

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

U.O. INFRASTRUTTURE CENTRO

PROGETTO DEFINITIVO

TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - NUOVA ENNA (LOTTO 4A)

OPERE CIVILI

Elaborati Generali OO.CC.

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 1 e tipo 3

SCALA:

-

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

RS3U 40 D 29 CL IF0000 001 B

| Rev. | Descrizione | Redatto | Data | Verificato | Data | Approvato | Data | Autorizzato Data |
|------|---------------------|---------------------------------|----------|------------|----------|------------|----------|---|
| A | Emissione Esecutiva | ATI Sintagma Rocksoll - Edin | Dic-2019 | F. Bavetta | Dic-2019 | A. Barreca | Dic-2019 | F. Arduini Gen-2020 |
| B | Emissione Esecutiva | ATI Sintagma Rocksoll - Edin | Gen-2020 | F. Bavetta | Gen-2020 | A. Barreca | Gen-2020 | ITALFERR S.p.A. Messina - Catania Direzione Regionale Caltanissetta - Xirbi - Nuova Enna 29/01/2020 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
 NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4a)

OPERE CIVILI

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 1 e tipo 3

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|-------------|------|---------|
| RS3U | 40 | D29CL | IF 0000 001 | B | 2 di 67 |

INDICE

| | | |
|-------|--|-----------|
| 1 | PREMESSA..... | 4 |
| 2 | NORMATIVE E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO | 7 |
| 3 | UNITÀ DI MISURA E SIMBOLOGIA..... | 8 |
| 4 | CARATTERISTICHE DEI MATERIALI | 9 |
| 5 | INQUADRAMENTO GEOLOGICO | 10 |
| 6 | VERIFICHE SLU (GEO/STR) | 11 |
| 6.1 | VERIFICHE STRUTTURALI..... | 11 |
| 6.1.1 | <i>Verifiche per gli stati limite ultimi a flessione-pressoflessione</i> | <i>11</i> |
| 6.1.2 | <i>Verifica agli stati limite ultimi a taglio</i> | <i>11</i> |
| 6.1.3 | <i>Verifica agli stati limite d'esercizio.....</i> | <i>13</i> |
| 6.2 | VERIFICHE DEI MICROPALI..... | 13 |
| 6.2.1 | <i>Capacità portante dei micropali nei confronti dei carichi assiali</i> | <i>14</i> |
| 7 | MODELLAZIONE ADOTTATA | 16 |
| 8 | ANALISI DEI CARICHI_TIPO1 | 16 |
| 8.1 | PESI PROPRI | 16 |
| 8.2 | PERMANENTI NON STRUTTURALI | 16 |
| 8.3 | SPINTA STATICA DEL TERRENO | 17 |
| 8.4 | CARICO PER FOLLA COMPATTA | 18 |
| 8.5 | AZIONE DEL VENTO | 19 |
| 8.6 | SPINTA ORIZZONTALE DOVUTA AL BALLAST | 21 |
| 8.7 | AZIONE DEL SISMA..... | 22 |
| 8.8 | SOVRASPINTA SISMICA | 25 |
| 8.9 | RITIRO DEL CALCESTRUZZO..... | 26 |
| 8.10 | VARIAZIONE TERMICA | 26 |



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
 NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4a)

OPERE CIVILI

| | | | | | | |
|--|----------|-------|----------|-------------|------|---------|
| Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 1 e tipo 3 | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| | RS3U | 40 | D29CL | IF 0000 001 | B | 3 di 67 |

| | | |
|--------|--|----|
| 9 | COMBINAZIONE DEI CARICHI | 28 |
| 10 | RISULTATI E VERIFICHE SCATOLARE..... | 30 |
| 10.1 | VERIFICHE PIEDRITTI | 33 |
| 10.1.1 | <i>Verifica in condizioni statiche</i> | 33 |
| 10.1.2 | <i>Verifica in condizioni sismiche</i> | 38 |
| | VERIFICHE SOLETTA INFERIORE | 41 |
| 10.1.3 | <i>Verifica in condizioni statiche</i> | 41 |
| 10.1.4 | <i>Verifica in condizioni sismiche</i> | 46 |
| 10.2 | VERIFICA SOLETTA SUPERIORE | 50 |
| 10.2.1 | <i>Verifica in condizioni statiche</i> | 50 |
| 10.2.2 | <i>Verifica in condizioni sismiche</i> | 55 |
| 10.3 | VERIFICHE MICROPALO (FFP_TIPO1)..... | 58 |
| 10.4 | VERIFICHE MICROPALO (FFP_TIPO3)..... | 63 |



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
 NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4a)

OPERE CIVILI

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 1 e tipo 3

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|-------------|------|---------|
| RS3U | 40 | D29CL | IF 0000 001 | B | 4 di 67 |

1 PREMESSA

Il presente documento viene emesso nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici relativi alla progettazione definitiva del nuovo collegamento Palermo – Catania, tratta Caltanissetta Xirbi – Enna (lotto 4a).

Le opere oggetto di analisi sono FFP, marciapiedi adibiti a via di fuga della galleria naturale.

Quanto riportato di seguito consentirà di verificare che il dimensionamento delle strutture è stato effettuato nel rispetto dei requisiti di resistenza e deformabilità richiesti all'opera.

SCOPO DEL DOCUMENTO

Nella seguente relazione, in particolare, vengono descritte le verifiche agli Stati Limite dei marciapiedi lungo linea del lotto 4a.

Sono presenti tre differenti tipologie di FFP; come mostrato nella seguente tabella in cui si riporta anche il loro sviluppo lungo il tracciato:

| Marciapiede | lato | pk inizio | pk fine | lunghezze | lunghezze | Elemento di margine | Sezione ti |
|--------------------------------------|------|-----------|----------|-----------|-----------|---------------------|------------|
| discenderia | nord | 3704.2 | 3711.2 | 7 | 7 | discenderia | - |
| FFP Montestretto lato Palermo (GN01) | nord | 3711.2 | 3820 | 108.8 | 350 | Rilevato > 2,5 m | 1 |
| | | 3820 | 3900 | 80 | | Rilevato < 2,5 m | 3 |
| | | 3900 | 4000 | 100 | | Rilevato > 2,5 m | 1 |
| | | 4000 | 4061.2 | 61.2 | | in piano | 2 |
| discenderia | nord | 4061.2 | 4068.2 | 7 | 16.4 | discenderia | - |
| discenderia | | 4070.6 | 4077.6 | 7 | | discenderia | - |
| in uscita GN01 lato Palermo | nord | 4077.6 | 4108 | 30.4 | 30.4 | in piano | 2 |
| in uscita GN01 lato Catania | nord | 6468 | 6492 | 24 | 45.75 | Rilevato < 2,5 m | 3 |
| discenderia | nord | 6492 | 6499 | 7 | 16.4 | discenderia | - |
| discenderia | sud | 6501.4 | 6508.4 | 7 | | discenderia | - |
| FFP Montestretto lato Catania (GN01) | sud | 6508.4 | 6534 | 25.6 | 350 | in piano | 2 |
| discenderia | sud | 6858.4 | 6865.4 | 7 | 7 | discenderia | - |
| | | 7597.9 | 7624.22 | 26.32 | | in piano | 2 |
| discenderia | sud | 7624.22 | 7631.22 | 7 | 18 | discenderia | - |
| discenderia | nord | 7635.22 | 7642.22 | 7 | | discenderia | - |
| in uscita GA02 lato Palermo | nord | 7642.22 | 7686.9 | 44.68 | 59.68 | in piano | 2 |
| in uscita GN02 lato Catania | nord | 11548.59 | 11580.62 | 32.03 | 32.03 | in piano | 2 |
| discenderia | nord | 11580.62 | 11587.62 | 7 | 18 | discenderia | - |
| discenderia | nord | 11591.62 | 11598.62 | 7 | | discenderia | - |
| FFP Salso lato Catania (GN02) | nord | 11598.62 | 11733 | 134.38 | 350 | Rilevato > 2,5 m | 1 |
| discenderia | nord | 11948.62 | 11955.62 | 7 | 7 | discenderia | - |
| discenderia | sud | 13048.33 | 13055.33 | 7 | 7 | discenderia | - |
| FFP Trinacria lato Palermo (GN03) | sud | 13055.33 | 13100 | 44.6731 | 350 | Rilevato > 2,5 m | 1 |
| | | 13100 | 13405.33 | 305.3269 | | Rilevato < 2,5 m | 3 |
| discenderia | sud | 13405.33 | 13412.33 | 7 | 18 | discenderia | - |
| discenderia | nord | 13416.33 | 13423.33 | 7 | | discenderia | - |
| in uscita GN03 lato Catania | nord | 13423.33 | 13427.09 | 3.7631 | 3.7631 | in piano | 2 |

- tipo 1, che presenta uno spessore della soletta superiore e dei piedritti di 0.3 m e uno spessore della soletta inferiore di 0.6 m, poggiante su rilevato di altezze $H > 2.5$ m, con presenza di micropali;
 - tipo 2, che presenta uno spessore della soletta superiore e dei piedritti di 0.3 m e uno spessore della soletta inferiore di 0.4 m, con assenza di micropali;
 - tipo 3, che presenta uno spessore della soletta superiore e dei piedritti di 0.3 m e uno spessore della soletta inferiore di 0.6 m, poggiante su rilevato di altezze $H < 2.5$ m, con presenza di micropali;
- Il tipo 1 e 3 sono oggetto di analisi nella seguente relazione, la tipologia 2 viene analizzata nell'elaborato RS3U.4.0.D.29.CL.IF.00.0.0.002.

Si riporta, di seguito, la sezione trasversale tipica delle strutture.

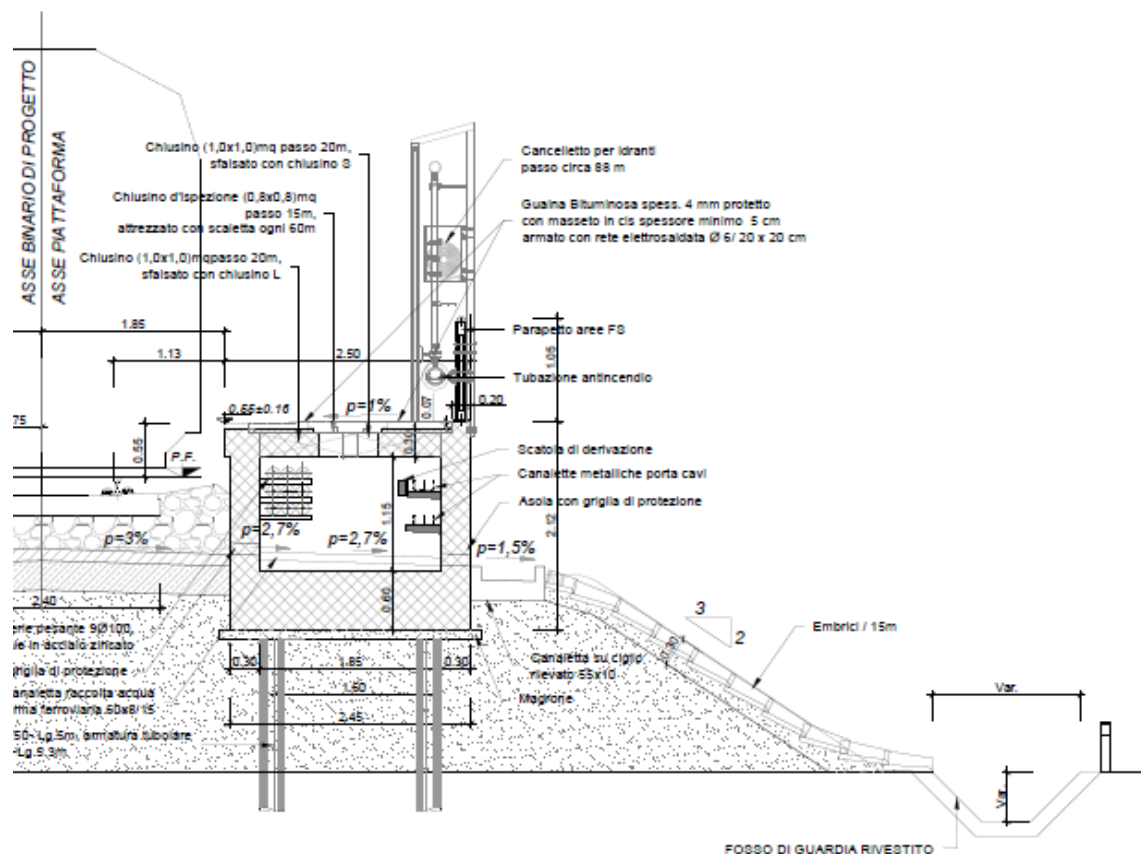


Fig. 1 – Sezione Marciapiede Tipo 1 e 3.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4a)

OPERE CIVILI

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 1 e tipo 3


| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|-------------|------|---------|
| RS3U | 40 | D29CL | IF 0000 001 | B | 6 di 67 |

I micropali sono disposti a maglia quadrata, con interasse longitudinale e trasversale di 160 cm, perforazione $\Phi 250$, e armatura tubolare $\Phi 168.3 \times 8$.

La lunghezza varia al variare della tipologia di FFP:

- per la prima tipologia, dove l'altezza massima del rilevato è pari a 10 m, si impiegano micropali con lunghezze di 9 m, pertanto si sviluppano solamente all'interno del rilevato ferroviario.

- per la terza tipologia, dove l'altezza massima del rilevato è pari a 2.5 m, si impiegano micropali con lunghezze di 5 m, pertanto si sviluppano per un'altezza di circa 1 m all'interno del rilevato e per i rimanenti 4 m all'interno dell'unità geotecnica sottostante.

| | | | | | | |
|---|---|-------------|-------------------|--------------------------|-----------|-------------------|
|  | DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4a) | | | | | |
| | OPERE CIVILI | | | | | |
| Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 1 e tipo 3 | COMMESSA RS3U | LOTTO 40 | CODIFICA D29CL | DOCUMENTO IF 0000 001 | REV. B | FOGLIO 7 di 67 |

2 NORMATIVE E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Si riporta nel seguito l'elenco delle leggi e dei decreti di carattere generale, assunti come riferimento.

- Legge 5-1-1971 n° 1086: Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica”.
- Legge. 2 febbraio 1974, n. 64. Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. 14 gennaio 2008 - Norme Tecniche per le Costruzioni
- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008.
- UNI EN 1992-1 “Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Regole generali”.
- UNI EN 1992-2 “Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Ponti”.
- UNI EN 1998-5 (Eurocodice 8) – Gennaio 2005: “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici”.
- UNI EN 206-1:2014: “Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità”.
- UNI 11104: “Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità – Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1”.
- “Linee guida sul calcestruzzo strutturale - Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei LL.PP.”.

Si riporta, ora, l'elenco delle norme tecniche, delle circolari e delle istruzioni F.S. delle quali si è tenuto conto.

- RFI DTC SI MA IFS 001 A - Partel
- RFI DTC SI AG MA IFS 001 A Parte II sezione 1
- RFI DTC SI PS MA IFS 001 A Parte II sezione 2
- RFI DTC SI CS MA IFS 001 A Parte II sezione 3
- RFI DTC SI GA MA IFS 001 A Parte II sezione 4
- RFI DTC SI CS MA IFS 002 A Parte II sezione 5
- RFI DTC SI CS MA IFS 003 A Parte II sezione 6
- RFI 00C IF SP CO0101 001 A Capitolato Costruzioni Opere Civili

3 UNITÀ DI MISURA E SIMBOLOGIA

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/m ³) |
| 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) |

4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Calcestruzzo classe C30/37

| | | | |
|-----------|---|---------------|---|
| CL | = | C30/37 | Classe di resistenza adottata |
| R_{ck} | = | 37 MPa | resistenza caratteristica cubica |
| f_{ck} | = | 30.71 MPa | resistenza caratteristica cilindrica |
| f_{cm} | = | 38.71 MPa | resistenza cilindrica media |
| f_{ctm} | = | 2.94 MPa | resistenza media a trazione semplice |
| f_{ctk} | = | 2.06 MPa | resistenza caratteristica a trazione semplice |
| f_{cfm} | = | 3.53 MPa | resistenza media a trazione per flessione |
| E_{cm} | = | 33,019.43 | modulo elastico istantaneo |

Acciaio per strutture in conglomerato cementizio

| | | | |
|------------|--------------|-------------------|---|
| Acciaio | B450C | | |
| f_{tk} | ≥ | 540.00 MPa | tensione caratteristica di rottura |
| f_{yk} | ≥ | 450.00 MPa | tensione caratteristica di snervamento |
| γ_s | = | 1.15 | coefficiente del materiale |
| f_{yd} | ≥ | 391.30 MPa | tensione caratteristica di snervamento di calcolo |
| E_s | = | 206 000.00 MPa | Modulo elastico |

Acciaio per micropali

| | | | |
|----------|-------------|--------------------------|-------------------------------------|
| Acciaio | S355 | | |
| E | = | 210000 N/mm ² | modulo di elasticità |
| ν | = | 0.3 | modulo di Poisson |
| α | = | 0.00001°C | coefficiente di dilatazione lineare |
| G | = | 80769 N/mm ² | modulo di elasticità trasversale |
| γ | = | 76.98 kN/m ³ | densità |

Spessore massimo degli elementi

| | | | |
|----------|---|------------------------------|--|
| f_{yk} | = | 355 N/mm ² | tensione caratteristica allo snervamento |
| f_{tk} | = | 430 N/mm ² | tensione caratteristica a rottura |

5 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Sulla base delle indagini svolte, sintetizzate nei profili geotecnici lungo linea, si considera il terreno peggiore:

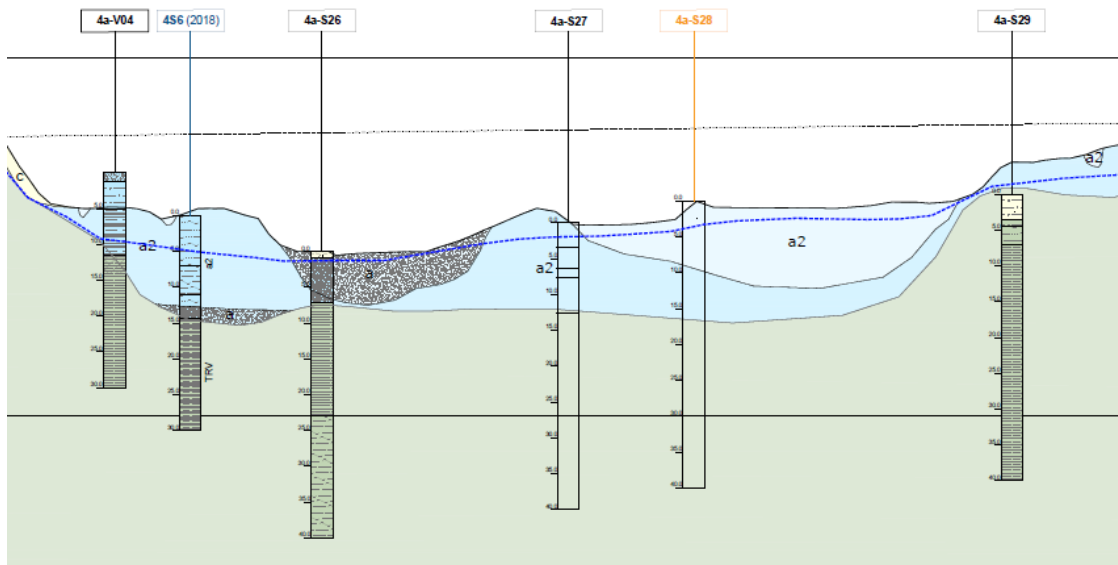



Fig. 2 – Profilo geotecnico.

Riepilogo dei parametri caratteristici:

| U.G. | γ | c' | c_u | ϕ' | E |
|-----------------------|----------------------|-------|-------|---------|-------|
| [-] | [kN/m ³] | [kPa] | [kPa] | [°] | [MPa] |
| a2 | 19 | 15 | 75 | 25 | 250 |
| TRV | 21 | 23 | 200 | 20 | 100 |
| Falda a – 3 m da p.c. | | | | | |

Per le caratteristiche dei rilevati ferroviari si assumono i seguenti parametri:

- peso volume, $\gamma = 20$ kN/m³;
- angolo d'attrito, $\phi' = 38^\circ$;
- coesione efficace $c' = 0$ kPa.

| | | | | | | |
|---|--|-------------|-------------------|--------------------------|-----------|--------------------|
|  | DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4a) OPERE CIVILI | | | | | |
| Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 1 e tipo 3 | COMMESSA RS3U | LOTTO 40 | CODIFICA D29CL | DOCUMENTO IF 0000 001 | REV. B | FOGLIO 11 di 67 |

6 VERIFICHE SLU (GEO/STR)

6.1 Verifiche strutturali

Le verifiche sono condotte nel rispetto di quanto dichiarato nell'istruzioni RFI DTC INC PO SP IFS 001 A § 1.8.3.

Le verifiche di resistenza delle sezioni sono eseguite secondo il metodo semiprobabilistico agli stati limite. I coefficienti di sicurezza adottati sono i seguenti:

- coefficiente parziale di sicurezza per il calcestruzzo: 1.50;
- coefficiente parziale di sicurezza per l'acciaio in barre: 1.15.

Il paragrafo in oggetto illustra nel dettaglio i criteri generali adottati per le verifiche strutturali e geotecniche condotte nel progetto. Ulteriori dettagli di carattere specifico, laddove impiegati, sono dichiarati e motivati nelle relative risultanze delle verifiche.

Per le sezioni in cemento armato si effettuano:

- verifiche per gli stati limite ultimi a presso-flessione;
- verifiche per gli stati limite ultimi a taglio;
- verifiche per gli stati limite di esercizio.

