

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

U.O. INFRASTRUTTURE NORD

PROGETTO DEFINITIVO

TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)

OPERE CIVILI

Elaborati Generali OO.CC.

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 2

SCALA:

-

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

RS3T 30 D 26 CL IF0000 002 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	ATI Sintagma Rocksoll - Edin	Gen-2020	A. Donnarumma <i>A. Donnarumma</i>	Gen-2020	A. Barreca <i>A. Barreca</i>	Gen-2020	F. Sacchi Apr-2020
B	Emissione Esecutiva	ATI Sintagma Rocksoll - Edin	Apr-2020	A. Donnarumma <i>A. Donnarumma</i>	Apr-2020	A. Barreca <i>A. Barreca</i>	Apr-2020	

File: RS3T.3.0.D.26.CL.IF.00.0.0.002.B

n. Elab.: 26_277



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)

OPERE CIVILI

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 2

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D26CL	IF 0000 002	B	1 di 70

INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	NORMATIVE E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	5
3	UNITÀ DI MISURA E SIMBOLOGIA.....	6
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	7
5	INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	8
6	VERIFICHE GEOTECNICHE FONDAZIONE DIRETTA.....	10
7	VERIFICHE SLU (GEO/STR).....	10
7.1	VERIFICHE STRUTTURALI.....	10
7.1.1	<i>Verifiche per gli stati limite ultimi a flessione-pressoflessione.....</i>	<i>11</i>
7.1.2	<i>Verifica agli stati limite ultimi a taglio.....</i>	<i>11</i>
7.1.3	<i>Verifica agli stati limite d'esercizio.....</i>	<i>13</i>
8	MODELLAZIONE ADOTTATA.....	14
9	ANALISI DEI CARICHI_TIPO1.....	14
9.1	PESI PROPRI.....	14
9.2	PERMANENTI NON STRUTTURALI.....	15
9.3	SPINTA STATICA DEL TERRENO.....	16
9.4	CARICO PER FOLLA COMPATTA.....	17
9.5	AZIONE DEL VENTO.....	18
9.6	SPINTA ORIZZONTALE DOVUTA AL BALLAST.....	20
9.7	AZIONE DEL SISMA.....	21
9.8	SOVRASPINTA SISMICA.....	24
9.9	RITIRO DEL CALCESTRUZZO.....	25
9.10	VARIAZIONE TERMICA.....	25
10	COMBINAZIONE DEI CARICHI.....	26



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
 NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)

OPERE CIVILI

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 2

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D26CL	IF 0000 002	B	2 di 70

11	RISULTATI E VERIFICHE SCATOLARE.....	28
11.1	VERIFICHE PIEDRITTI	31
11.1.1	<i>Verifica in condizioni statiche</i>	32
11.1.2	<i>Verifica in condizioni sismiche</i>	38
11.1.3	<i>Riepilogo verifiche</i>	41
	VERIFICHE SOLETTA INFERIORE	42
11.1.4	<i>Verifica in condizioni statiche</i>	43
11.1.5	<i>Verifica in condizioni sismiche</i>	49
11.1.6	<i>Riepilogo verifiche</i>	52
11.2	VERIFICA SOLETTA SUPERIORE	53
11.2.1	<i>Verifica in condizioni statiche</i>	54
11.2.2	<i>Verifica in condizioni sismiche</i>	60
11.2.3	<i>Riepilogo verifiche</i>	63
11.3	VERIFICHE GEOTECNICHE FONDAZIONE DIRETTA DELLO SCATOLARE.....	64

1 PREMESSA

Il presente documento viene emesso nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici relativi alla progettazione definitiva del nuovo collegamento Palermo – Catania, tratta Lercara Dir. - Caltanissetta Xirbi (lotto 3).

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 3.

Sono presenti due differenti tipologie di FFP:

- tipo 1, con presenza di micropali, in corrispondenza di rilevati con altezze maggiori di 2.50 m;
- tipo 2, con assenza di micropali, in corrispondenza di rilevati con altezze minori di 2.50 m e di trincee.

Il tipo 2 è oggetto di analisi nella seguente relazione, il tipo 1 viene analizzato nell'elaborato RS3T.3.0.D.26.CL.IF.00.0.0.001.A.

Si riporta, di seguito, la sezione trasversale tipica della struttura.

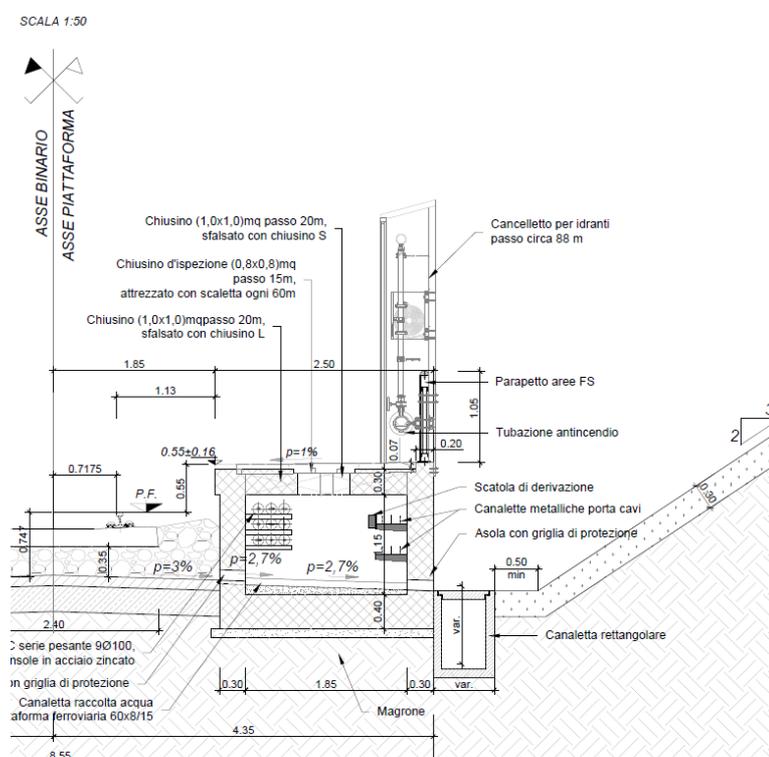


Fig. 1 – Sezione Marciapiede Tipo 2

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 2

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D26CL	IF 0000 002	B	4 di 70

Si riporta di seguito la tabella con lo sviluppo degli FFP lungo la linea, indicando le progressive corrispondenti e la tipologia:

Marciapiede	lato	pk inizio	pk fine	lunghezz e parziali [m]	lunghezze totali [m]	Elemento di margine piattaforma
discenderia	nord	3+704.20	3+711.20	7.0	7.0	discenderia
FFP Montestretto lato Palermo (GN01)	nord	3+711.20	3+820.00	108.8	350.0	Rilevato > 2,5 m
		3+820.00	3+900.00	80.0		Rilevato < 2,5 m
		3+900.00	4+000.00	100.0		Rilevato > 2,5 m
		4+000.00	4+061.20	61.2		in piano
discenderia	nord	4+061.20	4+068.20	7.0	16.4	discenderia
passaggio a raso		4+068.20	4+070.60	2.4		passaggio a raso
discenderia		4+070.60	4+077.60	7.0		discenderia
in uscita GN01 lato Palermo	nord	4+077.60	4+108.00	30.4	30.4	in piano
in uscita GN01 lato Catania	nord	6+468.00	6+492.00	24.0	45.8	Rilevato < 2,5 m
		6+492.00	6+513.75	21.8		opera di sostegno
discenderia	nord	6+492.00	6+499.00	7.0	16.4	discenderia
passaggio a raso	nord/sud	6+499.00	6+501.40	2.4		passaggio a raso
discenderia	sud	6+501.40	6+508.40	7.0		discenderia
FFP Montestretto lato Catania (GN01)	sud	6+508.40	6+534.00	25.6	350.0	in piano
		6+534.00	6+552.00	18.0		su opera d'arte
		6+552.00	6+858.40	306.4		su opera d'arte
discenderia	sud	6+858.40	6+865.40	7.0	7.0	discenderia
discenderia	sud	7+267.22	7+274.22	7.0	7.0	su opera d'arte
FFP Salso lato Palermo (GN02)	sud	7+274.22	7+597.90	323.7	350.0	su opera d'arte
		7+597.90	7+624.22	26.3		in piano
discenderia	sud	7+624.22	7+631.22	7.0	18.0	discenderia
passaggio a raso	sud/nord	7+631.22	7+635.22	4.0		passaggio a raso
discenderia	nord	7+635.22	7+642.22	7.0		discenderia
in uscita GA02 lato Palermo	nord	7+642.22	7+686.90	44.7	59.7	in piano
		7+686.90	7+701.90	15.0		opera di sostegno
in uscita GN02 lato Catania	nord	11+548.59	11+580.62	32.0	32.0	in piano
discenderia	nord	11+580.62	11+587.62	7.0	18.0	discenderia
passaggio a raso	nord	11+587.62	11+591.62	4.0		passaggio a raso
discenderia	nord	11+591.62	11+598.62	7.0		discenderia
FFP Salso lato Catania (GN02)	nord	11+598.62	11+733.00	134.4	350.0	Rilevato > 2,5 m
		11+733.00	11+948.62	215.6		su opera d'arte
discenderia	nord	11+948.62	11+955.62	7.0	7.0	discenderia
discenderia	sud	13+048.33	13+055.33	7.0	7.0	discenderia
FFP Trinacria lato Palermo (GN03)	sud	13+055.33	13+100.00	44.7	350.0	Rilevato > 2,5 m
		13+100.00	13+405.33	305.3		Rilevato < 2,5 m
discenderia	sud	13+405.33	13+412.33	7.0	18.0	discenderia
passaggio a raso	sud/nord	13+412.33	13+416.33	4.0		passaggio a raso
discenderia	nord	13+416.33	13+423.33	7.0		discenderia
in uscita GN03 lato Catania	nord	13+423.33	13+427.09	3.8	3.8	in piano

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)					
	OPERE CIVILI					
Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 2	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO IF 0000 002	REV. B	FOGLIO 5 di 70

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



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)

OPERE CIVILI

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 2

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D26CL	IF 0000 002	B	6 di 70

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

5 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Sulla base delle indagini svolte, sintetizzate nei profili geotecnici lungo linea, si considera il terreno peggiore in corrispondenza delle due estremità della Galleria GN01 Santa Catena, dalla progressiva 7+600.00 km alla progressiva 7+951.00 (tratta 2) e dalla progressiva 15+859.00 alla progressiva 16+244.00 (tratta 4).

