

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

U.O. INFRASTRUTTURE CENTRO

PROGETTO DEFINITIVO

TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - NUOVA ENNA (LOTTO 4A)

STAZIONI E FERMATE

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI

Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

SCALA:

-

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

RS3U 40 D 29 CL FV0100 005 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	ATI Sintagma Rocksoil - Edin	Apr-2020	F. Ravetta	Apr-2020	A. Barreca	Apr-2020	F. Arduini Apr-2020

ITALFERR S.p.A.
Direzione Tecnica
Infrastrutture Centro
Dott. Ing. Fabrizio Arduini
Autore della Relazione di Calcolo
29/04/2020

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	1 di 161

1.	PREMESSA	5
1.1	DESCRIZIONE DELL'OPERA	5
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	7
3.	UNITÀ DI MISURA E SIMBOLOGIA.....	8
4.	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	9
4.1	CALCESTRUZZO	9
4.2	ACCIAIO IN BARRE AD ADERENZA MIGLIORATA B450 C.....	12
5.	INQUADRAMENTO GEOTECNICO.....	13
6.	DESCRIZIONE OPERA.....	13
7.	COMBINAZIONI DI CALCOLO	15
8.	CRITERI DI VERIFICA	16
8.1	VERIFICHE GEOTECNICHE (SLU) IN CONDIZIONI STATICHE PER MURI A U	16
8.1.1	<i>VERIFICA A CARICO LIMITE DELLA FONDAZIONE</i>	<i>16</i>
8.2	VERIFICHE GEOTECNICHE (SLV) IN CONDIZIONI SISMICHE PER MURI A MENSOLA.....	17
8.3	VERIFICHE GEOTECNICHE (SLV) IN CONDIZIONI SISMICHE PER MURI A U.....	19
8.1	VERIFICHE GEOTECNICHE (SLE) PER MURI A U.....	21
8.2	VERIFICHE STRUTTURALI SLU PER MURI A U	21
8.2.1	<i>CRITERI DI VERIFICA DELLE SEZIONI IN C.A.....</i>	<i>21</i>
8.2.2	<i>VERIFICHE PER GLI STATI LIMITE ULTIMI A FLESSIONE - PRESSOFLESSIONE.....</i>	<i>22</i>
8.2.3	<i>VERIFICA AGLI STATI LIMITE ULTIMI A TAGLIO.....</i>	<i>22</i>

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	2 di 161

8.3	VERIFICHE STRUTTURALI (SLE) PER MURI A U	24
8.3.1	VERIFICHE ALLE TENSIONI	24
8.3.2	VERIFICHE A FESSURAZIONE	25
9.1	VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA	27
9.1.1	VITA NOMINALE	27
9.1.2	CLASSE D'USO.....	27
9.1.3	PERIODO DI RIFERIMENTO	27
9.1.4	PARAMETRI SISMICI.....	27
10.	COMBINAZIONI DI CARICO	32
11.	PROGETTO E VERIFICA RAMPA PARCHEGGIO - A -.....	35
11.1	MODELLAZIONE ADOTTATA.....	35
11.2	ANALISI DEI CARICHI	37
11.2.1	Peso proprio della struttura.....	37
11.2.2	Carichi permanenti portati.....	37
11.2.3	Spinta del terreno e dell'acqua	38
11.2.4	Sovraccarico accidentale (FOLLA) su soletta inferiore.....	40
11.2.5	Incremento di spinta dovuta al carico accidentale	40
11.2.6	Azione sismica	41
11.3	COMBINAZIONI DI CALCOLO	45
11.4	RISULTATI E VERIFICHE	47
11.4.1	Verifica soletta inferiore.....	51

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	3 di 161

11.4.2	Verifica piedritti.....	64
12.	INCIDENZA.....	76
13.	PROGETTO E VERIFICA RAMPA CICLOPEDONALE ACCESSO SUD – B -	77
13.1	MODELLAZIONE ADOTTATA.....	77
13.2	ANALISI DEI CARICHI	79
13.2.1	Peso proprio della struttura.....	79
13.2.2	Carichi permanenti portati.....	79
13.2.3	Spinta del terreno e dell'acqua	80
13.2.4	Sovraccarico accidentale (FOLLA) su soletta inferiore.....	82
13.2.5	Incremento di spinta dovuta al carico accidentale	83
13.2.6	Azione sismica	84
13.3	COMBINAZIONI DI CALCOLO	87
13.4	RISULTATI E VERIFICHE	90
13.4.1	Verifica soletta inferiore.....	95
13.4.2	Verifica piedritti.....	108
14.	INCIDENZA.....	120
15.	PROGETTO E VERIFICA RAMPA ACCESSO STAZIONE NORD – C -	122
15.1	MODELLAZIONE ADOTTATA.....	122
15.2	ANALISI DEI CARICHI	124
15.2.1	Peso proprio della struttura.....	124
15.2.2	Carichi permanenti portati.....	124

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	4 di 161

15.2.3	<i>Spinta del terreno e dell'acqua</i>	125
15.2.4	<i>Sovraccarico accidentale (FOLLA) su soletta inferiore.....</i>	127
15.2.5	<i>Incremento di spinta dovuta al carico accidentale</i>	128
15.2.6	<i>Azione sismica</i>	129
15.3	COMBINAZIONI DI CALCOLO	131
15.4	RISULTATI E VERIFICHE	135
15.4.1	<i>Verifica soletta inferiore.....</i>	137
15.4.2	<i>Verifica piedritti.....</i>	149
16.	INCIDENZA.....	161

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

1. PREMESSA

Il presente documento si inserisce nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici di progetto definitivo della direttrice ferroviaria Messina-Catania-Palermo, nuovo collegamento Palermo-Catania tratta Caltanissetta Xirbi – Enna (Lotto 4a).

1.1 DESCRIZIONE DELL'OPERA

Nella presente relazione sono illustrati i calcoli e le verifiche rampe per disabili e ciclopedonali che si sviluppano nella zona che interessa la Stazione di Caltanissetta- Xirbi sita al km 0+000, lotto 4a.

In accordo con la Normativa vigente, al fine di valutare i parametri di azione sismica dell'area, si utilizzano le seguenti coordinate: lat = 37.535699 e long.= 14.056904

Si riporta inoltre di seguito in figura la posizione geografica dell'opera in esame.

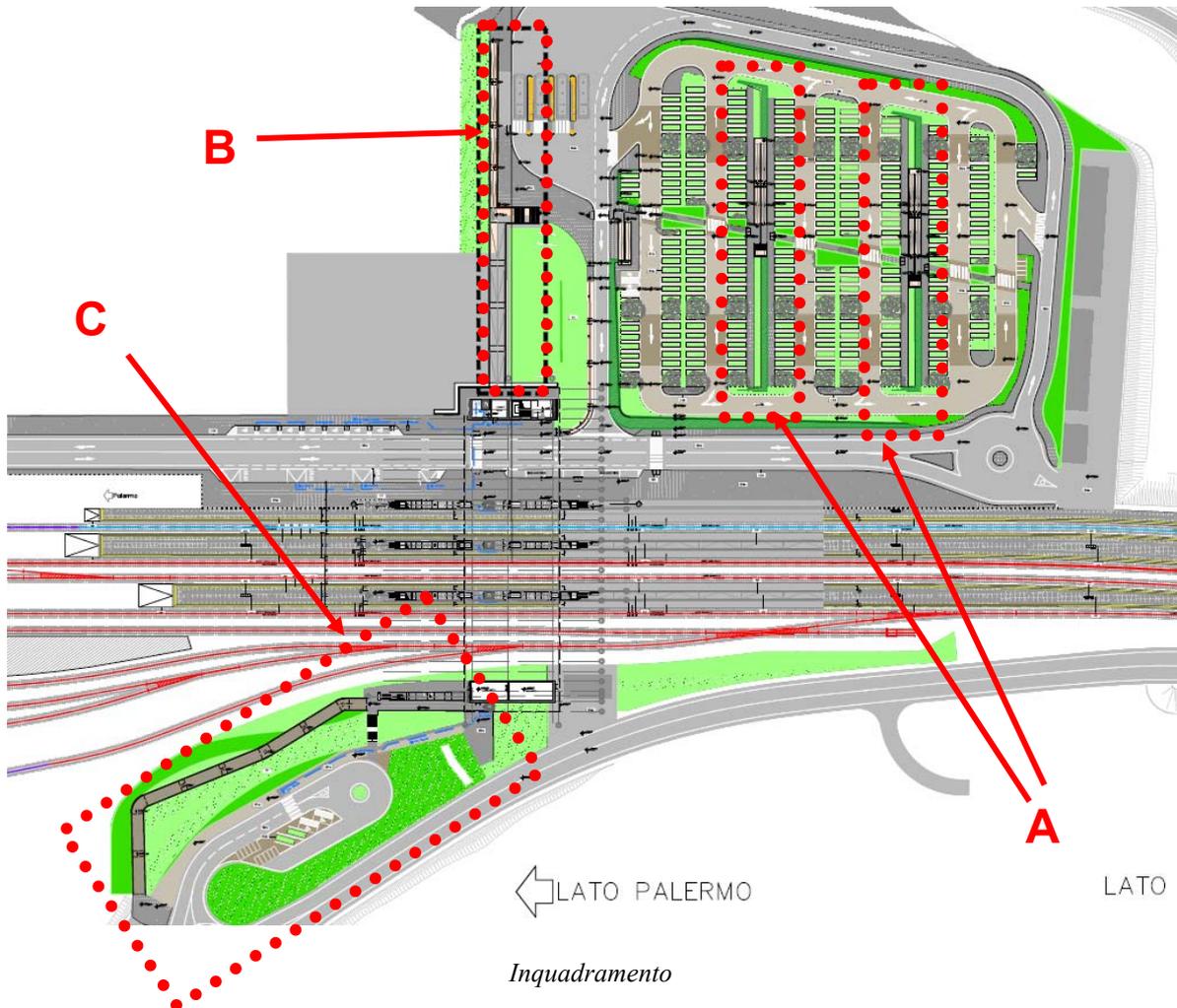


Figura 1. Posizione Geografica

Nel seguito si mostrano le principali verifiche strutturali e geotecniche delle opere di sostegno secondo normativa NTC2018.

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	6 di 161



Quanto riportato di seguito consentirà di verificare che il dimensionamento della struttura è stato effettuato nel rispetto dei requisiti di resistenza richiesti all'opera.

In particolare si analizzerà:

- Due rampe disabili parcheggio (A)
- Una rampa ciclopedonale (B)
- Una rampa accesso disabili , stazione nord (C)

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

L'interpretazione dei risultati e la redazione della presente relazione sono stati effettuati nel rispetto della Normativa in vigore.

I principali riferimenti normativi sono i seguenti:

Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 17-01-18 (NTC-2018);

Circolare n. 7 del 21 gennaio 2019 - Istruzioni per l'Applicazione dell'aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018;

Regolamento (UE) N.1299/2014 del 18 novembre 2014 della Commissione Europea. Relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema "infrastruttura" del sistema ferroviario dell'Unione Europea.

Eurocodici EN 1991-2: 2003/AC:2010 – Eurocodice 1 – Parte 2

RFI DTC SI MA IFS 001 C del 21-12-18 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

3. UNITÀ DI MISURA E SIMBOLOGIA

Si utilizza il Sistema Internazionale (SI):

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)	103N
MN (megaNewton)	106N
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)	103 N/m ²
MPa (megaPascal)	106 N/m ²
N/m ³	(peso specifico)
g (accelerazione di gravità)	~9.81 m/s ²

corrispondenze notevoli

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

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

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

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

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

4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Le caratteristiche dei materiali sono ricavate con riferimento alle indicazioni contenute nei capitoli 4 e 11 del D.M. 17 gennaio 2018. Nelle tabelle che seguono sono indicate le principali caratteristiche e i riferimenti dei paragrafi del D.M. citato.

4.1 CALCESTRUZZO

- Elemento strutturale: fondazione ed elevazione muro di sostegno

Classe di resistenza = C32/40;

R_{ck} = resistenza cubica = 40 N/mm²;

f_{ck} = resistenza cilindrica caratteristica = 0.83 R_{ck} = 33.20 N/ mm²;

f_{cm} = resistenza cilindrica media = $f_{ck} + 8$ = 41.20 N/ mm²;

f_{cd} = $\alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$ = 18,81 N/mm²;

f_{ctm} = resistenza a trazione media = $0.30 \times f_{ck}^{2/3}$ = 3.10 N/ mm²;

f_{cfm} = resistenza a traz. per flessione media = $1.20 \times f_{ctm}$ = 3.72 N/ mm²;

f_{cfk} = resistenza a traz. per flessione carati. = $0.70 \times f_{cfm}$ = 2.60 N/ mm²;

E_{cm} = modulo elast. tra 0 e 0.40 f_{cm} = $22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3}$ = 33642.78 N/ mm²;

Tolleranza di posa del copriferro = 10 mm;

Classe di esposizione XC4

Copriferro minimo c_{min} = 50 mm

Condizioni ambientali: aggressive

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

CALCOLO COPRIFERRO - § C4.1.6.1.3 ISTRUZIONI NTC 2018

- Elemento strutturale: fondazione ed elevazione muro di sostegno – muro tipo 1

Diametro (o diametro equivalente) barre longitudinali:	20	[mm]
Diametro staffe:	14	[mm]
Classe Calcestruzzo:	C32/40	
Condizioni ambientali:	Aggressive	
Vita nominale costruzione:	75	[anni]
Incremento di 5 mm rispetto a vita nominale di 50 anni		
Tolleranza di posa:	10	[mm]
Copriferro staffe:		
Copriferro minimo cmin:	40	[mm]
Copriferro nominale Netto Staffe:	50	[mm]
Copriferro barre longitudinali:		
Copriferro nominale Netto barre longitudinali:	78	[mm]
Copriferro nominale dal Baricentro della Barra longitudinale:	88	[mm]

- Elemento strutturale: fondazione ed elevazione muro di sostegno – muro tipo 2

Diametro (o diametro equivalente) barre longitudinali:	24	[mm]
Diametro staffe:	14	[mm]
Classe Calcestruzzo:	C32/40	
Condizioni ambientali:	Aggressive	
Vita nominale costruzione:	75	[anni]
Incremento di 5 mm rispetto a vita nominale di 50 anni		
Tolleranza di posa:	10	[mm]
Copriferro staffe:		

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

Copriferro minimo c_{min} : 40 [mm]

Copriferro nominale Netto Staffe: 50 [mm]

Copriferro barre longitudinali:

Copriferro nominale Netto barre longitudinali: 78 [mm]

Copriferro nominale dal Baricentro della Barra longitudinale: 90 [mm]

- Elemento strutturale: fondazione ed elevazione muro a U

Diametro (o diametro equivalente) barre longitudinali: 24 [mm]

Diametro staffe: 14 [mm]

Classe Calcestruzzo: C32/40

Condizioni ambientali: Aggressive

Vita nominale costruzione: 75 [anni]

Incremento di 5 mm rispetto a vita nominale di 50 anni

Tolleranza di posa: 10 [mm]

Copriferro staffe:

Copriferro minimo c_{min} : 50 [mm]

Copriferro nominale Netto Staffe: 64 [mm]

Copriferro barre longitudinali:

Copriferro nominale Netto barre longitudinali: 78 [mm]

Copriferro nominale dal Baricentro della Barra longitudinale: 90 [mm]

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

4.2 ACCIAIO IN BARRE AD ADERENZA MIGLIORATA B450 C

L'acciaio per cemento armato B450C è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli:

$f_{v\ nom}$	450 N/mm ²
$f_{t\ nom}$	540 N/mm ²

Tabella 4-1 Tensioni caratteristiche acciaio.

E deve rispettare i requisiti indicati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE	REQUISITI	FRATTILE (%)
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	$\geq f_{v\ nom}$	5.0
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	$\geq f_{t\ nom}$	5.0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,15$	10.0
$(f_v/f_{vnom})_k$	$< 1,35$	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$	$\geq 7,5\ %$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche:		
$\phi < 12\ mm$	4 ϕ	
$12 \leq \phi \leq 16\ mm$	5 ϕ	
per $16 < \phi \leq 25\ mm$	8 ϕ	
per $25 < \phi \leq 40\ mm$	10 ϕ	

Tabella 4-2 Requisiti acciaio.

Inoltre si ha:

- $E_s = 210000\ N/mm^2$
- Sovrapposizioni barre $\geq 40\phi$

Resistenza di calcolo dell'acciaio per la verifica agli SLU ($\gamma_s=1.15$):

Resistenza di calcolo a rottura per trazione e deformazione corrispondente:

- $f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s = 391.3\ N/mm^2$
- $\epsilon_{yd} = f_{yd}/E_s = 0.186\ %$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

5. INQUADRAMENTO GEOTECNICO

Il modello geotecnico di calcolo è stato definito sulla base di quanto riportato nella relazione geotecnica: Si riportano di seguito i terreni su cui poggiano i muri di sostegno lungo il tracciato, con i parametri fisici e meccanici ad essi assegnati.

Il rilevato a monte risulterà orizzontale.

In base ai dati a disposizione sono stati scelti dei valori cautelativi per i parametri di calcolo.

<i>Terreno</i>	<i>z_f</i>	<i>γ</i>	<i>c'</i>	<i>φ</i>	<i>E</i>	<i>c_u</i>
	[m]	[kN/m ³]	[kPa]	[°]	[MPa]	[kPa]
<i>FYN4</i>	-	20	20	21	220	175

Tabella 5-1 – Valori di calcolo dei parametri geotecnici del terreno

In cui:

γ = peso specifico del terreno;

c'_k = coesione efficace;

φ'_k = angolo d'attrito efficace;

c_u = coesione non drenata;

E_{op} = Modulo operativo;

Per le caratteristiche del terreno del materiale di rinterro si assumono i seguenti parametri:

- peso volume, $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$;

- angolo d'attrito, $\varphi' = 30^\circ$;

- coesione efficace $c' = 0 \text{ kPa}$.

Per l'inquadramento geotecnico si rimanda alla "Relazione geotecnica generale" e ai relativi profili geotecnici, di cui si riporta di seguito uno stralcio.

6. DESCRIZIONE OPERA

Il tratto interessato dalle opere sopra citate è caratterizzato dalle litologie del FYN4 (Alternanza argille, argille siltose, siltiti e quarzo areniti torbiditiche).

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	14 di 161

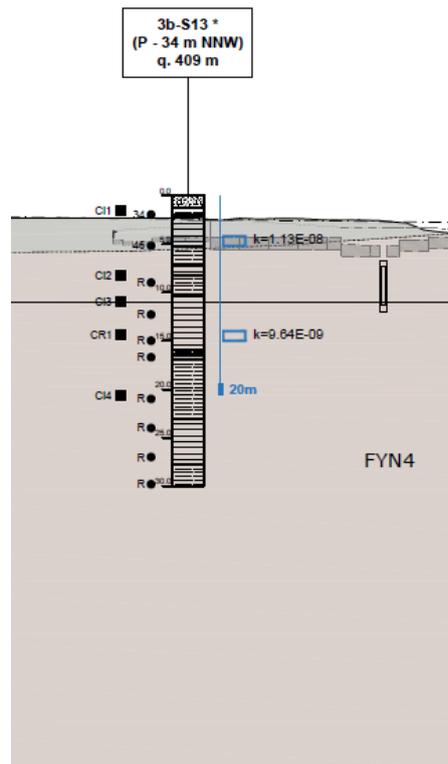


Figura 2. Profilo geologico

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

7. COMBINAZIONI DI CALCOLO

Ai fini delle verifiche degli stati limite si è fatto riferimento alle seguenti combinazioni delle azioni.

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

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

Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

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

Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili, utilizzata nella verifica a Fessurazione:

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

Combinazione quasi permanente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) a lungo termine;

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

Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

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

dove:

$$E = \pm 1.00 \times E_Y \pm 0.3 \times E_Z$$

avendo indicato con E_Y e E_Z rispettivamente le componenti orizzontale e verticale dell'azione sismica.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

8. CRITERI DI VERIFICA

La sezione che interessa la rampa 1 e 2, e quella relativa alla pista ciclopedonale è assimilabile a quella di un muro ad U. Per tale motivo le verifiche verranno svolte implementando tale sezione geometrica.

8.1 VERIFICHE GEOTECNICHE (SLU) IN CONDIZIONI STATICHE PER MURI A U

Nelle verifiche di sicurezza si è preso in considerazione tutti i meccanismi di stato limite ultimo sia a breve termine sia a lungo termine. Gli stati limite ultimi delle opere di sostegno si riferiscono allo sviluppo di meccanismi di collasso determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno, e al raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che compongono le opere stesse.

Per i **muri a U su fondazione diretta** si considera lo stato limite ultimo di tipo geotecnico (GEO) il collasso per carico limite del complesso fondazione-terreno e lo stato limite ultimo di tipo strutturale (STR) il raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

La verifica a carico limite è effettuata secondo la combinazione (A1+M1+R3), tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle 6.2.I, 6.2.II, 6.4.I, 6.4.II e 6.4.VI delle NTC18.

8.1.1 VERIFICA A CARICO LIMITE DELLA FONDAZIONE

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:

$$q_{lim} = c' N_c s_c d_c i_c b_c g_c z_c + q N_q s_q d_q i_q b_q g_q z_q + 0.5 \gamma B N_{s_y} d_y i_y b_y g_y z_y$$

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

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

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

8.2 VERIFICHE GEOTECNICHE (SLV) IN CONDIZIONI SISMICHE PER MURI A MENSOLA

L'analisi della sicurezza dei muri di sostegno in condizioni sismiche può essere eseguita mediante i metodi pseudo-statici e i metodi degli spostamenti.

L'analisi pseudo-statica si esegue mediante i metodi dell'equilibrio limite. Il modello di calcolo deve comprendere l'opera di sostegno, il volume di terreno a tergo dell'opera, che si suppone in stato di equilibrio limite attivo, e gli eventuali sovraccarichi agenti sul volume suddetto.

Nell'analisi pseudo-statica, l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico.

Nelle verifiche, i valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le espressioni

$$k_h = \beta_m \frac{a_g}{g}$$

$$k_v = \pm 0.5 k_h$$

dove:

β_m = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

a_{max} = accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g = accelerazione di gravità.

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale, l'accelerazione massima può essere valutata con la relazione

$$a_{max} = S \cdot a_g = (S_S \cdot S_T) \cdot a_g$$

dove:

S = coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_S) e dell'amplificazione topografica (S_T) di cui al paragrafo 3.2.3.2 delle NTC18.

Nella precedente espressione, il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito è pari a:

$\beta_m = 0.38$ nelle verifiche allo stato limite ultimo (SLV)

$\beta_m = 0.47$ nelle verifiche allo stato limite di esercizio (SLD)

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

Per muri non liberi di subire spostamenti relativi rispetto al terreno, il coefficiente β_m assume valore unitario.

Nel caso di muri liberi di traslare o di ruotare intorno al piede, si può assumere che l'incremento di spinta dovuta al sisma agisca nello stesso punto di quella statica. Negli altri casi, in assenza di studi specifici, si deve assumere che tale incremento sia applicato a metà altezza del muro.

Lo stato limite di ribaltamento deve essere trattato impiegando coefficienti parziali unitari sulle azioni e sui parametri geotecnici (paragrafo 7.11.1 delle NTC18) e utilizzando valori di β_m incrementati del 50% rispetto a quelli innanzi indicati e comunque non superiori all'unità.

In condizioni sismiche deve essere soddisfatta la verifica di stabilità del complesso muro – terreno con i criteri indicati al paragrafo 7.11.4 delle NTC2018.

Il calcolo della spinta in condizioni sismiche è stato effettuato impiegando la Teoria di Mononobe – Okabe.

La teoria di Mononobe – Okabe fa uso del metodo dell'equilibrio limite e può essere considerata una estensione della teoria di Coulomb, in cui, alle usuali spinte al contorno del cuneo instabile di terreno, sono sommate anche le azioni inerziali orizzontali e verticali dovute all'accelerazione delle masse.

Le spinte Attiva e Passiva si calcolano come:

$$S_{a,t} = \frac{1}{2} \gamma \cdot k_{as} \cdot h^2 \cdot (1 \mp k_v)$$

Il coefficiente k_{as} è valutato, quindi, secondo tale formulazione, in cui i simboli usati sono:

ϕ = angolo di attrito interno del terrapieno;

ψ = angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale della parete interessata del muro;

β = angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale del profilo del terrapieno;

δ = angolo di attrito terrapieno – muro;

θ = angolo di rotazione addizionale definito come segue.

$$\tan \theta = \frac{k_h}{1 \mp k_v}$$

Il coefficiente per stati di spinta attiva si divide in due casi:

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

$$\beta \leq \phi - \theta \rightarrow k_{as} = \frac{\sin^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos\theta \cdot \sin^2\psi \cdot \sin(\psi - \theta - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta - \theta)}{\sin(\psi - \theta - \delta) \cdot \sin(\psi + \beta)}} \right]^2}$$

$$\beta > \phi - \theta \rightarrow k_{as} = \frac{\sin^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos\theta \cdot \sin^2\psi \cdot \sin(\psi - \theta - \delta)}$$

Il coefficiente per stati di spinta passiva è invece:

$$k_{ps} = \frac{\sin^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos\theta \cdot \sin^2\psi \cdot \sin(\psi + \theta) \left[1 - \sqrt{\frac{\sin\phi \cdot \sin(\phi + \beta - \theta)}{\sin(\psi + \beta) \cdot \sin(\psi + \theta)}} \right]^2}$$

8.3 VERIFICHE GEOTECNICHE (SLV) IN CONDIZIONI SISMICHE PER MURI A U

L'azione sismica agente sulle masse strutturali è stata considerata con un approccio di tipo pseudo-statico. Esso consente di rappresentare il sisma mediante una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico k . Le forze sismiche sono pertanto:

$$F_h = k_h \cdot W$$

$$F_v = k_v \cdot W$$

con k_h e k_v , rispettivamente, coefficiente sismico orizzontale e verticale, pari a

$$k_h = \beta_m \cdot a_{max}/g \text{ coefficiente sismico orizzontale}$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h \text{ coefficiente sismico verticale}$$

Nelle espressioni precedenti a_{max} rappresenta l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito mentre β_m è il coefficiente di riduzione di tale accelerazione valutato in funzione della capacità dell'opera di subire spostamenti relativi rispetto al terreno. Per l'analisi della struttura in esame β_m è stato posto pari ad 1. L'accelerazione orizzontale massima è stata valutata con la relazione:

$$a_{max} = S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g$$

in cui a_g è l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido e S un coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_S) e dell'amplificazione topografica (S_T).

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A	FOGLIO 20 di 161

Gli effetti dell'azione sismica sono stati valutati tenendo conto, della massa associata al peso proprio e delle masse associate al carico permanente.

Inoltre, l'incremento di spinta dovuto al sisma è stato valutato utilizzando la teoria di Wood. Secondo tale teoria la risultante dell'incremento di spinta per effetto del sisma, su una parete di altezza H_s , viene determinato attraverso la relazione $\Delta S_E = (a_{max}/g) \cdot \gamma \cdot H_{tot}^2$ (H_{tot} = distanza p.c. – intradosso soletta inferiore).

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

8.1 VERIFICHE GEOTECNICHE (SLE) PER MURI A U

Per ciascun stato limite di esercizio deve essere rispettata la condizione [6.2.7] delle NTC 2018:

$$Ed \leq Cd$$

essendo E_d e C_d rispettivamente il valore di progetto dell'effetto delle azioni e il prescritto valore limite dell' effetto delle azioni (spostamenti, rotazioni, distorsioni, ecc.).

In particolare, dovranno essere valutati gli spostamenti delle opere di sostegno e del terreno circostante per verificarne la compatibilità con la funzionalità delle opere stesse e con la sicurezza e funzionalità dei manufatti adiacenti, anche a seguito di modifiche indotte sul regime delle pressioni interstiziali.

Per i lavori e le opere da realizzare in prossimità di linee ferroviarie già in esercizio, le verifiche agli SLE dovranno essere condotte assumendo come limite degli spostamenti indotti durante la costruzione sui binari in esercizio i valori limite dei difetti riferiti al secondo livello di qualità descritti nella specifica tecnica RFI TCAR ST AR 01 001 D "Standard di qualità geometrica del binario con velocità fino a 300 km/h" e relativi allegati.

Qualora vengano superati i limiti riferiti al primo livello di qualità, il progetto dovrà prevedere l'esecuzione di un monitoraggio del binario durante la costruzione al fine di controllare l'effettivo andamento delle deformazioni.

8.2 VERIFICHE STRUTTURALI SLU PER MURI A U

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.

8.2.1 CRITERI DI VERIFICA DELLE SEZIONI IN C.A.

Per le sezioni in cemento armato si effettuano:

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

- verifiche per gli stati limite di esercizio.

8.2.2 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.

8.2.3 VERIFICA AGLI STATI LIMITE ULTIMI A TAGLIO

La verifica allo stato limite ultimo per azioni di taglio è condotta secondo quanto prescritto dal DM17/01/2018, per elementi con armatura a taglio verticali.

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

- resistenza di calcolo dell'elemento privo di armatura a taglio:

$$V_{Rd} = \max \left\{ \left[0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right] b_w \cdot d; (v_{\min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w d \right\}$$

- valore di progetto dello sforzo di taglio che può essere sopportato dall'armatura a taglio alla tensione di snervamento:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \theta) \cdot \sin \alpha$$

- valore di progetto del massimo sforzo di taglio che può essere sopportato dall'elemento, limitato dalla rottura delle bielle compresse:

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot v \cdot f_{cd} (\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \theta) / (1 + \operatorname{ctg}^2 \theta)$$

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;

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

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

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

A_c è l'area della sezione di calcestruzzo;

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

$1 \leq \cot\theta \leq 2.5$ 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.

