx/yi ² *y _{max} | My/xi ² *x _{max} | N _{max,palo} kN | N _{min,palo} kN | | | | |
| | | | | | | | | |
| 2316.2 | 674.3 | 2599.4 | 5589.8 | -957.5 | | 581 | 1749.81 | |
| 2316.2 | 674.3 | 2599.4 | 5589.8 | -957.5 | | 581 | 1749.81 | |
| 2316.2 | 674.3 | 2599.4 | 5589.8 | -957.5 | | 581 | 1749.81 | |
| 2316.2 | 674.3 | 2599.4 | 5589.8 | -957.5 | | 581 | 1749.81 | |
| 2316.2 | 2247.7 | 783.9 | 5347.8 | -715.4 | | 788 | 2372.89 | |
| 2316.2 | 2247.7 | 783.9 | 5347.8 | -715.4 | | 788 | 2372.89 | |
| 2316.2 | 2247.7 | 783.9 | 5347.8 | -715.4 | | 788 | 2372.89 | |
| 2316.2 | 2247.7 | 783.9 | 5347.8 | -715.4 | | 788 | 2372.89 | |
| 2316.2 | 2247.7 | 783.9 | 5347.8 | -715.4 | | 788 | 2372.89 | |
| 2316.2 | 674.3 | 2599.4 | 5589.8 | -957.5 | | 581 | 1749.81 | |
| 2316.2 | 674.3 | 2599.4 | 5589.8 | -957.5 | | 581 | 1749.81 | |
| 1650.6 | 674.3 | 2599.4 | 4924.2 | -1623.1 | | 581 | 1749.81 | |
| 1650.6 | 674.3 | 2599.4 | 4924.2 | -1623.1 | | 581 | 1749.81 | |
| 1650.6 | 674.3 | 2599.4 | 4924.2 | -1623.1 | | 581 | 1749.81 | |
| 1650.6 | 674.3 | 2599.4 | 4924.2 | -1623.1 | | 581 | 1749.81 | |
| 1650.6 | 2247.7 | 783.9 | 4682.2 | -1381.0 | | 788 | 2372.89 | |
| 1650.6 | 2247.7 | 783.9 | 4682.2 | -1381.0 | | 788 | 2372.89 | |
| 1650.6 | 2247.7 | 783.9 | 4682.2 | -1381.0 | | 788 | 2372.89 | |
| 1650.6 | 2247.7 | 783.9 | 4682.2 | -1381.0 | | 788 | 2372.89 | |
| 1650.6 | 2247.7 | 783.9 | 4682.2 | -1381.0 | | 788 | 2372.89 | |
| 1650.6 | 674.3 | 2599.4 | 4924.2 | -1623.1 | | 581 | 1749.81 | |
| 1650.6 | 674.3 | 2599.4 | 4924.2 | -1623.1 | | 581 | 1749.81 | |

| | Risultante reazioni alla base (quota testa pali) | | | | | |
|------|--|----------|----------|----------|----------|----------|
| | GlobalFX | GlobalFY | GlobalFZ | GlobalMX | GlobalMY | GlobalMZ |
| | kN | kN | kN | kNm | kNm | kNm |
| URTO | 0 | -2000 | 11900 | -4598 | 0 | |
| URTO | 0 | 2000 | 11900 | 4598 | 0 | |
| URTO | 750 | 0 | 11900 | 0 | 3974 | |
| URTO | -750 | 0 | 11900 | 0 | -3974 | |
| URTO | 0 | 2000 | 11900 | 4598 | 0 | |
| URTO | 0 | -2000 | 11900 | -4598 | 0 | |
| URTO | 0 | -2000 | 11900 | -4598 | 0 | |
| URTO | 0 | 2000 | 11900 | 4598 | 0 | |
| URTO | 0 | 2000 | 11900 | 4598 | 0 | |
| URTO | 0 | -2000 | 11900 | -4598 | 0 | |
| URTO | 750 | 0 | 11900 | 0 | 3974 | |
| URTO | -750 | 0 | 11900 | 0 | -3974 | |

| Fz / n | Ripartizione forze sui pali | | | | | | V _{max,palo} kN | M kNm |
|--------|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--|-----|-----------------------------|----------|
| | Mx/yi ² *y _{max} | My/xi ² *x _{max} | N _{max,palo} kN | N _{min,palo} kN | | | | |
| | | | | | | | | |
| 1983.4 | 319.3 | 0.0 | 2302.7 | 1664.1 | | 333 | 1003.8279 | |
| 1983.4 | 319.3 | 0.0 | 2302.7 | 1664.1 | | 333 | 1003.8279 | |
| 1983.4 | 0.0 | 368.0 | 2351.4 | 1615.4 | | 125 | 376.43546 | |
| 1983.4 | 0.0 | 368.0 | 2351.4 | 1615.4 | | 125 | 376.43546 | |
| 1983.4 | 319.3 | 0.0 | 2302.7 | 1664.1 | | 333 | 1003.8279 | |
| 1983.4 | 319.3 | 0.0 | 2302.7 | 1664.1 | | 333 | 1003.8279 | |
| 1983.4 | 319.3 | 0.0 | 2302.7 | 1664.1 | | 333 | 1003.8279 | |
| 1983.4 | 319.3 | 0.0 | 2302.7 | 1664.1 | | 333 | 1003.8279 | |
| 1983.4 | 319.3 | 0.0 | 2302.7 | 1664.1 | | 333 | 1003.8279 | |
| 1983.4 | 319.3 | 0.0 | 2302.7 | 1664.1 | | 333 | 1003.8279 | |
| 1983.4 | 0.0 | 368.0 | 2351.4 | 1615.4 | | 125 | 376.43546 | |
| 1983.4 | 0.0 | 368.0 | 2351.4 | 1615.4 | | 125 | 376.43546 | |

| | Risultante reazioni alla base (quota testa pali) | | | | | |
|------|--|----------|----------|----------|----------|----------|
| | GlobalFX | GlobalFY | GlobalFZ | GlobalMX | GlobalMY | GlobalMZ |
| | kN | kN | kN | kNm | kNm | kNm |
| RARA | 557 | -57 | 11862 | -284 | 6648 | |
| RARA | 307 | -207 | 13921 | -5318 | 3410 | |
| RARA | 687 | 22 | 12359 | -580 | 7599 | |
| RARA | -696 | -265 | 12651 | -3708 | -6946 | |
| RARA | 261 | 68 | 12385 | -317 | 2817 | |
| RARA | 150 | -364 | 12512 | -4199 | 2413 | |
| RARA | 685 | -165 | 12270 | -1964 | 8041 | |
| RARA | -696 | -91 | 12651 | -2296 | -6946 | |
| RARA | 257 | 24 | 12247 | 688 | 2817 | |
| RARA | -301 | -267 | 13718 | -5664 | -3332 | |
| RARA | 702 | -2 | 12832 | -1597 | 8863 | |
| RARA | -703 | -231 | 12884 | -3770 | -8881 | |

| Ripartizione forze sui pali | | | | | | |
|-----------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------|
| Fz / n | Mx/yi ² *y _{max} | My/xi ² *x _{max} | N _{max.palo} | N _{min.palo} | V _{max.palo} | M |
| | | | kN | | kN | kNm |
| 1977.0 | 19.7 | 615.6 | 2612.4 | 1341.7 | 93 | 281.113 |
| 2320.2 | 369.3 | 315.7 | 3005.2 | 1635.2 | 62 | 185.819 |
| 2059.8 | 40.3 | 703.7 | 2803.8 | 1315.9 | 115 | 345.152 |
| 2108.5 | 257.5 | 643.2 | 3009.1 | 1207.8 | 124 | 373.794 |
| 2064.2 | 22.0 | 260.8 | 2347.0 | 1781.3 | 45 | 135.469 |
| 2085.3 | 291.6 | 223.4 | 2600.3 | 1570.3 | 66 | 197.451 |
| 2045.0 | 136.4 | 744.6 | 2926.0 | 1164.1 | 117 | 353.504 |
| 2108.5 | 159.4 | 643.2 | 2911.0 | 1305.9 | 117 | 352.358 |
| 2041.1 | 47.8 | 260.9 | 2349.8 | 1732.4 | 43 | 129.522 |
| 2286.3 | 393.3 | 308.5 | 2988.1 | 1584.5 | 67 | 201.884 |
| 2138.7 | 110.9 | 820.6 | 3070.2 | 1207.2 | 117 | 352.097 |
| 2147.4 | 261.8 | 822.4 | 3231.5 | 1063.3 | 123 | 371.443 |

