

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO**

**NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA**

**U.O. INFRASTRUTTURE NORD**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)**

**FABBRICATI**

Fabbricato E3 - Tipologico G

Relazione di calcolo

SCALA:

-

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

RS3T 30 D 26 CL FA00P0 001 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	ATI Sintagma Rocksoll - Edin	Feb-2020	M.Salleolini	Feb-2020	A.Barreca	Feb-2020	F.Sacchi Apr-2020
B	Emissione Esecutiva	ATI Sintagma Rocksoll - Edin	Apr-2020	M.Salleolini	Apr-2020	A.Barreca	Apr-2020	

File: RS3T.3.0.D.26.CL.FA.00.P.0.001.B

n. Elab.: 26\_670

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>					
	Fabbricato E3 - Tipologico P - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	RS3T	30 D 26	CL	FA00P0 001		1 di 104

## INDICE

1	PREMESSA .....	3
2	SCOPO DEL DOCUMENTO .....	4
3	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	6
3.1	DOCUMENTI REFERENZIATI .....	6
3.2	DOCUMENTI CORRELATI .....	7
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....	8
4.1	CEMENTO ARMATO.....	8
4.1.1	CALCESTRUZZO .....	8
4.1.2	ACCIAIO D'ARMATURA IN BARRE TONDE AD ADERENZA MIGLIORATA.....	9
4.1.3	COPRIFERRO .....	10
5	TERRENO DI FONDAZIONE .....	11
6	ANALISI DEI CARICHI .....	11
6.1	PESO PROPRIO STRUTTURE .....	12
6.1.1	SOLAIO DI COPERTURA .....	12
6.1.2	STRUTTURA PRINCIPALE IN C.A. ....	12
6.2	CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI .....	12
6.3	SOVRACCARICO ACCIDENTALE .....	13
6.4	AZIONE DELLA NEVE .....	13
6.5	AZIONE DEL VENTO .....	14
6.6	VARIAZIONI TERMICHE.....	19
6.7	EFFETTI AERODINAMICI ASSOCIATI AL PASSAGGIO DEI CONVOGLI .....	20
6.8	AZIONE SISMICA.....	20
7	MODELLO STRUTTURALE E COMBINAZIONI DI CARICO .....	29
7.1	CONSIDERAZIONI GENERALI SUL MODELLO DI CALCOLO .....	29
7.2	COMBINAZIONI DELLE AZIONI .....	39

7.3 ANALISI MODALE .....	41
8 VERIFICHE STRUTTURALI .....	43
8.1 SOLAIO DI COPERTURA .....	43
8.2 VERIFICHE DEGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI E DEGLI IMPIANTI.....	51
8.3 TRAVI DI BORDO 30X40 .....	55
8.3.1 VERIFICA A FLESSIONE.....	61
8.3.2 VERIFICA A TAGLIO E TORSIONE .....	65
8.3.3 VERIFICA LIMITAZIONI ARMATURA.....	68
8.4 TRAVI 30X50 .....	70
8.4.1 VERIFICA A FLESSIONE.....	72
8.4.2 VERIFICA A TAGLIO E TORSIONE .....	76
8.4.3 VERIFICA LIMITAZIONI ARMATURA.....	79
8.5 PILASTRI D'ANGOLO (30X50) .....	81
8.5.1 VERIFICA A FLESSIONE.....	83
8.5.2 VERIFICA LIMITAZIONI ARMATURA.....	89
8.6 PILASTRI INTERNI (30X50).....	92
8.6.1 VERIFICA A FLESSIONE.....	93
8.6.2 VERIFICA LIMITAZIONI ARMATURA.....	99
8.7 VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI IN TERMINI DI CONTENIMENTO DEL DANNO AGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI (SLO) .....	102
9 REAZIONI VINCOLARI .....	103
10 CONCLUSIONI .....	104

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>					
	Fabbricato E3 - Tipologico P - Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA00P0 001	REV.

## 1 PREMESSA

Il presente documento è emesso nell'ambito dello sviluppo della Progettazione Definitiva della Direttoria Ferroviaria Messina-Catania-Palermo, nuovo collegamento Palermo-Catania, tratta Lercara DIR - Caltanissetta Xirbi (Lotto 3).

Nel progetto sono presenti i fabbricati tipologici riportati schematicamente nella seguente tabella:

Fabbricati	Tipologico
Fabbricato PGEP	A
Locali e Vasca antincendio	B
Fabbricato E1	C
Fabbricato E1	D
Fabbricato E5	F
Fabbricato E3	G
Fabbricato IS-PP/ACC	H
Fabbricato IS-PPT	M
Fabbricato FSA-UFFICI	N
Fabbricato FSA-MAGAZZINO	O
Fabbricato E3	P
Fabbricato IS-PP/ACC	Q

La posizione effettiva piazzale per piazzale di ogni tipologico è riportata nella seguente tabella:

Piazzali		progr. (km)	A	B	C	D	F	G	H	M	N	O	P	Q
PT01	PMZ Marcatobianco	5+400						X	X		X	X		
PT02	Emergenza - Imbocco lato PA galleria Santa Catena	7+985	X	X	X									
PT03	Emergenza - Imbocco lato CT galleria Santa Catena	16+150	X	X		X								
PT04	Stazione Vallelunga	17+259											X	X
PT51	Stazione Villalba	22+270								X				
PT52	PM Marianopoli	25+825						X	X					
PT54	Emergenza - Imbocco lato PA galleria Marianopoli	28+060	X	X	X									
PT56	Fabbricato Galleria Trabona	36+000					X							
PT57	Imbocco lato Ovest galleria Trabona lato PA	35+222								X				
PT58	Emergenza - Imbocco lato CT galleria Salito 2	38+150	X	X		X								
PT59	Fabbricato PM San Cataldo	40+363						X	X					
PT60	Emergenza - Imbocco lato PA galleria Masareddu	42+500	X	X	X									
PT61	Fabbricato Galleria Masareddu	43+200					X							
PT62	Fabbricati Emergenza - Imbocco lato PA galleria Xirbi	44+166	X	X		X	X							
PT63	Fabbricato Galleria Xirbi	45+700					X							

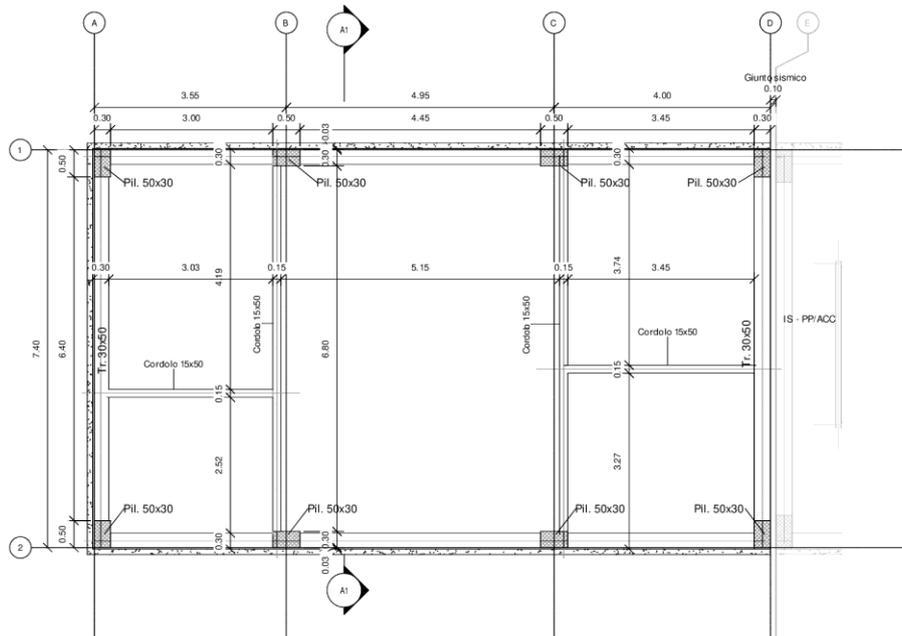
Nel presente elaborato viene calcolato il "Fabbricato E3 – Tipologico P" di dimensioni pari a 12,61 x 7,51 m verrà realizzato nelle seguenti ubicazioni lungo la tratta in progetto:

- PT04 - Stazione Vallelunga

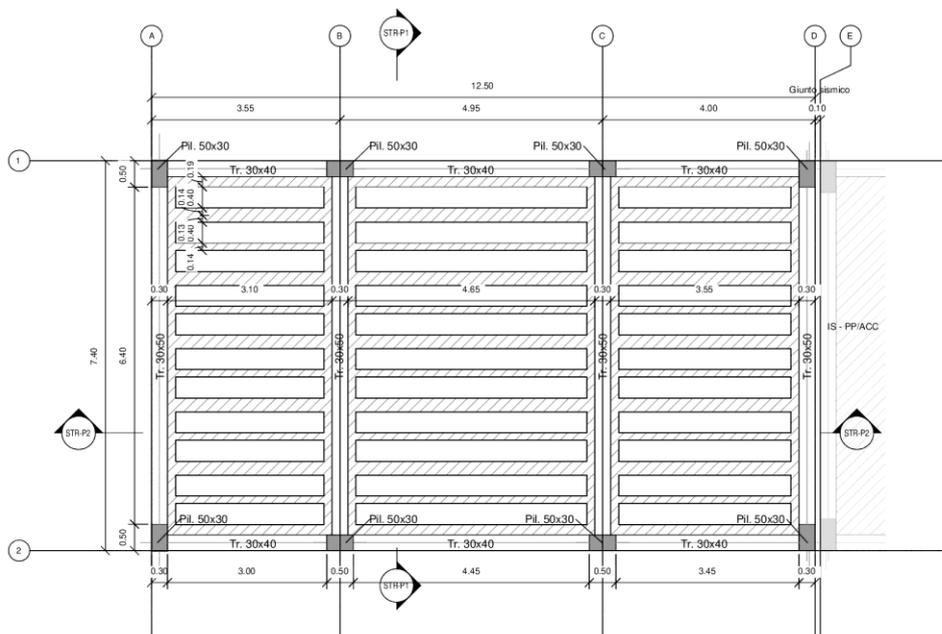
Il calcolo individua il sito peggiore in termini di parametri geotecnici, sismici, vento e neve.

## 2 SCOPO DEL DOCUMENTO

Lo scopo del presente documento è quello di calcolare e verificare le strutture in elevazione del “Fabbricato E3 – Tipologico P”.

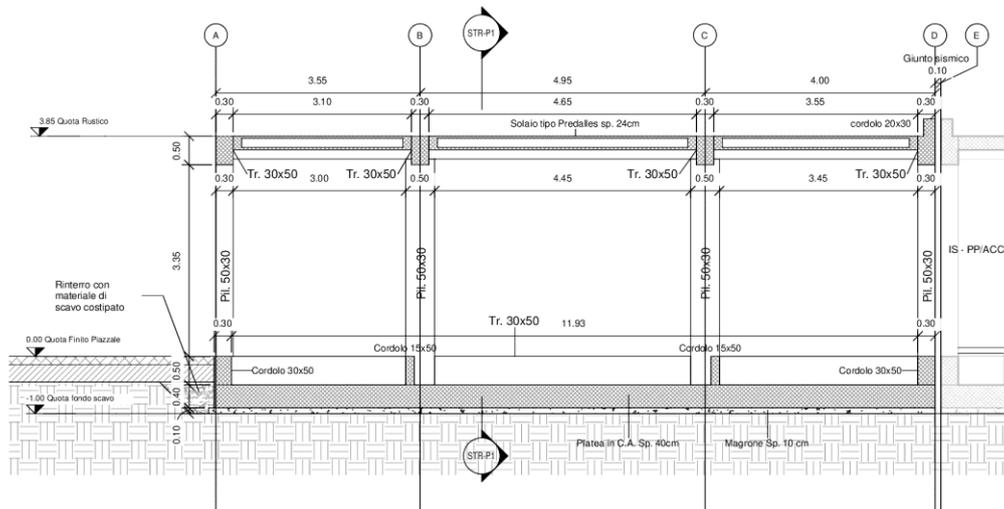


Carpenteria Fondazione  
1 : 50



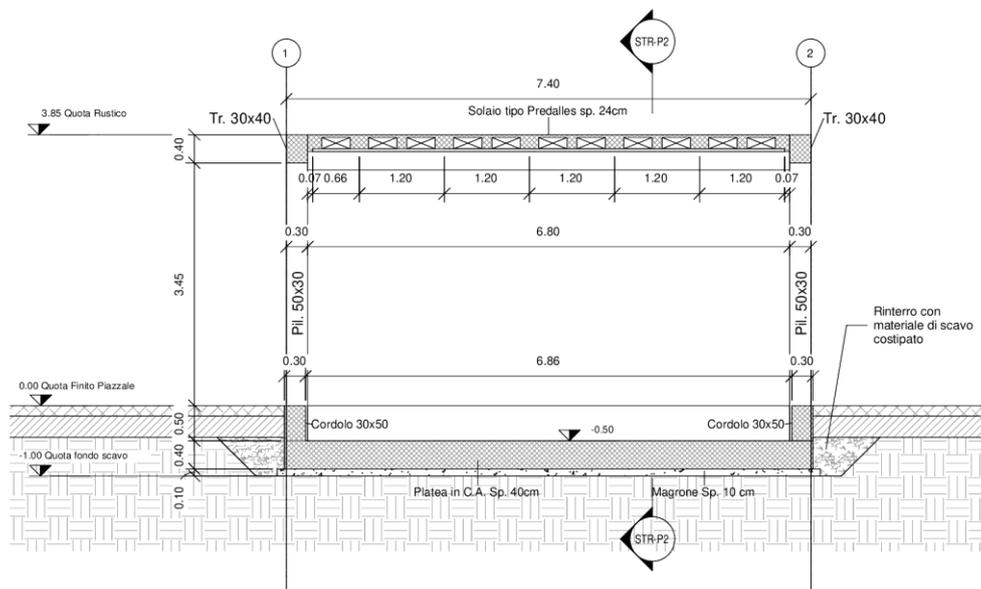
Carpenteria Copertura  
1 : 50

Figura 2-1 – Carpenteria Fondazione e copertura.



Sezione STR-P2

1 : 50



Sezione STR-P1

1 : 50

Figura 2-2 – Sezione longitudinale e trasversale.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>					
	Fabbricato E3 - Tipologico P - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	RS3T	30 D 26	CL	FA00P0 001		6 di 104

La struttura in pianta del fabbricato ha forma rettangolare avente le seguenti dimensioni 12.61 m x 7.51 m, comprensiva del rivestimento. Il sistema strutturale è caratterizzato da un telaio spaziale monolivello avente copertura piana costituito da una campata in direzione trasversale di luce 6.80 m circa mentre, parallelamente al lato lungo, è suddiviso in 3 campate di luce massima pari a 4.95 m.

La struttura relativa alla parte in elevazione è costituita da travi e pilastri in cemento armato. Il solaio di copertura è del tipo semiprefabbricato a prédalles, con getto in opera dei travetti e della caldana superiore. Lo spessore totale del solaio di copertura è di 24 cm e comprende 4 cm di prédalles, 16 cm di nervature e 4 cm di caldana superiore. Le lastre in c.a. sono larghe 120 cm e presentano tre tralicci metallici di irrigidimento ed elementi di alleggerimento delimitanti le nervature intermedie. Il solaio è ordito secondo la direzione longitudinale del fabbricato in modo da essere poggiato direttamente sui telai trasversali disposti ad interasse che vanno da 3.10 m a 4.65 m. I pilastri hanno dimensione in pianta di 30x50 cm, le travi longitudinali hanno dimensioni 30x40 cm, le travi trasversali invece sono 30x50. Il sistema di fondazione è realizzato in opera mediante una platea di fondazione di spessore di 40 cm.

### 3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

#### 3.1 DOCUMENTI REFERENZIATI

La progettazione è conforme alle normative vigenti nonché ai manuali di progettazione societari.

La normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo e progettazione è la seguente:

- Rif. [1] - Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni - D.M. 17/01/2018
- Rif. [2] - Circolare n. 7 del 21 febbraio 2019 - Istruzioni per l'Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018;
- Rif. [3] - Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20/03/2003. Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica;
- Rif. [4] - Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 21/10/2003;
- Rif. [5] - Eurocodice 2: Progettazione delle strutture in calcestruzzo – Parte 1.1: Regole generali e regole per gli edifici.
- Rif. [6] - UNI ENV 1992-1-1 Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
- Rif. [7] - UNI EN 206-1/2014 - Calcestruzzo. Specificazioni, prestazioni, produzione e conformità;
- Rif. [8] UNI 11104: Calcestruzzo: Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1.
- Rif. [9] - UNI EN 1998-5 – Fondazioni ed opere di sostegno.
- Rif. [10] REGOLAMENTO (UE) N. 1299/2014 DELLA COMMISSIONE del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema «infrastruttura» del sistema ferroviario dell'Unione europea
- Rif. [11] Manuale di Progettazione delle Opere Civili – RFIDTCSIPSMAIFS001C

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO          NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA          TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)          FABBRICATI</b>					
Fabbricato E3 - Tipologico P - Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA00P0 001	REV.	FOGLIO 7 di 104

### 3.2 DOCUMENTI CORRELATI

I documenti correlati sono:

Rif. [12] Fabbricato E3 - Tipologico P - Carpenterie: piante e sezioni

RS3T.3.0.D.26.BB.FA.00.P.0.001.B

## 4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

### 4.1 CEMENTO ARMATO

#### 4.1.1 CALCESTRUZZO

Si riportano di seguito due tabelle riepilogative del tipo e delle caratteristiche del calcestruzzo adottato per i diversi elementi strutturali:

	Solaio in lastre predalles	Struttura in elevazione	Fondazioni
Classe di resistenza	C30/37	C30/37	C25/30
Classe di esposizione	XC3	XC3	XC2
Condizioni ambientali	ordinarie	ordinarie	ordinarie
Rapporto acqua/cemento		0,55	0,60

		Solaio in lastre predalles	Struttura in elevazione	Fondazioni
R <sub>ck</sub>	(N/mm <sup>2</sup> )	37	37	30
f <sub>ck</sub>	(N/mm <sup>2</sup> )	30	30	25
f <sub>cm</sub>	(N/mm <sup>2</sup> )	36	36	33
α <sub>cc</sub>	(-)	0,85	0,85	0,85
γ <sub>c</sub>	(-)	1,5	1,5	1,5
f <sub>cd</sub>	(N/mm <sup>2</sup> )	17,4	17,4	14,17
f <sub>ctm</sub>	(N/mm <sup>2</sup> )	2,94	2,94	2,56
f <sub>ctk</sub>	(N/mm <sup>2</sup> )	3,82	3,82	1,79
f <sub>ctd</sub>	(N/mm <sup>2</sup> )	1,40	1,40	1,19
f <sub>cfm</sub>	(N/mm <sup>2</sup> )	3,52	3,52	3,07
f <sub>cfk</sub>	(N/mm <sup>2</sup> )	2,46	2,46	2,15
E <sub>c</sub>	(N/mm <sup>2</sup> )	33019	33019	31476

Dove:

R<sub>ck</sub> = Resistenza cubica caratteristica a compressione

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>					
	Fabbricato E3 - Tipologico P - Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA00P0 001	REV.

$f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck} =$  Resistenza cilindrica caratteristica

$f_{cm} = f_{ck} + 8 \text{ (N/mm}^2\text{)} =$  Resistenza cilindrica media a compressione

$\alpha_{cc} =$  Coefficiente per effetti a lungo termine e sfavorevoli:  $\alpha_{cc} (t > 28\text{gg}) = 0.85$

$\gamma_c = 1.5$ ; viene ridotto a 1.4 per produzioni continuative di elementi o strutture soggette a controllo continuativo del calcestruzzo dal quale risulti un coefficiente di variazione (rapporto tra scarto quadratico

medio e valore medio della resistenza) non superiore al 10%.  $f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c} =$  Resistenza di calcolo a

compressione

$f_{ctm} = 0.3 \cdot (f_{ck})^{2/3}$  [per classi  $\leq C50/60$ ] = Resistenza cilindrica media a trazione

$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} =$  Resistenza cilindrica caratteristica a trazione

$f_{ctd} = \frac{f_{ctk}}{\gamma_c} =$  Resistenza di calcolo a trazione

$f_{cfm} = 1.2 \cdot f_{ctm} =$  Resistenza media a trazione per flessione

$f_{cfk} = 0.7 \cdot f_{cfm} =$  Resistenza cilindrica caratteristica a trazione

$E_{cm} = 22000 \cdot \left( \frac{f_{cm}}{10} \right)^{0.3} =$  Modulo Elastico

#### Coefficiente di Poisson:

Secondo quanto prescritto al punto 11.2.10.4 della NTC2018, per il coefficiente di Poisson può adottarsi, a seconda dello stato di sollecitazione, un valore compreso tra 0 (calcestruzzo fessurato) e 0.2 (calcestruzzo non fessurato).

#### Coefficiente di dilatazione termica:

In sede di progettazione, o in mancanza di una determinazione sperimentale diretta, per il coefficiente di dilatazione termica del calcestruzzo può assumersi un valore medio pari a  $10 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  (NTC2018 – 11.2.10.5).

### **4.1.2 ACCIAIO D'ARMATURA IN BARRE TONDE AD ADERENZA MIGLIORATA**

Si adotta acciaio tipo B450C come previsto al punto 11.3.2.1 delle NTC2018, per il quale si possono assumere le seguenti caratteristiche:

#### Resistenza a trazione – compressione:

$f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2 =$  Resistenza caratteristica di rottura

$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2 =$  Resistenza caratteristica a snervamento

$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 391.3 \text{ N/mm}^2 =$  Resistenza di calcolo

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>					
	Fabbricato E3 - Tipologico P - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	RS3T	30 D 26	CL	FA00P0 001		10 di 104

dove:

$\gamma_s = 1.15$  = Coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio.

Modulo Elastico:

$E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$

Tensione tangenziale di aderenza acciaio-calcestruzzo:

		Solaio in lastre predalles	Struttura in elevazione	Fondazioni
$f_{bk}$	(N/mm <sup>2</sup> )	4.36	4,36	4,36
$f_{bd}$	(N/mm <sup>2</sup> )	2.90	2,90	2,90

dove:

$f_{bk} = 2.25 \cdot \eta \cdot f_{ctk}$  = Resistenza tangenziale caratteristica di aderenza

$f_{bd} = \frac{f_{bk}}{\gamma_c}$  = Resistenza tangenziale di aderenza di calcolo

$\eta = 1.0$  – per barre di diametro  $\Phi \leq 32 \text{ mm}$ ;

$\gamma_c = 1.5$  – Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo.

#### 4.1.3 COPRIFERRO

Con riferimento al punto 4.1.6.1.3 delle NTC, al fine della protezione delle armature dalla corrosione il valore minimo dello strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve rispettare quanto indicato nella tabella C4.1.IV della Circolare 21.01.2019, n. 7 C.S.LL.PP, riportata di seguito, nella quale sono distinte le tre condizioni ambientali di Tabella 4.1.III delle NTC.

			barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p elementi a piastra		cavi da c.a.p altri elementi	
$C_{min}$	$C_o$	ambiente	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C28/35	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>					
	Fabbricato E3 - Tipologico P - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	RS3T	30 D 26	CL	FA00P0 001		11 di 104

Ai valori riportati nella tabella vanno aggiunte le tolleranze di posa, pari a 10 mm. Si riportano di seguito i copriferri adottati, determinati in funzione della classe del cls e delle condizioni ambientali.

	Ambiente	Copriferro minimo	Tolleranza di posa	Copriferro nominale
Struttura in elevazione	Ordinario	25	10	35
Lastre predalles	Ordinario	20	0	20
Fondazioni	Ordinario	25	10	35

In definitiva si prescrive che in fondazione e in elevazione tranne che per le lastre predalles il copriferro netto non deve essere inferiore a 40mm.

## 5 TERRENO DI FONDAZIONE

Il piazzale in cui ricade il fabbricato E3 Tipologico P, dettagliatamente riportati in premessa, è in rilevato, di conseguenza le fondazioni poggiano su terreno da rilevato, ai fini delle verifiche a favore di sicurezza sono stati assunti per il tale terreno i seguenti valori dei parametri geotecnici fisici e meccanici di resistenza e deformabilità:

Terreno di fondazione	Peso specifico (kN/m <sup>3</sup> )	Coesione efficace c' (kPa)	Angolo di attrito interno phi' (°)	Modulo di Young E (MPa)
Rilevato	20.0	0.0	33.0	50

## 6 ANALISI DEI CARICHI

Come prescritto dalle NTC2018, sono state considerate agenti sulla struttura le seguenti condizioni di carico elementari, combinate tra loro in modo da determinare gli effetti più sfavorevoli ai fini delle verifiche dei singoli elementi strutturali:

- peso proprio strutture;
- carichi permanenti non strutturali;
- sovraccarico variabile;
- azione sismica;
- azione del vento;
- azione della neve;
- variazioni termiche;

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) FABBRICATI					
	Fabbricato E3 - Tipologico P - Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA00P0 001	REV.

- effetti aerodinamici associati al passaggio dei convogli.

Nel progetto strutturale in esame, le azioni esterne, quali vento e neve, sono state valutate considerando la località di Caltanissetta – Enna.