6.1.1 Verifiche per gli stati limite ultimi a flessione-pressoflessione

Allo stato limite ultimo, le verifiche a flessione o presso-flessione sono condotte confrontando (per le sezioni più significative) le resistenze ultime e le sollecitazioni massime agenti, valutando di conseguenza il corrispondente fattore di sicurezza.

6.1.2 Verifica agli stati limite ultimi a taglio

La verifica allo stato limite ultimo per azioni di taglio è condotta secondo quanto prescritto dal DM14/01/2008, per elementi con armatura a taglio verticali.

Si fa, pertanto, riferimento ai seguenti valori della resistenza di calcolo:

$$V_{Rd,c} = \max \left\{ \left[0.18 / \gamma_c \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d; (v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d \right\}, \text{ resistenza di}$$

calcolo dell'elemento privo di armatura a taglio

$$V_{Rd,s} = 0.9 \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot (\cot \alpha + \cot \vartheta) \cdot \sin \alpha, \text{ valore di progetto dello sforzo di taglio che può}$$

essere sopportato dall'armatura a taglio alla tensione di snervamento

$$V_{Rd,max} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} (\cot \alpha + \cot \vartheta) / (1 + \cot^2 \vartheta), \text{ valore di progetto del massimo sforzo di}$$

taglio che può essere sopportato dall'elemento, limitato dalla rottura delle bielle compresse.

Nelle espressioni precedenti, i simboli hanno i seguenti significati:

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2 \text{ con } d \text{ in mm};$$

$$\rho_1 = \frac{A_{sl}}{b_w \cdot d} \leq 0.02;$$

A_{sl} è l'area dell'armatura tesa;

b_w è la larghezza minima della sezione in zona tesa;

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} < 0.2 \cdot f_{cd};$$

N_{Ed} è la forza assiale nella sezione dovuta ai carichi;

A_c è l'area della sezione di calcestruzzo;

$$v_{\min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2};$$

$1 \leq \cot \vartheta \leq 2.5$ è l'inclinazione dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave


A_{sw} è l'area della sezione trasversale dell'armatura a taglio;

s è il passo delle staffe;

f_{ywd} è la tensione di snervamento di progetto dell'armatura a taglio;

$f'_{cd} = 0.5 \cdot f_{cd}$ è la resistenza ridotta a compressione del calcestruzzo d'anima;

$\alpha_{cw} = 1$ è un coefficiente che tiene conto dell'interazione tra la tensione nel corrente compresso e qualsiasi tensione di compressione assiale.

| | | | | | | |
|---|---|-------------|-------------------|--------------------------|-----------|--------------------|
|  | DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4a) | | | | | |
| | OPERE CIVILI | | | | | |
| Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 1 e tipo 3 | COMMESSA RS3U | LOTTO 40 | CODIFICA D29CL | DOCUMENTO IF 0000 001 | REV. B | FOGLIO 13 di 67 |

6.1.3 Verifica agli stati limite d'esercizio

Si effettuano le seguenti verifiche agli stati limite di esercizio:

- stato limite delle tensioni in esercizio;
- stato limite di fessurazione.

Nel primo caso, si esegue il controllo delle tensioni nei materiali supponendo una legge costitutiva tensioni-deformazioni di tipo lineare. In particolare si controlla la tensione massima di compressione del calcestruzzo e di trazione dell'acciaio, verificando che:

$$\sigma_c < 0.55 f_{ck} \text{ per combinazione di carico caratteristica (rara);}$$

$$\sigma_c < 0.40 f_{ck} \text{ per combinazione di carico quasi permanente;}$$

$$\sigma_s < 0.75 f_{yk} \text{ per combinazione di carico caratteristica (rara).}$$

Nel secondo caso, si verifica che le aperture delle fessure siano inferiori al valore limite dell'apertura delle fessure nella combinazione caratteristica Rara. I valori nominali di riferimento sono:


$$w_1 = 0.2 \text{ mm}$$

$$w_2 = 0.3 \text{ mm}$$

$$w_3 = 0.4 \text{ mm}$$

6.2 Verifiche dei micropali

La resistenza caratteristica R_k del singolo palo è determinata mediante metodi di calcolo analitici, dove R_k è calcolata a partire da valori caratteristici dei parametri geotecnici e/o mediante l'impiego di relazioni empiriche che utilizzano direttamente i risultati di prove in situ. La normativa vigente definisce per tali procedure, il valore caratteristico della resistenza $R_{c,k}$ (o $R_{t,k}$) come il valore minore tra quelli ottenuti applicando alle resistenze calcolate $R_{c,calc}$ ($R_{t,calc}$) i fattori di correlazione ξ riportati nella tabella seguente, in funzione del numero n di verticali di indagini:

| | | | | | | |
|---|--|------------------|-------------|-------------------|--------------------------|-----------|
|  ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4a) OPERE CIVILI | | | | | |
| | Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 1 e tipo 3 | COMMESSA RS3U | LOTTO 40 | CODIFICA D29CL | DOCUMENTO IF 0000 001 | REV. B |

$$R_{c,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{c,cal})_{media}}{\xi_3}; \frac{(R_{c,cal})_{min}}{\xi_4} \right\}$$

$$R_{t,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{t,cal})_{media}}{\xi_3}; \frac{(R_{t,cal})_{min}}{\xi_4} \right\}$$

| | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|
| n | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 7 | ≥ 10 |
| ξ ₃ | 1.70 | 1.65 | 1.60 | 1.55 | 1.50 | 1.45 | 1.40 |
| ξ ₄ | 1.70 | 1.55 | 1.48 | 1.42 | 1.34 | 1.28 | 1.21 |

Tab. 1 - Fattori di correlazione ξ

La campagna di indagine condotta in fase di progettazione definitiva permette di assumere in sede di calcolo un fattore di correlazione pari a ξ₃ = ξ₄ = 1.70.

6.2.1 Capacità portante dei micropali nei confronti dei carichi assiali


Il calcolo viene eseguito secondo il metodo messo a punto dall' "École Nationale des Ponts et Chaussées" da Bustamante e Doix, recepito nella gran parte delle normative e linee guida in Europa e negli Stati Uniti (FHWA) e basato sulla conoscenza dei valori del parametro N_{SPT} e/o p_L (pressione laterale limite) dei terreni attraversati. I micropali vengono distinti in due categorie:

- micropali eseguiti con iniezioni ripetute e controllate con tubo a valvole e doppio otturatore (IRS, injection répétitive et selective). Appartengono a tale gruppo i micropali da adottare per le barriere antirumore;
- micropali eseguiti con getto dell'intero palo in un'unica soluzione (IGU, injection globale inique).

Il metodo si avvale, per la capacità portante della relazione :

$$Q_{lim} = (Q_{ll} + Q_{pl}) * h$$

dove

| | | | | | | |
|---|---|---------------------|---------------------------|----------------------------------|-------------------|----------------------------|
|  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p> | <p>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4a)</p> <p>OPERE CIVILI</p> | | | | | |
| <p>Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 1 e tipo 3</p> | <p>COMMESSA RS3U</p> | <p>LOTTO 40</p> | <p>CODIFICA D29CL</p> | <p>DOCUMENTO IF 0000 001</p> | <p>REV. B</p> | <p>FOGLIO 15 di 67</p> |

Q_{ll} : portata laterale limite: $Q_{ll} = \pi * D_b * L_p * q_s$

con D_b = diametro reso del micropalo = αD_s ;

D_s = diametro di perforazione;


L_p = lunghezza della zona iniettata;

α = coefficiente adimensionale che tiene conto della tecnica di esecuzione dei micropali e del tipo di terreno (vedi tabella A);

q_s = portata laterale unitaria stabilita in funzione del valore N_{SPT} o p_L . È ricavabile tramite i grafici messi a punto dall' "École Nationale des Ponts et Chaussées " in base a numerose prove di carico a rottura (267) per vari tipi di terreno e per le due tecniche di realizzazione del micropalo. Tali grafici vengono riportati alle pagine seguenti nelle figure I, II, III e IV.

Q_{pl} : portata alla punta ultima. Dato l'alto rapporto esistente fra superficie laterale portante e superficie della punta del palo, normalmente, per i micropali, si considera un **valore della portata alla punta pari al 15% della portata laterale**.

h : fattore di efficienza in termini di resistenza (si assume 0.8).

| | | | | | | |
|---|---|-------------|-------------------|--------------------------|-----------|--------------------|
|  | DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4a) | | | | | |
| | OPERE CIVILI | | | | | |
| Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 1 e tipo 3 | COMMESSA RS3U | LOTTO 40 | CODIFICA D29CL | DOCUMENTO IF 0000 001 | REV. B | FOGLIO 16 di 67 |

7 MODELLAZIONE ADOTTATA

L'analisi delle strutture è stata condotta mediante il programma di calcolo agli elementi finiti SAP2000, prodotto dalla Computer and Structures inc. di Berkeley, California, USA.

Lo schema statico impiegato è quello di telaio costituito da elementi frame; in corrispondenza della intersezione tra tali elementi il programma genera in automatico dei nodi per garantire la continuità strutturale. Ad ogni elemento è assegnata la corrispondente sezione rettangolare in calcestruzzo, la cui geometria è definita dallo spessore dell'elemento stesso per una larghezza unitaria, dal momento che la struttura è risolta come piana.

Per le verifiche delle sezioni si è adottato il programma RC-SEC – Autore GEOSTRU.

8 ANALISI DEI CARICHI_TIPO1

Si riporta nel seguito l'analisi dei carichi considerata nel calcolo delle sollecitazioni sulle strutture in oggetto.

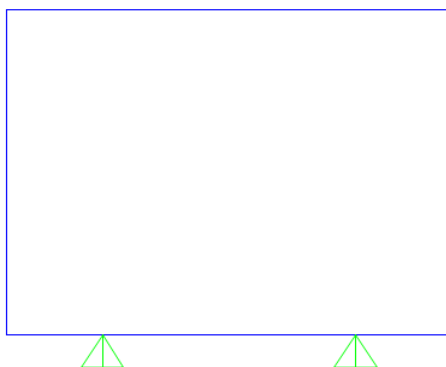


Fig. 3 – Modello adottato.

8.1 Pesì propri

Il peso dei differenti elementi strutturali viene calcolato automaticamente dal programma di calcolo utilizzato.

- Soletta di fondazione;
- Piedritti;
- Soletta di copertura.

8.2 Permanenti non strutturali

Sono stati considerati i seguenti carichi permanenti sulla soletta superiore:

| | | | | | | |
|--|--|------------------|-------------|-------------------|--------------------------|-----------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4a) OPERE CIVILI | | | | | |
| | Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 1 e tipo 3 | COMMESSA RS3U | LOTTO 40 | CODIFICA D29CL | DOCUMENTO IF 0000 001 | REV. B |

- Pavimentazione in conglomerato bituminoso del marciapiede 2,5 kN/m²;
- Peso proprio della barriera del parapetto 1 kN/m.

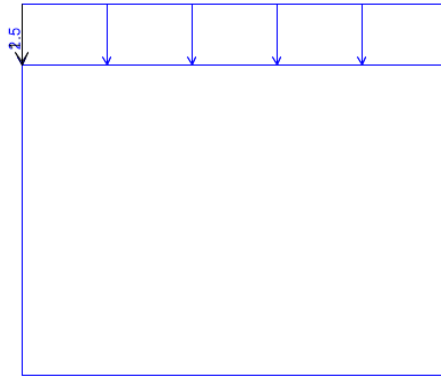


Fig. 4 – Carichi permanenti su soletta superiore.

8.3 Spinta statica del terreno

Le spinte del terreno a monte degli elementi verticali dello scatolare sono calcolate con la teoria di Rankine, con distribuzione triangolare delle tensioni e conseguente risultante della spinta al metro pari a $S=1/2 \cdot k_0 \cdot \gamma \cdot H^2$, applicata ad 1/3 dal basso.

Per la valutazione della spinta esercitata dal terreno quest'ultimo è stato considerato in condizioni di riposo pertanto il coefficiente di spinta è dato dalla relazione $k_0 = 1 - \text{sen } \varphi'$.

| SPINTA RIPOSO E SPINTA H ₂ O | | | |
|---|-------|-------------------|-------------------------------|
| γ_t | 20.00 | kN/m ³ | peso specifico terreno |
| Φ'_k | 38 | ° | angolo attrito caratteristico |
| Φ'_d | 38 | ° | angolo attrito di progetto |
| k_0 | 0.38 | - | |

| z da p.c. (m) | $\sigma_{h,tot}$ (kN/m ²) | σ_w (kN/m ²) |
|----------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|
| 0 | 0.00 | 0.00 |
| 1.6 | 12.3 | 0.00 |
| 1.85 | 14.22 | 0.00 |
| Spinta su metà soletta inferiore | | |
| ΔP | 3.31 | kN/m |

|  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p> | <p>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4a)</p> <p>OPERE CIVILI</p> | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------|-------------|----------|-----------|------|--------|------|----|-------|-------------|---|----------|
| <p>Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 1 e tipo 3</p> | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3U</td> <td>40</td> <td>D29CL</td> <td>IF 0000 001</td> <td>B</td> <td>18 di 67</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | RS3U | 40 | D29CL | IF 0000 001 | B | 18 di 67 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | |
| RS3U | 40 | D29CL | IF 0000 001 | B | 18 di 67 | | | | | | | | |



Fig. 5 – Spinta statica del terreno.

8.4 Carico per folla compatta

Dalle prescrizioni normative della NTC2018 si tiene conto del carico associato allo schema 5 (folla compatta), con un valore pari a 10 kN/m².

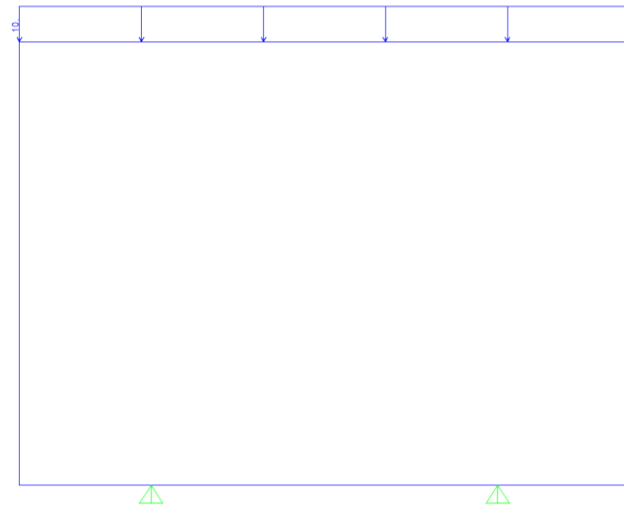


Fig. 6 – Carico per folla compatta.

| | | | | | | |
|---|---|-------------|-------------------|--------------------------|-----------|--------------------|
|  | DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4a) | | | | | |
| | OPERE CIVILI | | | | | |
| Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 1 e tipo 3 | COMMESSA RS3U | LOTTO 40 | CODIFICA D29CL | DOCUMENTO IF 0000 001 | REV. B | FOGLIO 19 di 67 |

8.5 Azione del vento

Il vento, la cui direzione si considera generalmente orizzontale, esercita sulle costruzioni azioni che variano nel tempo e nello spazio provocando, in generale, effetti dinamici.

Per le costruzioni usuali tali azioni sono convenzionalmente ricondotte ad azioni statiche equivalenti dirette secondo due assi principali della struttura, tali azioni esercitano normalmente all'elemento di parete o di copertura, pressioni e depressioni p (indicate rispettivamente con segno positivo e negativo) di intensità calcolate con la seguente espressione:

$$p = q_b c_e c_p c_d$$

- q_b - Pressione cinetica di riferimento
- c_e - Coefficiente di esposizione
- c_p - Coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico)
- c_d - Coefficiente dinamico

La pressione cinetica di riferimento q_b in (N/m^2) è data dall'espressione:

$$q_b = \frac{1}{2} \rho v_b^2$$

dove ρ è la densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a 1.25 kg/m^3 .

Il coefficiente d'esposizione c_e dipende dall'altezza z sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno, e dalla categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione (k_r, z_0, z_{min}).

Il valore di c_e può essere ricavato mediante la relazione:

- $c_e(z) = k_r^2 c_t \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \left[7 + c_t \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \right]$ per $z > z_{min}$
- $c_e(z) = c_e(z_{min})$ per $z < z_{min}$

Nel caso in esame abbiamo con riferimento ad una altezza z dal suolo valutata cautelativamente pari a 20m si ha:

4) Sicilia e provincia di Reggio Calabria

| Zona | $v_{b,0}$ [m/s] | a_0 [m] | k_a [1/s] |
|------|-----------------|-----------|-------------|
| 4 | 28 | 500 | 0.02 |

| | |
|---|-----|
| a_s (altitudine sul livello del mare [m]) | 100 |
|---|-----|

$$v_b = v_{b,0} \quad \text{per } a_s \leq a_0$$

$$v_b = v_{b,0} + k_a (a_s - a_0) \quad \text{per } a_0 < a_s \leq 1500 \text{ m}$$

| | |
|---------------------------------------|----|
| v_b (velocità di riferimento [m/s]) | 28 |
|---------------------------------------|----|

p (pressione del vento [N/mq]) = $q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$
 q_b (pressione cinetica di riferimento [N/mq])
 c_e (coefficiente di esposizione)
 c_p (coefficiente di forma)
 c_d (coefficiente dinamico)



Pressione cinetica di riferimento

$$q_b = 1/2 \cdot \rho \cdot v_b^2 \quad (\rho = 1,25 \text{ kg/mc})$$

| | |
|--------------|--------|
| q_b [N/mq] | 490.00 |
|--------------|--------|

Coefficiente di esposizione

Coefficiente di forma

E' il coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico), funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento. Il suo valore può essere ricavato da dati suffragati da opportuna documentazione o da prove sperimentali in galleria del vento.

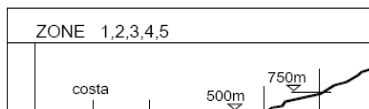
Coefficiente dinamico

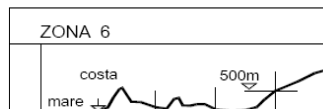
Esso può essere assunto autotelativamente pari ad 1 nelle costruzioni di tipologia ricorrente, quali gli edifici di forma regolare non eccedenti 80 m di altezza ed i capannoni industriali, oppure può essere determinato mediante analisi specifiche o facendo riferimento a dati di comprovata affidabilità.

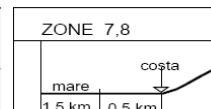
Classe di rugosità del terreno

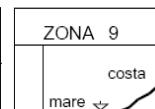
A) Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15m

Categoria di esposizione

| ZONE 1,2,3,4,5 | | | | | | |
|---|----|-----|-----|-----|-----|----|
|  | | | | | | |
| A | -- | IV | IV | V | V | V |
| B | -- | III | III | IV | IV | IV |
| C | -- | * | III | III | IV | IV |
| D | I | II | II | II | III | ** |
| * Categoria II in zona 1,2,3,4 Categoria III in zona 5 | | | | | | |
| ** Categoria III in zona 2,3,4,5 Categoria IV in zona 1 | | | | | | |

| ZONA 6 | | | | | |
|---|----|-----|-----|-----|-----|
|  | | | | | |
| A | -- | III | IV | V | V |
| B | -- | II | III | IV | IV |
| C | -- | II | III | III | IV |
| D | I | I | II | II | III |

| ZONE 7,8 | | | |
|--|----|----|-----|
|  | | | |
| A | -- | -- | IV |
| B | -- | -- | IV |
| C | -- | -- | III |
| D | I | II | * |
| * Categoria II in zona 8 Categoria III in zona 7 | | | |

| ZONA 9 | | |
|---|----|---|
|  | | |
| A | -- | I |
| B | -- | I |
| C | -- | I |
| D | I | I |

| z altezza edif. [m] | Zona | Classe di rugosità | a_s [m] |
|-----------------------|------|--------------------|-----------|
| 1 | 4 | A | 100 |

$$c_e(z) = k_r^2 \cdot c_t \cdot \ln(z/z_0) [7 + c_t \cdot \ln(z/z_0)] \quad \text{per } z \geq z_{min}$$

$$c_e(z) = c_e(z_{min}) \quad \text{per } z < z_{min}$$

| Cat. Esposiz. | k_r | z_0 [m] | z_{min} [m] | c_t |
|---------------|-------|-----------|---------------|-------|
| II | 0.19 | 0.05 | 4 | 1 |

| | |
|-------|------|
| c_e | 1.80 |
|-------|------|


| | | | | | | |
|---|--|------------------|-------------|-------------------|--------------------------|-----------|
|  ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4a) OPERE CIVILI | | | | | |
| | Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 1 e tipo 3 | COMMESSA RS3U | LOTTO 40 | CODIFICA D29CL | DOCUMENTO IF 0000 001 | REV. B |

Tabella G.X – Coefficienti di pressione complessiva per muri e parapetti.

| φ | Chiusura laterale | l/h | A | B | C | D |
|-----------|-------------------|-------|-----|-----|-----|-----|
| 1,0 | no | <3 | 2,3 | 1,4 | 1,2 | 1,2 |
| | | 5 | 2,9 | 1,8 | 1,4 | |
| | | >10 | 3,4 | 2,1 | 1,7 | |
| | si | tutti | 2,1 | 1,8 | 1,4 | |
| 0,8 | si/no | tutti | 1,2 | | | |

$$c_p = 2.3$$

$$c_d = 1$$

Nel caso in esame si ha quindi:

$$p = q_b c_e c_p = 2028.6 \text{ N/m}^2 = 2 \text{ kN/ m}^2$$


8.6 Spinta orizzontale dovuta al ballast

Il ballast produce una spinta orizzontale sul piedritto sinistro, valutata a partire dal peso del ballast calcolato in precedenza.

| Spinta statica aggiuntiva | |
|----------------------------------|------------------------|
| | Ballast |
| K_0 | 0.38 |
| p_b | 16 kN/m ² |
| Δp_d | 6.15 kN/m ² |



Fig. 7 – Spinta orizzontale del ballast.

| | | | | | | |
|---|---|-------------|-------------------|--------------------------|-----------|--------------------|
|  | DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4a) | | | | | |
| | OPERE CIVILI | | | | | |
| Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 1 e tipo 3 | COMMESSA RS3U | LOTTO 40 | CODIFICA D29CL | DOCUMENTO IF 0000 001 | REV. B | FOGLIO 22 di 67 |

8.7 Azione del sisma

Considerando la zona sismica di pertinenza quella di Taormina.