| | Risultante reazioni alla base (quota testa pali) | | | | | |
|------|--|----------|----------|----------|----------|----------|
| | GlobalFX | GlobalFY | GlobalFZ | GlobalMX | GlobalMY | GlobalMZ |
| | kN | kN | kN | kNm | kNm | kNm |
| FREQ | -189 | -1 | 11888 | 11 | -2271 | |
| FREQ | -224 | -2 | 13061 | -1717 | -2694 | |
| FREQ | -201 | 0 | 12297 | 0 | -2855 | |
| FREQ | 201 | 0 | 12297 | 0 | 2855 | |
| FREQ | -203 | 18 | 12385 | -482 | -2488 | |
| FREQ | 211 | -29 | 12625 | -1322 | 3333 | |
| FREQ | 201 | 4 | 12296 | -454 | 2853 | |
| FREQ | 211 | -29 | 12625 | -1322 | 3333 | |
| FREQ | 194 | -3 | 12084 | 276 | 2349 | |
| FREQ | 220 | -2 | 12930 | -1812 | 2651 | |
| FREQ | 218 | -6 | 12858 | -1499 | 3675 | |
| FREQ | -218 | 5 | 12858 | -1384 | -3675 | |

| Ripartizione forze sui pali | | | | | | |
|-----------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------|
| Fz / n | Mx/yi ² *y _{max} | My/xi ² *x _{max} | N _{max.palo} | N _{min.palo} | V _{max.palo} | M |
| | | | kN | | kN | kNm |
| 1981.4 | 0.8 | 210.2 | 2192.4 | 1770.4 | 31 | 94.6517 |
| 2176.8 | 119.3 | 249.5 | 2545.6 | 1808.1 | 37 | 112.313 |
| 2049.5 | 0.0 | 264.3 | 2313.8 | 1785.2 | 33 | 100.806 |
| 2049.5 | 0.0 | 264.3 | 2313.8 | 1785.2 | 33 | 100.806 |
| 2064.2 | 33.5 | 230.4 | 2328.1 | 1800.3 | 34 | 102.546 |
| 2104.1 | 91.8 | 308.6 | 2504.6 | 1703.7 | 35 | 106.71 |
| 2049.4 | 31.6 | 264.2 | 2345.1 | 1753.6 | 33 | 100.815 |
| 2104.1 | 91.8 | 308.6 | 2504.6 | 1703.7 | 35 | 106.71 |
| 2014.0 | 19.2 | 217.5 | 2250.7 | 1777.3 | 32 | 97.6044 |
| 2155.0 | 125.8 | 245.5 | 2526.3 | 1783.6 | 37 | 110.336 |
| 2143.0 | 104.1 | 340.2 | 2587.4 | 1698.7 | 36 | 109.304 |
| 2143.1 | 96.1 | 340.3 | 2579.4 | 1706.7 | 36 | 109.289 |

| | Risultante reazioni alla base (quota testa pali) | | | | | |
|-------|--|----------|----------|----------|----------|----------|
| | GlobalFX | GlobalFY | GlobalFZ | GlobalMX | GlobalMY | GlobalMZ |
| | kN | kN | kN | kNm | kNm | kNm |
| QPERM | -189 | 0 | 11900 | 0 | -2275 | |
| QPERM | -189 | 0 | 11900 | 0 | -2275 | |
| QPERM | -189 | 0 | 11900 | 0 | -2275 | |
| QPERM | -189 | 0 | 11900 | 0 | -2275 | |
| QPERM | -189 | 0 | 11900 | 0 | -2275 | |
| QPERM | -189 | 0 | 11900 | 0 | -2275 | |
| QPERM | -189 | 0 | 11900 | 0 | -2275 | |
| QPERM | -189 | 0 | 11900 | 0 | -2275 | |
| QPERM | -189 | 0 | 11900 | 0 | -2275 | |
| QPERM | -189 | 0 | 11900 | 0 | -2275 | |
| QPERM | -189 | 0 | 11900 | 0 | -2275 | |
| QPERM | -189 | 0 | 11900 | 0 | -2275 | |
| QPERM | -189 | 0 | 11900 | 0 | -2275 | |
| QPERM | -189 | 0 | 11900 | 0 | -2275 | |
| QPERM | -189 | 0 | 11900 | 0 | -2275 | |
| QPERM | -189 | 0 | 11900 | 0 | -2275 | |
| QPERM | -189 | 0 | 11900 | 0 | -2275 | |
| QPERM | -189 | 0 | 11900 | 0 | -2275 | |

| Ripartizione forze sui pali | | | | | | |
|-----------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------|
| Fz / n | Mx/yi ² *y _{max} | My/xi ² *x _{max} | N _{max.palo} | N _{min.palo} | V _{max.palo} | M |
| | | | kN | | kN | kNm |
| 1983.4 | 0.0 | 210.6 | 2194.0 | 1772.7 | 31 | 94.8316 |
| 1983.4 | 0.0 | 210.6 | 2194.0 | 1772.7 | 31 | 94.8316 |
| 1983.4 | 0.0 | 210.6 | 2194.0 | 1772.7 | 31 | 94.8316 |
| 1983.4 | 0.0 | 210.6 | 2194.0 | 1772.7 | 31 | 94.8316 |
| 1983.4 | 0.0 | 210.6 | 2194.0 | 1772.7 | 31 | 94.8316 |
| 1983.4 | 0.0 | 210.6 | 2194.0 | 1772.7 | 31 | 94.8316 |
| 1983.4 | 0.0 | 210.6 | 2194.0 | 1772.7 | 31 | 94.8316 |
| 1983.4 | 0.0 | 210.6 | 2194.0 | 1772.7 | 31 | 94.8316 |
| 1983.4 | 0.0 | 210.6 | 2194.0 | 1772.7 | 31 | 94.8316 |
| 1983.4 | 0.0 | 210.6 | 2194.0 | 1772.7 | 31 | 94.8316 |
| 1983.4 | 0.0 | 210.6 | 2194.0 | 1772.7 | 31 | 94.8316 |
| 1983.4 | 0.0 | 210.6 | 2194.0 | 1772.7 | 31 | 94.8316 |
| 1983.4 | 0.0 | 210.6 | 2194.0 | 1772.7 | 31 | 94.8316 |
| 1983.4 | 0.0 | 210.6 | 2194.0 | 1772.7 | 31 | 94.8316 |
| 1983.4 | 0.0 | 210.6 | 2194.0 | 1772.7 | 31 | 94.8316 |
| 1983.4 | 0.0 | 210.6 | 2194.0 | 1772.7 | 31 | 94.8316 |
| 1983.4 | 0.0 | 210.6 | 2194.0 | 1772.7 | 31 | 94.8316 |
| 1983.4 | 0.0 | 210.6 | 2194.0 | 1772.7 | 31 | 94.8316 |
| 1983.4 | 0.0 | 210.6 | 2194.0 | 1772.7 | 31 | 94.8316 |
| 1983.4 | 0.0 | 210.6 | 2194.0 | 1772.7 | 31 | 94.8316 |

Per quel che concerne i momenti massimi agenti, questi sono determinati a partire dalla risultante delle forze orizzontali, adottando lo schema di palo in mezzo elastico incastrato in testa. Seguendo tale ipotesi le sollecitazioni massime vengono riscontrate per l'appunto alla testa del palo. Il calcolo è svolto utilizzando una costante di sottofondo orizzontale $kh^* = 50 \text{ N/cm}^3$. Di seguito si riporta a titolo di esempio il calcolo del momento flettente lungo tutto il fusto del palo, per la massima azione orizzontale sollecitante. Per ogni combinazione, il palo è stato verificato per il taglio massimo (che causa quindi il momento maggiore) e per la reazione verticale massima e minima. Le reazioni verticali massime e minime si registrano per i pali d'angolo, per cui le verifiche sono state condotte solo per i suddetti elementi.