## 6.1 PESO PROPRIO STRUTTURE

### 6.1.1 SOLAIO DI COPERTURA

E' realizzato con lastre predalles in cemento armato di altezza 24 cm alleggerite con polistirene espanso.

#### Solaio in lastre Predalles

(H =4+16+4=24cm) lastra larga 1,20 m.

Predalles (s = 4cm) 25x0,04x1,20=1,2 kN;

Nervatura centrale (h=16 cm, s=14 cm) 25x0,16x0,14= 0,56 kN;

Nervature laterali (h=16 cm, s=12 cm) 2x25x0,16x0,12= 0,96 kN;

Soletta superiore (s=4 cm) 25x0,04x1,20= 1,2 kN;

Alleggerimento in polistirene espanso (h=16 cm, s=40 cm) 2x0,15x0,4x0,16=0,0192 kN.

Peso totale di una lastra larga 1,20 m:  $G=1,2+0,56+0,96+1,2+0,019 = 3,94$  kN

Peso totale a metro quadrato =  $3,94/1,20 = 3,28$  kN/m<sup>2</sup>

### 6.1.2 STRUTTURA PRINCIPALE IN C.A.

Il peso proprio delle travi e dei pilastri, viene calcolato automaticamente dal programma considerando il peso specifico del cemento armato pari a:

$$\gamma_{c.a.} = 25 \text{ kN/m}^3$$

## 6.2 CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI

- Tamponamenti esterni

Il rivestimento esterno è costituito da blocchi cavi prefabbricati in cls vibrocompresso tipo Poroton (sp.25cm) con idonei rinforzi verticali e orizzontali per murature in zona sismica + lastre in pietra sp 5,0 cm, il cui peso è pari a **3,60 kN/m<sup>2</sup>**.

Il peso per unità di superficie moltiplicato per l'altezza totale del singolo pannello h=3,60 m, trascurando le eventuali aperture, è pari a **13 kN/m**, che è il peso a metro lineare della tamponatura da applicare alla platea di fondazione.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) FABBRICATI					
	Fabbricato E3 - Tipologico P - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	RS3T	30 D 26	CL	FA00P0 001		13 di 104

- Carichi permanenti non strutturali agenti in copertura

Incidenza zone piene solaio	0,20	kN/m <sup>2</sup>
Massetto delle pendenze	0,60	kN/m <sup>2</sup>
Strato coibente	0,10	kN/m <sup>2</sup>
Guaina di impermeabilizzazione	0,10	kN/m <sup>2</sup>
Malta di allettamento (2 cm)	0,40	kN/m <sup>2</sup>
Pavimento	0,50	kN/m <sup>2</sup>
Intonaco intradosso	0,30	kN/m <sup>2</sup>
Incidenza impianti	0,30	kN/m <sup>2</sup>
Controsoffitto	0,10	kN/m <sup>2</sup>
<b>Totale carico:</b>	<b>2.60</b>	<b>kN/m<sup>2</sup></b>

Incidenza muretti perimetrali e scala su travi di bordo 2,00 kN/m

### 6.3 SOVRACCARICO ACCIDENTALE

Il sovraccarico assunto per la copertura è pari a 0,50 kN/m<sup>2</sup>.

### 6.4 AZIONE DELLA NEVE

Le azioni della neve sono definite al capitolo 3.4 delle NTC2018. Il carico provocato dalla neve sulle coperture è definito dall'espressione seguente:

$$q_s = \mu_i C_e C_t q_{sk}$$

dove:

$\mu_i$  - Coefficiente di forma della copertura;

$C_e$  - Coefficiente di esposizione;

$C_t$  - Coefficiente termico;

$q_{sk}$  - Valore di riferimento del carico neve al suolo.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) FABBRICATI					
	Fabbricato E3 - Tipologico P - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	RS3T	30 D 26	CL	FA00P0 001		14 di 104

Per la valutazione di  $q_{sk}$  si è fatto riferimento ad un sito posto in zona I - Mediterranea, con altezza sul livello del mare pari a 400 m:

$$q_{sk} = 1.17 \text{ kN/m}^2$$

Il coefficiente di esposizione  $C_e$  può essere utilizzato per modificare il valore del carico neve in copertura in funzione delle caratteristiche specifiche dell'area in cui sorge l'opera. Valori del coefficiente di esposizione per diverse classi di topografia sono forniti in tabella 3.4.I. NTC2018. Per il caso in esame, si assume  $C_e = 1.0$ .

Il coefficiente termico  $C_t$  può essere utilizzato per tener conto della riduzione del carico neve a causa dello scioglimento della stessa, causata dalla perdita di calore della costruzione. Tale coefficiente tiene conto delle proprietà di isolamento termico del materiale utilizzato in copertura. In assenza di uno specifico e documentato studio, deve essere utilizzato  $C_t = 1.0$  (3.4.4 - NTC2018).

Il coefficiente di forma della copertura dipende dall'angolo di inclinazione della falda, i valori proposti dalla normativa vigente vengono riportati nella Tab.3.4.II (DM 14 Gennaio 2018):

Coefficiente di forma	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
$\mu_1$	0,8	$0,8 \cdot \frac{(60 - \alpha)}{30}$	0,0

Nel caso in esame si ha  $\alpha = 0^\circ$  pertanto:

$$\mu_1 (0^\circ) = 0,8$$

Si assume una distribuzione uniforme del carico da neve per la copertura piana, quindi si ha:

$$q_s = 0.8 \cdot 1.00 \cdot 1.00 \cdot 1.17 = \mathbf{0.95 \text{ kN/m}^2}.$$

## 6.5 AZIONE DEL VENTO

Il vento, la cui direzione si considera generalmente orizzontale, esercita sulle costruzioni azioni che variano nel tempo e nello spazio provocando, in generale, effetti dinamici. Per le costruzioni usuali tali azioni sono convenzionalmente ricondotte alle azioni statiche equivalenti definite al punto 3.3.3 – NTC2018. Per il calcolo dell'azione statica equivalente dovuta al vento, si è fatto riferimento ad un sito posto in zona 4, con altezza sul livello del mare pari a 400 m.

Tra tutte le ubicazioni degli edifici si è preso a riferimento per il calcolo, quello in cui risulta la maggiore azione del vento.

### Pressione del vento:

La pressione del vento, considerata come azione statica agente normalmente alle superfici, è data dall'espressione:

$$p = q_b \cdot C_e \cdot C_p \cdot C_d$$

dove

- $q_b$  - Pressione cinetica di riferimento

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>					
	Fabbricato E3 - Tipologico P - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	RS3T	30 D 26	CL	FA00P0 001		15 di 104

- $c_e$  - Coefficiente di esposizione
- $c_p$  - Coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico)
- $c_d$  - Coefficiente dinamico che si assume unitario.

#### Pressione cinetica di riferimento:

La pressione cinetica di riferimento  $q_b$  in (N/m<sup>2</sup>) è data dall'espressione:

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

dove:

- $v_b$  - Velocità di riferimento del vento;
- $\rho$  – Densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a 1.25 kg/m<sup>3</sup>.

In mancanza di indagini statistiche adeguate, la velocità di riferimento del vento  $v_b(T_R)$  riferita ad un generico periodo di ritorno  $T_R$  può essere valutata, nel campo compreso tra 10 e 500 anni, con l'espressione:

$$V_b(T_R) = \alpha \cdot v_b$$

dove:

$v_b$  – Velocità di riferimento del vento associata ad un periodo di ritorno di 50 anni;

$\alpha_R$  – Coefficiente posto in un diagramma in funzione di  $T_R$  espresso in anni;

Il periodo di ritorno  $T_R$  al quale si è fatto affidamento per la valutazione della velocità di riferimento del vento risulta pari a 100 anni.

#### Coefficiente di esposizione:

Il coefficiente d'esposizione  $c_e$  dipende dall'altezza  $z$  sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno, e dalla categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione. Per il caso in esame considerando zona 4, classe di rugosità del terreno C e categoria d'esposizione del sito III, il coefficiente di esposizione, per un'altezza massima del fabbricato di 5.10 m, risulta pari ad 1.72.

#### Coefficiente dinamico:

Il coefficiente dinamico tiene conto degli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alla risposta dinamica della struttura. Esso è assunto cautelativamente pari ad 1.

#### Coefficiente di forma (o aerodinamico):

Per la determinazione del coefficiente di forma si fa riferimento a quanto riportato nel paragrafo 3.3.8 della Circolare del 21/01/2019.

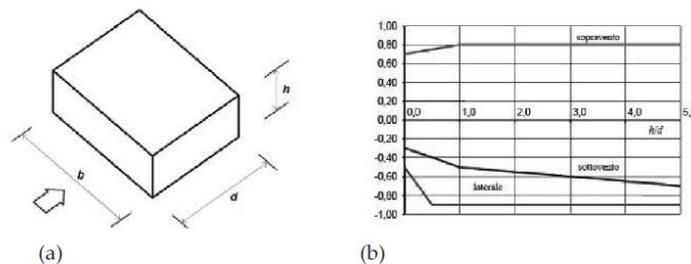
 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>					
	Fabbricato E3 - Tipologico P - Relazione di calcolo	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30 D 26</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>FA00P0 001</b>	REV.

- Pareti verticali

Si riporta l'estratto del par. C3.3.8.1.1 della Circolare 21/01/2019 n. 7 C.S.LL.PP.

#### C3.3.8.1.1 Pareti verticali

I coefficienti globali  $c_{pe}$  da assumere sulle pareti di un edificio a pianta rettangolare sono riportati in Figura C3.3.2 e in Tabella C3.3.I



a) Parametri caratteristici di edifici a pianta rettangolare,

b) Edifici a pianta rettangolare:  $c_{pe}$  per facce sopravvento, sottovento e laterali

Figura C3.3.2

Tabella C3.3.I: Edifici a pianta rettangolare:  $c_{pe}$  per facce sopravvento, sottovento e laterali

Faccia sopravvento	$C_U = 2,0$	$C_U = 1,5$
$h/d \leq 1: c_{pe} = 0,7 + 0,1 \cdot h/d$	$h/d \leq 0,5: c_{pe} = -0,5 - -0,8 \cdot h/d$	$h/d \leq 1: c_{pe} = -0,3 - 0,2 \cdot h/d$
$h/d > 1: c_{pe} = 0,8$	$h/d > 0,5: c_{pe} = -0,9$	$1 < h/d \leq 5: c_{pe} = -0,5 - 0,05 \cdot (h/d - 1)$

Negli edifici tipologici del presente progetto  $h/d$  è sempre vicino a 1 e nel calcolo quindi, a favore di sicurezza, si utilizzano i seguenti coefficienti:

Per il carico sopravvento  $c_{pe10} = + 0,8$

Per il carico sottovento  $c_{pe10} = - 0,5$

- Copertura piana

I coefficienti globali  $c_{pe}$  da assumere sulle coperture di un edificio a pianta rettangolare sono riportati in Figura C3.3.5 e in Tabella C3.3.III della Circolare 21/01/2019 n. 7 C.S.LL.PP:

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>					
	Fabbricato E3 - Tipologico P - Relazione di calcolo	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30 D 26</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>FA00P0 001</b>	REV.

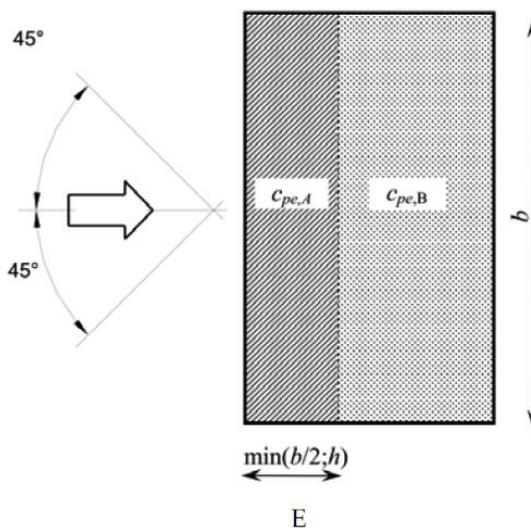


Figura C3.3.5 - Schema di riferimento per coperture piane

Tabella C3.3.III - Edifici rettangolari:  $c_{pe}$  per coperture piane.

Fascia sopravento di profondità pari al minimo tra $b/2$ e $h$ :	$c_{pe,A} = -0,80$
Restanti zone	$c_{pe,B} = \pm 0,20$

Considerando che in tutte le tipologie degli edifici si può considerare che  $h$  è il minimo tra  $h$  stesso e  $b/2$ , avremo che la Fascia A ha una profondità pari ad  $h$ , e quindi si avrà:

Per la fascia sopravento  $c_{pe,A} = - 0,8$

Per le restanti zone  $c_{pe,B} = \pm 0,2$

- Pressioni interne

Per quanto riguarda le pressioni interne si riporta il par. C3.3.8.5 della Circolare 21/01/2019 n. 7 C.S.LL.PP.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>					
	Fabbricato E3 - Tipologico P - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	RS3T	30 D 26	CL	FA00P0 001		18 di 104

### C3.3.8.5 PRESSIONI INTERNE

Le pressioni interne agli edifici dipendono dalla superficie delle aperture che questi presentano verso l'esterno. Si possono verificare i tre casi seguenti:

#### Caso 1

Se per almeno due facce dell'edificio l'area totale delle aperture presenti su ciascuna faccia supera il 30% della superficie totale della faccia stessa si applicano le prescrizioni riportate nel § C3.3.8.2 (tettoie).

#### Caso 2

Se l'edificio non rientra nel caso precedente, ma presenta una superficie dotata di un'area totale di aperture pari ad almeno il doppio della somma delle aree delle aperture presenti sulle rimanenti superfici, il coefficiente di pressione interna  $c_{pi}$  è pari a  $0,75 \cdot c_{pe}$ ; se invece l'area delle aperture presenti su detta superficie è pari ad almeno il triplo dell'area delle aperture presenti sulle rimanenti superfici, il coefficiente di pressione interna  $c_{pi}$  è pari a  $0,90 \cdot c_{pe}$ .

L'altezza di riferimento  $\bar{z}_i$  è pari all'altezza di riferimento  $\bar{z}_e$  relativa alla superficie dominante.

#### Caso 3

Se l'edificio non rientra in nessuno dei casi precedenti, ma è dotato di porosità distribuita in maniera circa uniforme, in assenza di determinazioni più dettagliate, per le quali si farà riferimento a documenti di comprovata validità, si possono assumere i valori  $c_{pi} = +0,2$  e  $c_{pi} = -0,3$ , considerando il caso che di volta in volta conduce alla situazione maggiormente gravosa.

L'altezza di riferimento  $\bar{z}_i$  è pari all'altezza massima dell'edificio.

Per l'edificio in esame si prende in considerazione il caso 3 per cui  $c_{pi} = + 0,2$  o  $c_{pi} = - 0,3$  a seconda della situazione maggiormente gravosa.

#### ➤ Azioni del vento

Si riporta di seguito il prospetto delle caratteristiche assunte e i relativi risultati per la determinazione della pressione normale del vento secondo normativa.

I valori considerati nel calcolo degli edifici, sono quelli che hanno valore massimo rispetto a tutte le tipologie di edifici in progetto.

Questo in virtù del fatto che il carico vento incide in maniera non significativa ai fini del dimensionamento dei vari elementi strutturali costituenti l'edificio, viste le geometrie delle tipologie strutturali e le masse in gioco e per i quali l'azione sismica risulta preponderante.

<b><u>Azione Normale Vento</u></b>		
Zona	4	
$a_s$	400	m
$a_0$	500	m
$V_{b,0}$	28	m/s
$K_a$	0.02	1/s
$V_b(T_R)$	29.1	m/s
$q_b$	0.53	kN/m <sup>2</sup>
Categoria di esposizione sito	III	
$k_r$	0.20	
$Z_0$	0.10	m

Z <sub>min</sub>	5	m
C <sub>e</sub> (Z <sub>min</sub> )	1.71	
z (altezza costruzione sul suolo)	5.10	m
C <sub>d</sub>	1	
C <sub>e</sub> (z)	1.72	
α (Inclinazione copertura)	0	°
C <sub>p1,A</sub> (Copertura Fascia A)	- 0.80	
C <sub>p1,B</sub> (Copertura Fascia B)	± 0,2	
C <sub>p2</sub> (Elementi Verticali - Sopravento)	+ 0.80	
C <sub>p3</sub> (Elementi Verticali – Sottovento)	- 0.50	
C <sub>pi</sub> (Pressioni interne)	+ 0.80 - 0,30	
<b>p<sub>1</sub></b> (Pressione vento in copertura Fascia A)	<b>-1,00</b>	kN/m <sup>2</sup>
<b>p<sub>2</sub></b> (Pressione vento in copertura Fascia B)	<b>-0,46</b> <b>+0,36</b>	kN/m <sup>2</sup>
<b>p<sub>2</sub></b> (Pressione vento elementi verticali - Sopravento)	<b>- 0,91</b>	kN/m <sup>2</sup>
<b>p<sub>3</sub></b> (Pressione vento elementi verticali - Sottovento)	<b>- 0,73</b>	kN/m <sup>2</sup>

## 6.6 VARIAZIONI TERMICHE

Nel caso in cui la temperatura non costituisca azione fondamentale per la sicurezza o per la efficienza funzionale della struttura è consentito tener conto, per gli edifici, della sola componente  $\Delta T_u$ , ricavandola direttamente dalla Tab. 3.5.II delle NTC 2018 che viene riportata nel seguito.

Nel caso in cui la temperatura costituisca, invece, azione fondamentale per la sicurezza o per la efficienza funzionale della struttura, l'andamento della temperatura T nelle sezioni degli elementi strutturali deve essere valutato più approfonditamente studiando il problema della trasmissione del calore.

Tabella 3.5.II – Valori di  $\Delta T_u$  per gli edifici

Tipo di struttura	$\Delta T_u$
Strutture in c.a. e c.a.p. esposte	± 15 °C
Strutture in c.a. e c.a.p. protette	± 10 °C
Strutture in acciaio esposte	± 25 °C
Strutture in acciaio protette	± 15 °C

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) FABBRICATI					
	Fabbricato E3 - Tipologico P - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	RS3T	30 D 26	CL	FA00P0 001		20 di 104

Nel caso in esame, si tiene conto della sola componente  $\Delta T_u$  e in particolare si assume  $\Delta T_u = \pm 15 \text{ }^\circ\text{C}$  per tutta la struttura.

## 6.7 EFFETTI AERODINAMICI ASSOCIATI AL PASSAGGIO DEI CONVOGLI

Considerata la notevole distanza dai convogli ferroviari, il presente carico non è applicabile. Pertanto nelle combinazioni saranno assunti nulli i carichi elementari **AerodA**) e **AerodB**).

## 6.8 AZIONE SISMICA

Per la definizione dell'azione sismica sono necessarie delle valutazioni preliminari relative alle seguenti caratteristiche proprie della costruzione (2.4 – NTC2018):

- Vita Nominale ( $V_N$ );
- Classe d'uso ( $C_u$ );
- Periodo di Riferimento ( $V_R$ ).

Si attribuisce una vita nominale  $V_N = 75$  anni e la classe d'uso II con coefficiente d'uso  $C_u=1,5$ , in conformità ai seguenti riferimenti normativi:

- DM 17/01/2018 par. 2.4;
- Circ. 21/01/2019, n. 617 par. C2.4.1 e C2.4.2;
- Decreto 21/10/2003 P.C.M. Dipartimento della Prot. Civile (all.1);
- Manuale di Progettazione delle Opere Civili – RFIDTCSIPSMAIFS001C

Il periodo di riferimento da considerare per il calcolo dell'azione sismica sarà quindi  $V_R = C_u \times V_N = 112,5$  anni.

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione, ai sensi dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003. La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$ , nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente, con riferimento a prefissata probabilità di eccedenza  $P_{VR}$  nel periodo di riferimento  $V_R$  (3.2 – NTC2018).

La normativa NTC2018 definisce le forme spettrali, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- $a_g$  – Accelerazione orizzontale massima al sito;
- $F_0$  – Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $T_C^*$  - Periodo d'inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>					
	Fabbricato E3 - Tipologico P - Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA00P0 001	REV.

Nei confronti delle azioni sismiche si definiscono due stati limite di esercizio e due ultimi, che sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso (3.2.1 – NTC2018), ai quali corrispondono i valori dei parametri precedentemente definiti.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può far riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.II e 3.2.III – NTC2018).

Il fabbricato E3 – Tipologico P, viene realizzato su un solo piazzale.

Dalla “Relazione geotecnica generale delle opere all'aperto – Lotto 3” si è individuata la categoria sismica del sottosuolo per la WBS in cui ricade il piazzale con fabbricato E3:

Piazzali	progr. (km)	P	Cat. Sottosuolo
PT01	5+400		
PT02	7+985		
PT03	16+150		
PT04	17+259	X	C
PT51	22+270		
PT52	25+825		
PT54	28+060		
PT56	36+000		
PT57	35+222		
PT58	38+150		
PT59	40+363		
PT60	42+500		
PT61	43+200		
PT62	44+166		
PT63	45+700		

Per il fabbricato di tipo E3 si riscontra che il terreno su cui insiste la costruzione è stato assimilato ad un sottosuolo di *categoria C*.

Nel caso in esame si può assumere una categoria topografica  $T_1$  (Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ ).

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione è espresso da una forma spettrale (spettro normalizzato) riferita ad uno smorzamento convenzionale del 5%, moltiplicata per il valore dell'accelerazione orizzontale massima  $a_g$  su sito di riferimento rigido orizzontale. Sia la forma spettrale che il valore di  $a_g$  variano al variare della probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ .

Lo spettro di risposta elastico orizzontale è descritto dalle seguenti espressioni, riportate al punto 3.2.3.2.1 – NTC2018:

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) FABBRICATI					
	Fabbricato E3 - Tipologico P - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	RS3T	30 D 26	CL	FA00P0 001		22 di 104

$$T_B \leq T < T_C$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_c}{T} \right)$$

$$T_D \leq T$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_c \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Poiché il fabbricato è dotato di solai che presentano luce inferiore a 8 m, non è stata considerata la componente verticale dell'azione sismica, come stabilito al punto 7.2.2 e al punto 3.2.3.1 delle NTC2018, considerato anche che  $a_g < 0,15g$ .

Agli stati limite ultimi le capacità dissipative delle strutture possono essere considerate attraverso una riduzione delle forze elastiche, tenendo conto in modo semplificato della capacità dissipativa anelastica della struttura, della sua sovraresistenza, dell'incremento del suo periodo proprio a seguito delle plasticizzazioni.

In tal caso lo spettro di progetto da utilizzare, sia per le componenti orizzontali, sia per la componente verticale, è lo spettro elastico corrispondente riferito alla probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$  considerata con le ordinate ridotte sostituendo nelle formule 3.2.4 - NTC2018  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di comportamento.

Il valore del fattore di comportamento  $q$  da utilizzare per ciascuna direzione dell'azione sismica, dipende dalla tipologia strutturale, dal suo grado di iperstaticità e dai criteri di progettazione adottati e prende in conto le non linearità di materiale. Esso può essere calcolato mediante la seguente espressione:

$$q = q_0 \cdot K_R$$

dove:

$q_0$  è il valore massimo del fattore di comportamento

$K_R$  è un fattore che dipende dalle caratteristiche di regolarità in altezza della costruzione.

Un problema importante è la scelta del valore base del coefficiente di comportamento  $q_0$ , che risulta legato alla tipologia strutturale ed al livello di duttilità attesa. Osservando le tipologie strutturali riportate al punto 7.4.3.1 – NTC2018 si evince che l'edificio in esame può essere riconducibile ad un sistema a telaio.

Per quanto riguarda il livello di duttilità attesa, si stabilisce di progettare il fabbricato in accordo con un comportamento strutturale dissipativo caratterizzato da Classe di Duttilità bassa (CD" B").

Visto il carattere rilevante che assumono i fabbricati, si decide di progettare le opere inquadrando come Strutture NON Dissipative e il fattore di comportamento al quale si farà riferimento per la definizione dello spettro di progetto è  $q = 1,50$  in accordo con quanto prescritto all'Par. 7.3 delle NTC 2018 e successiva Tab. 7.3.I

Per gli stati limite di esercizio lo spettro di progetto da utilizzare, sia per le componenti orizzontali che per la componente verticale, è lo spettro elastico corrispondente, riferito alla probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ .

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>					
	Fabbricato E3 - Tipologico P - Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA00P0 001	REV.

Per una costruzione di Classe III, devono essere effettuate le verifiche riportate nella seguente tabella, estrapolata dalla tabella C7.1.1 contenuta nella Circolare 2019:

Stato limite	Descrizione della prestazione	Riferimento norme D.M.17/01/2018	$\eta$
SLO	Contenimento del danno degli elementi non strutturali (spostamenti di interpiano)	§7.3.7.2	1
SLD	Resistenza degli elementi strutturali	§7.3.7.1	2/3
SLV	Resistenza delle strutture	§7.3.6.1	1/q
	Duttilità delle strutture	§7.3.6.2	
	Assenza di collasso fragile ed espulsione di elementi non strutturali	§7.3.6.3	

Gli spettri di risposta di progetto agli stati limite SLD, SLV sono stati determinati facendo riferimento alle condizioni più gravose in cui l'edificio in esame si trova ubicato lungo la tratta in progetto. Si riporta l'elenco dei piazzali e le corrispondenti coordinate geografiche in cui sono ubicati gli edifici di questa tipologia lungo il tracciato di progetto.