Per tutte le opere d'arte di progetto vengono utilizzati, a vantaggio di sicurezza, i seguenti valori: $V_N=75$ anni e classe d'uso III a cui corrisponde un coefficiente d'uso $C_U = 1.50$.

La vita di riferimento V_R è quindi pari a 112.5 anni.

I parametri utilizzati per la definizione dell'azione sismica sono riportati di seguito.

- Classe d'uso: III
- Coefficiente d'uso $C_U = 1.5$
- Vita nominale $V_N = 75$ anni
- Categoria di suolo: C
- Condizione topografica: T1
- Fattore di struttura $q = 1$

L'azione sismica è stata calcolata per mezzo del foglio di calcolo Spettri-NTCver.1.0.3 messo a disposizione dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

I parametri per la determinazione dei punti dello spettro di risposta orizzontale e verticale sono riportati :

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE:
 LATITUDINE:

Ricerca per comune

REGIONE:
 PROVINCIA:
 COMUNE:

Elaborazioni grafiche


Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Reticolo di riferimento



Controllo sul reticolo

Sito esterno al reticolo

Interpolazione su 3 nodi

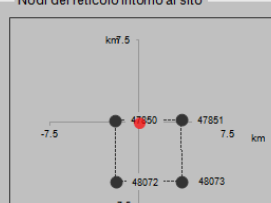
Interpolazione corretta

Interpolazione

media ponderata

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".

Nodi del reticolo intorno al sito



INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
 NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4a)

OPERE CIVILI

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 1 e tipo 3

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|-------------|------|----------|
| RS3U | 40 | D29CL | IF 0000 001 | B | 23 di 67 |

Di seguito si riportano gli spettri di risposta orizzontale e verticale allo Stato limite di salvaguardia della vita SLV utilizzati per il calcolo dell'azione sismica. Con tale azione sismica agente, le forze risultanti trasmesse dall'impalcato al piano appoggi della spalla in corrispondenza della sommità del muro di testata sono riportate al paragrafo successivo, sotto le voci **Ex**, **Ey** ed **Ez**.

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info

Coefficiente d'uso della costruzione - c_U 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 | $SLO - P_{VR} = 81\%$ | <input type="text" value="68"/> |
|---------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|
| | $SLD - P_{VR} = 63\%$ | <input type="text" value="113"/> |
| Stati limite ultimi - SLU | $SLV - P_{VR} = 10\%$ | <input type="text" value="1068"/> |
| | $SLC - P_{VR} = 5\%$ | <input type="text" value="2193"/> |

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** info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo **C** info $S_B = 1.500$ $C_C = 1.326$ info

Categoria topografica **T1** info $h/H = 0.000$ $S_T = 1.000$ info
(h=quotasito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento ξ (%) $\eta = 1.000$ info

Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore q_0 Regol. in altezza **no** info

Compon. verticale

Spettro di progetto Fattore q $\eta = 1.000$ info

Elaborazioni

- Grafici spettri di risposta
- Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta

— Spettro di progetto - componente orizzontale

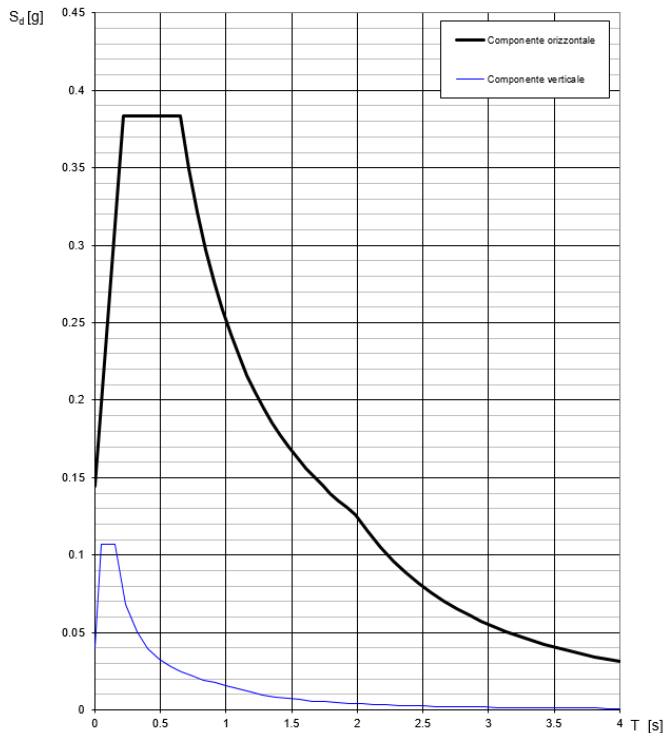
— Spettro di progetto - componente verticale

— Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)

INTRO FASE 1 FASE 2 **FASE 3**

Di seguito si riporta a titolo di esempio lo **spettro di progetto** per lo **Stato Limite di salvaguardia della Vita SLV** relativamente alle componenti **orizzontali**, con coefficiente di smorzamento strutturale canonico pari al 5%.

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



Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLV

Parametri indipendenti

| STATO LIMITE | SLV |
|--------------|---------|
| a_g | 0.096 g |
| F_0 | 2.653 |
| T_C | 0.494 s |
| S_S | 1.500 |
| C_C | 1.326 |
| S_T | 1.000 |
| q | 1.000 |

Parametri dipendenti

| | |
|--------|---------|
| S | 1.500 |
| η | 1.000 |
| T_B | 0.218 s |
| T_C | 0.654 s |
| T_D | 1.985 s |

Espressioni dei parametri dipendenti

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

$$\eta = \sqrt{10 \cdot (5 + \xi)} \geq 0,55; \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; § 3.2.3.5})$$

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

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

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

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

$$0 \leq T < T_B \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

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

Punti dello spettro di risposta

| T [s] | S _d [g] |
|-------|--------------------|
| 0.000 | 0.145 |
| 0.218 | 0.384 |
| 0.654 | 0.384 |
| 0.718 | 0.350 |
| 0.781 | 0.321 |
| 0.844 | 0.297 |
| 0.908 | 0.276 |
| 0.971 | 0.259 |
| 1.035 | 0.243 |
| 1.098 | 0.229 |
| 1.161 | 0.216 |
| 1.225 | 0.205 |
| 1.288 | 0.195 |
| 1.352 | 0.186 |
| 1.415 | 0.177 |
| 1.478 | 0.170 |
| 1.542 | 0.163 |
| 1.605 | 0.156 |
| 1.668 | 0.150 |
| 1.732 | 0.145 |
| 1.795 | 0.140 |
| 1.859 | 0.135 |
| 1.922 | 0.131 |
| 1.985 | 0.128 |
| 2.081 | 0.115 |
| 2.177 | 0.105 |
| 2.273 | 0.096 |
| 2.369 | 0.089 |
| 2.465 | 0.082 |
| 2.561 | 0.076 |
| 2.657 | 0.071 |
| 2.753 | 0.066 |
| 2.849 | 0.061 |
| 2.945 | 0.057 |
| 3.041 | 0.054 |
| 3.137 | 0.051 |
| 3.233 | 0.048 |
| 3.328 | 0.045 |
| 3.424 | 0.042 |
| 3.520 | 0.040 |
| 3.616 | 0.038 |
| 3.712 | 0.036 |
| 3.808 | 0.034 |
| 3.904 | 0.033 |
| 4.000 | 0.031 |

| | | |
|-----------|-------|---|
| a_g | 0.096 | g |
| S_S | 1.5 | |
| S_T | 1 | |
| a_{max} | 0.144 | g |
| b_m | 1 | |
| k_h | 0.144 | |
| k_v | 0.072 | |

INERZIA ORIZZONTALE

Piedritti

| | | | |
|--------------------|------|-------------------|----------------------|
| $k_h \cdot W_{P1}$ | 1.08 | kN/m ² | peso proprio s. 0.3m |
|--------------------|------|-------------------|----------------------|


| | | | | | | |
|--|--|------------------|-------------|-------------------|--------------------------|-----------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4a) OPERE CIVILI | | | | | |
| | Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 1 e tipo 3 | COMMESSA RS3U | LOTTO 40 | CODIFICA D29CL | DOCUMENTO IF 0000 001 | REV. B |



Fig. 8 – Spinta sismica.

8.8 Sovrappinta sismica

In condizione sismica si considera un incremento della spinta del terreno rispetto alla condizione statica in esercizio. La sovrappinta sismica è calcolata con la teoria di Wood, risultando in un valore di spinta al metro, distribuito uniformemente sull'intera altezza del piedritto, da applicare ad una quota pari ad $H/2$.

| SOVRASPINTA SISMICA (WOOD) | | | |
|----------------------------|------|----------|----------------------|
| h_{tot} | 2.00 | m | altezza complessiva |
| Δp_d | 5.76 | kN/m^2 | incremento di spinta |

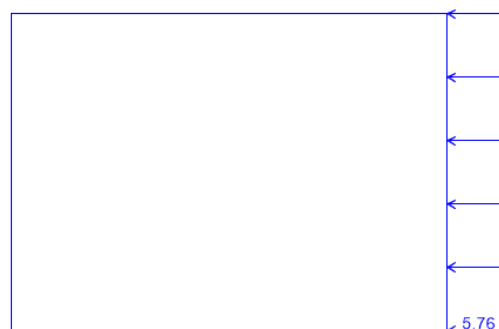


Fig. 9 – Sovrappinta sismica.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
 NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4a)

OPERE CIVILI

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 1 e tipo 3

| | | | | | |
|----------|-------|----------|-------------|------|----------|
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| RS3U | 40 | D29CL | IF 0000 001 | B | 26 di 67 |

8.9 Ritiro del calcestruzzo

Gli effetti del ritiro del calcestruzzo sono valutati impiegando i coefficienti indicati al punto 11.2.10.6 delle NTC2018. La deformazione totale da ritiro è data dalla somma della deformazione per ritiro da essiccamento e della deformazione da ritiro autogeno. Il ritiro è stato applicato mediante una variazione termica equivalente pari a 13°, ed un umidità relativa del 75% a 100 gg.

| RFI DTC INC CS SP IFS 001 A | | | |
|--|-------------------|----------------------------|-------|
| Specifica per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie | | | |
| Calcolo dell'azione prodotta da ritiro | | | |
| | Rck | 37 | |
| | f_{ek} | 30.71 N/mm ² | |
| resistenza a compressione media | f_{cm} | 38.71 N/mm ² | |
| modulo elastico secante | E_{cm} | 33019.43 N/mm ² | |
| coefficiente di dilatazione termica | α | 0.00001 | |
| classe del cemento | cls tipo | R | |
| età del cls all'inizio del ritiro | t_s | 2 gg | |
| età del cls al momento del carico | t_0 | 2 gg | |
| età del cls | t | 25550 gg | |
| larghezza sezione | B | 100 cm | |
| altezza sezione | H | 30.00 cm | |
| sezione dell'elemento | A_c | 300000 mm ² | |
| perimetro a contatto con l'atmosfera | u | 1000 mm | |
| dimensione elemento di cls | $h_0=2A_c/u$ | 600 mm | |
| umidità relativa percentuale | RH | 75 % | |
| Calcolo del modulo elastico | | | |
| coeff. del tipo di cemento | α | 1 | |
| tempo t_0 corretto in funz del tipo di cem | t_0 | 6.189 gg | > 0.5 |
| coeff. della resistenza del cls | $\beta_c(t_{em})$ | 2.70 | |
| coeff. della viscosità nel tempo | $\beta_c(t_0)$ | 0.649 | |
| coeff. della resistenza del cls | α_1 | 0.932 | |
| coeff. della resistenza del cls | α_2 | 0.980 | |
| coeff. della resistenza del cls | α_3 | 0.951 | |
| coeff. che tiene conto dell'umidità relativa | β_{RH} | 1273 | |
| coeff. della variabilità viscosità nel tempo | $\beta_c(t, t_0)$ | 0.986 | |
| coeff. che tiene conto dell'umidità | φ_{RH} | 1.271 | |
| coeff. nominale della viscosità | φ_0 | 2.228 | |
| coeff. di viscosità | $\varphi(t, t_0)$ | 2.20 | |
| Modulo elastico al tempo t | $E_{cm}(t, t_0)$ | 10331.5 N/mm ² | |

Calcolo della deformazione di ritiro

| | | |
|---|-------------------------|------------|
| parametro fusione di h_0 | k_h | 0.7 |
| coeff. variabilità deformazione nel tempo | $\beta_{cs}(t, t_s)$ | 0.978 |
| def. di ritiro per essiccamento | $\varepsilon_{cd}(t)$ | 0.0002996 |
| deformazione di base | $\varepsilon_{cd,0}$ | 0.00043785 |
| coeff. per il tipo di cemento | α_{ds1} | 6 |
| coeff. per il tipo di cemento | α_{ds2} | 0.11 |
| | β_{RH} | 0.89609375 |
| | $\beta_{as}(t)$ | 1 |
| | $\varepsilon_{ca,00}$ | 5.1775E-05 |
| deformazione dovuta al ritiro autogeno | ε_{ca} | 5.1775E-05 |
| deformazione di ritiro | $\varepsilon_s(t, t_0)$ | 0.00035138 |
| Variazione termica uniforme | ΔT_{ritiro} | -10.99 °C |

NOTA : I fenomeni di ritiro vengono considerati agenti solo sulla soletta di copertura

Il fenomeno del ritiro è stato applicato solo alla soletta di copertura.

8.10 Variazione termica

La variazione termica applicata sulla struttura è pari a $\Delta T = +15^\circ\text{C}$, con un variazione termica a aggiuntiva a farfalla pari a $\Delta T = +5^\circ\text{C}$ applicata sulla soletta di copertura.

Per il coefficiente di dilatazione termica si assume:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4a)

OPERE CIVILI

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 1 e
tipo 3

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|-------------|------|----------|
| RS3U | 40 | D29CL | IF 0000 001 | B | 27 di 67 |

$$\alpha = 10 \times 10^{-6} = 0.00001$$



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4a)

OPERE CIVILI

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 1 e tipo 3

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|-------------|------|----------|
| RS3U | 40 | D29CL | IF 0000 001 | B | 28 di 67 |

9 COMBINAZIONE DEI CARICHI

In linea con quanto riportato nel quadro normativo vigente, le azioni descritte nei paragrafi precedenti, sono combinate nel modo seguente:

combinazione fondamentale (SLU):

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

combinazione sismica:

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

combinazione eccezionale:

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

combinazione Rara (SLE irreversibile):

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

combinazione Frequente (SLE reversibile):

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

combinazione Quasi Permanente (SLE per gli effetti a lungo termine):

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

Per le verifiche agli stati limite ultimi si adottano i valori dei coefficienti parziali ed i coefficienti di combinazione ψ delle tabelle seguenti.

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

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

Tab. 2 – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU, eccezionali e sismica

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

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

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

Tab. 3 – Coefficienti di combinazione ψ delle azioni

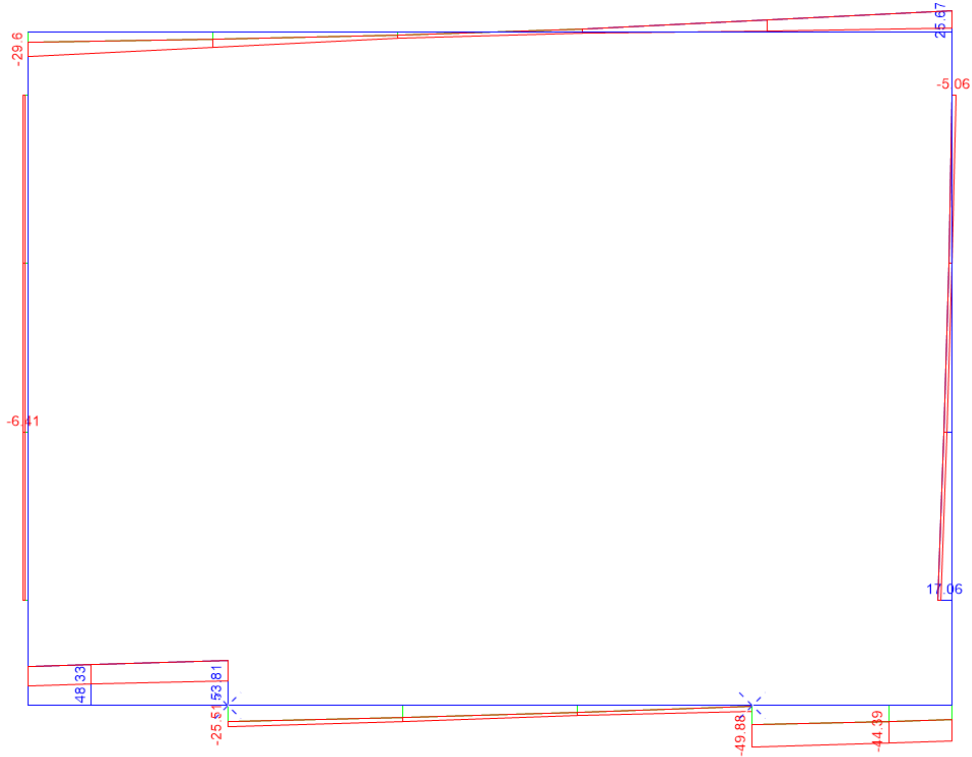


Fig. 11 – Taglio enve-SLU.

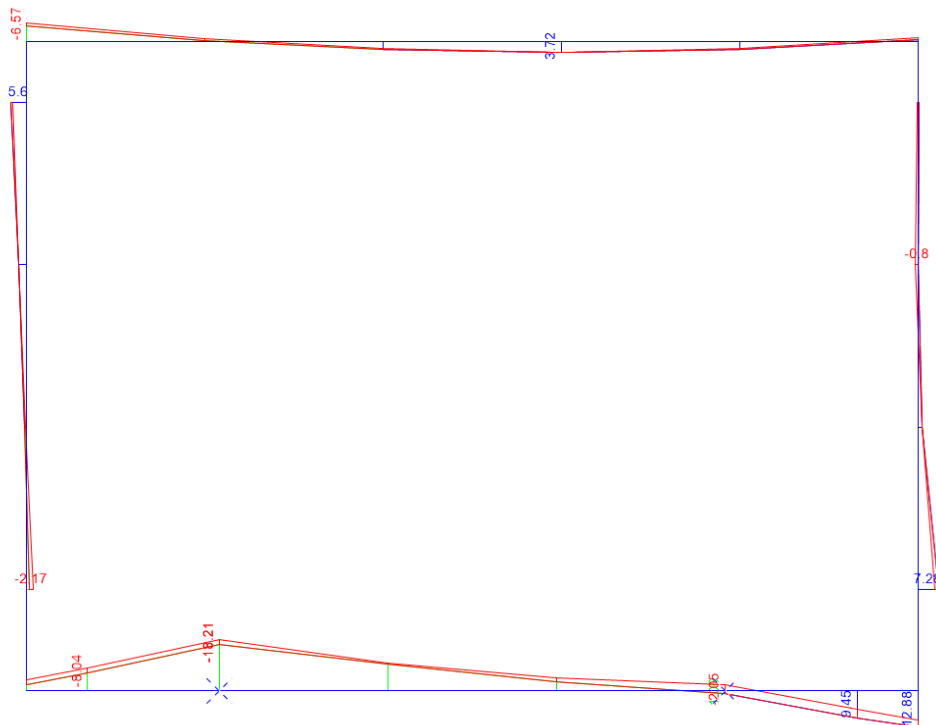


Fig. 12 – Momento flettente enve-SLV.

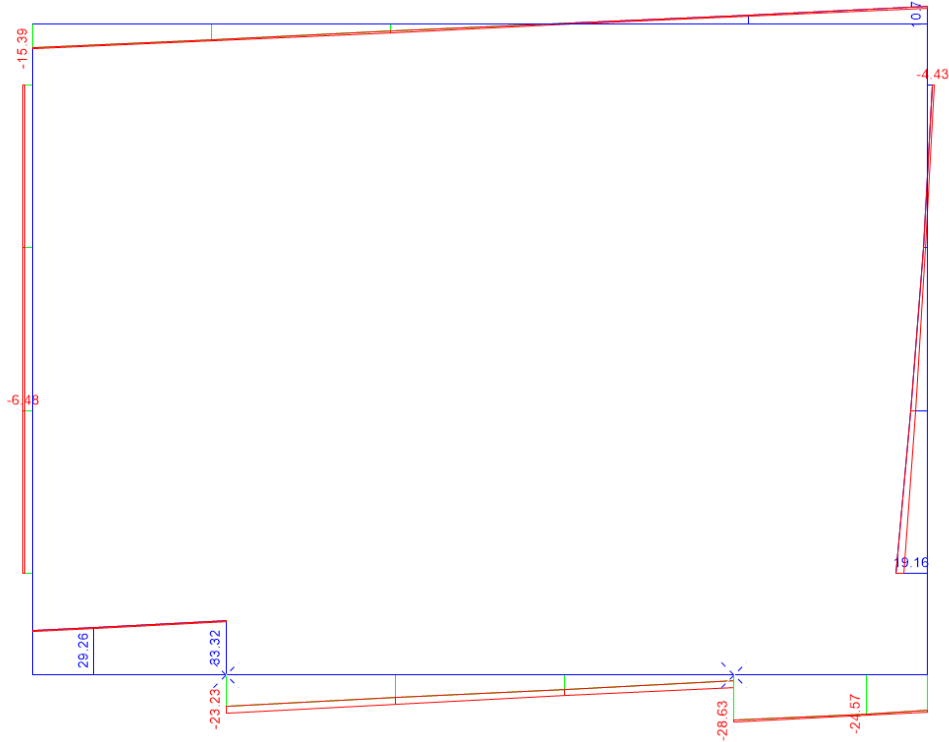


Fig. 13 – Taglio enve-SLV.