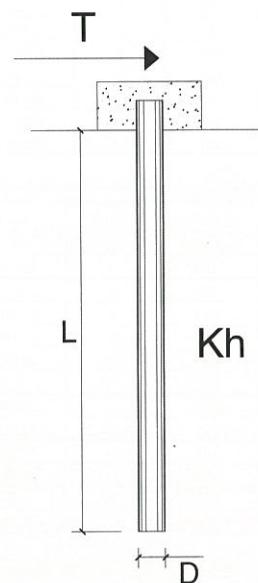
La combinazione SLV causa la massima e la minima reazione verticale sul palo e il massimo taglio orizzontale.

PALI IMPEDITI DI RUOTARE IN TESTA SOGGETTI A FORZE ORIZZONTALI

OPERA: Pila

DATI DI INPUT:

| | | |
|---|----------|----------------------|
| Diametro del palo (D): | 1.2 | (m) |
| Lunghezza del palo (L) | 28 | (m) |
| Coefficiente di reazione laterale (k_h): | 8.33 | (N/cm ³) |
| Forza orizzontale agente (T): | 788 | (kN) |
| f _{ck} del calcestruzzo: | 28.0 | (MPa) |
| f _{cm} del calcestruzzo: | 36.0 | (MPa) |
| E _{cls} ($E = 22000(f_{cm}/10)^{0.3}$): | 32308 | (MPa) |
| J ($J = \pi \cdot D^4/64$): | 10178760 | (cm ⁴) |
| λ (lunghezza elastica $\lambda = (4 \cdot EJ/k_h \cdot D)^{1/4}$): | 602.30 | (cm) |



Relazione di calcolo pile e spalle

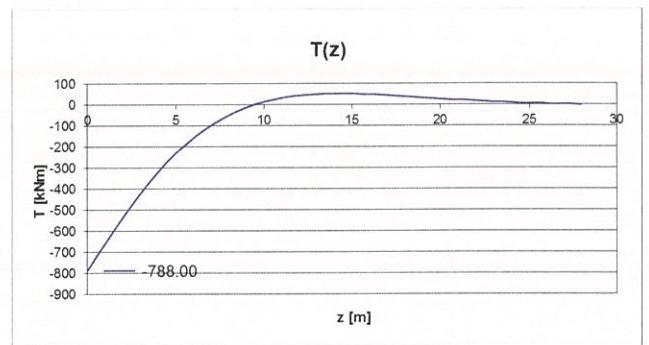
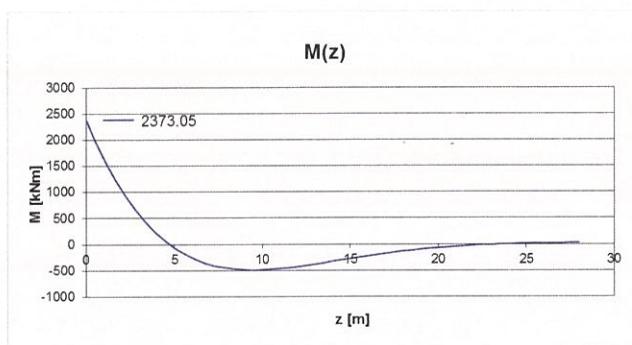
| | | | | | |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| IAOX | 02 | D 09 CL | IV 03 00 002 | A | 59 di 72 |

| z | y(z) | p(z) | $\alpha(z)$ | M(z) | T(z) |
|-------|--------|----------------------|-------------|-------------|----------|
| Prof. | Spost. | Press. Lat. | Rotaz. | Mom. Flett. | Taglio |
| (m) | (cm) | (N/cm ²) | (rad) | (kNm) | (kN) |
| 0.00 | 1.309 | 10.90 | 0.00000 | 2373.049 | -788.000 |
| 0.56 | 1.298 | 10.81 | -0.00037 | 1952.255 | -714.935 |
| 1.12 | 1.269 | 10.57 | -0.00067 | 1572.108 | -643.005 |
| 1.68 | 1.225 | 10.20 | -0.00091 | 1231.701 | -573.151 |
| 2.24 | 1.169 | 9.73 | -0.00109 | 929.651 | -506.120 |
| 2.80 | 1.104 | 9.19 | -0.00122 | 664.210 | -442.490 |
| 3.36 | 1.032 | 8.60 | -0.00132 | 433.347 | -382.686 |
| 3.92 | 0.957 | 7.97 | -0.00137 | 234.832 | -327.001 |
| 4.48 | 0.879 | 7.32 | -0.00140 | 66.303 | -275.614 |
| 5.04 | 0.801 | 6.67 | -0.00140 | -74.673 | -228.604 |
| 5.60 | 0.723 | 6.02 | -0.00137 | -190.551 | -185.970 |
| 6.16 | 0.647 | 5.39 | -0.00133 | -283.763 | -147.640 |
| 6.72 | 0.574 | 4.78 | -0.00128 | -356.688 | -113.489 |
| 7.28 | 0.504 | 4.20 | -0.00121 | -411.619 | -83.344 |
| 7.84 | 0.438 | 3.65 | -0.00114 | -450.744 | -57.002 |
| 8.40 | 0.376 | 3.13 | -0.00106 | -476.128 | -34.232 |
| 8.96 | 0.319 | 2.66 | -0.00098 | -489.704 | -14.786 |
| 9.52 | 0.267 | 2.22 | -0.00089 | -493.261 | 1.593 |
| 10.08 | 0.219 | 1.82 | -0.00081 | -488.444 | 15.167 |
| 10.64 | 0.176 | 1.47 | -0.00073 | -476.748 | 26.199 |
| 11.20 | 0.137 | 1.14 | -0.00065 | -459.527 | 34.947 |
| 11.76 | 0.103 | 0.86 | -0.00057 | -437.988 | 41.659 |
| 12.32 | 0.073 | 0.61 | -0.00050 | -413.203 | 46.576 |
| 12.88 | 0.047 | 0.39 | -0.00043 | -386.115 | 49.925 |
| 13.44 | 0.025 | 0.21 | -0.00037 | -357.540 | 51.919 |
| 14.00 | 0.006 | 0.05 | -0.00031 | -328.181 | 52.757 |
| 14.56 | -0.010 | -0.08 | -0.00026 | -298.633 | 52.622 |
| 15.12 | -0.023 | -0.19 | -0.00021 | -269.395 | 51.680 |

Relazione di calcolo pile e spalle

| | | | | | |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| IAOX | 02 | D 09 CL | IV 03 00 002 | A | 60 di 72 |