#### **PT04 - Stazione Vallelunga**

PROGRESSIVA [km]	LATITUDINE [-]	LONGITUDINE [-]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_c^*$ [s]
17+259	37.691211	13.845551	0.112	2.649	0.375



### Stati limite

 Classe Edificio				
III. Affollamento significativo...				
 Vita Nominale	75			
 Interpolazione	Media ponderata			
<b>CU = 1.5</b>				
Stato Limite	Tr [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$	$T_c^*$ [s]
Operatività (SLO)	68	0.046	2.450	0.281
Danno (SLD)	113	0.055	2.484	0.303
Salvaguardia vita (SLV)	1068	0.112	2.649	0.375
Prevenzione collasso (SLC)	2193	0.136	2.688	0.400
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	112.5			

Pertanto sono stati assunti i seguenti parametri sismici:

Cat. Sottosuolo	$a_g/g$	$F_o [-]$	$T_c^* [s]$
C	0,112	2,649	0,375

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>					
	Fabbricato E3 - Tipologico P - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	RS3T	30 D 26	CL	FA00P0 001		25 di 104

Gli effetti dell'azione sismica vengono valutati tenendo conto delle masse associate ai carichi gravitazionali dovuti al peso proprio ( $G_1$ ), ai sovraccarichi permanenti ( $G_2$ ) e a un'aliquota ( $\psi_{2j}$ ) dei sovraccarichi accidentali ( $Q_{kj}$ ):

$$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} \cdot Q_{kj}$$

I valori dei coefficienti  $\psi_{2j}$  sono riportati nella Tabella 2.5.1 – NTC2018. Nel caso in esame i sovraccarichi accidentali che possono essere sottoposti ad eccitazione sismica sono:

- per il solaio di copertura, la neve ed il vento per copertura presentano  $\psi_{2j} = 0$ ;
- per il solaio di copertura, il sovraccarico variabile agente presenta  $\psi_{2j} = 0$ .

Per tener conto della variabilità spaziale del moto sismico, nonché di eventuali incertezze nella localizzazione delle masse, al centro di massa deve essere attribuita un'eccentricità accidentale rispetto alla sua posizione quale deriva dal calcolo. Per gli edifici, gli effetti dell'eccentricità accidentale del centro di massa possono essere determinati mediante l'applicazione di carichi statici costituiti da momenti torcenti di valore pari alla risultante orizzontale della forza agente al piano, moltiplicata per l'eccentricità accidentale del baricentro delle masse rispetto alla sua posizione di calcolo. In assenza di più accurate determinazioni l'eccentricità accidentale in ogni direzione non può essere considerata inferiore a 0.05 volte la dimensione dell'edificio misurata perpendicolarmente alla direzione di applicazione dell'azione sismica.

Gli effetti delle forze equivalenti dovute all'eccentricità accidentale, vengono portati in conto nella combinazione sismica, sommandoli al contributo delle sollecitazioni che si ottengono a valle dell'analisi dinamica lineare con spettro di risposta.

Come metodo di analisi per determinare gli effetti dell'azione sismica si è scelto di utilizzare l'analisi dinamica lineare o analisi modale con spettro di risposta, nella quale l'equilibrio è trattato dinamicamente e l'azione sismica è modellata direttamente attraverso lo spettro di progetto.

L'analisi dinamica lineare consiste:

- nella determinazione dei modi di vibrare della costruzione (analisi modale);
- nel calcolo degli effetti dell'azione sismica, rappresentata dallo spettro di risposta di progetto, per ciascuno dei modi di vibrare individuati;
- nella combinazione di questi effetti.

Come prescritto dalle NTC 2018 al paragrafo 7.3.3.1, devono essere considerati tutti i modi di vibrare con massa partecipante significativa. E' opportuno a tal riguardo considerare tutti i modi con massa partecipante superiore al 5% e comunque un numero di modi la cui massa partecipante totale sia superiore all'85%. Per la combinazione degli effetti relativi ai singoli modi, deve essere utilizzata una combinazione quadratica completa (CQC) degli effetti relativi a ciascun modo, secondo quanto definito al punto 7.3.3.1 delle NTC2018.

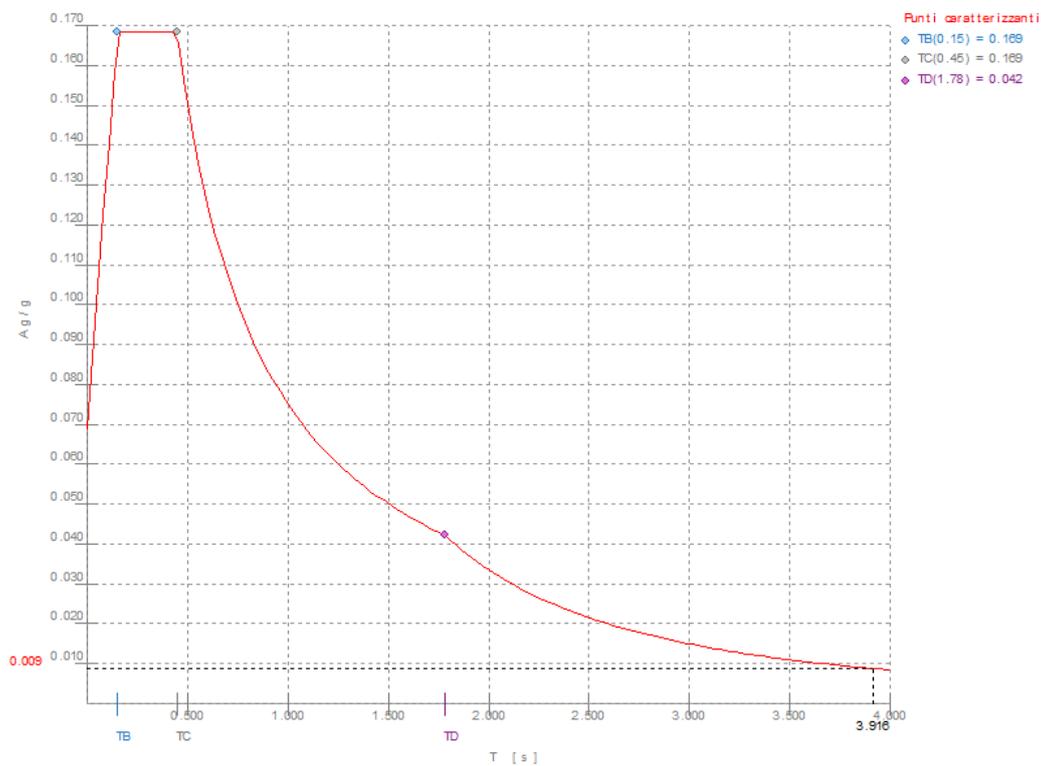
La risposta della struttura viene calcolata separatamente per ciascuna delle due componenti dell'azione sismica orizzontale; gli effetti sulla struttura, in termini di sollecitazioni e spostamenti, sono poi combinati applicando le seguenti espressioni:

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

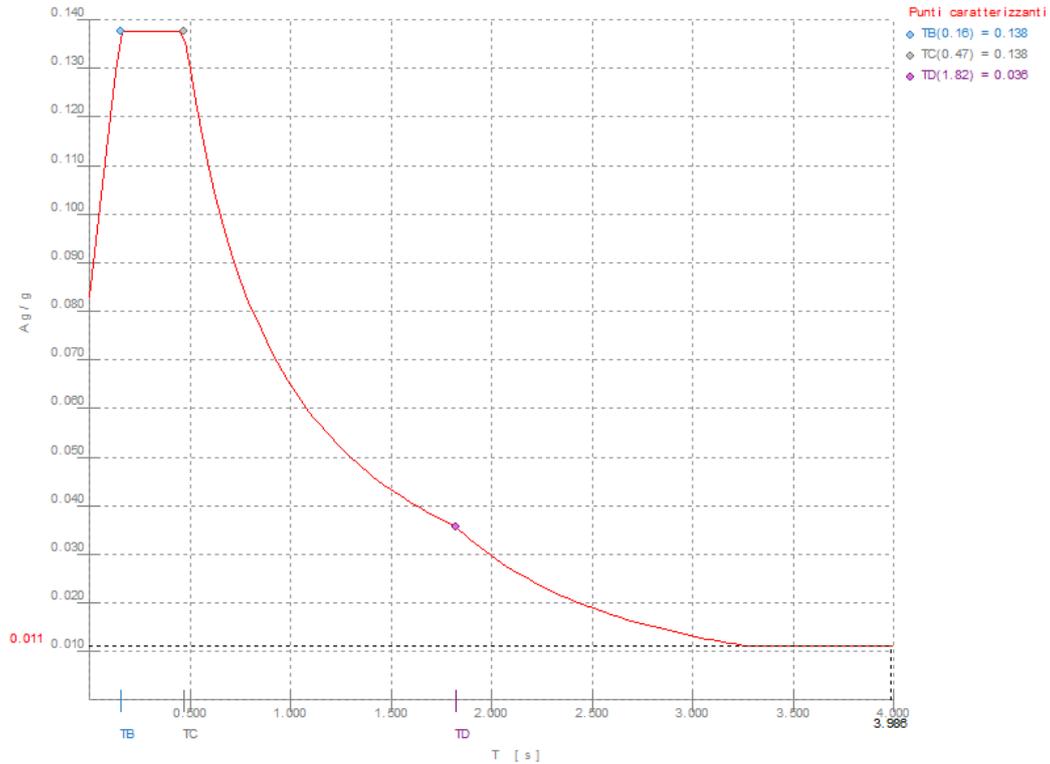
$$1.00 \cdot E_y + 0.30 \cdot E_x$$

Si è infine provveduto a combinare gli effetti dell'analisi spettrale ai differenti stati limite con quelli provocati dalle forze equivalenti all'eccentricità accidentale.

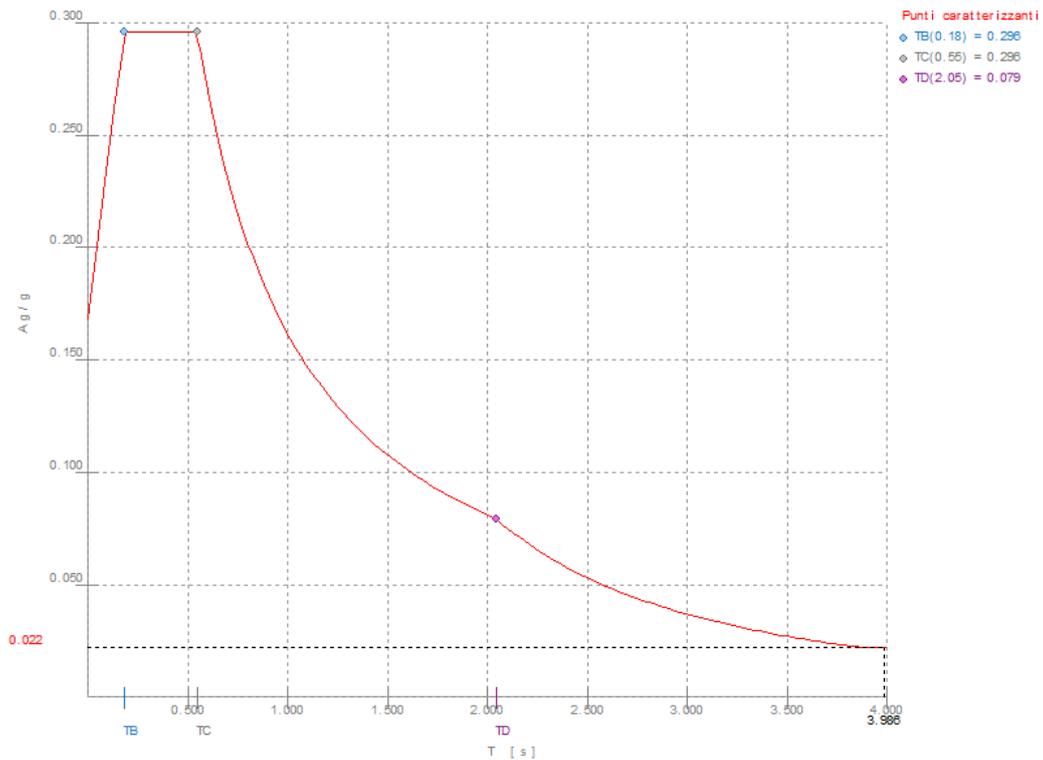
Si riportano di seguito i diagrammi degli spettri:



**Spettro SLO**



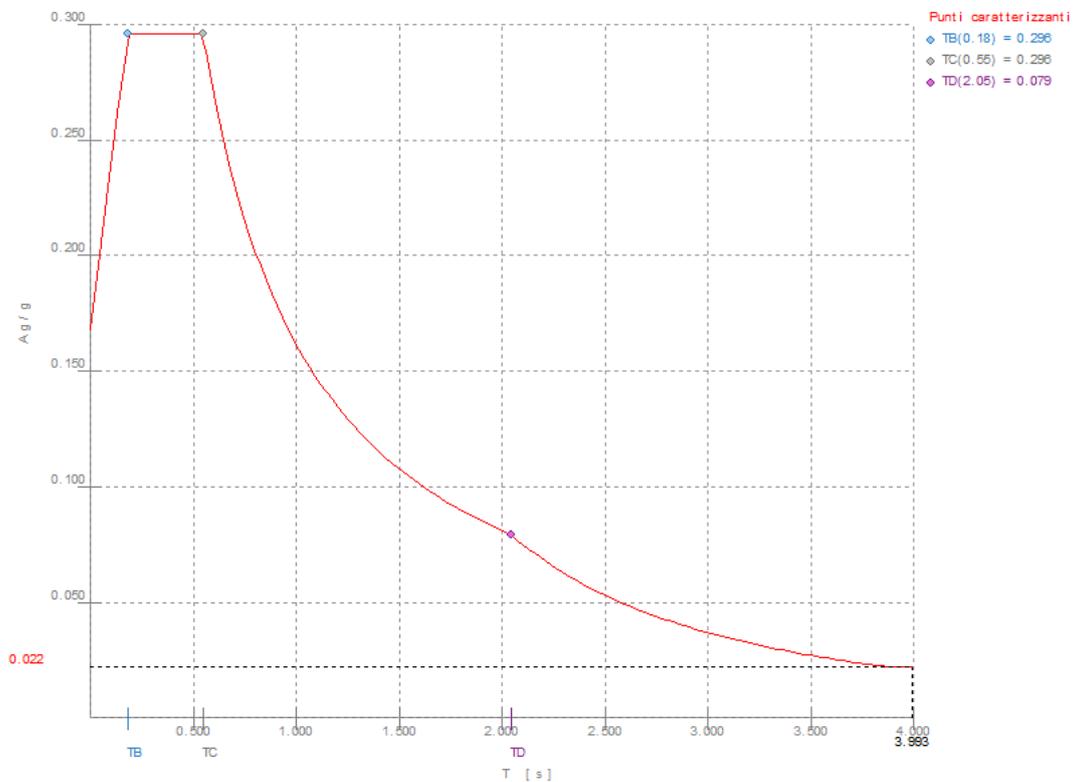
Spettro SLD



Spettro SLV

Fabbricato E3 - Tipologico P - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 26	CL	FA00P0 001		28 di 104



**Spettro SND**

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>					
	Fabbricato E3 - Tipologico P - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	RS3T	30 D 26	CL	FA00P0 001		29 di 104

## 7 MODELLO STRUTTURALE E COMBINAZIONI DI CARICO

### 7.1 CONSIDERAZIONI GENERALI SUL MODELLO DI CALCOLO

Il sistema costruttivo che caratterizza il fabbricato tecnologico in c.a. è costituito, in elevazione, da un telaio spaziale realizzato mediante la rigida connessione di travi e pilastri, e in fondazione, da una platea.

Lo step del lavoro relativo al calcolo computazionale e alla definizione dell'output, in termini di caratteristiche di sollecitazione e deformazioni per i vari elementi strutturali, prevede un approccio preliminare basato sulla modellazione della struttura attraverso un processo di discretizzazione agli elementi finiti facendo riferimento ad un modello elastico.

La modellazione della struttura e la rielaborazione dei risultati del calcolo sono stati effettuati con il programma ModeSt versione 8.18 prodotto dalla Tecnisoft s.a.s. di Prato.

La struttura è stata calcolata utilizzando come solutore agli elementi finiti il programma Xfinest versione 2016 prodotto dalla Ce.A.S. S.r.l. di Milano.

Il programma ModeSt viene utilizzato per definire la geometria della struttura da analizzare, i carichi cui è sottoposta e le combinazioni di queste. A valle dell'elaborazione agli Elementi Finiti (sviluppata dall'X-Finest) il programma opera le verifiche sui singoli elementi analizzati, utilizzando dei criteri di verifica preventivamente impostati dal progettista, e comunque in linea con il dettato delle NTC 2018.

L'affidabilità del codice utilizzato è stata verificata sia effettuando il raffronto tra casi prova di cui si conoscono i risultati esatti sia esaminando le indicazioni, la documentazione ed i test forniti dal produttore stesso.

Gli elementi strutturali, travi e pilastri in elevazione e platea in fondazione, sono stati schematizzati mediante elementi monodimensionali tipo *frame*.

Essi presentano caratteristiche geometriche e meccaniche in accordo con le proprietà reali dei materiali e delle sezioni che li rappresentano.

Ciascuna asta è stata posizionata in corrispondenza dell'asse baricentrico degli elementi strutturali. L'interazione tra terreno e struttura è stata studiata ipotizzando un comportamento elastico del terreno.

Per la modellazione del terreno si considera quindi la trave su suolo elastico, modellata con l'utilizzo di molle alla Winkler, aventi la seguente rigidezza (Vesic, 1965):

$$K = \frac{0.65E}{1-\nu^2} \sqrt[12]{\frac{Eb^4}{(EJ)_{fond}}}$$

E= 30000 kN/mq  
ν= 0,25

modulo elastico del terreno  
coeff. di Poisson

**Platea di fondazione**

b= 6 m

dimensione trasversale platea

h= 0,4 m

altezza platea

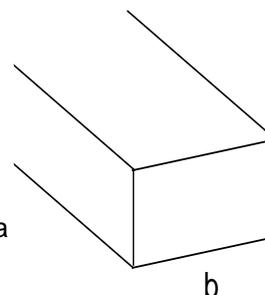
J= 0,032 m<sup>4</sup>

inerzia platea

Rck= 30 Mpa

Ec= 31220186 kN/mq

modulo di elasticità cls



**K= 28221 kN/mc** modulo di reazione lineare sulla trave

Tenendo conto del fatto che tutti gli edifici hanno una larghezza di circa 6 m, il calcolo riportato precedentemente risulta essere la condizione peggiore per tutti i tipologici degli edifici.

A favore di sicurezza si utilizza  $K=25000 \text{ kN/m}^3$ .

L'analisi degli effetti dovuti all'azione sismica prevede la definizione delle masse strutturali partecipanti all'eccitazione dinamica dovuta al terremoto. Pertanto nel modello le masse strutturali coincidono con i carichi caratteristici permanenti strutturali e non strutturali e con il 30% dei carichi di esercizio.

La presenza del solaio di copertura è stata modellata mediante un vincolo di diaframma al livello di copertura, oltre che con l'assegnazione dei carichi alle travi. L'assegnazione dei carichi alle travi è stata effettuata sulla base della tessitura dei solai secondo il criterio della larghezza d'influenza. Agli elementi in elevazione è stato assegnato un carico termico, pari a quello riportato nell'analisi dei carichi.

Seguono alcune immagini rappresentative del modello di calcolo.

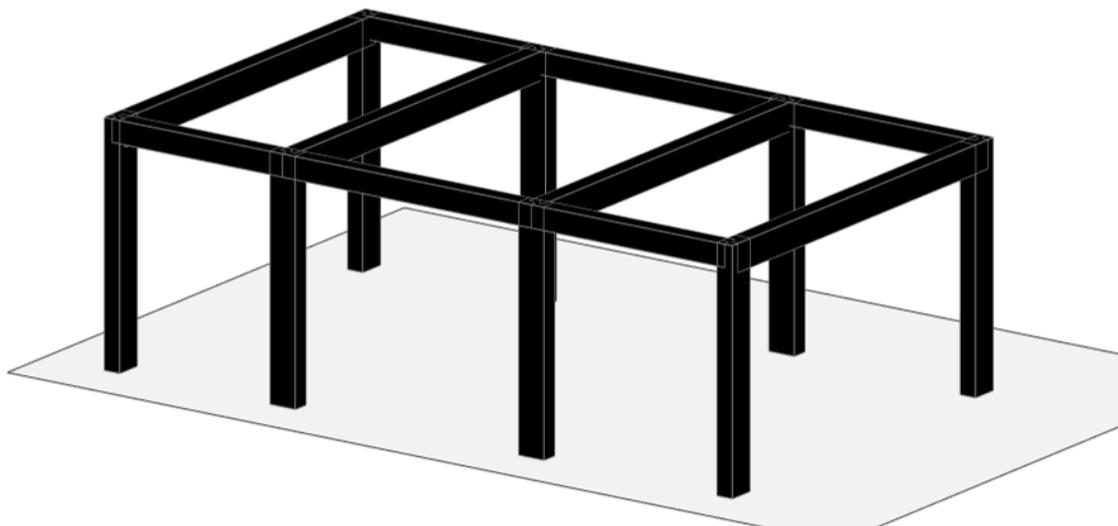
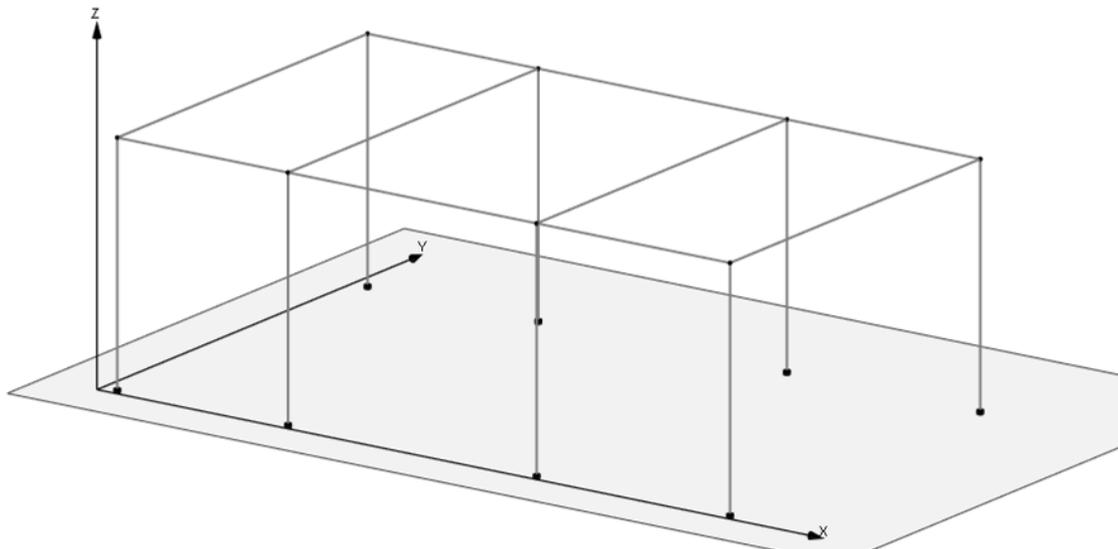


Figura 7.1-1 - Vista estrusa del modello.

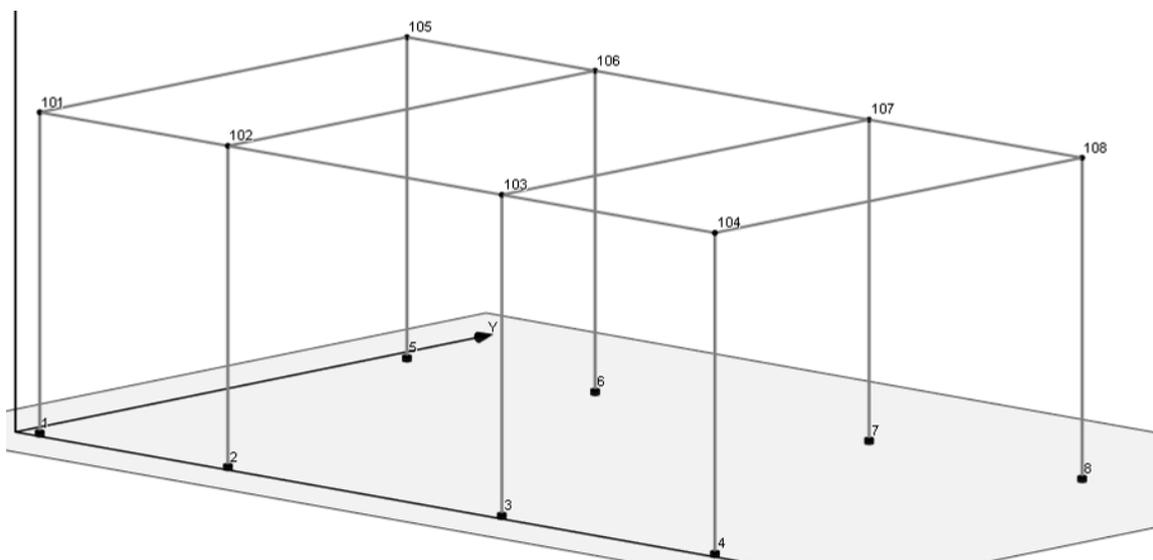


Figura 7.1-2 Numerazione nodi.