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:

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

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

$\sigma_s < 0.75 f_k$ per combinazione di carico caratteristica (rara).

Nel secondo caso, si assume che le condizioni ambientali del sito in cui sorge l'opera siano ordinarie e aggressive, rispettivamente per la zattera di fondazione e per il paramento verticale, e si verifica che il valore limite di apertura della fessura, calcolato per armature poco sensibili, sia al più pari ai

seguenti valori nominali:

$w_1 = 0.2$ mm per condizioni ambientali aggressive (comb. Frequente e quasi permanente);

$w_2 = 0.3$ mm per condizioni ambientali ordinarie (comb. Frequente e quasi permanente).

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

8.3 VERIFICHE STRUTTURALI (SLE) PER MURI A U

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

8.3.1 VERIFICHE ALLE TENSIONI

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

Strutture in c.a.

Tensioni di compressione del calcestruzzo

Devono essere rispettati i seguenti limiti per le tensioni di compressione nel calcestruzzo:

- per combinazione di carico caratteristica (rara): $0,55 f_{ck}$;
- per combinazioni di carico quasi permanente: $0,40 f_{ck}$;
- per spessori minori di 5 cm, le tensioni normali limite di esercizio sono ridotte del 30%.

Tensioni di trazione nell'acciaio

Per le armature ordinarie, la massima tensione di trazione sotto la combinazione di carico caratteristica (rara) non deve superare $0,75 f_{yk}$

Per il caso in esame risulta in particolare:

- Muro di sostegno:

CALCESTRUZZO

$$\sigma_{\text{cmax QP}} = (0,40 f_{ck}) = \mathbf{13.28} \text{ MPa} \quad (\text{Combinazione di Carico Quasi Permanente})$$

$$\sigma_{\text{cmax R}} = (0,55 f_{ck}) = \mathbf{18.26} \text{ MPa} \quad (\text{Combinazione di Carico Caratteristica - Rara})$$

ACCIAIO

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

$$\sigma_{s \max} = (0,75 f_{yk}) = \mathbf{337.5} \text{ MPa} \quad \text{Combinazione di Carico Caratteristica(Rara)}$$

8.3.2 VERIFICHE A FESSURAZIONE

La verifica di fessurazione consiste nel controllare l'ampiezza dell'apertura delle fessure sotto combinazione di carico frequente e combinazione quasi permanente. Essendo la struttura a contatto col terreno si considerano condizioni ambientali aggressive; le armature di acciaio ordinario sono ritenute poco sensibili [NTC – Tabella 4.1.IV]

In relazione all'aggressività ambientale e alla sensibilità dell'acciaio, l'apertura limite delle fessure è riportato nel prospetto seguente:

Gruppi di esigenza	Condizioni ambientali	Combinazione di azione	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	wd	Stato limite	wd
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
c	Molto Aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

Tabella 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

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

Tabella 8-1 – Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione e condizioni ambientali

Risultando:

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

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

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

Alle prescrizioni normative presenti in NTC si sostituiscono in tal caso quelle fornite dalle specifiche RFI (Manuale di progettazione delle opere civili parte II sezione 2 – Requisiti concernenti la fessurazione per strutture in c.a., c.a.p. e miste acciaio-calcestruzzo) secondo cui la verifica nei confronti dello stato limite di apertura delle fessure va effettuata utilizzando le sollecitazioni derivanti dalla combinazione caratteristica (rara).

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A	FOGLIO 26 di 161

Per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture, l'apertura convenzionale delle fessure dovrà risultare:

Combinazione Caratteristica (Rara)

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

Riguardo infine il valore di calcolo delle fessure da confrontare con i valori limite fissati dalla norma, si è utilizzata la procedura prevista al punto " C4.1.2.2.4.5 Verifica allo stato limite di fessurazione" della Circolare n.7/19.

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

9.1 VALUTAZIONE DELL’AZIONE SISMICA

9.1.1 VITA NOMINALE

La vita nominale di un’opera strutturale V_N è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. Nel presente caso l’opera viene inserita nella seguente tipologia di costruzione:

2) Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale

La cui vita nominale è pari a: 75 anni.

9.1.2 CLASSE D’USO

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di un’interruzione di operatività o di un eventuale collasso, l’opera appartiene alla seguente classe d’uso:

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l’ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d’uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Il coefficiente d’uso è pari a 1.50.

9.1.3 PERIODO DI RIFERIMENTO

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione al periodo di riferimento V_R ricavato, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d’uso C_u .

Pertanto $V_R = 75 \times 1.5 = 112.5$ anni.

9.1.4 PARAMETRI SISMICI

Fissata la vita di riferimento V_R , i due parametri T_R e P_{VR} sono immediatamente esprimibili, l’uno in funzione dell’altro, mediante l’espressione:

$$T_R = - \frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} = - \frac{C_u V_N}{\ln(1 - P_{VR})}$$

Stati Limite	P_{VR} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R	
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

Tabella 9-1 – Probabilità di superamento al variare dello stato limite considerato.

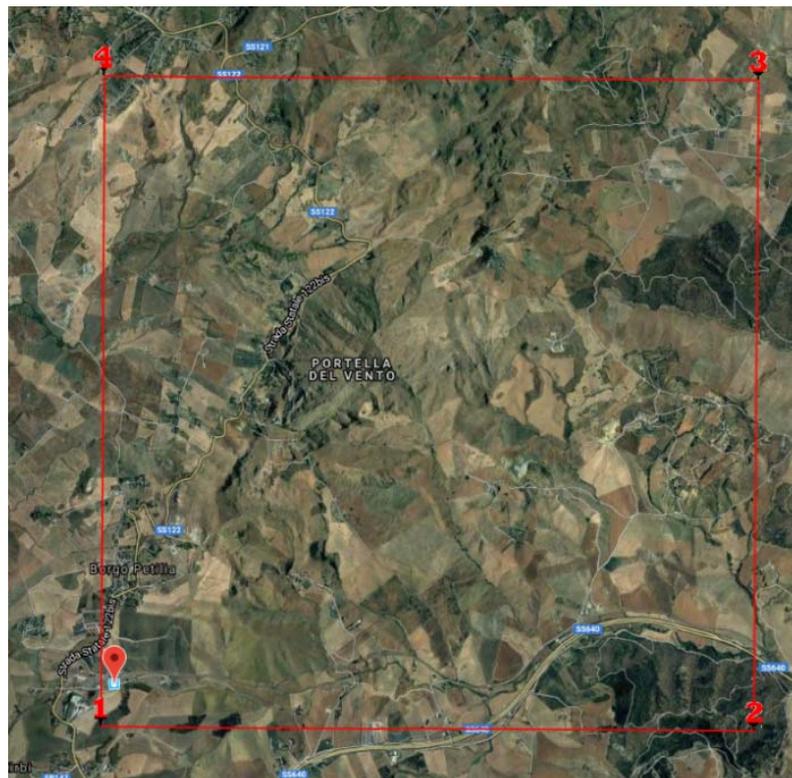


Tabella 9-2 – Localizzazione del sito ove sorgerà l'opera.

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

Da cui si ottiene la seguente tabella:

 Classe Edificio				
III. Affollamento significativo...				rr
 Vita Nominale		75		rr
 Interpolazione		Media ponderata		rr
CU = 1.5				
Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	F_0	T_c' [s]
Operatività (SLO)	68	0.039	2.524	0.286
Danno (SLD)	113	0.048	2.503	0.321
Salvaguardia vita (SLV)	1068	0.097	2.659	0.468
Prevenzione collasso (SLC)	2193	0.118	2.730	0.524
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	112.5			

Tabella 9-3 – Parametri relativi all'azione sismica.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale. Per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione delle categorie di sottosuolo di riferimento in accordo a quanto indicato nel § 3.2.2 delle NTC2018. I terreni di progetto possono essere caratterizzati come appartenenti a terreni di Categoria B. In condizioni topografiche superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione.

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

Tabella 9-4 – Categorie topografiche.

L'area interessata risulta classificabile come T1.

In riferimento a quanto indicato nel §3.2.3.2.1 delle NTC2018 per la definizione dello spettro elastico in accelerazione è necessario valutare il valore del coefficiente $S = S_S S_T$ e di C_C in base alla categoria di sottosuolo e alle condizioni topografiche; si fa riferimento nella valutazione dei coefficienti alle tabelle di seguito riportate:

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

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

Tabella 9-5 – Espressioni di S_s e C_c .

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

Tabella 9-6 – Valori massimi dei coefficienti di amplificazione topografica S_T .

valori dei coefficienti di amplificazione stratigrafica sono pari a $S_s = 1.50$ e $C_c = 1.45$

valore del coefficiente di amplificazione topografica è posto pari a $S_T = 1.0$

Dalla sezione dedicata al calcolo dei parametri sismici di base del programma "GeoStru", si ricavano i seguenti parametri dello spettro di risposta relativo al sito più gravoso.

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	31 di 161

Coefficienti sismici

 Tipo Muri di sostegno NTC 2008 ▼

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m) us (m)

 1  0.1

 Cat. Sottosuolo C ▼

 Cat. Topografica T1 ▼

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,50	1,50
CC Coeff. funz categoria	1,59	1,53	1,35	1,30
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]

 0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.011	0.013	0.026	0.042
kv	0.005	0.006	0.013	0.021
Amax [m/s ²]	0.578	0.703	1.425	1.730
Beta	0.180	0.180	0.180	0.240

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

10. COMBINAZIONI DI CARICO

Le combinazioni di carico prese in considerazione nelle verifiche sono state definite in base a quanto prescritto dalle NTC-2018 al par.2.5.3:

– Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SILT):

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

– Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

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

– Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio reversibili:

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

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

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

– Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

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

– Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali A:

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

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

$$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} Q_{kj} \quad [2.5.7]$$

Per i muri di sostegno o per altre strutture miste ad essi assimilabili devono essere effettuate le verifiche con riferimento almeno ai seguenti stati limite:

SLU di tipo geotecnico (GEO)

- Scorrimento sul piano di posa;
- Collasso per carico limite del complesso fondazione-terreno;
- Ribaltamento;
- Stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno;

SLU di tipo strutturale (STR)

- Raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

La verifica di stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno deve essere effettuata secondo l'Approccio 1, con la Combinazione 2 (A2+M2+R2).

Le rimanenti verifiche devono essere effettuate secondo l'Approccio 2, con la combinazione (A1+M1+R3).

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

Per ciascuna verifica si deve tenere conto dei coefficienti parziali per le azioni, dei parametri geotecnici e dei coefficienti di amplificazione per le verifiche di sicurezza, tutti riportati nelle seguenti tabelle.

Nella verifica a ribaltamento i coefficienti R3 si applicano agli effetti delle azioni stabilizzanti.

Coefficiente			EQU ⁽¹⁾	A1	A2
Azioni permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Azioni permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Ballast ⁽³⁾	favorevoli	γ_B	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Azioni variabili da traffico ⁽⁴⁾	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25
Azioni variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Precompressione	favorevole	γ_P	0,90	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 ⁽⁵⁾	1,00 ⁽⁶⁾	1,00
Ritiro, viscosità e cedimenti non imposti appositamente	favorevole	γ_{Ce}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevole	d	1,20	1,20	1,00

Tabella 10-1 - Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU.

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

Tabella 10-2 - Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno.

Verifica	Coefficiente parziale (R3)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1,4$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$
Ribaltamento	$\gamma_R = 1,15$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1,4$

Tabella 10-3 – Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi dei muri di sostegno.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

COEFFICIENTE	R2
γ_R	1,1

Tabella 10-4 – Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e fronti di scavo.

Le combinazioni sismiche, in maniera del tutto analoga alle combinazioni statiche, sono effettuate con l'approccio 2, ponendo però pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici e impiegando le resistenze di progetto con i coefficienti parziali γ_R indicati nella seguente tabella.

Verifica	Coefficiente parziale γ_R
Carico limite	1.2
Scorrimento	1.0
Ribaltamento	1.0
Resistenza del terreno a valle	1.2

Tabella 10-5 – Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite (SLV) dei muri di sostegno.

Le verifiche pseudo-statiche di sicurezza dei fronti di scavo e dei rilevati in condizioni sismiche si eseguono adottando valori unitari dei coefficienti parziali del gruppo A e M per il calcolo delle azioni e dei parametri geotecnici di progetto e un coefficiente parziale γ_R pari a 1.2.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

11. PROGETTO E VERIFICA RAMPA DISABILI PARCHEGGIO - A -

La sezione che interessa la rampa 1 e 2 è assimilabile a quella di un muro ad U ed è finalizzata all'individuazione della condizione di carico più gravosa che si verifica.

11.1 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 (analisi non lineare); la costante di sottofondo è stata assunta pari a 37077 kN/m³.

Tale valore è stato determinato, a partire dal valore di E dello strato di fondazione, attraverso la seguente relazione:

$$k_w = \frac{E}{(1 - \nu^2) \cdot B \cdot c_t}$$

dove:

E = modulo elastico del terreno;

ν = coefficiente di Poisson = 0.3;

B = larghezza della fondazione.

c_t = fattore di forma, coefficiente adimensionale valutato con le relazione $c_t = 0.853 + 0.534 \ln(L/B)$ (per $L/B \leq 10$ con L lunghezza singolo concio).

unità	E	ν	B	L	L/B	c_t	k_w
(-)	(MPa)	(-)	(m)	(m)	(-)	(-)	(kN/m ³)
FYN4	220	0.3	0.30	23.20	6.63	1.86	37077

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

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.

La dimensione interna è di 3.10 m, l'altezza interna, a partire dal piano campagna, è pari 2.95m(piedritto più alto), la soletta inferiore ha spessore pari a 0.40 m e piedritti hanno spessore 0.30m.

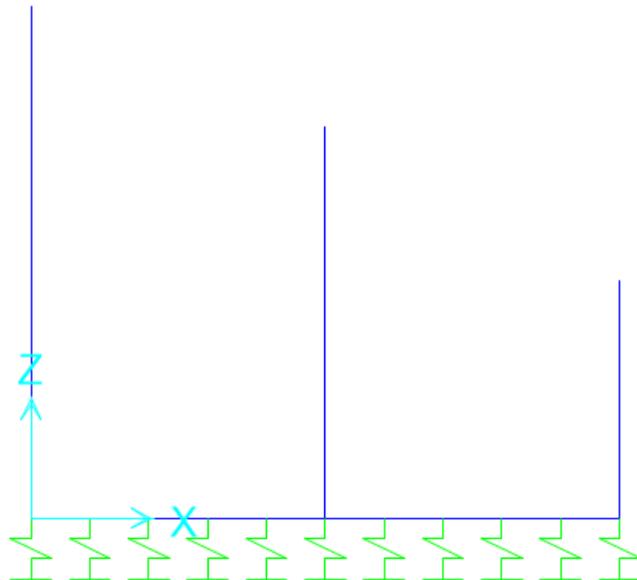


Figura 3 – Modello di calcolo.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

11.2 Analisi dei carichi

11.2.1 Peso proprio della struttura

Il peso proprio della struttura è valutato automaticamente dal programma di calcolo attribuendo al c.a. un peso dell'unità di volume di 25 kN/m^3 .

11.2.2 Carichi permanenti portati

Nella Tabella sottostante si riportano i carichi.

permanenti portati			permanenti portati		
	soletta inf- 1			soletta inf- 2	
γ_3	19 kN/m^3		γ_3	19 kN/m^3	
S_3	2.15 m	ricoprimento	S_3	1.15 m	ricoprimento
W_3	40.85 kN/m^2		W_3	21.85 kN/m^2	

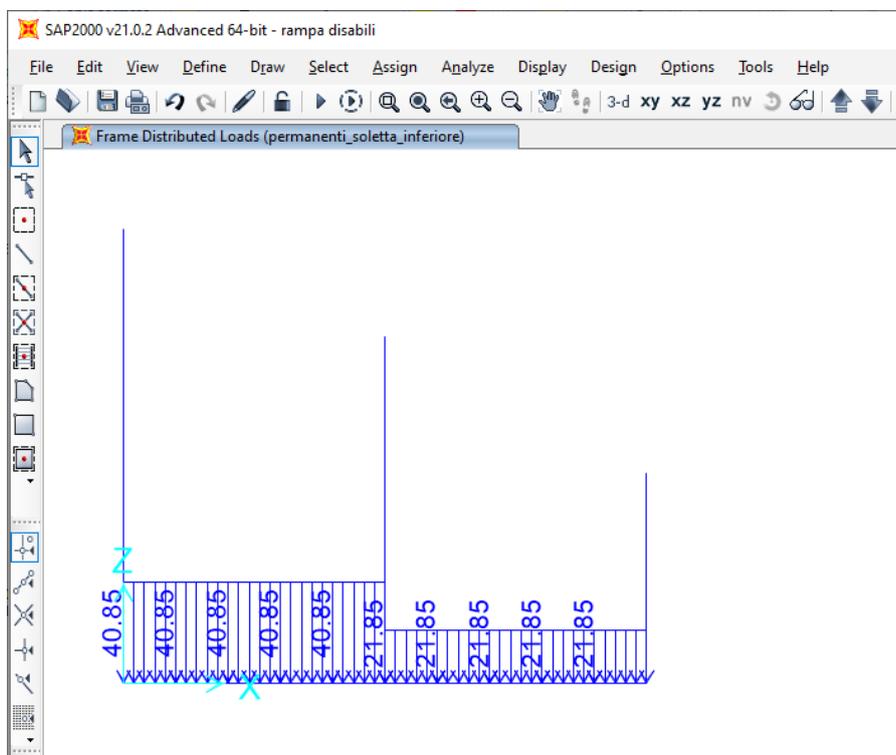


Figura 4 – Carichi permanenti sulla soletta inferiore.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

11.2.3 Spinta del terreno e dell'acqua

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 $k_0 = 1 - \text{sen}\phi'$.

SPINTA RIPOSO E SPINTA H ₂ O			
γ_t	19	kN/m ³	peso specifico terreno
Φ'_k	30	°	angolo attrito caratteristico
Φ'_d	30	°	angolo attrito di progetto
k_0	0.50	-	

- al piede_(sx-dx) piedritto 1-2 $P=(2.15*19)*0.5 = 20.42$ kPa
- al piede_(sx-dx) piedritto 2-3 $P=(1.15*19)*0.5 = 10.92$ kPa

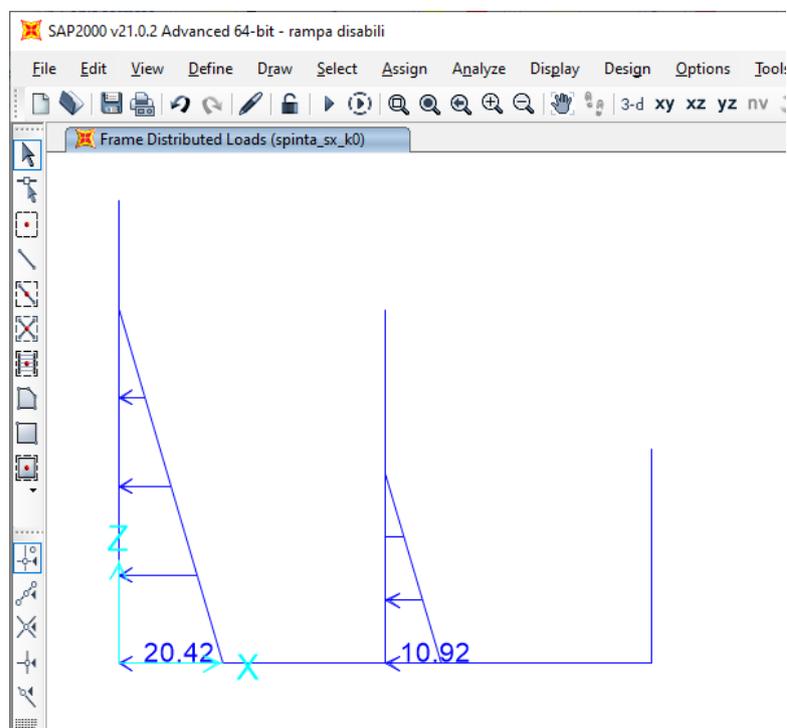


Figura 5 – Spinta del terreno sul piedritto 1-2 sx

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	39 di 161

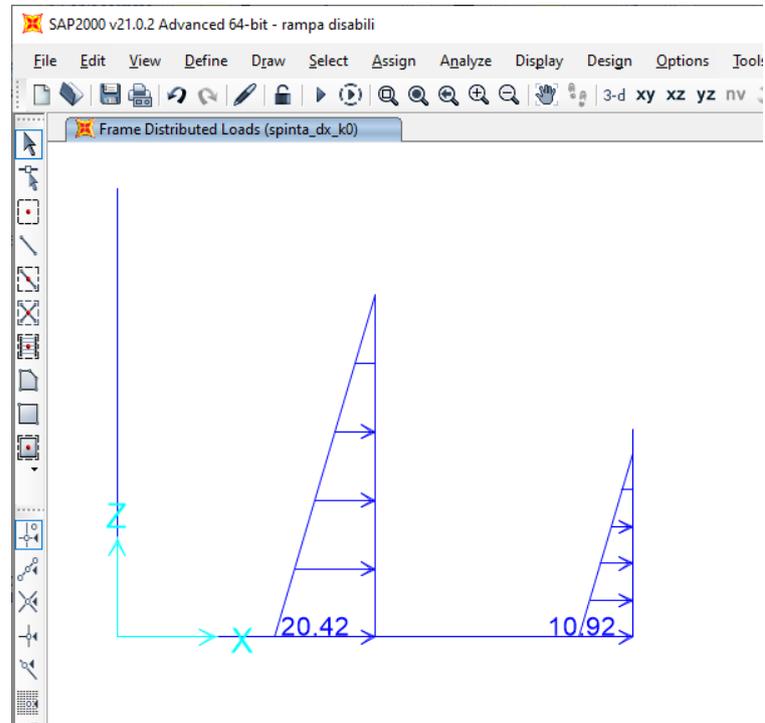


Figura 6 – Spinta del terreno sul piedritto 2-3 dx

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

11.2.4 Sovraccarico accidentale (FOLLA) su soletta inferiore

Per la valutazione dei carichi accidentali si considera quello derivante dal $Q_{\text{folla}} = 5 \text{ kN/Mq}$

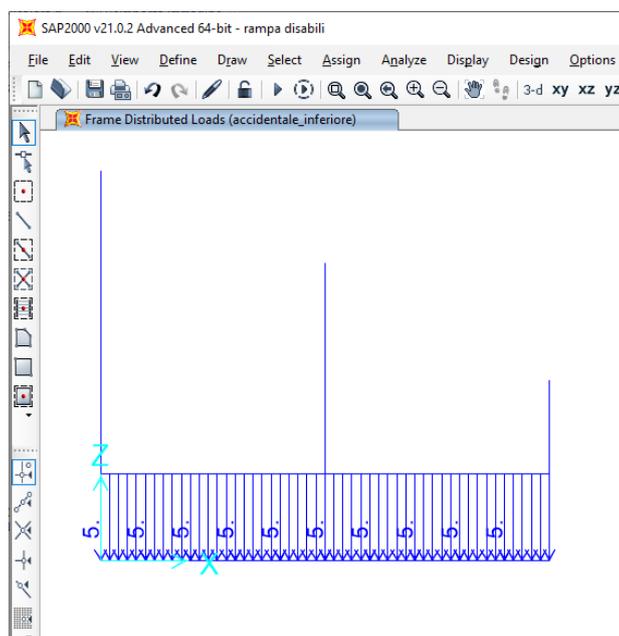


Figura 7 – Carico accidentale-folla

11.2.5 Incremento di spinta dovuta al carico accidentale

Il carico accidentale che transita internamente, produce sul muro in sinistra una spinta orizzontale pari a:

	Incremento
Δp_d	2.50 kN/m^2

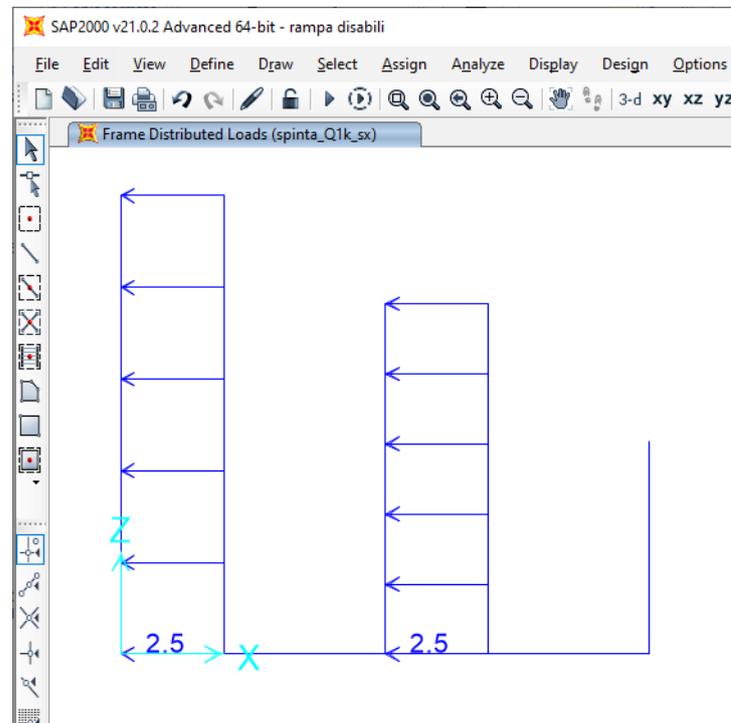


Figura 8 – Spinta_Q1K_sx

11.2.6 Azione sismica

L'azione sismica agente sulle masse strutturali è stata considerata con un approccio di tipo pseudo-statico. Esso consente di rappresentare il sisma mediante una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico k . Le forze sismiche sono pertanto:

$$F_h = k_h \cdot W$$

$$F_v = k_v \cdot W$$

con k_h e k_v , rispettivamente, coefficiente sismico orizzontale e verticale, pari a

$$k_h = \beta_m \cdot a_{max} / g \text{ coefficiente sismico orizzontale}$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h \text{ coefficiente sismico verticale}$$

Nelle espressioni precedenti a_{max} rappresenta l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito mentre β_m è il coefficiente di riduzione di tale accelerazione valutato in funzione della capacità dell'opera di

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

subire spostamenti relativi rispetto al terreno. Per l'analisi della struttura in esame β_m è stato posto pari ad 1. L'accelerazione orizzontale massima è stata valutata con la relazione:

$$a_{\max} = S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g$$

in cui a_g è l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido e S un coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_S) e dell'amplificazione topografica (S_T).

Gli effetti dell'azione sismica sono stati valutati tenendo conto, della massa associata al peso proprio e delle masse associate al carico permanente.

Inoltre, l'incremento di spinta dovuto al sisma è stato valutato utilizzando la teoria di Wood. Secondo tale teoria la risultante dell'incremento di spinta per effetto del sisma, su una parete di altezza H_s , viene determinato attraverso la relazione $\Delta S_E = (a_{\max}/g) \cdot \gamma \cdot H_{\text{tot}}^2$ (H_{tot} = distanza p.c. – estradosso soletta inferiore). Si valuta la spinta indotta dal rilevato ferroviario sul muro in sinistra.

a_g	0.097	g
S_S	1.5	
S_T	1	
a_{\max}	0.143	g
β_m	1	
k_h	0.145	
k_v	0.072	

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	43 di 161

INERZIA ORIZZONTALE			
Piedritti			
$k_h \cdot W_{P1}$	1.09	kN/m^2	peso proprio s. 0.3m
$k_h \cdot W_{P2}$	1.09	kN/m^2	peso proprio s. 0.3m
$k_h \cdot W_{P3}$	1.09	kN/m^2	peso proprio s. 0.3m
SOVRASPINTA SISMICA (WOOD) pied. 1			
h_{tot}	2.15	m	altezza complessiva
Δp_d	5.94	kN/m^2	incremento di spinta
SOVRASPINTA SISMICA (WOOD) pied. 2			
h_{tot}	1.15	m	altezza complessiva
Δp_d	3.18	kN/m^2	incremento di spinta

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	44 di 161

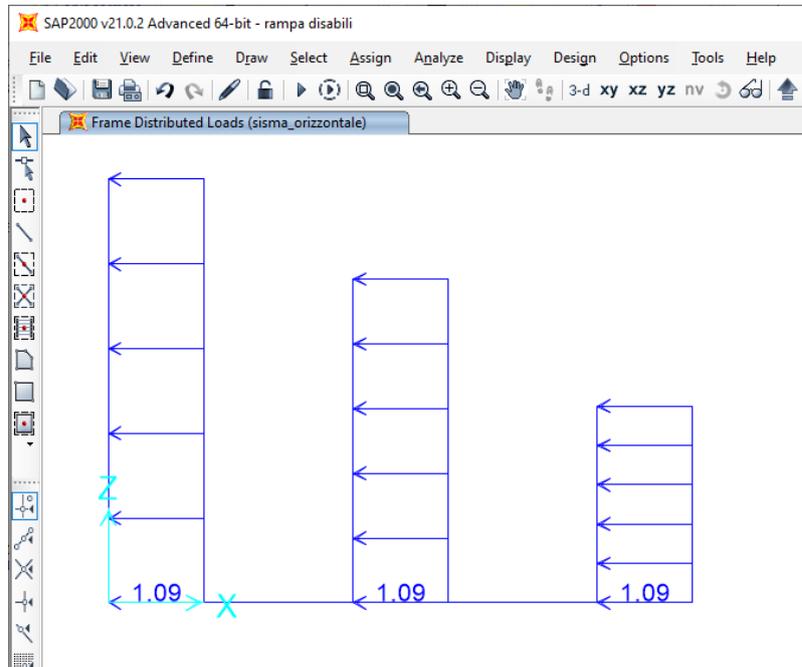


Figura 9 – Sisma orizzontale.