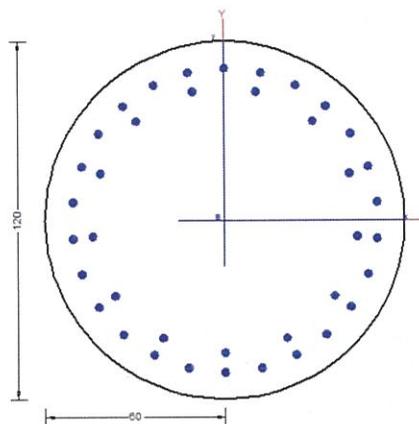
| z | y(z) | p(z) | $\alpha(z)$ | M(z) | T(z) |
|--------------|----------------|-------------------------------------|-----------------|----------------------|----------------|
| Prof. (m) | Spost. (cm) | Press. Lat. (N/cm ²) | Rotaz. (rad) | Mom. Flett. (kNm) | Taglio (kN) |
| 15.68 | -0.034 | -0.28 | -0.00016 | -240.874 | 50.084 |
| 16.24 | -0.042 | -0.35 | -0.00013 | -213.398 | 47.970 |
| 16.80 | -0.048 | -0.40 | -0.00009 | -187.222 | 45.459 |
| 17.36 | -0.052 | -0.43 | -0.00006 | -162.538 | 42.657 |
| 17.92 | -0.055 | -0.46 | -0.00004 | -139.482 | 39.659 |
| 18.48 | -0.056 | -0.47 | -0.00001 | -118.141 | 36.545 |
| 19.04 | -0.057 | -0.47 | 0.00000 | -98.560 | 33.384 |
| 19.60 | -0.056 | -0.47 | 0.00002 | -80.749 | 30.233 |
| 20.16 | -0.054 | -0.45 | 0.00003 | -64.688 | 27.140 |
| 20.72 | -0.052 | -0.44 | 0.00004 | -50.334 | 24.145 |
| 21.28 | -0.050 | -0.42 | 0.00005 | -37.622 | 21.278 |
| 21.84 | -0.047 | -0.39 | 0.00005 | -26.474 | 18.562 |
| 22.40 | -0.044 | -0.37 | 0.00006 | -16.801 | 16.014 |
| 22.96 | -0.041 | -0.34 | 0.00006 | -8.505 | 13.646 |
| 23.52 | -0.037 | -0.31 | 0.00006 | -1.483 | 11.465 |
| 24.08 | -0.034 | -0.28 | 0.00006 | 4.371 | 9.474 |
| 24.64 | -0.031 | -0.25 | 0.00006 | 9.163 | 7.671 |
| 25.20 | -0.027 | -0.23 | 0.00006 | 12.998 | 6.054 |
| 25.76 | -0.024 | -0.20 | 0.00005 | 15.977 | 4.615 |
| 26.32 | -0.021 | -0.18 | 0.00005 | 18.199 | 3.348 |
| 26.88 | -0.018 | -0.15 | 0.00005 | 19.757 | 2.243 |
| 27.44 | -0.016 | -0.13 | 0.00005 | 20.739 | 1.290 |
| 28.00 | -0.013 | -0.11 | 0.00004 | 21.228 | 0.479 |



9.5.2 Verifiche a Pressoflessione

Si riportano i tabulati delle verifiche a presso-flessione per i pali di angolo, ovvero i maggiormente sollecitati.

L'armatura longitudinale è costituita da 39 ϕ 26 su disposta su due strati, 26 ϕ 26 sullo strato più esterno e 13 ϕ 26 sullo strato più interno. Ne risulta un'area di acciaio $A_s = 207\text{cm}^2$ per un rapporto geometrico di armatura $\rho = 1.83\%$. Tale rapporto rispetta la prescrizione di cui al paragrafo 7.2.5 delle NTC08 sull'armatura minima nei pali di fondazione.



| | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| Descrizione Sezione: | |
| Metodo di calcolo resistenza: | Stati Limite Ultimi |
| Tipologia sezione: | Sezione generica |
| 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: | C28/35 |
| | Resis. compr. di calcolo fcd: | 15.867 MPa |
| | Resis. compr. ridotta fcd': | 0.000 MPa |
| | Def.unit. max resistenza ec2: | 0.0020 |
| | Def.unit. ultima ecu: | 0.0035 |
| | Diagramma tensione-deformaz.: | Parabola-Rettangolo |
| | Modulo Elastico Normale Ec: | 32308.2 MPa |
| | Resis. media a trazione fctm: | 2.766 MPa |
| | Coeff. Omogen. S.L.E.: | 15.00 |
| | Coeff. Omogen. S.L.E.: | 15.00 |
| | Sc limite S.L.E. comb. Frequenti: | 168.00 daN/cm ² |
| | Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti: | 0.300 mm |
| | Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: | 0.00 Mpa |
| | Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: | 0.200 mm |
| ACCIAIO - | Tipo: | B450C |
| | Resist. caratt. snervam. fyk: | 450.00 MPa |
| | Resist. caratt. rottura ftk: | 450.00 MPa |

| | | | | | | |
|------------------------------------|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| Relazione di calcolo pile e spalle | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| | IAOX | 02 | D 09 CL | IV 03 00 002 | A | 62 di 72 |

| | | |
|--|------------------|---------------------|
| Resist. snerv. di calcolo fyd: | 391.30 | MPa |
| Resist. ultima di calcolo ftd: | 391.30 | MPa |
| Deform. ultima di calcolo 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: | 360.00 | MPa |

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare
Classe Conglomerato: C28/35

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
 \emptyset Diametro [mm] della singola barra generata

| N° Gen. | Xcentro | Ycentro | Raggio | N° Barre | \emptyset |
|---------|---------|---------|--------|----------|-------------|
| 1 | 0.0 | 0.0 | 51.1 | 26 | 26 |
| 2 | 0.0 | 0.0 | 44.5 | 13 | 26 |

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My Momento flettente [daNm] 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 | 2658.10 | 325.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | 4120.80 | 265.18 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3 | 3126.40 | 420.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 4 | 3927.30 | 518.29 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 5 | 2308.30 | 140.58 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 6 | 3605.70 | 329.88 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 7 | 3105.40 | 435.98 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 8 | 3981.00 | 483.37 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 9 | 2314.80 | 129.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 10 | 4099.70 | 290.94 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11 | 3486.20 | 429.76 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 12 | 4227.60 | 514.38 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 13 | 1173.60 | 325.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Relazione di calcolo pile e spalle

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| IAOX | 02 | D 09 CL | IV 03 00 002 | A | 63 di 72 |