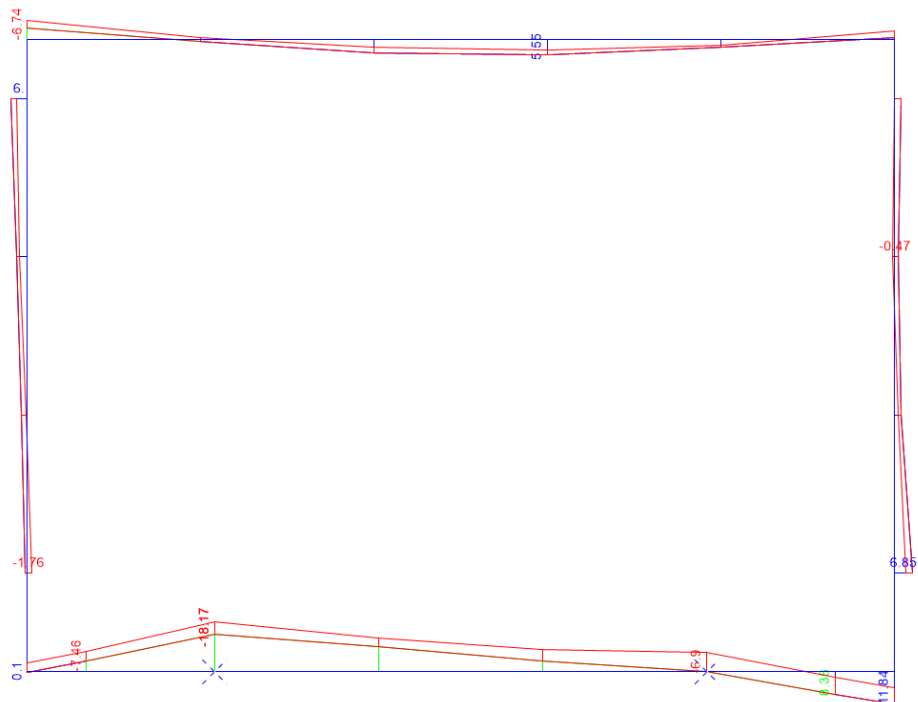


Fig. 14 – Momento flettente enve-SLE.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
 NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4a)

OPERE CIVILI

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 1 e tipo 3

| | | | | | |
|----------|-------|----------|-------------|------|----------|
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| RS3U | 40 | D29CL | IF 0000 001 | B | 33 di 67 |

10.1 Verifiche piedritti

| | P | V2 | M3 | Frame | Station | OutputCase |
|-----|--------|-------|--------------|-------|---------|------------|
| | KN | KN | KN-m | Text | m | Text |
| SLV | -20.03 | 19.16 | 7.28 | 65 | 0.25 | sis1_nl |
| | -25.51 | -6.48 | -2.17 | 63 | 0.25 | sis1_nl |

| | P | V2 | M3 | Frame | Station | OutputCase |
|-----|--------|-------|--------------|-------|---------|------------|
| | KN | KN | KN-m | Text | m | Text |
| SLU | -31.12 | -6.35 | 8.25 | 63 | 1.45 | slu2_nl |
| | -21.80 | -5.30 | -2.37 | 63 | 0.25 | slu3_nl |

| | P | V2 | M3 | Frame | Station | OutputCase |
|------------|--------|-------|--------------|-------|---------|------------|
| | KN | KN | KN-m | Text | m | Text |
| SLE RAR | -21.98 | -4.94 | 6.00 | 63 | 1.45 | rar1_nl |
| | -24.38 | -4.08 | -0.41 | 63 | 0.25 | rar2_nl |

| | P | V2 | M3 | Frame | Station | OutputCase |
|------------|--------|-------|--------------|-------|---------|------------|
| | KN | KN | KN-m | Text | m | Text |
| SLE FRE | -21.16 | 12.33 | 5.30 | 65 | 0.25 | fre1_nl |
| | -24.38 | -4.08 | -0.41 | 63 | 0.25 | fre1_nl |

| | P | V2 | M3 | Frame | Station | OutputCase |
|------------|--------|-------|--------------|-------|---------|------------|
| | KN | KN | KN-m | Text | m | Text |
| SLE QPE | -20.26 | 17.15 | 6.85 | 65 | 0.25 | qpe2_nl |
| | -25.28 | -5.94 | -1.76 | 63 | 0.25 | qpe2_nl |

10.1.1 Verifica in condizioni statiche

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

| | |
|-------------------------------|--|
| Descrizione Sezione: | |
| Metodo di calcolo resistenza: | Stati Limite Ultimi |
| Normativa di riferimento: | N.T.C. |
| Tipologia sezione: | Sezione predefinita di trave (solette, nervature solai) senza staffe |
| Forma della sezione: | Rettangolare |
| Percorso sollecitazione: | A Sforzo Norm. costante |
| Condizioni Ambientali: | Poco aggressive |
| Riferimento Sforzi assegnati: | Assi x,y principali d'inerzia |
| Riferimento alla sismicit : | Zona non sismica |

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

| | | |
|----------------|---------------------------------------|----------------------------|
| CALCESTRUZZO - | Classe: | C30/37 |
| | Resistenza compress. di progetto fcd: | 170.00 daN/cm ² |
| | Deform. unitaria max resistenza ec2: | 0.0020 |
| | Deformazione unitaria ultima ecu: | 0.0035 |
| | Diagramma tensioni-deformaz.: | Parabola-Rettangolo |
| | Modulo Elastico Normale Ec: | 328360 daN/cm ² |



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4a)**

OPERE CIVILI

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 1 e tipo 3

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|-------------|------|----------|
| RS3U | 40 | D29CL | IF 0000 001 | B | 34 di 67 |

| | | |
|---|--------|---------------------|
| Resis. media a trazione fctm: | 29.00 | daN/cm ² |
| Coeff.Omogen. S.L.E.: | 15.00 | |
| Sc limite S.L.E. comb. Rare: | 165.00 | daN/cm ² |
| Sc limite S.L.E. comb. Frequenti: | 165.00 | daN/cm ² |
| Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti: | 0.200 | mm |
| Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: | 120.00 | daN/cm ² |
| Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.: | 0.200 | mm |

ACCIAIO -

| | | |
|---|------------------|---------------------|
| Tipo: | B450C | |
| Resist. caratt. a snervamento fyk: | 4500.0 | daN/cm ² |
| Resist. caratt. a rottura ftk: | 4500.0 | daN/cm ² |
| Resist. a snerv. di progetto fyd: | 3913.0 | daN/cm ² |
| Resist. ultima di progetto ftd: | 3913.0 | daN/cm ² |
| Deform. ultima di progetto Epu: | 0.068 | |
| Modulo Elastico Ef: | 2000000 | daN/cm ² |
| Diagramma tensioni-deformaz.: | Bilineare finito | |
| Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \beta_2$: | 1.00 | |
| Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \beta_2$: | 0.50 | |
| Comb.Rare - Sf Limite: | 3375.0 | daN/cm ² |

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

| | | |
|--------------------------------|-------|-------------------------|
| Base: | 100.0 | cm |
| Altezza: | 30.0 | cm |
| Barre inferiori: | 10Ø20 | (31.4 cm ²) |
| Barre superiori: | 10Ø20 | (31.4 cm ²) |
| Coprif.Inf.(dal baric. barre): | 8.4 | cm |
| Coprif.Sup.(dal baric. barre): | 8.4 | cm |
| Coprif.Lat. (dal baric.barre): | 5.0 | cm |

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

| | |
|----|---|
| N | Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.) |
| Mx | Momento flettente [daNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione |
| Vy | Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione |
| MT | Momento torcente [daN m] |

| N°Comb. | N | Mx | Vy | MT |
|---------|------|------|------|----|
| 1 | 3112 | 825 | -635 | 0 |
| 2 | 2180 | -237 | -530 | 0 |
| 3 | 2137 | 753 | 1706 | 0 |
| 4 | 3684 | -7 | -641 | 0 |
| 5 | 594 | -152 | -95 | 0 |
| 6 | 4326 | 63 | -635 | 0 |

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

| | |
|----|--|
| N | Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.) |
| Mx | Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione |

| N°Comb. | N | Mx |
|---------|------|-----|
| 1 | 2198 | 600 |
| 2 | 2438 | -41 |
| 3 | 2116 | 530 |
| 4 | 3098 | 8 |

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 1 e tipo 3

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|-------------|------|----------|
| RS3U | 40 | D29CL | IF 0000 001 | B | 35 di 67 |

| | | |
|---|------|-----|
| 5 | 1216 | 101 |
| 6 | 3098 | 8 |

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

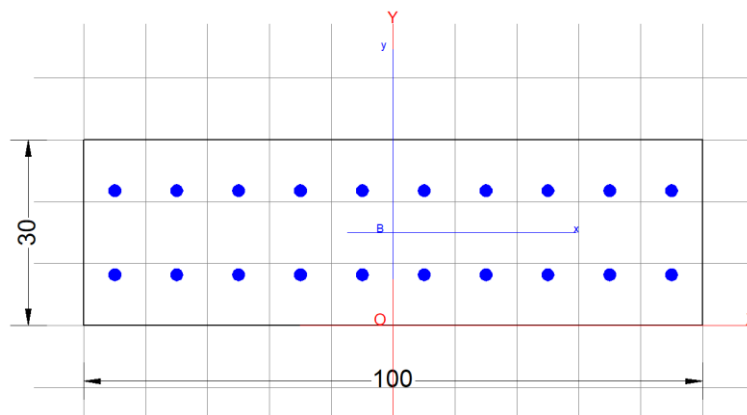
N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N | Mx |
|---------|------|---------------|
| 1 | 2026 | 685 (5933) |
| 2 | 2528 | -176 (-14539) |
| 3 | 2026 | 685 (5933) |
| 4 | 2528 | -176 (-14539) |
| 5 | 1127 | -1 (0) |
| 6 | 2528 | -176 (-14539) |

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N | Mx |
|---------|------|---------------|
| 1 | 1806 | 668 (5856) |
| 2 | 2308 | -193 (-11134) |
| 3 | 1806 | 668 (5856) |
| 4 | 2308 | -193 (-11134) |
| 5 | 907 | -52 (-23893) |
| 6 | 2308 | -193 (-11134) |



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

| | | |
|--|-----|----|
| Copriferro netto minimo barre longitudinali: | 4.0 | cm |
| Interferro netto minimo barre longitudinali: | 8.0 | cm |
| Copriferro netto minimo staffe: | 4.0 | cm |

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



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4a)**

OPERE CIVILI

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 1 e tipo 3

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|-------------|------|----------|
| RS3U | 40 | D29CL | IF 0000 001 | B | 36 di 67 |

| | |
|----------|---|
| Ver | S = combinazione verificata / N = combin. non verificata |
| N | Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione) |
| Mx | Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico |
| N Ult | Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.) |
| Mx rd | Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico |
| Mis.Sic. | Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000 |
| Yn | Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez. |
| x/d | Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.1.1 NTC]: deve essere < 0.45 |
| C.Rid. | Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC] |
| As Tesa | Area armature long. trave [cm ²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa) |

| N°Comb | Ver | N | Mx | N rd | Mx rd | Mis.Sic. | Yn | x/d | C.Rid. | As Tesa |
|--------|-----|------|------|------|--------|----------|------|------|--------|------------|
| 1 | S | 3112 | 825 | 3097 | 22149 | 26.847 | 21.3 | 0.40 | 0.94 | 31.4 (3.6) |
| 2 | S | 2180 | -237 | 2169 | -22083 | 93.178 | 8.6 | 0.40 | 0.94 | 31.4 (3.6) |
| 3 | S | 2137 | 753 | 2130 | 22081 | 29.323 | 21.4 | 0.40 | 0.94 | 31.4 (3.6) |
| 4 | S | 3684 | -7 | 3676 | -22190 | 3169.929 | 8.7 | 0.40 | 0.94 | 31.4 (3.6) |
| 5 | S | 594 | -152 | 617 | -21974 | 144.565 | 8.6 | 0.40 | 0.94 | 31.4 (3.6) |
| 6 | S | 4326 | 63 | 4331 | 22236 | 352.947 | 21.3 | 0.40 | 0.94 | 31.4 (3.6) |

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

| | |
|--------|--|
| ec max | Deform. unit. massima del conglomerato a compressione |
| 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) |
| 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 compressione) |
| Ys max | Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.) |

| N°Comb | ec max | Yc max | es min | Ys min | es max | Ys max |
|--------|---------|--------|---------|--------|----------|--------|
| 1 | 0.00350 | 30.0 | 0.00011 | 21.6 | -0.00522 | 8.4 |
| 2 | 0.00350 | 0.0 | 0.00010 | 8.4 | -0.00525 | 21.6 |
| 3 | 0.00350 | 30.0 | 0.00010 | 21.6 | -0.00525 | 8.4 |
| 4 | 0.00350 | 0.0 | 0.00011 | 8.4 | -0.00521 | 21.6 |
| 5 | 0.00350 | 0.0 | 0.00008 | 8.4 | -0.00529 | 21.6 |
| 6 | 0.00350 | 30.0 | 0.00012 | 21.6 | -0.00519 | 8.4 |

VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)

| | |
|------|---|
| Ver | S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata |
| Ved | Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta) |
| Vwct | Taglio trazione resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC] |
| d | Altezza utile sezione [cm] |
| bw | Larghezza minima sezione [cm] |
| Ro | Rapporto geometrico di armatura longitudinale [< 0.02] |
| Scp | Tensione media di compressione nella sezione [daN/cm ²] |

| N°Comb | Ver | Ved | Vwct | d | bw | Ro | Scp |
|--------|-----|------|-------|------|-------|--------|-----|
| 1 | S | -635 | 18242 | 21.6 | 100.0 | 0.0145 | 0.1 |
| 2 | S | -530 | 18141 | 21.6 | 100.0 | 0.0145 | 0.1 |
| 3 | S | 1706 | 18137 | 21.6 | 100.0 | 0.0145 | 0.1 |
| 4 | S | -641 | 18304 | 21.6 | 100.0 | 0.0145 | 0.1 |



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4a)**

OPERE CIVILI

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 1 e tipo 3

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|-------------|------|----------|
| RS3U | 40 | D29CL | IF 0000 001 | B | 37 di 67 |

| | | | | | | | |
|---|---|------|-------|------|-------|--------|-----|
| 5 | S | -95 | 17906 | 21.6 | 100.0 | 0.0145 | 0.0 |
| 6 | S | -635 | 18373 | 21.6 | 100.0 | 0.0145 | 0.1 |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

| | |
|---------|--|
| Ver | S = combinazione verificata / N = combin. non verificata |
| Sc max | Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm ²) |
| Yc max | Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O) |
| Sc min | Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm ²) |
| Yc min | Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O) |
| Sf min | Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm ²) |
| Ys min | Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O) |
| Dw Eff. | Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre |
| Ac eff. | Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.) |
| As eff. | Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.) |
| D barre | Distanza in cm tra le barre tese efficaci. (D barre = 0 indica spaziatura superiore a 5(c+Ø/2) e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2) |

| N°Comb | Ver | Sc max | Yc max | Sc min | Yc min | Sf min | Ys min | Dw Eff. | Ac Eff. | As Eff. | D barre |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | S | 6.0 | 30.0 | 0.0 | 18.0 | -72 | 21.6 | 6.0 | 599 | 31.4 | 9.2 |
| 2 | S | 0.8 | 0.0 | 0.4 | 30.0 | 8 | 8.4 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.0 |
| 3 | S | 5.3 | 30.0 | 0.0 | 17.7 | -60 | 21.6 | 5.9 | 592 | 31.4 | 9.2 |
| 4 | S | 0.8 | 30.0 | 0.7 | 0.0 | 11 | 21.6 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.0 |
| 5 | S | 1.0 | 30.0 | 0.0 | 9.5 | -1 | 21.6 | 3.3 | 328 | 31.4 | 9.2 |
| 6 | S | 0.8 | 30.0 | 0.7 | 0.0 | 11 | 21.6 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.0 |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

| | |
|---------|---|
| Ver | Esito verifica |
| e1 | Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata |
| e2 | Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata |
| K2 | = 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2*e2)$ in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC |
| Kt | fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2 |
| e sm | Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es |
| srm | Distanza massima in mm tra le fessure |
| wk | Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite. |
| M fess. | Momento di prima fessurazione [daNm] |

| N°Comb | Ver | e1 | e2 | K2 | Kt | e sm | srm | wk | M Fess. |
|--------|-----|----------|---------|------|------|---------------------|------|--------------|---------|
| 1 | S | -0.00007 | 0.00004 | 0.50 | 0.60 | 0.000021 (0.000021) | 316 | 0.007 (0.20) | 6159 |
| 2 | S | 0.00001 | 0.00000 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0 |
| 3 | S | -0.00006 | 0.00004 | 0.50 | 0.60 | 0.000018 (0.000018) | 316 | 0.006 (0.20) | 6270 |
| 4 | S | 0.00001 | 0.00001 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0 |
| 5 | S | 0.00000 | 0.00001 | 0.50 | 0.60 | 0.000000 (0.000000) | 287 | 0.000 (0.20) | 11222 |
| 6 | S | 0.00001 | 0.00001 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0 |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

| N°Comb | Ver | Sc max | Yc max | Sc min | Yc min | Sf min | Ys min | Dw Eff. | Ac Eff. | As Eff. | D barre |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | S | 6.9 | 30.0 | 0.0 | 18.4 | -90 | 21.6 | 6.2 | 615 | 31.4 | 9.2 |
| 2 | S | 1.6 | 0.0 | 0.0 | 24.7 | 2 | 8.4 | 2.3 | 232 | 31.4 | 9.2 |
| 3 | S | 6.9 | 30.0 | 0.0 | 18.4 | -90 | 21.6 | 6.2 | 615 | 31.4 | 9.2 |
| 4 | S | 1.6 | 0.0 | 0.0 | 24.7 | 2 | 8.4 | 2.3 | 232 | 31.4 | 9.2 |
| 5 | S | 0.3 | 0.0 | 0.3 | 30.0 | 4 | 8.4 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.0 |
| 6 | S | 1.6 | 0.0 | 0.0 | 24.7 | 2 | 8.4 | 2.3 | 232 | 31.4 | 9.2 |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

| N°Comb | Ver | e1 | e2 | K2 | Kt | e sm | srm | wk | M Fess. |
|--------|-----|----|----|----|----|------|-----|----|---------|
|--------|-----|----|----|----|----|------|-----|----|---------|



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4a)**

OPERE CIVILI

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 1 e tipo 3

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|-------------|------|----------|
| RS3U | 40 | D29CL | IF 0000 001 | B | 38 di 67 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|----------|---------|------|------|---------------------|------|--------------|--------|
| 1 | S | -0.00008 | 0.00005 | 0.50 | 0.60 | 0.000027 (0.000027) | 318 | 0.009 (0.20) | 5933 |
| 2 | S | 0.00000 | 0.00001 | 0.50 | 0.60 | 0.000000 (0.000000) | 277 | 0.000 (0.20) | -14539 |
| 3 | S | -0.00008 | 0.00005 | 0.50 | 0.60 | 0.000027 (0.000027) | 318 | 0.009 (0.20) | 5933 |
| 4 | S | 0.00000 | 0.00001 | 0.50 | 0.60 | 0.000000 (0.000000) | 277 | 0.000 (0.20) | -14539 |
| 5 | S | 0.00000 | 0.00000 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0 |
| 6 | S | 0.00000 | 0.00001 | 0.50 | 0.60 | 0.000000 (0.000000) | 277 | 0.000 (0.20) | -14539 |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

| N°Comb | Ver | Sc max | Yc max | Sc min | Yc min | Sf min | Ys min | Dw Eff. | Ac Eff. | As Eff. | D barre |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | S | 6.7 | 30.0 | 0.0 | 18.6 | -90 | 21.6 | 6.2 | 621 | 31.4 | 9.2 |
| 2 | S | 1.8 | 0.0 | 0.0 | 20.4 | -2 | 8.4 | 3.3 | 331 | 31.4 | 9.2 |
| 3 | S | 6.7 | 30.0 | 0.0 | 18.6 | -90 | 21.6 | 6.2 | 621 | 31.4 | 9.2 |
| 4 | S | 1.8 | 0.0 | 0.0 | 20.4 | -2 | 8.4 | 3.3 | 331 | 31.4 | 9.2 |
| 5 | S | 0.5 | 0.0 | 0.0 | 26.8 | 1 | 8.4 | 1.3 | 128 | 31.4 | 9.2 |
| 6 | S | 1.8 | 0.0 | 0.0 | 20.4 | -2 | 8.4 | 3.3 | 331 | 31.4 | 9.2 |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

| N°Comb | Ver | e1 | e2 | K2 | Kt | e sm | srm | wk | M Fess. |
|--------|-----|----------|---------|------|------|---------------------|-----|--------------|---------|
| 1 | S | -0.00008 | 0.00005 | 0.50 | 0.40 | 0.000027 (0.000027) | 319 | 0.009 (0.20) | 5856 |
| 2 | S | -0.00001 | 0.00001 | 0.50 | 0.40 | 0.000001 (0.000001) | 287 | 0.000 (0.20) | -11134 |
| 3 | S | -0.00008 | 0.00005 | 0.50 | 0.40 | 0.000027 (0.000027) | 319 | 0.009 (0.20) | 5856 |
| 4 | S | -0.00001 | 0.00001 | 0.50 | 0.40 | 0.000001 (0.000001) | 287 | 0.000 (0.20) | -11134 |
| 5 | S | 0.00000 | 0.00000 | 0.50 | 0.40 | 0.000000 (0.000000) | 265 | 0.000 (0.20) | -23893 |
| 6 | S | -0.00001 | 0.00001 | 0.50 | 0.40 | 0.000001 (0.000001) | 287 | 0.000 (0.20) | -11134 |