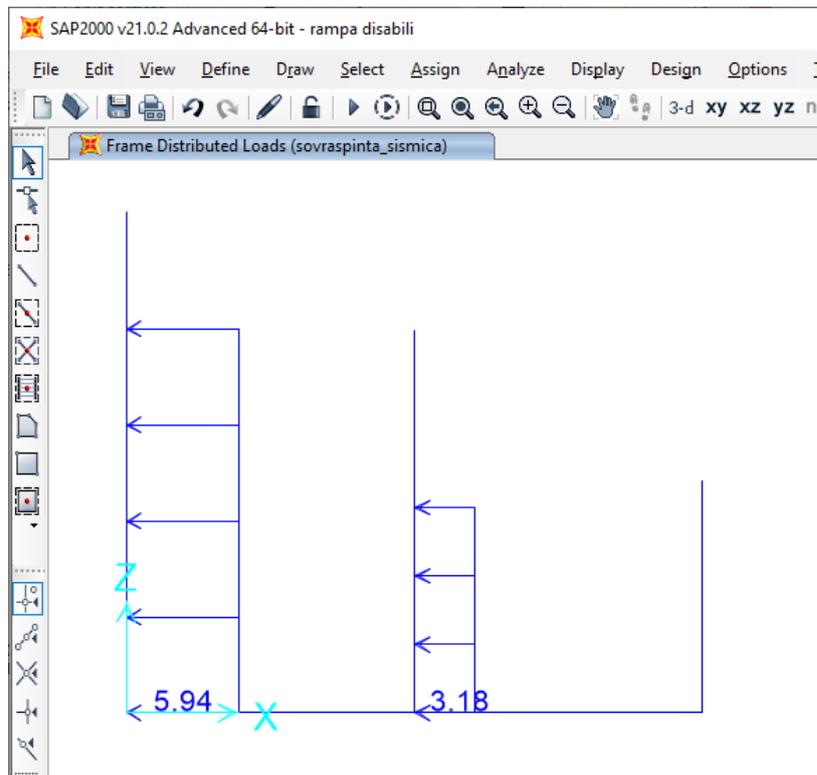


Figura 10 – Incremento di spinta dovuto al sisma.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

11.3 Combinazioni di calcolo

Ai fini delle verifiche degli stati limite si è fatto riferimento alle seguenti combinazioni delle azioni.

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

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

Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

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

Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili, utilizzata nella verifica a Fessurazione:

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

Combinazione quasi permanente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) a lungo termine;

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

Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

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

dove:

$$E = \pm 1.00 \times E_Y \pm 0.3 \times E_Z$$

avendo indicato con E_Y e E_Z rispettivamente le componenti orizzontale e verticale dell'azione sismica.

Le azioni impiegate nella definizione delle combinazioni di carico sono riepilogate nella Tabella 6.

azione	Load Case Name
peso proprio	DEAD
carichi permanenti sulla soletta inferiore	perm_sol_inf
spinta a riposo del terreno sul piedritto sinistro	spinta_sx_k0
spinta a riposo del terreno sul piedritto destro	spinta_dx_k0
incremento di spinta dovuta al carico accidentale sul piedritto sinistro	spinta_q1k_sx
azione verticale dovuta al sovraccarico ferroviario agente su tutta la soletta inferiore	acc_inf
azione sismica orizzontale dovuta al peso proprio e ai carichi permanenti	sisma_H

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

incremento di spinta sul piedritto sinistro dovuto al sisma	sovraspinta_sismica
---	---------------------

Tabella 6 –Riepilogo carichi.

Nelle Tabelle seguenti sono elencate le combinazioni di carico impiegate nelle verifiche.

combinazioni di carico agli SLU in condizioni statiche								
	slu1	slu2	slu3	slu4	slu5	slu6	slu7	slu8
DEAD	1	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1.35	1
per_sol_inf	1	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1.35
spinta_sx_k0	1.35	1.35	1	1	1.35	1	1.35	1.35
spinta_dx_k0	1.35	1.35	1	1	1.35	1	1.35	1
spinta_q1k_sx	1.45	1.45	1.45	0	0	1.45	1.45	1.45
acc_inf	1.45	1.45	1.45	0	0	1.45	1.45	1.45

Tabella 7 – Combinazioni di carico agli SLU in condizioni statiche (1/2).

Combinazioni di carico agli SLU in condizioni statiche						
	slu9	slu10	slu11	slu12	slu13	slu14
DEAD	1	1.35	1.35	1	1.35	1.35
per_sol_inf	1	1.35	1	1.35	1	1
spinta_sx_k0	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
spinta_dx_k0	1	1	1	1	1	1
spinta_q1k_sx	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	0
acc_inf	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	0

Tabella 8– Combinazioni di carico agli SLU in condizioni statiche (2/2).

Combinazioni di carico agli SLV		
	sis1	sis2

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

DEAD	1	1
per_sol_inf	1	1
spinta_sx_k0	1	1
spinta_dx_k0	1	1
spinta_q1k_sx	0.2	0
acc_inf	0.2	0
sisma_H	1	1
sovraspinta_sismica	1	1

Tabella 9 – Combinazioni di carico agli SLV

Combinazioni di carico agli SLE			
	rar1	rar2	rar3
DEAD	1	1	1
per_sol_inf	1	1	1
spinta_sx_k0	1	1	1
spinta_dx_k0	1	1	1
spinta_q1k_sx	1	0.8	0
acc_inf	1	0.8	0

Tabella 10 – Combinazioni di carico agli SLE.

11.4 Risultati e verifiche

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	48 di 161

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.

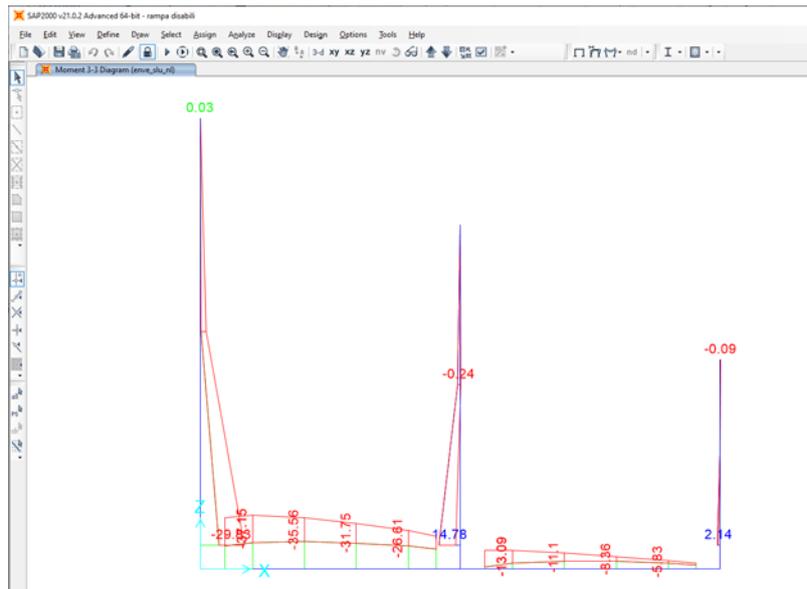


Figura 11 – Momento flettente enve-SLU.

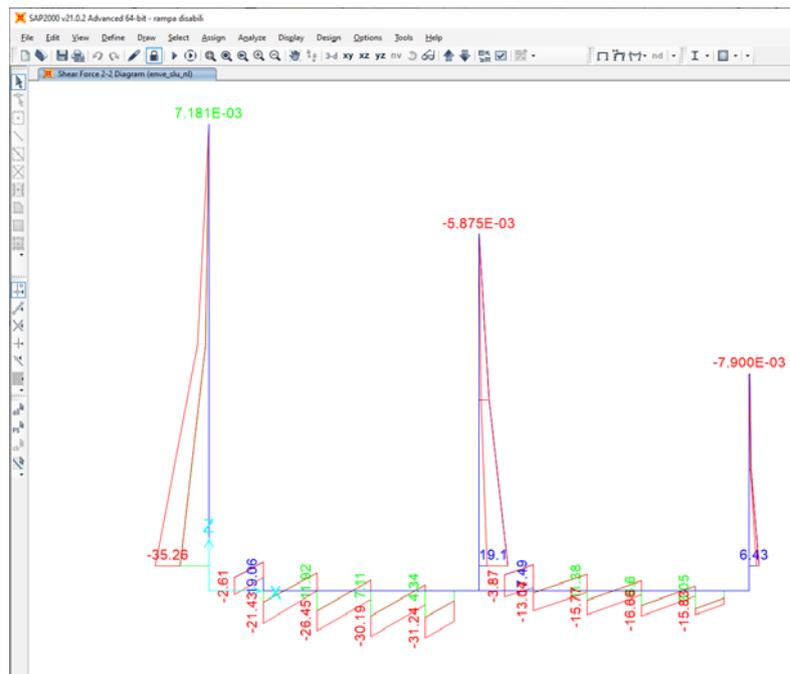


Figura 12 – Taglio enve-SLU.

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	49 di 161

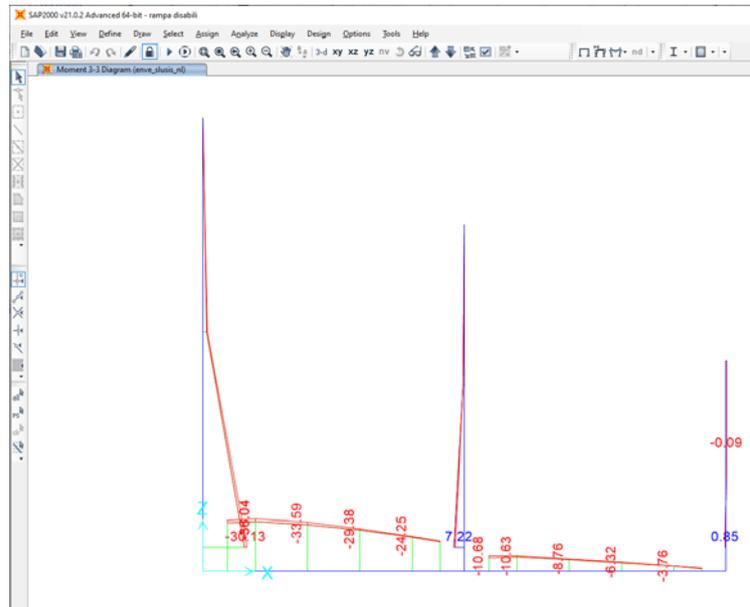


Figura 13 – Momento flettente enve-SLV.

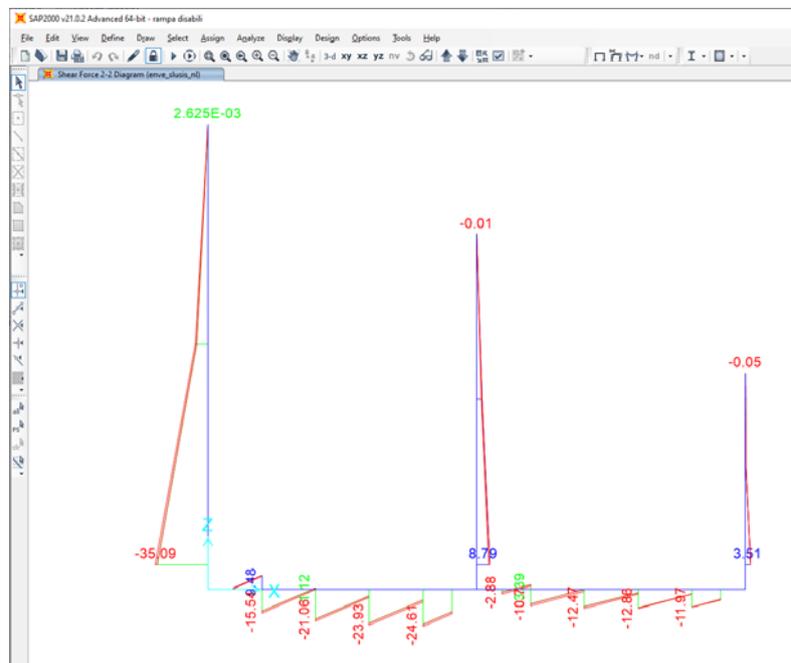


Figura 14 – Taglio enve-SLV.

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	50 di 161

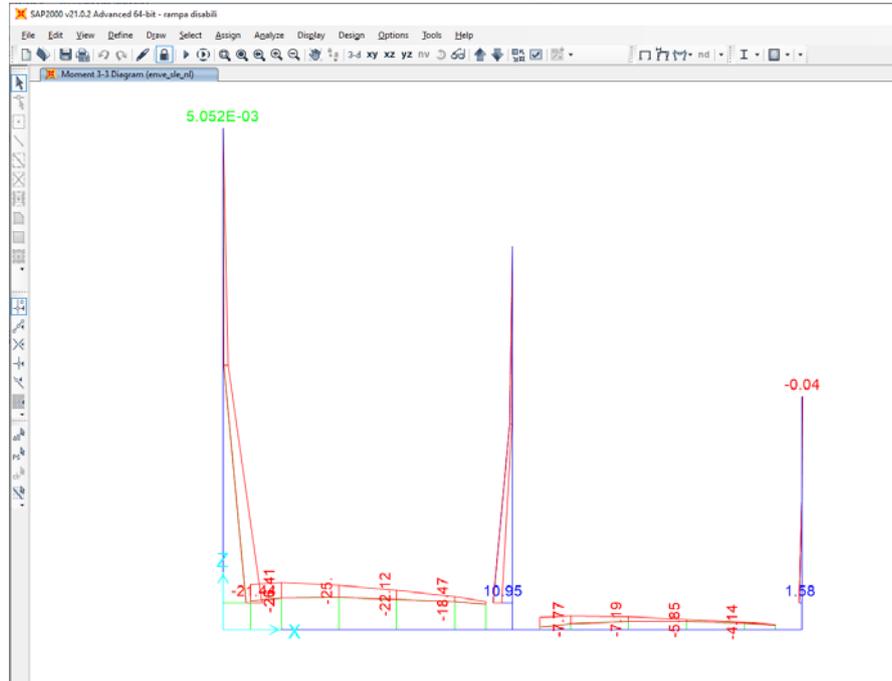


Figura 15 – Momento flettente enve-SLE.

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	51 di 161

11.4.1 Verifica soletta inferiore

Nelle tabelle seguenti si riportano le sollecitazioni massime derivanti dalle analisi utilizzate nelle successive verifiche.

SLV		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	4.00	-6.59	-2.14	16	0.17	sis2
M3	min	40.00	8.97	-36.04	7	0.32	sis1
V2	max	40.00	9.48	-34.29	7	0.32	sis2
V2	min	36.00	-24.61	-24.25	11	0.00	sis1
P	max	40.00	0.59	-35.23	7	0.15	sis1
P	min	4.00	-12.11	-6.06	15	0.00	sis2

SLU		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	6.36	10.56	-1.63	12	0.15	slu4
M3	min	40.00	14.64	-37.15	7	0.32	slu7
V2	max	21.95	19.06	-18.49	7	0.32	slu4
V2	min	32.00	-31.24	-23.02	11	0.00	slu10
P	max	40.00	0.30	-34.87	7	0.15	slu1
P	min	4.00	-13.08	-4.33	16	0.00	slu8

SLE - RARA		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	6.00	-5.07	-2.78	16	0.17	rar1
M3	min	28.00	11.29	-26.41	7	0.32	rar1
V2	max	28.00	11.29	-26.41	7	0.32	rar1
V2	min	26.00	-20.56	-18.47	11	0.00	rar1
P	max	30.00	-12.94	-26.41	8	0.00	rar1
P	min	6.00	-10.91	-4.14	16	0.00	rar1

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	52 di 161

SLE - FREQUENTE		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	6.00	-4.84	-2.76	16	0.17	fre1
M3	min	28.00	11.80	-24.67	7	0.32	fre1
V2	max	28.00	11.80	-24.67	7	0.32	fre1
V2	min	24.00	-19.05	-17.87	11	0.00	fre1
P	max	28.00	2.90	-23.42	7	0.15	fre1
P	min	6.00	-10.51	-4.06	16	0.00	fre1

SLE - Q.P.		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	6.36	7.97	-1.50	12	0.15	qpe
M3	min	21.95	8.44	-17.90	8	0.32	qpe
V2	max	21.95	13.82	-17.68	7	0.32	qpe
V2	min	21.91	-13.01	-15.51	11	0.00	qpe
P	max	21.95	5.60	-16.03	7	0.15	qpe
P	min	6.28	-8.92	-3.76	16	0.00	qpe

11.4.1.1 Verifica in condizioni statiche

DATI GENERALI

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave (solette, nervature solai) senza staffe
Normativa di riferimento:	N.T.C.
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:	C32/40
	Resis. compr. di progetto fcd:	188.10 daN/cm ²
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	336428 daN/cm ²
	Resis. media a trazione fctm:	30.00 daN/cm ²
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	182.60 daN/cm ²

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	53 di 161

Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	182.60	daN/cm ²
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	132.80	daN/cm ²
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0 daN/cm ²
	Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0 daN/cm ²
	Resist. 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 tensione-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istantaneo B1*B2 :	1.00
	Coeff. Aderenza differito B1*B2 :	0.50
	Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	3375.0 daN/cm ²

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	40.0
3	50.0	40.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-42.7	7.3	22
2	-42.7	32.7	22
3	42.7	32.7	22
4	42.7	7.3	22

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	3	22
2	2	3	3	22

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	54 di 161

Vy Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	-636	-163	0	1056	0
2	-4000	-3715	0	1464	0
3	-2195	-1849	0	1906	0
4	-3200	-2302	0	-3124	0
5	-4000	-3487	0	30	0
6	-400	-433	0	-1308	0

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	-600	-278	0
2	-2800	-2641	0
3	-2800	-2641	0
4	-2600	-1847	0
5	-3000	-2641	0
6	-600	-414	0

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	-600	-276 (-8165)	0 (0)
2	-2800	-2467 (-8704)	0 (0)
3	-2800	-2467 (-8704)	0 (0)
4	-2400	-1787 (-8590)	0 (0)
5	-2800	-2342 (-8670)	0 (0)
6	-600	-406 (-8518)	0 (0)

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	-636	-150 (-7271)	0 (0)
2	-2195	-1790 (-8654)	0 (0)
3	-2195	-1768 (-8645)	0 (0)

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	55 di 161

4	-2191	-1551 (-8553)	0 (0)
5	-2195	-1603 (-8576)	0 (0)
6	-628	-376 (-8418)	0 (0)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	6.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	19.2 cm

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

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

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	-636	-163	0	-611	-23292	0	142.89	38.0(5.7)
2	S	-4000	-3715	0	-4012	-22833	0	6.15	38.0(5.7)
3	S	-2195	-1849	0	-2191	-23078	0	12.48	38.0(5.7)
4	S	-3200	-2302	0	-3207	-22941	0	9.97	38.0(5.7)
5	S	-4000	-3487	0	-4012	-22833	0	6.55	38.0(5.7)
6	S	-400	-433	0	-430	-23316	0	53.85	38.0(5.7)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.192	-50.0	0.0	-0.00057	-42.7	7.3	-0.01473	42.7	32.7
2	0.00350	0.189	-50.0	0.0	-0.00063	-42.7	7.3	-0.01499	42.7	32.7
3	0.00350	0.191	-50.0	0.0	-0.00060	-42.7	7.3	-0.01484	42.7	32.7
4	0.00350	0.190	-50.0	0.0	-0.00061	-42.7	7.3	-0.01492	42.7	32.7
5	0.00350	0.189	-50.0	0.0	-0.00063	-42.7	7.3	-0.01499	42.7	32.7
6	0.00350	0.192	-50.0	0.0	-0.00057	-42.7	7.3	-0.01472	42.7	32.7

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

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

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	56 di 161

1	0.000000000	-0.000557566	0.003500000	0.192	0.700
2	0.000000000	-0.000565324	0.003500000	0.189	0.700
3	0.000000000	-0.000560999	0.003500000	0.191	0.700
4	0.000000000	-0.000563416	0.003500000	0.190	0.700
5	0.000000000	-0.000565324	0.003500000	0.189	0.700
6	0.000000000	-0.000557184	0.003500000	0.192	0.700

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.5	50.0	0.0	-67	21.4	32.7	1050	19.0
2	S	14.9	50.0	0.0	-560	21.4	32.7	1000	19.0
3	S	14.9	50.0	0.0	-560	21.4	32.7	1000	19.0
4	S	10.3	50.0	0.0	-410	21.4	32.7	1050	19.0
5	S	14.9	50.0	0.0	-566	21.4	32.7	1050	19.0
6	S	2.3	50.0	0.0	-92	21.4	32.7	1050	19.0

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

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00004	0	0.838	22.0	62	0.00002 (0.00002)	557 0.011 (990.00)		-8173	0
2	S	-0.00037	0	0.841	22.0	62	0.00017 (0.00017)	542 0.091 (990.00)		-8745	0
3	S	-0.00037	0	0.841	22.0	62	0.00017 (0.00017)	542 0.091 (990.00)		-8745	0
4	S	-0.00027	0	0.835	22.0	62	0.00012 (0.00012)	556 0.068 (990.00)		-8556	0
5	S	-0.00037	0	0.833	22.0	62	0.00017 (0.00017)	555 0.094 (990.00)		-8703	0
6	S	-0.00006	0	0.835	22.0	62	0.00003 (0.00003)	556 0.015 (990.00)		-8533	0

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.5	50.0	0.0	-67	21.4	32.7	1050	19.0
2	S	13.9	50.0	0.0	-529	21.4	32.7	1050	19.0

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

3	S	13.9	50.0	0.0	-529	21.4	32.7	1050	19.0
4	S	10.0	50.0	0.0	-393	21.4	32.7	1050	19.0
5	S	13.2	50.0	0.0	-506	21.4	32.7	1050	19.0
6	S	2.3	50.0	0.0	-91	21.4	32.7	1050	19.0

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00004	0	0.839	22.0	62	0.00002 (0.00002)	557	0.011 (0.20)	-8165	0
2	S	-0.00035	0	0.833	22.0	62	0.00016 (0.00016)	555	0.088 (0.20)	-8704	0
3	S	-0.00035	0	0.833	22.0	62	0.00016 (0.00016)	555	0.088 (0.20)	-8704	0
4	S	-0.00026	0	0.834	22.0	62	0.00012 (0.00012)	556	0.066 (0.20)	-8590	0
5	S	-0.00033	0	0.834	22.0	62	0.00015 (0.00015)	555	0.084 (0.20)	-8670	0
6	S	-0.00006	0	0.835	22.0	62	0.00003 (0.00003)	556	0.015 (0.20)	-8518	0

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.8	50.0	0.0	-45	21.4	32.7	1100	19.0
2	S	10.1	50.0	0.0	-388	21.4	32.7	1050	19.0
3	S	9.9	50.0	0.0	-384	21.4	32.7	1050	19.0
4	S	8.7	50.0	0.0	-344	21.4	32.7	1050	19.0
5	S	9.0	50.0	0.0	-354	21.4	32.7	1050	19.0
6	S	2.1	50.0	0.0	-86	21.4	32.7	1050	19.0

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00003	0	0.839	22.0	62	0.00001 (0.00001)	574	0.008 (0.20)	-7271	0
2	S	-0.00025	0	0.834	22.0	62	0.00012 (0.00012)	555	0.065 (0.20)	-8654	0
3	S	-0.00025	0	0.834	22.0	62	0.00012 (0.00012)	555	0.064 (0.20)	-8645	0
4	S	-0.00023	0	0.835	22.0	62	0.00010 (0.00010)	556	0.057 (0.20)	-8553	0
5	S	-0.00023	0	0.835	22.0	62	0.00011 (0.00011)	556	0.059 (0.20)	-8576	0
6	S	-0.00006	0	0.836	22.0	62	0.00003 (0.00003)	556	0.014 (0.20)	-8418	0

11.4.1.2 Verifica in condizioni sismiche

DATI GENERALI

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave (solette, nervature solai) senza staffe
Normativa di riferimento:	N.T.C.
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:	C32/40
	Resis. compr. di progetto fcd:	188.10 daN/cm ²

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	58 di 161

Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
Modulo Elastico Normale Ec:	336428	daN/cm ²
Resis. media a trazione fctm:	30.00	daN/cm ²
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
Sc limite S.L.E. comb. Rare:	182.60	daN/cm ²
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	182.60	daN/cm ²
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	132.80	daN/cm ²
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. 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 tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo B1*B2 :	1.00	
	Coeff. Aderenza differito B1*B2 :	0.50	
	Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	3375.0	daN/cm ²

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	40.0
3	50.0	40.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-42.7	7.3	22
2	-42.7	32.7	22
3	42.7	32.7	22
4	42.7	7.3	22

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	3	22
2	2	3	3	22

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	59 di 161

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	-400	-214	0	-659	0
2	-4000	-3604	0	897	0
3	-4000	-3429	0	948	0
4	-3600	-2425	0	-2461	0
5	-4000	-3523	0	59	0
6	-400	-606	0	-1211	0

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	-600	-278	0
2	-2800	-2641	0
3	-2800	-2641	0
4	-2600	-1847	0
5	-3000	-2641	0
6	-600	-414	0

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	-600	-276 (-8165)	0 (0)
2	-2800	-2467 (-8704)	0 (0)
3	-2800	-2467 (-8704)	0 (0)
4	-2400	-1787 (-8590)	0 (0)
5	-2800	-2342 (-8670)	0 (0)
6	-600	-406 (-8518)	0 (0)

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

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

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	60 di 161

N° Comb.	N	Mx	My
1	-636	-150 (-7271)	0 (0)
2	-2195	-1790 (-8654)	0 (0)
3	-2195	-1768 (-8645)	0 (0)
4	-2191	-1551 (-8553)	0 (0)
5	-2195	-1603 (-8576)	0 (0)
6	-628	-376 (-8418)	0 (0)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 19.2 cm

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

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

N° Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	-400	-214	0	-430	-23316	0	108.95	38.0(5.7)
2	S	-4000	-3604	0	-4012	-22833	0	6.34	38.0(5.7)
3	S	-4000	-3429	0	-4012	-22833	0	6.66	38.0(5.7)
4	S	-3600	-2425	0	-3582	-22891	0	9.44	38.0(5.7)
5	S	-4000	-3523	0	-4012	-22833	0	6.48	38.0(5.7)
6	S	-400	-606	0	-430	-23316	0	38.48	38.0(5.7)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N° Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.192	-50.0	0.0	-0.00057	-42.7	7.3	-0.01472	42.7	32.7
2	0.00350	0.189	-50.0	0.0	-0.00063	-42.7	7.3	-0.01499	42.7	32.7
3	0.00350	0.189	-50.0	0.0	-0.00063	-42.7	7.3	-0.01499	42.7	32.7
4	0.00350	0.190	-50.0	0.0	-0.00062	-42.7	7.3	-0.01495	42.7	32.7
5	0.00350	0.189	-50.0	0.0	-0.00063	-42.7	7.3	-0.01499	42.7	32.7
6	0.00350	0.192	-50.0	0.0	-0.00057	-42.7	7.3	-0.01472	42.7	32.7

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000557184	0.003500000	0.192	0.700
2	0.000000000	-0.000565324	0.003500000	0.189	0.700
3	0.000000000	-0.000565324	0.003500000	0.189	0.700
4	0.000000000	-0.000564306	0.003500000	0.190	0.700
5	0.000000000	-0.000565324	0.003500000	0.189	0.700
6	0.000000000	-0.000557184	0.003500000	0.192	0.700

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.5	50.0	0.0	-67	21.4	32.7	1050	19.0
2	S	14.9	50.0	0.0	-560	21.4	32.7	1000	19.0
3	S	14.9	50.0	0.0	-560	21.4	32.7	1000	19.0
4	S	10.3	50.0	0.0	-410	21.4	32.7	1050	19.0
5	S	14.9	50.0	0.0	-566	21.4	32.7	1050	19.0
6	S	2.3	50.0	0.0	-92	21.4	32.7	1050	19.0

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

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

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00004	0	0.838	22.0	62	0.00002 (0.00002)	557	0.011 (990.00)	-8173	0
2	S	-0.00037	0	0.841	22.0	62	0.00017 (0.00017)	542	0.091 (990.00)	-8745	0
3	S	-0.00037	0	0.841	22.0	62	0.00017 (0.00017)	542	0.091 (990.00)	-8745	0
4	S	-0.00027	0	0.835	22.0	62	0.00012 (0.00012)	556	0.068 (990.00)	-8556	0
5	S	-0.00037	0	0.833	22.0	62	0.00017 (0.00017)	555	0.094 (990.00)	-8703	0
6	S	-0.00006	0	0.835	22.0	62	0.00003 (0.00003)	556	0.015 (990.00)	-8533	0

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	62 di 161

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.5	50.0	0.0	-67	21.4	32.7	1050	19.0
2	S	13.9	50.0	0.0	-529	21.4	32.7	1050	19.0
3	S	13.9	50.0	0.0	-529	21.4	32.7	1050	19.0
4	S	10.0	50.0	0.0	-393	21.4	32.7	1050	19.0
5	S	13.2	50.0	0.0	-506	21.4	32.7	1050	19.0
6	S	2.3	50.0	0.0	-91	21.4	32.7	1050	19.0