| | | | | | |
|----|----------|---------|------|------|------|
| 14 | 2199.20 | 265.18 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 15 | 1330.30 | 420.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 16 | 1419.40 | 518.29 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 17 | 1758.50 | 140.58 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 18 | 2080.00 | 329.88 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 19 | 909.90 | 435.98 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 20 | 1767.30 | 483.37 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 21 | 1689.80 | 129.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 22 | 2128.70 | 290.94 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 23 | 1183.60 | 429.76 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 24 | 1224.20 | 514.38 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 25 | 5589.80 | 1749.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 26 | 5347.80 | 2372.90 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 27 | 5589.80 | 1749.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 28 | 4924.20 | 1749.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 29 | 4682.20 | 2372.90 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 30 | 4924.20 | 1749.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 31 | -957.50 | 1749.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 32 | -715.40 | 2372.90 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 33 | -957.50 | 1749.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 34 | -1623.10 | 1749.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 35 | -1381.00 | 2372.90 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 36 | -1623.10 | 1749.80 | 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 | 2612.40 | 281.11 | 0.00 |
| 2 | 3005.20 | 185.82 | 0.00 |
| 3 | 2803.80 | 345.15 | 0.00 |
| 4 | 3009.10 | 373.79 | 0.00 |
| 5 | 2347.00 | 135.47 | 0.00 |
| 6 | 2600.30 | 197.45 | 0.00 |
| 7 | 2926.00 | 353.50 | 0.00 |
| 8 | 2911.00 | 352.36 | 0.00 |
| 9 | 2349.80 | 129.52 | 0.00 |
| 10 | 2988.10 | 201.88 | 0.00 |
| 11 | 3070.20 | 352.10 | 0.00 |
| 12 | 3231.50 | 371.44 | 0.00 |
| 13 | 1341.70 | 281.11 | 0.00 |
| 14 | 1635.20 | 185.82 | 0.00 |
| 15 | 1315.90 | 345.15 | 0.00 |
| 16 | 1207.80 | 373.79 | 0.00 |
| 17 | 1781.30 | 135.47 | 0.00 |
| 18 | 1570.30 | 197.45 | 0.00 |
| 19 | 1164.10 | 353.50 | 0.00 |
| 20 | 1305.90 | 352.36 | 0.00 |
| 21 | 1732.40 | 129.52 | 0.00 |
| 22 | 1584.50 | 201.88 | 0.00 |
| 23 | 1207.20 | 352.10 | 0.00 |
| 24 | 1063.30 | 371.44 | 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 | 2192.40 | 94.65 (0.00) | 0.00 (0.00) |
| 2 | 2545.60 | 112.31 (0.00) | 0.00 (0.00) |
| 3 | 2313.80 | 100.81 (0.00) | 0.00 (0.00) |
| 4 | 2313.80 | 100.81 (0.00) | 0.00 (0.00) |
| 5 | 2328.10 | 102.55 (0.00) | 0.00 (0.00) |
| 6 | 2504.60 | 106.71 (0.00) | 0.00 (0.00) |
| 7 | 2345.10 | 100.81 (0.00) | 0.00 (0.00) |
| 8 | 2504.60 | 106.71 (0.00) | 0.00 (0.00) |
| 9 | 2250.70 | 97.60 (0.00) | 0.00 (0.00) |
| 10 | 2526.30 | 110.34 (0.00) | 0.00 (0.00) |
| 11 | 2587.40 | 109.30 (0.00) | 0.00 (0.00) |
| 12 | 2579.40 | 109.29 (0.00) | 0.00 (0.00) |
| 13 | 1770.40 | 94.65 (0.00) | 0.00 (0.00) |
| 14 | 1808.10 | 112.31 (0.00) | 0.00 (0.00) |
| 15 | 1785.20 | 100.81 (0.00) | 0.00 (0.00) |
| 16 | 1785.20 | 100.81 (0.00) | 0.00 (0.00) |
| 17 | 1800.30 | 102.55 (0.00) | 0.00 (0.00) |
| 18 | 1703.70 | 106.71 (0.00) | 0.00 (0.00) |
| 19 | 1753.60 | 100.81 (0.00) | 0.00 (0.00) |
| 20 | 1703.70 | 106.71 (0.00) | 0.00 (0.00) |
| 21 | 1777.30 | 97.60 (0.00) | 0.00 (0.00) |
| 22 | 1783.60 | 110.34 (0.00) | 0.00 (0.00) |
| 23 | 1698.70 | 109.30 (0.00) | 0.00 (0.00) |
| 24 | 1706.70 | 109.29 (0.00) | 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 | 1772.70 | 0.00 (0.00) | 0.00 (0.00) |
| 2 | 1772.70 | 0.00 (0.00) | 0.00 (0.00) |
| 3 | 1772.70 | 0.00 (0.00) | 0.00 (0.00) |
| 4 | 1772.70 | 0.00 (0.00) | 0.00 (0.00) |
| 5 | 1772.70 | 0.00 (0.00) | 0.00 (0.00) |
| 6 | 1772.70 | 0.00 (0.00) | 0.00 (0.00) |
| 7 | 1772.70 | 0.00 (0.00) | 0.00 (0.00) |
| 8 | 1772.70 | 0.00 (0.00) | 0.00 (0.00) |
| 9 | 1772.70 | 0.00 (0.00) | 0.00 (0.00) |
| 10 | 1772.70 | 0.00 (0.00) | 0.00 (0.00) |
| 11 | 1772.70 | 0.00 (0.00) | 0.00 (0.00) |
| 12 | 1772.70 | 0.00 (0.00) | 0.00 (0.00) |

| | | | | | | |
|------------------------------------|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| Relazione di calcolo pile e spalle | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| | IAOX | 02 | D 09 CL | IV 03 00 002 | A | 65 di 72 |

| | | | |
|----|-------|-------------|-------------|
| 13 | 31.50 | 0.00 (0.00) | 0.00 (0.00) |
| 14 | 31.50 | 0.00 (0.00) | 0.00 (0.00) |
| 15 | 31.50 | 0.00 (0.00) | 0.00 (0.00) |
| 16 | 31.50 | 0.00 (0.00) | 0.00 (0.00) |
| 17 | 31.50 | 0.00 (0.00) | 0.00 (0.00) |
| 18 | 31.50 | 0.00 (0.00) | 0.00 (0.00) |
| 19 | 31.50 | 0.00 (0.00) | 0.00 (0.00) |
| 20 | 31.50 | 0.00 (0.00) | 0.00 (0.00) |
| 21 | 31.50 | 0.00 (0.00) | 0.00 (0.00) |
| 22 | 31.50 | 0.00 (0.00) | 0.00 (0.00) |
| 23 | 31.50 | 0.00 (0.00) | 0.00 (0.00) |
| 24 | 31.50 | 0.00 (0.00) | 0.00 (0.00) |

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.6 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 4.0 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

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

| N° Comb | Ver | N | Mx | My | N ult | Mx ult | My ult | Mis.Sic. | As Tesa |
|---------|-----|---------|---------|------|---------|---------|--------|----------|---------|
| 1 | S | 2658.10 | 325.86 | 0.00 | 2658.28 | 3962.91 | 0.00 | 12.161 | ----- |
| 2 | S | 4120.80 | 265.18 | 0.00 | 4121.08 | 4197.12 | 0.00 | 15.828 | ----- |
| 3 | S | 3126.40 | 420.50 | 0.00 | 3126.52 | 4040.89 | 0.00 | 9.610 | ----- |
| 4 | S | 3927.30 | 518.29 | 0.00 | 3927.29 | 4168.17 | 0.00 | 8.042 | ----- |
| 5 | S | 2308.30 | 140.58 | 0.00 | 2308.39 | 3903.25 | 0.00 | 27.764 | ----- |
| 6 | S | 3605.70 | 329.88 | 0.00 | 3605.40 | 4118.03 | 0.00 | 12.483 | ----- |
| 7 | S | 3105.40 | 435.98 | 0.00 | 3105.61 | 4037.46 | 0.00 | 9.261 | ----- |
| 8 | S | 3981.00 | 483.37 | 0.00 | 3981.15 | 4176.41 | 0.00 | 8.640 | ----- |
| 9 | S | 2314.80 | 129.86 | 0.00 | 2314.64 | 3904.32 | 0.00 | 30.066 | ----- |
| 10 | S | 4099.70 | 290.94 | 0.00 | 4099.59 | 4194.01 | 0.00 | 14.415 | ----- |
| 11 | S | 3486.20 | 429.76 | 0.00 | 3486.17 | 4099.09 | 0.00 | 9.538 | ----- |
| 12 | S | 4227.60 | 514.38 | 0.00 | 4227.67 | 4212.40 | 0.00 | 8.189 | ----- |
| 13 | S | 1173.60 | 325.86 | 0.00 | 1173.59 | 3646.20 | 0.00 | 11.189 | ----- |
| 14 | S | 2199.20 | 265.18 | 0.00 | 2199.19 | 3884.39 | 0.00 | 14.648 | ----- |
| 15 | S | 1330.30 | 420.50 | 0.00 | 1330.44 | 3684.31 | 0.00 | 8.762 | ----- |
| 16 | S | 1419.40 | 518.29 | 0.00 | 1419.48 | 3705.79 | 0.00 | 7.150 | ----- |
| 17 | S | 1758.50 | 140.58 | 0.00 | 1758.73 | 3786.48 | 0.00 | 26.934 | ----- |
| 18 | S | 2080.00 | 329.88 | 0.00 | 2079.99 | 3860.73 | 0.00 | 11.704 | ----- |
| 19 | S | 909.90 | 435.98 | 0.00 | 909.91 | 3579.88 | 0.00 | 8.211 | ----- |
| 20 | S | 1767.30 | 483.37 | 0.00 | 1767.48 | 3788.54 | 0.00 | 7.838 | ----- |
| 21 | S | 1689.80 | 129.86 | 0.00 | 1689.87 | 3770.26 | 0.00 | 29.034 | ----- |
| 22 | S | 2128.70 | 290.94 | 0.00 | 2128.52 | 3870.39 | 0.00 | 13.303 | ----- |
| 23 | S | 1183.60 | 429.76 | 0.00 | 1183.52 | 3648.62 | 0.00 | 8.490 | ----- |
| 24 | S | 1224.20 | 514.38 | 0.00 | 1224.23 | 3658.53 | 0.00 | 7.112 | ----- |
| 25 | S | 5589.80 | 1749.80 | 0.00 | 5589.93 | 4351.82 | 0.00 | 2.487 | ----- |

| | | | | | | |
|------------------------------------|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| Relazione di calcolo pile e spalle | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| | IAOX | 02 | D 09 CL | IV 03 00 002 | A | 66 di 72 |