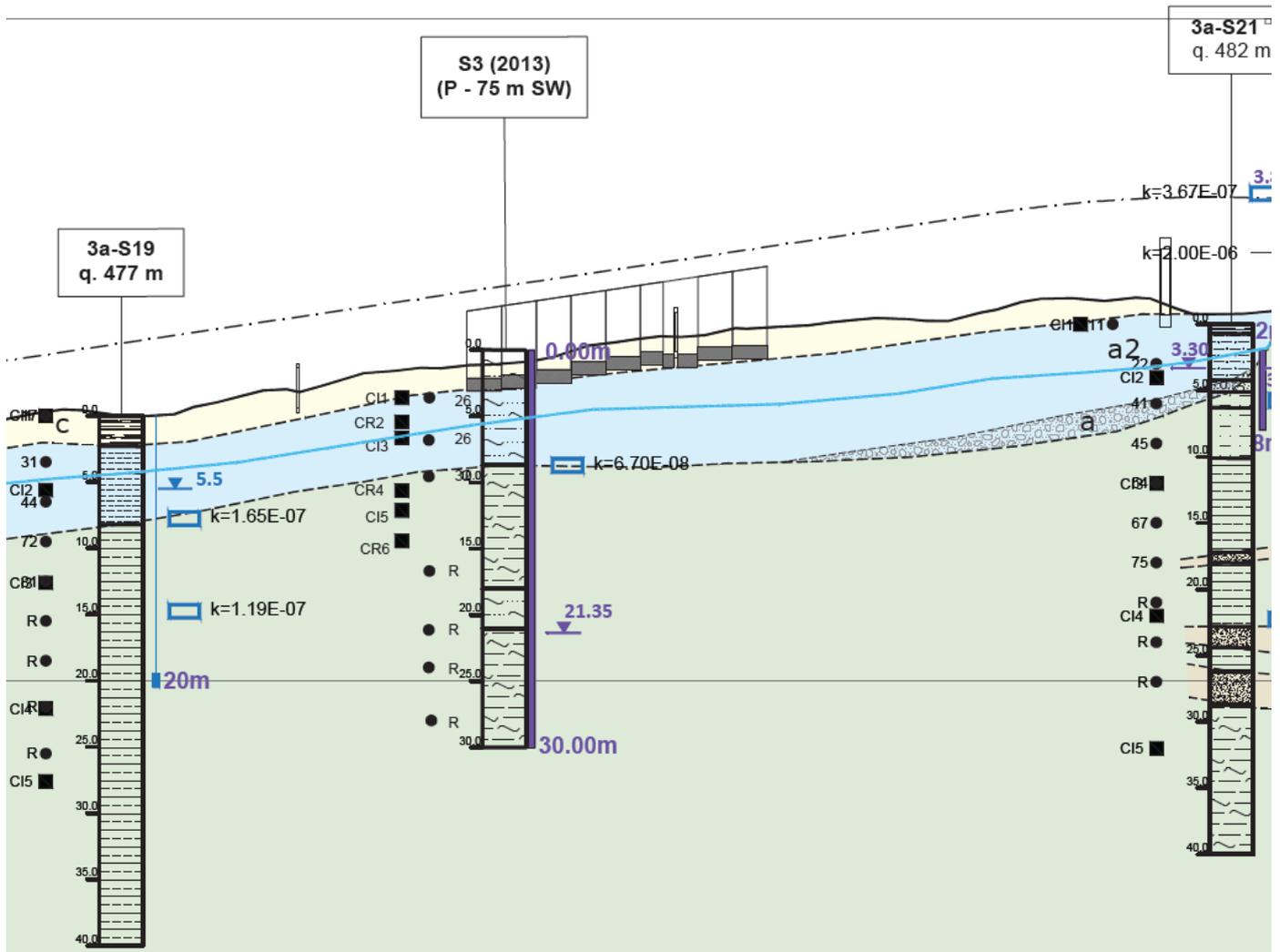


Fig. 2 – Profilo geotecnico.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
 NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)

OPERE CIVILI

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 2

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D26CL	IF 0000 002	B	9 di 70

Dal confronto dei parametri geotecnici delle due tratte sono stati considerati a favore di sicurezza quelli della tratta 2:

U.G.	da	a	γ	c'	cu	ϕ'	Eop
[-]	[m]	[m]	[kN/m ³]	[kPa]	[kPa]	[°]	[MPa]
a2	0	10	19	20	75	24.5	70
TRV	10	40	21	25	200	20	210
		Falda a – 5 m da p.c.					

Per maggiori dettagli si rimanda alla “Relazione geotecnica generale – opere all’aperto – lotto 3a”.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)					
	OPERE CIVILI					
Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 2	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO IF 0000 002	REV. B	FOGLIO 10 di 70

6 VERIFICHE GEOTECNICHE FONDAZIONE DIRETTA

Per le fondazioni dirette si considerano i seguenti Stati Limite Ultimi:

SLU di tipo geotecnico (GEO)

- Scorrimento sul piano di posa;
- Collasso per carico limite del complesso fondazione-terreno;

Le verifiche devono essere effettuate secondo l'Approccio 2 con la combinazione (A1+M1+R3), tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle 6.2.I, 6.2.II, 6.4.II e 6.4.VI delle NTC18.

La verifica dell'equilibrio allo stato limite di scorrimento viene condotta confrontando l'azione resistente R_h , pari al prodotto della risultante delle forze verticali per il coefficiente d'attrito con l'azione instabilizzante, pari alla risultante di tutte le componenti orizzontali delle forze agenti sull'opera.

Per il calcolo della capacità portante della fondazione si è fatto riferimento alla formula di Brinch-Hansen (1970) integrata dai coefficienti sismici di Paolucci e Pecker (1995), di seguito riportata:

$$q_{lim} = c' N_c s_c d_c i_c b_c g_c z_c + q N_q s_q d_q i_q b_q g_q z_q + 0.5 \gamma B N_{\gamma} s_{\gamma} d_{\gamma} i_{\gamma} b_{\gamma} g_{\gamma} z_{\gamma}$$

$$F_s = q_{lim} / q_{es}$$

con $q_{es} = N / (B \cdot L')$ la pressione dovuta al carico verticale.

7 VERIFICHE SLU (GEO/STR)

7.1 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:

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) OPERE CIVILI					
	Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 2	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO IF 0000 002	REV. B

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

7.1.1 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.

7.1.2 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:

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

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 LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)					
	OPERE CIVILI					
Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 2	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO IF 0000 002	REV. B	FOGLIO 13 di 70

7.1.3 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:

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

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

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

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)					
	OPERE CIVILI					
Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 2	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO IF 0000 002	REV. B	FOGLIO 14 di 70

8 MODELLAZIONE ADOTTATA

Per l'analisi della struttura è stato sviluppato un modello di calcolo nel quale l'interazione struttura-terreno è stata simulata attraverso molle reagenti solo a compressione; la costante di sottofondo è stata assunta pari a 9733 kN/m^3 .

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.

9 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.

9.1 Pesì propri

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

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

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) OPERE CIVILI					
	Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 2	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO IF 0000 002	REV. B

9.2 Permanenti non strutturali

Sono stati considerati i seguenti carichi permanenti sulla soletta superiore:

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

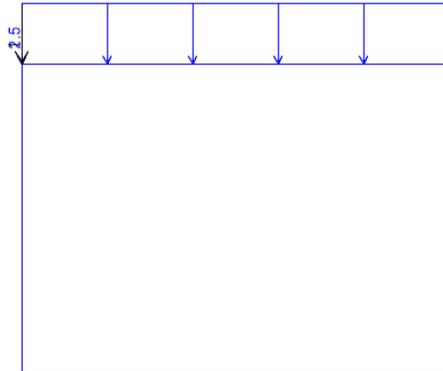


Fig. 4 – Carichi permanenti su soletta superiore.

9.3 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 H₂O

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	11.14	0.00
1.85	12.68	0.00
Spinta su metà soletta inferiore		
ΔP	2.38	kN/m



Fig. 5 – Spinta statica del terreno.

9.4 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/m^2 .

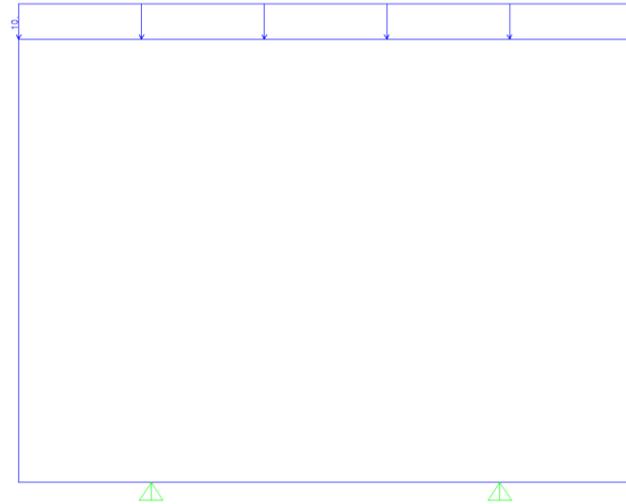


Fig. 6 – Carico per folla compatta.

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) OPERE CIVILI					
	Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 2	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO IF 0000 002	REV. B

9.5 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.

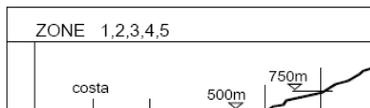
Coefficiente dinamico

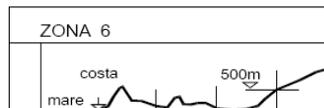
Esso può essere assunto autotelativamente pari ad 1 nelle costruzioni di tipologia ricorrente, quali gli edifici di forma regolare non eccedenti 80 m di altezza ed i capannoni industriali, oppure può essere determinato mediante analisi specifiche o facendo riferimento a dati di comprovata affidabilità.

Classe di rugosità del terreno

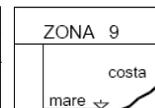
A) Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15m

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
-------	------

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) OPERE CIVILI					
	Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 2	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO IF 0000 002	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:

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

9.6 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 LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)					
	OPERE CIVILI					
Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 2	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO IF 0000 002	REV. B	FOGLIO 21 di 70

9.7 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

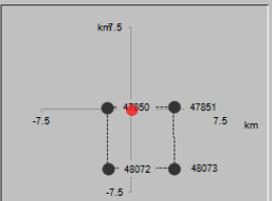
REGIONE

PROVINCIA

COMUNE

Elaborazioni grafiche

Elaborazioni numeriche

Nodi del reticolo intorno al sito


Reticolo di riferimento


Sito esterno al reticolo
 Interpolazione su 3 nodi
 Interpolazione corretta

Interpolazione

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

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
 NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRIBI (LOTTO 3)

OPERE CIVILI

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 2

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D26CL	IF 0000 002	B	22 di 70

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

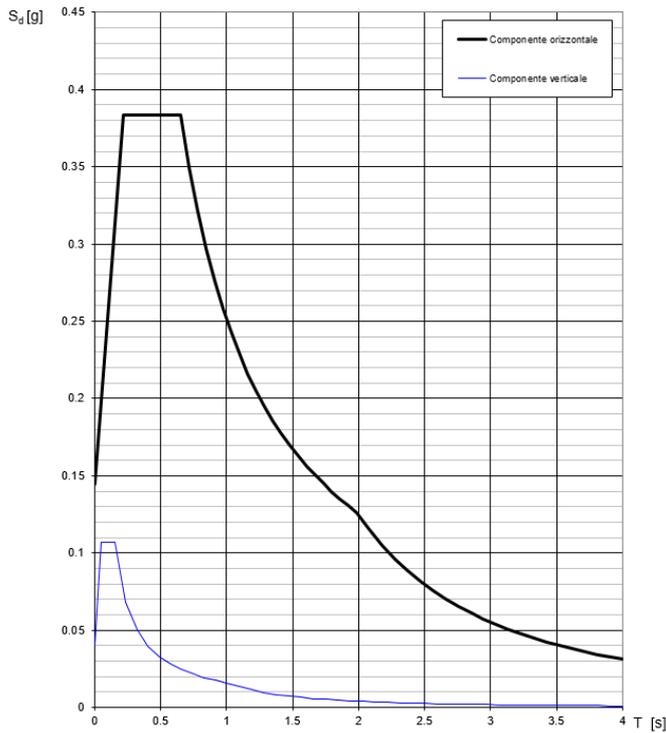
— Spettro di progetto - componente verticale

— 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 q 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
--------------------	------	-------------------	----------------------

 ITOLFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) OPERE CIVILI					
	Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 2	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO IF 0000 002	REV. B



Fig. 8 – Spinta sismica.

9.8 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

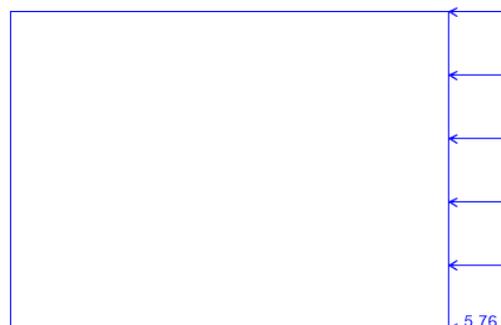


Fig. 9 – Sovrappinta sismica.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
 NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)

OPERE CIVILI

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 2

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D26CL	IF 0000 002	B	25 di 70

9.9 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 _{ck}	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 mmq	
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	β _c (t _{em})	2.70	
coeff. della viscosità nel tempo	β _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 _H	1.273	
coeff. della variabilità viscosità nel tempo	β _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	φ(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	β _{cs} (t, t ₀)	0.978	
def. di ritiro per essiccamento	ε _{cd} (t)	0.0002996	
deformazione di base	ε _{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	
	β _{as} (t)	1	
	ε _{ca,∞}	5.1775E-05	
deformazione dovuta al ritiro autogeno	ε _{ca}	5.1775E-05	
deformazione di ritiro	ε _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.

9.10 Variazione termica

La variazione termica applicata sulla struttura è pari a ΔT= +15°C, con un variazione termica a aggiuntiva a farfalla pari a ΔT= +5°C applicata sulla soletta di copertura.