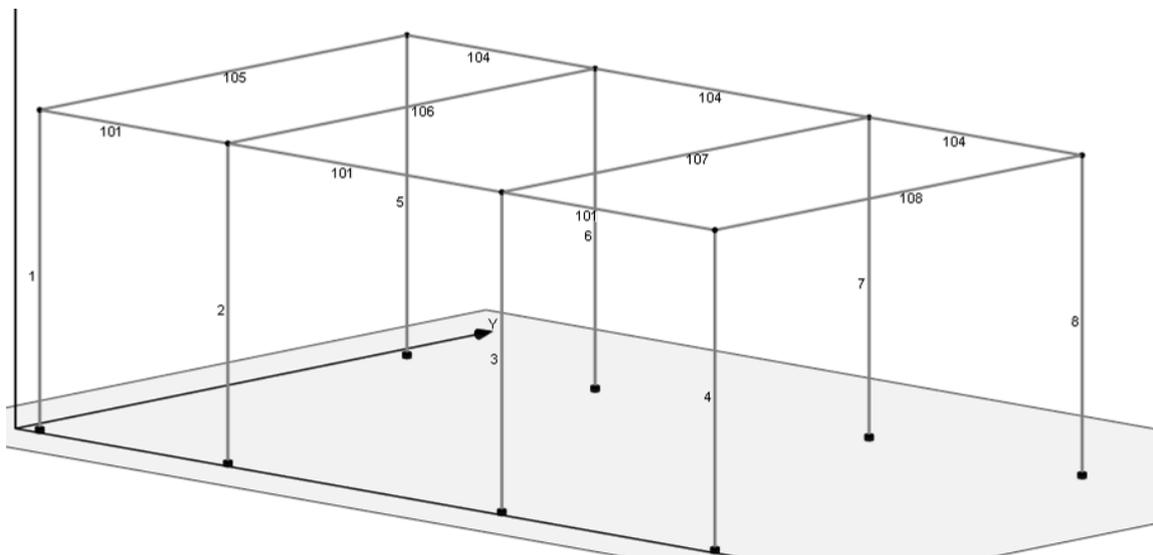


Figura 7.1-3 Numerazione aste.

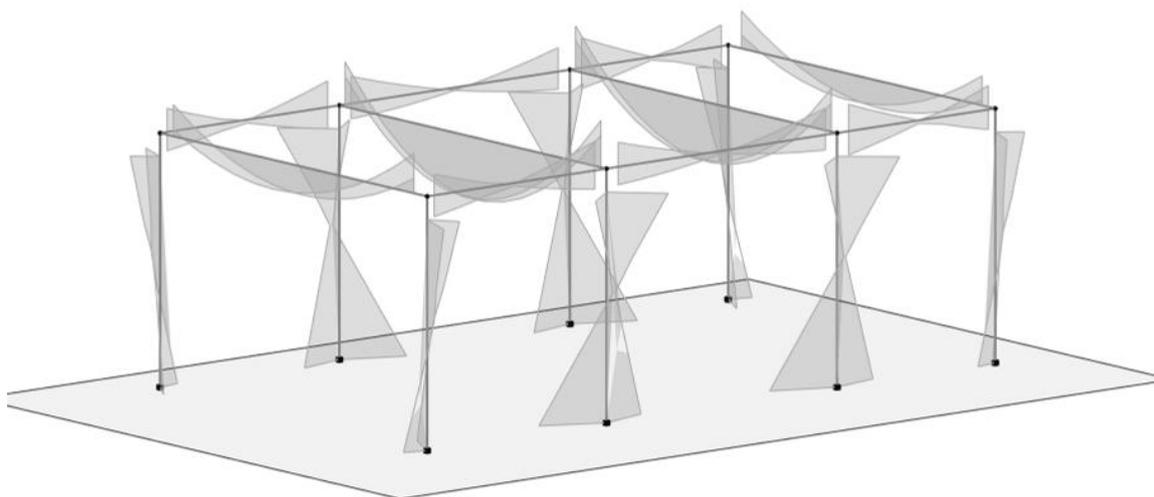


Figura 7.1-4 Diagramma dei momenti M3 – COMB\_INV\_SLV\_CC1.

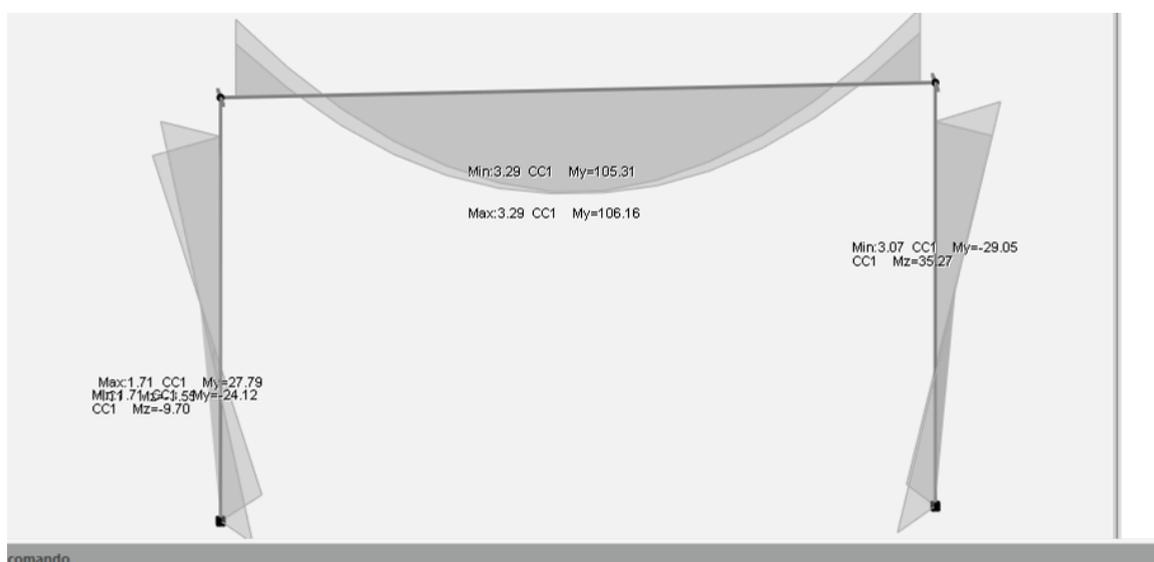


Figura 7.1-5 Diagramma dei momenti M3 - COMB\_INV\_SLV\_CC1 – Telaio interno

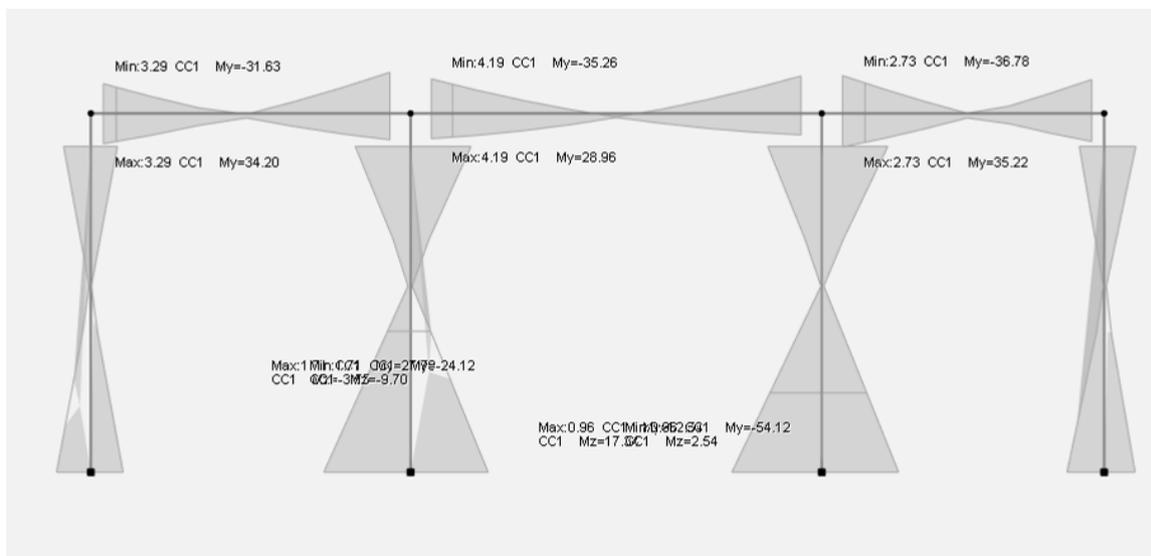


Figura 7.1-6 Diagramma dei momenti M3 – COMB\_INV\_SLV\_CC1 – Telaio di bordo.

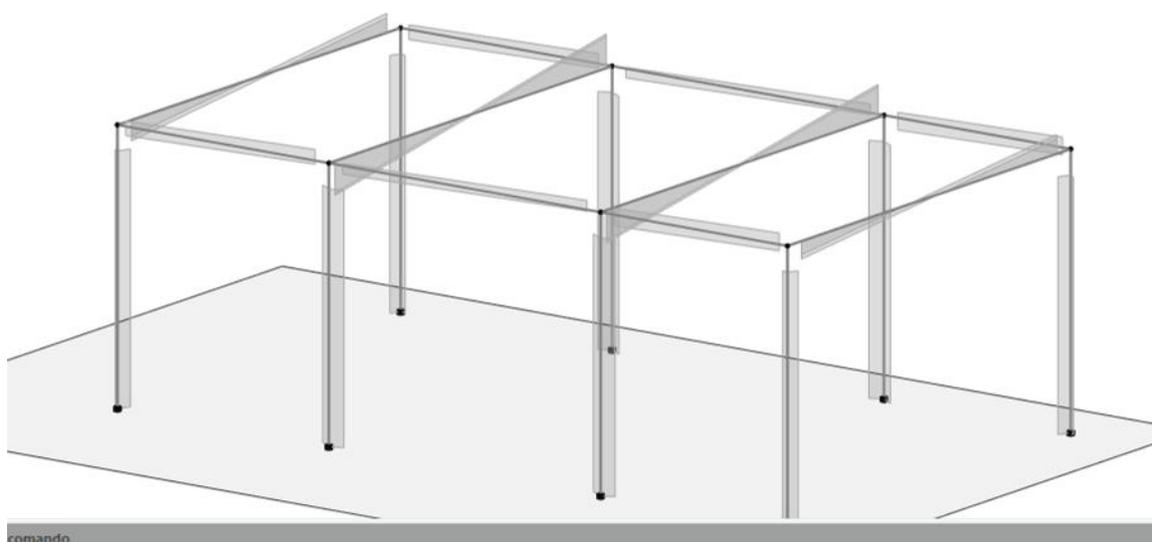


Figura 7.1-7 Diagramma del taglio V2 – COMB\_INV\_SLV\_CC1.

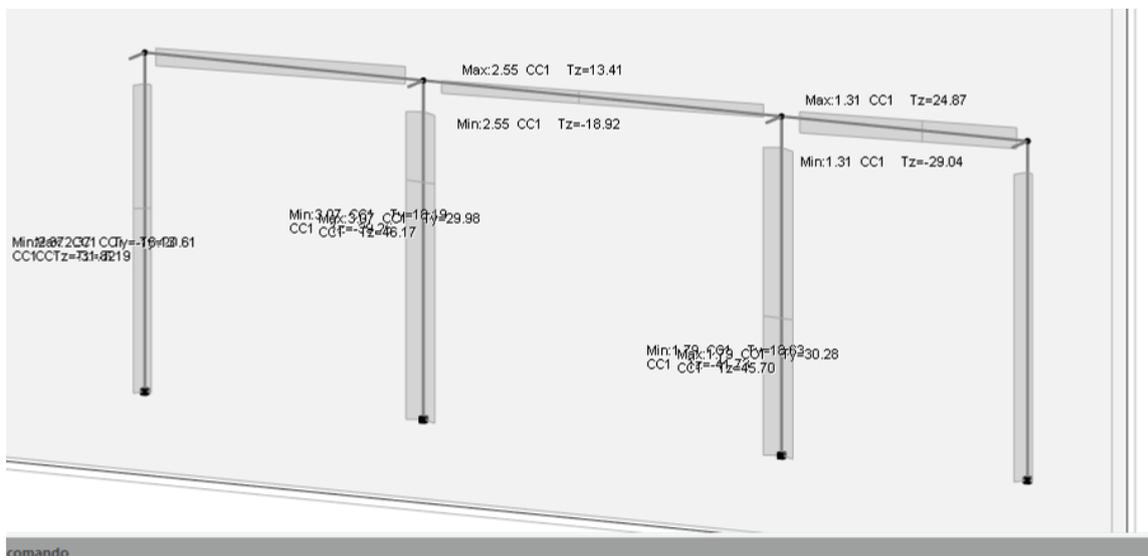


Figura 7.1-8 Diagramma del taglio V2 – COMB\_INV\_SLV\_CC1 – Telaio di bordo.

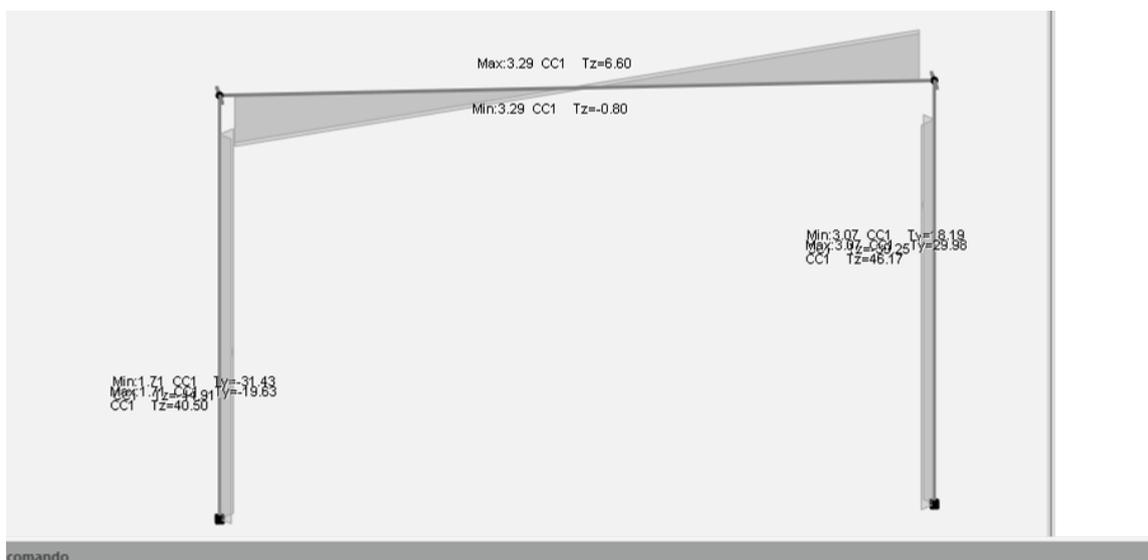


Figura 7.1-9 Diagramma del taglio V2 – COMB\_INV\_SLV\_CC1 – Telaio interno.

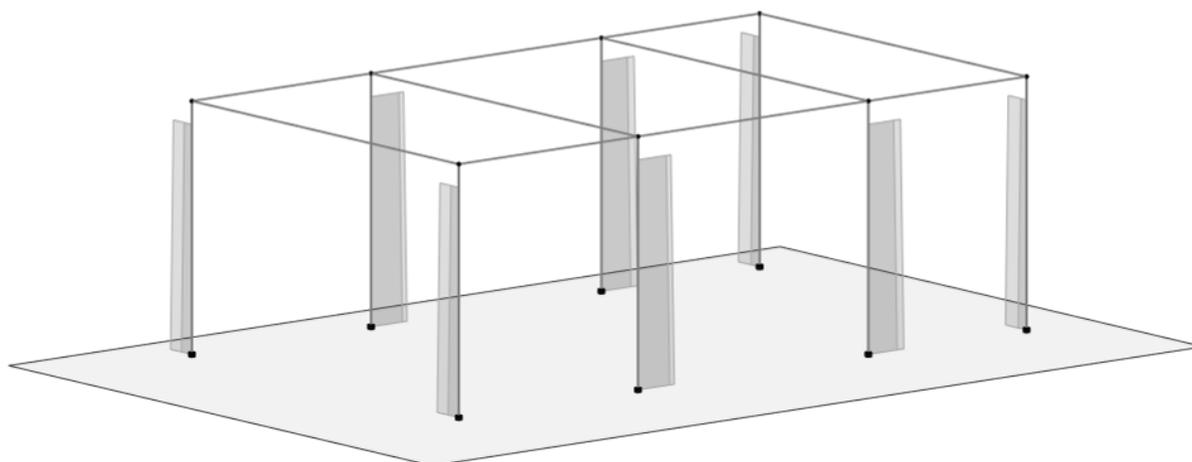


Figura 7.1-10 Diagramma dello sforzo assiale P – COMB\_INV\_SLV\_CC1.

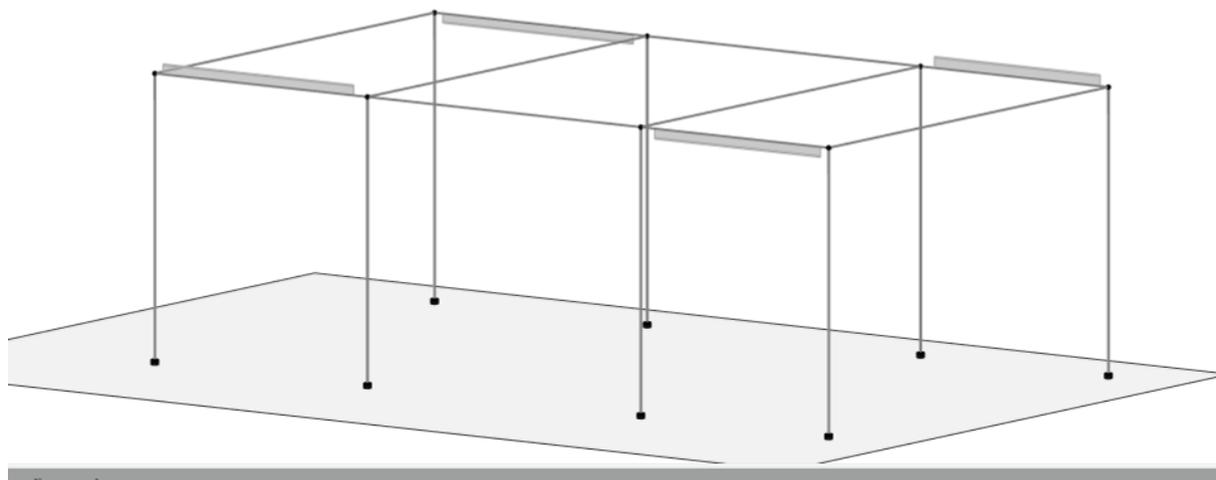


Figura 7.1-11 Diagramma della torsione T– COMB\_INV\_SLV\_CC1.

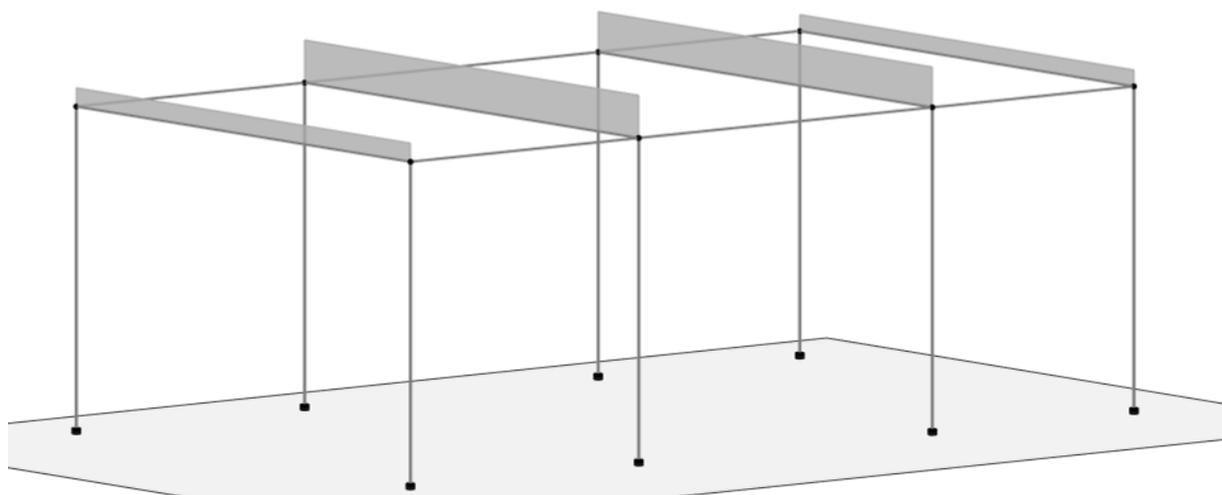


Figura 7.1-12 Schemi di carico - Permanenti portati solai

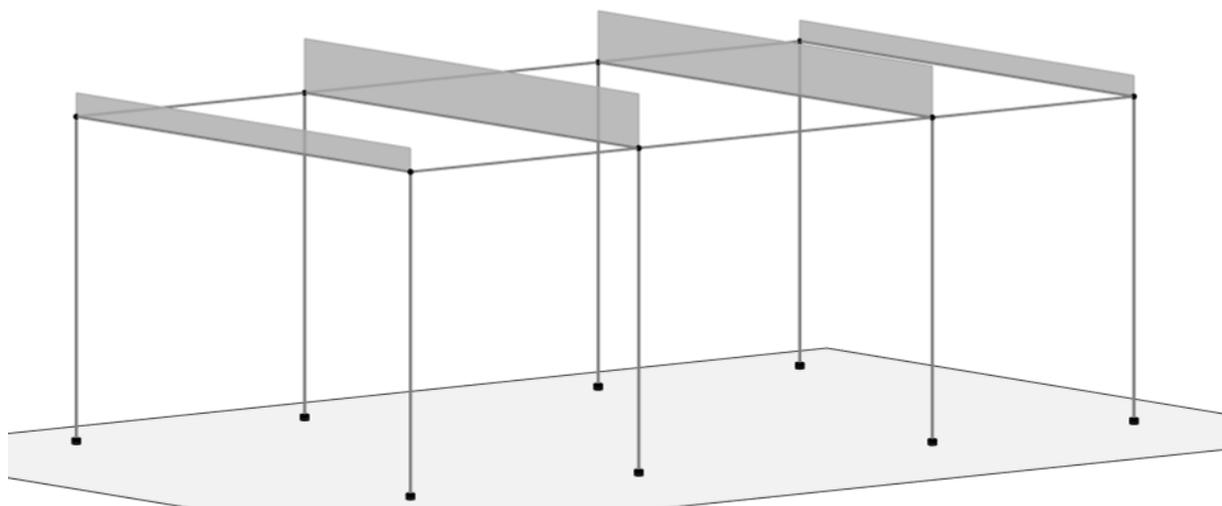


Figura 7.1-13 Schemi di carico – Pesi propri solai

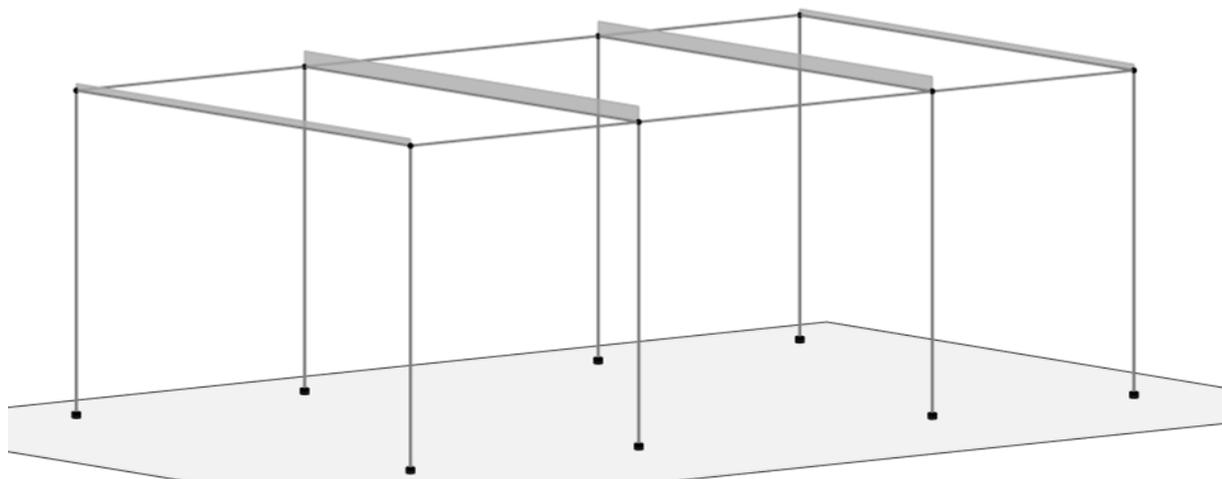


Figura 7.1-14 Schemi di carico – Accidentali solai

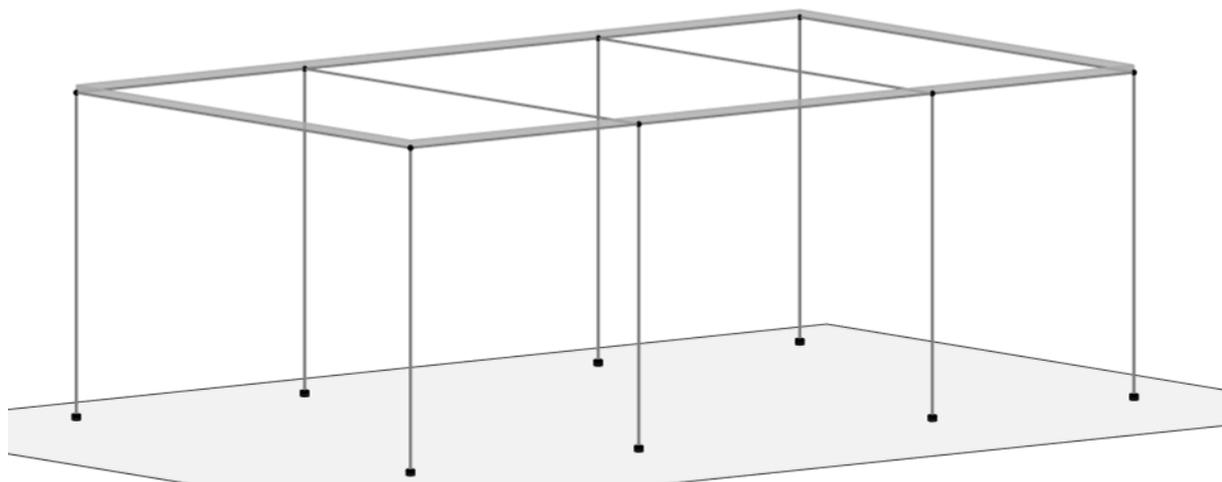


Figura 7.1-15 Schemi di carico - Tamponature

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>					
	Fabbricato E3 - Tipologico P - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	RS3T	30 D 26	CL	FA00P0 001		39 di 104

## 7.2 COMBINAZIONI DELLE AZIONI

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni (2.5.3 – NTC2018).