| | | | | | | | | | |
|----|---|----------|---------|------|----------|---------|------|-------|-------------|
| 26 | S | 5347.80 | 2372.90 | 0.00 | 5348.04 | 4332.91 | 0.00 | 1.826 | ----- |
| 27 | S | 5589.80 | 1749.80 | 0.00 | 5589.93 | 4351.82 | 0.00 | 2.487 | ----- |
| 28 | S | 4924.20 | 1749.80 | 0.00 | 4924.21 | 4289.35 | 0.00 | 2.451 | ----- |
| 29 | S | 4682.20 | 2372.90 | 0.00 | 4682.11 | 4263.33 | 0.00 | 1.797 | ----- |
| 30 | S | 4924.20 | 1749.80 | 0.00 | 4924.21 | 4289.35 | 0.00 | 2.451 | ----- |
| 31 | S | -957.50 | 1749.80 | 0.00 | -957.70 | 3049.06 | 0.00 | 1.743 | 138.0(18.1) |
| 32 | S | -715.40 | 2372.90 | 0.00 | -715.33 | 3123.40 | 0.00 | 1.316 | 138.0(18.1) |
| 33 | S | -957.50 | 1749.80 | 0.00 | -957.70 | 3049.06 | 0.00 | 1.743 | 138.0(18.1) |
| 34 | S | -1623.10 | 1749.80 | 0.00 | -1623.11 | 2839.52 | 0.00 | 1.623 | 138.0(18.1) |
| 35 | S | -1381.00 | 2372.90 | 0.00 | -1380.83 | 2918.18 | 0.00 | 1.230 | 138.0(18.1) |
| 36 | S | -1623.10 | 1749.80 | 0.00 | -1623.11 | 2839.52 | 0.00 | 1.623 | 138.0(18.1) |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

| | |
|--------|--|
| ec max | Deform. unit. massima del conglomerato a compressione |
| ec 3/7 | Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace |
| 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 | ec 3/7 | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
|---------|---------|----------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1 | 0.00350 | -0.00058 | 0.0 | 60.0 | 0.00279 | 0.0 | 51.1 | -0.00532 | 0.0 | -51.1 |
| 2 | 0.00350 | -0.00013 | 0.0 | 60.0 | 0.00287 | 0.0 | 51.1 | -0.00433 | 0.0 | -51.1 |
| 3 | 0.00350 | -0.00043 | 0.0 | 60.0 | 0.00282 | 0.0 | 51.1 | -0.00499 | 0.0 | -51.1 |
| 4 | 0.00350 | -0.00018 | 0.0 | 60.0 | 0.00286 | 0.0 | 51.1 | -0.00446 | 0.0 | -51.1 |
| 5 | 0.00350 | -0.00070 | 0.0 | 60.0 | 0.00277 | 0.0 | 51.1 | -0.00558 | 0.0 | -51.1 |
| 6 | 0.00350 | -0.00028 | 0.0 | 60.0 | 0.00285 | 0.0 | 51.1 | -0.00467 | 0.0 | -51.1 |
| 7 | 0.00350 | -0.00044 | 0.0 | 60.0 | 0.00282 | 0.0 | 51.1 | -0.00500 | 0.0 | -51.1 |
| 8 | 0.00350 | -0.00017 | 0.0 | 60.0 | 0.00287 | 0.0 | 51.1 | -0.00442 | 0.0 | -51.1 |
| 9 | 0.00350 | -0.00070 | 0.0 | 60.0 | 0.00277 | 0.0 | 51.1 | -0.00558 | 0.0 | -51.1 |
| 10 | 0.00350 | -0.00013 | 0.0 | 60.0 | 0.00287 | 0.0 | 51.1 | -0.00435 | 0.0 | -51.1 |
| 11 | 0.00350 | -0.00032 | 0.0 | 60.0 | 0.00284 | 0.0 | 51.1 | -0.00474 | 0.0 | -51.1 |
| 12 | 0.00350 | -0.00009 | 0.0 | 60.0 | 0.00288 | 0.0 | 51.1 | -0.00426 | 0.0 | -51.1 |
| 13 | 0.00350 | -0.00121 | 0.0 | 60.0 | 0.00268 | 0.0 | 51.1 | -0.00668 | 0.0 | -51.1 |
| 14 | 0.00350 | -0.00074 | 0.0 | 60.0 | 0.00277 | 0.0 | 51.1 | -0.00566 | 0.0 | -51.1 |
| 15 | 0.00350 | -0.00114 | 0.0 | 60.0 | 0.00270 | 0.0 | 51.1 | -0.00652 | 0.0 | -51.1 |
| 16 | 0.00350 | -0.00109 | 0.0 | 60.0 | 0.00271 | 0.0 | 51.1 | -0.00642 | 0.0 | -51.1 |
| 17 | 0.00350 | -0.00093 | 0.0 | 60.0 | 0.00273 | 0.0 | 51.1 | -0.00608 | 0.0 | -51.1 |
| 18 | 0.00350 | -0.00079 | 0.0 | 60.0 | 0.00276 | 0.0 | 51.1 | -0.00576 | 0.0 | -51.1 |
| 19 | 0.00350 | -0.00134 | 0.0 | 60.0 | 0.00266 | 0.0 | 51.1 | -0.00696 | 0.0 | -51.1 |
| 20 | 0.00350 | -0.00093 | 0.0 | 60.0 | 0.00273 | 0.0 | 51.1 | -0.00607 | 0.0 | -51.1 |
| 21 | 0.00350 | -0.00096 | 0.0 | 60.0 | 0.00273 | 0.0 | 51.1 | -0.00615 | 0.0 | -51.1 |
| 22 | 0.00350 | -0.00077 | 0.0 | 60.0 | 0.00276 | 0.0 | 51.1 | -0.00572 | 0.0 | -51.1 |
| 23 | 0.00350 | -0.00121 | 0.0 | 60.0 | 0.00269 | 0.0 | 51.1 | -0.00667 | 0.0 | -51.1 |
| 24 | 0.00350 | -0.00119 | 0.0 | 60.0 | 0.00269 | 0.0 | 51.1 | -0.00663 | 0.0 | -51.1 |
| 25 | 0.00350 | 0.00025 | 0.0 | 60.0 | 0.00294 | 0.0 | 51.1 | -0.00353 | 0.0 | -51.1 |
| 26 | 0.00350 | 0.00019 | 0.0 | 60.0 | 0.00293 | 0.0 | 51.1 | -0.00364 | 0.0 | -51.1 |
| 27 | 0.00350 | 0.00025 | 0.0 | 60.0 | 0.00294 | 0.0 | 51.1 | -0.00353 | 0.0 | -51.1 |
| 28 | 0.00350 | 0.00009 | 0.0 | 60.0 | 0.00291 | 0.0 | 51.1 | -0.00387 | 0.0 | -51.1 |
| 29 | 0.00350 | 0.00003 | 0.0 | 60.0 | 0.00290 | 0.0 | 51.1 | -0.00400 | 0.0 | -51.1 |
| 30 | 0.00350 | 0.00009 | 0.0 | 60.0 | 0.00291 | 0.0 | 51.1 | -0.00387 | 0.0 | -51.1 |
| 31 | 0.00350 | -0.00247 | 0.0 | 60.0 | 0.00247 | 0.0 | 51.1 | -0.00939 | 0.0 | -51.1 |
| 32 | 0.00350 | -0.00230 | 0.0 | 60.0 | 0.00250 | 0.0 | 51.1 | -0.00903 | 0.0 | -51.1 |
| 33 | 0.00350 | -0.00247 | 0.0 | 60.0 | 0.00247 | 0.0 | 51.1 | -0.00939 | 0.0 | -51.1 |

Relazione di calcolo pile e spalle

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| IAOX | 02 | D 09 CL | IV 03 00 002 | A | 67 di 72 |

| | | | | | | | | | | |
|----|---------|----------|-----|------|---------|-----|------|----------|-----|-------|
| 34 | 0.00350 | -0.00296 | 0.0 | 60.0 | 0.00238 | 0.0 | 51.1 | -0.01046 | 0.0 | -51.1 |
| 35 | 0.00350 | -0.00277 | 0.0 | 60.0 | 0.00242 | 0.0 | 51.1 | -0.01004 | 0.0 | -51.1 |
| 36 | 0.00350 | -0.00296 | 0.0 | 60.0 | 0.00238 | 0.0 | 51.1 | -0.01046 | 0.0 | -51.1 |