Per il coefficiente di dilatazione termica si assume:

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



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)

OPERE CIVILI

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 2

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D26CL	IF 0000 002	B	26 di 70

10 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. 1 – 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. 2 – Coefficienti di combinazione ψ delle azioni

11 RISULTATI E VERIFICHE SCATOLARE

Le analisi sono state condotte mediante l'ausilio del programma di calcolo Sap2000, un Codice di calcolo F.E.M. (Finite Element Method) capace di gestire analisi lineari e non lineari ed analisi sismiche con integrazione al passo delle equazioni nel tempo. Dal modello sono state dedotte, per le combinazioni di calcolo statiche e sismiche descritte in precedenza, le sollecitazioni complessive agenti sugli elementi strutturali al fine di procedere con le verifiche di sicurezza previste dalle Normative di riferimento. Dallo stesso modello sono state poi ricavate le sollecitazioni agenti all'intradosso della soletta di fondazione necessarie ai fini delle verifiche geotecniche del sistema terreno-fondazione e delle verifiche strutturali.

Convenzione assi

x = asse trasversale dello scatolare

y = asse longitudinale dello scatolare

z = asse verticale dello scatolare

Nelle immagini a seguire si riportano i digrammi di involuppo delle sollecitazioni per gli stati limite ultimi statici e sismici e per gli stati limite d'esercizio.

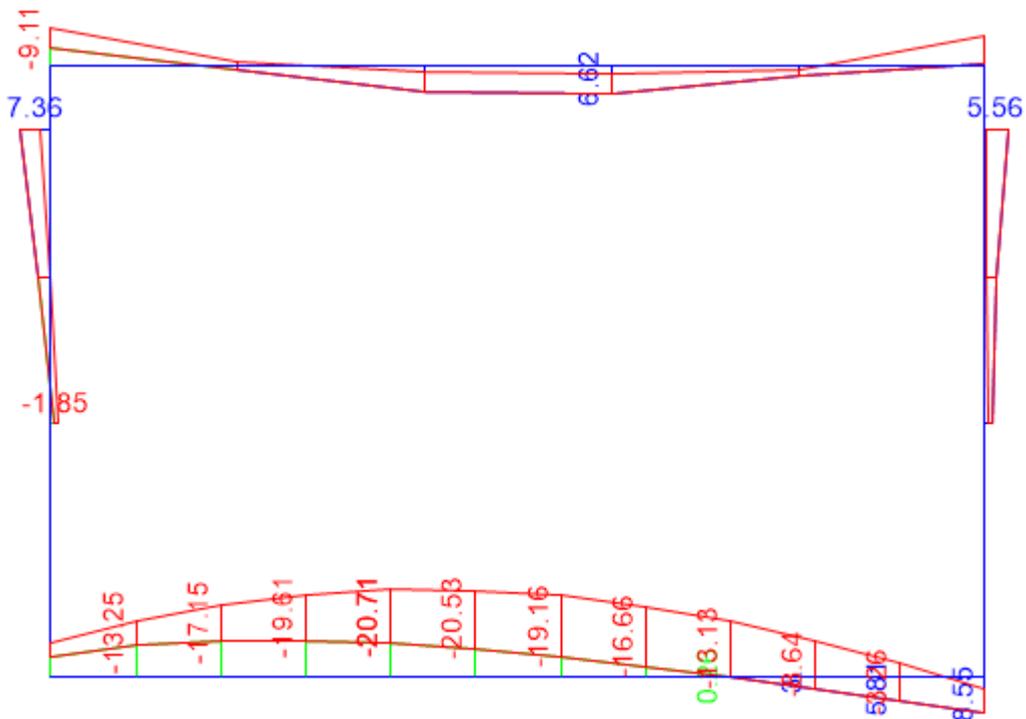


Fig. 10 – Momento flettente enve-SLU.

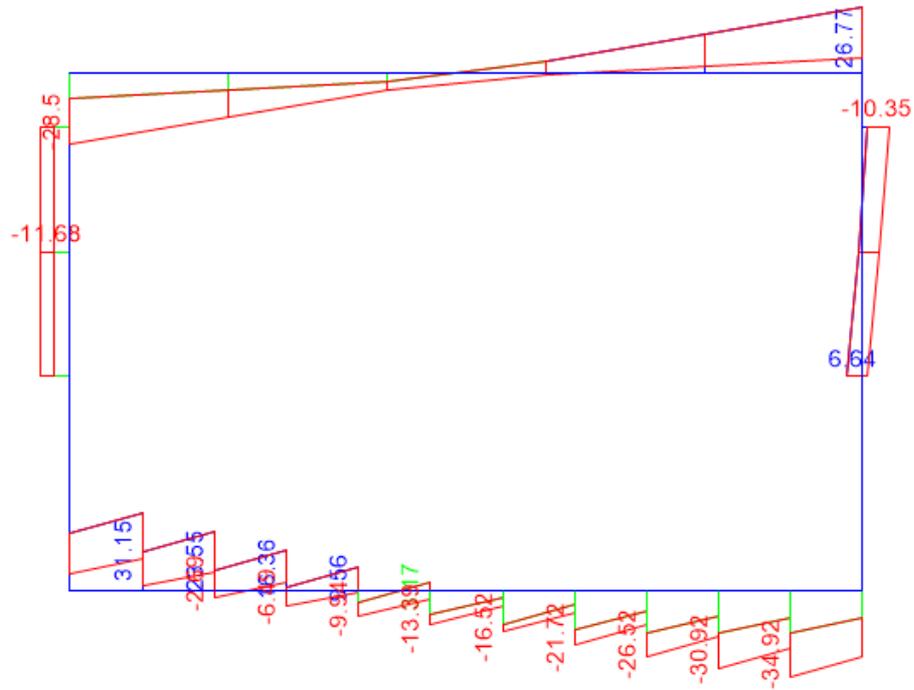


Fig. 11 – Taglio enve-SLU.

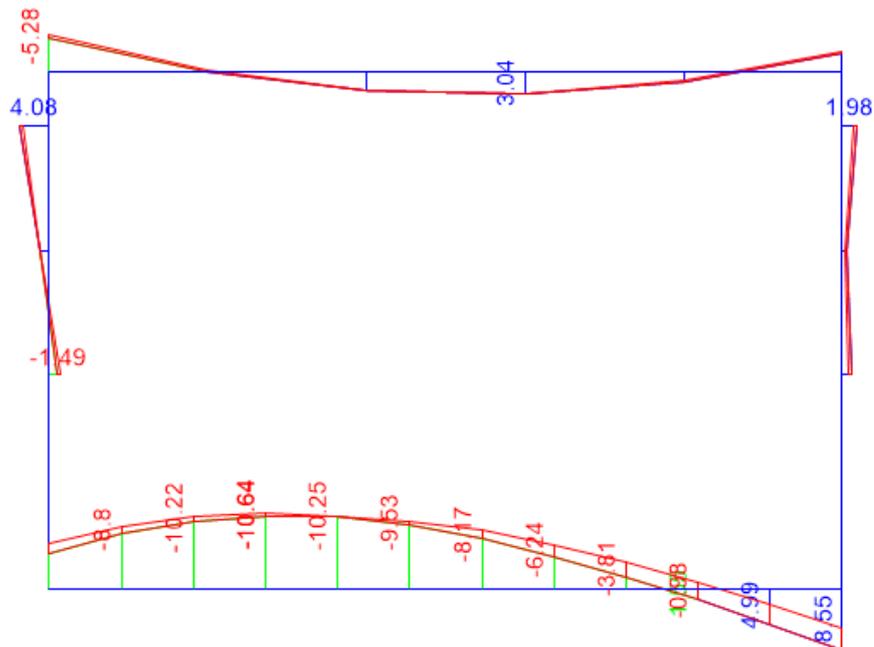


Fig. 12 – Momento flettente enve-SLU.

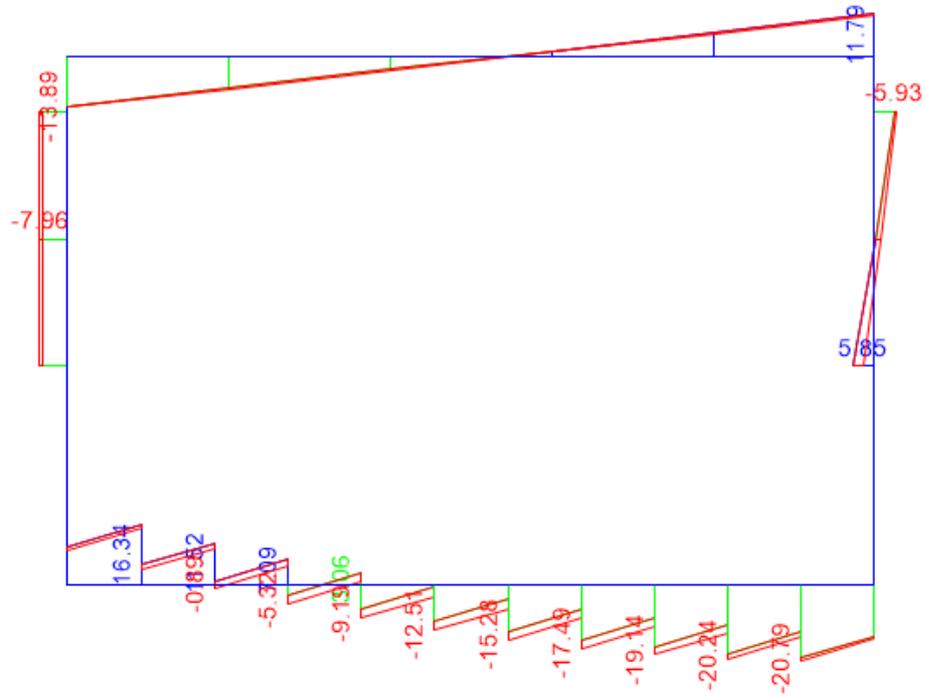


Fig. 13 – Taglio enve-SLV.

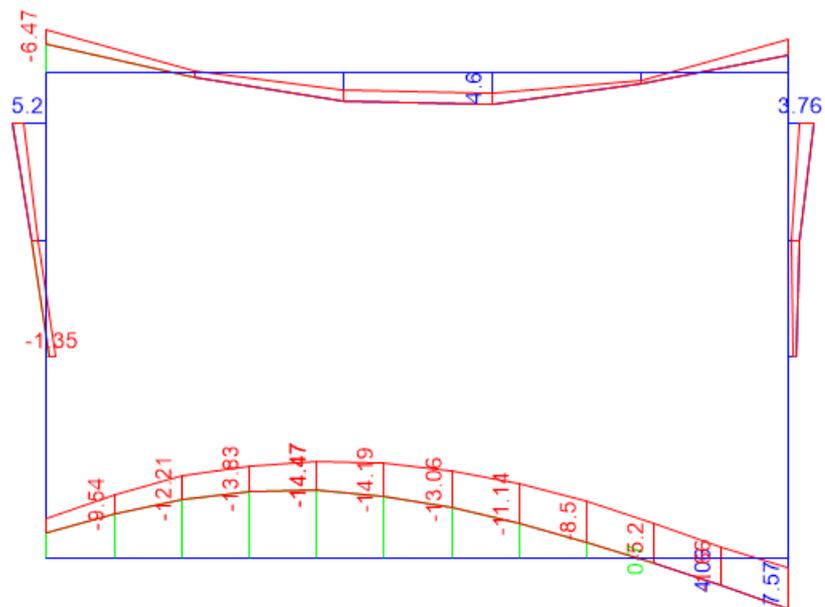


Fig. 14 – Momento flettente enve-SLE.