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

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

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

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

- 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:

- Azioni Permanenti (G);
- Azioni Variabili (Q);
- Azioni di Precompressione (P);
- Azioni Eccezionali (A);
- Azioni Sismiche (E);

Le combinazioni delle azioni che sono state adottate per lo SLU sono riportate nelle tabelle seguenti, indicando nella casella, corrispondente all'azione coinvolta, il moltiplicatore dei carichi in funzione della combinazione considerata. Per quanto riguarda le azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli, sono stati utilizzati coefficienti di combinazione  $\Psi$  riportati nella tabella 5.2.VI delle NTC2018.

Si precisa che, data la simmetria della struttura, si sono individuate le combinazioni delle azioni tali da risultare maggiormente gravose e sbilanciati per la costruzione in esame.

Per quanto concerne la combinazione delle altre azioni con l'azione sismica è necessario garantire il rispetto degli stati limite, quali definiti al punto 3.2.1 – NTC2018, effettuando opportune verifiche di sicurezza. Ciascuna di esse garantisce, per ogni stato limite, quindi per il corrispettivo livello di azione sismica, il raggiungimento di una data prestazione da parte della costruzione nel suo complesso. Le verifiche di sicurezza da effettuare sono riepilogate in funzione della classe d'uso nella tabella C7.1.I –

Fabbricato E3 - Tipologico P - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 26	CL	FA00P0 001		40 di 104

Circolare2019. A riguardo, si evidenzia che le verifiche allo stato limite di collasso (SLC) devono essere eseguite necessariamente sulle sole costruzioni provviste di isolamento sismico.

• **Combinazioni di carico sismiche SLV SND SLO**

CC	Commento	TCC	An.	Bk	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Mt	±S X	±S Y	^
1	Amb. 1 (SLU S) S M	SLV+SND	L		1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.60	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.30	
2	Amb. 1 (SLE) S Mt+	SLD	L		1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.60	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.30	
3	Amb. 1 (SLE) S Mt+	SLO	L		1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.60	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.30	
4	Amb. 1 (SLU S) S M	SLV+SND	L		1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.60	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	-0.30	
5	Amb. 1 (SLE) S Mt+	SLD	L		1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.60	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	-0.30	
6	Amb. 1 (SLE) S Mt+	SLO	L		1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.60	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	-0.30	
7	Amb. 1 (SLU S) S M	SLV+SND	L		1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.60	0.00	0.00	0.00	1.00	0.30	1.00	
8	Amb. 1 (SLE) S Mt+	SLD	L		1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.60	0.00	0.00	0.00	1.00	0.30	1.00	
9	Amb. 1 (SLE) S Mt+	SLO	L		1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.60	0.00	0.00	0.00	1.00	0.30	1.00	
10	Amb. 1 (SLU S) S M	SLV+SND	L		1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.60	0.00	0.00	0.00	1.00	-0.30	1.00	
11	Amb. 1 (SLE) S Mt+	SLD	L		1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.60	0.00	0.00	0.00	1.00	-0.30	1.00	
12	Amb. 1 (SLE) S Mt-	SLO	L		1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.60	0.00	0.00	0.00	1.00	-0.30	1.00	
13	Amb. 1 (SLU S) S -	SLV+SND	L		1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.60	0.00	0.00	0.00	-1.00	1.00	0.30	
14	Amb. 1 (SLE) S -Mt	SLD	L		1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.60	0.00	0.00	0.00	-1.00	1.00	0.30	
15	Amb. 1 (SLE) S -Mt	SLO	L		1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.60	0.00	0.00	0.00	-1.00	1.00	0.30	
16	Amb. 1 (SLU S) S -	SLV+SND	L		1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.60	0.00	0.00	0.00	-1.00	1.00	-0.30	
17	Amb. 1 (SLE) S -Mt	SLD	L		1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.60	0.00	0.00	0.00	-1.00	1.00	-0.30	
18	Amb. 1 (SLE) S -Mt	SLO	L		1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.60	0.00	0.00	0.00	-1.00	1.00	-0.30	
19	Amb. 1 (SLU S) S -	SLV+SND	L		1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.60	0.00	0.00	0.00	-1.00	0.30	1.00	
20	Amb. 1 (SLE) S -Mt	SLD	L		1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.60	0.00	0.00	0.00	-1.00	0.30	1.00	
21	Amb. 1 (SLE) S -Mt	SLO	L		1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.60	0.00	0.00	0.00	-1.00	0.30	1.00	
22	Amb. 1 (SLU S) S -	SLV+SND	L		1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.60	0.00	0.00	0.00	-1.00	-0.30	1.00	
23	Amb. 1 (SLE) S -Mt-	SLD	L		1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.60	0.00	0.00	0.00	-1.00	-0.30	1.00	
24	Amb. 1 (SLE) S -Mt-	SLO	L		1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.60	0.00	0.00	0.00	-1.00	-0.30	1.00	

• **Combinazioni di carico SLU SLE**

25	Amb. 2 (SLU)	SLU	L		1.30	1.30	1.50	1.50	1.50	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
26	Amb. 2 (SLE R)	SLE R	L		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
27	Amb. 2 (SLE F)	SLE F	L		1.00	1.00	1.00	0.20	1.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
28	Amb. 2 (SLE Q)	SLE Q	L		1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
29	Amb. 3 (SLU)	SLU	L		1.30	1.30	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
30		SLU	L		1.30	1.30	1.50	1.50	1.50	0.00	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
31	Amb. 3 (SLU)	SLU	L		1.30	1.30	1.50	1.50	1.50	0.90	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
32		SLU	L		1.30	1.30	1.50	1.00	1.50	0.00	1.50	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
33	Amb. 3 (SLE R)	SLE R	L		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
34		SLE R	L		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
35	Amb. 3 (SLE R)	SLE R	L		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
36		SLE R	L		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
37	Amb. 3 (SLE F)	SLE F	L		1.00	1.00	1.00	0.20	1.00	0.20	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
38		SLE F	L		1.00	1.00	1.00	0.20	1.00	0.00	0.50	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
39	Amb. 3 (SLE F)	SLE F	L		1.00	1.00	1.00	0.20	1.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
40	Amb. 3 (SLE Q)	SLE Q	L		1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

• **Condizioni di carico elementari**

CCE	Commento	Tipo CCE	Sic.	Var.	Peso	C. A.	Dir.	Tipo	s	Mx	My	Mz	Jpx	Jpy	Jpz
1	Peso proprio	1 D.M. 18 Permanenti	a sfavore		<input checked="" type="checkbox"/>	P			1.00	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0
2	Peso proprio solai	1 D.M. 18 Permanenti	a sfavore		<input type="checkbox"/>	QPS			1.00	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0
3	Permanente solai	2 D.M. 18 Permanenti	a sfavore		<input type="checkbox"/>	QPN			1.00	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0
4	Accidentali copertura	12 D.M. 18 Variabili N	a sfavore	di base	<input type="checkbox"/>	QA			1.00	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0
5	Tamponature	2 D.M. 18 Permanenti	a sfavore		<input type="checkbox"/>				1.00	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0
6	Vento X	11 D.M. 18 Variabili	a sfavore	ambigua	<input type="checkbox"/>		90	Massimizzata	1.00						
7	Variazione termica	10 D.M. 18 Variabili	a sfavore	di base	<input type="checkbox"/>				1.00	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0
8	Vento Y	11 D.M. 18 Variabili	a sfavore	ambigua	<input type="checkbox"/>		90	Massimizzata	1.00						

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>					
	Fabbricato E3 - Tipologico P - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	RS3T	30 D 26	CL	FA00P0 001		41 di 104

### 7.3 ANALISI MODALE

L'analisi a spettro di risposta cerca la risposta più probabile alle equazioni di equilibrio dinamico associate alla risposta della struttura al moto del suolo. L'accelerazione del suolo dovuta ad un terremoto in ogni direzione viene espressa come una curva di spettro di risposta della pseudo-accellerazione spettrale in funzione del periodo della struttura.

Anche se le accelerazioni possono essere specificate in 3 direzioni, viene prodotto un unico risultato positivo per ciascuna quantità in risposta; le quantità in risposta comprendono spostamenti, forze e tensioni. Ciascun risultato calcolato rappresenta una misura statistica della grandezza più probabile di quella particolare quantità in risposta. È da attendersi che la vera risposta sia compresa in un intervallo che va dal valore positivo a quello negativo del valore trovato.

L'analisi a spettro di risposta viene eseguita usando la sovrapposizione dei modi, ricavati usando l'analisi agli autovettori. Per una data direzione di accelerazione, la risposta modale è calcolata su tutta la struttura per ciascuno dei modi di vibrazione: questi valori modalali, per una data quantità in risposta, vengono combinati per produrre un unico risultato positivo per quella data direzione di accelerazione, usando il metodo CQC.

Si riportano nella tabella e nelle immagini seguenti i risultati dell'analisi modale condotta sulla struttura.

#### Elenco modi di vibrare, masse partecipanti e coefficienti di partecipazione

##### Simbologia

Modo = Numero del modo di vibrare

C = \* indica che il modo è stato considerato

T = Periodo

Diff. = Minima differenza percentuale dagli altri periodi

$\Phi_x$  = Coefficiente di partecipazione in dir. X

$\Phi_y$  = Coefficiente di partecipazione in dir. Y

$\Phi_z$  = Coefficiente di partecipazione in dir. Z

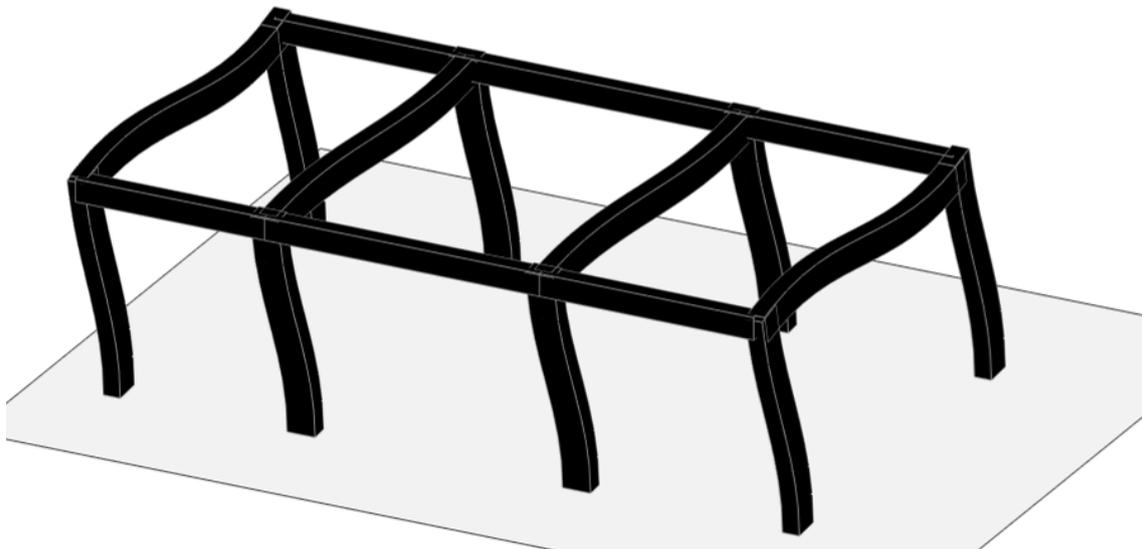
%Mx = Percentuale massa partecipante in dir. X

%My = Percentuale massa partecipante in dir. Y

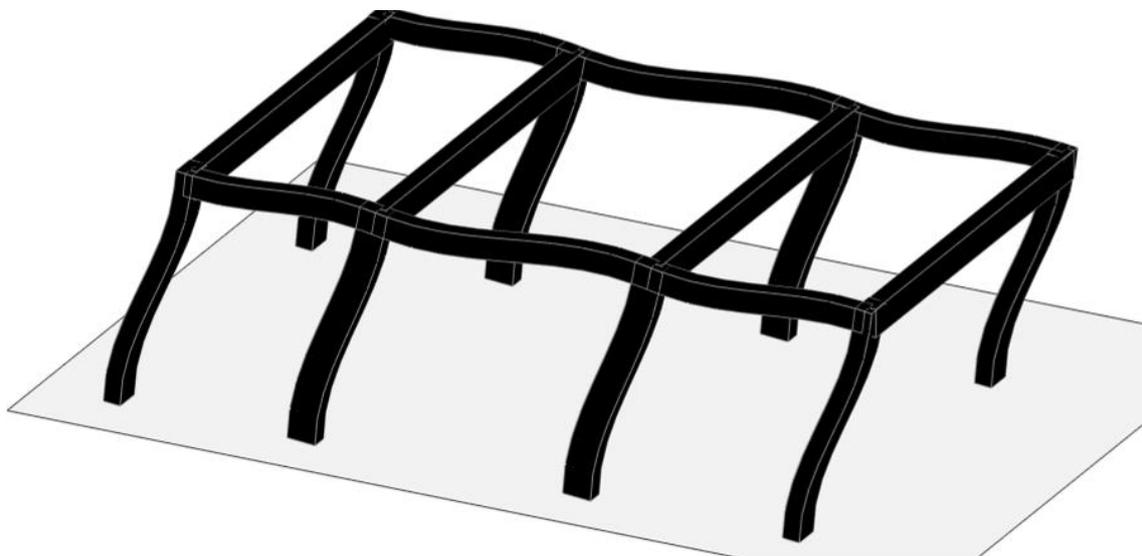
%Mz = Percentuale massa partecipante in dir. Z

%Jpz = Percentuale momento d'inerzia polare partecipante intorno all'asse Z

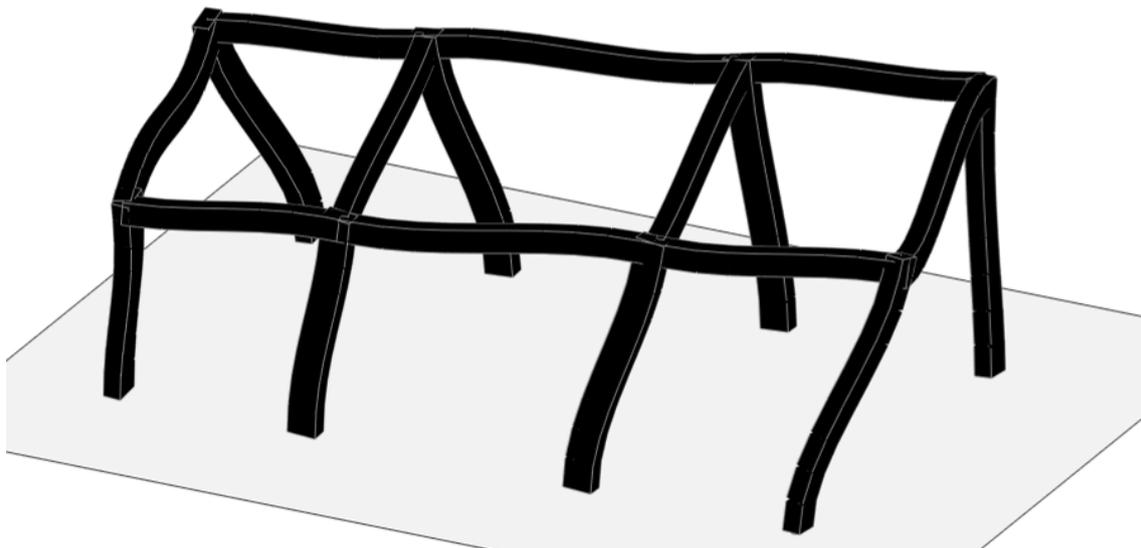
Modo	C	T	Diff.	$\Phi_x$	$\Phi_y$	$\Phi_z$	%Mx	%My	%Mz	%Jpz
1*		0.23	6.50	-0.00	-92.16	0.00	0.00	99.99	0.00	0.01
2*		0.22	6.50	92.16	-0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
3*		0.16	34.45	0.00	-0.96	0.00	0.00	0.01	0.00	99.99
Tot.cons.							100.00	100.00	0.00	100.00



Modo 1



Modo 2



Modo 3

## 8 VERIFICHE STRUTTURALI

Di seguito si riportano le verifiche relative agli elementi strutturali principali della struttura.

### 8.1 SOLAIO DI COPERTURA

Il solaio si considera, a vantaggio di sicurezza, come una trave semplicemente appoggiata, con campata di luce pari a  $L = 4.95$  m.

Con riferimento all'analisi dei carichi, di seguito si riportano le caratteristiche di sollecitazioni significative. La verifica viene condotta in riferimento al singolo travetto (interasse  $i = 0.54$  m).

Si considera agente il peso proprio dell'intero solaio, il carico della neve, il carico del vento ed il sovraccarico variabile. Lo schema è quello di trave semplicemente appoggiata per il dimensionamento della sezione in campata e di trave doppiamente incastrata per le sezioni di appoggio.

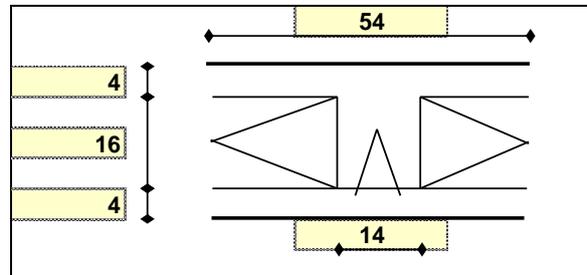
## Verifica di SLU a flessione

### Geometria

Misure in centimetri

### Tipo di solaio

Con blocchi in POLISTIROLO



### Controllo limiti geometrici

Luce massima consigliata (snellezza 25) (m)  
Larghezza dei blocchi calcolata (cm)  
Larghezza max dei blocchi in laterizio (cm)  
Larghezza min. nervature per blocchi in laterizio (cm)  
Interasse max nervature per blocchi in laterizio (cm)

L max	4,95
Largh.	40
Largh.	
b min	
i max	

### Luci e carichi

Luci (m)  
Peso proprio solaio calcolato (daN/mq.)  
Peso proprio solaio adottato (daN/mq.)  
Sovr. perm. compiutamente definiti (daN/mq.)  
Sovr. perm. non-compiutamente definiti (daN/mq.)  
Sovr. variabili (daN/mq.)  
Carichi totali (daN/m)

L	4,95
p.p. calc	328
p.p.	328
g1	0
g2	260
q	95
tot	683

### Momento d'incastro negativo alle due estremità

x sx	36	36	x dx
Mg1 sx	-121	-121	Mg1 dx
Mg2 sx	-96	-96	Mg2 dx
Mq sx	-35	-35	Mq dx
Mtot sx	-251	-251	Mtot dx

### Categoria del carico variabile

Cat. H Coperture	$\psi_0$	0,0
	$\psi_1$	0,0
	$\psi_2$	0,0

Fabbricato E3 - Tipologico P - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 26	CL	FA00P0 001		45 di 104

**1: COMBINAZIONE ULTIMA**

Momenti Max -

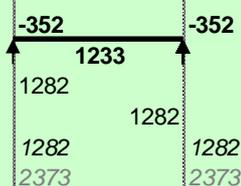
Momenti Max +

Tagli dx Max

Tagli sx Max

Reazioni Max

Reazioni Max per fascia di un metro



**2: COMBINAZIONE RARA**

Momenti Max -

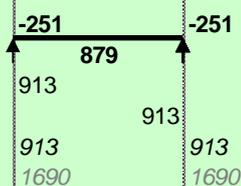
Momenti Max +

Tagli dx Max

Tagli sx Max

Reazioni Max

Reazioni Max per fascia di un metro



**3: COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE**

Momenti Max -

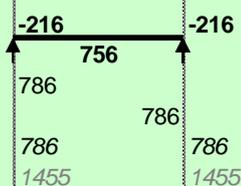
Momenti Max +

Tagli dx Max

Tagli sx Max

Reazioni Max

Reazioni Max per fascia di un metro



**4: COMBINAZIONE FREQUENTE**

Momenti Max -

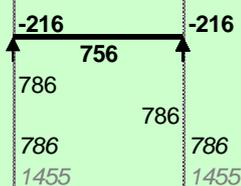
Momenti Max +

Tagli dx Max

Tagli sx Max

Reazioni Max

Reazioni Max per fascia di un metro



**Materiali**

Calcestruzzo

Classe C30/37

Acciaio

Tipo B450C

**Dati geometrici**

Diametro delle barre longitudinali superiori (mm)

φ 14 14

Diametro delle barre longitudinali inferiori (mm)

φ 14 14

**Armatura appoggi**

	$\phi$	n.	n.	c
	-	-	-	2,0
sup.	$\phi 14$	1	1	2,0
inf.	$\phi 14$	1	1	2,0
	-	-	-	2,0

**1: VERIFICHE IN COMBINAZIONE ULTIMA**

mm	B	140	140
mm	H	240	240
mm	c	27	27
mm <sup>2</sup>	As compr	154	154
mm <sup>2</sup>	As tesa	154	154
MPa	fcd	17,40	17,40
MPa	fyd	391,3	391,3
N	Ned	0	0
Moment	Med	352	352
Moment	Mrd	1194	1194
fattore di sicurezza	f	<b>3,39</b>	<b>3,39</b>
Asse neutro (cm)	xc	3	3
Sforzo acciaio (daN/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_s$	3913	3913
Sforzo calcestruzzo (daN/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_c$	-172,4	-172,4
Deformazione acciaio	$\epsilon_s$	1,000%	1,000%
Deformazione calcestruzzo	$\epsilon_c$	-0,181%	-0,181%
Campo di rottura	n.	2	2
Ridistribuzione massima consentita	1- $\delta$	0%	0%
Controllo	1- $\delta$	sì	sì

**2: VERIFICHE IN COMBINAZIONE RARA**

B	14	14
d	21,30	21,30
h'	2,7	2,7
M	251	251
As tesa	1,54	1,54
As compr	1,54	1,54
y	6,19	6,19
Jci	6657	6657
$\sigma$ limite	3600	3600
$\sigma$	855	855
fattore di sicurezza lato acciaio	f	<b>4,21</b>
$\sigma$ limite	184,3	184,3
$\sigma$	23,3	23,3
fattore di sicurezza lato cls	f	<b>7,89</b>

**3: VERIFICHE IN COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE**

B	14	14
d	21,30	21,30
h'	2,7	2,7
M	216	216
As tesa	1,54	1,54
As compr	1,54	1,54
y	6,19	6,19
Jci	6657	6657
$\sigma$ limite	138,2	138,2
$\sigma$	20,1	20,1
fattore di sicurezza lato cls	f	<b>6,88</b>

**Armatura campate**

	$\phi$	$n.$	$c$
	-	-	2,0
sup.	$\phi 14$	-	2,0
inf.	$\phi 14$	2	2,0
	-	-	2,0

**1: VERIFICHE IN COMBINAZIONE ULTIMA**

mm	B	540
mm	H	240
mm	c	27
mm <sup>2</sup>	As compr	0
mm <sup>2</sup>	As tesa	308
MPa	fcd	13,92
MPa	fyd	391,3
N	Ned	0
Momento sollecitante (daN*m)	Med	1233
Momento resistente (daN*m)	Mrd	2441
fattore di sicurezza	<b>f</b>	<b>1,98</b>
Asse neutro (cm)	xc	3
Sforzo acciaio (daN/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_s$	3913
Sforzo calcestruzzo (daN/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_c$	-131,3
Deformazione acciaio	$\epsilon_s$	1,000%
Deformazione calcestruzzo	$\epsilon_c$	-0,152%
Campo di rottura	n.	2

**2: VERIFICHE IN COMBINAZIONE RARA**

	B	54
	d	21,3
	h'	0,0
	M	879
	As tesa	3,08
	As compr	0,00
	y	5,24
	Jci	14495
	$\sigma$ limite	3600
	$\sigma$	1460
fattore di sicurezza lato acciaio	<b>f</b>	<b>2,47</b>
	$\sigma$ limite	147,4
	$\sigma$	31,8
fattore di sicurezza lato cls	<b>f</b>	<b>4,64</b>

**3: VERIFICHE IN COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE**

	B	54
	d	21,3
	h'	0,0
	M	756
	As tesa	3,08
	As compr	0,00
	y	5,24
	Jci	14495
	$\sigma$ limite	110,6
	$\sigma$	27,3
fattore di sicurezza lato cls	<b>f</b>	<b>4,04</b>
	$\sigma$	1257

**4: VERIFICHE IN COMBINAZIONE FREQUENTE**

	$\sigma$	1257
--	----------	------

## Verifica di SLU a taglio

La verifica a taglio si effettua considerando la larghezza effettiva del travetto centrale  $b_w=13\text{cm}$ .