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00004	0	0.839	22.0	62	0.00002 (0.00002)	557	0.011 (0.20)	-8165	0
2	S	-0.00035	0	0.833	22.0	62	0.00016 (0.00016)	555	0.088 (0.20)	-8704	0
3	S	-0.00035	0	0.833	22.0	62	0.00016 (0.00016)	555	0.088 (0.20)	-8704	0
4	S	-0.00026	0	0.834	22.0	62	0.00012 (0.00012)	556	0.066 (0.20)	-8590	0
5	S	-0.00033	0	0.834	22.0	62	0.00015 (0.00015)	555	0.084 (0.20)	-8670	0
6	S	-0.00006	0	0.835	22.0	62	0.00003 (0.00003)	556	0.015 (0.20)	-8518	0

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.8	50.0	0.0	-45	21.4	32.7	1100	19.0
2	S	10.1	50.0	0.0	-388	21.4	32.7	1050	19.0
3	S	9.9	50.0	0.0	-384	21.4	32.7	1050	19.0
4	S	8.7	50.0	0.0	-344	21.4	32.7	1050	19.0
5	S	9.0	50.0	0.0	-354	21.4	32.7	1050	19.0
6	S	2.1	50.0	0.0	-86	21.4	32.7	1050	19.0

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00003	0	0.839	22.0	62	0.00001 (0.00001)	574	0.008 (0.20)	-7271	0
2	S	-0.00025	0	0.834	22.0	62	0.00012 (0.00012)	555	0.065 (0.20)	-8654	0
3	S	-0.00025	0	0.834	22.0	62	0.00012 (0.00012)	555	0.064 (0.20)	-8645	0
4	S	-0.00023	0	0.835	22.0	62	0.00010 (0.00010)	556	0.057 (0.20)	-8553	0
5	S	-0.00023	0	0.835	22.0	62	0.00011 (0.00011)	556	0.059 (0.20)	-8576	0
6	S	-0.00006	0	0.836	22.0	62	0.00003 (0.00003)	556	0.014 (0.20)	-8418	0

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	63 di 161

11.4.1.3 Verifica a taglio

verifica a taglio					
h	400	mm	Rck	40	
d	327	mm	fck	33.2	
bw	1000	mm	γ_c	1.5	
$1+(200/d)^{0,5}$	1.782				
k	1.782		As	5 ϕ	22.0
Asl	1901	mm ²			
Asl/(bw·d)	0.0058				
ρ_1	0.006		Vrd	187.6	kN
vmin	0.480		Ved	31.2	KN
vmin·bw·d	156881	N	Vrd/Ved	6.00	-
Vrd	187564	N	VERIFICATO		

Non è necessario armare a taglio.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

11.4.2 Verifica piedritti

11.4.2.1 Verifica in condizioni statiche

SLV		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-14.92	8.79	7.22	5	0.15	sis2
M3	min	-19.87	-35.09	-30.13	1	0.15	sis1
V2	max	-14.92	8.79	7.22	5	0.15	sis2
V2	min	-19.87	-35.09	-30.13	1	0.15	sis1
P	max	0.00	0.00	0.00	1	2.80	sis2
P	min	-19.87	-35.09	-30.13	1	0.15	sis1

SLU		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-20.14	19.10	14.78	5	0.15	slu5
M3	min	-19.87	-35.26	-29.83	1	0.15	slu8
V2	max	-20.14	19.10	14.78	5	0.15	slu5
V2	min	-26.82	-35.26	-29.83	1	0.15	slu10
P	max	0.00	0.00	0.01	1	2.80	slu2
P	min	-26.82	-35.25	-29.81	1	0.15	slu2

SLE - RARA		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-14.92	9.17	6.01	5	0.15	rar1
M3	min	-19.87	-25.62	-21.44	1	0.15	rar1
V2	max	-14.92	9.17	6.01	5	0.15	rar1
V2	min	-19.87	-25.62	-21.44	1	0.15	rar1
P	max	0.00	0.03	-0.04	6	1.30	rar1
P	min	-19.87	-25.62	-21.44	1	0.15	rar1

SLE - FREQUENTE		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-14.92	10.17	7.00	5	0.15	fre1
M3	min	-19.87	-24.30	-19.68	1	0.15	fre1
V2	max	-14.92	10.17	7.00	5	0.15	fre1
V2	min	-19.87	-24.30	-19.68	1	0.15	fre1

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	65 di 161

P	max	0.00	0.00	0.00	6	1.30	fre1
P	min	-19.87	-24.30	-19.68	1	0.15	fre1

SLE - Q.P.		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-14.92	14.15	10.95	5	0.15	qpe
M3	min	-19.87	-19.00	-12.66	1	0.15	qpe
V2	max	-14.92	14.15	10.95	5	0.15	qpe
V2	min	-19.87	-19.00	-12.66	1	0.15	qpe
P	max	0.00	0.00	0.00	6	1.30	qpe
P	min	-19.87	-19.00	-12.66	1	0.15	qpe

DATI GENERALI

Descrizione Sezione:
Metodo di calcolo resistenza: Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione: Sezione generica di Trave (solette, nervature solai) senza staffe
Normativa di riferimento: N.T.C.
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: C32/40
Resis. compr. di progetto fcd: 188.10 daN/cm²
Def.unit. max resistenza ec2: 0.0020
Def.unit. ultima ecu: 0.0035
Diagramma tensione-deformaz.: Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec: 336428 daN/cm²
Resis. media a trazione fctm: 30.00 daN/cm²
Coeff. Omogen. S.L.E.: 15.00
Sc limite S.L.E. comb. Rare: 182.60 daN/cm²
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti: 182.60 daN/cm²
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti: 0.200 mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: 132.80 daN/cm²
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.: 0.200 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C
Resist. caratt. snervam. fyk: 4500.0 daN/cm²
Resist. caratt. rottura ftk: 4500.0 daN/cm²
Resist. snerv. di progetto fyd: 3913.0 daN/cm²
Resist. ultima di progetto ftd: 3913.0 daN/cm²
Deform. ultima di progetto Epu: 0.068
Modulo Elastico Ef: 2000000 daN/cm²
Diagramma tensione-deformaz.: Bilineare finito
Coeff. Aderenza istantaneo B1*B2: 1.00
Coeff. Aderenza differito B1*B2: 0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare: 3375.0 daN/cm²

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	66 di 161

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	30.0
3	50.0	30.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-42.7	7.3	24
2	-42.7	22.7	24
3	42.7	22.7	24
4	42.7	7.3	24

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	3	24
2	2	3	3	24

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	2014	1478	0	1910	0
2	1987	-2983	0	-3526	0
3	2014	1478	0	1910	0
4	2682	-2983	0	-3526	0
5	0	1	0	0	0
6	2682	-2981	0	-3525	0

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

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

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	67 di 161

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	-600	-278	0
2	-2800	-2641	0
3	-2800	-2641	0
4	-2600	-1847	0
5	-3000	-2641	0
6	-600	-414	0

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	-600	-276 (-4803)	0 (0)
2	-2800	-2467 (-5030)	0 (0)
3	-2800	-2467 (-5030)	0 (0)
4	-2400	-1787 (-4983)	0 (0)
5	-2800	-2342 (-5016)	0 (0)
6	-600	-406 (-4953)	0 (0)

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	-636	-150 (-4407)	0 (0)
2	-2195	-1790 (-5009)	0 (0)
3	-2195	-1768 (-5006)	0 (0)
4	-2191	-1551 (-4967)	0 (0)
5	-2195	-1603 (-4977)	0 (0)
6	-628	-376 (-4910)	0 (0)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.1 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 13.0 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
 e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	68 di 161

N Res Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
 Mx Res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r, Mx Res, My Res) e (N, Mx, My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
 As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	2014	1478	0	1997	18404	0	12.45	22.6(5.2)
2	S	1987	-2983	0	1997	-18404	0	6.17	22.6(5.2)
3	S	2014	1478	0	1997	18404	0	12.45	22.6(5.2)
4	S	2682	-2983	0	2666	-18459	0	6.19	22.6(5.2)
5	S	0	1	0	0	18239	0	999.00	22.6(5.2)
6	S	2682	-2981	0	2666	-18459	0	6.19	22.6(5.2)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.298	-50.0	30.0	-0.00027	42.7	22.7	-0.00824	-42.7	7.3
2	0.00350	0.298	-50.0	0.0	-0.00027	-42.7	7.3	-0.00824	42.7	22.7
3	0.00350	0.298	-50.0	30.0	-0.00027	42.7	22.7	-0.00824	-42.7	7.3
4	0.00350	0.299	-50.0	0.0	-0.00027	-42.7	7.3	-0.00821	42.7	22.7
5	0.00350	0.296	-50.0	30.0	-0.00030	42.7	22.7	-0.00832	-42.7	7.3
6	0.00350	0.299	-50.0	0.0	-0.00027	-42.7	7.3	-0.00821	42.7	22.7

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000517036	-0.012011082	0.298	0.813
2	0.000000000	-0.000517036	0.003500000	0.298	0.813
3	0.000000000	0.000517036	-0.012011082	0.298	0.813
4	0.000000000	-0.000515841	0.003500000	0.299	0.814
5	0.000000000	0.000520804	-0.012124108	0.296	0.810
6	0.000000000	-0.000515841	0.003500000	0.299	0.814

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

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

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
 e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	69 di 161

 As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.8	50.0	0.0	-78	21.4	22.7	750	22.6
2	S	26.7	50.0	0.0	-675	21.4	22.7	800	22.6
3	S	26.7	50.0	0.0	-675	21.4	22.7	800	22.6
4	S	18.6	50.0	0.0	-487	21.4	22.7	800	22.6
5	S	26.6	50.0	0.0	-680	21.4	22.7	800	22.6
6	S	4.2	50.0	0.0	-110	21.4	22.7	800	22.6

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

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00006	0	0.836	24.0	61	0.00002 (0.00002)	434	0.010 (990.00)	-4806	0
2	S	-0.00051	0	0.820	24.0	61	0.00020 (0.00020)	444	0.090 (990.00)	-5047	0
3	S	-0.00051	0	0.820	24.0	61	0.00020 (0.00020)	444	0.090 (990.00)	-5047	0
4	S	-0.00037	0	0.822	24.0	61	0.00015 (0.00015)	445	0.065 (990.00)	-4968	0
5	S	-0.00051	0	0.821	24.0	61	0.00020 (0.00020)	444	0.091 (990.00)	-5030	0
6	S	-0.00008	0	0.822	24.0	61	0.00003 (0.00003)	445	0.015 (990.00)	-4959	0

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.8	50.0	0.0	-78	21.4	22.7	750	22.6
2	S	24.9	50.0	0.0	-635	21.4	22.7	800	22.6
3	S	24.9	50.0	0.0	-635	21.4	22.7	800	22.6
4	S	18.0	50.0	0.0	-469	21.4	22.7	800	22.6
5	S	23.6	50.0	0.0	-606	21.4	22.7	800	22.6
6	S	4.1	50.0	0.0	-108	21.4	22.7	800	22.6

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00006	0	0.836	24.0	61	0.00002 (0.00002)	434	0.010 (0.20)	-4803	0
2	S	-0.00048	0	0.821	24.0	61	0.00019 (0.00019)	444	0.085 (0.20)	-5030	0
3	S	-0.00048	0	0.821	24.0	61	0.00019 (0.00019)	444	0.085 (0.20)	-5030	0
4	S	-0.00035	0	0.821	24.0	61	0.00014 (0.00014)	444	0.063 (0.20)	-4983	0
5	S	-0.00046	0	0.821	24.0	61	0.00018 (0.00018)	444	0.081 (0.20)	-5016	0
6	S	-0.00008	0	0.822	24.0	61	0.00003 (0.00003)	445	0.014 (0.20)	-4953	0

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.5	50.0	0.0	-50	21.4	22.7	750	22.6
2	S	18.0	50.0	0.0	-465	21.4	22.7	800	22.6
3	S	17.8	50.0	0.0	-460	21.4	22.7	800	22.6
4	S	15.6	50.0	0.0	-409	-42.7	22.7	800	22.6
5	S	16.1	50.0	0.0	-422	21.4	22.7	800	22.6
6	S	3.8	50.0	0.0	-102	21.4	22.7	800	22.6

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00004	0	0.843	24.0	61	0.00001 (0.00001)	435	0.007 (0.20)	-4407	0
2	S	-0.00035	0	0.821	24.0	61	0.00014 (0.00014)	444	0.062 (0.20)	-5009	0
3	S	-0.00035	0	0.821	24.0	61	0.00014 (0.00014)	444	0.061 (0.20)	-5006	0
4	S	-0.00031	0	0.822	24.0	61	0.00012 (0.00012)	445	0.055 (0.20)	-4967	0
5	S	-0.00032	0	0.822	24.0	61	0.00013 (0.00013)	445	0.056 (0.20)	-4977	0
6	S	-0.00008	0	0.823	24.0	61	0.00003 (0.00003)	445	0.014 (0.20)	-4910	0

11.4.2.2 Verifica in condizioni sismiche

DATI GENERALI

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave (solette, nervature solai) senza staffe
Normativa di riferimento:	N.T.C.
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:	C32/40
	Resis. compr. di progetto fcd:	188.10 daN/cm ²
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	336428 daN/cm ²
	Resis. media a trazione fctm:	30.00 daN/cm ²
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	182.60 daN/cm ²
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	182.60 daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	132.80 daN/cm ²
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm
	ACCIAIO -	Tipo:
Resist. caratt. snervam. fyk:		4500.0 daN/cm ²
Resist. caratt. rottura ftk:		4500.0 daN/cm ²
Resist. 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

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	71 di 161

Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	3375.0 daN/cm ²

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C32/40

N° vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	30.0
3	50.0	30.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N° Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ [mm]
1	-42.7	7.3	24
2	-42.7	22.7	24
3	42.7	22.7	24
4	42.7	7.3	24

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

N° Gen.	N° Barra Ini.	N° Barra Fin.	N° Barre	Ø
1	1	4	3	24
2	2	3	3	24

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N° Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	2014	1478	0	1910	0
2	1987	-2983	0	-3526	0
3	2014	1478	0	1910	0
4	2682	-2983	0	-3526	0
5	0	1	0	0	0
6	2682	-2981	0	-3525	0

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

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

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

N° Comb.	N	Mx	My
1	-600	-278	0
2	-2800	-2641	0
3	-2800	-2641	0
4	-2600	-1847	0
5	-3000	-2641	0
6	-600	-414	0

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

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

N° Comb.	N	Mx	My
1	-600	-276 (-4803)	0 (0)
2	-2800	-2467 (-5030)	0 (0)
3	-2800	-2467 (-5030)	0 (0)
4	-2400	-1787 (-4983)	0 (0)
5	-2800	-2342 (-5016)	0 (0)
6	-600	-406 (-4953)	0 (0)

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

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

N° Comb.	N	Mx	My
1	-636	-150 (-4407)	0 (0)
2	-2195	-1790 (-5009)	0 (0)
3	-2195	-1768 (-5006)	0 (0)
4	-2191	-1551 (-4967)	0 (0)
5	-2195	-1603 (-4977)	0 (0)
6	-628	-376 (-4910)	0 (0)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.1 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 13.0 cm

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

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili

e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	73 di 161

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

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	2014	1478	0	1997	18404	0	12.45	22.6(5.2)
2	S	1987	-2983	0	1997	-18404	0	6.17	22.6(5.2)
3	S	2014	1478	0	1997	18404	0	12.45	22.6(5.2)
4	S	2682	-2983	0	2666	-18459	0	6.19	22.6(5.2)
5	S	0	1	0	0	18239	0	999.00	22.6(5.2)
6	S	2682	-2981	0	2666	-18459	0	6.19	22.6(5.2)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.298	-50.0	30.0	-0.00027	42.7	22.7	-0.00824	-42.7	7.3
2	0.00350	0.298	-50.0	0.0	-0.00027	-42.7	7.3	-0.00824	42.7	22.7
3	0.00350	0.298	-50.0	30.0	-0.00027	42.7	22.7	-0.00824	-42.7	7.3
4	0.00350	0.299	-50.0	0.0	-0.00027	-42.7	7.3	-0.00821	42.7	22.7
5	0.00350	0.296	-50.0	30.0	-0.00030	42.7	22.7	-0.00832	-42.7	7.3
6	0.00350	0.299	-50.0	0.0	-0.00027	-42.7	7.3	-0.00821	42.7	22.7

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000517036	-0.012011082	0.298	0.813
2	0.000000000	-0.000517036	0.003500000	0.298	0.813
3	0.000000000	0.000517036	-0.012011082	0.298	0.813
4	0.000000000	-0.000515841	0.003500000	0.299	0.814
5	0.000000000	0.000520804	-0.012124108	0.296	0.810
6	0.000000000	-0.000515841	0.003500000	0.299	0.814

METODO SLU - VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)

Ver S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata
 Ved Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
 e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	74 di 161

Vwct Taglio trazione resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
 d Altezza utile sezione [cm]
 bw Larghezza minima sezione [cm]
 Ro Rapporto geometrico di armatura longitudinale [<0.02]
 Scp Tensione media di compressione nella sezione [daN/cm²]

N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	1910	21588	22.7	100.0	0.0199	0.1
2	S	3526	21585	22.7	100.0	0.0199	0.1
3	S	1910	21588	22.7	100.0	0.0199	0.1
4	S	3526	21663	22.7	100.0	0.0199	0.1
5	S	0	21359	22.7	100.0	0.0199	0.0
6	S	3525	21663	22.7	100.0	0.0199	0.1

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.8	50.0	0.0	-78	21.4	22.7	750	22.6
2	S	26.7	50.0	0.0	-675	21.4	22.7	800	22.6
3	S	26.7	50.0	0.0	-675	21.4	22.7	800	22.6
4	S	18.6	50.0	0.0	-487	21.4	22.7	800	22.6
5	S	26.6	50.0	0.0	-680	21.4	22.7	800	22.6
6	S	4.2	50.0	0.0	-110	21.4	22.7	800	22.6

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

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

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00006	0	0.836	24.0	61	0.00002 (0.00002)	434	0.010 (990.00)	-4806	0
2	S	-0.00051	0	0.820	24.0	61	0.00020 (0.00020)	444	0.090 (990.00)	-5047	0
3	S	-0.00051	0	0.820	24.0	61	0.00020 (0.00020)	444	0.090 (990.00)	-5047	0
4	S	-0.00037	0	0.822	24.0	61	0.00015 (0.00015)	445	0.065 (990.00)	-4968	0
5	S	-0.00051	0	0.821	24.0	61	0.00020 (0.00020)	444	0.091 (990.00)	-5030	0
6	S	-0.00008	0	0.822	24.0	61	0.00003 (0.00003)	445	0.015 (990.00)	-4959	0

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	75 di 161

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.8	50.0	0.0	-78	21.4	22.7	750	22.6
2	S	24.9	50.0	0.0	-635	21.4	22.7	800	22.6
3	S	24.9	50.0	0.0	-635	21.4	22.7	800	22.6
4	S	18.0	50.0	0.0	-469	21.4	22.7	800	22.6
5	S	23.6	50.0	0.0	-606	21.4	22.7	800	22.6
6	S	4.1	50.0	0.0	-108	21.4	22.7	800	22.6

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00006	0	0.836	24.0	61	0.00002 (0.00002)	434	0.010 (0.20)	-4803	0
2	S	-0.00048	0	0.821	24.0	61	0.00019 (0.00019)	444	0.085 (0.20)	-5030	0
3	S	-0.00048	0	0.821	24.0	61	0.00019 (0.00019)	444	0.085 (0.20)	-5030	0
4	S	-0.00035	0	0.821	24.0	61	0.00014 (0.00014)	444	0.063 (0.20)	-4983	0
5	S	-0.00046	0	0.821	24.0	61	0.00018 (0.00018)	444	0.081 (0.20)	-5016	0
6	S	-0.00008	0	0.822	24.0	61	0.00003 (0.00003)	445	0.014 (0.20)	-4953	0

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.5	50.0	0.0	-50	21.4	22.7	750	22.6
2	S	18.0	50.0	0.0	-465	21.4	22.7	800	22.6
3	S	17.8	50.0	0.0	-460	21.4	22.7	800	22.6
4	S	15.6	50.0	0.0	-409	-42.7	22.7	800	22.6
5	S	16.1	50.0	0.0	-422	21.4	22.7	800	22.6
6	S	3.8	50.0	0.0	-102	21.4	22.7	800	22.6

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00004	0	0.843	24.0	61	0.00001 (0.00001)	435	0.007 (0.20)	-4407	0
2	S	-0.00035	0	0.821	24.0	61	0.00014 (0.00014)	444	0.062 (0.20)	-5009	0
3	S	-0.00035	0	0.821	24.0	61	0.00014 (0.00014)	444	0.061 (0.20)	-5006	0
4	S	-0.00031	0	0.822	24.0	61	0.00012 (0.00012)	445	0.055 (0.20)	-4967	0
5	S	-0.00032	0	0.822	24.0	61	0.00013 (0.00013)	445	0.056 (0.20)	-4977	0
6	S	-0.00008	0	0.823	24.0	61	0.00003 (0.00003)	445	0.014 (0.20)	-4910	0

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	76 di 161

11.4.2.3 Verifica a taglio

verifica a taglio					
h	300 mm	Rck	40		
d	220 mm	fck	33.2		
bw	1000 mm	γ_c	1.5		
$1+(200/d)^{0,5}$	1.953				
k	1.953	As	10 ϕ	24.0	
Asl	4524 mm ²				
Asl/(bw·d)	0.0206				
ρ_1	0.020	Vrd	208.8 kN		
vmin	0.551	Ved	35.3 KN		
vmin·bw·d	121134 N	Vrd/Ved	5.92 -		
Vrd	208833 N	VERIFICATO			

Non è necessaria armatura a taglio.

12. INCIDENZA

INCIDENZA		
<u>elevazione</u>		
n.° barre	ϕ (mm)	
5	24	armatura tesa
5	24	armatura compressa
10	12	armatura di ripartizione
W _a (kg)	44.4	peso acciaio
V _{cls} (m ³)	0.3	volume di calcestruzzo
Inc. (kg/m ³)	162.8	incidenza (+10% spille)
<u>fondazione</u>		
n.° barre	ϕ (mm)	
5	22	armatura tesa
5	22	armatura compressa
10	12	armatura di ripartizione
W _a (kg)	38.7	peso acciaio
V _{cls} (m ³)	0.4	volume di calcestruzzo
Inc. (kg/m ³)	96.8	incidenza

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

13. PROGETTO E VERIFICA RAMPA CICLOPEDONALE ACCESSO SUD – B -

La sezione che interessa la rampa sopracitata è assimilabile a quella di un muro ad U ed è finalizzata all'individuazione della condizione di carico più gravosa che si verifica.

13.1 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 (analisi non lineare); la costante di sottofondo è stata assunta pari a 37077 kN/m³.

Tale valore è stato determinato, a partire dal valore di E dello strato di fondazione, attraverso la seguente relazione:

$$k_w = \frac{E}{(1 - \nu^2) \cdot B \cdot c_t}$$

dove:

E = modulo elastico del terreno;

ν = coefficiente di Poisson = 0.3;

B = larghezza della fondazione.

c_t = fattore di forma, coefficiente adimensionale valutato con le relazione $c_t = 0.853 + 0.534 \ln(L/B)$ (per $L/B \leq 10$ con L lunghezza singolo concio).

unità	E	ν	B	L	L/B	c_t	k_w
(-)	(MPa)	(-)	(m)	(m)	(-)	(-)	(kN/m ³)
FYN4	220	0.3	0.30	90.81	26.71	2.78	25569

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

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.

La dimensione interna è di 3.00 m, l'altezza interna, a partire dal piano campagna, è pari 2.80 m, la soletta inferiore ha spessore pari a 0.40 m e piedritti hanno spessore 0.40m.

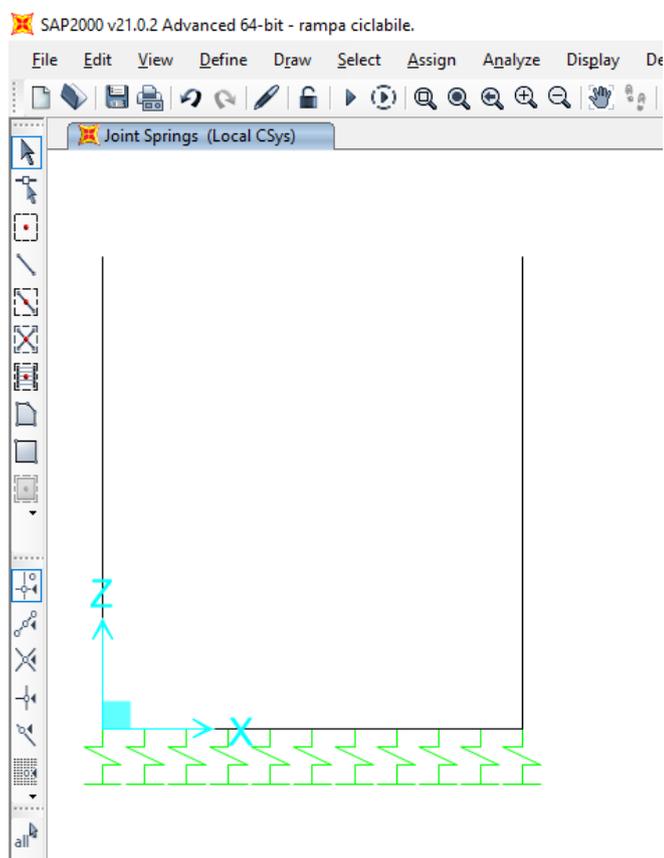


Figura 16 – Modello di calcolo.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

13.2 Analisi dei carichi

13.2.1 Peso proprio della struttura

Il peso proprio della struttura è valutato automaticamente dal programma di calcolo attribuendo al c.a. un peso dell'unità di volume di 25 kN/m³.

13.2.2 Carichi permanenti portati

Nella Tabella sottostante si riportano i carichi.

permanenti portati		
soletta inf		
γ_3	19 kN/m ³	
S_3	2.8 m	riempimento
W_3	53.20 kN/m ²	

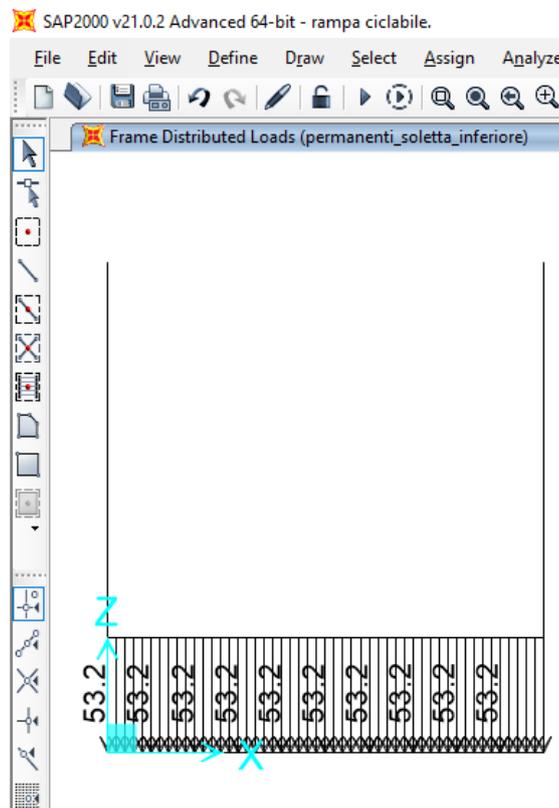


Figura 17 – Carichi permanenti sulla soletta inferiore.

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

13.2.3 Spinta del terreno e dell'acqua

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 $k_0 = 1 - \text{sen}\phi'$.