10.1.2 Verifica in condizioni sismiche

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

| | |
|-------------------------------|--|
| Descrizione Sezione: | |
| Metodo di calcolo resistenza: | Resistenze in campo sostanzialmente elastico |
| Normativa di riferimento: | N.T.C. |
| Tipologia sezione: | Sezione predefinita di trave (solette, nervature solai) senza staffe |
| Forma della sezione: | Rettagolare |
| Percorso sollecitazione: | A Sforzo Norm. costante |
| Riferimento Sforzi assegnati: | Assi x,y principali d'inerzia |
| Riferimento alla sismicità: | Zona non sismica |

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

| | | |
|----------------|---------------------------------------|---------------------|
| CALCESTRUZZO - | Classe: | C30/37 |
| | Resistenza compress. di progetto fcd: | 170.00 daN/cm² |
| | Deform. unitaria max resistenza ec2: | 0.0020 |
| | Deformazione unitaria ultima ecu: | 0.0035 |
| | Diagramma tensioni-deformaz.: | Parabola-Rettangolo |
| | Modulo Elastico Normale Ec: | 328360 daN/cm² |
| | Resis. media a trazione fctm: | 29.00 daN/cm² |
| ACCIAIO - | Tipo: | B450C |
| | Resist. caratt. a snervamento fyk: | 4500.0 daN/cm² |
| | Resist. caratt. a rottura ftk: | 4500.0 daN/cm² |



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4a)

OPERE CIVILI

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 1 e tipo 3

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|-------------|------|----------|
| RS3U | 40 | D29CL | IF 0000 001 | B | 39 di 67 |

| | | |
|-----------------------------------|------------------|---------------------|
| Resist. a snerv. di progetto fyd: | 3913.0 | daN/cm ² |
| Resist. ultima di progetto ftd: | 3913.0 | daN/cm ² |
| Deform. ultima di progetto Epu: | 0.068 | |
| Modulo Elastico Ef: | 2000000 | daN/cm ² |
| Diagramma tensioni-deformaz.: | Bilineare finito | |

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

| | | |
|--------------------------------|-------|-------------------------|
| Base: | 100.0 | cm |
| Altezza: | 30.0 | cm |
| Barre inferiori: | 10Ø20 | (31.4 cm ²) |
| Barre superiori: | 10Ø20 | (31.4 cm ²) |
| Coprif.Inf.(dal baric. barre): | 8.4 | cm |
| Coprif.Sup.(dal baric. barre): | 8.4 | cm |
| Coprif.Lat. (dal baric.barre): | 5.0 | cm |

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

| | |
|----|---|
| N | Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.) |
| Mx | Momento flettente [daNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione |
| Vy | Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione |
| MT | Momento torcente [daN m] |

| N°Comb. | N | Mx | Vy | MT |
|---------|------|------|------|----|
| 1 | 2003 | 728 | 1916 | 0 |
| 2 | 2551 | -217 | -648 | 0 |
| 3 | 2003 | 728 | 1916 | 0 |
| 4 | 2551 | -217 | -648 | 0 |
| 5 | 1103 | -27 | -443 | 0 |
| 6 | 2551 | -217 | -648 | 0 |

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

| | | |
|--|-----|----|
| Copriferro netto minimo barre longitudinali: | 4.0 | cm |
| Interferro netto minimo barre longitudinali: | 8.0 | cm |
| Copriferro netto minimo staffe: | 4.0 | cm |

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

| | |
|----------|--|
| Ver | S = combinazione verificata / N = combin. non verificata |
| N | Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione) |
| Mx | Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico |
| N Ult | Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.) |
| Mx re | Momento resistente sost. elastico [daNm] riferito all'asse x baricentrico |
| Mis.Sic. | Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re, Mx re) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000 |
| Yn | Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez. |
| x/d | Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.1.1 NTC]: non richiesto per calcolo non dissipativo |
| C.Rid. | Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC] |
| As Tesa | Area armature long. trave [cm ²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa) |

| N°Comb | Ver | N | Mx | N re | Mx re | Mis.Sic. | Yn | x/d | C.Rid. | As Tesa |
|--------|-----|------|------|------|--------|----------|------|------|--------|------------|
| 1 | S | 2003 | 728 | 2026 | 21326 | 29.294 | 19.9 | 0.47 | 1.00 | 31.4 (3.6) |
| 2 | S | 2551 | -217 | 2538 | -21368 | 98.471 | 10.2 | 0.47 | 1.00 | 31.4 (3.6) |
| 3 | S | 2003 | 728 | 2026 | 21326 | 29.294 | 19.9 | 0.47 | 1.00 | 31.4 (3.6) |



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4a)**

OPERE CIVILI

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 1 e tipo 3

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|-------------|------|----------|
| RS3U | 40 | D29CL | IF 0000 001 | B | 40 di 67 |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|------|------|------|--------|---------|------|------|------|------------|
| 4 | S | 2551 | -217 | 2538 | -21368 | 98.471 | 10.2 | 0.47 | 1.00 | 31.4 (3.6) |
| 5 | S | 1103 | -27 | 1102 | -21250 | 787.032 | 10.1 | 0.47 | 1.00 | 31.4 (3.6) |
| 6 | S | 2551 | -217 | 2538 | -21368 | 98.471 | 10.2 | 0.47 | 1.00 | 31.4 (3.6) |

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

| | |
|--------|--|
| ec max | Deform. unit. massima del conglomerato a compressione |
| 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) |
| 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 compressione) |
| Ys max | Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.) |

| N°Comb | ec max | Yc max | es min | Ys min | es max | Ys max |
|--------|---------|--------|---------|--------|----------|--------|
| 1 | 0.00173 | 30.0 | 0.00030 | 21.6 | -0.00196 | 8.4 |
| 2 | 0.00174 | 0.0 | 0.00030 | 8.4 | -0.00196 | 21.6 |
| 3 | 0.00173 | 30.0 | 0.00030 | 21.6 | -0.00196 | 8.4 |
| 4 | 0.00174 | 0.0 | 0.00030 | 8.4 | -0.00196 | 21.6 |
| 5 | 0.00172 | 0.0 | 0.00029 | 8.4 | -0.00196 | 21.6 |
| 6 | 0.00174 | 0.0 | 0.00030 | 8.4 | -0.00196 | 21.6 |

VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)

| | |
|------|---|
| Ver | S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata |
| Ved | Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta) |
| Vwct | Taglio trazione resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC] |
| d | Altezza utile sezione [cm] |
| bw | Larghezza minima sezione [cm] |
| Ro | Rapporto geometrico di armatura longitudinale [<0.02] |
| Scp | Tensione media di compressione nella sezione [daN/cm ²] |

| N°Comb | Ver | Ved | Vwct | d | bw | Ro | Scp |
|--------|-----|------|-------|------|-------|--------|-----|
| 1 | S | 1916 | 18122 | 21.6 | 100.0 | 0.0145 | 0.1 |
| 2 | S | -648 | 18181 | 21.6 | 100.0 | 0.0145 | 0.1 |
| 3 | S | 1916 | 18122 | 21.6 | 100.0 | 0.0145 | 0.1 |
| 4 | S | -648 | 18181 | 21.6 | 100.0 | 0.0145 | 0.1 |
| 5 | S | -443 | 18025 | 21.6 | 100.0 | 0.0145 | 0.0 |
| 6 | S | -648 | 18181 | 21.6 | 100.0 | 0.0145 | 0.1 |



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
 NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4a)

OPERE CIVILI

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 1 e tipo 3

| | | | | | |
|----------|-------|----------|-------------|------|----------|
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| RS3U | 40 | D29CL | IF 0000 001 | B | 41 di 67 |

Verifiche soletta inferiore

| | P | V2 | M3 | Frame | Station | OutputCase |
|-----|--------|--------|---------------|-------|---------|------------|
| | KN | KN | KN-m | Text | m | Text |
| SLV | -32.30 | -23.78 | 9.45 | 5 | 1.90 | sis1_nl |
| | 6.48 | 33.32 | -18.21 | 5 | 0.33 | sis1_nl |

| | P | V2 | M3 | Frame | Station | OutputCase |
|-----|--------|--------|---------------|-------|---------|------------|
| | KN | KN | KN-m | Text | m | Text |
| SLU | -28.98 | -18.69 | 9.08 | 5 | 1.90 | slu3_nl |
| | 6.35 | 53.81 | -24.62 | 5 | 0.33 | slu2_nl |

| | P | V2 | M3 | Frame | Station | OutputCase |
|------------|--------|--------|---------------|-------|---------|------------|
| | KN | KN | KN-m | Text | m | Text |
| SLE RAR | -23.76 | -24.91 | 5.37 | 5 | 1.90 | rar2_nl |
| | 4.94 | 38.79 | -18.17 | 5 | 0.33 | rar1_nl |

| | P | V2 | M3 | Frame | Station | OutputCase |
|------------|--------|--------|---------------|-------|---------|------------|
| | KN | KN | KN-m | Text | m | Text |
| SLE FRE | -23.76 | -24.91 | 5.37 | 5 | 1.90 | fre1_nl |
| | 4.08 | 32.19 | -15.31 | 5 | 0.33 | fre1_nl |

| | P | V2 | M3 | Frame | Station | OutputCase |
|------------|--------|--------|---------------|-------|---------|------------|
| | KN | KN | KN-m | Text | m | Text |
| SLE QPE | -28.14 | -24.01 | 8.38 | 5 | 1.90 | qpe2_nl |
| | 5.94 | 33.09 | -17.55 | 5 | 0.33 | qpe2_nl |

10.1.3 Verifica in condizioni statiche

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

| | |
|-------------------------------|--|
| Descrizione Sezione: | Stati Limite Ultimi |
| Metodo di calcolo resistenza: | N.T.C. |
| Normativa di riferimento: | Sezione predefinita di trave di fondazione in combinazione sismica |
| Tipologia sezione: | Rettangolare |
| Forma della sezione: | A Sforzo Norm. costante |
| Percorso sollecitazione: | Poco aggressive |
| Condizioni Ambientali: | Assi x,y principali d'inerzia |
| Riferimento Sforzi assegnati: | Zona non sismica |
| Riferimento alla sismicità: | Sezione appartenente a trave di fondazione (arm.minima ex §7.2.5NTC) |

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

| | | |
|----------------|---------------------------------------|----------------------------|
| CALCESTRUZZO - | Classe: | C30/37 |
| | Resistenza compress. di progetto fcd: | 170.00 daN/cm ² |
| | Resistenza compress. ridotta fcd': | 85.00 daN/cm ² |
| | Deform. unitaria max resistenza ec2: | 0.0020 |
| | Deformazione unitaria ultima ecu: | 0.0035 |



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4a)**

OPERE CIVILI

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 1 e tipo 3

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|-------------|------|----------|
| RS3U | 40 | D29CL | IF 0000 001 | B | 42 di 67 |

| | |
|---|----------------------------|
| Diagramma tensioni-deformaz.: | Parabola-Rettangolo |
| Modulo Elastico Normale Ec: | 328360 daN/cm ² |
| Resis. media a trazione fctm: | 29.00 daN/cm ² |
| Coeff.Omogen. S.L.E.: | 15.00 |
| Sc limite S.L.E. comb. Rare: | 165.00 daN/cm ² |
| Sc limite S.L.E. comb. Frequenti: | 165.00 daN/cm ² |
| Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti: | 0.200 mm |
| Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: | 120.00 daN/cm ² |
| Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.: | 0.200 mm |

| | | |
|-----------|---|-----------------------------|
| ACCIAIO - | Tipo: | B450C |
| | Resist. caratt. a snervamento fyk: | 4500.0 daN/cm ² |
| | Resist. caratt. a rottura ftk: | 4500.0 daN/cm ² |
| | Resist. a snerv. di progetto fyd: | 3913.0 daN/cm ² |
| | Resist. ultima di progetto ftd: | 3913.0 daN/cm ² |
| | Deform. ultima di progetto Epu: | 0.068 |
| | Modulo Elastico Ef: | 2000000 daN/cm ² |
| | Diagramma tensioni-deformaz.: | Bilineare finito |
| | Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$: | 1.00 |
| | Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$: | 0.50 |
| | Comb.Rare - Sf Limite: | 3375.0 daN/cm ² |

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

| | | |
|--------------------------------|-------|-------------------------|
| Base: | 100.0 | cm |
| Altezza: | 50.0 | cm |
| Barre inferiori: | 10Ø20 | (31.4 cm ²) |
| Barre superiori: | 10Ø20 | (31.4 cm ²) |
| Coprif.Inf.(dal baric. barre): | 8.4 | cm |
| Coprif.Sup.(dal baric. barre): | 8.4 | cm |
| Coprif.Lat. (dal baric.barre): | 5.0 | cm |

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

| | |
|----|---|
| N | Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.) |
| Mx | Momento flettente [daNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione |
| Vy | Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione |
| MT | Momento torcente [daN m] |

| N°Comb. | N | Mx | Vy | MT |
|---------|------|-------|-------|----|
| 1 | 2898 | 908 | -1869 | 0 |
| 2 | -635 | -2462 | 5381 | 0 |
| 3 | -635 | -2462 | 5381 | 0 |
| 4 | 2493 | -1038 | -4988 | 0 |
| 5 | -641 | -762 | 4058 | 0 |
| 6 | 2904 | -80 | -3191 | 0 |

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

| | |
|----|--|
| N | Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.) |
| Mx | Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione |

| N°Comb. | N | Mx |
|---------|------|-------|
| 1 | 2376 | 537 |
| 2 | -494 | -1817 |

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 1 e tipo 3

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|-------------|------|----------|
| RS3U | 40 | D29CL | IF 0000 001 | B | 43 di 67 |

| | | |
|---|------|-------|
| 3 | -494 | -1817 |
| 4 | 2290 | -625 |
| 5 | -494 | -623 |
| 6 | 2376 | -338 |

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

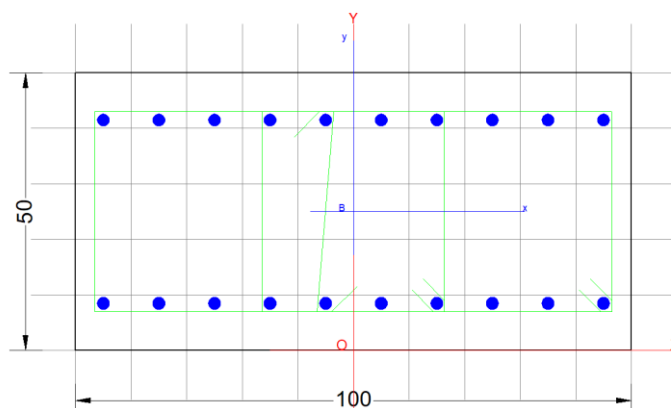
N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N | Mx |
|---------|------|----------------|
| 1 | 2376 | 537 (24650) |
| 2 | -408 | -1531 (-14752) |
| 3 | -408 | -1531 (-14752) |
| 4 | 727 | -690 (-16631) |
| 5 | -408 | -551 (-14176) |
| 6 | 2376 | -338 (-39290) |

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N | Mx |
|---------|------|----------------|
| 1 | 2814 | 838 (21387) |
| 2 | -594 | -1755 (-14661) |
| 3 | -594 | -1755 (-14661) |
| 4 | 2376 | -338 (-39290) |
| 5 | -594 | -746 (-14112) |
| 6 | 2814 | -9 (0) |



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

| | |
|--|--------|
| Copriferro netto minimo barre longitudinali: | 4.0 cm |
| Interferro netto minimo barre longitudinali: | 8.0 cm |
| Copriferro netto minimo staffe: | 2.8 cm |

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



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4a)**

OPERE CIVILI

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 1 e tipo 3

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|-------------|------|----------|
| RS3U | 40 | D29CL | IF 0000 001 | B | 44 di 67 |

| | |
|----------|---|
| Ver | S = combinazione verificata / N = combin. non verificata |
| N | Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione) |
| Mx | Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico |
| N Ult | Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.) |
| Mx rd | Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico |
| Mis.Sic. | Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000 |
| Yn | Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X, Y, O sez. |
| x/d | Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.1.1 NTC]; deve essere < 0.45 |
| C.Rid. | Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1) NTC] |
| As Tesa | Area armature long. trave [cm ²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa) |

| N°Comb | Ver | N | Mx | N rd | Mx rd | Mis.Sic. | Yn | x/d | C.Rid. | As Tesa |
|--------|-----|------|-------|------|--------|----------|------|------|--------|-------------|
| 1 | S | 2898 | 908 | 2911 | 47013 | 51.776 | 41.3 | 0.21 | 0.70 | 31.4 (10.0) |
| 2 | S | -635 | -2462 | -616 | -46411 | 18.851 | 8.6 | 0.21 | 0.70 | 31.4 (10.0) |
| 3 | S | -635 | -2462 | -616 | -46411 | 18.851 | 8.6 | 0.21 | 0.70 | 31.4 (10.0) |
| 4 | S | 2493 | -1038 | 2512 | -46945 | 45.226 | 8.7 | 0.21 | 0.70 | 31.4 (10.0) |
| 5 | S | -641 | -762 | -616 | -46411 | 60.907 | 8.6 | 0.21 | 0.70 | 31.4 (10.0) |
| 6 | S | 2904 | -80 | 2911 | -47013 | 587.661 | 8.7 | 0.21 | 0.70 | 31.4 (10.0) |

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

| | |
|--------|--|
| ec max | Deform. unit. massima del conglomerato a compressione |
| 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) |
| 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 compressione) |
| Ys max | Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X, Y, O sez.) |

| N°Comb | ec max | Yc max | es min | Ys min | es max | Ys max |
|--------|---------|--------|---------|--------|----------|--------|
| 1 | 0.00350 | 50.0 | 0.00011 | 41.6 | -0.01331 | 8.4 |
| 2 | 0.00350 | 0.0 | 0.00007 | 8.4 | -0.01349 | 41.6 |
| 3 | 0.00350 | 0.0 | 0.00007 | 8.4 | -0.01349 | 41.6 |
| 4 | 0.00350 | 0.0 | 0.00010 | 8.4 | -0.01333 | 41.6 |
| 5 | 0.00350 | 0.0 | 0.00007 | 8.4 | -0.01349 | 41.6 |
| 6 | 0.00350 | 0.0 | 0.00011 | 8.4 | -0.01331 | 41.6 |

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

| | | | |
|------------------|------|--------------------|--|
| Diametro staffe: | 12 | mm | |
| Passo staffe: | 20.0 | cm | [Passo massimo di normativa = 33.0 cm] |
| N.Bracci staffe: | 5 | | |
| Area staffe/m : | 28.3 | cm ² /m | [Area Staffe Minima NTC = 15.0 cm ² /m] |

VERIFICHE A TAGLIO

| | |
|------|--|
| Ver | S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata |
| Ved | Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. |
| Vrd | Taglio resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23) NTC] |
| Vcd | Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28) NTC] |
| Vwd | Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27) NTC] |
| bw/d | Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro Altezza utile sezione |
| Ctg | Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato |
| Acw | Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione |



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4a)**

OPERE CIVILI

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 1 e tipo 3

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|-------------|------|----------|
| RS3U | 40 | D29CL | IF 0000 001 | B | 45 di 67 |

Ast Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm²/m]

| N°Comb | Ver | Ved | Vrd | Vcd | Vwd | bw d | Ctg | Acw | Ast |
|--------|-----|-------|-------|--------|-------|-------------|-------|-------|-----|
| 1 | S | -1869 | 24281 | 159664 | 41423 | 100.0 41.6 | 1.000 | 1.003 | 1.3 |
| 2 | S | 5381 | 0 | 159121 | 41423 | 100.0 41.6 | 1.000 | 1.000 | 3.7 |
| 3 | S | 5381 | 0 | 159121 | 41423 | 100.0 41.6 | 1.000 | 1.000 | 3.7 |
| 4 | S | -4988 | 24231 | 159588 | 41423 | 100.0 41.6 | 1.000 | 1.003 | 3.4 |
| 5 | S | 4058 | 0 | 159121 | 41423 | 100.0 41.6 | 1.000 | 1.000 | 2.8 |
| 6 | S | -3191 | 24282 | 159665 | 41423 | 100.0 41.6 | 1.000 | 1.003 | 2.2 |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

| | |
|---------|--|
| Ver | S = combinazione verificata / N = combin. non verificata |
| Sc max | Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm ²)] |
| Yc max | Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O) |
| Sc min | Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm ²)] |
| Yc min | Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O) |
| Sf min | Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm ²] |
| Ys min | Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O) |
| Dw Eff. | Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre |
| Ac eff. | Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.) |
| As eff. | Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.) |
| D barre | Distanza in cm tra le barre tese efficaci. (D barre = 0 indica spaziatura superiore a 5(c+Ø/2) e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2) |

| N°Comb | Ver | Sc max | Yc max | Sc min | Yc min | Sf min | Ys min | Dw Eff. | Ac Eff. | As Eff. | D barre |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | S | 1.7 | 50.0 | 0.0 | 23.4 | -15 | 41.6 | 7.8 | 782 | 31.4 | 9.2 |
| 2 | S | 5.5 | 0.0 | 0.0 | 13.8 | -168 | 8.4 | 12.1 | 1209 | 31.4 | 9.2 |
| 3 | S | 5.5 | 0.0 | 0.0 | 13.8 | -168 | 8.4 | 12.1 | 1209 | 31.4 | 9.2 |
| 4 | S | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 25.4 | -22 | 8.4 | 8.7 | 871 | 31.4 | 9.2 |
| 5 | S | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 14.4 | -63 | 8.4 | 12.4 | 1240 | 31.4 | 9.2 |
| 6 | S | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 40.4 | -2 | 8.4 | 4.3 | 428 | 31.4 | 9.2 |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

| | |
|---------|---|
| Ver | Esito verifica |
| e1 | Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata |
| e2 | Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata |
| K2 | = 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2 \cdot e2)$ in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC |
| Kt | fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2 |
| e sm | Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es |
| srm | Distanza massima in mm tra le fessure |
| wk | Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite. |
| M fess. | Momento di prima fessurazione [daNm] |

| N°Comb | Ver | e1 | e2 | K2 | Kt | e sm | srm | wk | M Fess. |
|--------|-----|----------|---------|------|------|---------------------|-----|--------------|---------|
| 1 | S | -0.00001 | 0.00001 | 0.50 | 0.60 | 0.000004 (0.000004) | 336 | 0.001 (0.20) | 24650 |
| 2 | S | -0.00011 | 0.00004 | 0.50 | 0.60 | 0.000050 (0.000050) | 382 | 0.019 (0.20) | -14745 |
| 3 | S | -0.00011 | 0.00004 | 0.50 | 0.60 | 0.000050 (0.000050) | 382 | 0.019 (0.20) | -14745 |
| 4 | S | -0.00002 | 0.00002 | 0.50 | 0.60 | 0.000007 (0.000007) | 346 | 0.002 (0.20) | -22231 |
| 5 | S | -0.00004 | 0.00001 | 0.50 | 0.60 | 0.000019 (0.000019) | 386 | 0.007 (0.20) | -14115 |
| 6 | S | 0.00000 | 0.00001 | 0.50 | 0.60 | 0.000001 (0.000001) | 298 | 0.000 (0.20) | -39290 |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

| N°Comb | Ver | Sc max | Yc max | Sc min | Yc min | Sf min | Ys min | Dw Eff. | Ac Eff. | As Eff. | D barre |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | S | 1.7 | 50.0 | 0.0 | 23.4 | -15 | 41.6 | 7.8 | 782 | 31.4 | 9.2 |