La verifica di resistenza (SLU) si pone con

$$V_{Rd} \geq V_{Ed} \quad (4.1.13)$$

dove  $V_{Ed}$  è il valore di calcolo dello sforzo di taglio agente.

Con riferimento all'elemento fessurato da momento flettente, la resistenza al taglio si valuta con

$$V_{Rd} = \{0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{tk})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp}\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d \quad (4.1.14)$$

con

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

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

e dove

$d$  è l'altezza utile della sezione (in mm);

$\rho_1 = A_{s1} / (b_w \cdot d)$  è il rapporto geometrico di armatura longitudinale ( $\leq 0,02$ );

$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c$  è la tensione media di compressione nella sezione ( $\leq 0,2 f_{cd}$ );

$b_w$  è la larghezza minima della sezione (in mm).

### Verifiche a taglio

2: con fasce piene e barre longitudinali tese

	fck	307	
	b	140	
	d (mm)	213	
	k calc	1,97	
	k	1,97	
	v min	0,54	
	$\rho_1$ calc	0,0052	
	$\rho_1$	0,0052	
	VRd1	1770	
	VRd2	1598	
	$\rho_1$ calc	0,0052	
	$\rho_1$	0,0052	
	VRd1	1770	
	VRd2	1598	
	$\phi$	n.	n.
	-	-	-
sup.	$\phi 14$	1	1
	-	-	-
inf.	$\phi 14$	1	1
	-	-	-
	Tagli resistenti sx (daN)	VRd	1770
	fascia piena (dall'asse dell'appoggio)	d1	-
	Tagli resistenti dx (daN)	VRd	1770
	fascia piena (dall'asse dell'appoggio)	d2	-

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>					
	Fabbricato E3 - Tipologico P - Relazione di calcolo	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30 D 26</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>FA00P0 001</b>	REV. 

### Verifica delle tensioni in esercizio

Si calcolano le massime tensioni sia nel calcestruzzo sia nelle armature; si deve verificare che tali tensioni siano inferiori ai massimi valori consentiti di seguito riportati.

La massima tensione di compressione del calcestruzzo  $\sigma_c$ , deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_c < 0,60 f_{ck} = 16,80 \text{ N/mm}^2 \text{ per combinazione caratteristica (rara);}$$

<b>Verifiche di fessurazione</b>			
<b>CONDIZ. AMBIENTALI ORDINARIE</b>			
<b>Appoggi</b>			
	diametro armature superiori	$\phi$	14
	combinazione frequente	$\sigma_s$	736
<b>comb. frequente CONDIZ. AMBIENTALI ORDINARIE</b>		<b>f</b>	<b>2,86</b>
	combinazione quasi permanente	$\sigma_s$	736
<b>comb. quasi perm. CONDIZ. AMBIENTALI ORDINARIE</b>		<b>f</b>	<b>2,29</b>
<b>Campate</b>			
	diametro armature inferiori	$\phi$	14
	combinazione frequente	$\sigma_s$	1257
<b>comb. frequente CONDIZ. AMBIENTALI ORDINARIE</b>		<b>f</b>	<b>2,86</b>
	combinazione quasi permanente	$\sigma_s$	1257
<b>comb. quasi perm. CONDIZ. AMBIENTALI ORDINARIE</b>		<b>f</b>	<b>2,29</b>

### Verifica di deformabilità

Il calcolo della deformazione flessionale di solai e travi si effettua in genere mediante integrazione delle curvature tenendo conto della viscosità del calcestruzzo e, se del caso, degli effetti del ritiro.

Per il calcolo delle deformazioni flessionali si considera lo stato non fessurato (sezione interamente reagente) per tutte le parti della struttura per le quali, nelle condizioni di carico considerate, le tensioni di trazione nel calcestruzzo non superano la sua resistenza media  $f_{ctm}$  a trazione. Per le altre parti si fa riferimento allo stato fessurato, potendosi considerare l'effetto irrigidente del calcestruzzo teso fra le fessure.

Al riguardo detto  $p_f$  il valore assunto dal parametro di deformazione nella membratura interamente fessurata e  $p$  il valore assunto da detto parametro nella membratura interamente reagente, il valore di calcolo  $p^*$  del parametro è dato da

$$p^* = \zeta * p_f + (1 - \zeta) * p$$

in cui:

$$\zeta = 1 - c\beta^2.$$

Nell'equazione precedente il fattore  $\beta$  è il rapporto tra il momento di fessurazione  $M_f$  e il momento flettente effettivo,  $\beta = M_f / M$ , o il rapporto tra la forza normale di fessurazione  $N_f$  e la forza normale effettiva,  $\beta = N_f / N$ , a seconda che la membratura sia soggetta a flessione o a trazione, e il coefficiente

c assume il valore 1, nel caso di applicazione di un singolo carico di breve durata, o il valore 0,50 nel caso di carichi permanenti o per cicli di carico ripetuti.

Per quanto riguarda la salvaguardia dell'aspetto e della funzionalità dell'opera, le frecce a lungo termine di travi e solai, calcolate sotto la condizione quasi permanente dei carichi, non dovrebbero superare il limite di 1/250 della luce.

Si procede al calcolo considerando in favore di sicurezza il travetto centrale della predalle tipo, la cui rappresentazione grafica è riportata qui di seguito:

**Verifiche di deformabilità**

**PER L'ASPETTO E LA FUNZIONALITA'**

Coefficiente di viscosità (11.2.10.7)

$\phi(\text{inf})$  1,6

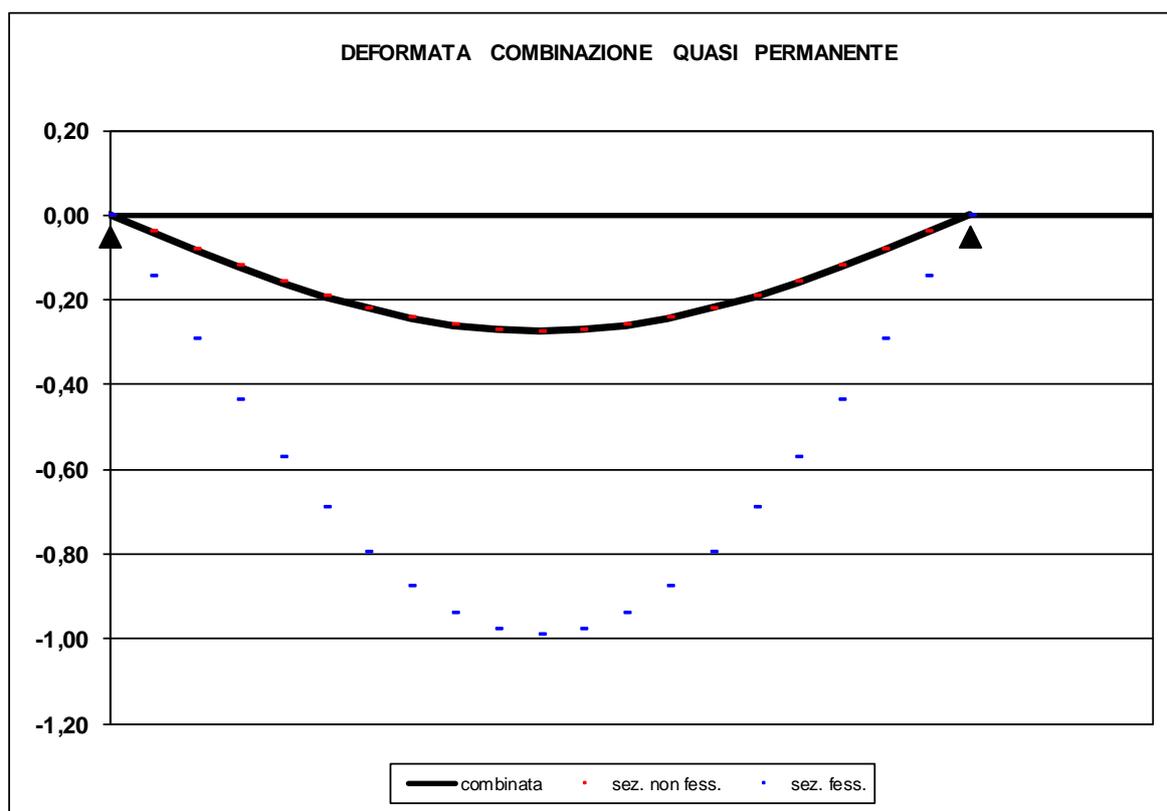
Freccia massima sez. non-fessurata (cm) f max 0,27

Freccia massima sez. fessurata (cm) f max 0,99

Freccia massima combinata (cm) f max 0,27

Freccia limite (cm) f lim 1,98

Fattore di sicurezza f 7,22



 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>					
	Fabbricato E3 - Tipologico P - Relazione di calcolo	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30 D 26</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>FA00P0 001</b>	REV.

## 8.2 VERIFICHE DEGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI E DEGLI IMPIANTI

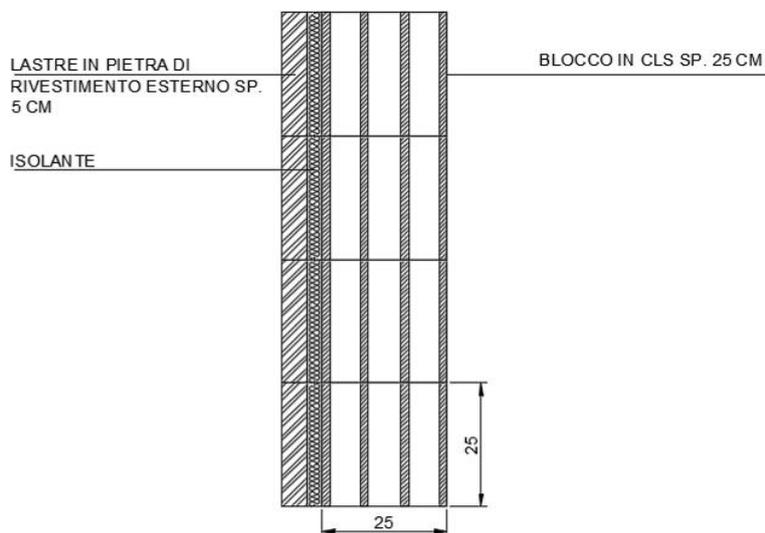
Al § 7.3.6 in Tab. 7.3.III le NTC 2018 specificano come per le costruzioni ricadenti in Classe d'Uso III sia necessario operare una verifica di stabilità per gli elementi NON Strutturali soggetti all'azione sismica valutata per lo SLV.

In particolare, secondo quanto riportato al § 7.3.6.2 della stessa norma, per gli elementi costruttivi senza funzione strutturale devono essere adottati magisteri atti ad evitare collassi fragili e prematuri e la possibile espulsione sotto l'azione della  $F_a$  (v. § 7.2.3) corrispondente allo SLV.

Considerando la stratigrafia della muratura esterna riportata in Figura 17.1, si assume che la funzione portante della parete sia svolta dal blocco in calcestruzzo prefabbricato interno, di spessore pari a 25 cm, il cui peso è pari a  $350 \text{ Kg/m}^2$ , desunto da schede tecniche di alcuni prefabbricatori.

A questo si aggiunge il peso del rivestimento esterno in pietra di spessore 5 cm, dunque  $P = 2000 \times 0.05 = 100 \text{ Kg/m}^2$ , dell'intonaco interno, pari a  $30 \text{ Kg/m}^2$  e dell'isolante, valutato in  $p' = 20 \text{ Kg/m}^2$ . Ai fini del calcolo il peso complessivo della tamponatura è pari a  $W = 500 \text{ Kg/m}^2$ .

Per garantire la resistenza dell'intero tamponamento alle azioni orizzontali, si prevede di inserire all'interno di questa muratura, ogni due corsi di forati, dei tralicci in acciaio inglobati nei letti di malta. Per solidarizzare la lastra di rivestimento esterno di spessore pari a 5 cm allo strato portante interno della parete, si prevede la disposizione di collegamenti puntuali diffusi.



La forza orizzontale  $F_a$  applicata sulla tamponatura può essere valutata con la seguente formula, riportata al § 7.2.3 della norma:

$$F_a = (S_a \cdot W_a) / q_a$$

in cui:

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>					
	Fabbricato E3 - Tipologico P - Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA00P0 001	REV.

Fa = forza sismica orizzontale distribuita o agente nel centro di massa dell'elemento non strutturale, nella direzione più sfavorevole, risultante delle forze distribuite proporzionali alla massa;

Wa = peso dell'elemento;

Sa = accelerazione massima, adimensionalizzata rispetto a quella di gravità, che l'elemento strutturale subisce durante il sisma e corrisponde allo stato limite in esame (v. § 3.2.1 NTC 2018)

qa = fattore di comportamento dell'elemento non strutturale.

In assenza di specifiche determinazioni, per Sa e qa si può fare utile riferimento a quanto riportato nella Circolare n.7/2019; in particolare, per il fattore di struttura qa si può assumere un valore pari a 2, valido per tramezzature e facciate (vedi Tabella C7.2.I), mentre per la definizione dell'accelerazione massima Sa si può ricorrere alle formulazioni semplificate valide per costruzioni con struttura a telai di seguito riportate.

$$S_a = \begin{cases} \alpha \cdot S \cdot \left(1 + \frac{Z}{H}\right) \cdot \left[ \frac{a_p}{1 + (a_p - 1) \cdot \left(1 - \frac{T_a}{a \cdot T_1}\right)^2} \right] \geq \alpha \cdot S & \text{per } T_a < a \cdot T_1 \\ \alpha \cdot S \cdot \left(1 + \frac{Z}{H}\right) \cdot a_p & \text{per } a \cdot T_1 < T_a < b \cdot T_1 \\ \alpha \cdot S \cdot \left(1 + \frac{Z}{H}\right) \cdot \left[ \frac{a_p}{1 + (a_p - 1) \cdot \left(1 - \frac{T_a}{b \cdot T_1}\right)^2} \right] \geq \alpha \cdot S & \text{per } T_a \geq b \cdot T_1 \end{cases}$$

In cui:

$\alpha$  = rapporto tra accelerazione massima del terreno ag su sottosuolo di tipo A da considerare per lo stato limite in esame e l'accelerazione di gravità g;

S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche secondo quanto riportato nel § 3.2.3.2.1 delle NTC 2018;

Ta = periodo fondamentale di vibrazione dell'elemento non strutturale;

T1 = periodo fondamentale di vibrazione dell'edificio nella direzione considerata;

Z = quota del baricentro dell'elemento non strutturale misurata a partire dal piano di fondazione;

H = altezza della costruzione misurata a partire dal piano di fondazione.

a, b, ap = parametri definiti in accordo con il primo periodo di vibrazione della costruzione T1, vedi Tab. C7.2.II della circolare.

Di seguito si riportano i calcoli effettuati per la tamponatura esterna più estesa dell'edificio, che rappresenta il caso più gravoso, essendo la parete in esame caratterizzata da specchiatura e massa

maggiori. Si assume pertanto di poter estendere le considerazioni seguenti anche alle restanti tipologie di pareti presenti all'interno dell'edificio.

### PROGETTO TAMPONATURA

#### DATI TAMPONATURA

H=	3,25	m	altezza tamponature
z=	1,625	m	quota baricentro
s=	25	cm	spessore blocco
L=	6,5	m	interasse tra due pilastri
W=	500	kg/m <sup>2</sup>	peso specifico blocco muratura, intonaco interno e rivestimento esterno
W <sub>tamponatura</sub> =	10562,5	kg	peso complessivo tamponatura (al netto delle aperture)
E=	20000	N/mm <sup>2</sup>	modulo elastico muratura
J=Ls <sup>3</sup> /12=	8463541667	mm <sup>4</sup>	momento d'inerzia muratura
K=3EJ/H <sup>3</sup> =	14792,899	N/mm	rigidezza
Ta=2π*√(m/k)=	0,1679	s	periodo d'oscillazione della tamponatura T = 2P (m/K) <sup>0.5</sup>

#### DATI SISMICI

α=ag/g=	0,112		accelerazione su suolo di tipo A
F <sub>0</sub> =	2,645		
S <sub>s</sub> =	1,50		suolo C
St=	1,00		categoria topografica T1
S=S <sub>s</sub> *St=	1,50		
T1=	0,375	s	Periodo fondamentale struttura nella direzione considerata
q=	2		Fattore di comportamento per tamponature
a=	0,8		Parametro a da tab. C7.2.II - Circ. n. 7 del 21/01/2019
b=	1,4		Parametro a da tab. C7.2.II - Circ. n. 7 del 21/01/2019
ap=	5		Parametro a da tab. C7.2.II - Circ. n. 7 del 21/01/2019
aT1	0,3	s	
bT1	0,525	s	

**PROGETTO (C7.2.II Circolare 7 NTC 2018)**

Sa=	0,222	Accelerazione elemento non strutturale
Fh=W*Sa/q=	11,70 KN	Forza sismica complessiva agente sulla tamponatura
interasse armature	0,38 m	interasse armature orizzontali
FH i	4,45 KN	Forza sismica orizzontale agente sul traliccio i-esimo
MED = Fh x H / 8	3,61 KNxm	Momento flettente orizzontale
Interasse i=	6,5 m	Interasse tra i pilastri
Z	1,625 m	Altezza baricentro tamponatura dal piano di fondaz.
H	5,1 m	Altezza complessiva costruzione

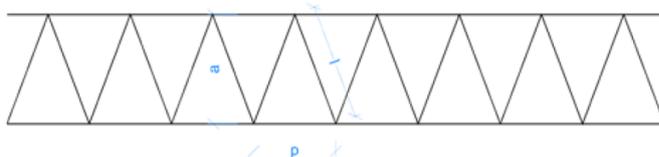
**MOMENTO RESISTENTE TRALICCIO**

fyk	450 N/mm <sup>2</sup>	
g <sub>s</sub>	1,15	
fyd	391,30 N/mm <sup>2</sup>	
a orizz	250 mm	
∅ orizz	8 mm	
A <sub>res</sub>	50,27 mm <sup>2</sup>	
M <sub>RD</sub>	4,92 KNxm	
F.S. M <sub>RD</sub> /M <sub>ED</sub>	1,361 >	1,00

**CALCOLO INCIDENZA ARMATURA TRALICCI A METRO QUADRO DI PARETE**

∅	8 mm	Diametro armatura traliccio
a	250 mm	Larghezza traliccio orizzontale
p	150 mm	Passo armatura diagonale traliccio
l	261 mm	Lunghezza diagonale traliccio
L <sub>TOT_1m</sub>	5480 mm	Lunghezza diagonale barre di acciaio in un metro di traliccio
A <sub>s_TOT_1m</sub>	275,46 mm <sup>2</sup>	Area di acciaio componente un metro di singolo traliccio
W <sub>s_TOT_1m</sub>	2,16 kg/m	Peso di acciaio componente un metro di singolo traliccio
W <sub>s_TOT</sub>	5,69 kg/m <sup>2</sup>	Peso di acciaio presente in un metro quadrato di parete (ipotizzando di disporre un traliccio ogni due corsi di muratura)

Schema traliccio inserito nei letti di malta delle tamponature



### 8.3 TRAVI DI BORDO 30X40

Si riportano di seguito le verifiche strutturali della trave di bordo avente sezione rettangolare di dimensioni 30x40 cm. Le verifiche saranno condotte per i differenti stati limite ed in corrispondenza delle sezioni maggiormente sollecitate dell'elemento per effetto della combinazioni di carico più gravose.

Di seguito si riportano le tabelle delle sollecitazioni più gravose ottenute allo SLU (statico e sismico) e agli SLE (Rara, Frequente e Quasi Permanente):

**SONO ARRIVATO QUI**

CC	TCC	X <m>	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>
25	SLU	0.15	0	0	0	1.599	7.994	-14.561
25	SLU	0.38	0	0	0	0.041	8.179	-14.561
25	SLU	3.15	0	0	0	-19.101	-18.258	-14.561
29	SLU	0.15	0	0	0	6.419	2.667	-14.451
29	SLU	1.08	0	0	0	0	5.653	-14.451
29	SLU	3.15	0	0	0	-14.281	-9.125	-14.451
30	SLU	0.15	0	0	0	4.491	4.798	-14.495
30	SLU	0.8	0	0	0	0.031	6.259	-14.495
30	SLU	3.15	0	0	0	-16.209	-12.778	-14.495
31	SLU	0.15	0	0	0	-3.221	13.32	-14.672
31	SLU	3.15	0	0	0	-23.921	-27.391	-14.672
32	SLU	0.15	0	0	0	-1.293	11.19	-14.627
32	SLU	3.15	0	0	0	-21.993	-23.738	-14.627
33	SLU	0.15	0	0	0	6.803	1.092	-14.454
33	SLU	1.14	0	0	0	0	4.445	-14.454
33	SLU	3.15	0	0	0	-13.897	-9.55	-14.454
34	SLU	0.15	0	0	0	4.722	3.852	-14.497
34	SLU	0.83	0	0	0	0.021	5.468	-14.497
34	SLU	3.15	0	0	0	-15.979	-13.033	-14.497
35	SLU	0.15	0	0	0	-3.604	14.896	-14.668
35	SLU	3.15	0	0	0	-24.304	-26.966	-14.668
36	SLU	0.15	0	0	0	-1.523	12.135	-14.626

Fabbricato E3 - Tipologico P - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 26	CL	FA00P0 001		56 di 104

36	SLU	3.15	0	0	0	-22.223	-23.483	-14.626
25	SLU	0.25	0	0	0	14.977	-10.732	-0.816
25	SLU	2.42	0	0	0	0.022	5.524	-0.816
25	SLU	4.7	0	0	0	-15.727	-12.401	-0.816
29	SLU	0.25	0	0	0	20.729	-23.456	-0.771
29	SLU	3.25	0	0	0	0.045	7.68	-0.771
29	SLU	4.7	0	0	0	-9.976	0.469	-0.771
30	SLU	0.25	0	0	0	18.428	-18.366	-0.789
30	SLU	2.92	0	0	0	0.005	6.242	-0.789
30	SLU	4.7	0	0	0	-12.277	-4.679	-0.789
31	SLU	0.25	0	0	0	9.226	1.993	-0.86
31	SLU	1.59	0	0	0	0	8.161	-0.86
31	SLU	4.7	0	0	0	-21.479	-25.27	-0.86
32	SLU	0.25	0	0	0	11.527	-3.097	-0.842
32	SLU	1.92	0	0	0	0	6.531	-0.842
32	SLU	4.7	0	0	0	-19.178	-20.122	-0.842
33	SLU	0.25	0	0	0	19.905	-21.631	-0.773
33	SLU	3.13	0	0	0	0.053	7.081	-0.773
33	SLU	4.7	0	0	0	-10.8	-1.371	-0.773
34	SLU	0.25	0	0	0	17.934	-17.271	-0.79
34	SLU	2.85	0	0	0	0	6.036	-0.79
34	SLU	4.7	0	0	0	-12.771	-5.783	-0.79
35	SLU	0.25	0	0	0	10.05	0.167	-0.858
35	SLU	1.71	0	0	0	0	7.485	-0.858
35	SLU	4.7	0	0	0	-20.655	-23.431	-0.858
36	SLU	0.25	0	0	0	12.021	-4.193	-0.841
36	SLU	1.99	0	0	0	0	6.278	-0.841
36	SLU	4.7	0	0	0	-18.684	-19.019	-0.841
25	SLU	0.25	0	0	0	20.139	-20.129	13.113
25	SLU	3.16	0	0	0	0.041	9.26	13.113
25	SLU	3.7	0	0	0	-3.666	8.286	13.113
29	SLU	0.25	0	0	0	24.394	-29.256	13.21
29	SLU	3.7	0	0	0	0.589	13.84	13.21
30	SLU	0.25	0	0	0	22.692	-25.605	13.171
30	SLU	3.54	0	0	0	0	11.708	13.171
30	SLU	3.7	0	0	0	-1.113	11.618	13.171
31	SLU	0.25	0	0	0	15.883	-11.002	13.015
31	SLU	2.55	0	0	0	0.036	7.279	13.015
31	SLU	3.7	0	0	0	-7.922	2.732	13.015
32	SLU	0.25	0	0	0	17.585	-14.652	13.055
32	SLU	2.8	0	0	0	0	7.757	13.055