SPINTA RIPOSO E SPINTA H ₂ O			
γ_t	19	kN/m ³	peso specifico terreno
Φ'_k	30	°	angolo attrito caratteristico
Φ'_d	30	°	angolo attrito di progetto
k_0	0.50	-	

- al piede_(sx-dx) piedritto $P=(2.80*19)*0.5 = 26.60$ kPa

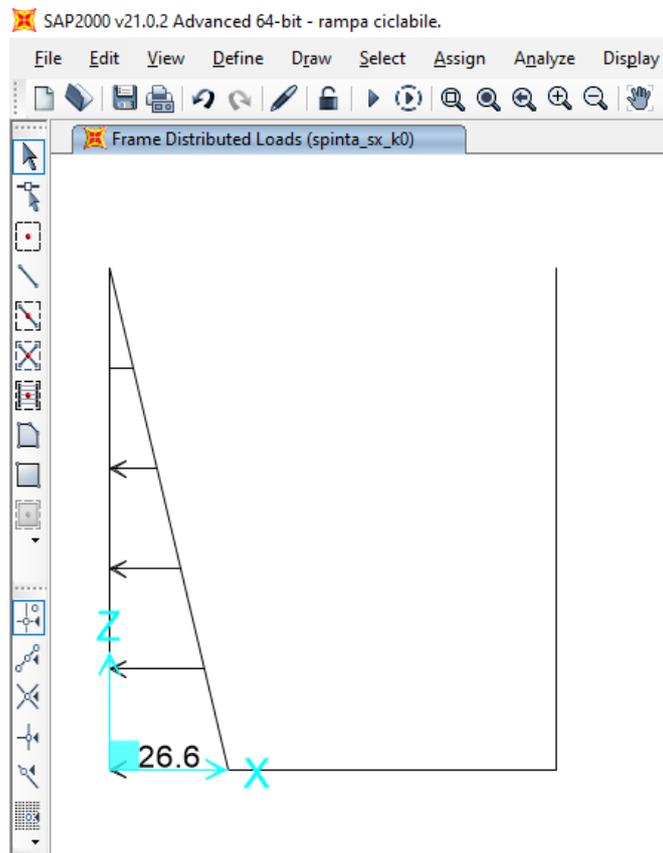


Figura 18 – Spinta del terreno sul piedritto sx

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	81 di 161

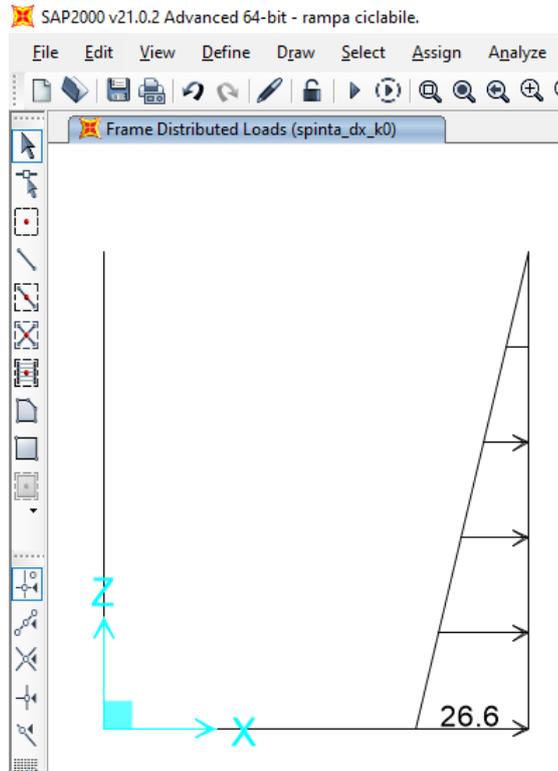


Figura 19 – Spinta del terreno sul piedritto 2-3 dx

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

13.2.4 Sovraccarico accidentale (FOLLA) su soletta inferiore

Per la valutazione dei carichi accidentali si considera quello derivante dal $Q_{folla} = 5\text{KN/Mq}$

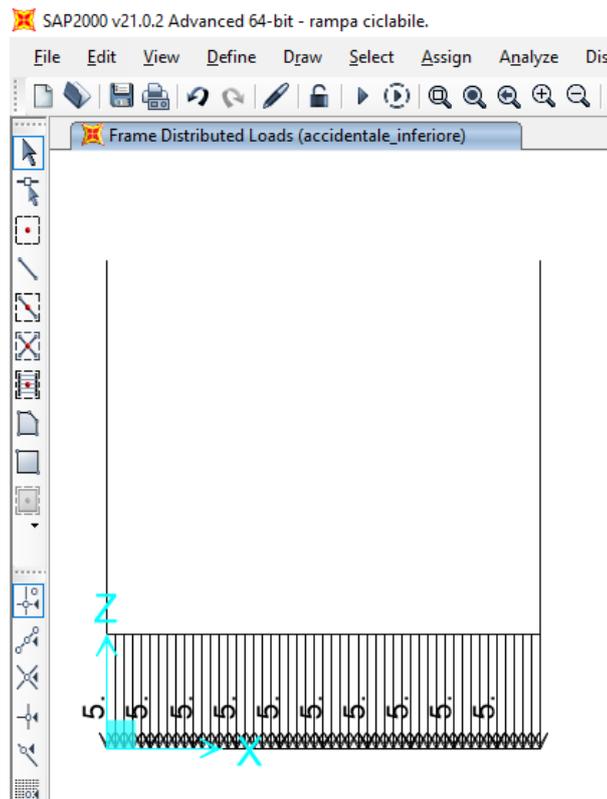


Figura 20 – Carico accidentale-folla

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

13.2.5 Incremento di spinta dovuta al carico accidentale

Il carico accidentale che transita internamente, produce sul muro in sinistra una spinta orizzontale pari a:

Δp_d	Incremento 2.50 kN/m ²
--------------	---

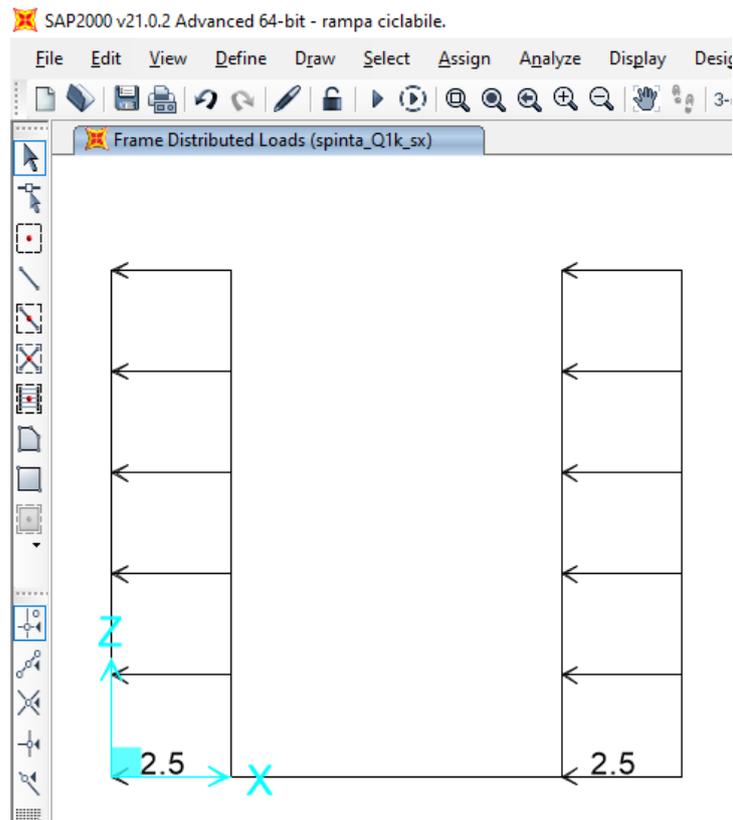


Figura 21 – Spinta_Q1K_sx

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopeditonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

13.2.6 Azione sismica

L'azione sismica agente sulle masse strutturali è stata considerata con un approccio di tipo pseudo-statico. Esso consente di rappresentare il sisma mediante una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico k . Le forze sismiche sono pertanto:

$$F_h = k_h \cdot W$$

$$F_v = k_v \cdot W$$

con k_h e k_v , rispettivamente, coefficiente sismico orizzontale e verticale, pari a

$$k_h = \beta_m \cdot a_{\max} / g \text{ coefficiente sismico orizzontale}$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h \text{ coefficiente sismico verticale}$$

Nelle espressioni precedenti a_{\max} rappresenta l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito mentre β_m è il coefficiente di riduzione di tale accelerazione valutato in funzione della capacità dell'opera di subire spostamenti relativi rispetto al terreno. Per l'analisi della struttura in esame β_m è stato posto pari ad 1. L'accelerazione orizzontale massima è stata valutata con la relazione:

$$a_{\max} = S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g$$

in cui a_g è l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido e S un coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_S) e dell'amplificazione topografica (S_T).

Gli effetti dell'azione sismica sono stati valutati tenendo conto, della massa associata al peso proprio e delle masse associate al carico permanente.

Inoltre, l'incremento di spinta dovuto al sisma è stato valutato utilizzando la teoria di Wood. Secondo tale teoria la risultante dell'incremento di spinta per effetto del sisma, su una parete di altezza H_s , viene determinato attraverso la relazione $\Delta S_E = (a_{\max}/g) \cdot \gamma \cdot H_{\text{tot}}^2$ (H_{tot} = distanza p.c. – estradosso soletta inferiore). Si valuta la spinta indotta dal rilevato ferroviario sul muro in sinistra.

a_g	0.097	g
S_S	1.5	
S_T	1	
a_{\max}	0.143	g

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
 e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	85 di 161

β_m	1	
k_h	0.145	
k_v	0.072	

INERZIA ORIZZONTALE			
Piedritti			
$k_h \cdot W_{P1}$	1.46	kN/m^2	peso proprio s. 0.4m
$k_h \cdot W_{P2}$	1.46	kN/m^2	peso proprio s. 0.4m
SOVRASPINTA SISMICA (WOOD) pied			
h_{tot}	2.80	m	altezza complessiva
Δp_d	8.14	kN/m^2	incremento di spinta

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	86 di 161

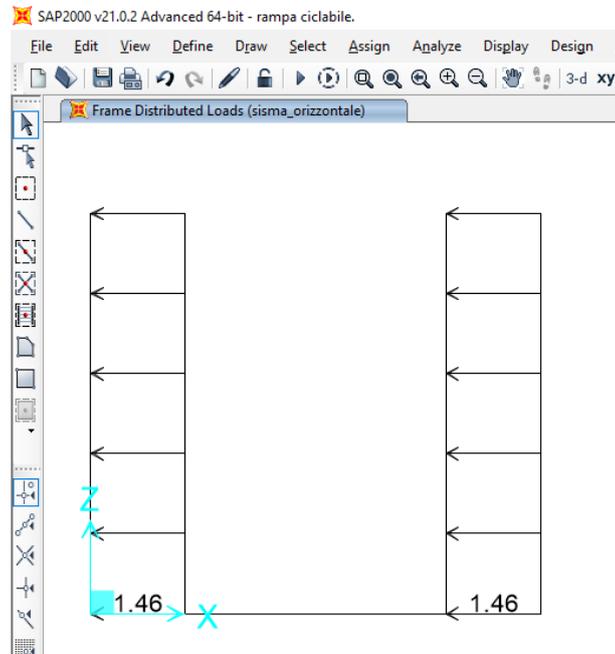


Figura 22 – Sisma orizzontale.

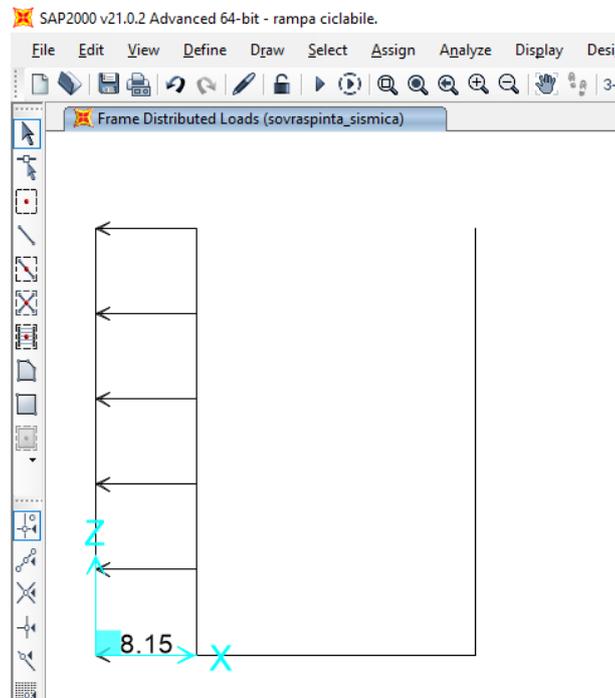


Figura 23 – Incremento di spinta dovuto al sisma.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

13.3 Combinazioni di calcolo

Ai fini delle verifiche degli stati limite si è fatto riferimento alle seguenti combinazioni delle azioni.

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

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

Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

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

Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili, utilizzata nella verifica a Fessurazione:

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

Combinazione quasi permanente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) a lungo termine;

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

Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

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

dove:

$$E = \pm 1.00 \times E_Y \pm 0.3 \times E_Z$$

avendo indicato con E_Y e E_Z rispettivamente le componenti orizzontale e verticale dell'azione sismica.

Le azioni impiegate nella definizione delle combinazioni di carico sono riepilogate nella Tabella 6.

azione	Load Case Name
peso proprio	DEAD
carichi permanenti sulla soletta inferiore	perm_sol_inf
spinta a riposo del terreno sul piedritto sinistro	spinta_sx_k0
spinta a riposo del terreno sul piedritto destro	spinta_dx_k0
incremento di spinta dovuta al carico accidentale sul piedritto sinistro	spinta_q1k_sx
azione verticale dovuta al sovraccarico ferroviario agente su tutta la soletta inferiore	acc_inf
azione sismica orizzontale dovuta al peso proprio e ai carichi permanenti	sisma_H

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

incremento di spinta sul piedritto sinistro dovuto al sisma	sovraspinta_sismica
---	---------------------

Tabella 11 – Riepilogo carichi.

Nelle Tabelle seguenti sono elencate le combinazioni di carico impiegate nelle verifiche.

combinazioni di carico agli SLU in condizioni statiche								
	slu1	slu2	slu3	slu4	slu5	slu6	slu7	slu8
DEAD	1	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1.35	1
per_sol_inf	1	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1.35
spinta_sx_k0	1.35	1.35	1	1	1.35	1	1.35	1.35
spinta_dx_k0	1.35	1.35	1	1	1.35	1	1.35	1
spinta_q1k_sx	1.45	1.45	1.45	0	0	1.45	1.45	1.45
acc_inf	1.45	1.45	1.45	0	0	1.45	1.45	1.45

Tabella 12 – Combinazioni di carico agli SLU in condizioni statiche (1/2).

Combinazioni di carico agli SLU in condizioni statiche						
	slu9	slu10	slu11	slu12	slu13	slu14
DEAD	1	1.35	1.35	1	1.35	1.35
per_sol_inf	1	1.35	1	1.35	1	1
spinta_sx_k0	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
spinta_dx_k0	1	1	1	1	1	1
spinta_q1k_sx	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	0
acc_inf	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	0

Tabella 13– Combinazioni di carico agli SLU in condizioni statiche (2/2).

Combinazioni di carico agli SLV		
	sis1	sis2
DEAD	1	1
per_sol_inf	1	1
spinta_sx_k0	1	1
spinta_dx_k0	1	1
spinta_q1k_sx	0.2	0

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

acc_inf	0.2	0
sisma_H	1	1
sovraspinta_sismica	1	1

Tabella 14 – Combinazioni di carico agli SLV

Combinazioni di carico agli SLE			
	rar1	rar2	rar3
DEAD	1	1	1
per_sol_inf	1	1	1
spinta_sx_k0	1	1	1
spinta_dx_k0	1	1	1
spinta_q1k_sx	1	0.8	0
acc_inf	1	0.8	0

Tabella 15 – Combinazioni di carico agli SLE.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

13.4 Risultati e verifiche

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.

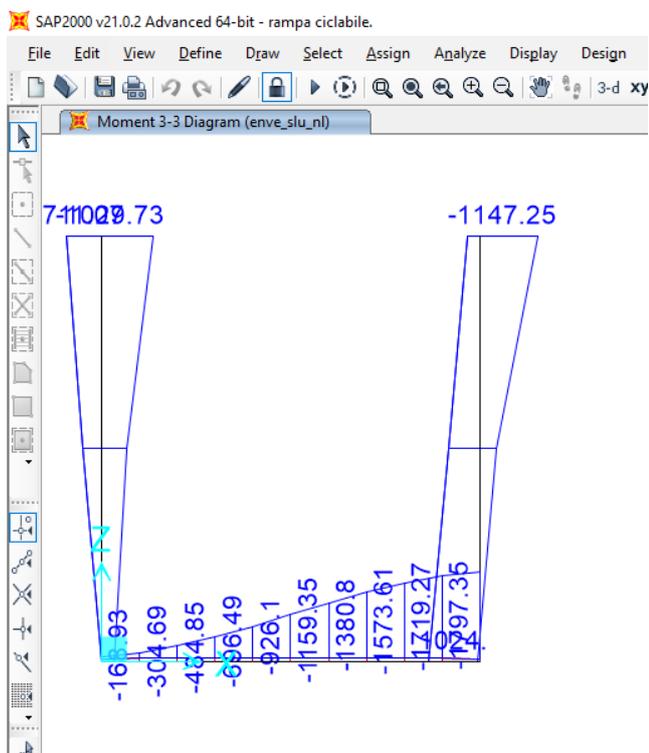


Figura 24 – Momento flettente enve-SLU.

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	91 di 161

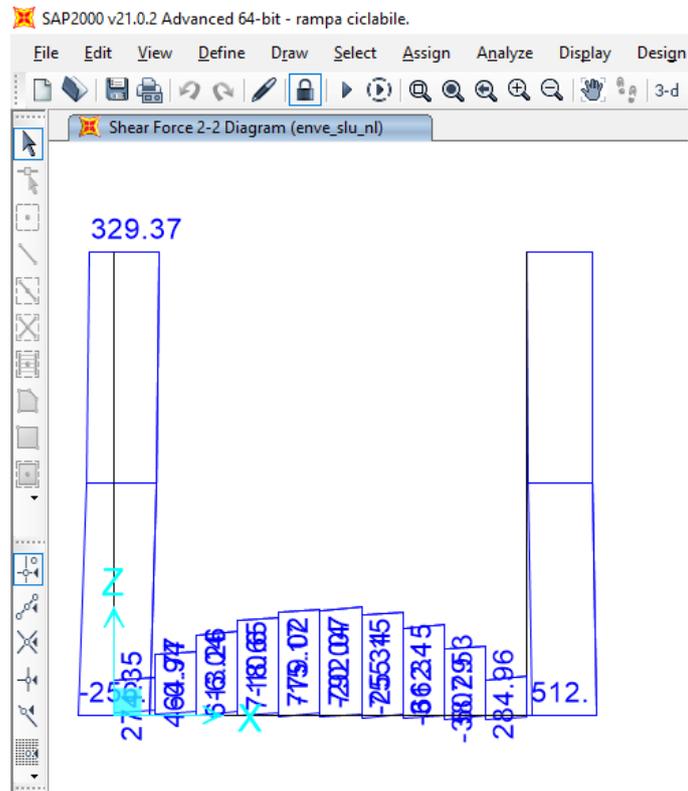


Figura 25 – Taglio enve-SLU.

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	92 di 161

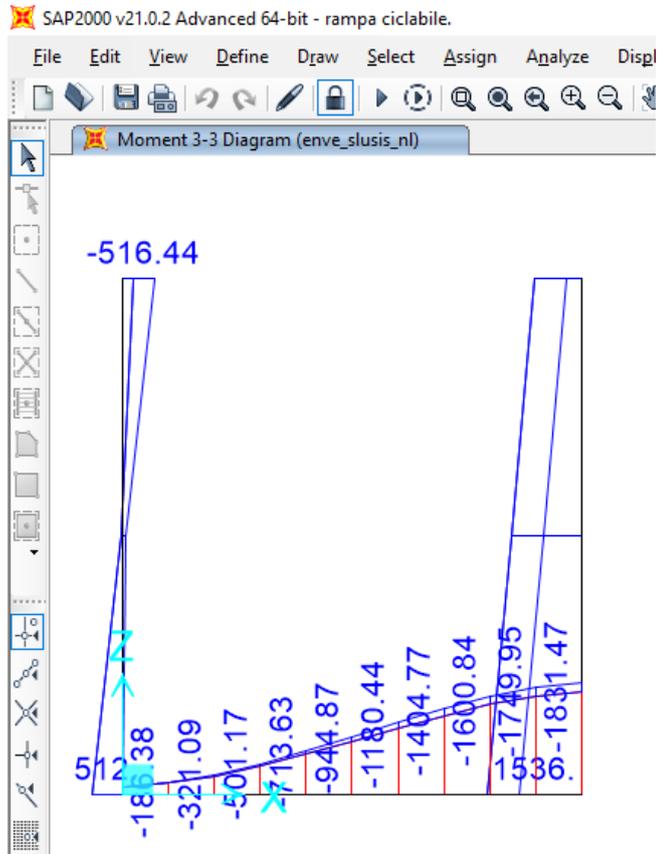


Figura 26 – Momento flettente enve-SLV.

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
 e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	93 di 161

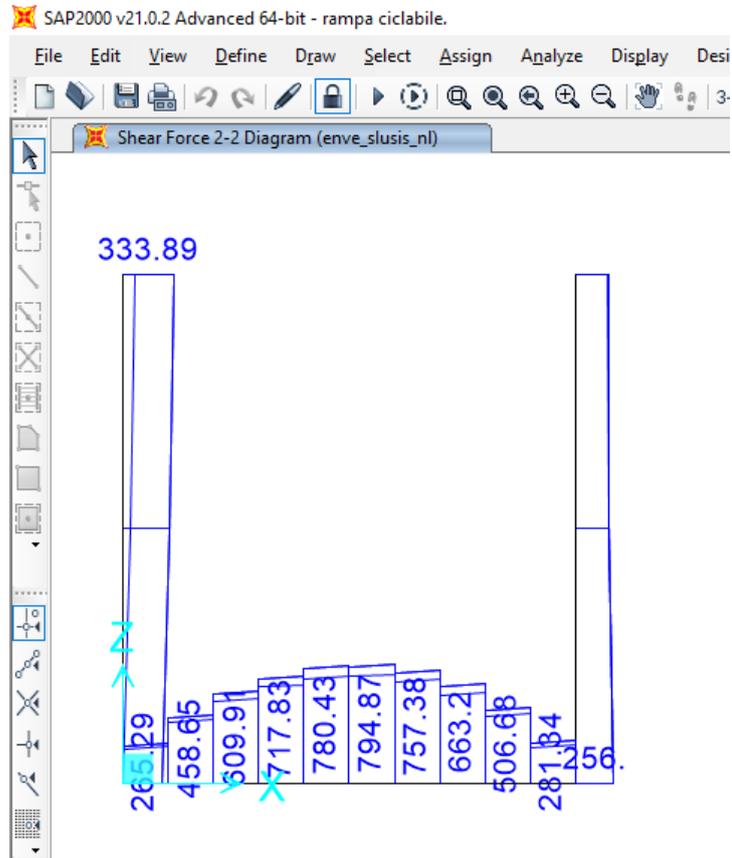


Figura 27 – Taglio enve-SLV.

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
 e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	94 di 161

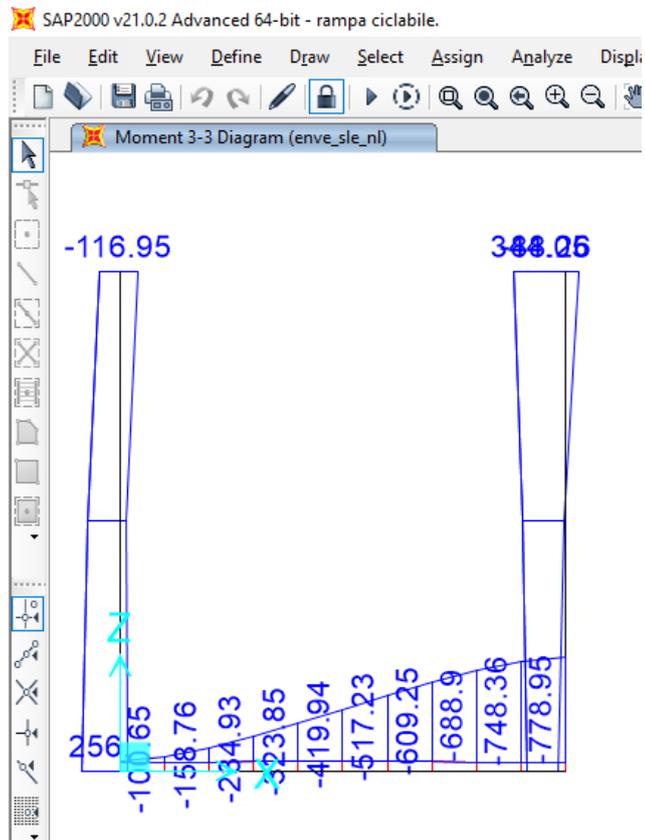


Figura 28 – Momento flettente enve-SLE.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

13.4.1 Verifica soletta inferiore

Nelle tabelle seguenti si riportano le sollecitazioni massime derivanti dalle analisi utilizzate nelle successive verifiche.

A favore di sicurezza si trascura lo sforzo normale N.

SLV		V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-31.62	-44.96	12	0.10	sis1
M3	min	16.67	-111.80	3	0.30	sis1
V2	max	17.52	-109.21	3	0.30	sis2
V2	min	-43.47	-77.96	9	0.00	sis1
P	max	-39.80	-87.93	8	0.00	sis2
P	min	-34.79	-104.42	6	0.00	sis1

SLU		V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-26.37	-33.79	12	0.10	slu6
M3	min	18.42	-98.31	4	0.30	slu7
V2	max	38.30	-58.90	3	0.30	slu4
V2	min	-47.87	-50.56	11	0.00	slu10
P	max	-30.87	-81.87	8	0.00	slu1
P	min	-28.32	-90.19	5	0.00	slu8

SLE - RARA		V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-25.77	-40.59	12	0.10	rar1
M3	min	15.05	-71.20	4	0.30	rar1
V2	max	23.74	-69.75	3	0.30	rar1
V2	min	-32.58	-43.51	12	0.00	rar1
P	max	-27.28	-60.53	9	0.00	rar1
P	min	-17.62	-70.58	6	0.00	rar1

SLE - FREQUENTE		V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-24.95	-43.33	12	0.10	fre1

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	96 di 161

M3	min	10.20	-69.15	5	0.30	fre1
V2	max	24.59	-67.16	3	0.30	fre1
V2	min	-31.67	-46.17	12	0.00	fre1
P	max	-22.11	-65.01	8	0.00	fre1
P	min	-9.96	-69.11	5	0.00	fre1

SLE - Q.P.		V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	21.67	-54.32	3	0.20	qpe
M3	min	11.11	-65.39	7	0.30	qpe
V2	max	27.99	-56.80	3	0.30	qpe
V2	min	-27.99	-56.80	12	0.00	qpe
P	max	21.67	-54.32	3	0.20	qpe
P	min	21.67	-54.32	3	0.20	qpe

13.4.1.1 Verifica in condizioni statiche

DATI GENERALI

Descrizione Sezione:
Metodo di calcolo resistenza: Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione: Sezione generica di Trave (solette, nervature solai) senza staffe
Normativa di riferimento: N.T.C.
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:	C32/40
Resis. compr. di progetto fcd:	188.10 daN/cm ²
Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
Def.unit. ultima ecu:	0.0035
Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec:	336428 daN/cm ²
Resis. media a trazione fctm:	30.00 daN/cm ²
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
Sc limite S.L.E. comb. Rare:	182.60 daN/cm ²
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	182.60 daN/cm ²
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	132.80 daN/cm ²
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm

ACCIAIO -

Tipo:	B450C
Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0 daN/cm ²

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	97 di 161

Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0	daN/cm ²
Resist. 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 tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istantaneo B1*B2 :	1.00	
Coeff. Aderenza differito B1*B2 :	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	3375.0	daN/cm ²

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	40.0
3	50.0	40.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-42.6	7.4	24
2	-42.6	32.6	24
3	42.6	32.6	24
4	42.6	7.4	24

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	3	24
2	2	3	3	24

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0	-3379	0	-2637	0
2	0	-9831	0	1842	0

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	98 di 161

3	0	-5890	0	3830	0
4	0	-5056	0	-4787	0
5	0	-8187	0	-3087	0
6	0	-9019	0	-2832	0

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0	-4059	0
2	0	-7120	0
3	0	-6975	0
4	0	-4351	0
5	0	-6053	0
6	0	-7058	0

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0	-4333 (-9616)	0 (0)
2	0	-6915 (-9616)	0 (0)
3	0	-6716 (-9616)	0 (0)
4	0	-4617 (-9616)	0 (0)
5	0	-6501 (-9616)	0 (0)
6	0	-6911 (-9616)	0 (0)

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	-636	-5432 (-9539)	0 (0)
2	0	-6539 (-9616)	0 (0)
3	0	-5680 (-9616)	0 (0)
4	0	-5680 (-9616)	0 (0)
5	0	-5432 (-9616)	0 (0)
6	0	-5432 (-9616)	0 (0)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.2 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 18.9 cm

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

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

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0	-3379	0	0	-27027	0	8.00	22.6(5.7)
2	S	0	-9831	0	0	-27027	0	2.75	22.6(5.7)
3	S	0	-5890	0	0	-27027	0	4.59	22.6(5.7)
4	S	0	-5056	0	0	-27027	0	5.35	22.6(5.7)
5	S	0	-8187	0	0	-27027	0	3.30	22.6(5.7)
6	S	0	-9019	0	0	-27027	0	3.00	22.6(5.7)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.208	-50.0	0.0	-0.00032	-42.6	7.4	-0.01334	42.6	32.6
2	0.00350	0.208	-50.0	0.0	-0.00032	-42.6	7.4	-0.01334	42.6	32.6
3	0.00350	0.208	-50.0	0.0	-0.00032	-42.6	7.4	-0.01334	42.6	32.6
4	0.00350	0.208	-50.0	0.0	-0.00032	-42.6	7.4	-0.01334	42.6	32.6
5	0.00350	0.208	-50.0	0.0	-0.00032	-42.6	7.4	-0.01334	42.6	32.6
6	0.00350	0.208	-50.0	0.0	-0.00032	-42.6	7.4	-0.01334	42.6	32.6

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000516453	0.003500000	0.208	0.700
2	0.000000000	-0.000516453	0.003500000	0.208	0.700
3	0.000000000	-0.000516453	0.003500000	0.208	0.700
4	0.000000000	-0.000516453	0.003500000	0.208	0.700
5	0.000000000	-0.000516453	0.003500000	0.208	0.700
6	0.000000000	-0.000516453	0.003500000	0.208	0.700

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	21.6	50.0	0.0	-634	0.0	32.6	950	22.6
2	S	37.9	50.0	0.0	-1112	21.3	32.6	950	22.6
3	S	37.2	50.0	0.0	-1090	0.0	32.6	950	22.6
4	S	23.2	50.0	0.0	-680	21.3	32.6	950	22.6
5	S	32.3	50.0	0.0	-946	0.0	32.6	950	22.6
6	S	37.6	50.0	0.0	-1103	0.0	32.6	950	22.6