11.1 Verifiche piedritti

SLV			P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
			KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	SLV	-22.00	17.17	6.48	65	0.20	sis1_nl
M3	min		-14.13	-2.32	-0.57	65	1.25	sis1_nl
V2	max		-22.00	17.17	6.48	65	0.20	sis1_nl
V2	min		-27.54	-5.08	-0.08	63	0.20	sis1_nl
P	max		-14.13	-2.32	-0.57	65	1.25	sis1_nl
P	min		-27.54	-5.08	-0.08	63	0.20	sis1_nl
SLU			P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
			KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	SLU	-42.04	13.17	8.21	65	0.20	slu2_nl
M3	min		-8.92	0.41	-1.48	65	1.25	slu3_nl
V2	max		-23.92	15.39	6.86	65	0.20	slu6_nl
V2	min		-23.95	-4.40	-0.51	63	0.20	slu3_nl
P	max		-8.92	0.41	-1.48	65	1.25	slu3_nl
P	min		-45.95	-3.21	3.52	63	0.20	slu2_nl
SLE - RARA			P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
			KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	SLE RAR	-29.79	10.99	6.06	65	0.20	rar1_nl
M3	min		-15.32	-1.17	0.69	65	1.25	rar2_nl
V2	max		-23.19	11.14	5.18	65	0.20	rar2_nl
V2	min		-32.95	-2.70	2.24	63	0.20	rar1_nl
P	max		-15.32	-1.17	0.69	65	1.25	rar2_nl
P	min		-32.95	-2.70	2.24	63	0.20	rar1_nl
SLE - FREQUENTE			P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
			KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	SLE FRE	-23.19	11.14	5.18	65	0.20	fre1_nl
M3	min		-15.32	-1.17	0.69	65	1.25	fre1_nl
V2	max		-23.19	11.14	5.18	65	0.20	fre1_nl
V2	min		-26.35	-2.55	1.35	63	0.20	fre1_nl
P	max		-15.32	-1.17	0.69	65	1.25	fre1_nl
P	min		-26.35	-2.55	1.35	63	0.20	fre1_nl
SLE - Q.P.			P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
			KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	SLE QPE	-22.22	15.63	6.24	65	0.20	qpe2_nl
M3	min		-14.35	-1.96	-0.34	65	1.25	qpe2_nl
V2	max		-22.22	15.63	6.24	65	0.20	qpe2_nl
V2	min		-27.31	-4.55	0.23	63	0.20	qpe2_nl
P	max		-14.35	-1.96	-0.34	65	1.25	qpe2_nl
P	min		-27.31	-4.55	0.23	63	0.20	qpe2_nl



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)

OPERE CIVILI

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 2

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D26CL	IF 0000 002	B	32 di 70

11.1.1 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
	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:	5Ø16	(10.1 cm ²)
Barre superiori:	5Ø16	(10.1 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	6.8	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	6.8	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



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)**

OPERE CIVILI

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 2

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D26CL	IF 0000 002	B	33 di 70

MT	Momento torcente [daN m]			
N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	4204	821	0	0
2	892	-148	0	0
3	2392	686	0	0
4	2395	-51	0	0
5	892	-148	0	0
6	4595	352	0	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	2979	606
2	1532	69
3	2319	518
4	3295	224
5	1532	69
6	3295	224

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

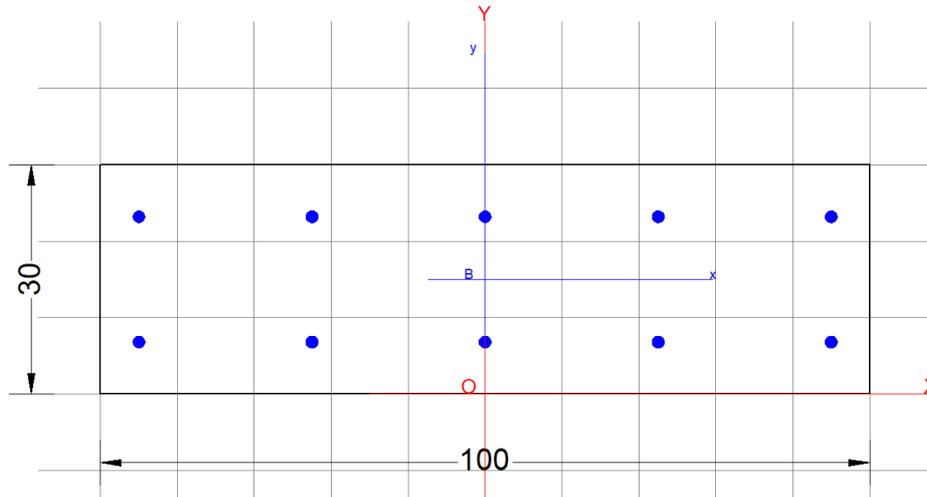
N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	2319	518 (6093)
2	1532	69 (0)
3	2319	518 (6093)
4	2635	135 (142413)
5	1532	69 (0)
6	2635	135 (142413)

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	2222	624 (5757)
2	1435	-34 (0)
3	2222	624 (5757)
4	2731	23 (0)
5	1435	-34 (0)
6	2731	23 (0)



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.2 cm
Interfero netto minimo barre longitudinali: 14.8 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)
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 [cm²] 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	4204	821	4213	10045	12.235	25.0	0.22	0.71	20.1 (3.9)
2	S	892	-148	892	-9735	65.779	4.9	0.21	0.70	20.1 (3.9)
3	S	2392	686	2390	9875	14.395	25.1	0.21	0.71	20.1 (3.9)
4	S	2395	-51	2390	-9875	193.628	4.9	0.21	0.71	20.1 (3.9)
5	S	892	-148	892	-9735	65.779	4.9	0.21	0.70	20.1 (3.9)
6	S	4595	352	4592	10080	28.637	25.0	0.22	0.71	20.1 (3.9)

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.)



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)**

OPERE CIVILI

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 2	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RS3T	30	D26CL	IF 0000 002	B	35 di 70

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	30.0	-0.00126	23.2	-0.01275	6.8
2	0.00350	0.0	-0.00136	6.8	-0.01307	23.2
3	0.00350	30.0	-0.00131	23.2	-0.01292	6.8
4	0.00350	0.0	-0.00131	6.8	-0.01292	23.2
5	0.00350	0.0	-0.00136	6.8	-0.01307	23.2
6	0.00350	30.0	-0.00125	23.2	-0.01271	6.8

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	7.6	30.0	0.0	19.5	-139	23.2	6.5	652	10.1	21.6
2	S	0.9	30.0	0.0	0.0	4	23.2	0.0	0	0.0	0.0
3	S	6.6	30.0	0.0	20.0	-130	23.2	6.7	666	10.1	21.6
4	S	2.4	30.0	0.0	5.2	2	23.2	1.8	178	10.1	21.6
5	S	0.9	30.0	0.0	0.0	4	23.2	0.0	0	0.0	0.0
6	S	2.4	30.0	0.0	5.2	2	23.2	1.8	178	10.1	21.6

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	-0.00011	0.00006	0.50	0.60	0.000042 (0.000042)	380	0.016 (0.20)	6268
2	S	0.00000	0.00001	----	----	----	----	----	0
3	S	-0.00010	0.00005	0.50	0.60	0.000039 (0.000039)	384	0.015 (0.20)	6093
4	S	0.00000	0.00002	0.50	0.60	0.000001 (0.000001)	252	0.000 (0.20)	17469
5	S	0.00000	0.00001	----	----	----	----	----	0
6	S	0.00000	0.00002	0.50	0.60	0.000001 (0.000001)	252	0.000 (0.20)	17469

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	6.6	30.0	0.0	20.0	-130	23.2	6.7	666	10.1	21.6



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)**

OPERE CIVILI

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 2

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D26CL	IF 0000 002	B	36 di 70

2	S	0.9	30.0	0.0	0.0	4	23.2	0.0	0	0.0	0.0
3	S	6.6	30.0	0.0	20.0	-130	23.2	6.7	666	10.1	21.6
4	S	1.6	30.0	0.0	0.5	5	23.2	0.2	17	10.1	21.6
5	S	0.9	30.0	0.0	0.0	4	23.2	0.0	0	0.0	0.0
6	S	1.6	30.0	0.0	0.5	5	23.2	0.2	17	10.1	21.6

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

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00010	0.00005	0.50	0.60	0.000039 (0.000039)	384	0.015 (0.20)	6093
2	S	0.00000	0.00001	---	---	---	---	---	0
3	S	-0.00010	0.00005	0.50	0.60	0.000039 (0.000039)	384	0.015 (0.20)	6093
4	S	0.00000	0.00001	0.50	0.60	0.000002 (0.000002)	209	0.000 (0.20)	142413
5	S	0.00000	0.00001	---	---	---	---	---	0
6	S	0.00000	0.00001	0.50	0.60	0.000002 (0.000002)	209	0.000 (0.20)	142413

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	8.1	30.0	0.0	20.8	-184	23.2	6.9	692	10.1	21.6
2	S	0.6	0.0	0.2	30.0	5	6.8	0.0	0	0.0	0.0
3	S	8.1	30.0	0.0	20.8	-184	23.2	6.9	692	10.1	21.6
4	S	1.0	30.0	0.7	0.0	11	23.2	0.0	0	0.0	0.0
5	S	0.6	0.0	0.2	30.0	5	6.8	0.0	0	0.0	0.0
6	S	1.0	30.0	0.7	0.0	11	23.2	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	-0.00014	0.00006	0.50	0.40	0.000055 (0.000055)	391	0.022 (0.20)	5757
2	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0
3	S	-0.00014	0.00006	0.50	0.40	0.000055 (0.000055)	391	0.022 (0.20)	5757
4	S	0.00001	0.00001	---	---	---	---	---	0
5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0
6	S	0.00001	0.00001	---	---	---	---	---	0

VERIFICA A TAGLIO

Verifica elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

È consentito l'impiego di solai, piastre e membrature a comportamento analogo, sprovviste di armature trasversali resistenti a taglio. La resistenza a taglio V_{Rd} di tali elementi deve essere valutata, utilizzando formule di comprovata affidabilità, sulla base della resistenza a trazione del cls.

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

$$V_{Rd} = \left\{ \frac{0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

Sollecitazioni Agenti:

V_{Ed}	15.39 kN
N_{Ed}	0 kN

Calcestruzzo

C30/37

R_{ck}	37 N/mm ²
f_{ck}	30.71 N/mm ²
f_{cd}	17.40 N/mm ²

Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo

Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo

γ_c	1.5
------------	-----

Altezza sezione

h	300 mm
-----	--------

Copriferro

c	6.8 mm
-----	--------

Larghezza minima della sezione (in mm)

b_w	1000 mm
-------	---------

Altezza utile della sezione (in mm)

d	293.2 mm
-----	----------

Area Calcestruzzo

A_c	300000 mm ²
-------	------------------------

Armatura longitudinale tesa

n 5

\emptyset	16 mm
-------------	-------

A_{sl}	1004.8 mm ²
----------	------------------------

Rapporto geometrico di armatura longitudinale

ρ_1	0.0034 ≤ 0.02	ok
----------	---------------	----

Tensione media di compressione nella sezione

σ_{cp}	0.0000 ≤ 0.2 f_{cd}	ok
---------------	-----------------------	----

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

k	1.83 ≤ 2	ok
-----	----------	----

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

v_{\min}	0.29
------------	------

V_{Rd}	140.79 kN
----------	-----------

Verifica:

$$V_{Rd} > V_{Ed}$$

VERIFICATA

La verifica risulta soddisfatta, pertanto non è necessario l'impiego di armatura a taglio.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
 NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)

OPERE CIVILI

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 2

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D26CL	IF 0000 002	B	38 di 70

11.1.2 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: Rettangolare
 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
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:	5Ø16	(10.1 cm ²)
Barre superiori:	5Ø16	(10.1 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	6.8	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	6.8	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	2200	648	0	0
2	1413	-57	0	0
3	2200	648	0	0
4	2754	-8	0	0



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)**

OPERE CIVILI

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 2

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D26CL	IF 0000 002	B	39 di 70

5	1413	-57	0	0
6	2754	-8	0	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 14.8 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)
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	2200	648	2194	8459	13.054	23.1	0.30	0.81	10.1 (3.9)
2	S	1413	-57	1424	-8375	146.931	6.8	0.29	0.81	10.1 (3.9)
3	S	2200	648	2194	8459	13.054	23.1	0.30	0.81	10.1 (3.9)
4	S	2754	-8	2781	-8523	1065.404	6.9	0.30	0.81	10.1 (3.9)
5	S	1413	-57	1424	-8375	146.931	6.8	0.29	0.81	10.1 (3.9)
6	S	2754	-8	2781	-8523	1065.404	6.9	0.30	0.81	10.1 (3.9)

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	0.00082	30.0	0.00001	23.2	-0.00196	6.8
2	0.00081	0.0	0.00000	6.8	-0.00196	23.2
3	0.00082	30.0	0.00001	23.2	-0.00196	6.8
4	0.00083	0.0	0.00001	6.8	-0.00196	23.2
5	0.00081	0.0	0.00000	6.8	-0.00196	23.2
6	0.00083	0.0	0.00001	6.8	-0.00196	23.2

VERIFICA A TAGLIO

Verifica elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

È consentito l'impiego di solai, piastre e membrature a comportamento analogo, sprovviste di armature trasversali resistenti a taglio. La resistenza a taglio V_{Rd} di tali elementi deve essere valutata, utilizzando formule di comprovata affidabilità, sulla base della resistenza a trazione del cls.