Fabbricato E3 - Tipologico P - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 26	CL	FA00P0 001		57 di 104

32	SLU	3.7	0	0	0	-6.22	4.954	13.055
33	SLU	0.25	0	0	0	24.73	-28.918	13.207
33	SLU	3.7	0	0	0	0.925	15.336	13.207
34	SLU	0.25	0	0	0	22.893	-25.402	13.169
34	SLU	3.57	0	0	0	0	12.576	13.169
34	SLU	3.7	0	0	0	-0.912	12.516	13.169
35	SLU	0.25	0	0	0	15.548	-11.34	13.019
35	SLU	2.5	0	0	0	0.02	6.177	13.019
35	SLU	3.7	0	0	0	-8.257	1.236	13.019
36	SLU	0.25	0	0	0	17.384	-14.855	13.056
36	SLU	2.77	0	0	0	0	7.044	13.056
36	SLU	3.7	0	0	0	-6.421	4.056	13.056

CC	TCC	X <m>	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>
26	SLE R	0.15	0	0	0	1.224	5.704	-10.458
26	SLE R	0.39	0	0	0	0.03	5.854	-10.458
26	SLE R	3.15	0	0	0	-13.776	-13.125	-10.458
37	SLE R	0.15	0	0	0	4.437	2.153	-10.384
37	SLE R	1.02	0	0	0	0.093	4.121	-10.384
37	SLE R	3.15	0	0	0	-10.563	-7.036	-10.384
38	SLE R	0.15	0	0	0	-1.99	9.255	-10.531
38	SLE R	3.15	0	0	0	-16.989	-19.214	-10.531
39	SLE R	0.15	0	0	0	-2.245	10.305	-10.529
39	SLE R	3.15	0	0	0	-17.245	-18.93	-10.529
40	SLE R	0.15	0	0	0	4.693	1.102	-10.387
40	SLE R	1.09	0	0	0	0	3.305	-10.387
40	SLE R	3.15	0	0	0	-10.307	-7.319	-10.387
41	SLE R	0.15	0	0	0	3.152	3.573	-10.414
41	SLE R	0.78	0	0	0	0.018	4.567	-10.414
41	SLE R	3.15	0	0	0	-11.848	-9.472	-10.414
42	SLE R	0.15	0	0	0	-0.704	7.835	-10.502
42	SLE R	3.15	0	0	0	-15.704	-16.778	-10.502
43	SLE R	0.15	0	0	0	3.305	2.943	-10.415
43	SLE R	0.75	0	0	0	0.3	4.026	-10.415
43	SLE R	3.15	0	0	0	-11.695	-9.641	-10.415
44	SLE R	0.15	0	0	0	-0.858	8.465	-10.501
44	SLE R	3.15	0	0	0	-15.858	-16.608	-10.501
26	SLE R	0.25	0	0	0	10.868	-7.798	-0.579
26	SLE R	2.42	0	0	0	0.029	4.012	-0.579
26	SLE R	4.7	0	0	0	-11.382	-8.943	-0.579

Fabbricato E3 - Tipologico P - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 26	CL	FA00P0 001		58 di 104

37	SLE R	0.25	0	0	0	14.702	-16.281	-0.549
37	SLE R	3.18	0	0	0	0.028	5.334	-0.549
37	SLE R	4.7	0	0	0	-7.548	-0.363	-0.549
38	SLE R	0.25	0	0	0	7.034	0.685	-0.609
38	SLE R	1.66	0	0	0	0	5.632	-0.609
38	SLE R	4.7	0	0	0	-15.216	-17.522	-0.609
39	SLE R	0.25	0	0	0	7.583	-0.533	-0.607
39	SLE R	1.77	0	0	0	0	5.217	-0.607
39	SLE R	4.7	0	0	0	-14.667	-16.296	-0.607
40	SLE R	0.25	0	0	0	14.153	-15.064	-0.551
40	SLE R	3.07	0	0	0	0.036	4.966	-0.551
40	SLE R	4.7	0	0	0	-8.097	-1.589	-0.551
41	SLE R	0.25	0	0	0	13.168	-12.888	-0.561
41	SLE R	2.88	0	0	0	0	4.452	-0.561
41	SLE R	4.7	0	0	0	-9.082	-3.795	-0.561
42	SLE R	0.25	0	0	0	8.567	-2.709	-0.597
42	SLE R	1.96	0	0	0	0	4.631	-0.597
42	SLE R	4.7	0	0	0	-13.683	-14.09	-0.597
43	SLE R	0.25	0	0	0	12.839	-12.158	-0.562
43	SLE R	2.82	0	0	0	0	4.326	-0.562
43	SLE R	4.7	0	0	0	-9.411	-4.531	-0.562
44	SLE R	0.25	0	0	0	8.897	-3.439	-0.596
44	SLE R	2.03	0	0	0	-0.003	4.476	-0.596
44	SLE R	4.7	0	0	0	-13.353	-13.355	-0.596
26	SLE R	0.25	0	0	0	14.52	-14.453	9.417
26	SLE R	3.15	0	0	0	0.031	6.63	9.417
26	SLE R	3.7	0	0	0	-2.73	5.885	9.417
37	SLE R	0.25	0	0	0	17.357	-20.538	9.482
37	SLE R	3.7	0	0	0	0.107	9.587	9.482
38	SLE R	0.25	0	0	0	11.683	-8.368	9.352
38	SLE R	2.57	0	0	0	0.099	5.28	9.352
38	SLE R	3.7	0	0	0	-5.567	2.182	9.352
39	SLE R	0.25	0	0	0	11.459	-8.594	9.355
39	SLE R	2.54	0	0	0	0.027	4.538	9.355
39	SLE R	3.7	0	0	0	-5.791	1.185	9.355
40	SLE R	0.25	0	0	0	17.581	-20.312	9.48
40	SLE R	3.7	0	0	0	0.331	10.585	9.48
41	SLE R	0.25	0	0	0	16.222	-18.104	9.456
41	SLE R	3.49	0	0	0	0	8.212	9.456
41	SLE R	3.7	0	0	0	-1.028	8.106	9.456
42	SLE R	0.25	0	0	0	12.818	-10.802	9.378

Fabbricato E3 - Tipologico P - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 26	CL	FA00P0 001		59 di 104

42	SLE R	2.81	0	0	0	0	5.628	9.378
42	SLE R	3.7	0	0	0	-4.432	3.663	9.378
43	SLE R	0.25	0	0	0	16.356	-17.968	9.455
43	SLE R	3.52	0	0	0	0	8.784	9.455
43	SLE R	3.7	0	0	0	-0.894	8.705	9.455
44	SLE R	0.25	0	0	0	12.684	-10.937	9.38
44	SLE R	2.79	0	0	0	0	5.15	9.38
44	SLE R	3.7	0	0	0	-4.566	3.065	9.38

CC	TCC	X <m>	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>
27	SLE F	0.15	0	0	0	1.242	5.663	-9.328
27	SLE F	0.39	0	0	0	0.03	5.818	-9.328
27	SLE F	3.15	0	0	0	-13.758	-13.111	-9.328
45	SLE F	0.15	0	0	0	1.885	4.953	-9.313
45	SLE F	0.53	0	0	0	0	5.308	-9.313
45	SLE F	3.15	0	0	0	-13.115	-11.893	-9.313
46	SLE F	0.15	0	0	0	0.599	6.374	-9.342
46	SLE F	0.26	0	0	0	0.03	6.409	-9.342
46	SLE F	3.15	0	0	0	-14.401	-14.328	-9.342
47	SLE F	0.15	0	0	0	1.936	4.743	-9.313
47	SLE F	0.54	0	0	0	0	5.118	-9.313
47	SLE F	3.15	0	0	0	-13.064	-11.95	-9.313
48	SLE F	0.15	0	0	0	0.548	6.584	-9.342
48	SLE F	0.25	0	0	0	0.03	6.614	-9.342
48	SLE F	3.15	0	0	0	-14.452	-14.272	-9.342
49	SLE F	0.15	0	0	0	1.242	5.663	-9.328
49	SLE F	0.39	0	0	0	0.03	5.818	-9.328
49	SLE F	3.15	0	0	0	-13.758	-13.111	-9.328
27	SLE F	0.25	0	0	0	10.882	-7.844	-0.518
27	SLE F	2.42	0	0	0	0.029	3.999	-0.518
27	SLE F	4.7	0	0	0	-11.368	-8.923	-0.518
45	SLE F	0.25	0	0	0	11.649	-9.54	-0.512
45	SLE F	2.58	0	0	0	0	4.03	-0.512
45	SLE F	4.7	0	0	0	-10.601	-7.208	-0.512
46	SLE F	0.25	0	0	0	10.116	-6.147	-0.524
46	SLE F	2.27	0	0	0	0.02	4.085	-0.524
46	SLE F	4.7	0	0	0	-12.134	-10.639	-0.524
47	SLE F	0.25	0	0	0	11.539	-9.297	-0.512
47	SLE F	2.56	0	0	0	0	4.019	-0.512
47	SLE F	4.7	0	0	0	-10.711	-7.453	-0.512

Fabbricato E3 - Tipologico P - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 26	CL	FA00P0 001		60 di 104

48	SLE F	0.25	0	0	0	10.225	-6.391	-0.524
48	SLE F	2.29	0	0	0	0.026	4.065	-0.524
48	SLE F	4.7	0	0	0	-12.025	-10.394	-0.524
49	SLE F	0.25	0	0	0	10.882	-7.844	-0.518
49	SLE F	2.42	0	0	0	0.029	3.999	-0.518
49	SLE F	4.7	0	0	0	-11.368	-8.923	-0.518
27	SLE F	0.25	0	0	0	14.476	-14.4	8.395
27	SLE F	3.14	0	0	0	0.033	6.556	8.395
27	SLE F	3.7	0	0	0	-2.774	5.787	8.395
45	SLE F	0.25	0	0	0	15.044	-15.617	8.408
45	SLE F	3.25	0	0	0	0.026	7.014	8.408
45	SLE F	3.7	0	0	0	-2.206	6.527	8.408
46	SLE F	0.25	0	0	0	13.909	-13.183	8.382
46	SLE F	3.01	0	0	0	0.109	6.161	8.382
46	SLE F	3.7	0	0	0	-3.341	5.046	8.382
47	SLE F	0.25	0	0	0	15.088	-15.572	8.407
47	SLE F	3.26	0	0	0	0.025	7.194	8.407
47	SLE F	3.7	0	0	0	-2.162	6.727	8.407
48	SLE F	0.25	0	0	0	13.864	-13.228	8.382
48	SLE F	3.02	0	0	0	0.018	5.993	8.382
48	SLE F	3.7	0	0	0	-3.386	4.847	8.382
49	SLE F	0.25	0	0	0	14.476	-14.4	8.395
49	SLE F	3.14	0	0	0	0.033	6.556	8.395
49	SLE F	3.7	0	0	0	-2.774	5.787	8.395

CC	TCC	X <m>	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>
28	SLE Q	0.15	0	0	0	1.247	5.653	-9.045
28	SLE Q	0.39	0	0	0	0.03	5.809	-9.045
28	SLE Q	3.15	0	0	0	-13.754	-13.107	-9.045
50	SLE Q	0.15	0	0	0	1.247	5.653	-9.045
50	SLE Q	0.39	0	0	0	0.03	5.809	-9.045
50	SLE Q	3.15	0	0	0	-13.754	-13.107	-9.045
28	SLE Q	0.25	0	0	0	10.886	-7.855	-0.503
28	SLE Q	2.42	0	0	0	0.029	3.995	-0.503
28	SLE Q	4.7	0	0	0	-11.364	-8.919	-0.503
50	SLE Q	0.25	0	0	0	10.886	-7.855	-0.503
50	SLE Q	2.42	0	0	0	0.029	3.995	-0.503
50	SLE Q	4.7	0	0	0	-11.364	-8.919	-0.503
28	SLE Q	0.25	0	0	0	14.465	-14.387	8.139
28	SLE Q	3.14	0	0	0	0.032	6.537	8.139

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>					
	Fabbricato E3 - Tipologico P - Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA00P0 001	REV.

28	SLE Q	3.7	0	0	0	-2.785	5.762	8.139
50	SLE Q	0.25	0	0	0	14.465	-14.387	8.139
50	SLE Q	3.14	0	0	0	0.032	6.537	8.139
50	SLE Q	3.7	0	0	0	-2.785	5.762	8.139

### 8.3.1 VERIFICA A FLESSIONE

Si riportano di seguito le verifiche a flessione, in corrispondenza della sezione d'appoggio e della sezione di campata (convenzione sui segni: compressione negativa (-), momento flettente che tende le fibre superiori negativo (-)).

In funzione delle sollecitazioni si è dimensionata opportunamente l'armatura longitudinale delle travi:

#### 1) Zone d'appoggio:

- Armatura superiore 2  $\Phi$  16
- Armatura inferiore 2  $\Phi$  16

#### 2) Campata:

- Armatura superiore 2  $\Phi$  16
- Armatura inferiore 2  $\Phi$  16

In aggiunta, fuori calcolo, andranno disposti 2  $\Phi$  12 come ferri di parete.

Le verifiche di resistenza a flessione allo SLU ed agli SLE (NTC2018 – 4.1.2.1.2.4) per le sezioni di appoggio e di campata sono state condotte con il supporto del MODEST considerando le sollecitazioni riportate nel prospetto precedente.

Essendo la sezione armata in maniera simmetrica in campata ed in appoggio si esegue la verifica di una sola sezione in cui le sollecitazioni calcolate in appoggio sono invertite di segno.

#### Travata n. 101

Nodi: 101 102 103 104

#### Simbologia

Caso = Caso di verifica  
 Xg = Coordinata progressiva (dal primo nodo) in cui viene effettuato il progetto/verifica  
 CC = Combinazione delle condizioni di carico elementari  
 c = momento fittizio in campata  
 a = momento fittizio agli appoggi

Fabbricato E3 - Tipologico P - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 26	CL	FA00P0 001		62 di 104

TG = taglio da gerarchia delle resistenze  
 TGND = taglio non dissipativo limitante la gerarchia  
 T = momento traslato per taglio  
 e = eccentricità aggiuntiva in caso di compressione o pressoflessione

TCC = Tipo di combinazione di carico

SLU = Stato limite ultimo  
 SLU S = Stato limite ultimo (azione sismica)  
 SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara  
 SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente  
 SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente  
 SLD = Stato limite di danno  
 SLV = Stato limite di salvaguardia della vita  
 SLC = Stato limite di prevenzione del collasso  
 SLO = Stato limite di operatività  
 SLU I = Stato limite di resistenza al fuoco  
 SND = Stato limite di salvaguardia della vita (non dissipativo)

El = Elemento (asta) in cui viene effettuato il progetto/verifica (progressivo sul numero di aste)

Sez. = Numero della sezione

Crit. = Numero del criterio di progetto

X = Coordinata progressiva rispetto al nodo iniziale

AfE S = Area di ferro effettiva totale presente nel punto di verifica, superiore  
 AfE I = Area di ferro effettiva totale presente nel punto di verifica, inferiore  
 AfEP S = Area di ferro effettiva parziale presente nella CC considerata, per la sollecitazione indicata, superiore  
 AfEP I = Area di ferro effettiva parziale presente nella CC considerata, per la sollecitazione indicata, inferiore

My = Momento flettente intorno all'asse Y

MRdy = Momento resistente allo stato limite ultimo intorno all'asse Y

Sic. = Sicurezza a rottura

$\sigma_{rad}$  = Tensione di distacco della fibra di estremità (modo 1)

$\Delta\%$  = Incremento percentuale sicurezza

$\sigma_f$  sup = Tensione nel ferro - superiore  
 $\sigma_f$  inf = Tensione nel ferro - inferiore  
 $\sigma_c$  = Tensione nel calcestruzzo

X0 = Coordinata progressiva (dal nodo iniziale) dell'inizio del tratto  
 X1 = Coordinata progressiva (dal nodo iniziale) della fine del tratto

Lung. = Lunghezza del tratto di progettazione

Staff. = Staffatura adottata

AfE St. = Area di ferro effettiva della staffatura (d'anima per travi a T o L)

bw = Larghezza membratura resistente al taglio

Vsdu = Taglio agente nella direzione del momento ultimo

ctg $\theta$  = Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo

VRsd = Taglio ultimo lato armatura  
 VRcd = Taglio ultimo lato calcestruzzo  
 Vrdu = Taglio ultimo assorbibile dal solo calcestruzzo

Sic.T = Sicurezza a rottura per taglio

c = Ricoprimento dell'armatura  
 s = Distanza minima tra le barre

K3 = Coefficiente di forma del diagramma delle tensioni prima della fessurazione

s<sub>fm</sub> = Distanza media tra le fessure

$\Phi$  = Diametro della barra

A<sub>s</sub> = Area complessiva dei ferri nell'area di calcestruzzo efficace  
 A<sub>c eff</sub> = Area di calcestruzzo efficace

$\sigma_s$  = Tensione nell'acciaio nella sezione fessurata  
 $\sigma_{sr}$  = Tensione nell'acciaio corrispondente al raggiungimento della resistenza a trazione nel calcestruzzo

$\epsilon_{sm}$  = Deformazione unitaria media dell'armatura (\*1000)

Wk = Apertura delle fessure

Tipo = Tipologia

Fabbricato E3 - Tipologico P - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 26	CL	FA00P0 001		63 di 104

2C = Doppia C lato labbri  
2Cdx = Doppia C lato costola  
2I = Doppia I  
2L = Doppia L lato labbri  
2Ldx = Doppia L lato costole  
C = Sezione a C  
Cdx = C destra  
Cir. = Circolare  
Cir.c = Circolare cava  
I = Sezione a I  
L = Sezione a L  
Ldx = L destra  
Om. = Omega  
Pg = Pi greco  
Pr = Poligono regolare  
Prc = Poligono regolare cavo  
Pc = Per coordinate  
Ia = Inerzie assegnate  
R = Rettangolare  
Rc = Rettangolare cava  
T = Sezione a T  
U = Sezione a U  
Ur = U rovescia  
V = Sezione a V  
Vr = V rovescia  
Z = Sezione a Z  
Zdx = Z destra  
Ts = T stondata  
Ls = L stondata  
Cs = C stondata  
Is = I stondata  
Dis. = Disegnata

B = Base  
H = Altezza  
Cf sup = Copriferro superiore  
Cf inf = Copriferro inferiore  
Cls = Tipo di calcestruzzo  
Fck = Resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo  
Fctk = Resistenza caratteristica a trazione del calcestruzzo  
Fcd = Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo  
Fctd = Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo  
Tp = Tipo di acciaio  
Fyk = Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio  
Fyd = Resistenza di calcolo dell'acciaio

**Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati**

Sez.	Tipo	B <cm>	H <cm>	Cf sup <cm>	Cf inf <cm>	Cls	Fck <daN/cm <sup>2</sup> >	Fctk <daN/cm <sup>2</sup> >	Fcd <daN/cm <sup>2</sup> >	Fctd <daN/cm <sup>2</sup> >	Tp	Fyk <daN/cm <sup>2</sup> >	Fyd <daN/cm <sup>2</sup> >
2R		30.00	40.00	5.50	5.50	C30/37	307.10	20.59	174.02	13.73	B450C	4500.00	3913.04

**Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione**

Xg <m>	CC	TCC	El	X <cm>	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	AfEP S <cmq>	AfEP I <cmq>	My <daNm>	MRdy <daNm>	Sic.
0.15	1	SLV	1	15.00	4.02	4.02	4.02	4.02	2679.82	5271.40	1.967
3.15	1	SLV	1	315.00	4.02	4.02	4.02	4.02	-3416.15	-5271.40	1.543

Fabbricato E3 - Tipologico P - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 26	CL	FA00P0 001		64 di 104

3.65	13	SLV	2	25.00	4.02	4.02	4.02	4.02	-2937.96	-5271.40	1.794
8.10	1	SLV	2	470.00	4.02	4.02	4.02	4.02	-3058.75	-5271.40	1.723
8.60	13	SLV	3	25.00	4.02	4.02	4.02	4.02	-3544.12	-5271.40	1.487
11.74	13	SLV	3	338.64	4.02	4.02	4.02	4.02	2715.86	5271.40	1.941
12.05	13	SLV	3	370.00	4.02	4.02	4.02	4.02	2715.86	5271.40	1.941

**Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali**

Xg <m>	CC	TCC	El	X <cm>	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	My <daNm>	$\sigma_f$ sup <daN/cmq>	$\sigma_f$ inf <daN/cmq>	$\sigma_c$ <daN/cmq>
0.15	39	SLE R	1	15.00	4.02	4.02	1133.59	-136.25	908.05	22.29
0.15	28	SLE Q	1	15.00	4.02	4.02	638.95	-76.80	511.83	12.56
3.15	38	SLE R	1	315.00	4.02	4.02	-1921.36	1539.09	-230.94	37.78
3.15	28	SLE Q	1	315.00	4.02	4.02	-1310.71	1049.93	-157.54	25.77
3.65	37	SLE R	2	25.00	4.02	4.02	-1628.14	1304.21	-195.69	32.01
3.65	28	SLE Q	2	25.00	4.02	4.02	-785.51	629.23	-94.41	15.44
8.10	38	SLE R	2	470.00	4.02	4.02	-1752.22	1403.60	-210.61	34.45
8.10	28	SLE Q	2	470.00	4.02	4.02	-891.86	714.42	-107.20	17.53
8.60	37	SLE R	3	25.00	4.02	4.02	-2053.75	1645.14	-246.85	40.38
8.60	28	SLE Q	3	25.00	4.02	4.02	-1438.71	1152.47	-172.93	28.29
11.74	40	SLE R	3	338.64	4.02	4.02	1164.30	-139.94	932.65	22.89
11.74	28	SLE Q	3	338.64	4.02	4.02	719.11	-86.43	576.04	14.14
12.05	40	SLE R	3	370.00	4.02	4.02	1164.30	-139.94	932.65	22.89
12.05	28	SLE Q	3	370.00	4.02	4.02	711.28	-85.49	569.77	13.98

**Stato limite d'esercizio - Verifiche a fessurazione**

Caso	Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	Crit.	X <cm>	My <daNm>	c <mm>	s <mm>	K3	S <sub>rm</sub> <mm>	Φ	A <sub>s</sub> <cmq>	A <sub>c eff</sub> <cmq>	$\sigma_s$ <daN/cmq>	$\sigma_{sr}$ <daN/cmq>	$\epsilon_{sm}$	Wk <mm>
36	0.15	28	SLE Q	1	2	1	15.00	638.95	47.00	190.00	0.15	239.47	16.00	4.02	462.92	511.83	2621.03	0.10	0.04
42	0.15	48	SLE F	1	2	1	15.00	724.21	47.00	190.00	0.15	239.47	16.00	4.02	462.92	580.12	2621.04	0.11	0.05
78	3.15	28	SLE Q	1	2	1	315.00	-1310.71	47.00	190.00	0.15	239.47	16.00	4.02	462.92	1049.93	2621.04	0.20	0.08
82	3.15	46	SLE F	1	2	1	315.00	-1432.84	47.00	190.00	0.15	239.47	16.00	4.02	462.92	1147.76	2621.04	0.22	0.09
126	3.65	28	SLE Q	2	2	1	25.00	-785.51	47.00	190.00	0.15	239.47	16.00	4.02	462.92	629.23	2621.04	0.12	0.05
129	3.65	45	SLE F	2	2	1	25.00	-954.04	47.00	190.00	0.15	239.47	16.00	4.02	462.92	764.22	2621.04	0.15	0.06
173	8.10	28	SLE Q	2	2	1	470.00	-891.86	47.00	190.00	0.15	239.47	16.00	4.02	462.92	714.42	2621.04	0.14	0.06
177	8.10	46	SLE F	2	2	1	470.00	-1063.93	47.00	190.00	0.15	239.47	16.00	4.02	462.92	852.25	2621.04	0.17	0.07
215	8.60	28	SLE Q	3	2	1	25.00	-1438.71	47.00	190.00	0.15	239.47	16.00	4.02	462.92	1152.47	2621.04	0.22	0.09
218	8.60	45	SLE F	3	2	1	25.00	-1561.72	47.00	190.00	0.15	239.47	16.00	4.02	462.92	1251.00	2621.04	0.24	0.10
259	11.74	28	SLE Q	3	2	1	338.64	719.11	47.00	190.00	0.15	239.47	16.00	4.02	462.92	576.04	2621.03	0.11	0.05
264	11.74	47	SLE F	3	2	1	338.64	791.32	47.00	190.00	0.15	239.47	16.00	4.02	462.92	633.88	2621.03	0.12	0.05
302	12.05	28	SLE Q	3	2	1	370.00	711.28	47.00	190.00	0.15	239.47	16.00	4.02	462.92	569.77	2621.03	0.11	0.05
307	12.05	47	SLE F	3	2	1	370.00	790.78	47.00	190.00	0.15	239.47	16.00	4.02	462.92	633.45	2621.03	0.12	0.05

**Stato limite d'esercizio - Verifiche a fessurazione con combinazione rara**

Le verifiche sono condotte in ottemperanza a quanto prescritto dal Manuale di Progettazione delle Opere Civili - RFIDTCSIPSMIAIFS001C al §2.5.1.8.3.2.4

### VERIFICA A SLE FESSURAZIONE, TENSIONI DI ESERCIZIO - RARA

B	30 cm	<b>Mmax</b>	<b>20,53 KNm</b>
H	40 cm	Rck	37
c	5 cm	fck	30,71
d	35 cm	1,2xfctm	3,60 N/mm <sup>2</sup>
nbarre	2	fsd	374 N/mm <sup>2</sup>
dmedio	1,60 cm	fyk	430 N/mm <sup>2</sup>
c'	4,20 cm		
deff1	16,2 cm		
deff2	15,36 cm		
deff	15,4 cm		

### determinazione $\varepsilon_{sm}$

$\beta_1$	1	c	4,2 cm
$\beta_2$	0,5	s	20,00 cm
$E_s$	<b>206000 N/mm<sup>2</sup></b>	k2	0,4
		k3	0,125
$\varepsilon_{sm} =$	-0,027%	$\phi$	1,6 cm
		n	2
$S_{rm} =$	21,566237	As	4,021239 cm <sup>2</sup>
		b	30 cm
		Ac,eff	460,75 cm <sup>2</sup>
		$\rho_r$	0,008728

### determinazione $w_k$

$w_k =$	<b>0,099 mm</b>	$w_{lim} =$	<b>0,3 mm</b>	<b>OK</b>
---------	-----------------	-------------	---------------	-----------

### 8.3.2 VERIFICA A TAGLIO E TORSIONE

Al fine di escludere la formazione di meccanismi inelastici dovuti al taglio, le sollecitazioni di taglio di calcolo  $V_{Ed}$  si ottengono sommando il contributo dovuto ai carichi gravitazionali agenti sulla trave, considerata incernierata agli estremi, alle sollecitazioni di taglio corrispondenti alla formazione di cerniere plastiche nella trave e prodotte dai momenti resistenti (ultimi) delle due sezioni di plasticizzazione (generalmente quelle di estremità) amplificati del fattore di sovra resistenza  $\gamma_{Rd}$  assunto pari a 1.0 per CDB.