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4a)**

OPERE CIVILI

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 1 e tipo 3

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|-------------|------|----------|
| RS3U | 40 | D29CL | IF 0000 001 | B | 46 di 67 |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|-----|-----|-----|------|------|-----|------|------|------|-----|
| 2 | S | 4.7 | 0.0 | 0.0 | 13.8 | -142 | 8.4 | 12.1 | 1209 | 31.4 | 9.2 |
| 3 | S | 4.7 | 0.0 | 0.0 | 13.8 | -142 | 8.4 | 12.1 | 1209 | 31.4 | 9.2 |
| 4 | S | 2.2 | 0.0 | 0.0 | 18.2 | -49 | 8.4 | 11.2 | 1116 | 31.4 | 9.2 |
| 5 | S | 1.8 | 0.0 | 0.0 | 14.5 | -55 | 8.4 | 12.4 | 1236 | 31.4 | 9.2 |
| 6 | S | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 40.4 | -2 | 8.4 | 4.3 | 428 | 31.4 | 9.2 |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

| N°Comb | Ver | e1 | e2 | K2 | Kt | e sm | srm | wk | M Fess. |
|--------|-----|----------|---------|------|------|---------------------|-----|--------------|---------|
| 1 | S | -0.00001 | 0.00001 | 0.50 | 0.60 | 0.000004 (0.000004) | 336 | 0.001 (0.20) | 24650 |
| 2 | S | -0.00009 | 0.00003 | 0.50 | 0.60 | 0.000042 (0.000042) | 382 | 0.016 (0.20) | -14752 |
| 3 | S | -0.00009 | 0.00003 | 0.50 | 0.60 | 0.000042 (0.000042) | 382 | 0.016 (0.20) | -14752 |
| 4 | S | -0.00003 | 0.00002 | 0.50 | 0.60 | 0.000015 (0.000015) | 372 | 0.006 (0.20) | -16631 |
| 5 | S | -0.00004 | 0.00001 | 0.50 | 0.60 | 0.000017 (0.000017) | 385 | 0.006 (0.20) | -14176 |
| 6 | S | 0.00000 | 0.00001 | 0.50 | 0.60 | 0.000001 (0.000001) | 298 | 0.000 (0.20) | -39290 |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

| N°Comb | Ver | Sc max | Yc max | Sc min | Yc min | Sf min | Ys min | Dw Eff. | Ac Eff. | As Eff. | D barre |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | S | 2.7 | 50.0 | 0.0 | 27.2 | -33 | 41.6 | 9.1 | 907 | 31.4 | 9.2 |
| 2 | S | 5.3 | 0.0 | 0.0 | 13.6 | -164 | 8.4 | 12.1 | 1214 | 31.4 | 9.2 |
| 3 | S | 5.3 | 0.0 | 0.0 | 13.6 | -164 | 8.4 | 12.1 | 1214 | 31.4 | 9.2 |
| 4 | S | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 40.4 | -2 | 8.4 | 4.3 | 428 | 31.4 | 9.2 |
| 5 | S | 2.2 | 0.0 | 0.0 | 12.8 | -75 | 8.4 | 12.4 | 1242 | 31.4 | 9.2 |
| 6 | S | 0.5 | 0.0 | 0.5 | 50.0 | 7 | 8.4 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.0 |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

| N°Comb | Ver | e1 | e2 | K2 | Kt | e sm | srm | wk | M Fess. |
|--------|-----|----------|---------|------|------|---------------------|------|--------------|---------|
| 1 | S | -0.00002 | 0.00002 | 0.50 | 0.40 | 0.000010 (0.000010) | 350 | 0.003 (0.20) | 21387 |
| 2 | S | -0.00011 | 0.00004 | 0.50 | 0.40 | 0.000049 (0.000049) | 383 | 0.019 (0.20) | -14661 |
| 3 | S | -0.00011 | 0.00004 | 0.50 | 0.40 | 0.000049 (0.000049) | 383 | 0.019 (0.20) | -14661 |
| 4 | S | 0.00000 | 0.00001 | 0.50 | 0.40 | 0.000001 (0.000001) | 298 | 0.000 (0.20) | -39290 |
| 5 | S | -0.00005 | 0.00002 | 0.50 | 0.40 | 0.000023 (0.000023) | 386 | 0.009 (0.20) | -14112 |
| 6 | S | 0.00000 | 0.00000 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | 0 |

10.1.4 Verifica in condizioni sismiche

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

| | |
|-------------------------------|--|
| Descrizione Sezione: | |
| Metodo di calcolo resistenza: | Resistenze in campo sostanzialmente elastico |
| Normativa di riferimento: | N.T.C. |
| Tipologia sezione: | Sezione predefinita di trave di fondazione in combinazione sismica |
| Forma della sezione: | Rettangolare |
| Percorso sollecitazione: | A Sforzo Norm. costante |
| Riferimento Sforzi assegnati: | Assi x,y principali d'inerzia |
| Riferimento alla sismicità: | Zona non sismica |
| | Sezione appartenente a trave di fondazione (arm.minima ex §7.2.5NTC) |

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

| | | |
|----------------|---------------------------------------|----------------------------|
| CALCESTRUZZO - | Classe: | C30/37 |
| | Resistenza compress. di progetto fcd: | 170.00 daN/cm ² |



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4a)**

OPERE CIVILI

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 1 e tipo 3

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|-------------|------|----------|
| RS3U | 40 | D29CL | IF 0000 001 | B | 47 di 67 |

| | | |
|--------------------------------------|---------------------|---------------------|
| Resistenza compress. ridotta fcd': | 85.00 | daN/cm ² |
| Deform. unitaria max resistenza ec2: | 0.0020 | |
| Deformazione unitaria ultima ecu: | 0.0035 | |
| Diagramma tensioni-deformaz.: | Parabola-Rettangolo | |
| Modulo Elastico Normale Ec: | 328360 | daN/cm ² |
| Resis. media a trazione fctm: | 29.00 | daN/cm ² |

| | | | |
|-----------|------------------------------------|------------------|---------------------|
| ACCIAIO - | Tipo: | B450C | |
| | Resist. caratt. a snervamento fyk: | 4500.0 | daN/cm ² |
| | Resist. caratt. a rottura ftk: | 4500.0 | daN/cm ² |
| | Resist. a snerv. di progetto fyd: | 3913.0 | daN/cm ² |
| | Resist. ultima di progetto ftd: | 3913.0 | daN/cm ² |
| | Deform. ultima di progetto Epu: | 0.068 | |
| | Modulo Elastico Ef: | 2000000 | daN/cm ² |
| | Diagramma tensioni-deformaz.: | Bilineare finito | |

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

| | | |
|--------------------------------|-------|-------------------------|
| Base: | 100.0 | cm |
| Altezza: | 50.0 | cm |
| Barre inferiori: | 10Ø20 | (31.4 cm ²) |
| Barre superiori: | 10Ø20 | (31.4 cm ²) |
| Coprif.Inf.(dal baric. barre): | 8.4 | cm |
| Coprif.Sup.(dal baric. barre): | 8.4 | cm |
| Coprif.Lat. (dal baric.barre): | 5.0 | cm |

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

| | |
|----|---|
| N | Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.) |
| Mx | Momento flettente [daNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione |
| Vy | Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione |
| MT | Momento torcente [daN m] |

| N°Comb. | N | Mx | Vy | MT |
|---------|------|-------|-------|----|
| 1 | 3230 | 945 | -2378 | 0 |
| 2 | -648 | -1821 | 3332 | 0 |
| 3 | -648 | -1821 | 3332 | 0 |
| 4 | 2632 | -205 | -2863 | 0 |
| 5 | -648 | -804 | 2926 | 0 |
| 6 | 3230 | 106 | -2784 | 0 |

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

| | | |
|--|-----|----|
| Copriferro netto minimo barre longitudinali: | 4.0 | cm |
| Interferro netto minimo barre longitudinali: | 8.0 | cm |
| Copriferro netto minimo staffe: | 2.8 | cm |

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

| | |
|----------|---|
| Ver | S = combinazione verificata / N = combin. non verificata |
| N | Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione) |
| Mx | Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico |
| N Ult | Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.) |
| Mx re | Momento resistente sost. elastico [daNm] riferito all'asse x baricentrico |
| Mis.Sic. | Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re, Mx re) e (N, Mx) |



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4a)**

OPERE CIVILI

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 1 e tipo 3

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|-------------|------|----------|
| RS3U | 40 | D29CL | IF 0000 001 | B | 48 di 67 |

Yn Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
 Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.1.1 NTC]; non richiesto per calcolo non dissipativo
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
 As Tesa Area armature long. trave [cm²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

| N°Comb | Ver | N | Mx | N re | Mx re | Mis.Sic. | Yn | x/d | C.Rid. | As Tesa |
|--------|-----|------|-------|------|--------|----------|------|------|--------|-------------|
| 1 | S | 3230 | 945 | 3240 | 44822 | 47.430 | 35.9 | 0.34 | 0.86 | 31.4 (10.0) |
| 2 | S | -648 | -1821 | -629 | -44148 | 24.244 | 13.9 | 0.34 | 0.86 | 31.4 (10.0) |
| 3 | S | -648 | -1821 | -629 | -44148 | 24.244 | 13.9 | 0.34 | 0.86 | 31.4 (10.0) |
| 4 | S | 2632 | -205 | 2629 | -44715 | 218.123 | 14.1 | 0.34 | 0.86 | 31.4 (10.0) |
| 5 | S | -648 | -804 | -629 | -44148 | 54.910 | 13.9 | 0.34 | 0.86 | 31.4 (10.0) |
| 6 | S | 3230 | 106 | 3240 | 44822 | 422.845 | 35.9 | 0.34 | 0.86 | 31.4 (10.0) |

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 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)
 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 compressione)
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

| N°Comb | ec max | Yc max | es min | Ys min | es max | Ys max |
|--------|---------|--------|---------|--------|----------|--------|
| 1 | 0.00101 | 50.0 | 0.00041 | 41.6 | -0.00196 | 8.4 |
| 2 | 0.00099 | 0.0 | 0.00039 | 8.4 | -0.00196 | 41.6 |
| 3 | 0.00099 | 0.0 | 0.00039 | 8.4 | -0.00196 | 41.6 |
| 4 | 0.00100 | 0.0 | 0.00041 | 8.4 | -0.00196 | 41.6 |
| 5 | 0.00099 | 0.0 | 0.00039 | 8.4 | -0.00196 | 41.6 |
| 6 | 0.00101 | 50.0 | 0.00041 | 41.6 | -0.00196 | 8.4 |

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe: 12 mm
 Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 33.0 cm]
 N.Bracci staffe: 5
 Area staffe/m : 28.3 cm²/m [Area Staffe Minima NTC = 15.0 cm²/m]

VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
 Ved Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb.
 Vrd Taglio resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
 Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
 Vwd Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]
 bw|d Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro | Altezza utile sezione
 Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Ast Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm²/m]

| N°Comb | Ver | Ved | Vrd | Vcd | Vwd | bw d | Ctg | Acw | Ast |
|--------|-----|-------|-------|--------|-------|-------------|-------|-------|-----|
| 1 | S | -2378 | 24323 | 159726 | 41423 | 100.0 41.6 | 1.000 | 1.004 | 1.6 |
| 2 | S | 3332 | 0 | 159121 | 41423 | 100.0 41.6 | 1.000 | 1.000 | 2.3 |
| 3 | S | 3332 | 0 | 159121 | 41423 | 100.0 41.6 | 1.000 | 1.000 | 2.3 |



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4a)

OPERE CIVILI

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 1 e tipo 3

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|-------------|------|----------|
| RS3U | 40 | D29CL | IF 0000 001 | B | 49 di 67 |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|-------|-------|--------|-------|-------|------|-------|-------|-----|
| 4 | S | -2863 | 24248 | 159614 | 41423 | 100.0 | 41.6 | 1.000 | 1.003 | 2.0 |
| 5 | S | 2926 | 0 | 159121 | 41423 | 100.0 | 41.6 | 1.000 | 1.000 | 2.0 |
| 6 | S | -2784 | 24323 | 159726 | 41423 | 100.0 | 41.6 | 1.000 | 1.004 | 1.9 |



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
 NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4a)

OPERE CIVILI

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 1 e tipo 3

| | | | | | |
|----------|-------|----------|-------------|------|----------|
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| RS3U | 40 | D29CL | IF 0000 001 | B | 50 di 67 |

10.2 Verifica soletta superiore

| | P | V2 | M3 | Frame | Station | OutputCase |
|-----|-------|--------|--------------|-------|---------|------------|
| | KN | KN | KN-m | Text | m | Text |
| SLV | -6.48 | -0.21 | 3.72 | 1 | 1.32 | sis1_nl |
| | -6.48 | -15.39 | -6.57 | 1 | 0.00 | sis1_nl |

| | P | V2 | M3 | Frame | Station | OutputCase |
|-----|-------|--------|--------------|-------|---------|------------|
| | KN | KN | KN-m | Text | m | Text |
| SLU | -6.35 | 3.56 | 7.98 | 1 | 1.32 | slu2_nl |
| | -6.35 | -29.60 | -9.20 | 1 | 0.00 | slu2_nl |

| | P | V2 | M3 | Frame | Station | OutputCase |
|------------|-------|--------|--------------|-------|---------|------------|
| | KN | KN | KN-m | Text | m | Text |
| SLE RAR | -4.94 | 2.24 | 5.55 | 1 | 1.32 | rar1_nl |
| | -4.94 | -20.86 | -6.74 | 1 | 0.00 | rar1_nl |

| | P | V2 | M3 | Frame | Station | OutputCase |
|------------|-------|--------|--------------|-------|---------|------------|
| | KN | KN | KN-m | Text | m | Text |
| SLE FRE | -2.58 | 1.51 | 3.80 | 1 | 1.32 | fre3_nl |
| | -4.08 | -14.26 | -5.09 | 1 | 0.00 | fre1_nl |

| | P | V2 | M3 | Frame | Station | OutputCase |
|------------|-------|--------|--------------|-------|---------|------------|
| | KN | KN | KN-m | Text | m | Text |
| SLE QPE | -5.94 | 0.02 | 3.74 | 1 | 1.32 | qpe2_nl |
| | -5.94 | -15.15 | -6.25 | 1 | 0.00 | qpe2_nl |

10.2.1 Verifica in condizioni statiche

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

| | |
|-------------------------------|--|
| Descrizione Sezione: | Stati Limite Ultimi |
| Metodo di calcolo resistenza: | N.T.C. |
| Normativa di riferimento: | Sezione predefinita di trave (solette, nervature solai) senza staffe |
| Tipologia sezione: | Rettangolare |
| Forma della sezione: | A Sforzo Norm. costante |
| Percorso sollecitazione: | Poco aggressive |
| Condizioni Ambientali: | Assi x,y principali d'inerzia |
| Riferimento Sforzi assegnati: | Zona non sismica |
| Riferimento alla sismicit : | |

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

| | | |
|----------------|---------------------------------------|----------------------------|
| CALCESTRUZZO - | Classe: | C30/37 |
| | Resistenza compress. di progetto fcd: | 170.00 daN/cm ² |
| | Deform. unitaria max resistenza ec2: | 0.0020 |
| | Deformazione unitaria ultima ecu: | 0.0035 |
| | Diagramma tensioni-deformaz.: | Parabola-Rettangolo |
| | Modulo Elastico Normale Ec: | 328360 daN/cm ² |



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4a)**

OPERE CIVILI

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 1 e tipo 3

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|-------------|------|----------|
| RS3U | 40 | D29CL | IF 0000 001 | B | 51 di 67 |

| | | |
|---|--------|---------------------|
| Resis. media a trazione fctm: | 29.00 | daN/cm ² |
| Coeff.Omogen. S.L.E.: | 15.00 | |
| Sc limite S.L.E. comb. Rare: | 165.00 | daN/cm ² |
| Sc limite S.L.E. comb. Frequenti: | 165.00 | daN/cm ² |
| Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti: | 0.200 | mm |
| Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: | 120.00 | daN/cm ² |
| Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.: | 0.200 | mm |

| | | | |
|-----------|---|------------------|---------------------|
| ACCIAIO - | Tipo: | B450C | |
| | Resist. caratt. a snervamento fyk: | 4500.0 | daN/cm ² |
| | Resist. caratt. a rottura ftk: | 4500.0 | daN/cm ² |
| | Resist. a snerv. di progetto fyd: | 3913.0 | daN/cm ² |
| | Resist. ultima di progetto ftd: | 3913.0 | daN/cm ² |
| | Deform. ultima di progetto Epu: | 0.068 | |
| | Modulo Elastico Ef: | 2000000 | daN/cm ² |
| | Diagramma tensioni-deformaz.: | Bilineare finito | |
| | Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$: | 1.00 | |
| | Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$: | 0.50 | |
| | Comb.Rare - Sf Limite: | 3375.0 | daN/cm ² |

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

| | | |
|--------------------------------|-------|-------------------------|
| Base: | 100.0 | cm |
| Altezza: | 30.0 | cm |
| Barre inferiori: | 10Ø20 | (31.4 cm ²) |
| Barre superiori: | 10Ø20 | (31.4 cm ²) |
| Coprif.Inf.(dal baric. barre): | 8.4 | cm |
| Coprif.Sup.(dal baric. barre): | 8.4 | cm |
| Coprif.Lat. (dal baric.barre): | 5.0 | cm |

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

| | |
|----|---|
| N | Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.) |
| Mx | Momento flettente [daNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione |
| Vy | Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione |
| MT | Momento torcente [daN m] |

| N°Comb. | N | Mx | Vy | MT |
|---------|-----|------|-------|----|
| 1 | 635 | 798 | 356 | 0 |
| 2 | 635 | -920 | -2960 | 0 |
| 3 | 635 | -488 | 2567 | 0 |
| 4 | 635 | -920 | -2960 | 0 |
| 5 | 149 | -644 | -1421 | 0 |
| 6 | 641 | -858 | -2671 | 0 |

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

| | |
|----|--|
| N | Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.) |
| Mx | Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione |

| N°Comb. | N | Mx |
|---------|-----|------|
| 1 | 494 | 555 |
| 2 | 494 | -674 |
| 3 | 494 | -320 |
| 4 | 494 | -674 |

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 1 e tipo 3

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|-------------|------|----------|
| RS3U | 40 | D29CL | IF 0000 001 | B | 52 di 67 |

| | | |
|---|-----|------|
| 5 | 378 | -492 |
| 6 | 494 | -674 |

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

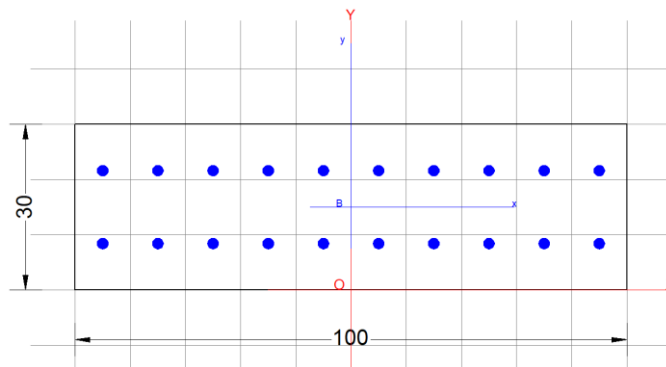
N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N | Mx |
|---------|-----|--------------|
| 1 | 258 | 380 (5306) |
| 2 | 408 | -509 (-5336) |
| 3 | 258 | -199 (-5462) |
| 4 | 408 | -509 (-5336) |
| 5 | 258 | -422 (-5289) |
| 6 | 408 | -509 (-5336) |

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N | Mx |
|---------|-----|--------------|
| 1 | 594 | 374 (5540) |
| 2 | 594 | -625 (-5373) |
| 3 | 408 | -155 (-5835) |
| 4 | 594 | -625 (-5373) |
| 5 | 408 | -509 (-5336) |
| 6 | 594 | -625 (-5373) |



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

| | | |
|--|-----|----|
| Copriferro netto minimo barre longitudinali: | 4.0 | cm |
| Interferro netto minimo barre longitudinali: | 8.0 | cm |
| Copriferro netto minimo staffe: | 4.0 | cm |