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 a rottura in presenza di sola fless. (travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

| N°Comb | a | b | c | x/d | C.Rid. |
|--------|-------------|-------------|--------------|------|--------|
| 1 | 0.000000000 | 0.000079411 | -0.001264681 | ---- | ---- |
| 2 | 0.000000000 | 0.000070487 | -0.000729197 | ---- | ---- |
| 3 | 0.000000000 | 0.000076415 | -0.001084883 | ---- | ---- |
| 4 | 0.000000000 | 0.000071606 | -0.000796341 | ---- | ---- |
| 5 | 0.000000000 | 0.000081738 | -0.001404275 | ---- | ---- |
| 6 | 0.000000000 | 0.000073493 | -0.000909553 | ---- | ---- |
| 7 | 0.000000000 | 0.000076545 | -0.001092700 | ---- | ---- |
| 8 | 0.000000000 | 0.000071296 | -0.000777775 | ---- | ---- |
| 9 | 0.000000000 | 0.000081696 | -0.001401762 | ---- | ---- |
| 10 | 0.000000000 | 0.000070612 | -0.000736735 | ---- | ---- |
| 11 | 0.000000000 | 0.000074207 | -0.000952408 | ---- | ---- |
| 12 | 0.000000000 | 0.000069872 | -0.000692344 | ---- | ---- |
| 13 | 0.000000000 | 0.000091658 | -0.001999506 | ---- | ---- |
| 14 | 0.000000000 | 0.000082482 | -0.001448945 | ---- | ---- |
| 15 | 0.000000000 | 0.000090151 | -0.001909048 | ---- | ---- |
| 16 | 0.000000000 | 0.000089309 | -0.001858515 | ---- | ---- |
| 17 | 0.000000000 | 0.000086196 | -0.001671738 | ---- | ---- |
| 18 | 0.000000000 | 0.000083390 | -0.001503387 | ---- | ---- |
| 19 | 0.000000000 | 0.000094185 | -0.002151105 | ---- | ---- |
| 20 | 0.000000000 | 0.000086117 | -0.001666992 | ---- | ---- |
| 21 | 0.000000000 | 0.000086815 | -0.001708870 | ---- | ---- |
| 22 | 0.000000000 | 0.000083018 | -0.001481052 | ---- | ---- |
| 23 | 0.000000000 | 0.000091561 | -0.001993643 | ---- | ---- |
| 24 | 0.000000000 | 0.000091170 | -0.001970191 | ---- | ---- |
| 25 | 0.000000000 | 0.000063232 | -0.000293941 | ---- | ---- |
| 26 | 0.000000000 | 0.000064298 | -0.000357875 | ---- | ---- |
| 27 | 0.000000000 | 0.000063232 | -0.000293941 | ---- | ---- |
| 28 | 0.000000000 | 0.000066336 | -0.000480160 | ---- | ---- |
| 29 | 0.000000000 | 0.000067539 | -0.000552330 | ---- | ---- |
| 30 | 0.000000000 | 0.000066336 | -0.000480160 | ---- | ---- |
| 31 | 0.000000000 | 0.000115994 | -0.003459663 | ---- | ---- |
| 32 | 0.000000000 | 0.000112784 | -0.003267023 | ---- | ---- |
| 33 | 0.000000000 | 0.000115994 | -0.003459663 | ---- | ---- |
| 34 | 0.000000000 | 0.000125608 | -0.004036467 | ---- | ---- |
| 35 | 0.000000000 | 0.000121829 | -0.003809766 | ---- | ---- |
| 36 | 0.000000000 | 0.000125608 | -0.004036467 | ---- | ---- |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

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

Relazione di calcolo pile e spalle

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| IAOX | 02 | D 09 CL | IV 03 00 002 | A | 68 di 72 |

D barre Distanza tre le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12 Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2

| N° Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. | D barre | Beta12 |
|---------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|
| 1 | S | 3.02 | 0.0 | 0.0 | 11.7 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 2 | S | 2.89 | 0.0 | 0.0 | 21.0 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 3 | S | 3.43 | 0.0 | 0.0 | 10.2 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 4 | S | 3.70 | 0.0 | 0.0 | 10.7 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 5 | S | 2.21 | 0.0 | 0.0 | 17.0 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 6 | S | 2.66 | 0.0 | 0.0 | 16.2 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 7 | S | 3.55 | 0.0 | 0.0 | 11.0 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 8 | S | 3.54 | 0.0 | 0.0 | 10.9 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 9 | S | 2.19 | 0.0 | 0.0 | 17.3 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 10 | S | 2.94 | 0.0 | 0.0 | 20.0 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 11 | S | 3.65 | 0.0 | 0.0 | 12.5 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 12 | S | 3.84 | 0.0 | 0.0 | 13.2 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 13 | S | 2.16 | 0.0 | 0.0 | -2.0 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 14 | S | 1.94 | 0.0 | 0.0 | 6.8 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 15 | S | 2.48 | 0.0 | 0.0 | -7.5 | 0.0 | -51.1 | 688 | 15.9 | 6.6 | 1.00 |
| 16 | S | 2.62 | 0.0 | 0.0 | -12.7 | 0.0 | -51.1 | 1063 | 31.9 | 6.6 | 1.00 |
| 17 | S | 1.82 | 0.0 | 0.0 | 11.1 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 18 | S | 1.94 | 0.0 | 0.0 | 5.5 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 19 | S | 2.48 | 0.0 | 0.0 | -11.5 | 0.0 | -51.1 | 1021 | 31.9 | 6.6 | 1.00 |
| 20 | S | 2.52 | 0.0 | 0.0 | -8.4 | 0.0 | -51.1 | 718 | 15.9 | 6.6 | 1.00 |
| 21 | S | 1.76 | 0.0 | 0.0 | 10.9 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 22 | S | 1.97 | 0.0 | 0.0 | 5.4 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 23 | S | 2.48 | 0.0 | 0.0 | -10.4 | 0.0 | -51.1 | 938 | 31.9 | 6.6 | 1.00 |
| 24 | S | 2.57 | 0.0 | 0.0 | -16.1 | 0.0 | -51.1 | 1311 | 42.5 | 6.6 | 1.00 |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

| N° Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. | D barre | Beta12 |
|---------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|
| 1 | S | 1.93 | 0.0 | 0.0 | 17.6 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 2 | S | 2.25 | 0.0 | 0.0 | 20.3 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 3 | S | 2.04 | 0.0 | 0.0 | 18.5 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 4 | S | 2.04 | 0.0 | 0.0 | 18.5 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 5 | S | 2.06 | 0.0 | 0.0 | 18.6 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 6 | S | 2.20 | 0.0 | 0.0 | 20.2 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 7 | S | 2.06 | 0.0 | 0.0 | 18.8 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 8 | S | 2.20 | 0.0 | 0.0 | 20.2 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 9 | S | 1.98 | 0.0 | 0.0 | 18.0 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 10 | S | 2.23 | 0.0 | 0.0 | 20.2 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 11 | S | 2.27 | 0.0 | 0.0 | 20.9 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 12 | S | 2.26 | 0.0 | 0.0 | 20.8 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 13 | S | 1.64 | 0.0 | 0.0 | 13.2 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 14 | S | 1.74 | 0.0 | 0.0 | 12.6 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 15 | S | 1.67 | 0.0 | 0.0 | 13.0 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 16 | S | 1.67 | 0.0 | 0.0 | 13.0 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 17 | S | 1.69 | 0.0 | 0.0 | 13.1 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 18 | S | 1.64 | 0.0 | 0.0 | 11.8 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 19 | S | 1.65 | 0.0 | 0.0 | 12.7 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 20 | S | 1.64 | 0.0 | 0.0 | 11.8 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 21 | S | 1.65 | 0.0 | 0.0 | 13.1 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 22 | S | 1.71 | 0.0 | 0.0 | 12.5 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 23 | S | 1.65 | 0.0 | 0.0 | 11.7 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 24 | S | 1.66 | 0.0 | 0.0 | 11.7 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |

Relazione di calcolo pile e spalle

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| IAOX | 02 | D 09 CL | IV 03 00 002 | A | 69 di 72 |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}

Ver. Esito della verifica

S1 Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata

S2 Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata

k2 = 0.4 per barre ad aderenza migliorata

k3 = 0.125 per flessione e presso-flessione; $= (e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica

Ø Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\ eff}$

Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa

Psi = $1 - \text{Beta}12 \cdot (S_{sr}/S_s)^2 = 1 - \text{Beta}12 \cdot (f_{ctm}/S_2)^2 = 1 - \text{Beta}12 \cdot (M_{fess}/M)^2$ [B.6.6 DM96]

e sm Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 \cdot S_s/E_s$ è tra parentesi

srm Distanza media tra le fessure [mm]

wk Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 \cdot e \cdot s_{sm}$. 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 | S1 | S2 | k3 | Ø | Cf | Psi | e sm | srm | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|-----|----|------|------|------|------|------|------|------|---------|---------|
| 1 | S | 1.1 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 2 | S | 1.3 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 3 | S | 1.2 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 4 | S | 1.2 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 5 | S | 1.2 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 6 | S | 1.3 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 7 | S | 1.2 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 8 | S | 1.3 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 9 | S | 1.1 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 10 | S | 1.3 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 11 | S | 1.3 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 12 | S | 1.3 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 13 | S | 0.8 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 14 | S | 0.8 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 15 | S | 0.8 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 16 | S | 0.8 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 17 | S | 0.8 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 18 | S | 0.7 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 19 | S | 0.8 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 20 | S | 0.7 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 21 | S | 0.8 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 22 | S | 0.8 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 23 | S | 0.7 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 24 | S | 0.7 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. | D barre | Beta12 |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|
| 1 | S | 1.23 | 0.0 | 0.0 | 18.4 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 2 | S | 1.23 | 0.0 | 0.0 | 18.4 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 3 | S | 1.23 | 0.0 | 0.0 | 18.4 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 4 | S | 1.23 | 0.0 | 0.0 | 18.4 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 5 | S | 1.23 | 0.0 | 0.0 | 18.4 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 6 | S | 1.23 | 0.0 | 0.0 | 18.4 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 7 | S | 1.23 | 0.0 | 0.0 | 18.4 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 8 | S | 1.23 | 0.0 | 0.0 | 18.4 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 9 | S | 1.23 | 0.0 | 0.0 | 18.4 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 10 | S | 1.23 | 0.0 | 0.0 | 18.4 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 11 | S | 1.23 | 0.0 | 0.0 | 18.4 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 12 | S | 1.23 | 0.0 | 0.0 | 18.4 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |

| | | | | | | |
|------------------------------------|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| Relazione di calcolo pile e spalle | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| | IAOX | 02 | D 09 CL | IV 03 00 002 | A | 70 di 72 |

| | | | | | | | | | | | |
|----|---|------|-----|-----|-----|-----|-------|------|------|------|------|
| 13 | S | 0.02 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 14 | S | 0.02 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 15 | S | 0.02 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 16 | S | 0.02 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 17 | S | 0.02 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 18 | S | 0.02 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 19 | S | 0.02 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 20 | S | 0.02 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 21 | S | 0.02 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 22 | S | 0.02 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 23 | S | 0.02 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 24 | S | 0.02 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 0.0 | -51.1 | ---- | ---- | ---- | ---- |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

| Comb. | Ver | S1 | S2 | k3 | Ø | Cf | Psi | e sm | srm | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|-----|----|------|------|------|------|------|------|------|---------|---------|
| 1 | S | 1.2 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 2 | S | 1.2 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 3 | S | 1.2 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 4 | S | 1.2 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 5 | S | 1.2 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 6 | S | 1.2 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 7 | S | 1.2 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 8 | S | 1.2 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 9 | S | 1.2 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 10 | S | 1.2 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 11 | S | 1.2 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 12 | S | 1.2 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 13 | S | 0.0 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 14 | S | 0.0 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 15 | S | 0.0 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 16 | S | 0.0 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 17 | S | 0.0 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 18 | S | 0.0 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 19 | S | 0.0 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 20 | S | 0.0 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 21 | S | 0.0 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 22 | S | 0.0 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 23 | S | 0.0 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |
| 24 | S | 0.0 | 0 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.00 | 0.00 |

9.5.3 Verifiche a Taglio

Si riportano le verifiche nei confronti delle sollecitazioni taglianti. In particolare viene esplicitato il calcolo del coefficiente di sicurezza per l'azione massima riscontrata in testa H=788 kN. Per il calcolo della resistenza si fa riferimento al paragrafo 4.1.2.1.3.2 NTC08 (Elementi dotati di armature resistenti a taglio). L'armatura trasversale è costituita da una spirale continua di passo 10 cm e diametro $\phi 16$. L'altezza utile è stimata secondo il paragrafo 7.9.5.2.2 NTC2008:

In assenza di calcoli più accurati, per sezioni circolari di calcestruzzo di raggio r in cui l'armatura sia distribuita su una circonferenza di raggio r_s , l'altezza utile della sezione ai fini del calcolo della resistenza a taglio può essere calcolata come

$$d = r + \frac{2r}{\pi} \quad (7.9.11)$$

Per cui $d \approx 0.80\phi \approx 960\text{mm}$.

VERIFICA A TAGLIO SECONDO D.M. 14/01/2008

Dati di Input

IV03

1) Sollecitazioni

Taglio Massimo sollecitante V_{Ed} 788 KN

3) Parametri sezione circolare

larghezza minima della sezione in zona tesa b_w 1200 mm
 altezza utile della sezione d 982 mm

4) Caratteristiche cls

tipologia di calcestruzzo cls 28/35 -
 coefficiente riduttivo della resistenza del calcestruzzo γ_c 1.50
 resistenza a compressione cilindrica f_{ck} 29.05 MPa
 resistenza a compressione di progetto f_{cd} 16.46 MPa
 resistenza a trazione caratteristica f_{ctk} 1.98 MPa
 resistenza a trazione di progetto f_{ctd} 1.32 MPa
 tensione di aderenza ultima di progetto f_{bd} 2.98 MPa

5) Caratteristiche acciaio

tipologia di acciaio acc B 450 C
 coefficiente riduttivo della resistenza dell'acciaio γ_s 1.15
 tensione di snervamento caratteristica f_{yk} 450 MPa
 tensione di snervamento di progetto f_{yd} 391.3 MPa

Verifica elementi con armature trasversali resistenti al taglio - §4.1.2.1.3.2

| | | | |
|--|---------------|-------------------------|----|
| Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo | f'_{cd} | 8.23 | |
| coeff. maggiorativo per (pre)compressione | α_{cw} | 1 | |
| braccio delle forze interne | z | 884 mm | |
| diametro delle staffe | Φ_{sw} | 16 mm | |
| numero di bracci staffe | n_b | 2 - | |
| passo delle staffe | s | 10 cm | |
| quantitativo di staffe al metro | A_{sw}/s | 4021 mm ² /m | |
| cotangente dell'angolo di inclinazione del puntone | $ctg \theta$ | 1.00 | |
| Resistenza a taglio del puntone di cls | V_{Rcd} | 4365 KN | |
| Resistenza a taglio del tirante di acciaio | V_{Rsd} | 1391 KN | |
| Resistenza a taglio di progetto | V_{Rd} | 1391 KN | |
| Coefficiente di sicurezza della verifica | C.S. | 1.76 | ok |

Relazione di calcolo pile e spalle

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| IAOX | 02 | D 09 CL | IV 03 00 002 | A | 72 di 72 |

10. VERIFICHE GEOTECNICHE

Le verifiche geotecniche per i pali di fondazione sono riportate nella relazione IA0X02D11RBNV0001001A