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

$$V_{Rd} = \left\{ \frac{0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

Sollecitazioni Agenti:

V_{Ed} 17.17 kN

N_{Ed} 0 kN

Calcestruzzo

C30/37

R_{ck} 37 N/mm²

f_{ck} 30.71 N/mm²

Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo

f_{cd} 17.40 N/mm²

Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo

γ_c 1.5

Altezza sezione

h 300 mm

Copriferro

c 6.8 mm

Larghezza minima della sezione (in mm)

b_w 1000 mm

Altezza utile della sezione (in mm)

d 293.2 mm

Area Calcestruzzo

A_c 300000 mm²

Armatura longitudinale tesa

n 5

\emptyset 16 mm

A_{sl} 1004.8 mm²

Rapporto geometrico di armatura longitudinale

ρ_1 0.0034 ≤ 0.02 **ok**

Tensione media di compressione nella sezione

σ_{cp} 0.0000 ≤ 0.2 f_{cd} **ok**

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

k 1.83 ≤ 2 **ok**

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

v_{\min} 0.29

V_{Rd} 140.79 kN

Verifica:

$V_{Rd} > V_{Ed}$

VERIFICATA

La verifica risulta soddisfatta, pertanto non è necessario l'impiego di armatura a taglio.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
 NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)

OPERE CIVILI

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 2

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D26CL	IF 0000 002	B	41 di 70

11.1.3 Riepilogo verifiche

VERIFICA A PRESSOFLESSIONE					
ARMATURA	SOLLECITAZIONI DI PROGETTO		SOLLECITAZIONI RESISTENTI		FS
	N_{ED} (KN)	M_{ED} (KNm)	N_{RES} (KN)	M_{RES} (KNm)	
5+5 Φ 16	42.04	8.21	42.13	100.45	12.23

VERIFICA A TAGLIO			
V_{ED} (KN)	V_{RD} (KN)	FS	ARMATURA A TAGLIO
17.17	140.79	8.19	NO

VERIFICA A FESSURAZIONE		
Mfess (KNm)	Apertura fessure (mm)	Apertura limite (mm)
62.68	0.016	0.2

TENSIONI MASSIME AMMISSIBILI MATERIALI			
$S_{C_{MAX}}$ cls	$S_{C_{LIM}}$ (KN/m ²) cls	$S_{f_{MIN}}$ (KN/m ²) acciaio	$S_{f_{LIM}}$ (KN/m ²) acciaio
0.066	1.65	1.3	33.75

Verifiche soletta inferiore

SLV			P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
			KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	SLV	-24.22	-18.37	6.21	11	0.20	sis1_nl
M3	min		-24.22	2.02	-8.76	5	0.20	sis1_nl
V2	max		-19.04	14.24	-6.19	3	0.20	sis2_nl
V2	min		-24.22	-20.37	2.34	11	0.00	sis1_nl
P	max		-19.04	12.24	-3.54	3	0.00	sis2_nl
P	min		-24.22	11.26	-4.84	3	0.00	sis1_nl

SLU			P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
			KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	SLU	-21.09	-15.08	5.88	11	0.20	slu3_nl
M3	min		-19.29	2.77	-14.59	6	0.20	slu2_nl
V2	max		-19.29	26.84	-9.09	3	0.20	slu2_nl
V2	min		-19.29	-32.03	-2.11	11	0.00	slu2_nl
P	max		-18.87	19.94	-3.93	3	0.00	slu7_nl
P	min		-21.51	13.13	-4.61	3	0.00	slu6_nl

SLE - RARA			P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
			KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	SLE RAR	-16.82	-16.96	3.64	11	0.20	rar2_nl
M3	min		-16.67	1.39	-10.35	6	0.20	rar1_nl
V2	max		-16.67	18.87	-6.75	3	0.20	rar1_nl
V2	min		-16.67	-23.17	-0.99	11	0.00	rar1_nl
P	max		-15.01	12.84	-2.78	3	0.00	rar4_nl
P	min		-16.82	12.66	-2.98	3	0.00	rar2_nl

SLE - FREQUENTE			P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
			KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	SLE FRE	-16.82	-16.96	3.64	11	0.20	fre1_nl
M3	min		-16.82	4.78	-8.18	5	0.20	fre1_nl
V2	max		-7.73	15.55	-4.87	3	0.20	fre3_nl
V2	min		-16.82	-18.96	0.05	11	0.00	fre1_nl
P	max		-7.73	13.55	-1.96	3	0.00	fre3_nl
P	min		-16.82	12.66	-2.98	3	0.00	fre1_nl

SLE - Q.P.			P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
			KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	SLE QPE	-21.65	-18.05	5.63	11	0.20	qpe2_nl
M3	min		-21.65	2.62	-8.65	5	0.20	qpe2_nl
V2	max		-16.82	14.66	-5.71	3	0.20	qpe1_nl
V2	min		-21.65	-20.05	1.82	11	0.00	qpe2_nl
P	max		-16.82	12.66	-2.98	3	0.00	qpe1_nl
P	min		-21.65	11.58	-4.45	3	0.00	qpe2_nl



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)

OPERE CIVILI

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 2

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D26CL	IF 0000 002	B	43 di 70

11.1.4 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 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
	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:	40.0	cm
Barre inferiori:	5Ø16	(10.1 cm ²)
Barre superiori:	5Ø16	(10.1 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	6.8	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	6.8	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



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)**

OPERE CIVILI

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 2

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D26CL	IF 0000 002	B	44 di 70

MT	Momento torcente [daN m]			
N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	2109	588	0	0
2	1929	-1459	0	0
3	1929	-909	0	0
4	1929	-211	0	0
5	1887	-393	0	0
6	2151	-461	0	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	1682	364
2	1667	-1035
3	1667	-675
4	1667	-99
5	1501	-278
6	1682	-298

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

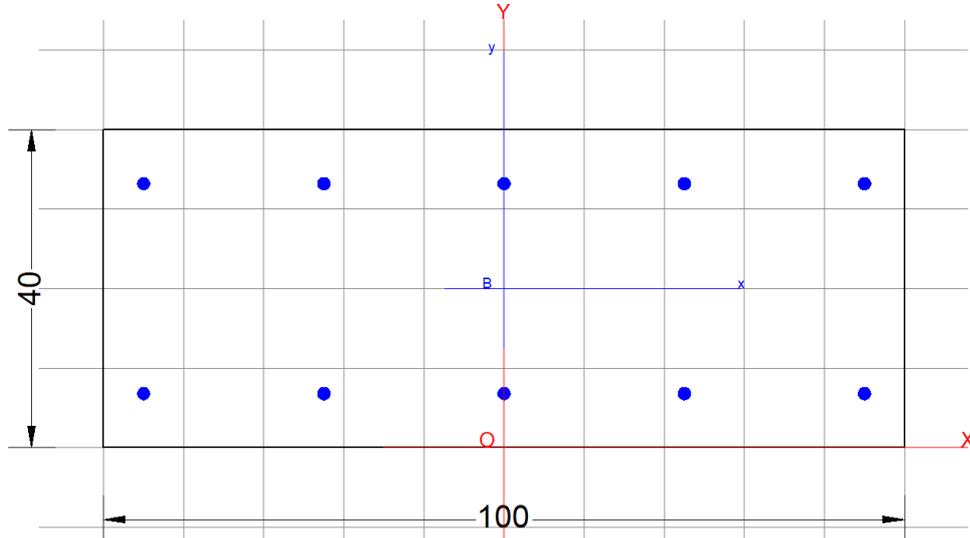
N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	1682	364 (12396)
2	1682	-818 (-9879)
3	773	-487 (-9525)
4	1682	5 (0)
5	773	-196 (-11615)
6	1682	-298 (-13800)

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	2165	563 (11509)
2	2165	-865 (-10241)
3	1682	-571 (-10627)
4	2165	182 (44735)
5	1682	-298 (-13800)
6	2165	-445 (-12705)



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 20.9 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)
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 [cm²] 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	2109	588	2100	13887	23.617	35.1	0.15	0.70	20.1 (5.6)
2	S	1929	-1459	1922	-13861	9.500	4.9	0.15	0.70	20.1 (5.6)
3	S	1929	-909	1922	-13861	15.249	4.9	0.15	0.70	20.1 (5.6)
4	S	1929	-211	1922	-13861	65.693	4.9	0.15	0.70	20.1 (5.6)
5	S	1887	-393	1862	-13853	35.248	4.9	0.15	0.70	20.1 (5.6)
6	S	2151	-461	2160	-13895	30.142	4.9	0.15	0.70	20.1 (5.6)

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.)



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)**

OPERE CIVILI

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 2	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RS3T	30	D26CL	IF 0000 002	B	46 di 70

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	40.0	-0.00132	33.2	-0.02004	6.8
2	0.00350	0.0	-0.00133	6.8	-0.02007	33.2
3	0.00350	0.0	-0.00133	6.8	-0.02007	33.2
4	0.00350	0.0	-0.00133	6.8	-0.02007	33.2
5	0.00350	0.0	-0.00133	6.8	-0.02008	33.2
6	0.00350	0.0	-0.00132	6.8	-0.02004	33.2

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	2.4	40.0	0.0	24.5	-42	33.2	8.2	816	10.1	21.6
2	S	7.7	0.0	0.0	10.5	-257	6.8	9.9	993	10.1	21.6
3	S	4.9	0.0	0.0	11.7	-140	6.8	9.5	953	10.1	21.6
4	S	0.7	0.0	0.0	40.0	2	6.8	0.0	178	0.0	0.0
5	S	1.7	0.0	0.0	20.3	-23	6.8	7.4	740	10.1	21.6
6	S	1.8	0.0	0.0	20.9	-23	6.8	7.2	718	10.1	21.6

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 (compressione: 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	-0.00003	0.00002	0.50	0.60	0.000013 (0.000013)	425	0.005 (0.20)	12396
2	S	-0.00017	0.00006	0.50	0.60	0.000077 (0.000077)	473	0.037 (0.20)	-9542
3	S	-0.00009	0.00004	0.50	0.60	0.000042 (0.000042)	462	0.019 (0.20)	-10213
4	S	0.00001	0.00000	----	----	----	----	----	0
5	S	-0.00002	0.00001	0.50	0.60	0.000007 (0.000007)	404	0.003 (0.20)	-13435
6	S	-0.00002	0.00001	0.50	0.60	0.000007 (0.000007)	398	0.003 (0.20)	-13800

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	2.4	40.0	0.0	24.5	-42	33.2	8.2	816	10.1	21.6
2	S	6.0	0.0	0.0	11.1	-186	6.8	9.7	974	10.1	21.6
3	S	3.6	0.0	0.0	10.5	-122	6.8	9.9	994	10.1	21.6



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)**

OPERE CIVILI

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 2

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D26CL	IF 0000 002	B	47 di 70

4	S	0.4	40.0	0.4	0.0	6	33.2	0.0	17	0.0	0.0
5	S	1.2	0.0	0.0	17.3	-27	6.8	8.5	854	10.1	21.6
6	S	1.8	0.0	0.0	20.9	-23	6.8	7.2	718	10.1	21.6

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

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00003	0.00002	0.50	0.60	0.000013 (0.000013)	425	0.005 (0.20)	12396
2	S	-0.00012	0.00004	0.50	0.60	0.000056 (0.000056)	467	0.026 (0.20)	-9879
3	S	-0.00008	0.00003	0.50	0.60	0.000036 (0.000036)	473	0.017 (0.20)	-9525
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0
5	S	-0.00002	0.00001	0.50	0.60	0.000008 (0.000008)	435	0.003 (0.20)	-11615
6	S	-0.00002	0.00001	0.50	0.60	0.000007 (0.000007)	398	0.003 (0.20)	-13800

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	3.9	40.0	0.0	26.2	-82	33.2	8.7	873	10.1	21.6
2	S	6.3	0.0	0.0	11.8	-178	6.8	9.5	952	10.1	21.6
3	S	4.1	0.0	0.0	12.5	-106	6.8	9.3	928	10.1	21.6
4	S	1.1	40.0	0.0	3.8	1	33.2	1.5	152	10.1	21.6
5	S	1.8	0.0	0.0	20.9	-23	6.8	7.2	718	10.1	21.6
6	S	2.9	0.0	0.0	16.4	-47	6.8	8.0	797	10.1	21.6

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	-0.00006	0.00003	0.50	0.40	0.000025 (0.000025)	440	0.011 (0.20)	11509
2	S	-0.00012	0.00005	0.50	0.40	0.000053 (0.000053)	461	0.025 (0.20)	-10241
3	S	-0.00007	0.00003	0.50	0.40	0.000032 (0.000032)	455	0.014 (0.20)	-10627
4	S	0.00000	0.00001	0.50	0.40	0.000000 (0.000000)	245	0.000 (0.20)	44735
5	S	-0.00002	0.00001	0.50	0.40	0.000007 (0.000007)	398	0.003 (0.20)	-13800
6	S	-0.00003	0.00002	0.50	0.40	0.000014 (0.000014)	420	0.006 (0.20)	-12705

VERIFICA A TAGLIO

Verifica elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

È consentito l'impiego di solai, piastre e membrature a comportamento analogo, sprovviste di armature trasversali resistenti a taglio. La resistenza a taglio V_{Rd} di tali elementi deve essere valutata, utilizzando formule di comprovata affidabilità, sulla base della resistenza a trazione del cls.