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4a)**

OPERE CIVILI

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 1 e tipo 3

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|-------------|------|----------|
| RS3U | 40 | D29CL | IF 0000 001 | B | 53 di 67 |

| | |
|----------|---|
| Mx | Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico |
| N Ult | Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.) |
| Mx rd | Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico |
| Mis.Sic. | Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000 |
| Yn | Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X, Y, O sez. |
| x/d | Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.1.1 NTC]: deve essere < 0.45 |
| C.Rid. | Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1) NTC] |
| As Tesa | Area armature long. trave [cm ²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa) |

| N°Comb | Ver | N | Mx | N rd | Mx rd | Mis.Sic. | Yn | x/d | C.Rid. | As Tesa |
|--------|-----|-----|------|------|--------|----------|------|------|--------|------------|
| 1 | S | 635 | 798 | 617 | 21974 | 27.536 | 21.4 | 0.40 | 0.94 | 31.4 (3.6) |
| 2 | S | 635 | -920 | 617 | -21974 | 23.885 | 8.6 | 0.40 | 0.94 | 31.4 (3.6) |
| 3 | S | 635 | -488 | 617 | -21974 | 45.028 | 8.6 | 0.40 | 0.94 | 31.4 (3.6) |
| 4 | S | 635 | -920 | 617 | -21974 | 23.885 | 8.6 | 0.40 | 0.94 | 31.4 (3.6) |
| 5 | S | 149 | -644 | 150 | -21941 | 34.070 | 8.6 | 0.40 | 0.94 | 31.4 (3.6) |
| 6 | S | 641 | -858 | 617 | -21974 | 25.611 | 8.6 | 0.40 | 0.94 | 31.4 (3.6) |

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

| | |
|--------|--|
| ec max | Deform. unit. massima del conglomerato a compressione |
| 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) |
| 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 compressione) |
| Ys max | Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X, Y, O sez.) |

| N°Comb | ec max | Yc max | es min | Ys min | es max | Ys max |
|--------|---------|--------|---------|--------|----------|--------|
| 1 | 0.00350 | 30.0 | 0.00008 | 21.6 | -0.00529 | 8.4 |
| 2 | 0.00350 | 0.0 | 0.00008 | 8.4 | -0.00529 | 21.6 |
| 3 | 0.00350 | 0.0 | 0.00008 | 8.4 | -0.00529 | 21.6 |
| 4 | 0.00350 | 0.0 | 0.00008 | 8.4 | -0.00529 | 21.6 |
| 5 | 0.00350 | 0.0 | 0.00008 | 8.4 | -0.00530 | 21.6 |
| 6 | 0.00350 | 0.0 | 0.00008 | 8.4 | -0.00529 | 21.6 |

VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)

| | |
|------|--|
| Ver | S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata |
| Ved | Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta) |
| Vwct | Taglio trazione resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23) NTC] |
| d | Altezza utile sezione [cm] |
| bw | Larghezza minima sezione [cm] |
| Ro | Rapporto geometrico di armatura longitudinale [< 0.02] |
| Scp | Tensione media di compressione nella sezione [daN/cm ²] |

| N°Comb | Ver | Ved | Vwct | d | bw | Ro | Scp |
|--------|-----|-------|-------|------|-------|--------|-----|
| 1 | S | 356 | 17906 | 21.6 | 100.0 | 0.0145 | 0.0 |
| 2 | S | -2960 | 17906 | 21.6 | 100.0 | 0.0145 | 0.0 |
| 3 | S | 2567 | 17906 | 21.6 | 100.0 | 0.0145 | 0.0 |
| 4 | S | -2960 | 17906 | 21.6 | 100.0 | 0.0145 | 0.0 |
| 5 | S | -1421 | 17906 | 21.6 | 100.0 | 0.0145 | 0.0 |
| 6 | S | -2671 | 17906 | 21.6 | 100.0 | 0.0145 | 0.0 |

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 1 e tipo 3

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|-------------|------|----------|
| RS3U | 40 | D29CL | IF 0000 001 | B | 54 di 67 |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm²)
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm²)
 Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
 Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm²)
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
 Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
 As eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
 D barre Distanza in cm tra le barre tese efficaci.
 (D barre = 0 indica spaziatura superiore a 5(c+Ø/2) e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

| N°Comb | Ver | Sc max | Yc max | Sc min | Yc min | Sf min | Ys min | Dw Eff. | Ac Eff. | As Eff. | D barre |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | S | 5.6 | 30.0 | 0.0 | 19.7 | -92 | 21.6 | 6.6 | 656 | 31.4 | 9.2 |
| 2 | S | 6.8 | 0.0 | 0.0 | 10.8 | -113 | 8.4 | 6.6 | 659 | 31.4 | 9.2 |
| 3 | S | 3.2 | 0.0 | 0.0 | 11.3 | -49 | 8.4 | 6.4 | 644 | 31.4 | 9.2 |
| 4 | S | 6.8 | 0.0 | 0.0 | 10.8 | -113 | 8.4 | 6.6 | 659 | 31.4 | 9.2 |
| 5 | S | 5.0 | 0.0 | 0.0 | 10.8 | -82 | 8.4 | 6.6 | 658 | 31.4 | 9.2 |
| 6 | S | 6.8 | 0.0 | 0.0 | 10.8 | -113 | 8.4 | 6.6 | 659 | 31.4 | 9.2 |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver Esito verifica
 e1 Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
 e2 Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
 K2 = 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2*e2) in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
 Kt fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
 e sm Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
 srm Distanza massima in mm tra le fessure
 wk Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
 M fess. Momento di prima fessurazione [daNm]

| N°Comb | Ver | e1 | e2 | K2 | Kt | e sm | srm | wk | M Fess. |
|--------|-----|----------|---------|------|------|---------------------|-----|--------------|---------|
| 1 | S | -0.00008 | 0.00004 | 0.50 | 0.60 | 0.000027 (0.000027) | 323 | 0.009 (0.20) | 5358 |
| 2 | S | -0.00010 | 0.00005 | 0.50 | 0.60 | 0.000034 (0.000034) | 323 | 0.011 (0.20) | -5319 |
| 3 | S | -0.00004 | 0.00002 | 0.50 | 0.60 | 0.000015 (0.000015) | 321 | 0.005 (0.20) | -5528 |
| 4 | S | -0.00010 | 0.00005 | 0.50 | 0.60 | 0.000034 (0.000034) | 323 | 0.011 (0.20) | -5319 |
| 5 | S | -0.00007 | 0.00004 | 0.50 | 0.60 | 0.000025 (0.000025) | 323 | 0.008 (0.20) | -5328 |
| 6 | S | -0.00010 | 0.00005 | 0.50 | 0.60 | 0.000034 (0.000034) | 323 | 0.011 (0.20) | -5319 |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

| N°Comb | Ver | Sc max | Yc max | Sc min | Yc min | Sf min | Ys min | Dw Eff. | Ac Eff. | As Eff. | D barre |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | S | 3.8 | 30.0 | 0.0 | 19.8 | -64 | 21.6 | 6.6 | 660 | 31.4 | 9.2 |
| 2 | S | 5.2 | 0.0 | 0.0 | 10.8 | -85 | 8.4 | 6.6 | 657 | 31.4 | 9.2 |
| 3 | S | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 11.1 | -31 | 8.4 | 6.5 | 648 | 31.4 | 9.2 |
| 4 | S | 5.2 | 0.0 | 0.0 | 10.8 | -85 | 8.4 | 6.6 | 657 | 31.4 | 9.2 |
| 5 | S | 4.3 | 0.0 | 0.0 | 10.7 | -72 | 8.4 | 6.6 | 661 | 31.4 | 9.2 |
| 6 | S | 5.2 | 0.0 | 0.0 | 10.8 | -85 | 8.4 | 6.6 | 657 | 31.4 | 9.2 |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

| N°Comb | Ver | e1 | e2 | K2 | Kt | e sm | srm | wk | M Fess. |
|--------|-----|----------|---------|------|------|---------------------|-----|--------------|---------|
| 1 | S | -0.00006 | 0.00003 | 0.50 | 0.60 | 0.000019 (0.000019) | 323 | 0.006 (0.20) | 5306 |



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4a)**

OPERE CIVILI

| | | | | | | |
|--|----------|-------|----------|-------------|------|----------|
| Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 1 e tipo 3 | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| | RS3U | 40 | D29CL | IF 0000 001 | B | 55 di 67 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|----------|---------|------|------|---------------------|-----|--------------|-------|
| 2 | S | -0.00007 | 0.00004 | 0.50 | 0.60 | 0.000025 (0.000025) | 323 | 0.008 (0.20) | -5336 |
| 3 | S | -0.00003 | 0.00002 | 0.50 | 0.60 | 0.000009 (0.000009) | 322 | 0.003 (0.20) | -5462 |
| 4 | S | -0.00007 | 0.00004 | 0.50 | 0.60 | 0.000025 (0.000025) | 323 | 0.008 (0.20) | -5336 |
| 5 | S | -0.00006 | 0.00003 | 0.50 | 0.60 | 0.000021 (0.000021) | 323 | 0.007 (0.20) | -5289 |
| 6 | S | -0.00007 | 0.00004 | 0.50 | 0.60 | 0.000025 (0.000025) | 323 | 0.008 (0.20) | -5336 |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

| N°Comb | Ver | Sc max | Yc max | Sc min | Yc min | Sf min | Ys min | Dw Eff. | Ac Eff. | As Eff. | D barre |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | S | 3.8 | 30.0 | 0.0 | 19.3 | -57 | 21.6 | 6.4 | 643 | 31.4 | 9.2 |
| 2 | S | 6.3 | 0.0 | 0.0 | 10.9 | -102 | 8.4 | 6.5 | 655 | 31.4 | 9.2 |
| 3 | S | 1.5 | 0.0 | 0.0 | 12.0 | -21 | 8.4 | 6.2 | 622 | 31.4 | 9.2 |
| 4 | S | 6.3 | 0.0 | 0.0 | 10.9 | -102 | 8.4 | 6.5 | 655 | 31.4 | 9.2 |
| 5 | S | 5.2 | 0.0 | 0.0 | 10.8 | -85 | 8.4 | 6.6 | 657 | 31.4 | 9.2 |
| 6 | S | 6.3 | 0.0 | 0.0 | 10.9 | -102 | 8.4 | 6.5 | 655 | 31.4 | 9.2 |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

| N°Comb | Ver | e1 | e2 | K2 | Kt | e sm | sm | wk | M Fess. |
|--------|-----|----------|---------|------|------|---------------------|-----|--------------|---------|
| 1 | S | -0.00005 | 0.00003 | 0.50 | 0.40 | 0.000017 (0.000017) | 321 | 0.006 (0.20) | 5540 |
| 2 | S | -0.00009 | 0.00005 | 0.50 | 0.40 | 0.000031 (0.000031) | 322 | 0.010 (0.20) | -5373 |
| 3 | S | -0.00002 | 0.00001 | 0.50 | 0.40 | 0.000006 (0.000006) | 319 | 0.002 (0.20) | -5835 |
| 4 | S | -0.00009 | 0.00005 | 0.50 | 0.40 | 0.000031 (0.000031) | 322 | 0.010 (0.20) | -5373 |
| 5 | S | -0.00007 | 0.00004 | 0.50 | 0.40 | 0.000025 (0.000025) | 323 | 0.008 (0.20) | -5336 |
| 6 | S | -0.00009 | 0.00005 | 0.50 | 0.40 | 0.000031 (0.000031) | 322 | 0.010 (0.20) | -5373 |

10.2.2 Verifica in condizioni sismiche

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

| | |
|-------------------------------|--|
| Descrizione Sezione: | |
| Metodo di calcolo resistenza: | Resistenze in campo sostanzialmente elastico |
| Normativa di riferimento: | N.T.C. |
| Tipologia sezione: | Sezione predefinita di trave (solette, nervature solai) senza staffe |
| Forma della sezione: | Rettagolare |
| Percorso sollecitazione: | A Sforzo Norm. costante |
| Riferimento Sforzi assegnati: | Assi x,y principali d'inerzia |
| Riferimento alla sismicità: | Zona non sismica |

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

| | | |
|---------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|
| CALCESTRUZZO - | Classe: | C30/37 |
| | Resistenza compress. di progetto fcd: | 170.00 daN/cm ² |
| | Deform. unitaria max resistenza ec2: | 0.0020 |
| | Deformazione unitaria ultima ecu: | 0.0035 |
| | Diagramma tensioni-deformaz.: | Parabola-Rettangolo |
| | Modulo Elastico Normale Ec: | 328360 daN/cm ² |
| Resis. media a trazione fctm: | 29.00 daN/cm ² | |
| ACCIAIO - | Tipo: | B450C |
| | Resist. caratt. a snervamento fyk: | 4500.0 daN/cm ² |
| | Resist. caratt. a rottura ftk: | 4500.0 daN/cm ² |
| | Resist. a snerv. di progetto fyd: | 3913.0 daN/cm ² |
| Resist. ultima di progetto ftd: | 3913.0 daN/cm ² | |



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
 NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4a)

OPERE CIVILI

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 1 e tipo 3

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|-------------|------|----------|
| RS3U | 40 | D29CL | IF 0000 001 | B | 56 di 67 |

Deform. ultima di progetto Epu: 0.068
 Modulo Elastico Ef: 2000000 daN/cm²
 Diagramma tensioni-deformaz.: Bilineare finito

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

| | | |
|--------------------------------|-------|-------------------------|
| Base: | 100.0 | cm |
| Altezza: | 30.0 | cm |
| Barre inferiori: | 10Ø20 | (31.4 cm ²) |
| Barre superiori: | 10Ø20 | (31.4 cm ²) |
| Coprif.Inf.(dal baric. barre): | 8.4 | cm |
| Coprif.Sup.(dal baric. barre): | 8.4 | cm |
| Coprif.Lat. (dal baric.barre): | 5.0 | cm |

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
 Vy Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione
 MT Momento torcente [daN m]

| N°Comb. | N | Mx | Vy | MT |
|---------|-----|------|-------|----|
| 1 | 648 | 372 | -21 | 0 |
| 2 | 648 | -657 | -1539 | 0 |
| 3 | 480 | -125 | 1070 | 0 |
| 4 | 648 | -657 | -1539 | 0 |
| 5 | 480 | -554 | -1460 | 0 |
| 6 | 648 | -657 | -1539 | 0 |

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.0 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 8.0 cm
 Copriferro netto minimo staffe: 4.0 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
 N Ult Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx re Momento resistente sost. elastico [daNm] riferito all'asse x baricentrico
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re, Mx re) e (N, Mx)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.1.1 NTC]: non richiesto per calcolo non dissipativo
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
 As Tesa Area armature long. trave [cm²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

| N°Comb | Ver | N | Mx | N re | Mx re | Mis.Sic. | Yn | x/d | C.Rid. | As Tesa |
|--------|-----|-----|------|------|--------|----------|------|------|--------|------------|
| 1 | S | 648 | 372 | 639 | 21212 | 57.020 | 19.9 | 0.47 | 1.00 | 31.4 (3.6) |
| 2 | S | 648 | -657 | 639 | -21212 | 32.286 | 10.1 | 0.47 | 1.00 | 31.4 (3.6) |
| 3 | S | 480 | -125 | 484 | -21199 | 169.591 | 10.1 | 0.47 | 1.00 | 31.4 (3.6) |
| 4 | S | 648 | -657 | 639 | -21212 | 32.286 | 10.1 | 0.47 | 1.00 | 31.4 (3.6) |
| 5 | S | 480 | -554 | 484 | -21199 | 38.265 | 10.1 | 0.47 | 1.00 | 31.4 (3.6) |



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
 NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4a)

OPERE CIVILI

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 1 e tipo 3

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|-------------|------|----------|
| RS3U | 40 | D29CL | IF 0000 001 | B | 57 di 67 |

6 S 648 -657 639 -21212 32.286 10.1 0.47 1.00 31.4 (3.6)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO


ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 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)
 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 compressione)
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

| N°Comb | ec max | Yc max | es min | Ys min | es max | Ys max |
|--------|---------|--------|---------|--------|----------|--------|
| 1 | 0.00172 | 30.0 | 0.00029 | 21.6 | -0.00196 | 8.4 |
| 2 | 0.00172 | 0.0 | 0.00029 | 8.4 | -0.00196 | 21.6 |
| 3 | 0.00172 | 0.0 | 0.00029 | 8.4 | -0.00196 | 21.6 |
| 4 | 0.00172 | 0.0 | 0.00029 | 8.4 | -0.00196 | 21.6 |
| 5 | 0.00172 | 0.0 | 0.00029 | 8.4 | -0.00196 | 21.6 |
| 6 | 0.00172 | 0.0 | 0.00029 | 8.4 | -0.00196 | 21.6 |

VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)

Ver S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata
 Ved Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
 Vwct Taglio trazione resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
 d Altezza utile sezione [cm]
 bw Larghezza minima sezione [cm]
 Ro Rapporto geometrico di armatura longitudinale [<0.02]
 Scp Tensione media di compressione nella sezione [daN/cm²]

| N°Comb | Ver | Ved | Vwct | d | bw | Ro | Scp |
|--------|-----|-------|-------|------|-------|--------|-----|
| 1 | S | -21 | 17906 | 21.6 | 100.0 | 0.0145 | 0.0 |
| 2 | S | -1539 | 17906 | 21.6 | 100.0 | 0.0145 | 0.0 |
| 3 | S | 1070 | 17906 | 21.6 | 100.0 | 0.0145 | 0.0 |
| 4 | S | -1539 | 17906 | 21.6 | 100.0 | 0.0145 | 0.0 |
| 5 | S | -1460 | 17906 | 21.6 | 100.0 | 0.0145 | 0.0 |
| 6 | S | -1539 | 17906 | 21.6 | 100.0 | 0.0145 | 0.0 |

| | | | | | | |
|--|--|------------------|-------------|-------------------|--------------------------|-----------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4a) OPERE CIVILI | | | | | |
| | Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 1 e tipo 3 | COMMESSA RS3U | LOTTO 40 | CODIFICA D29CL | DOCUMENTO IF 0000 001 | REV. B |

10.3 Verifiche micropalo (FFP_tipo1)

Per le verifiche strutturali occorre determinare anche il momento flettente massimo lungo il micropalo. La valutazione dello stato di sollecitazione può essere effettuata assimilando il terreno ad un mezzo alla Winkler, costituito da un letto di molle orizzontali indipendenti. Per la valutazione del coefficiente k_h si ipotizza un andamento crescente con la profondità del tipo :

$$k_h = \frac{n_h \cdot z}{D_{palo}}$$

e si assume il valore in corrispondenza della profondità media dello strato reagente.

I valori orientativi di n_h adottati si riferiscono al minimo valore riscontrabile in letteratura per tale tipologia di sottosuolo.

| Stato di addensamento | Sciolto | Medio | Denso |
|--|---------|-------|-------|
| n_h [N/cm ³] sabbie non immerse | 2.50 | 7.50 | 20 |
| n_h [N/cm ³] sabbie immerse | 1.50 | 5.00 | 12 |

Tabella 1 - Tabella correlazione tra n_h e tipologia di terreno incoerente [da Fondazioni, di C.Viggiani – Tabella 14.5]

| Tipo di terreno | n_h [N/cm ³] | Fonte |
|--------------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Argilla n.c. o lievemente o.c. | 0.2 ÷ 3.5 | Reese, Matlock, 1956 |
| [N/cm ³] | 0.3 ÷ 0.5 | Davisson, Prakash, 1963 |

Tabella 2 - Tabella correlazione tra n_h e tipologia di terreno incoerente [da Fondazioni, di C.Viggiani – Tabella 14.6]

Nel caso in esame il micropalo si sviluppa all'interno del rilevato, per cui si ha:

$$n_h = 3 \text{ N/cm}^3$$

$$z_{media} = 5 \text{ m}$$

$$k_h = 60 \text{ MN/m}^3.$$

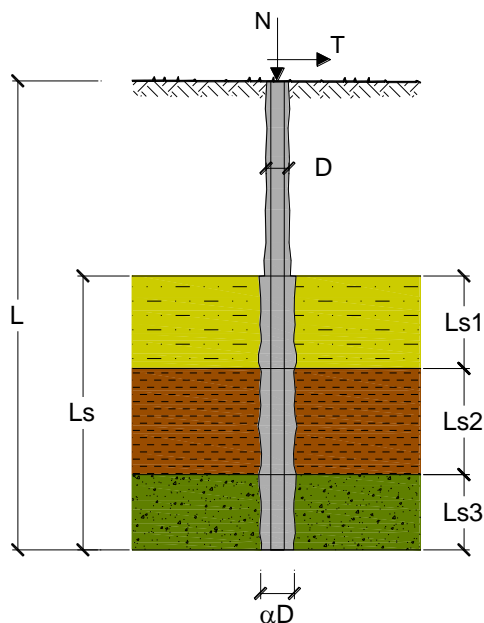
CAPACITA' PORTANTE DI UN MICROPALO

OPERA: FFP tipo1

DATI DI INPUT:

Sollecitazioni Agenti:

| | Permanenti | Temporanee | Calcolo |
|--------|------------|------------|---------|
| N (kN) | 75.75 | 0.00 | 75.75 |
| T (kN) | 6.35 | 0.00 | 6.35 |



| coefficienti parziali | | | azioni | | resistenza laterale | |
|--------------------------|----------|----------------------------------|------------|------------|---------------------|---------------------------|
| Metodo di calcolo | | | permanenti | variabili | γ_s | $\gamma_{s \text{ traz}}$ |
| | | | γ_G | γ_Q | | |
| SLU | A1+M1+R1 | <input type="radio"/> | 1.30 | 1.50 | 1.00 | 1.00 |
| | A2+M1+R2 | <input type="radio"/> | 1.00 | 1.30 | 1.45 | 1.60 |
| | A1+M1+R3 | <input type="radio"/> | 1.30 | 1.50 | 1.15 | 1.25 |
| | SISMA | <input type="radio"/> | 1.00 | 1.00 | 1.15 | 1.25 |
| DM88 | | <input type="radio"/> | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| definiti dal progettista | | <input checked="" type="radio"/> | 1.00 | 1.00 | 1.15 | 1.25 |

| n | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 7 | ≥ 10 | DM88 | prog. |
|---------|------|------|------|------|------|------|-----------|------|-------|
| ξ_s | 1.70 | 1.65 | 1.60 | 1.55 | 1.50 | 1.45 | 1.40 | 1.00 | 1.00 |
| ξ_t | 1.70 | 1.55 | 1.48 | 1.42 | 1.34 | 1.28 | 1.21 | 1.00 | 1.00 |