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

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00043	0	0.840	24.0	62	0.00019 (0.00019)	499	0.095 (990.00)	-9616	0
2	S	-0.00075	0	0.840	24.0	62	0.00033 (0.00033)	499	0.166 (990.00)	-9616	0
3	S	-0.00073	0	0.840	24.0	62	0.00033 (0.00033)	499	0.163 (990.00)	-9616	0
4	S	-0.00046	0	0.840	24.0	62	0.00020 (0.00020)	499	0.102 (990.00)	-9616	0
5	S	-0.00064	0	0.840	24.0	62	0.00028 (0.00028)	499	0.142 (990.00)	-9616	0
6	S	-0.00074	0	0.840	24.0	62	0.00033 (0.00033)	499	0.165 (990.00)	-9616	0

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	23.1	50.0	0.0	-677	21.3	32.6	950	22.6
2	S	36.8	50.0	0.0	-1080	0.0	32.6	950	22.6
3	S	35.8	50.0	0.0	-1049	0.0	32.6	950	22.6
4	S	24.6	50.0	0.0	-721	21.3	32.6	950	22.6
5	S	34.6	50.0	0.0	-1016	21.3	32.6	950	22.6
6	S	36.8	50.0	0.0	-1080	0.0	32.6	950	22.6

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

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	101 di 161

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00045	0	0.840	24.0	62	0.00020 (0.00020)	499	0.101 (0.20)	-9616	0
2	S	-0.00073	0	0.840	24.0	62	0.00032 (0.00032)	499	0.162 (0.20)	-9616	0
3	S	-0.00070	0	0.840	24.0	62	0.00031 (0.00031)	499	0.157 (0.20)	-9616	0
4	S	-0.00048	0	0.840	24.0	62	0.00022 (0.00022)	499	0.108 (0.20)	-9616	0
5	S	-0.00068	0	0.840	24.0	62	0.00030 (0.00030)	499	0.152 (0.20)	-9616	0
6	S	-0.00073	0	0.840	24.0	62	0.00032 (0.00032)	499	0.162 (0.20)	-9616	0

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	28.9	50.0	0.0	-863	0.0	32.6	950	22.6
2	S	34.8	50.0	0.0	-1022	0.0	32.6	950	22.6
3	S	30.3	50.0	0.0	-887	0.0	32.6	950	22.6
4	S	30.3	50.0	0.0	-887	0.0	32.6	950	22.6
5	S	28.9	50.0	0.0	-849	21.3	32.6	950	22.6
6	S	28.9	50.0	0.0	-849	21.3	32.6	950	22.6

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00058	0	0.841	24.0	62	0.00026 (0.00026)	499	0.129 (0.20)	-9539	0
2	S	-0.00069	0	0.840	24.0	62	0.00031 (0.00031)	499	0.153 (0.20)	-9616	0
3	S	-0.00060	0	0.840	24.0	62	0.00027 (0.00027)	499	0.133 (0.20)	-9616	0
4	S	-0.00060	0	0.840	24.0	62	0.00027 (0.00027)	499	0.133 (0.20)	-9616	0
5	S	-0.00057	0	0.840	24.0	62	0.00025 (0.00025)	499	0.127 (0.20)	-9616	0
6	S	-0.00057	0	0.840	24.0	62	0.00025 (0.00025)	499	0.127 (0.20)	-9616	0

13.4.1.2 Verifica in condizioni sismiche

DATI GENERALI

Descrizione Sezione:
Metodo di calcolo resistenza: Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione: Sezione generica di Trave (solette, nervature solai) senza staffe
Normativa di riferimento: N.T.C.
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: C32/40
Resis. compr. di progetto fcd: 188.10 daN/cm²
Def.unit. max resistenza ec2: 0.0020
Def.unit. ultima ecu: 0.0035
Diagramma tensione-deformaz.: Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec: 336428 daN/cm²
Resis. media a trazione fctm: 30.00 daN/cm²
Coeff. Omogen. S.L.E.: 15.00

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	102 di 161

Sc limite S.L.E. comb. Rare:	182.60	daN/cm ²
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	182.60	daN/cm ²
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	132.80	daN/cm ²
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. 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 tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo B1*B2 :	1.00	
	Coeff. Aderenza differito B1*B2 :	0.50	
	Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	3375.0	daN/cm ²

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	40.0
3	50.0	40.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-42.6	7.4	24
2	-42.6	32.6	24
3	42.6	32.6	24
4	42.6	7.4	24

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	3	24
2	2	3	3	24

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	103 di 161

V_y con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
 Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
 V_x Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	V_y	V_x
1	0	-4496	0	-3162	0
2	0	-11180	0	1667	0
3	0	-10921	0	1752	0
4	0	-7796	0	-4347	0
5	0	-8793	0	-3980	0
6	0	-10442	0	-3479	0

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0	-4059	0
2	0	-7120	0
3	0	-6975	0
4	0	-4351	0
5	0	-6053	0
6	0	-7058	0

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0	-4333 (-9616)	0 (0)
2	0	-6915 (-9616)	0 (0)
3	0	-6716 (-9616)	0 (0)
4	0	-4617 (-9616)	0 (0)
5	0	-6501 (-9616)	0 (0)
6	0	-6911 (-9616)	0 (0)

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	-636	-5432 (-9539)	0 (0)
2	0	-6539 (-9616)	0 (0)

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

3	0	-5680 (-9616)	0 (0)
4	0	-5680 (-9616)	0 (0)
5	0	-5432 (-9616)	0 (0)
6	0	-5432 (-9616)	0 (0)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	6.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	18.9 cm

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

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

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0	-4496	0	0	-27027	0	6.01	22.6(5.7)
2	S	0	-11180	0	0	-27027	0	2.42	22.6(5.7)
3	S	0	-10921	0	0	-27027	0	2.47	22.6(5.7)
4	S	0	-7796	0	0	-27027	0	3.47	22.6(5.7)
5	S	0	-8793	0	0	-27027	0	3.07	22.6(5.7)
6	S	0	-10442	0	0	-27027	0	2.59	22.6(5.7)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.208	-50.0	0.0	-0.00032	-42.6	7.4	-0.01334	42.6	32.6
2	0.00350	0.208	-50.0	0.0	-0.00032	-42.6	7.4	-0.01334	42.6	32.6
3	0.00350	0.208	-50.0	0.0	-0.00032	-42.6	7.4	-0.01334	42.6	32.6
4	0.00350	0.208	-50.0	0.0	-0.00032	-42.6	7.4	-0.01334	42.6	32.6
5	0.00350	0.208	-50.0	0.0	-0.00032	-42.6	7.4	-0.01334	42.6	32.6
6	0.00350	0.208	-50.0	0.0	-0.00032	-42.6	7.4	-0.01334	42.6	32.6

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	105 di 161

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000516453	0.003500000	0.208	0.700
2	0.000000000	-0.000516453	0.003500000	0.208	0.700
3	0.000000000	-0.000516453	0.003500000	0.208	0.700
4	0.000000000	-0.000516453	0.003500000	0.208	0.700
5	0.000000000	-0.000516453	0.003500000	0.208	0.700
6	0.000000000	-0.000516453	0.003500000	0.208	0.700

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	21.6	50.0	0.0	-634	0.0	32.6	950	22.6
2	S	37.9	50.0	0.0	-1112	21.3	32.6	950	22.6
3	S	37.2	50.0	0.0	-1090	0.0	32.6	950	22.6
4	S	23.2	50.0	0.0	-680	21.3	32.6	950	22.6
5	S	32.3	50.0	0.0	-946	0.0	32.6	950	22.6
6	S	37.6	50.0	0.0	-1103	0.0	32.6	950	22.6

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

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

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00043	0	0.840	24.0	62	0.00019 (0.00019)	499	0.095 (990.00)	-9616	0
2	S	-0.00075	0	0.840	24.0	62	0.00033 (0.00033)	499	0.166 (990.00)	-9616	0
3	S	-0.00073	0	0.840	24.0	62	0.00033 (0.00033)	499	0.163 (990.00)	-9616	0
4	S	-0.00046	0	0.840	24.0	62	0.00020 (0.00020)	499	0.102 (990.00)	-9616	0
5	S	-0.00064	0	0.840	24.0	62	0.00028 (0.00028)	499	0.142 (990.00)	-9616	0
6	S	-0.00074	0	0.840	24.0	62	0.00033 (0.00033)	499	0.165 (990.00)	-9616	0

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	23.1	50.0	0.0	-677	21.3	32.6	950	22.6
2	S	36.8	50.0	0.0	-1080	0.0	32.6	950	22.6

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	106 di 161

3	S	35.8	50.0	0.0	-1049	0.0	32.6	950	22.6
4	S	24.6	50.0	0.0	-721	21.3	32.6	950	22.6
5	S	34.6	50.0	0.0	-1016	21.3	32.6	950	22.6
6	S	36.8	50.0	0.0	-1080	0.0	32.6	950	22.6

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00045	0	0.840	24.0	62	0.00020 (0.00020)	499	0.101 (0.20)	-9616	0
2	S	-0.00073	0	0.840	24.0	62	0.00032 (0.00032)	499	0.162 (0.20)	-9616	0
3	S	-0.00070	0	0.840	24.0	62	0.00031 (0.00031)	499	0.157 (0.20)	-9616	0
4	S	-0.00048	0	0.840	24.0	62	0.00022 (0.00022)	499	0.108 (0.20)	-9616	0
5	S	-0.00068	0	0.840	24.0	62	0.00030 (0.00030)	499	0.152 (0.20)	-9616	0
6	S	-0.00073	0	0.840	24.0	62	0.00032 (0.00032)	499	0.162 (0.20)	-9616	0

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	28.9	50.0	0.0	-863	0.0	32.6	950	22.6
2	S	34.8	50.0	0.0	-1022	0.0	32.6	950	22.6
3	S	30.3	50.0	0.0	-887	0.0	32.6	950	22.6
4	S	30.3	50.0	0.0	-887	0.0	32.6	950	22.6
5	S	28.9	50.0	0.0	-849	21.3	32.6	950	22.6
6	S	28.9	50.0	0.0	-849	21.3	32.6	950	22.6

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00058	0	0.841	24.0	62	0.00026 (0.00026)	499	0.129 (0.20)	-9539	0
2	S	-0.00069	0	0.840	24.0	62	0.00031 (0.00031)	499	0.153 (0.20)	-9616	0
3	S	-0.00060	0	0.840	24.0	62	0.00027 (0.00027)	499	0.133 (0.20)	-9616	0
4	S	-0.00060	0	0.840	24.0	62	0.00027 (0.00027)	499	0.133 (0.20)	-9616	0
5	S	-0.00057	0	0.840	24.0	62	0.00025 (0.00025)	499	0.127 (0.20)	-9616	0
6	S	-0.00057	0	0.840	24.0	62	0.00025 (0.00025)	499	0.127 (0.20)	-9616	0

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	107 di 161

13.4.1.3 Verifica a taglio

verifica a taglio					
h	400	mm	Rck	40	
d	327	mm	fck	33.2	
bw	1000	mm	γ_c	1.5	
$1+(200/d)^{0,5}$	1.782				
k	1.782		As	5 ϕ	24.0
Asl	2262	mm ²			
Asl/(bw· d)	0.0069				
ρ_1	0.007		Vrd	198.8	kN
vmin	0.480		Ved	47.9	KN
vmin·bw·d	156881	N	Vrd/Ved	4.15	-
Vrd	198766	N	VERIFICATO		

Non è necessario armare a taglio.

13.4.2 Verifica piedritti

SLV		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-31.99	35.38	35.25	2	0.20	sis2
M3	min	-31.99	-72.41	-94.49	1	0.20	sis1
V2	max	-31.99	35.38	35.25	2	0.20	sis2
V2	min	-31.99	-72.41	-94.49	1	0.20	sis1
P	max	0.00	0.00	0.00	1	3.40	sis1
P	min	-31.99	-72.41	-94.49	1	0.20	sis1

SLU		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-43.19	54.08	57.68	2	0.20	slu5
M3	min	-31.99	-65.68	-76.24	1	0.20	slu1
V2	max	-43.19	54.08	57.68	2	0.20	slu5
V2	min	-31.99	-65.68	-76.24	1	0.20	slu1
P	max	0.00	0.00	0.00	1	3.40	slu2
P	min	-43.19	-65.68	-76.24	1	0.20	slu2

SLE - RARA		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-31.99	32.06	29.93	2	0.20	rar1
M3	min	-31.99	-48.06	-55.53	1	0.20	rar1
V2	max	-31.99	32.06	29.93	2	0.20	rar1
V2	min	-31.99	-48.06	-55.53	1	0.20	rar1
P	max	0.00	0.00	0.00	1	3.40	rar1
P	min	-31.99	-48.06	-55.53	1	0.20	rar1

SLE - FREQUENTE		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-31.99	33.66	32.49	2	0.20	fre1
M3	min	-31.99	-46.46	-52.97	1	0.20	fre1
V2	max	-31.99	33.66	32.49	2	0.20	fre1
V2	min	-31.99	-46.46	-52.97	1	0.20	fre1
P	max	0.00	0.00	0.00	1	3.40	fre1

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

P	min	-31.99	-46.46	-52.97	1	0.20	fre1
----------	------------	---------------	---------------	---------------	----------	-------------	-------------

SLE - Q.P.		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-31.99	40.06	42.73	2	0.20	qpe
M3	min	-31.99	-40.06	-42.73	1	0.20	qpe
V2	max	-31.99	40.06	42.73	2	0.20	qpe
V2	min	-31.99	-40.06	-42.73	1	0.20	qpe
P	max	0.00	0.00	0.00	1	3.40	qpe
P	min	-31.99	-40.06	-42.73	1	0.20	qpe

13.4.2.1 Verifica in condizioni statiche

DATI GENERALI

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave (solette, nervature solai) senza staffe
Normativa di riferimento:	N.T.C.
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:	C32/40
	Resis. compr. di progetto fcd:	188.10 daN/cm ²
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	336428 daN/cm ²
	Resis. media a trazione fctm:	30.00 daN/cm ²
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	182.60 daN/cm ²
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	182.60 daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	132.80 daN/cm ²
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0 daN/cm ²
	Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0 daN/cm ²
	Resist. 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 tensione-deformaz.:	Bilineare finito	

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	110 di 161

Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$: 1.00
 Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$: 0.50
 Sf limite S.L.E. Comb. Rare: 3375.0 daN/cm²

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C32/40

N° vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	40.0
3	50.0	40.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N° Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ [mm]
1	-42.6	7.4	24
2	-42.6	32.6	24
3	42.6	32.6	24
4	42.6	7.4	24

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

N° Gen.	N° Barra Ini.	N° Barra Fin.	N° Barre	Ø
1	1	4	8	24
2	2	3	8	24

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N° Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	3199	3525	0	3538	0
2	3199	-9449	0	-7241	0
3	3199	3525	0	3538	0
4	3199	-9449	0	-7241	0
5	0	0	0	0	0

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

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	111 di 161

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	3199	2993	0
2	3199	-5553	0
3	3199	2993	0
4	3199	-5553	0
5	0	0	0

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	3199	3249 (12062)	0 (0)
2	3199	-5297 (-11727)	0 (0)
3	3199	3249 (12062)	0 (0)
4	3199	-5297 (-11727)	0 (0)
5	0	0 (-11733)	0 (0)

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	3199	4273 (11852)	0 (0)
2	3199	-4273 (-11852)	0 (0)
3	3199	4273 (11852)	0 (0)
4	3199	-4273 (-11852)	0 (0)
5	0	0 (-9616)	0 (0)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.1 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
 e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	112 di 161

N Res Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
 Mx Res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	3199	3525	0	3169	50017	0	14.19	45.2(6.9)
2	S	3199	-9449	0	3169	-50017	0	5.29	45.2(6.9)
3	S	3199	3525	0	3169	50017	0	14.19	45.2(6.9)
4	S	3199	-9449	0	3169	-50017	0	5.29	45.2(6.9)
5	S	0	0	0	0	49617	0	999.00	45.2(6.9)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.267	-50.0	40.0	0.00053	42.6	32.6	-0.00960	-42.6	7.4
2	0.00350	0.267	-50.0	0.0	0.00053	-42.6	7.4	-0.00960	42.6	32.6
3	0.00350	0.267	-50.0	40.0	0.00053	42.6	32.6	-0.00960	-42.6	7.4
4	0.00350	0.267	-50.0	0.0	0.00053	-42.6	7.4	-0.00960	42.6	32.6
5	0.00350	0.265	-50.0	40.0	0.00050	42.6	32.6	-0.00971	-42.6	7.4

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000401815	-0.012572596	0.267	0.774
2	0.000000000	-0.000401815	0.003500000	0.267	0.774
3	0.000000000	0.000401815	-0.012572596	0.267	0.774
4	0.000000000	-0.000401815	0.003500000	0.267	0.774
5	0.000000000	0.000405068	-0.012702736	0.265	0.771

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

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

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

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
 e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	113 di 161

1	S	11.7	-50.0	40.0	-209	-42.6	7.4	850	45.2
2	S	21.3	50.0	0.0	-416	33.1	32.6	850	45.2
3	S	11.7	-50.0	40.0	-209	-42.6	7.4	850	45.2
4	S	21.3	50.0	0.0	-416	33.1	32.6	850	45.2
5	S	193.3	50.0	0.0	-3870	4.7	32.5	850	53.1

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

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00015	0	0.836	24.0	62	0.00006 (0.00006)	339	0.021 (990.00)	12139	0
2	S	-0.00029	0	0.840	24.0	62	0.00012 (0.00012)	340	0.042 (990.00)	-11703	0
3	S	-0.00015	0	0.836	24.0	62	0.00006 (0.00006)	339	0.021 (990.00)	12139	0
4	S	-0.00029	0	0.840	24.0	62	0.00012 (0.00012)	340	0.042 (990.00)	-11703	0
5	S	-0.00272	0	0.842	26.0	62	0.00174 (0.00116)	330	0.573 (990.00)	-11733	0

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	12.6	-50.0	40.0	-229	-42.6	7.4	850	45.2
2	S	20.4	50.0	0.0	-395	14.2	32.6	850	45.2
3	S	12.6	-50.0	40.0	-229	-42.6	7.4	850	45.2
4	S	20.4	50.0	0.0	-395	14.2	32.6	850	45.2
5	S	192.2	50.0	0.0	-3850	23.6	32.5	850	53.1

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00016	0	0.837	24.0	62	0.00007 (0.00007)	339	0.023 (0.20)	12062	0
2	S	-0.00028	0	0.840	24.0	62	0.00012 (0.00012)	340	0.040 (0.20)	-11727	0
3	S	-0.00016	0	0.837	24.0	62	0.00007 (0.00007)	339	0.023 (0.20)	12062	0
4	S	-0.00028	0	0.840	24.0	62	0.00012 (0.00012)	340	0.040 (0.20)	-11727	0
5	S	-0.00270	0	0.842	26.0	62	0.00173 (0.00115)	330	0.570 (0.20)	-11733	0

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	16.5	-50.0	40.0	-312	-42.6	7.4	850	45.2
2	S	16.5	50.0	0.0	-312	33.1	32.6	850	45.2
3	S	16.5	-50.0	40.0	-312	-42.6	7.4	850	45.2
4	S	16.5	50.0	0.0	-312	33.1	32.6	850	45.2

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	114 di 161

5 S 28.9 50.0 0.0 -849 21.3 32.6 950 22.6

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00022	0	0.839	24.0	62	0.00009 (0.00009)	339	0.032 (0.20)	11852	0
2	S	-0.00022	0	0.839	24.0	62	0.00009 (0.00009)	339	0.032 (0.20)	-11852	0
3	S	-0.00022	0	0.839	24.0	62	0.00009 (0.00009)	339	0.032 (0.20)	11852	0
4	S	-0.00022	0	0.839	24.0	62	0.00009 (0.00009)	339	0.032 (0.20)	-11852	0
5	S	-0.00057	0	0.840	24.0	62	0.00025 (0.00025)	499	0.127 (0.20)	-9616	0

13.4.2.2 Verifica in condizioni sismiche

DATI GENERALI

Descrizione Sezione:
Metodo di calcolo resistenza: Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione: Sezione generica di Trave (solette, nervature solai) senza staffe
Normativa di riferimento: N.T.C.
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:	C32/40
	Resis. compr. di progetto fcd:	188.10 daN/cm ²
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	336428 daN/cm ²
	Resis. media a trazione fctm:	30.00 daN/cm ²
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	182.60 daN/cm ²
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	182.60 daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	132.80 daN/cm ²
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0 daN/cm ²
	Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0 daN/cm ²
	Resist. 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 tensione-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istantaneo B1*B2 :	1.00
	Coeff. Aderenza differito B1*B2 :	0.50
	Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	3375.0 daN/cm ²

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	115 di 161

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	40.0
3	50.0	40.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-42.6	7.4	24
2	-42.6	32.6	24
3	42.6	32.6	24
4	42.6	7.4	24

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	8	24
2	2	3	8	24

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	3199	3525	0	3538	0
2	3199	-9449	0	-7241	0
3	3199	3525	0	3538	0
4	3199	-9449	0	-7241	0
5	0	0	0	0	0

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

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

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	116 di 161

N° Comb.	N	Mx	My
1	3199	2993	0
2	3199	-5553	0
3	3199	2993	0
4	3199	-5553	0
5	0	0	0

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

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

N° Comb.	N	Mx	My
1	3199	3249 (12062)	0 (0)
2	3199	-5297 (-11727)	0 (0)
3	3199	3249 (12062)	0 (0)
4	3199	-5297 (-11727)	0 (0)
5	0	0 (-11733)	0 (0)

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

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

N° Comb.	N	Mx	My
1	3199	4273 (11852)	0 (0)
2	3199	-4273 (-11852)	0 (0)
3	3199	4273 (11852)	0 (0)
4	3199	-4273 (-11852)	0 (0)
5	0	0 (-9616)	0 (0)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Coprifero netto minimo barre longitudinali: 6.2 cm
Interfero netto minimo barre longitudinali: 7.1 cm

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

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

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	117 di 161

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	3199	3525	0	3169	50017	0	14.19	45.2(6.9)
2	S	3199	-9449	0	3169	-50017	0	5.29	45.2(6.9)
3	S	3199	3525	0	3169	50017	0	14.19	45.2(6.9)
4	S	3199	-9449	0	3169	-50017	0	5.29	45.2(6.9)
5	S	0	0	0	0	49617	0	999.00	45.2(6.9)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.267	-50.0	40.0	0.00053	42.6	32.6	-0.00960	-42.6	7.4
2	0.00350	0.267	-50.0	0.0	0.00053	-42.6	7.4	-0.00960	42.6	32.6
3	0.00350	0.267	-50.0	40.0	0.00053	42.6	32.6	-0.00960	-42.6	7.4
4	0.00350	0.267	-50.0	0.0	0.00053	-42.6	7.4	-0.00960	42.6	32.6
5	0.00350	0.265	-50.0	40.0	0.00050	42.6	32.6	-0.00971	-42.6	7.4

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000401815	-0.012572596	0.267	0.774
2	0.000000000	-0.000401815	0.003500000	0.267	0.774
3	0.000000000	0.000401815	-0.012572596	0.267	0.774
4	0.000000000	-0.000401815	0.003500000	0.267	0.774
5	0.000000000	0.000405068	-0.012702736	0.265	0.771

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	11.7	-50.0	40.0	-209	-42.6	7.4	850	45.2
2	S	21.3	50.0	0.0	-416	33.1	32.6	850	45.2
3	S	11.7	-50.0	40.0	-209	-42.6	7.4	850	45.2
4	S	21.3	50.0	0.0	-416	33.1	32.6	850	45.2
5	S	193.3	50.0	0.0	-3870	4.7	32.5	850	53.1

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

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

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00015	0	0.836	24.0	62	0.00006 (0.00006)	339	0.021 (990.00)	12139	0
2	S	-0.00029	0	0.840	24.0	62	0.00012 (0.00012)	340	0.042 (990.00)	-11703	0
3	S	-0.00015	0	0.836	24.0	62	0.00006 (0.00006)	339	0.021 (990.00)	12139	0
4	S	-0.00029	0	0.840	24.0	62	0.00012 (0.00012)	340	0.042 (990.00)	-11703	0
5	S	-0.00272	0	0.842	26.0	62	0.00174 (0.00116)	330	0.573 (990.00)	-11733	0

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	12.6	-50.0	40.0	-229	-42.6	7.4	850	45.2
2	S	20.4	50.0	0.0	-395	14.2	32.6	850	45.2
3	S	12.6	-50.0	40.0	-229	-42.6	7.4	850	45.2
4	S	20.4	50.0	0.0	-395	14.2	32.6	850	45.2
5	S	192.2	50.0	0.0	-3850	23.6	32.5	850	53.1

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00016	0	0.837	24.0	62	0.00007 (0.00007)	339	0.023 (0.20)	12062	0
2	S	-0.00028	0	0.840	24.0	62	0.00012 (0.00012)	340	0.040 (0.20)	-11727	0
3	S	-0.00016	0	0.837	24.0	62	0.00007 (0.00007)	339	0.023 (0.20)	12062	0
4	S	-0.00028	0	0.840	24.0	62	0.00012 (0.00012)	340	0.040 (0.20)	-11727	0
5	S	-0.00270	0	0.842	26.0	62	0.00173 (0.00115)	330	0.570 (0.20)	-11733	0

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	16.5	-50.0	40.0	-312	-42.6	7.4	850	45.2
2	S	16.5	50.0	0.0	-312	33.1	32.6	850	45.2
3	S	16.5	-50.0	40.0	-312	-42.6	7.4	850	45.2
4	S	16.5	50.0	0.0	-312	33.1	32.6	850	45.2
5	S	28.9	50.0	0.0	-849	21.3	32.6	950	22.6

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
-------	-----	----	----	----	---	----	-------------	--------	----	---------	---------

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	119 di 161

1	S	-0.00022	0	0.839	24.0	62	0.00009 (0.00009)	339	0.032 (0.20)	11852	0
2	S	-0.00022	0	0.839	24.0	62	0.00009 (0.00009)	339	0.032 (0.20)	-11852	0
3	S	-0.00022	0	0.839	24.0	62	0.00009 (0.00009)	339	0.032 (0.20)	11852	0
4	S	-0.00022	0	0.839	24.0	62	0.00009 (0.00009)	339	0.032 (0.20)	-11852	0
5	S	-0.00057	0	0.840	24.0	62	0.00025 (0.00025)	499	0.127 (0.20)	-9616	0

13.4.2.3 Verifica a taglio

verifica a taglio					
h	400	mm	Rck	40	
d	320	mm	fck	33.2	
bw	1000	mm	γ_c	1.5	
$1+(200/d)^{0,5}$	1.791				
k	1.791		As	10 ϕ	24.0
Asl	4524	mm ²			
Asl/(bw·d)	0.0141				
ρ_1	0.014		Vrd	248.0	kN
vmin	0.483		Ved	72.4	KN
vmin·bw·d	154623	N	Vrd/Ved	3.43	-
Vrd	248021	N	VERIFICATO		

Non è necessaria armatura a taglio.

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
 e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	120 di 161

14. INCIDENZA

INCIDENZA		
<u>elevazione</u>		
n.° barre	ϕ (mm)	
10	24	armatura tesa
10	24	armatura compressa
20	14	armatura di ripartizione
W_a (kg)	95.2	peso acciaio
V_{cls} (m ³)	0.4	volume di calcestruzzo
Inc. (kg/m³)	261.8	incidenza (+10% spille)
<u>fondazione</u>		
n.° barre	ϕ (mm)	
5	24	armatura tesa
5	24	armatura compressa
10	12	armatura di ripartizione
W_a (kg)	44.4	peso acciaio
V_{cls} (m ³)	0.4	volume di calcestruzzo
Inc. (kg/m³)	111.0	incidenza



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA

TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a)

STAZIONI E FERMATE

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	121 di 161

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

15. PROGETTO E VERIFICA RAMPA ACCESSO DISABILI STAZIONE NORD – C -

La sezione che interessa la rampa sopracitata è assimilabile a quella di un muro ad U ed è finalizzata all'individuazione della condizione di carico più gravosa che si verifica.

15.1 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 (analisi non lineare); la costante di sottofondo è stata assunta pari a 19197 kN/m³.

Tale valore è stato determinato, a partire dal valore di E dello strato di fondazione, attraverso la seguente relazione:

$$k_w = \frac{E}{(1 - \nu^2) \cdot B \cdot c_t}$$

dove:

E = modulo elastico del terreno;

ν = coefficiente di Poisson = 0.3;

B = larghezza della fondazione.

c_t = fattore di forma, coefficiente adimensionale valutato con la relazione $c_t = 0.853 + 0.534 \ln(L/B)$ (per $L/B \leq 10$ con L lunghezza singolo concio).

unità	E	ν	B	L	L/B	c_t	k_w
(-)	(MPa)	(-)	(m)	(m)	(-)	(-)	(kN/m ³)
FYN4	220	0.3	4.5	92.86	20.64	2.798596	19197

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

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.

La dimensione interna è di 3.80m, l'altezza interna, a partire dal piano campagna, è pari 1.64 m, la soletta inferiore ha spessore pari a 0.50 m e piedritti hanno spessore 0.35m.



Figura 29 – Modello di calcolo.

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

15.2 Analisi dei carichi

15.2.1 Peso proprio della struttura

Il peso proprio della struttura è valutato automaticamente dal programma di calcolo attribuendo al c.a. un peso dell'unità di volume di 25 kN/m^3 .