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

$$V_{Rd} = \left\{ \frac{0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

Sollecitazioni Agenti:

V_{Ed}	26.84 kN
N_{Ed}	0 kN

Calcestruzzo

C30/37

R_{ck}	37 N/mm ²
f_{ck}	30.71 N/mm ²
f_{cd}	17.40 N/mm ²

Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo

Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo

γ_c	1.5
------------	-----

Altezza sezione

h	400 mm
-----	--------

Copriferro

c	68 mm
-----	-------

Larghezza minima della sezione (in mm)

b_w	1000 mm
-------	---------

Altezza utile della sezione (in mm)

d	332 mm
-----	--------

Area Calcestruzzo

A_c	400000 mm ²
-------	------------------------

Armatura longitudinale tesa

n 5

\emptyset	16 mm
-------------	-------

A_{sl}	1004.8 mm ²
----------	------------------------

Rapporto geometrico di armatura longitudinale

ρ_1	0.0030 ≤ 0.02	ok
----------	---------------	----

Tensione media di compressione nella sezione

σ_{cp}	0.0000 ≤ 0.2 f_{cd}	ok
---------------	-----------------------	----

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

k	1.78 ≤ 2	ok
-----	----------	----

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

v_{\min}	0.28
------------	------

V_{Rd}	148.78 kN
----------	-----------

Verifica:

$$V_{Rd} > V_{Ed}$$

VERIFICATA

La verifica risulta soddisfatta, pertanto non è necessario l'impiego di armatura a taglio.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
 NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)

OPERE CIVILI

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 2

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D26CL	IF 0000 002	B	49 di 70

11.1.5 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:	Rettangolare
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
	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:	40.0	cm
Barre inferiori:	5Ø16	(10.1 cm ²)
Barre superiori:	5Ø16	(10.1 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	6.8	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	6.8	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	2422	621	0	0
2	2422	-876	0	0
3	1904	-619	0	0
4	2422	234	0	0
5	1904	-354	0	0
6	2422	-484	0	0



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
 NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)
 OPERE CIVILI

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 2	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RS3T	30	D26CL	IF 0000 002	B	50 di 70

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.2 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 20.9 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	2422	621	2416	12286	19.784	31.8	0.25	0.75	10.1 (5.6)
2	S	2422	-876	2416	-12286	14.025	8.2	0.25	0.75	10.1 (5.6)
3	S	1904	-619	1914	-12208	19.722	8.1	0.24	0.75	10.1 (5.6)
4	S	2422	234	2416	12286	52.503	31.8	0.25	0.75	10.1 (5.6)
5	S	1904	-354	1914	-12208	34.485	8.1	0.24	0.75	10.1 (5.6)
6	S	2422	-484	2416	-12286	25.384	8.2	0.25	0.75	10.1 (5.6)

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	0.00064	40.0	0.00011	33.2	-0.00196	6.8
2	0.00064	0.0	0.00011	6.8	-0.00196	33.2
3	0.00063	0.0	0.00010	6.8	-0.00196	33.2
4	0.00064	40.0	0.00011	33.2	-0.00196	6.8
5	0.00063	0.0	0.00010	6.8	-0.00196	33.2
6	0.00064	0.0	0.00011	6.8	-0.00196	33.2

VERIFICA A TAGLIO

Verifica elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

È consentito l'impiego di solai, piastre e membrature a comportamento analogo, sprovviste di armature trasversali resistenti a taglio. La resistenza a taglio V_{Rd} di tali elementi deve essere valutata, utilizzando formule di comprovata affidabilità, sulla base della resistenza a trazione del cls.

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

$$V_{Rd} = \left\{ \frac{0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

Sollecitazioni Agenti:

V_{Ed}	20.37 kN
N_{Ed}	0 kN

Calcestruzzo

C30/37

R_{ck}	37 N/mm ²
f_{ck}	30.71 N/mm ²
f_{cd}	17.40 N/mm ²

Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo

Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo

γ_c	1.5
------------	-----

Altezza sezione

h	400 mm
-----	--------

Copriferro

c	68 mm
-----	-------

Larghezza minima della sezione (in mm)

b_w	1000 mm
-------	---------

Altezza utile della sezione (in mm)

d	332 mm
-----	--------

Area Calcestruzzo

A_c	400000 mm ²
-------	------------------------

Armatura longitudinale tesa

n 5

\emptyset	16 mm
-------------	-------

A_{sl}	1004.8 mm ²
----------	------------------------

Rapporto geometrico di armatura longitudinale

ρ_1	0.0030 ≤ 0.02	ok
----------	---------------	----

Tensione media di compressione nella sezione

σ_{cp}	0.0000 ≤ 0.2 f_{cd}	ok
---------------	-----------------------	----

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

k	1.78 ≤ 2	ok
-----	----------	----

$$v_{\min} = 0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$$

v_{\min}	0.28
------------	------

V_{Rd}	148.78 kN
----------	-----------

Verifica:

$$V_{Rd} > V_{Ed}$$

VERIFICATA

La verifica risulta soddisfatta, pertanto non è necessario l'impiego di armatura a taglio.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
 NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)

OPERE CIVILI

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 2

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D26CL	IF 0000 002	B	52 di 70

11.1.6 Riepilogo verifiche

VERIFICA A PRESSOFLESSIONE					
ARMATURA	SOLLECITAZIONI DI PROGETTO		SOLLECITAZIONI RESISTENTI		FS
	N_{ED} (KN)	M_{ED} (KNm)	N_{RES} (KN)	M_{RES} (KNm)	
5+5 Φ 16	19.29	14.59	19.22	138.61	9.5

VERIFICA A TAGLIO			
V_{ED} (KN)	V_{RD} (KN)	FS	ARMATURA A TAGLIO
26.84	148.78	5.54	NO

VERIFICA A FESSURAZIONE		
Mfess (KNm)	Apertura fessure (mm)	Apertura limite (mm)
186.31	0.037	0.2

TENSIONI MASSIME AMMISSIBILI MATERIALI			
$S_{c_{MAX}}$ cls	$S_{c_{LIM}}$ (KN/m ²) cls	$S_{f_{MIN}}$ (KN/m ²) acciaio	$S_{f_{LIM}}$ (KN/m ²) acciaio
0.06	1.65	1.86	33.75

11.2 Verifica soletta superiore

SLV			P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
			KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	SLV	-3.31	1.14	5.63	1	1.32	sis2_nl
M3	min		-5.08	-18.16	-6.27	1	0.00	sis1_nl
V2	max		-3.31	13.46	-0.80	1	2.20	sis2_nl
V2	min		-5.08	-18.16	-6.27	1	0.00	sis1_nl
P	max		-3.31	-17.33	-5.06	1	0.00	sis2_nl
P	min		-5.08	-18.16	-6.27	1	0.00	sis1_nl

SLU			P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
			KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	SLU	-3.21	4.32	11.59	1	1.32	slu2_nl
M3	min		-3.21	-33.30	-7.54	1	0.00	slu2_nl
V2	max		-3.21	29.39	-3.24	1	2.20	slu2_nl
V2	min		-3.21	-33.30	-7.54	1	0.00	slu2_nl
P	max		-0.19	-18.05	-6.44	1	0.00	slu1_nl
P	min		-3.63	-29.45	-7.06	1	0.00	slu7_nl

SLE - RARA			P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
			KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	SLE RAR	-2.70	2.82	8.08	1	1.32	rar1_nl
M3	min		-2.70	-23.58	-5.62	1	0.00	rar1_nl
V2	max		-2.70	20.42	-2.14	1	2.20	rar1_nl
V2	min		-2.70	-23.58	-5.62	1	0.00	rar1_nl
P	max		-2.28	-16.88	-4.36	1	0.00	rar4_nl
P	min		-2.70	-23.58	-5.62	1	0.00	rar1_nl

SLE - FREQUENTE			P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
			KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	SLE FRE	-1.18	2.01	5.89	1	1.32	fre3_nl
M3	min		-2.55	-16.98	-4.54	1	0.00	fre1_nl
V2	max		-1.18	14.33	-1.30	1	2.20	fre3_nl
V2	min		-2.55	-16.98	-4.54	1	0.00	fre1_nl
P	max		-1.18	-16.46	-3.64	1	0.00	fre3_nl
P	min		-2.55	-16.98	-4.54	1	0.00	fre1_nl

SLE - Q.P.			P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
			KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	SLE QPE	-2.55	1.50	5.67	1	1.32	qpe1_nl
M3	min		-4.55	-17.94	-5.91	1	0.00	qpe2_nl
V2	max		-2.55	13.82	-1.06	1	2.20	qpe1_nl
V2	min		-4.55	-17.94	-5.91	1	0.00	qpe2_nl
P	max		-2.55	-16.98	-4.54	1	0.00	qpe1_nl
P	min		-4.55	-17.94	-5.91	1	0.00	qpe2_nl



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)

OPERE CIVILI

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 2

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D26CL	IF 0000 002	B	54 di 70

11.2.1 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 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
	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:	5Ø16	(10.1 cm ²)
Barre superiori:	5Ø16	(10.1 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	6.8	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	6.8	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



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)**

OPERE CIVILI

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 2

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D26CL	IF 0000 002	B	55 di 70

MT	Momento torcente [daN m]			
N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	321	1159	0	0
2	321	-754	0	0
3	321	-324	0	0
4	321	-754	0	0
5	19	-644	0	0
6	363	-706	0	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	270	808
2	270	-562
3	270	-214
4	270	-562
5	228	-436
6	270	-562

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

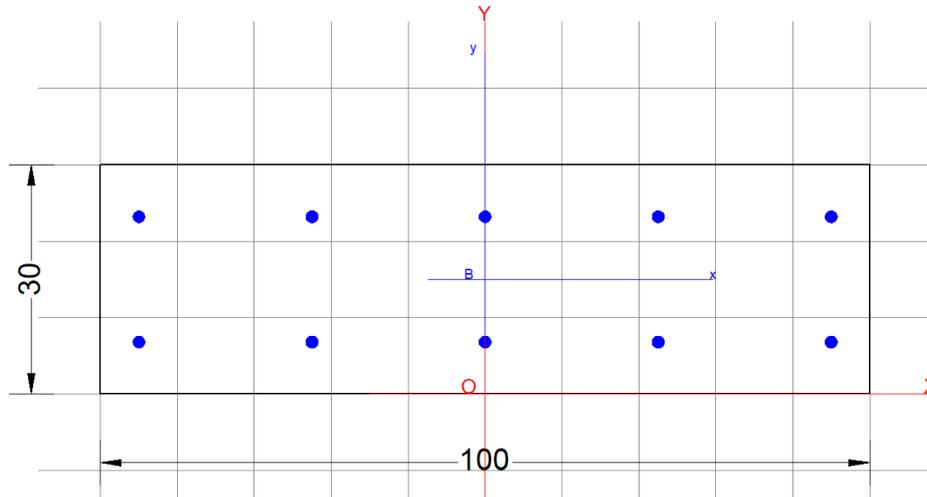
N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	118	589 (4790)
2	255	-454 (-4878)
3	118	-130 (-4965)
4	255	-454 (-4878)
5	118	-364 (-4819)
6	255	-454 (-4878)

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	255	567 (4850)
2	455	-591 (-4930)
3	255	-106 (-5383)
4	455	-591 (-4930)
5	255	-454 (-4878)
6	455	-591 (-4930)



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 14.8 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)
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 [cm²] 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	321	1159	333	9683	8.355	25.1	0.21	0.70	20.1 (3.9)
2	S	321	-754	333	-9683	12.842	4.9	0.21	0.70	20.1 (3.9)
3	S	321	-324	333	-9683	29.886	4.9	0.21	0.70	20.1 (3.9)
4	S	321	-754	333	-9683	12.842	4.9	0.21	0.70	20.1 (3.9)
5	S	19	-644	31	-9655	14.992	4.9	0.21	0.70	20.1 (3.9)
6	S	363	-706	376	-9687	13.721	4.9	0.21	0.70	20.1 (3.9)

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
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 2

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D26CL	IF 0000 002	B	57 di 70