Caratteristiche del micropalo:

Diametro di perforazione del micropalo (D): 0.25 (m)

Lunghezza del micropalo (L): 9.00 (m)

Armatura:

| | | | | | | |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|
| <input type="radio"/> IPE | <input type="radio"/> INP | <input type="radio"/> HEA | <input type="radio"/> HEB | <input type="radio"/> HEM | <input checked="" type="radio"/> Tubi | <input type="radio"/> ALTRO |
| IPE 180 | INP 160 | HEA 300 | HEB 160 | HEM 200 | $\varnothing 168,3 \times 8,0$ | |

$\varnothing 168,3 \times 8,0$

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 1 e tipo 3

| | | | | | |
|----------|-------|----------|-------------|------|----------|
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| RS3U | 40 | D29CL | IF 0000 001 | B | 60 di 67 |

 Area dell'armatura (A_{arm}): 4029 (mm²)

 Momento di inerzia della sezione di armatura (J_{arm}): 1.297E+07 (mm⁴)

 Modulo di resistenza della sezione di armatura (W_{arm}): 154,162 (mm³)

Tipo di acciaio

 Tensione di snervamento dell'acciaio (f_y): 355 (N/mm²)

 Coefficiente Parziale Acciaio γ_M: 1.05

 Tensione ammissibile dell'acciaio (σ_{im}): 338 (N/mm²)

 Modulo di elasticità dell'acciaio (E_{arm}): 210,000 (N/mm²)

Coefficiente di Reazione Laterale:

 Coeff. di Winkler (k): 60.0 (MN/m³)

CAPACITA' PORTANTE ESTERNA
Capacità portante di fusto

$$QI = \sum_i \pi * Ds_i * s_i * Is_i$$

| Tipo di Terreno | Spessore Is _i (m) | α (-) | Ds _i = α * D (m) | s _i media (MPa) | s _i minima (MPa) | s _i calcolo (MPa) | Qs _i (kN) |
|----------------------|---------------------------------|----------|--------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-------------------------|
| Rilevato ferroviario | 9.00 | 1.10 | 0.28 | 0.150 | 0.150 | 0.077 | 596.58 |
| | | | 0.00 | | | 0.000 | 0.00 |
| | | | 0.00 | | | 0.000 | 0.00 |

 L_s = 9.00 (m) QI = 596.58 (kN)

Capacità portante di punta

$$Qp = \%Punta * QI$$

(consigliato 10-15%)

% Punta

15%

Qp = 89.49 (kN)

Il valore di α è stato determinato a partire dalla seguente tabella:

Valori del coefficiente α ($V_s = L_s \cdot \pi \cdot d_s^2 / 4$)

| TERRENO | Valori di α | | Quantità minima di miscela consigliata | |
|--------------------------------|--------------------|-----------|---|--------------|
| | IRS | IGU | IRS | IGU |
| Ghiaia | 1.8 | 1.3 - 1.4 | 1.5 Vs | 1.5 Vs |
| Ghiaia sabbiosa | 1.6 - 1.8 | 1.2 - 1.4 | 1.5 Vs | 1.5 Vs |
| sabbia ghiaiosa | 1.5 - 1.6 | 1.2 - 1.3 | 1.5 Vs | 1.5 Vs |
| Sabbia grossa | 1.4 - 1.5 | 1.1 - 1.2 | 1.5 Vs | 1.5 Vs |
| Sabbia media | 1.4 - 1.5 | 1.1 - 1.2 | 1.5 Vs | 1.5 Vs |
| Sabbia fine | 1.4 - 1.5 | 1.1 - 1.2 | 1.5 Vs | 1.5 Vs |
| Sabbia limosa | 1.4 - 1.5 | 1.1 - 1.2 | (1.5 - 2) Vs | 1.5 Vs |
| Limo | 1.4 - 1.6 | 1.1 - 1.2 | 2 Vs | 1.5 Vs |
| Argilla | 1.8 - 2.0 | 1.2 | (2.5 - 3) Vs | (1.5 - 2) Vs |
| Mame | 1.8 | 1.1 - 1.2 | (1.5 - 2) Vs per strati compatti | |
| Calcarì marnosi | 1.8 | 1.1 - 1.2 | (2 - 6) Vs o più per strati fratturati | |
| Calcarì alterati o fratturati | 1.8 | 1.1 - 1.2 | | |
| Roccia alterata e/o fratturata | 1.2 | 1.1 | (1.1 - 1.5) Vs per strati poco fratturati; 2 Vs o più per strati fratturati | |

Essendo il rilevato ferroviario caratterizzato principalmente da sabbia fine e ipotizzando un micropalo di tipo "IGU" si considera un valore di α pari a 1.1.

Il valore di s è stato determinato a partire dal seguente grafico:

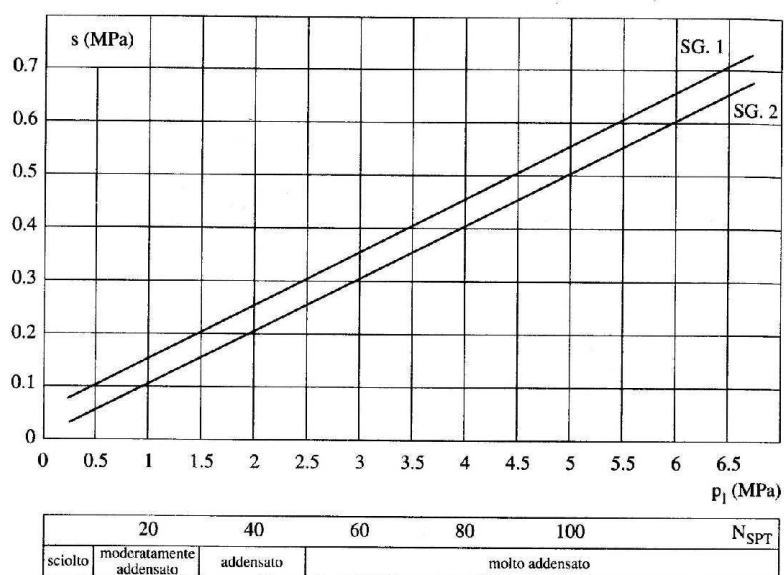


Fig. 13.16. Abaco per il calcolo di s per sabbie e ghiaie

Dalla curva SG.2 si ricava un valore di s pari a 0.15.

CARICO LIMITE DEL MICROPALO

$$Q_{lim} = Q_b + Q_l$$

$$Q_{lim} = 686.07 \quad (kN)$$

COEFFICIENTE DI SICUREZZA

$$F_s = Q_{lim} / N \quad (F_s > 1)$$

$$F_s = 9.06$$

CAPACITA' PORTANTE PER INSTABILITA' DELL'EQUILIBRIO ELASTICO

$$\text{Reaz. Laterale per unità di lunghezza e di spostam.} (\beta) (\beta = k \cdot D_{arm}): \quad 10.10 \quad (N/mm^2)$$

$$P_k = 2 \cdot (\beta \cdot E_{arm} \cdot J_{arm})^{0.5}$$

$$\eta = P_k / N \quad (\text{consigliato } \eta > 10)$$

$$P_k = 10489.93 \quad (MN)$$

$$\eta = 138.48$$

VERIFICA ALLE FORZE ORIZZONTALI

Momento massimo per carichi orizzontali (M):
 (ipotesi di palo con testa impedita di ruotare)

$$M = T / (2 \cdot b)$$

$$b = 4 \sqrt{\frac{k \cdot D}{4 \cdot E_{arm} \cdot J_{arm}}}$$

$$b = 1.083 \quad (1/m)$$

Momento Massimo (M):

$$M = 2.93 \quad (kN m)$$

VERIFICHE STRUTTURALI DEL MICROPALO

Acciaio S 355 (Fe 510)

Tensioni nel singolo micropalo

$$\sigma = N/A_{arm} \pm M/W_{arm}$$

$$\tau = 2 \cdot T/A_{arm}$$


$$\sigma_{max} = 37.82 \quad (N/mm^2)$$

$$\sigma_{min} = -0.21 \quad (N/mm^2)$$

$$\tau = 3.15 \quad (N/mm^2)$$

$$\sigma_{id} = (\sigma^2 + 3 \tau^2)^{0.5}$$

$$\sigma_{id} = 38.21 \quad (N/mm^2) \quad \text{verifica soddisfatta}$$

| | | | | | | |
|--|--|------------------|-------------|-------------------|--------------------------|-----------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4a) OPERE CIVILI | | | | | |
| | Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 1 e tipo 3 | COMMESSA RS3U | LOTTO 40 | CODIFICA D29CL | DOCUMENTO IF 0000 001 | REV. B |

10.4 Verifiche micropalo (FFP_tipo3)

Per le verifiche strutturali occorre determinare anche il momento flettente massimo lungo il micropalo. La valutazione dello stato di sollecitazione può essere effettuata assimilando il terreno ad un mezzo alla Winkler, costituito da un letto di molle orizzontali indipendenti. Per la valutazione del coefficiente k_h si ipotizza un andamento crescente con la profondità del tipo :

$$k_h = \frac{n_h \cdot z}{D_{palo}}$$

e si assume il valore in corrispondenza della profondità media dello strato reagente.

I valori orientativi di n_h adottati si riferiscono al minimo valore riscontrabile in letteratura per tale tipologia di sottosuolo.

| Stato di addensamento | Sciolto | Medio | Denso |
|--|---------|-------|-------|
| n_h [N/cm ³] sabbie non immerse | 2.50 | 7.50 | 20 |
| n_h [N/cm ³] sabbie immerse | 1.50 | 5.00 | 12 |

Tabella 3 - Tabella correlazione tra n_h e tipologia di terreno incoerente [da Fondazioni, di C.Viggiani – Tabella 14.5]

| Tipo di terreno | n_h [N/cm ³] | Fonte |
|--------------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Argilla n.c. o lievemente o.c. | 0.2 ÷ 3.5 | Reese, Matlock, 1956 |
| [N/cm ³] | 0.3 ÷ 0.5 | Davisson, Prakash, 1963 |

Tabella 4 - Tabella correlazione tra n_h e tipologia di terreno incoerente [da Fondazioni, di C.Viggiani – Tabella 14.6]

Nel caso in esame il micropalo si sviluppa principalmente all'interno dell'unità geotecnica a2, per cui si ha:

$$n_h = 0.3 \text{ N/cm}^3$$

$$z_{media} = 3 \text{ m}$$

$$k_h = 3.6 \text{ MPa.}$$

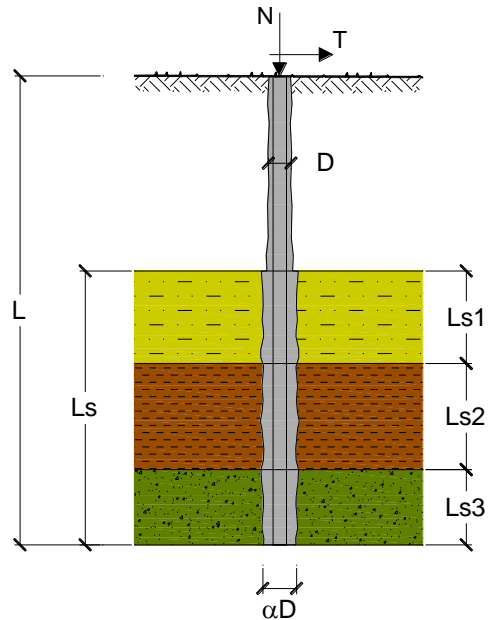
CAPACITA' PORTANTE DI UN MICROPALO

OPERA: FFP tipo1

DATI DI INPUT:

Sollecitazioni Agenti:

| | Permanenti | Temporanee | Calcolo |
|--------|------------|------------|---------|
| N (kN) | 75.75 | 0.00 | 75.75 |
| T (kN) | 6.35 | 0.00 | 6.35 |



| coefficienti parziali | | | azioni | | resistenza laterale | |
|--------------------------|----------|-----------------------|------------|------------|---------------------|---------------------------|
| Metodo di calcolo | | | permanenti | variabili | γ_s | $\gamma_{s \text{ traz}}$ |
| | | | γ_G | γ_Q | | |
| SLU | A1+M1+R1 | <input type="radio"/> | 1.30 | 1.50 | 1.00 | 1.00 |
| | A2+M1+R2 | <input type="radio"/> | 1.00 | 1.30 | 1.45 | 1.60 |
| | A1+M1+R3 | <input type="radio"/> | 1.30 | 1.50 | 1.15 | 1.25 |
| | SISMA | <input type="radio"/> | 1.00 | 1.00 | 1.15 | 1.25 |
| DM88 | | | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| definiti dal progettista | | | 1.00 | 1.00 | 1.15 | 1.25 |

| n | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 7 | ≥ 10 | DM88 | prog. |
|---------|------|------|------|------|------|------|-----------|------|-------|
| ξ_3 | 1.70 | 1.65 | 1.60 | 1.55 | 1.50 | 1.45 | 1.40 | 1.00 | 1.00 |
| ξ_4 | 1.70 | 1.55 | 1.48 | 1.42 | 1.34 | 1.28 | 1.21 | 1.00 | 1.00 |

Caratteristiche del micropalo:

Diametro di perforazione del micropalo (D): 0.25 (m)

Lunghezza del micropalo (L): 5.00 (m)

Armatura:

IPE
 INP
 HEA
 HEB
 HEM
 Tubi
 ALTRO

IPE 180
INP 160
HEA 300
HEB 160
HEM 200
 $\emptyset 168,3 \times 8,0$

$\emptyset 168,3 \times 8,0$



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
 NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4a)

OPERE CIVILI

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 1 e tipo 3

| | | | | | |
|----------|-------|----------|-------------|------|----------|
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| RS3U | 40 | D29CL | IF 0000 001 | B | 65 di 67 |

Area dell'armatura (A_{arm}): 4029 (mm²)

Momento di inerzia della sezione di armatura (J_{arm}): 1.297E+07 (mm⁴)

Modulo di resistenza della sezione di armatura (W_{arm}): 154,162 (mm³)

Tipo di acciaio ▼

Tensione di snervamento dell'acciaio (f_y): 355 (N/mm²)

Coefficiente Parziale Acciaio γ_M: 1.05

Tensione ammissibile dell'acciaio (σ_{lim}): 338 (N/mm²)

Modulo di elasticità dell'acciaio (E_{arm}): 210,000 (N/mm²)

Coefficiente di Reazione Laterale:

Coeff. di Winkler (k): 3.6 (MN/m³)

CAPACITA' PORTANTE ESTERNA

Capacità portante di fusto

$$QI = \sum_i \pi * Ds_i * s_i * Is_i$$

| Tipo di Terreno | Spessore Is _i (m) | α (-) | Ds _i = α * D (m) | s _i media (MPa) | s _i minima (MPa) | s _i calcolo (MPa) | Qs _i (kN) |
|-----------------|---------------------------------|----------|--------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-------------------------|
| a2 | 5.00 | 1.20 | 0.30 | 0.080 | 0.080 | 0.041 | 192.83 |
| | | | 0.00 | | | 0.000 | 0.00 |
| | | | 0.00 | | | 0.000 | 0.00 |

Ls = 5.00 (m) QI = 192.83 (kN)

Capacità portante di punta

Qp = %Punta * QI (consigliato 10-15%)

% Punta 15% Qp = 28.93 (kN)

Il valore di α è stato determinato a partire dalla seguente tabella:

Valori del coefficiente α ($V_s = L_s \cdot \pi \cdot d s^2 / 4$)

| TERRENO | Valori di α | | Quantità minima di miscela consigliata | |
|--------------------------------|--------------------|-----------|---|--------------|
| | IRS | IGU | IRS | IGU |
| Ghiaia | 1.8 | 1.3 - 1.4 | 1.5 Vs | 1.5 Vs |
| Ghiaia sabbiosa | 1.6 - 1.8 | 1.2 - 1.4 | 1.5 Vs | 1.5 Vs |
| sabbia ghiaiosa | 1.5 - 1.6 | 1.2 - 1.3 | 1.5 Vs | 1.5 Vs |
| Sabbia grossa | 1.4 - 1.5 | 1.1 - 1.2 | 1.5 Vs | 1.5 Vs |
| Sabbia media | 1.4 - 1.5 | 1.1 - 1.2 | 1.5 Vs | 1.5 Vs |
| Sabbia fine | 1.4 - 1.5 | 1.1 - 1.2 | 1.5 Vs | 1.5 Vs |
| Sabbia limosa | 1.4 - 1.5 | 1.1 - 1.2 | (1.5 - 2) Vs | 1.5 Vs |
| Limo | 1.4 - 1.6 | 1.1 - 1.2 | 2 Vs | 1.5 Vs |
| Argilla | 1.8 - 2.0 | 1.2 | (2.5 - 3) Vs | (1.5 - 2) Vs |
| Mame | 1.8 | 1.1 - 1.2 | (1.5 - 2) Vs per strati compatti | |
| Calcarì marnosi | 1.8 | 1.1 - 1.2 | (2 - 6) Vs o più per strati fratturati | |
| Calcarì alterati o fratturati | 1.8 | 1.1 - 1.2 | | |
| Roccia alterata e/o fratturata | 1.2 | 1.1 | (1.1 - 1.5) Vs per strati poco fratturati; 2 Vs o più per strati fratturati | |

Essendo l'unità geotecnica a2 caratterizzata principalmente limo e argille e ipotizzando un micropalo di tipo "IGU" si considera un valore di α pari a 1.2.

Il valore di s è stato determinato a partire dal seguente grafico:

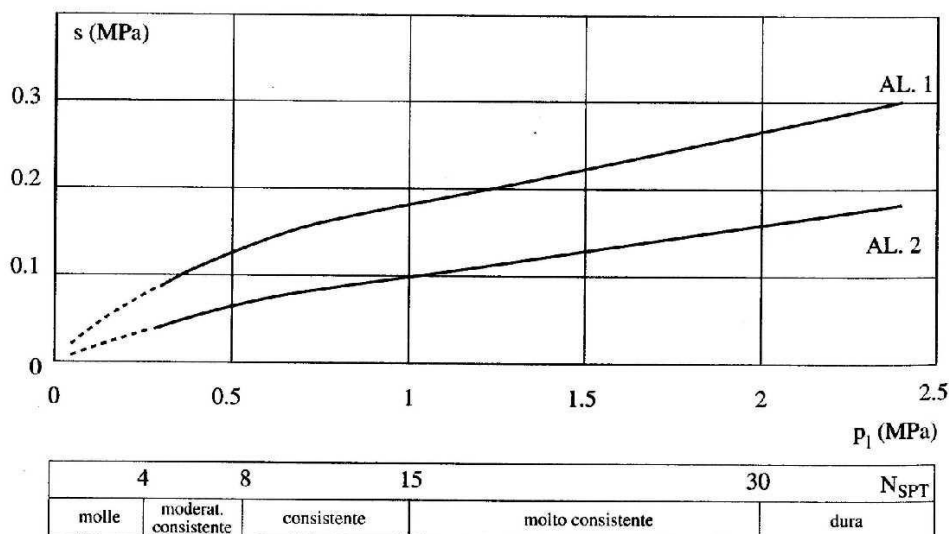


Fig. 13.17. Abaco per il calcolo di s per argille e limi

Dalla curva AL.2 si ricava un valore di s pari a 0.08.

CARICO LIMITE DEL MICROPALO

$$Q_{lim} = Q_b + Q_l$$

$$Q_{lim} = 221.76 \quad (kN)$$

COEFFICIENTE DI SICUREZZA

$$F_s = Q_{lim} / N \quad (F_s > 1)$$

$$F_s = 2.93$$

CAPACITA' PORTANTE PER INSTABILITA' DELL'EQUILIBRIO ELASTICO

$$\text{Reaz. Laterale per unità di lunghezza e di spostam.} (\beta) (\beta = k \cdot D_{arm}): \quad 0.61 \quad (N/mm^2)$$

$$P_k = 2 \cdot (\beta \cdot E_{arm} \cdot J_{arm})^{0.5}$$

$$\eta = P_k / N \quad (\text{consigliato } \eta > 10)$$

$$P_k = 2569.50 \quad (MN)$$

$$\eta = 33.92$$

VERIFICA ALLE FORZE ORIZZONTALI

Momento massimo per carichi orizzontali (M):
 (Ipotesi di palo con testa impedita di ruotare)

$$M = T / (2 \cdot b)$$

$$b = 4 \sqrt{\frac{k \cdot D}{4 \cdot E_{arm} \cdot J_{arm}}}$$

$$b = 0.536 \quad (1/m)$$

Momento Massimo (M):

$$M = 5.92 \quad (kN \cdot m)$$

VERIFICHE STRUTTURALI DEL MICROPALO

Acciaio S 355 (Fe 510)

Tensioni nel singolo micropalo

$$\sigma = N/A_{arm} \pm M/W_{arm}$$

$$\tau = 2 \cdot T/A_{arm}$$

$$\sigma_{max} = 57.22 \quad (N/mm^2)$$

$$\sigma_{min} = -19.62 \quad (N/mm^2)$$

$$\tau = 3.15 \quad (N/mm^2)$$

$$\sigma_{id} = (\sigma^2 + 3 \tau^2)^{0.5}$$

$$\sigma_{id} = 57.48 \quad (N/mm^2)$$

verifica soddisfatta