15.2.2 Carichi permanenti portati

Nella Tabella sottostante si riportano i carichi.

permanenti portati		
soletta inf		
γ_3	19 kN/m^3	
S_3	1.64 m	riempimento
W_3	31.16 kN/m^2	

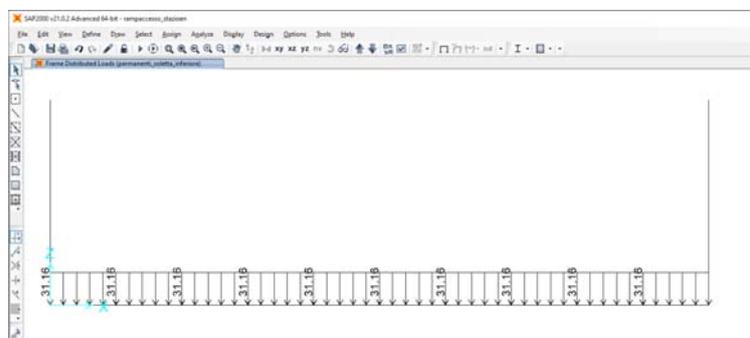


Figura 30 – Carichi permanenti sulla soletta inferiore.

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

15.2.3 Spinta del terreno e dell'acqua

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 $k_0 = 1 - \text{sen}\phi'$.

SPINTA RIPOSO E SPINTA H ₂ O			
γ_t	19	kN/m ³	peso specifico terreno
Φ'_k	30	°	angolo attrito caratteristico
Φ'_d	30	°	angolo attrito di progetto
k_0	0.50	-	

- al piede_(sx-dx) piedritto $P=(1.64*19)*0.5 = 15.58$ kPa

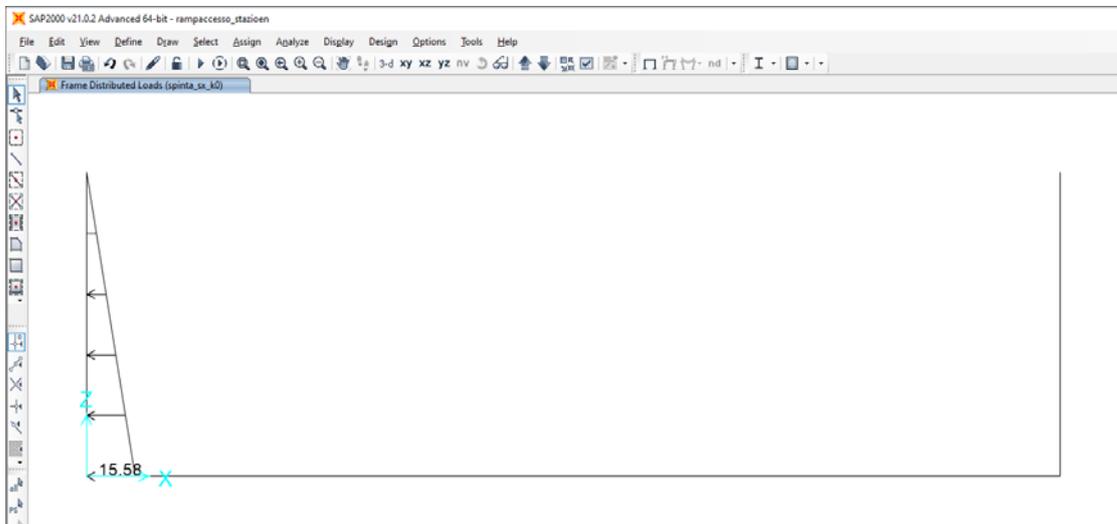


Figura 31 – Spinta del terreno sul piedritto sx

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	126 di 161

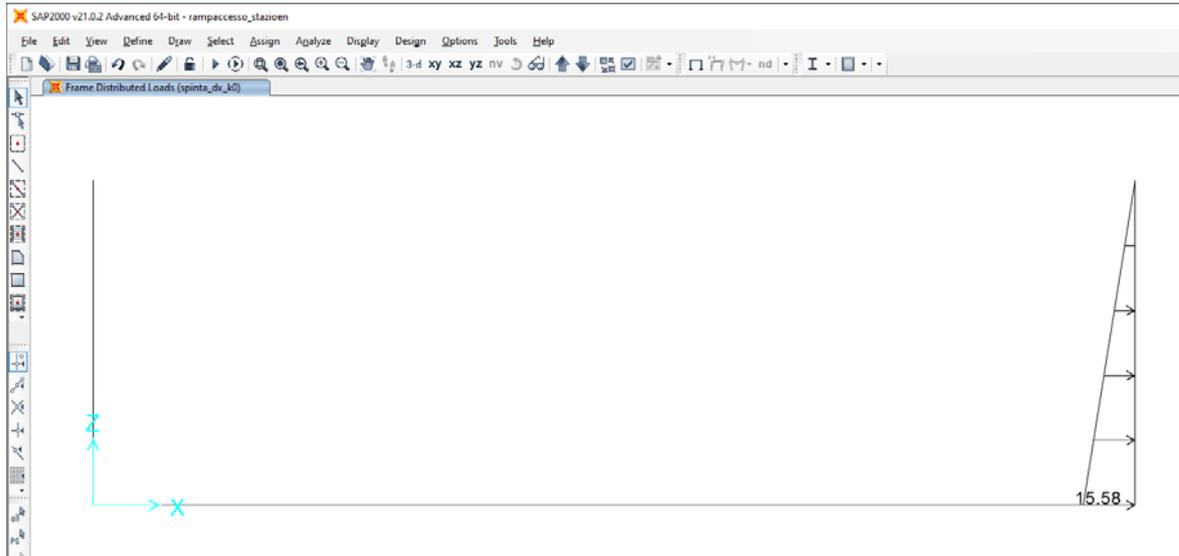


Figura 32 – Spinta del terreno sul piedritto 2-3 dx

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE</p>												
<p>STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3U</td> <td>40 D 29</td> <td>CL</td> <td>FV01 0 0 005</td> <td>A</td> <td>127 di 161</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	127 di 161
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	127 di 161								

15.2.4 Sovraccarico accidentale (FOLLA) su soletta inferiore

Per la valutazione dei carichi accidentali si considera quello derivante dal $Q_{folla} = 5\text{KN/Mq}$

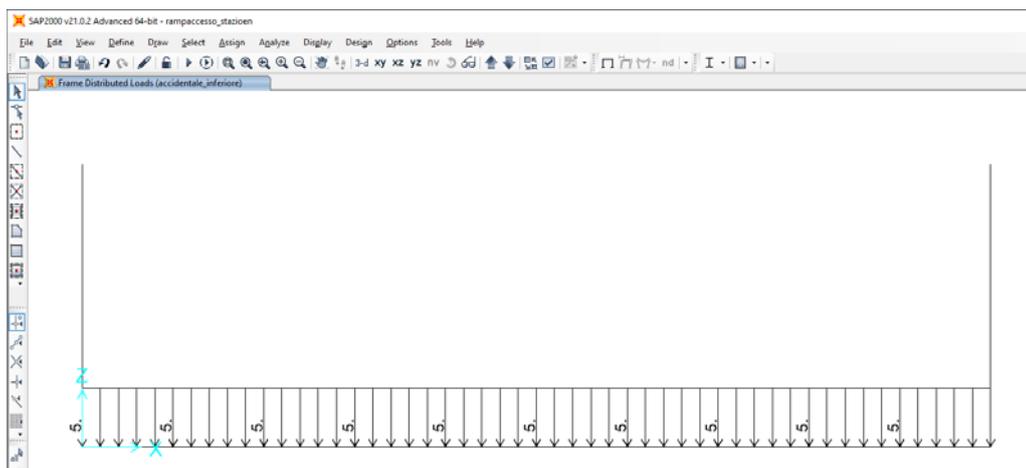


Figura 33 – Carico accidentale-folla

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

15.2.5 Incremento di spinta dovuta al carico accidentale

Il carico accidentale che transita internamente, produce sul muro in sinistra una spinta orizzontale pari a:

Incremento
Δp_d
2.50 kN/m ²

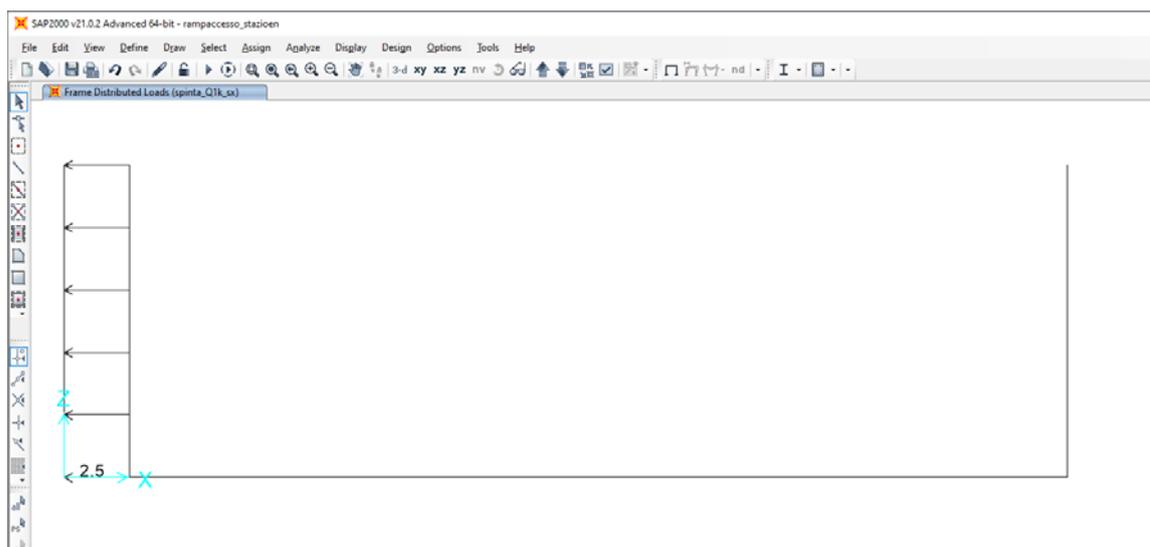


Figura 34 – Spinta_Q1K_sx

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

15.2.6 Azione sismica

L'azione sismica agente sulle masse strutturali è stata considerata con un approccio di tipo pseudo-statico. Esso consente di rappresentare il sisma mediante una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico k . Le forze sismiche sono pertanto:

$$F_h = k_h \cdot W$$

$$F_v = k_v \cdot W$$

con k_h e k_v , rispettivamente, coefficiente sismico orizzontale e verticale, pari a

$$k_h = \beta_m \cdot a_{\max} / g \text{ coefficiente sismico orizzontale}$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h \text{ coefficiente sismico verticale}$$

Nelle espressioni precedenti a_{\max} rappresenta l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito mentre β_m è il coefficiente di riduzione di tale accelerazione valutato in funzione della capacità dell'opera di subire spostamenti relativi rispetto al terreno. Per l'analisi della struttura in esame β_m è stato posto pari ad 1. L'accelerazione orizzontale massima è stata valutata con la relazione:

$$a_{\max} = S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g$$

in cui a_g è l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido e S un coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_S) e dell'amplificazione topografica (S_T).

Gli effetti dell'azione sismica sono stati valutati tenendo conto, della massa associata al peso proprio e delle masse associate al carico permanente.

Inoltre, l'incremento di spinta dovuto al sisma è stato valutato utilizzando la teoria di Wood. Secondo tale teoria la risultante dell'incremento di spinta per effetto del sisma, su una parete di altezza H_s , viene determinato attraverso la relazione $\Delta S_E = (a_{\max}/g) \cdot \gamma \cdot H_{\text{tot}}^2$ (H_{tot} = distanza p.c. – estradosso soletta inferiore). Si valuta la spinta indotta dal rilevato ferroviario sul muro in sinistra.

a_g	0.097	g
S_S	1.5	
S_T	1	
a_{\max}	0.143	g

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	130 di 161

β_m	1	
k_h	0.145	
k_v	0.072	

INERZIA ORIZZONTALE			
Piedritti			
$k_h \cdot W_{P1}$	1.47	kN/m^2	peso proprio s. 0.35m
$k_h \cdot W_{P2}$	1.47	kN/m^2	peso proprio s. 0.35m
SOVRASPINTA SISMICA (WOOD) pied			
h_{tot}	1.64	m	altezza complessiva
Δp_d	5.23	kN/m^2	incremento di spinta

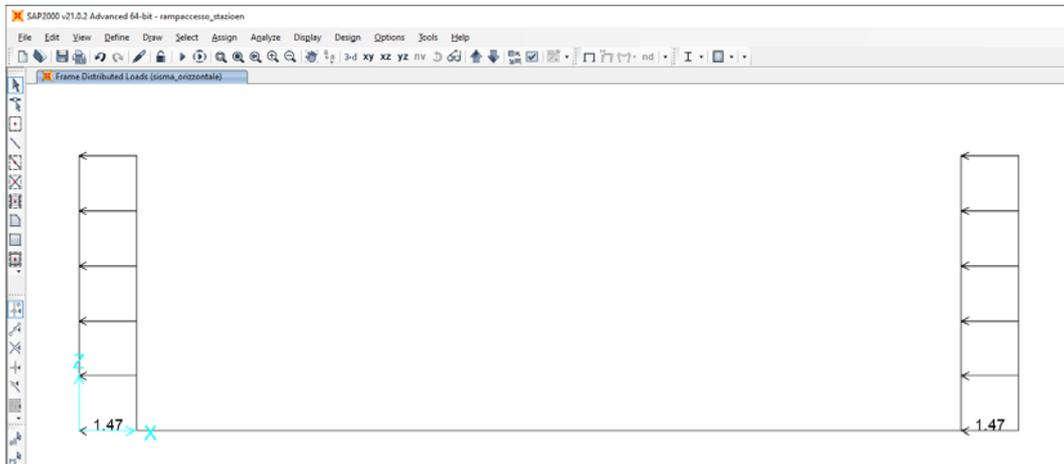


Figura 35 – Sisma orizzontale.

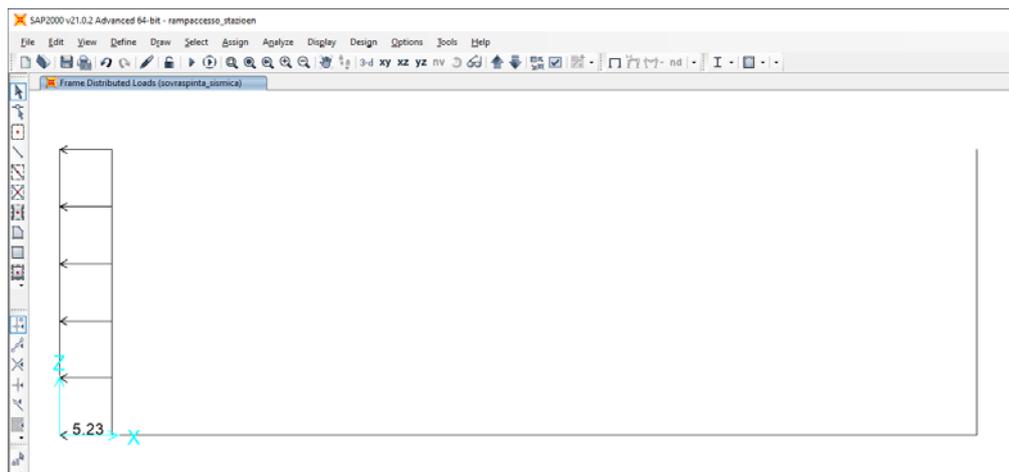


Figura 36 – Incremento di spinta dovuto al sisma.

15.3 Combinazioni di calcolo

Ai fini delle verifiche degli stati limite si è fatto riferimento alle seguenti combinazioni delle azioni.

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

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

Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

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

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	133 di 161

spinta_sx_k0	1.35	1.35	1	1	1.35	1	1.35	1.35
spinta_dx_k0	1.35	1.35	1	1	1.35	1	1.35	1
spinta_q1k_sx	1.45	1.45	1.45	0	0	1.45	1.45	1.45
acc_inf	1.45	1.45	1.45	0	0	1.45	1.45	1.45

Tabella 17 – Combinazioni di carico agli SLU in condizioni statiche (1/2).

Combinazioni di carico agli SLU in condizioni statiche						
	slu9	slu10	slu11	slu12	slu13	slu14
DEAD	1	1.35	1.35	1	1.35	1.35
per_sol_inf	1	1.35	1	1.35	1	1
spinta_sx_k0	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
spinta_dx_k0	1	1	1	1	1	1
spinta_q1k_sx	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	0
acc_inf	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	0

Tabella 18– Combinazioni di carico agli SLU in condizioni statiche (2/2).

Combinazioni di carico agli SLV		
	sis1	sis2
DEAD	1	1
per_sol_inf	1	1
spinta_sx_k0	1	1
spinta_dx_k0	1	1
spinta_q1k_sx	0.2	0
acc_inf	0.2	0
sisma_H	1	1
sovraspinta_sismica	1	1

Tabella 19 – Combinazioni di carico agli SLV

Combinazioni di carico agli SLE			
	rar1	rar2	rar3
DEAD	1	1	1
per_sol_inf	1	1	1



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

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
 e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	134 di 161

spinta_sx_k0	1	1	1
spinta_dx_k0	1	1	1
spinta_q1k_sx	1	0.8	0
acc_inf	1	0.8	0

Tabella 20 – Combinazioni di carico agli SLE.

15.4 Risultati e verifiche

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.

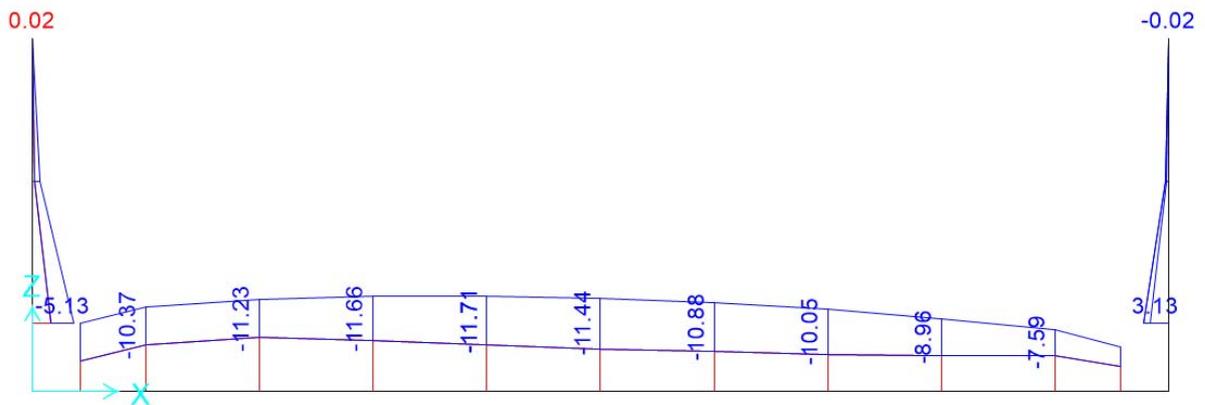


Figura 37 – Momento flettente enve-SLU.

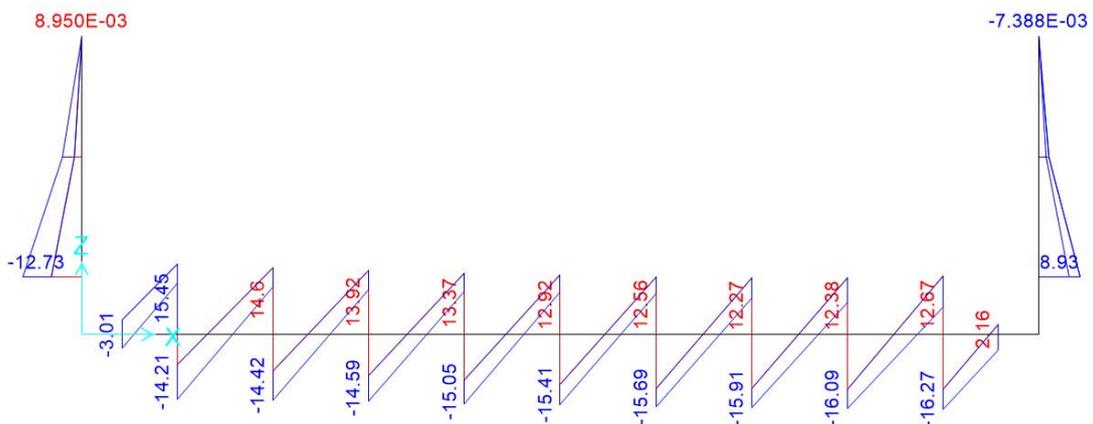


Figura 38 – Taglio enve-SLU.

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	136 di 161

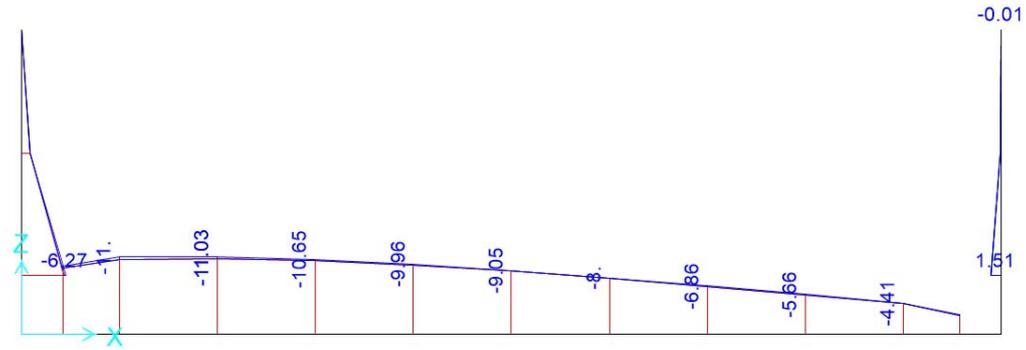


Figura 39 – Momento flettente enve-SLV.

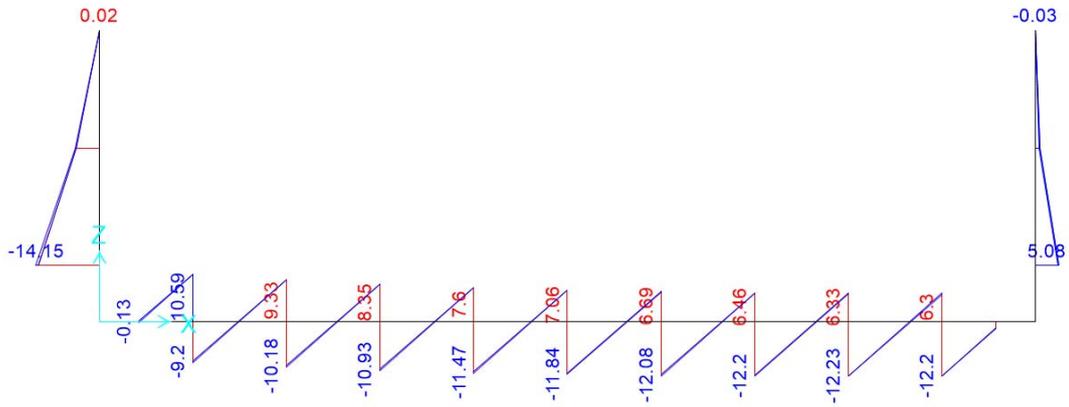


Figura 40 – Taglio enve-SLV.

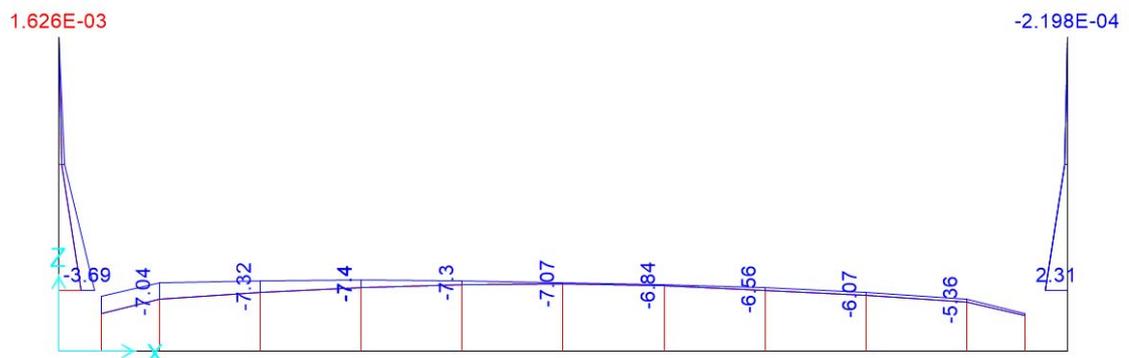


Figura 41 – Momento flettente enve-SLE.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

15.4.1 Verifica soletta inferiore

Nelle tabelle seguenti si riportano le sollecitazioni massime derivanti dalle analisi utilizzate nelle successive verifiche.

SLV		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	8.00	6.34	-3.15	13	0.42	sis1
M3	min	17.00	9.33	-11.05	5	0.42	sis1
V2	max	19.00	10.59	-11.02	4	0.42	sis1
V2	min	11.00	-12.24	-5.60	12	0.00	sis1
P	max	19.00	-7.94	-10.47	4	0.00	sis1
P	min	8.00	-12.20	-4.36	13	0.00	sis1

SLU		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	11.00	12.67	-4.33	12	0.42	slu6
M3	min	16.50	11.59	-11.71	7	0.42	slu7
V2	max	14.00	15.45	-8.16	4	0.42	slu3
V2	min	10.50	-16.27	-5.44	13	0.00	slu10
P	max	17.50	-9.75	-8.99	4	0.00	slu1
P	min	10.00	-16.12	-5.38	13	0.00	slu3

SLE - RARA		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	10.25	8.32	-4.39	13	0.42	rar1
M3	min	12.00	10.27	-7.40	6	0.42	rar1
V2	max	12.75	11.41	-7.05	4	0.42	rar1
V2	min	10.25	-11.88	-5.13	13	0.00	rar1
P	max	12.75	-8.78	-6.50	4	0.00	rar1
P	min	10.25	-11.88	-5.13	13	0.00	rar1

SLE - FREQUENTE		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	10.25	8.00	-4.39	13	0.42	fre1
M3	min	11.75	10.26	-7.23	6	0.42	fre1
V2	max	12.50	11.41	-6.71	4	0.42	fre1

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

V2	min	10.25	-11.78	-5.17	13	0.00	fre1
P	max	12.50	-8.37	-6.08	4	0.00	fre1
P	min	10.25	-11.78	-5.17	13	0.00	fre1

SLE - Q.P.		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	10.13	-6.72	-4.39	4	0.00	qpe
M3	min	10.13	9.28	-6.93	8	0.42	qpe
V2	max	10.13	11.40	-5.36	4	0.42	qpe
V2	min	10.13	-11.40	-5.36	13	0.00	qpe
P	max	10.13	-6.72	-4.39	4	0.00	qpe
P	min	10.13	-6.72	-4.39	4	0.00	qpe

15.4.1.1 Verifica in condizioni statiche

DATI GENERALI

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave (solette, nervature solai) senza staffe
Normativa di riferimento:	N.T.C.
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:	C32/40	
	Resis. compr. di progetto fcd:	188.10 daN/cm ²	
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	336428 daN/cm ²	
	Resis. media a trazione fctm:	30.00 daN/cm ²	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	182.60 daN/cm ²	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	182.60 daN/cm ²	
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm	
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	132.80 daN/cm ²	
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm	
	ACCIAIO -	Tipo:	B450C
		Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0 daN/cm ²
Resist. caratt. rottura ftk:		4500.0 daN/cm ²	
Resist. 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		

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	139 di 161

Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	3375.0	daN/cm ²

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	50.0
3	50.0	50.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-42.6	7.4	24
2	-42.6	42.6	24
3	42.6	42.6	24
4	42.6	7.4	24

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	3	24
2	2	3	3	24

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	-1100	-433	0	1267	0
2	-1650	-1171	0	1159	0
3	-1400	-816	0	1545	0
4	-1050	-544	0	-1627	0
5	-1750	-899	0	-975	0
6	-1000	-538	0	-1612	0

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	-1025	-439	0
2	-1200	-740	0
3	-1275	-705	0
4	-1025	-513	0
5	-1275	-650	0
6	-1025	-513	0

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	-1025	-439 (-12457)	0 (0)
2	-1175	-723 (-13139)	0 (0)
3	-1250	-671 (-12903)	0 (0)
4	-1025	-517 (-12787)	0 (0)
5	-1250	-608 (-12717)	0 (0)
6	-1025	-517 (-12787)	0 (0)

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	-1013	-439 (-12482)	0 (0)
2	-1013	-693 (-13307)	0 (0)
3	-1013	-536 (-12876)	0 (0)
4	-1013	-536 (-12876)	0 (0)
5	-1013	-439 (-12482)	0 (0)
6	-1013	-439 (-12482)	0 (0)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 18.9 cm

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	141 di 161

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

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

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	-1100	-433	0	-1101	-35679	0	82.40	22.6(7.4)
2	S	-1650	-1171	0	-1649	-35579	0	30.38	22.6(7.4)
3	S	-1400	-816	0	-1404	-35624	0	43.66	22.6(7.4)
4	S	-1050	-544	0	-1046	-35689	0	65.60	22.6(7.4)
5	S	-1750	-899	0	-1747	-35561	0	39.56	22.6(7.4)
6	S	-1000	-538	0	-991	-35699	0	66.35	22.6(7.4)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.158	-50.0	0.0	-0.00034	-42.6	7.4	-0.01858	42.6	42.6
2	0.00350	0.158	-50.0	0.0	-0.00034	-42.6	7.4	-0.01863	42.6	42.6
3	0.00350	0.158	-50.0	0.0	-0.00034	-42.6	7.4	-0.01861	42.6	42.6
4	0.00350	0.159	-50.0	0.0	-0.00034	-42.6	7.4	-0.01858	42.6	42.6
5	0.00350	0.158	-50.0	0.0	-0.00035	-42.6	7.4	-0.01864	42.6	42.6
6	0.00350	0.159	-50.0	0.0	-0.00033	-42.6	7.4	-0.01857	42.6	42.6