1	0.00350	30.0	-0.00137	23.2	-0.01312	6.8
2	0.00350	0.0	-0.00137	6.8	-0.01312	23.2
3	0.00350	0.0	-0.00137	6.8	-0.01312	23.2
4	0.00350	0.0	-0.00137	6.8	-0.01312	23.2
5	0.00350	0.0	-0.00138	6.8	-0.01315	23.2
6	0.00350	0.0	-0.00137	6.8	-0.01312	23.2

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	11.0	30.0	0.0	22.9	-371	23.2	7.6	762	10.1	21.6
2	S	7.8	0.0	0.0	7.4	-254	6.8	7.6	759	10.1	21.6
3	S	2.8	0.0	0.0	9.6	-87	6.8	7.4	740	10.1	21.6
4	S	7.8	0.0	0.0	7.4	-254	6.8	7.6	759	10.1	21.6
5	S	6.0	0.0	0.0	7.4	-196	6.8	7.6	759	10.1	21.6
6	S	7.8	0.0	0.0	7.4	-254	6.8	7.6	759	10.1	21.6

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	-0.00026	0.00008	0.50	0.60	0.000111 (0.000111)	410	0.046 (0.20)	4822
2	S	-0.00018	0.00006	0.50	0.60	0.000076 (0.000076)	409	0.031 (0.20)	-4858
3	S	-0.00006	0.00002	0.50	0.60	0.000026 (0.000026)	404	0.010 (0.20)	-5058
4	S	-0.00018	0.00006	0.50	0.60	0.000076 (0.000076)	409	0.031 (0.20)	-4858
5	S	-0.00014	0.00004	0.50	0.60	0.000059 (0.000059)	409	0.024 (0.20)	-4868
6	S	-0.00018	0.00006	0.50	0.60	0.000076 (0.000076)	409	0.031 (0.20)	-4858

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	8.0	30.0	0.0	22.9	-275	23.2	7.6	764	10.1	21.6
2	S	6.3	0.0	0.0	7.4	-203	6.8	7.6	758	10.1	21.6



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)**

OPERE CIVILI

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 2

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D26CL	IF 0000 002	B	58 di 70

3	S	1.8	0.0	0.0	9.3	-55	6.8	7.5	747	10.1	21.6
4	S	6.3	0.0	0.0	7.4	-203	6.8	7.6	758	10.1	21.6
5	S	5.0	0.0	0.0	9.0	-165	6.8	7.6	758	10.1	21.6
6	S	6.3	0.0	0.0	7.4	-203	6.8	7.6	758	10.1	21.6

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

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00020	0.00006	0.50	0.60	0.000082 (0.000082)	411	0.034 (0.20)	4790
2	S	-0.00014	0.00005	0.50	0.60	0.000061 (0.000061)	409	0.025 (0.20)	-4878
3	S	-0.00004	0.00001	0.50	0.60	0.000017 (0.000017)	406	0.007 (0.20)	-4965
4	S	-0.00014	0.00005	0.50	0.60	0.000061 (0.000061)	409	0.025 (0.20)	-4878
5	S	-0.00012	0.00004	0.50	0.60	0.000050 (0.000050)	409	0.020 (0.20)	-4819
6	S	-0.00014	0.00005	0.50	0.60	0.000061 (0.000061)	409	0.025 (0.20)	-4878

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	7.7	30.0	0.0	22.8	-257	23.2	7.6	760	10.1	21.6
2	S	8.1	0.0	0.0	7.5	-258	6.8	7.5	754	10.1	21.6
3	S	1.3	0.0	0.0	10.4	-37	6.8	7.2	715	10.1	21.6
4	S	8.1	0.0	0.0	7.5	-258	6.8	7.5	754	10.1	21.6
5	S	6.3	0.0	0.0	7.4	-203	6.8	7.6	758	10.1	21.6
6	S	8.1	0.0	0.0	7.5	-258	6.8	7.5	754	10.1	21.6

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	-0.00018	0.00006	0.50	0.40	0.000077 (0.000077)	410	0.032 (0.20)	4850
2	S	-0.00018	0.00006	0.50	0.40	0.000077 (0.000077)	408	0.032 (0.20)	-4930
3	S	-0.00003	0.00001	0.50	0.40	0.000011 (0.000011)	397	0.004 (0.20)	-5383
4	S	-0.00018	0.00006	0.50	0.40	0.000077 (0.000077)	408	0.032 (0.20)	-4930
5	S	-0.00014	0.00005	0.50	0.40	0.000061 (0.000061)	409	0.025 (0.20)	-4878
6	S	-0.00018	0.00006	0.50	0.40	0.000077 (0.000077)	408	0.032 (0.20)	-4930

VERIFICA A TAGLIO

Verifica elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

È consentito l'impiego di solai, piastre e membrature a comportamento analogo, sprovviste di armature trasversali resistenti a taglio. La resistenza a taglio V_{Rd} di tali elementi deve essere valutata, utilizzando formule di comprovata affidabilità, sulla base della resistenza a trazione del cls.

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

$$V_{Rd} = \left\{ \frac{0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

Sollecitazioni Agenti:

V_{Ed}	33.3 kN
N_{Ed}	0 kN

Calcestruzzo

C30/37

R_{ck}	37 N/mm ²
f_{ck}	30.71 N/mm ²
f_{cd}	17.40 N/mm ²

Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo

Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo

γ_c	1.5
------------	-----

Altezza sezione

h	300 mm
-----	--------

Copriferro

c	68 mm
-----	-------

Larghezza minima della sezione (in mm)

b_w	1000 mm
-------	---------

Altezza utile della sezione (in mm)

d	232 mm
-----	--------

Area Calcestruzzo

A_c	300000 mm ²
-------	------------------------

Armatura longitudinale tesa

n 5

\emptyset	16 mm
-------------	-------

A_{sl}	1004.8 mm ²
----------	------------------------

Rapporto geometrico di armatura longitudinale

ρ_1	0.0043 ≤ 0.02	ok
----------	---------------	----

Tensione media di compressione nella sezione

σ_{cp}	0.0000 ≤ 0.2 f_{cd}	ok
---------------	-----------------------	----

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

k	1.93 ≤ 2	ok
-----	----------	----

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

v_{\min}	0.30
------------	------

V_{Rd}	127.21 kN
----------	-----------

La verifica risulta soddisfatta, pertanto non è necessario l'impiego di armatura a taglio.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
 NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)

OPERE CIVILI

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 2

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D26CL	IF 0000 002	B	60 di 70

11.2.2 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:	Rettangolare
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
	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:	5Ø16	(10.1 cm ²)
Barre superiori:	5Ø16	(10.1 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	6.8	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	6.8	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	331	563	0	0
2	508	-627	0	0
3	331	-80	0	0
4	508	-627	0	0
5	331	-506	0	0
6	508	-627	0	0



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
 NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)
 OPERE CIVILI

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 2	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RS3T	30	D26CL	IF 0000 002	B	61 di 70

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.2 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 14.8 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)
 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	331	563	334	8256	14.664	23.3	0.29	0.80	20.1 (3.9)
2	S	508	-627	513	-8276	13.199	6.8	0.29	0.80	20.1 (3.9)
3	S	331	-80	334	-8256	103.200	6.7	0.29	0.80	20.1 (3.9)
4	S	508	-627	513	-8276	13.199	6.8	0.29	0.80	20.1 (3.9)
5	S	331	-506	334	-8256	16.316	6.7	0.29	0.80	20.1 (3.9)
6	S	508	-627	513	-8276	13.199	6.8	0.29	0.80	20.1 (3.9)

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	0.00080	30.0	-0.00001	23.2	-0.00196	6.8
2	0.00080	0.0	0.00000	6.8	-0.00196	23.2
3	0.00080	0.0	-0.00001	6.8	-0.00196	23.2
4	0.00080	0.0	0.00000	6.8	-0.00196	23.2
5	0.00080	0.0	-0.00001	6.8	-0.00196	23.2
6	0.00080	0.0	0.00000	6.8	-0.00196	23.2

VERIFICA A TAGLIO

Verifica elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

È consentito l'impiego di solai, piastre e membrature a comportamento analogo, sprovviste di armature trasversali resistenti a taglio. La resistenza a taglio V_{Rd} di tali elementi deve essere valutata, utilizzando formule di comprovata affidabilità, sulla base della resistenza a trazione del cls.

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

$$V_{Rd} = \left\{ \frac{0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

Sollecitazioni Agenti:

V_{Ed}	18.16 kN
N_{Ed}	0 kN

Calcestruzzo

C30/37

R_{ck}	37 N/mm ²
f_{ck}	30.71 N/mm ²
f_{cd}	17.40 N/mm ²

Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo

Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo

γ_c	1.5
------------	-----

Altezza sezione

h	300 mm
-----	--------

Copriferro

c	68 mm
-----	-------

Larghezza minima della sezione (in mm)

b_w	1000 mm
-------	---------

Altezza utile della sezione (in mm)

d	232 mm
-----	--------

Area Calcestruzzo

A_c	300000 mm ²
-------	------------------------

Armatura longitudinale tesa

n 5

\emptyset	16 mm
-------------	-------

A_{sl}	1004.8 mm ²
----------	------------------------

Rapporto geometrico di armatura longitudinale

ρ_1	0.0043 ≤ 0.02	ok
----------	---------------	----

Tensione media di compressione nella sezione

σ_{cp}	0.0000 ≤ 0.2 f_{cd}	ok
---------------	-----------------------	----

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

k	1.93 ≤ 2	ok
-----	----------	----

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

v_{\min}	0.30
------------	------

V_{Rd}	127.21 kN
----------	-----------

Verifica:

$$V_{Rd} > V_{Ed}$$

VERIFICATA

La verifica risulta soddisfatta, pertanto non è necessario l'impiego di armatura a taglio.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
 NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)
 OPERE CIVILI

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 2	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RS3T	30	D26CL	IF 0000 002	B	63 di 70

11.2.3 Riepilogo verifiche

VERIFICA A PRESSOFLESSIONE					
ARMATURA	SOLLECITAZIONI DI PROGETTO		SOLLECITAZIONI RESISTENTI		FS
	N_{ED} (KN)	M_{ED} (KNm)	N_{RES} (KN)	M_{RES} (KNm)	
5+5 Φ 16	3.21	11.59	3.33	96.83	8.35

VERIFICA A TAGLIO			
V_{ED} (KN)	V_{RD} (KN)	FS	ARMATURA A TAGLIO
33.3	127.21	3.02	NO

VERIFICA A FESSURAZIONE		
Mfess (KNm)	Apertura fessure (mm)	Apertura limite (mm)
49.76	0.032	0.2

TENSIONI MASSIME AMMISSIBILI MATERIALI			
$S_{C_{MAX}}$ cls	$S_{C_{LIM}}$ (KN/m ²) cls	$S_{f_{MIN}}$ (KN/m ²) acciaio	$S_{f_{LIM}}$ (KN/m ²) acciaio
0.08	1.65	2.75	33.75

11.3 Verifiche geotecniche fondazione diretta dello scatolare

Le azioni agenti sulla soletta inferiore sono state determinate dal modello di calcolo SAP2000:

SLV/SLU		P	V2	M3
		KN	KN	KN-m
M3	max	74.53	29.29	181.63
M3	min	74.53	8.92	-0.61
V2	max	74.53	29.29	181.63
V2	min	74.53	8.92	-0.61
P	max	121.74	22.50	67.68
P	min	65.73	25.50	160.34

Condizioni drenate

Fondazioni Dirette Verifica in tensioni efficaci

$$q_{lim} = c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot b_\gamma \cdot g_\gamma$$

D = Profondità del piano di appoggio

e_B = Eccentricità in direzione B ($e_B = M_b/N$)

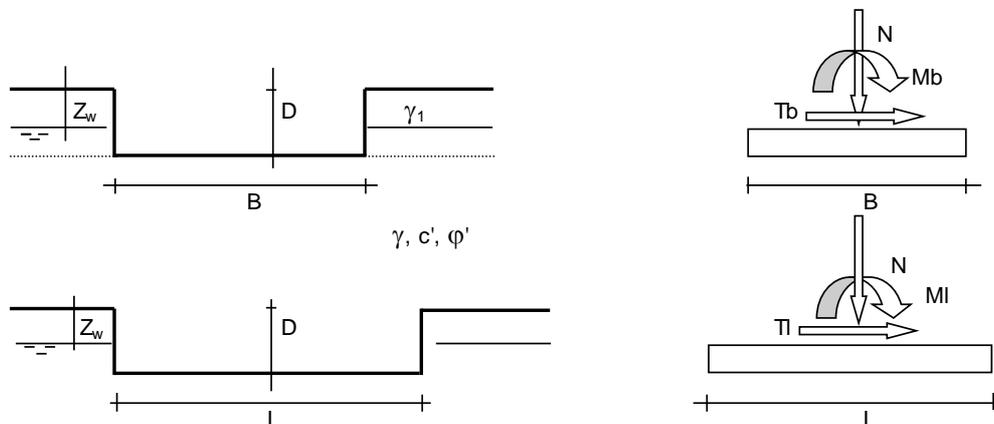
e_L = Eccentricità in direzione L ($e_L = M_l/N$) (per fondazione nastriforme $e_L = 0$; $L^* = L$)

B^* = Larghezza fittizia della fondazione ($B^* = B - 2 \cdot e_B$)

L^* = Lunghezza fittizia della fondazione ($L^* = L - 2 \cdot e_L$)

(per fondazione nastriforme le sollecitazioni agenti sono riferite all'unità di lunghezza)

Metodo di calcolo			coefficienti parziali						
			azioni		proprietà del terreno		resistenze		
			permanenti	temporanee variabili	$\tan \varphi'$	c'	q_{lim}	scorr	
Stato Limite Ultimo	A1+M1+R1	○	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	
	A2+M2+R2	○	1.00	1.30	1.25	1.25	1.80	1.00	
	SISMA	○	1.00	1.00	1.25	1.25	1.80	1.00	
	A1+M1+R3	○	1.30	1.50	1.00	1.00	2.30	1.10	
	SISMA	○	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10	
Tensioni Ammissibili			○	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	3.00
Definiti dal Progettista			⊙	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10



(Per fondazione nastriforme L = 100 m)

B = 2.45 (m)
L = 1.00 (m)
D = 0.40 (m)

AZIONI

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	121.74		121.74
Mb [kNm]	67.68		67.68
MI [kNm]	0.00		0.00
Tb [kN]	22.50		22.50
TI [kN]	0.00		0.00
H [kN]	22.50	0.00	22.50

Peso unità di volume del terreno

γ_1 = 19.00 (kN/mc)
 γ = 19.00 (kN/mc)

Valori caratteristici di resistenza del terreno

c' = 20.00 (kN/mq)
 φ' = 24.50 (°)

Valori di progetto

c' = 20.00 (kN/mq)
 φ' = 24.50 (°)

Profondità della falda

Z_w = 5.00 (m)

e_B = 0.56 (m)
 e_L = 0.00 (m)

B^* = 1.34 (m)
 L^* = 1.00 (m)

q : sovraccarico alla profondità D

q = 7.60 (kN/mq)

γ : peso di volume del terreno di fondazione

γ = 19.00 (kN/mc)

Nc, Nq, Ny : coefficienti di capacità portante

$$Nq = \tan^2(45 + \varphi/2) \cdot e^{(\pi \cdot \tan \varphi)}$$

$$Nq = 10.12$$

$$Nc = (Nq - 1) / \tan \varphi'$$

$$Nc = 20.01$$

$$Ny = 2 \cdot (Nq + 1) \cdot \tan \varphi'$$

$$Ny = 10.13$$

sc, sq, sy : fattori di forma

$$s_c = 1 + B \cdot Nq / (L \cdot Nc)$$

$$s_c = 1.38$$

$$s_q = 1 + B \cdot \tan \varphi' / L$$

$$s_q = 1.34$$

$$s_y = 1 - 0.4 \cdot B / L$$

$$s_y = 0.70$$

ic, iq, iy : fattori di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B / L) / (1 + B / L) = 1.57$$

$$\theta = \arctg(Tb/Tl) = 90.00 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L / B) / (1 + L / B) = 1.43$$

$$m = 1.57 \quad (-)$$

(m=2 nel caso di fondazione nastroforme e
m=(m_bsin²θ+m_lcos²θ) in tutti gli altri casi)

$$i_q = (1 - H / (N + B \cdot L \cdot c' \cdot \cotg \varphi))^{m_1}$$

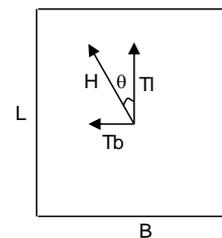
$$i_q = 0.81$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q) / (Nq - 1)$$

$$i_c = 0.79$$

$$i_y = (1 - H / (N + B \cdot L \cdot c' \cdot \cotg \varphi))^{(m+1)}$$

$$i_y = 0.71$$



dc, dq, dy : fattori di profondità del piano di appoggio

$$\text{per } D/B \leq 1; d_q = 1 + 2 D \tan \varphi' (1 - \sin \varphi)^2 / B$$

$$\text{per } D/B > 1; d_q = 1 + (2 \tan \varphi' (1 - \sin \varphi)^2) \cdot \arctan (D / B)$$

$$d_q = 1.12$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (Nc \cdot \tan \varphi)$$

$$d_c = 1.14$$

$$d_y = 1$$

$$d_y = 1.00$$

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 2

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D26CL	IF 0000 002	B	67 di 70

b_c, b_q, b_γ : fattori di inclinazione base della fondazione

$$b_q = (1 - \beta_f \tan \varphi)^2 \quad \beta_f + \beta_p = 0.00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_q = 1.00$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \varphi)$$

$$b_c = 1.00$$

$$b_\gamma = b_q$$

$$b_\gamma = 1.00$$

g_c, g_q, g_γ : fattori di inclinazione piano di campagna

$$g_q = (1 - \tan \beta_p)^2 \quad \beta_f + \beta_p = 0.00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_q = 1.00$$

$$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \varphi)$$

$$g_c = 1.00$$

$$g_\gamma = g_q$$

$$g_\gamma = 1.00$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 638.11 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

$$q = N / B^* L^*$$

$$q = 90.98 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Verifica di sicurezza capacità portante

$$q_{lim} / \gamma_R = 277.44 \geq q = 90.98 \quad (\text{kN/m}^2)$$

VERIFICA A SCORRIMENTO

Carico agente

$$H_d = 22.50 \quad (\text{kN})$$

Azione Resistente

$$S_d = N \tan(\varphi) + c' B^* L^*$$

$$S_d = 82.24 \quad (\text{kN})$$

Verifica di sicurezza allo scorrimento

$$S_d / \gamma_R = 74.76 \geq H_d = 22.50 \quad (\text{kN})$$

Condizioni non drenate

Fondazioni Dirette
Verifica in tensioni totali

$$q_{lim} = c_u \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q$$

D = Profondità del piano di appoggio

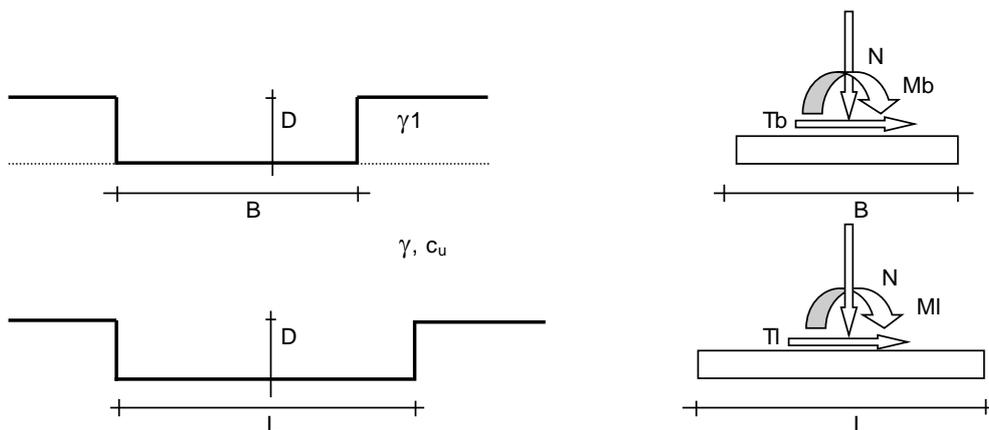
e_B = Eccentricità in direzione B ($e_B = Mb/N$)

e_L = Eccentricità in direzione L ($e_L = MI/N$) (per fondazione nastriforme $e_L = 0$; $L^* = L$)

B^* = Larghezza fittizia della fondazione ($B^* = B - 2 \cdot e_B$)

L^* = Lunghezza fittizia della fondazione ($L^* = L - 2 \cdot e_L$)

Metodo di calcolo		coefficienti parziali				
		azioni		proprietà del terreno	resistenze	
		permanenti	temporanee variabili	c_u	q_{lim}	scorr
Stato Limite Ultimo	A1+M1+R1 ○	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M2+R2 ○	1.00	1.30	1.40	1.80	1.00
	SISMA ○	1.00	1.00	1.40	1.80	1.00
	A1+M1+R3 ○	1.30	1.50	1.00	2.30	1.10
	SISMA ○	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10
Tensioni Ammissibili ○		1.00	1.00	1.00	3.00	3.00
Definiti dal Progettista ●		1.10	1.10	1.00	2.30	1.10



(Per fondazioni nastriformi $L=100$ m)

B = 2.45 (m)
L = 1.00 (m)
D = 0.40 (m)

AZIONI

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	121.74		133.91
Mb [kNm]	67.68		74.45
MI [kNm]			0.00
Tb [kN]	22.50		24.75
TI [kN]			0.00
H [kN]	22.50	0.00	24.75

Peso unità di volume del terreno

$$\begin{aligned} \gamma_1 &= 19.00 \quad (\text{kN/mc}) \\ \gamma &= 19.00 \quad (\text{kN/mc}) \end{aligned}$$

Valore caratteristico di resistenza del terreno

$$c_u = 75.00 \quad (\text{kN/mq})$$

$$\begin{aligned} e_B &= 0.56 \quad (\text{m}) \\ e_L &= 0.00 \quad (\text{m}) \end{aligned}$$

Valore di progetto

$$c_u = 75.00 \quad (\text{kN/mq})$$

$$\begin{aligned} B^* &= 1.34 \quad (\text{m}) \\ L^* &= 1.00 \quad (\text{m}) \end{aligned}$$

q : sovraccarico alla profondità D

$$q = 7.60 \quad (\text{kN/mq})$$

γ : peso di volume del terreno di fondazione

$$\gamma = 19.00 \quad (\text{kN/mc})$$

Nc : coefficiente di capacità portante

$$N_c = 2 + \pi$$

$$N_c = 5.14$$

sc : fattori di forma

$$s_c = 1 + 0,2 B^* / L^*$$

$$s_c = 1.15$$

ic : fattore di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 1.57$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 1.43$$

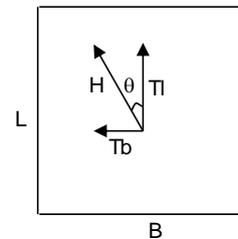
$$\theta = \arctg(T_b/TI) = 90.00 \quad (^\circ)$$

$$m = 1.57$$

(m=2 nel caso di fondazione nastriforme e $m=(m_b \sin^2\theta + m_l \cos^2\theta)$ in tutti gli altri casi)

$$i_c = (1 - m H / (B^* L^* c_u N_c))$$

$$i_c = 0.92$$





DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)

OPERE CIVILI

Relazione di calcolo marciapiedi FFP - tipo 2

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D26CL	IF 0000 002	B	70 di 70

d_c : fattore di profondità del piano di appoggio

per $D/B^* \leq 1$; $d_c = 1 + 0,4 D / B^*$

per $D/B^* > 1$; $d_c = 1 + 0,4 \arctan (D / B^*)$

$$d_c = 1.16$$

b_c : fattore di inclinazione base della fondazione

$$b_c = (1 - 2 \beta_f / (\pi + 2))$$

$$\beta_f + \beta_p = 15.00$$

$$\beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_c = 0.97$$

g_c : fattore di inclinazione piano di campagna

$$g_c = (1 - 2 \beta_f / (\pi + 2))$$

$$\beta_f + \beta_p = 15.00$$

$$\beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_c = 0.93$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 435.54 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

$$q = N / B^* L^*$$

$$q = 100.08 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Verifica di sicurezza capacità portante

$$q_{lim} / \gamma_R = 189.36 \geq q = 100.08 \quad (\text{kN/m}^2)$$

VERIFICA A SCORRIMENTO

Carico agente

$$H_d = 24.75 \quad (\text{kN})$$

Azione Resistente

$$S_d = c_u B^* L^*$$

$$S_d = 100.36 \quad (\text{kN})$$

Verifica di sicurezza allo scorrimento

$$S_d / \gamma_R = 91.24 \geq H_d = 24.75 \quad (\text{kN})$$