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000518380	0.003500000	0.158	0.700
2	0.000000000	-0.000519452	0.003500000	0.158	0.700
3	0.000000000	-0.000518965	0.003500000	0.158	0.700
4	0.000000000	-0.000518283	0.003500000	0.159	0.700
5	0.000000000	-0.000519647	0.003500000	0.158	0.700
6	0.000000000	-0.000518185	0.003500000	0.159	0.700

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

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili

e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	142 di 161

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.3	50.0	0.0	-75	21.3	42.6	1350	22.6
2	S	2.3	50.0	0.0	-114	21.3	42.6	1350	22.6
3	S	2.2	50.0	0.0	-111	21.3	42.6	1350	22.6
4	S	1.6	50.0	0.0	-83	21.3	42.6	1350	22.6
5	S	2.0	50.0	0.0	-105	21.3	42.6	1350	22.6
6	S	1.6	50.0	0.0	-83	21.3	42.6	1350	22.6

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

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00005	0	0.839	24.0	62	0.00002 (0.00002)	619 0.014 (990.00)	-12457	0	
2	S	-0.00007	0	0.834	24.0	62	0.00003 (0.00003)	617 0.021 (990.00)	-13143	0	
3	S	-0.00007	0	0.836	24.0	62	0.00003 (0.00003)	618 0.021 (990.00)	-12956	0	
4	S	-0.00005	0	0.837	24.0	62	0.00002 (0.00002)	618 0.015 (990.00)	-12772	0	
5	S	-0.00006	0	0.837	24.0	62	0.00003 (0.00003)	618 0.019 (990.00)	-12807	0	
6	S	-0.00005	0	0.837	24.0	62	0.00002 (0.00002)	618 0.015 (990.00)	-12772	0	

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.3	50.0	0.0	-75	21.3	42.6	1350	22.6
2	S	2.3	50.0	0.0	-111	21.3	42.6	1350	22.6
3	S	2.1	50.0	0.0	-107	21.3	42.6	1350	22.6
4	S	1.6	50.0	0.0	-84	21.3	42.6	1350	22.6
5	S	1.9	50.0	0.0	-99	21.3	42.6	1350	22.6
6	S	1.6	50.0	0.0	-84	21.3	42.6	1350	22.6

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00005	0	0.839	24.0	62	0.00002 (0.00002)	619 0.014 (0.20)	-12457	0	
2	S	-0.00007	0	0.834	24.0	62	0.00003 (0.00003)	617 0.021 (0.20)	-13139	0	

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
 e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	143 di 161

3	S	-0.00007	0	0.836	24.0	62	0.00003 (0.00003)	618	0.020 (0.20)	-12903	0
4	S	-0.00005	0	0.837	24.0	62	0.00003 (0.00003)	618	0.016 (0.20)	-12787	0
5	S	-0.00006	0	0.837	24.0	62	0.00003 (0.00003)	618	0.018 (0.20)	-12717	0
6	S	-0.00005	0	0.837	24.0	62	0.00003 (0.00003)	618	0.016 (0.20)	-12787	0

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.3	50.0	0.0	-74	21.3	42.6	1350	22.6
2	S	2.2	50.0	0.0	-104	21.3	42.6	1300	22.6
3	S	1.7	50.0	0.0	-86	21.3	42.6	1350	22.6
4	S	1.7	50.0	0.0	-86	21.3	42.6	1350	22.6
5	S	1.3	50.0	0.0	-74	21.3	42.6	1350	22.6
6	S	1.3	50.0	0.0	-74	21.3	42.6	1350	22.6

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00005	0	0.839	24.0	62	0.00002 (0.00002)	619	0.014 (0.20)	-12482	0
2	S	-0.00006	0	0.840	24.0	62	0.00003 (0.00003)	605	0.019 (0.20)	-13307	0
3	S	-0.00005	0	0.836	24.0	62	0.00003 (0.00003)	618	0.016 (0.20)	-12876	0
4	S	-0.00005	0	0.836	24.0	62	0.00003 (0.00003)	618	0.016 (0.20)	-12876	0
5	S	-0.00005	0	0.839	24.0	62	0.00002 (0.00002)	619	0.014 (0.20)	-12482	0
6	S	-0.00005	0	0.839	24.0	62	0.00002 (0.00002)	619	0.014 (0.20)	-12482	0

15.4.1.2 Verifica in condizioni sismiche
DATI GENERALI

Descrizione Sezione:
 Metodo di calcolo resistenza: Resistenze agli Stati Limite Ultimi
 Tipologia sezione: Sezione generica di Trave (solette, nervature solai) senza staffe
 Normativa di riferimento: N.T.C.
 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: C32/40
 Resis. compr. di progetto fcd: 188.10 daN/cm²
 Def.unit. max resistenza ec2: 0.0020
 Def.unit. ultima ecu: 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz.: Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec: 336428 daN/cm²
 Resis. media a trazione fctm: 30.00 daN/cm²
 Coeff. Omogen. S.L.E.: 15.00
 Sc limite S.L.E. comb. Rare: 182.60 daN/cm²
 Sc limite S.L.E. comb. Frequenti: 182.60 daN/cm²
 Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti: 0.200 mm
 Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: 132.80 daN/cm²
 Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.: 0.200 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C
 Resist. caratt. snervam. fyk: 4500.0 daN/cm²

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	144 di 161

Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0	daN/cm ²
Resist. 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 tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istantaneo B1*B2 :	1.00	
Coeff. Aderenza differito B1*B2 :	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	3375.0	daN/cm ²

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	50.0
3	50.0	50.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-42.6	7.4	24
2	-42.6	42.6	24
3	42.6	42.6	24
4	42.6	7.4	24

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	3	24
2	2	3	3	24

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	-800	-315	0	634	0
2	-1700	-1105	0	933	0

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	145 di 161

3	-1900	-1102	0	1059	0
4	-1100	-560	0	-1224	0
5	-1900	-1047	0	-794	0
6	-800	-436	0	-1220	0

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	-1025	-439	0
2	-1200	-740	0
3	-1275	-705	0
4	-1025	-513	0
5	-1275	-650	0
6	-1025	-513	0

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	-1025	-439 (-12457)	0 (0)
2	-1175	-723 (-13139)	0 (0)
3	-1250	-671 (-12903)	0 (0)
4	-1025	-517 (-12787)	0 (0)
5	-1250	-608 (-12717)	0 (0)
6	-1025	-517 (-12787)	0 (0)

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	-1013	-439 (-12482)	0 (0)
2	-1013	-693 (-13307)	0 (0)
3	-1013	-536 (-12876)	0 (0)
4	-1013	-536 (-12876)	0 (0)
5	-1013	-439 (-12482)	0 (0)
6	-1013	-439 (-12482)	0 (0)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.2 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 18.9 cm

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

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

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	-800	-315	0	-826	-35729	0	113.43	22.6(7.4)
2	S	-1700	-1105	0	-1698	-35570	0	32.19	22.6(7.4)
3	S	-1900	-1102	0	-1894	-35534	0	32.25	22.6(7.4)
4	S	-1100	-560	0	-1101	-35679	0	63.71	22.6(7.4)
5	S	-1900	-1047	0	-1894	-35534	0	33.94	22.6(7.4)
6	S	-800	-436	0	-826	-35729	0	81.95	22.6(7.4)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.159	-50.0	0.0	-0.00033	-42.6	7.4	-0.01856	42.6	42.6
2	0.00350	0.158	-50.0	0.0	-0.00034	-42.6	7.4	-0.01863	42.6	42.6
3	0.00350	0.158	-50.0	0.0	-0.00035	-42.6	7.4	-0.01865	42.6	42.6
4	0.00350	0.158	-50.0	0.0	-0.00034	-42.6	7.4	-0.01858	42.6	42.6
5	0.00350	0.158	-50.0	0.0	-0.00035	-42.6	7.4	-0.01865	42.6	42.6
6	0.00350	0.159	-50.0	0.0	-0.00033	-42.6	7.4	-0.01856	42.6	42.6

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000517893	0.003500000	0.159	0.700
2	0.000000000	-0.000519550	0.003500000	0.158	0.700
3	0.000000000	-0.000519940	0.003500000	0.158	0.700
4	0.000000000	-0.000518380	0.003500000	0.158	0.700
5	0.000000000	-0.000519940	0.003500000	0.158	0.700
6	0.000000000	-0.000517893	0.003500000	0.159	0.700

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.3	50.0	0.0	-75	21.3	42.6	1350	22.6
2	S	2.3	50.0	0.0	-114	21.3	42.6	1350	22.6
3	S	2.2	50.0	0.0	-111	21.3	42.6	1350	22.6
4	S	1.6	50.0	0.0	-83	21.3	42.6	1350	22.6
5	S	2.0	50.0	0.0	-105	21.3	42.6	1350	22.6
6	S	1.6	50.0	0.0	-83	21.3	42.6	1350	22.6

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

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00005	0	0.839	24.0	62	0.00002 (0.00002)	619	0.014 (990.00)	-12457	0
2	S	-0.00007	0	0.834	24.0	62	0.00003 (0.00003)	617	0.021 (990.00)	-13143	0
3	S	-0.00007	0	0.836	24.0	62	0.00003 (0.00003)	618	0.021 (990.00)	-12956	0
4	S	-0.00005	0	0.837	24.0	62	0.00002 (0.00002)	618	0.015 (990.00)	-12772	0
5	S	-0.00006	0	0.837	24.0	62	0.00003 (0.00003)	618	0.019 (990.00)	-12807	0
6	S	-0.00005	0	0.837	24.0	62	0.00002 (0.00002)	618	0.015 (990.00)	-12772	0

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.3	50.0	0.0	-75	21.3	42.6	1350	22.6
2	S	2.3	50.0	0.0	-111	21.3	42.6	1350	22.6
3	S	2.1	50.0	0.0	-107	21.3	42.6	1350	22.6
4	S	1.6	50.0	0.0	-84	21.3	42.6	1350	22.6
5	S	1.9	50.0	0.0	-99	21.3	42.6	1350	22.6
6	S	1.6	50.0	0.0	-84	21.3	42.6	1350	22.6

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

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	148 di 161

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00005	0	0.839	24.0	62	0.00002 (0.00002)	619	0.014 (0.20)	-12457	0
2	S	-0.00007	0	0.834	24.0	62	0.00003 (0.00003)	617	0.021 (0.20)	-13139	0
3	S	-0.00007	0	0.836	24.0	62	0.00003 (0.00003)	618	0.020 (0.20)	-12903	0
4	S	-0.00005	0	0.837	24.0	62	0.00003 (0.00003)	618	0.016 (0.20)	-12787	0
5	S	-0.00006	0	0.837	24.0	62	0.00003 (0.00003)	618	0.018 (0.20)	-12717	0
6	S	-0.00005	0	0.837	24.0	62	0.00003 (0.00003)	618	0.016 (0.20)	-12787	0

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.3	50.0	0.0	-74	21.3	42.6	1350	22.6
2	S	2.2	50.0	0.0	-104	21.3	42.6	1300	22.6
3	S	1.7	50.0	0.0	-86	21.3	42.6	1350	22.6
4	S	1.7	50.0	0.0	-86	21.3	42.6	1350	22.6
5	S	1.3	50.0	0.0	-74	21.3	42.6	1350	22.6
6	S	1.3	50.0	0.0	-74	21.3	42.6	1350	22.6

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00005	0	0.839	24.0	62	0.00002 (0.00002)	619	0.014 (0.20)	-12482	0
2	S	-0.00006	0	0.840	24.0	62	0.00003 (0.00003)	605	0.019 (0.20)	-13307	0
3	S	-0.00005	0	0.836	24.0	62	0.00003 (0.00003)	618	0.016 (0.20)	-12876	0
4	S	-0.00005	0	0.836	24.0	62	0.00003 (0.00003)	618	0.016 (0.20)	-12876	0
5	S	-0.00005	0	0.839	24.0	62	0.00002 (0.00002)	619	0.014 (0.20)	-12482	0
6	S	-0.00005	0	0.839	24.0	62	0.00002 (0.00002)	619	0.014 (0.20)	-12482	0

15.4.1.3 Verifica a taglio

verifica a taglio				
h	500	mm	Rck	40
d	427	mm	fck	33.2
bw	1000	mm	γc	1.5
$1+(200/d)^{0,5}$	1.684			
k	1.684		As	5 φ 24.0
Asl	2262	mm ²		
Asl/(bw·d)	0.0053			
ρ1	0.005		Vrd	224.4 kN
vmin	0.441		Ved	16.3 KN
vmin·bw·d	188247	N	Vrd/Ved	13.80 -
Vrd	224448	N	VERIFICATO	

Non è necessario armare a taglio.

15.4.2 Verifica piedritti

SLV		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-11.37	8.20	3.15	3	0.00	sis1
M3	min	-11.37	-19.50	-10.47	1	0.00	sis1
V2	max	-11.37	8.20	3.15	3	0.00	sis1
V2	min	-11.37	-19.50	-10.47	1	0.00	sis1
P	max	0.00	-0.01	0.02	1	1.30	sis1
P	min	-11.37	-19.50	-10.47	1	0.00	sis1

SLU		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-15.35	13.67	5.93	3	0.00	slu2
M3	min	-11.37	-18.38	-8.99	1	0.00	slu8
V2	max	-15.35	13.68	5.93	3	0.00	slu7
V2	min	-15.35	-18.39	-8.99	1	0.00	slu7
P	max	0.00	0.01	-0.01	3	1.30	slu3
P	min	-15.35	-18.38	-8.99	1	0.00	slu2

SLE - RARA		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-11.37	10.13	4.39	3	0.00	rar1
M3	min	-11.37	-13.38	-6.50	1	0.00	rar1
V2	max	-11.37	10.13	4.39	3	0.00	rar1
V2	min	-11.37	-13.38	-6.50	1	0.00	rar1
P	max	0.00	0.00	0.00	1	1.30	rar1
P	min	-11.37	-13.38	-6.50	1	0.00	rar1

SLE - FREQUENTE		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-11.37	10.13	4.39	3	0.00	fre1
M3	min	-11.37	-12.73	-6.08	1	0.00	fre1
V2	max	-11.37	10.13	4.39	3	0.00	fre1
V2	min	-11.37	-12.73	-6.08	1	0.00	fre1
P	max	0.00	0.00	0.00	3	1.30	fre1

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

P	min	-11.37	-12.73	-6.08	1	0.00	fre1
----------	------------	---------------	---------------	--------------	----------	-------------	-------------

SLE - Q.P.		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-11.37	10.13	4.39	3	0.00	qpe
M3	min	-11.37	-10.13	-4.39	1	0.00	qpe
V2	max	-11.37	10.13	4.39	3	0.00	qpe
V2	min	-11.37	-10.13	-4.39	1	0.00	qpe
P	max	0.00	0.00	0.00	1	1.30	qpe
P	min	-11.37	-10.13	-4.39	1	0.00	qpe

15.4.2.1 Verifica in condizioni statiche

DATI GENERALI

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave (solette, nervature solai) senza staffe
Normativa di riferimento:	N.T.C.
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:	C32/40
	Resis. compr. di progetto fcd:	188.10 daN/cm ²
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	336428 daN/cm ²
	Resis. media a trazione fctm:	30.00 daN/cm ²
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	182.60 daN/cm ²
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	182.60 daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	132.80 daN/cm ²
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0 daN/cm ²
	Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0 daN/cm ²
	Resist. 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 tensione-deformaz.:	Bilineare finito
Coeff. Aderenza istantaneo B1*B2 :	1.00	

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	151 di 161

Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$: 0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare: 3375.0 daN/cm²

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	35.0
3	50.0	35.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-42.7	7.3	24
2	-42.7	27.7	24
3	42.7	27.7	24
4	42.7	7.3	24

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	3	24
2	2	3	3	24

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	1535	593	0	1367	0
2	1137	-899	0	-1838	0
3	1535	593	0	1368	0
4	1535	-899	0	-1839	0
5	0	-1	0	1	0
6	1535	-899	0	-1838	0

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

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	152 di 161

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	1137	439	0
2	1137	-650	0
3	1137	439	0
4	1137	-650	0
5	0	0	0

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	1137	439 (8646)	0 (0)
2	1137	-608 (-8237)	0 (0)
3	1137	439 (8646)	0 (0)
4	1137	-608 (-8237)	0 (0)
5	0	0 (-12717)	0 (0)

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	1137	439 (8646)	0 (0)
2	1137	-439 (-8646)	0 (0)
3	1137	439 (8646)	0 (0)
4	1137	-439 (-8646)	0 (0)
5	0	0 (-12482)	0 (0)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.1 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 18.0 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	153 di 161

N Res Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
Mx Res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r, Mx Res, My Res) e (N, Mx, My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	1535	593	0	1529	22828	0	38.50	22.6(6.1)
2	S	1137	-899	0	1152	-22787	0	25.35	22.6(6.1)
3	S	1535	593	0	1529	22828	0	38.50	22.6(6.1)
4	S	1535	-899	0	1529	-22828	0	25.39	22.6(6.1)
5	S	0	-1	0	0	-22666	0	999.00	22.6(6.1)
6	S	1535	-899	0	1529	-22828	0	25.39	22.6(6.1)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.244	-50.0	35.0	-0.00028	42.7	27.7	-0.01085	-42.7	7.3
2	0.00350	0.244	-50.0	0.0	-0.00029	-42.7	7.3	-0.01086	42.7	27.7
3	0.00350	0.244	-50.0	35.0	-0.00028	42.7	27.7	-0.01085	-42.7	7.3
4	0.00350	0.244	-50.0	0.0	-0.00028	-42.7	7.3	-0.01085	42.7	27.7
5	0.00350	0.243	-50.0	0.0	-0.00030	-42.7	7.3	-0.01093	42.7	27.7
6	0.00350	0.244	-50.0	0.0	-0.00028	-42.7	7.3	-0.01085	42.7	27.7

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000517871	-0.014625489	0.244	0.745
2	0.000000000	-0.000518548	0.003500000	0.244	0.745
3	0.000000000	0.000517871	-0.014625489	0.244	0.745
4	0.000000000	-0.000517871	0.003500000	0.244	0.745
5	0.000000000	-0.000520803	0.003500000	0.243	0.743
6	0.000000000	-0.000517871	0.003500000	0.244	0.745

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

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [daN/cm²]
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [daN/cm²]
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - ENNA (LOTTO 4a) STAZIONI E FERMATE					
	STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV01 0 0 005	REV. A

Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
 As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.1	-50.0	35.0	-57	-42.7	7.3	750	22.6
2	S	4.6	50.0	0.0	-96	21.4	27.7	800	22.6
3	S	3.1	-50.0	35.0	-57	-42.7	7.3	750	22.6
4	S	4.6	50.0	0.0	-96	21.4	27.7	800	22.6
5	S	2.0	50.0	0.0	-105	21.3	42.6	1350	22.6

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

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00004	0	0.838	24.0	61	0.00002 (0.00002)	434	0.007 (990.00)	8646	0
2	S	-0.00007	0	0.834	24.0	61	0.00003 (0.00003)	448	0.013 (990.00)	-8172	0
3	S	-0.00004	0	0.838	24.0	61	0.00002 (0.00002)	434	0.007 (990.00)	8646	0
4	S	-0.00007	0	0.834	24.0	61	0.00003 (0.00003)	448	0.013 (990.00)	-8172	0
5	S	-0.00006	0	0.837	24.0	62	0.00003 (0.00003)	618	0.019 (990.00)	-12807	0

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.1	-50.0	35.0	-57	-42.7	7.3	750	22.6
2	S	4.3	50.0	0.0	-88	21.4	27.7	750	22.6
3	S	3.1	-50.0	35.0	-57	-42.7	7.3	750	22.6
4	S	4.3	50.0	0.0	-88	21.4	27.7	750	22.6
5	S	1.9	50.0	0.0	-99	21.3	42.6	1350	22.6

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00004	0	0.838	24.0	61	0.00002 (0.00002)	434	0.007 (0.20)	8646	0
2	S	-0.00006	0	0.844	24.0	61	0.00003 (0.00003)	436	0.011 (0.20)	-8237	0
3	S	-0.00004	0	0.838	24.0	61	0.00002 (0.00002)	434	0.007 (0.20)	8646	0
4	S	-0.00006	0	0.844	24.0	61	0.00003 (0.00003)	436	0.011 (0.20)	-8237	0
5	S	-0.00006	0	0.837	24.0	62	0.00003 (0.00003)	618	0.018 (0.20)	-12717	0

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

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

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	155 di 161

1	S	3.1	-50.0	35.0	-57	-42.7	7.3	750	22.6
2	S	3.1	50.0	0.0	-57	21.4	27.7	750	22.6
3	S	3.1	-50.0	35.0	-57	-42.7	7.3	750	22.6
4	S	3.1	50.0	0.0	-57	21.4	27.7	750	22.6
5	S	1.3	50.0	0.0	-74	21.3	42.6	1350	22.6

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00004	0	0.838	24.0	61	0.00002 (0.00002)	434	0.007 (0.20)	8646	0
2	S	-0.00004	0	0.838	24.0	61	0.00002 (0.00002)	434	0.007 (0.20)	-8646	0
3	S	-0.00004	0	0.838	24.0	61	0.00002 (0.00002)	434	0.007 (0.20)	8646	0
4	S	-0.00004	0	0.838	24.0	61	0.00002 (0.00002)	434	0.007 (0.20)	-8646	0
5	S	-0.00005	0	0.839	24.0	62	0.00002 (0.00002)	619	0.014 (0.20)	-12482	0

15.4.2.2 Verifica in condizioni sismiche

DATI GENERALI

Descrizione Sezione:
Metodo di calcolo resistenza: Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione: Sezione generica di Trave (solette, nervature solai) senza staffe
Normativa di riferimento: N.T.C.
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:	C32/40
Resis. compr. di progetto fcd:	188.10 daN/cm ²
Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
Def.unit. ultima ecu:	0.0035
Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec:	336428 daN/cm ²
Resis. media a trazione fctm:	30.00 daN/cm ²
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
Sc limite S.L.E. comb. Rare:	182.60 daN/cm ²
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	182.60 daN/cm ²
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	132.80 daN/cm ²
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm

ACCIAIO -

Tipo:	B450C
Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0 daN/cm ²
Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0 daN/cm ²
Resist. 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 tensione-deformaz.:	Bilineare finito
Coeff. Aderenza istantaneo B1*B2 :	1.00
Coeff. Aderenza differito B1*B2 :	0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	3375.0 daN/cm ²

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	156 di 161

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	35.0
3	50.0	35.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-42.7	7.3	24
2	-42.7	27.7	24
3	42.7	27.7	24
4	42.7	7.3	24

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	3	24
2	2	3	3	24

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	1137	315	0	820	0
2	1137	-1047	0	-1950	0
3	1137	315	0	820	0
4	1137	-1047	0	-1950	0
5	0	2	0	-1	0
6	1137	-1047	0	-1950	0

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

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

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	157 di 161

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	1137	439	0
2	1137	-650	0
3	1137	439	0
4	1137	-650	0
5	0	0	0

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	1137	439 (8646)	0 (0)
2	1137	-608 (-8237)	0 (0)
3	1137	439 (8646)	0 (0)
4	1137	-608 (-8237)	0 (0)
5	0	0 (-12717)	0 (0)

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	1137	439 (8646)	0 (0)
2	1137	-439 (-8646)	0 (0)
3	1137	439 (8646)	0 (0)
4	1137	-439 (-8646)	0 (0)
5	0	0 (-12482)	0 (0)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.1 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 18.0 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
Mx Res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
 e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	158 di 161

As Tesa Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
 Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	1137	315	0	1152	22787	0	72.34	22.6(6.1)
2	S	1137	-1047	0	1152	-22787	0	21.76	22.6(6.1)
3	S	1137	315	0	1152	22787	0	72.34	22.6(6.1)
4	S	1137	-1047	0	1152	-22787	0	21.76	22.6(6.1)
5	S	0	2	0	0	22666	0	999.00	22.6(6.1)
6	S	1137	-1047	0	1152	-22787	0	21.76	22.6(6.1)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.244	-50.0	35.0	-0.00029	42.7	27.7	-0.01086	-42.7	7.3
2	0.00350	0.244	-50.0	0.0	-0.00029	-42.7	7.3	-0.01086	42.7	27.7
3	0.00350	0.244	-50.0	35.0	-0.00029	42.7	27.7	-0.01086	-42.7	7.3
4	0.00350	0.244	-50.0	0.0	-0.00029	-42.7	7.3	-0.01086	42.7	27.7
5	0.00350	0.243	-50.0	35.0	-0.00030	42.7	27.7	-0.01093	-42.7	7.3
6	0.00350	0.244	-50.0	0.0	-0.00029	-42.7	7.3	-0.01086	42.7	27.7

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000518548	-0.014649167	0.244	0.745
2	0.000000000	-0.000518548	0.003500000	0.244	0.745
3	0.000000000	0.000518548	-0.014649167	0.244	0.745
4	0.000000000	-0.000518548	0.003500000	0.244	0.745
5	0.000000000	0.000520803	-0.014728096	0.243	0.743
6	0.000000000	-0.000518548	0.003500000	0.244	0.745

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

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

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

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	159 di 161

1	S	3.1	-50.0	35.0	-57	-42.7	7.3	750	22.6
2	S	4.6	50.0	0.0	-96	21.4	27.7	800	22.6
3	S	3.1	-50.0	35.0	-57	-42.7	7.3	750	22.6
4	S	4.6	50.0	0.0	-96	21.4	27.7	800	22.6
5	S	2.0	50.0	0.0	-105	21.3	42.6	1350	22.6

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

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00004	0	0.838	24.0	61	0.00002 (0.00002)	434 0.007 (990.00)		8646	0
2	S	-0.00007	0	0.834	24.0	61	0.00003 (0.00003)	448 0.013 (990.00)		-8172	0
3	S	-0.00004	0	0.838	24.0	61	0.00002 (0.00002)	434 0.007 (990.00)		8646	0
4	S	-0.00007	0	0.834	24.0	61	0.00003 (0.00003)	448 0.013 (990.00)		-8172	0
5	S	-0.00006	0	0.837	24.0	62	0.00003 (0.00003)	618 0.019 (990.00)		-12807	0

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.1	-50.0	35.0	-57	-42.7	7.3	750	22.6
2	S	4.3	50.0	0.0	-88	21.4	27.7	750	22.6
3	S	3.1	-50.0	35.0	-57	-42.7	7.3	750	22.6
4	S	4.3	50.0	0.0	-88	21.4	27.7	750	22.6
5	S	1.9	50.0	0.0	-99	21.3	42.6	1350	22.6

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00004	0	0.838	24.0	61	0.00002 (0.00002)	434 0.007 (0.20)		8646	0
2	S	-0.00006	0	0.844	24.0	61	0.00003 (0.00003)	436 0.011 (0.20)		-8237	0
3	S	-0.00004	0	0.838	24.0	61	0.00002 (0.00002)	434 0.007 (0.20)		8646	0
4	S	-0.00006	0	0.844	24.0	61	0.00003 (0.00003)	436 0.011 (0.20)		-8237	0
5	S	-0.00006	0	0.837	24.0	62	0.00003 (0.00003)	618 0.018 (0.20)		-12717	0

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.1	-50.0	35.0	-57	-42.7	7.3	750	22.6
2	S	3.1	50.0	0.0	-57	21.4	27.7	750	22.6
3	S	3.1	-50.0	35.0	-57	-42.7	7.3	750	22.6
4	S	3.1	50.0	0.0	-57	21.4	27.7	750	22.6

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	160 di 161

5 S 1.3 50.0 0.0 -74 21.3 42.6 1350 22.6

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00004	0	0.838	24.0	61	0.00002 (0.00002)	434	0.007 (0.20)	8646	0
2	S	-0.00004	0	0.838	24.0	61	0.00002 (0.00002)	434	0.007 (0.20)	-8646	0
3	S	-0.00004	0	0.838	24.0	61	0.00002 (0.00002)	434	0.007 (0.20)	8646	0
4	S	-0.00004	0	0.838	24.0	61	0.00002 (0.00002)	434	0.007 (0.20)	-8646	0
5	S	-0.00005	0	0.839	24.0	62	0.00002 (0.00002)	619	0.014 (0.20)	-12482	0

15.4.2.3 Verifica a taglio

verifica a taglio					
h	500	mm	Rck	40	
d	420	mm	fck	33.2	
bw	1000	mm	γc	1.5	
$1+(200/d)^{0,5}$	1.690				
k	1.690		As	5 φ	24.0
Asl	2262	mm ²			
Asl/(bw·d)	0.0054				
ρ1	0.005		Vrd	222.7	kN
vmin	0.443		Ved	19.5	KN
vmin·bw·d	186098	N	Vrd/Ved	11.42	-
Vrd	222736	N	VERIFICATO		

Non è necessaria armatura a taglio.

STAZIONE CALTANISSETTA XIRBI - Rampe per disabili
e rampa ciclopedonale: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	FV01 0 0 005	A	161 di 161

16. INCIDENZA

INCIDENZA		
<u>elevazione</u>		
n.° barre	ϕ (mm)	
5	24	armatura tesa
5	24	armatura compressa
10	12	armatura di ripartizione
W_a (kg)	44.4	peso acciaio
V_{cls} (m ³)	0.35	volume di calcestruzzo
Inc. (kg/m³)	139.5	incidenza (+10% spille)
<u>fondazione</u>		
n.° barre	ϕ (mm)	
5	24	armatura tesa
5	24	armatura compressa
10	12	armatura di ripartizione
W_a (kg)	44.4	peso acciaio
V_{cls} (m ³)	0.5	volume di calcestruzzo
Inc. (kg/m³)	88.8	incidenza