Deve risultare (NTC2018 – 4.1.2.1.3.2):

$$V_{Rd} > V_d$$

dove:

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) FABBRICATI					
	Fabbricato E3 - Tipologico P - Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA00P0 001	REV.

$V_d$  = Valore di calcolo del taglio agente;

$$V_{Rd} = \min (V_{Rsd}, V_{Rcd})$$

Con riferimento all'armatura trasversale, la resistenza di calcolo a "taglio trazione" si calcola con:

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin \alpha$$

Con riferimento al calcestruzzo d'anima, la resistenza di calcolo a "taglio compressione" si calcola con:

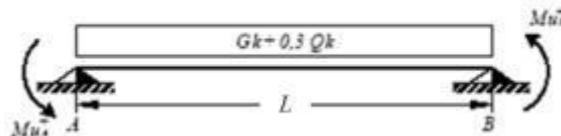
$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$$

dove:

$\alpha$  : Angolo d'inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse dell'elemento;

$\theta$  : Angolo d'inclinazione dei puntoni in calcestruzzo rispetto all'asse dell'elemento.

• **1° Schema:**

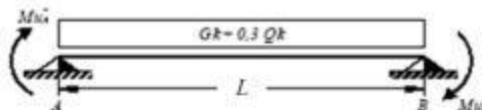


Il taglio è variabile linearmente lungo la trave ed è pari a:

$$V_A = \gamma_{Rd} \frac{Mu^+_A + Mu^+_B}{l_{trave}} + \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$$

$$V_B = \gamma_{Rd} \frac{Mu^+_A + Mu^+_B}{l_{trave}} - \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$$

• **2° Schema:**



Il taglio è variabile linearmente lungo la trave ed è pari a:

$$V_A = \gamma_{Rd} \frac{Mu^-_A + Mu^-_B}{l_{trave}} + \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$$

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>					
	Fabbricato E3 - Tipologico P - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	RS3T	30 D 26	CL	FA00P0 001		67 di 104

$$V_B = \gamma_{Rd} \frac{Mu^-_A + Mu^-_B}{l_{trave}} - \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$$

La verifica di resistenza nei confronti della torsione (SLU) (NTC2018 – 4.1.2.1.4) consiste nel controllare che:

$$T_{Rd} \geq T_{Ed}$$

dove  $T_{Ed}$  è il valore di calcolo del momento torcente.

Per elementi prismatici sottoposti a torsione semplice o combinata con altre sollecitazioni, che abbiano sezione piena o cava, lo schema resistente è costituito da un traliccio periferico in cui gli sforzi di trazione sono affidati alle armature longitudinali e trasversali ivi contenute e gli sforzi di compressione sono affidati alle bielle di calcestruzzo.

Con riferimento al calcestruzzo la resistenza si calcola con:

$$T_{Rcd} = 2 \cdot A \cdot t \cdot f'_{cd} \cdot \text{ctg}\theta / (1 + \text{ctg}\theta)$$

dove  $t$  è lo spessore della sezione cava; per sezioni piene  $t = A_c/u$  dove  $A_c$  è l'area della sezione ed  $u$  è il suo perimetro;  $t$  deve essere assunta comunque  $\geq 2$  volte la distanza fra il bordo e il centro dell'armatura longitudinale.

Le armature longitudinali e trasversali del traliccio resistente devono essere poste entro lo spessore  $t$  del profilo periferico. Le barre longitudinali possono essere distribuite lungo detto profilo, ma comunque una barra deve essere presente su tutti i suoi spigoli.

Con riferimento alle staffe trasversali la resistenza si calcola con:

$$T_{Rsd} = 2 \cdot A \cdot (A_s/s) \cdot f_{yd} \cdot \text{ctg}\theta$$

Con riferimento all'armatura longitudinale la resistenza si calcola con:

$$T_{Rsd} = 2 \cdot A \cdot (\Sigma A_l/u_m) \cdot f_{yd} / \text{ctg}\theta$$

dove si è posto:

$A$  area racchiusa dalla fibra media del profilo periferico;

$A_s$  area delle staffe;

$u_m$  perimetro medio del nucleo resistente;

$s$  passo delle staffe;

$\Sigma A_l$  area complessiva delle barre longitudinali.

L'inclinazione  $\theta$  delle bielle compresse di calcestruzzo rispetto all'asse della trave deve rispettare i limiti seguenti:

$$0,4 \leq \text{ctg}\theta \leq 2,5$$

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>					
	Fabbricato E3 - Tipologico P - Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA00P0 001	REV.

Entro questi limiti, nel caso di torsione pura, può porsi  $\text{ctg } \theta = (a_l/a_s)^{1/2}$

con:  $a_l = \Sigma A_l / u_m$

$a_s = A_s / s$

La resistenza alla torsione della trave è la minore delle tre sopra definite.

Si riporta di seguito un prospetto riepilogativo con i valori delle sollecitazioni taglianti e torcenti ottenute seguendo la metodologia descritta e riportata negli schemi precedenti:

Poiché il valore del taglio determinato mediante la procedura sopra riportata non è maggiore del taglio di calcolo ottenuto a valle dell'analisi strutturale mediante il MODEST ( $V_2=41.58$  kN) si procede alla verifica di resistenza considerando il seguente valore del taglio massimo:

$$V_{Ed-max} = 41.58 \text{ kN}$$

#### Staffe - Verifiche armatura

CC	X0 <m>	X1 <m>	Lung. <m>	Staff.	AfE St. <cmq/m>	bw <m>	Vsdu <daN>	ctgθ	VRsd <daN>	VRcd <daN>	Vrdu <daN>	Sic.T
TGND	0.15	0.55	0.40	ø8/ 8 2 br.	12.57	0.30	2908.06	2.08	31692.10	31692.10	31692.10	10.90
TGND	0.55	2.75	2.20	ø8/20 2 br.	5.03	0.30	3958.75	2.50	15268.10	27948.80	15268.10	3.86
TGND	2.75	3.15	0.40	ø8/ 8 2 br.	12.57	0.30	4158.75	2.08	31692.10	31692.10	31692.10	7.62
TGND	3.65	4.05	0.40	ø8/ 8 2 br.	12.57	0.30	3124.65	2.08	31692.10	31692.10	31692.10	10.14
TGND	4.05	7.70	3.65	ø8/20 2 br.	5.03	0.30	2972.44	2.50	15268.10	27948.80	15268.10	5.14
TGND	7.70	8.10	0.40	ø8/ 8 2 br.	12.57	0.30	3172.44	2.08	31692.10	31692.10	31692.10	9.99
TGND	8.60	9.00	0.40	ø8/ 8 2 br.	12.57	0.30	3880.20	2.08	31692.10	31692.10	31692.10	8.17
TGND	9.00	11.65	2.65	ø8/20 2 br.	5.03	0.30	3680.20	2.50	15268.10	27948.80	15268.10	4.15
TGND	11.65	12.05	0.40	ø8/ 8 2 br.	12.57	0.30	2712.13	2.08	31692.10	31692.10	31692.10	11.69

Si adotteranno nelle zone d'appoggio, per un tratto pari ad 55 cm dal filo esterno del pilastro, staffe  $\Phi 8/8$  cm, per il rispetto dei limiti normativi, mentre nelle zone centrali di campata staffe  $\Phi 8/20$  cm.

### 8.3.3 VERIFICA LIMITAZIONI ARMATURA

In ogni sezione della trave, il rapporto geometrico  $\rho$  relativo all'armatura tesa, indipendentemente dal fatto che l'armatura tesa sia quella al lembo superiore della sezione  $A_s$  o quella al lembo inferiore della sezione  $A_i$ , deve essere compreso entro i seguenti limiti:

$$\frac{1,4}{f_{yk}} < \rho < \rho_{comp} + \frac{3,5}{f_{yk}}$$

dove:

$$\rho = A_s / (bh)$$

Rapporto geometrico relativo all'armatura tesa

$$\rho_{comp} = A_s' / (bh)$$

Rapporto geometrico relativo all'armatura compressa

### Dati Geometrici

Trave:

Base	b=	30cm	ok
altezza	h=	40cm	ok
allargamento	dsx =	0cm	ok
allargamento	ddx =	0cm	ok
copriferro	c=	5cm	

Valori max	Limit. geometriche 7.4.6.1.1	
30cm	b ≥	20cm
120cm	b/h ≥	0,25
20cm	dsx ≤	h/2
20cm	ddx ≤	h/2

### Dati di armatura

Tipo CLS	C30/37	(min C20/25)	D.M.(7.4.2.1)
Tipo Acciaio	B450C	(B450C)	D.M.(7.4.2.2)

$$R_{ck} = 37 \text{ N/mm}^2$$

fck=	30,71	fcd=	17,40	D.M.(4.1.2.1.1.1)	fctm=	2,94	D.M.(11.2.10.2)
fyk=	450	fyd=	391,30	D.M.(4.1.2.1.1.3)			

Diametro min. armatura long. 16 ≥ Φ14 D.M.(7.4.6.2.1)

Diametro staffe 8 ≥ Φ6 D.M.(7.4.6.2.1)

N° braccia staffe 2

### Armatura longitudinale

In campata	n°ferri_tesi	2	As=	4,02cm <sup>2</sup>	As=	4,02cm <sup>2</sup>
	n°ferri_comp.	2	A's=	4,02cm <sup>2</sup>	A's=	4,02cm <sup>2</sup>
zona critica	n°ferri_tesi	2	As=	4,02cm <sup>2</sup>	As=	4,02cm <sup>2</sup>
	n°ferri_comp.	2	A's=	4,02cm <sup>2</sup>	A's=	4,02cm <sup>2</sup>

### Limitazioni Armatura longitudinale 7.4.6.2.1

In campata:	$\rho$ ; $\rho_{comp}$	Arm. min.	Arm. max.	limitazioni	
	0,00335	3,7cm <sup>2</sup>	13,4cm <sup>2</sup>	.4/fyk < $\rho < (\rho_{comp} + (3.5/fyk))$	OK
	0,00335	1,0cm <sup>2</sup>		$\rho_{comp} \geq 0,25\rho$	OK
zona critica:	0,00335	3,7cm <sup>2</sup>	13,4cm <sup>2</sup>	1.4/fyk < $\rho < (\rho_{comp} + (3.5/fy))$	OK
	0,00335	2,0cm <sup>2</sup>		$\rho_{comp} \geq 0,5\rho$	OK

In ogni caso almeno il 50% dell'armatura necessaria per il taglio deve essere costituita da staffe.

Per gli elementi in esame l'armatura trasversale è costituita solo da staffe.

#### 8.4 TRAVI 30X50

Si riportano di seguito le verifiche strutturali delle travi interne aventi sezione rettangolare di dimensioni 30x50 cm. Le verifiche saranno condotte per i differenti stati limite ed in corrispondenza delle sezioni maggiormente sollecitate dell'elemento per effetto della combinazioni di carico più gravose.

Di seguito si riportano le tabelle delle sollecitazioni più gravose ottenute allo SLU (statico e sismico) e agli SLE (Rara, Frequente e Quasi Permanente).

CC	TCC	X <m>	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>
25	SLU	0.15	0	0	0	153.056	-90.974	0.003
25	SLU	3.54	0	0	0	0.368	169.214	0.003
25	SLU	6.95	0	0	0	-153.064	-90.998	0.003
29	SLU	0.15	0	0	0	153.057	-90.862	0.002
29	SLU	3.54	0	0	0	0.368	169.328	0.002
29	SLU	6.95	0	0	0	-153.063	-90.883	0.002
30	SLU	0.15	0	0	0	153.057	-90.906	0.003
30	SLU	3.54	0	0	0	0.368	169.283	0.003
30	SLU	6.95	0	0	0	-153.063	-90.929	0.003
31	SLU	0.15	0	0	0	153.056	-91.086	0.004
31	SLU	3.54	0	0	0	0.367	169.101	0.004
31	SLU	6.95	0	0	0	-153.064	-91.113	0.004
32	SLU	0.15	0	0	0	153.056	-91.041	0.004
32	SLU	3.54	0	0	0	0.367	169.146	0.004
32	SLU	6.95	0	0	0	-153.064	-91.067	0.004
33	SLU	0.15	0	0	0	153.057	-90.867	0.002
33	SLU	3.54	0	0	0	0.368	169.323	0.002
33	SLU	6.95	0	0	0	-153.063	-90.888	0.002
34	SLU	0.15	0	0	0	153.057	-90.909	0.003
34	SLU	3.54	0	0	0	0.368	169.28	0.003
34	SLU	6.95	0	0	0	-153.063	-90.932	0.003
35	SLU	0.15	0	0	0	153.056	-91.081	0.004
35	SLU	3.54	0	0	0	0.367	169.106	0.004
35	SLU	6.95	0	0	0	-153.064	-91.108	0.004
36	SLU	0.15	0	0	0	153.056	-91.038	0.004
36	SLU	3.54	0	0	0	0.368	169.149	0.004
36	SLU	6.95	0	0	0	-153.064	-91.064	0.004

CC	TCC	X <m>	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>
26	SLE R	0.15	0	0	0	109.984	-65.391	0.002
26	SLE R	3.54	0	0	0	0.264	121.576	0.002
26	SLE R	6.95	0	0	0	-109.988	-65.406	0.002
37	SLE R	0.15	0	0	0	109.984	-65.316	0.001
37	SLE R	3.54	0	0	0	0.264	121.652	0.001
37	SLE R	6.95	0	0	0	-109.988	-65.329	0.001
38	SLE R	0.15	0	0	0	109.983	-65.466	0.003
38	SLE R	3.54	0	0	0	0.264	121.501	0.003
38	SLE R	6.95	0	0	0	-109.988	-65.482	0.003
39	SLE R	0.15	0	0	0	109.983	-65.463	0.003
39	SLE R	3.54	0	0	0	0.264	121.504	0.003
39	SLE R	6.95	0	0	0	-109.988	-65.479	0.003
40	SLE R	0.15	0	0	0	109.984	-65.32	0.001
40	SLE R	3.54	0	0	0	0.264	121.649	0.001
40	SLE R	6.95	0	0	0	-109.988	-65.332	0.001
41	SLE R	0.15	0	0	0	109.984	-65.346	0.002
41	SLE R	3.54	0	0	0	0.264	121.622	0.002
41	SLE R	6.95	0	0	0	-109.988	-65.36	0.002
42	SLE R	0.15	0	0	0	109.983	-65.436	0.002
42	SLE R	3.54	0	0	0	0.264	121.531	0.002
42	SLE R	6.95	0	0	0	-109.988	-65.452	0.002
43	SLE R	0.15	0	0	0	109.984	-65.348	0.002
43	SLE R	3.54	0	0	0	0.264	121.62	0.002
43	SLE R	6.95	0	0	0	-109.988	-65.362	0.002
44	SLE R	0.15	0	0	0	109.983	-65.434	0.002
44	SLE R	3.54	0	0	0	0.264	121.533	0.002
44	SLE R	6.95	0	0	0	-109.988	-65.45	0.002

CC	TCC	X <m>	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>
27	SLE F	0.15	0	0	0	99.196	-58.693	0.002
27	SLE F	3.54	0	0	0	0.238	109.935	0.002
27	SLE F	6.95	0	0	0	-99.2	-58.706	0.002
45	SLE F	0.15	0	0	0	99.196	-58.678	0.002
45	SLE F	3.54	0	0	0	0.238	109.95	0.002
45	SLE F	6.95	0	0	0	-99.199	-58.691	0.002
46	SLE F	0.15	0	0	0	99.196	-58.708	0.002
46	SLE F	3.54	0	0	0	0.238	109.92	0.002
46	SLE F	6.95	0	0	0	-99.2	-58.722	0.002

47	SLE F	0.15	0	0	0	99.196	-58.679	0.002
47	SLE F	3.54	0	0	0	0.238	109.949	0.002
47	SLE F	6.95	0	0	0	-99.199	-58.692	0.002
48	SLE F	0.15	0	0	0	99.196	-58.708	0.002
48	SLE F	3.54	0	0	0	0.238	109.92	0.002
48	SLE F	6.95	0	0	0	-99.2	-58.721	0.002
49	SLE F	0.15	0	0	0	99.196	-58.693	0.002
49	SLE F	3.54	0	0	0	0.238	109.935	0.002
49	SLE F	6.95	0	0	0	-99.2	-58.706	0.002

CC	TCC	X <m>	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>
28	SLE Q	0.15	0	0	0	96.499	-57.019	0.002
28	SLE Q	3.54	0	0	0	0.232	107.025	0.002
28	SLE Q	6.95	0	0	0	-96.502	-57.032	0.002
50	SLE Q	0.15	0	0	0	96.499	-57.019	0.002
50	SLE Q	3.54	0	0	0	0.232	107.025	0.002
50	SLE Q	6.95	0	0	0	-96.502	-57.032	0.002

#### 8.4.1 VERIFICA A FLESSIONE

Si riportano di seguito le verifiche a flessione, in corrispondenza della sezione d'appoggio e della sezione di campata (convenzione sui segni: compressione negativa (-), momento flettente che tende le fibre superiori negativo (-)).

In funzione delle sollecitazioni si è dimensionata opportunamente l'armatura longitudinale delle travi:

##### 1) Zone d'appoggio:

- Armatura superiore 3  $\Phi$  16
- Armatura inferiore 6  $\Phi$  16

##### 2) Campata:

- Armatura superiore 3  $\Phi$  16
- Armatura inferiore 6  $\Phi$  16

In aggiunta, fuori calcolo, andranno disposti 2  $\Phi$  12 come ferri di parete.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>					
	Fabbricato E3 - Tipologico P - Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA00P0 001	REV.

Le verifiche di resistenza a flessione allo SLU ed agli SLE (NTC2018 – 4.1.2.1.2.4) per le sezioni di appoggio e di campata sono state condotte con il supporto del MODEST considerando le sollecitazioni riportate nel prospetto precedente.

Essendo la sezione armata in maniera simmetrica in campata ed in appoggio si esegue la verifica di una sola sezione in cui le sollecitazioni calcolate in appoggio sono invertite di segno.

## Travata n. 106

Nodi: 102 106

### Simbologia

Caso	= Caso di verifica
Xg	= Coordinata progressiva (dal primo nodo) in cui viene effettuato il progetto/verifica
CC	= Combinazione delle condizioni di carico elementari
c	= momento fittizio in campata
a	= momento fittizio agli appoggi
TG	= taglio da gerarchia delle resistenze
TGND	= taglio non dissipativo limitante la gerarchia
T	= momento traslato per taglio
e	= eccentricità aggiuntiva in caso di compressione o pressoflessione
TCC	= Tipo di combinazione di carico
SLU	= Stato limite ultimo
SLU S	= Stato limite ultimo (azione sismica)
SLE R	= Stato limite d'esercizio, combinazione rara
SLE F	= Stato limite d'esercizio, combinazione frequente
SLE Q	= Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente
SLD	= Stato limite di danno
SLV	= Stato limite di salvaguardia della vita
SLC	= Stato limite di prevenzione del collasso
SLO	= Stato limite di operatività
SLU I	= Stato limite di resistenza al fuoco
SND	= Stato limite di salvaguardia della vita (non dissipativo)
El	= Elemento (asta) in cui viene effettuato il progetto/verifica (progressivo sul numero di aste)
Sez.	= Numero della sezione
Crit.	= Numero del criterio di progetto
X	= Coordinata progressiva rispetto al nodo iniziale
AfE S	= Area di ferro effettiva totale presente nel punto di verifica, superiore
AfE I	= Area di ferro effettiva totale presente nel punto di verifica, inferiore
AfEP S	= Area di ferro effettiva parziale presente nella CC considerata, per la sollecitazione indicata, superiore
AfEP I	= Area di ferro effettiva parziale presente nella CC considerata, per la sollecitazione indicata, inferiore
My	= Momento flettente intorno all'asse Y
MRdy	= Momento resistente allo stato limite ultimo intorno all'asse Y
Sic.	= Sicurezza a rottura
$\sigma_{add}$	= Tensione di distacco della fibra di estremità (modo 1)
$\Delta\%$	= Incremento percentuale sicurezza
$\sigma_2$ sup	= Tensione nel ferro - superiore
$\sigma_2$ inf	= Tensione nel ferro - inferiore
$\sigma_c$	= Tensione nel calcestruzzo
X0	= Coordinata progressiva (dal nodo iniziale) dell'inizio del tratto
X1	= Coordinata progressiva (dal nodo iniziale) della fine del tratto
Lung.	= Lunghezza del tratto di progettazione
Staff.	= Staffatura adottata
AfE St.	= Area di ferro effettiva della staffatura (d'anima per travi a T o L)

Fabbricato E3 - Tipologico P - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 26	CL	FA00P0 001		74 di 104

bw = Larghezza membratura resistente al taglio  
 Vsdu = Taglio agente nella direzione del momento ultimo  
 ctgθ = Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo  
 VRsd = Taglio ultimo lato armatura  
 VRcd = Taglio ultimo lato calcestruzzo  
 Vrdu = Taglio ultimo assorbibile dal solo calcestruzzo  
 Sic.T = Sicurezza a rottura per taglio  
 c = Ricoprimento dell'armatura  
 s = Distanza minima tra le barre  
 K3 = Coefficiente di forma del diagramma delle tensioni prima della fessurazione  
 s<sub>rm</sub> = Distanza media tra le fessure  
 φ = Diametro della barra  
 A<sub>s</sub> = Area complessiva dei ferri nell'area di calcestruzzo efficace  
 A<sub>c eff</sub> = Area di calcestruzzo efficace  
 σ<sub>s</sub> = Tensione nell'acciaio nella sezione fessurata  
 σ<sub>sr</sub> = Tensione nell'acciaio corrispondente al raggiungimento della resistenza a trazione nel calcestruzzo  
 ε<sub>sm</sub> = Deformazione unitaria media dell'armatura (\*1000)  
 Wk = Apertura delle fessure  
 Tipo = Tipologia  
     2C = Doppia C lato labbri  
     2Cdx = Doppia C lato costola  
     2I = Doppia I  
     2L = Doppia L lato labbri  
     2Ldx = Doppia L lato costole  
     C = Sezione a C  
     Cdx = C destra  
     Cir. = Circolare  
     Cir.c = Circolare cava  
     I = Sezione a I  
     L = Sezione a L  
     Ldx = L destra  
     Om. = Omega  
     Pg = Pi greco  
     Pr = Poligono regolare  
     Prc = Poligono regolare cavo  
     Pc = Per coordinate  
     Ia = Inerzie assegnate  
     R = Rettangolare  
     Rc = Rettangolare cava  
     T = Sezione a T  
     U = Sezione a U  
     Ur = U rovescia  
     V = Sezione a V  
     Vr = V rovescia  
     Z = Sezione a Z  
     Zdx = Z destra  
     Ts = T stondata  
     Ls = L stondata  
     Cs = C stondata  
     Is = I stondata  
     Dis. = Disegnata  
 B = Base  
 H = Altezza  
 Cf sup = Copriferro superiore  
 Cf inf = Copriferro inferiore  
 Cls = Tipo di calcestruzzo  
 Fck = Resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo

Fabbricato E3 - Tipologico P - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 26	CL	FA00P0 001		75 di 104

Fctk = Resistenza caratteristica a trazione del calcestruzzo

Fcd = Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo

Fctd = Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo

Tp = Tipo di acciaio

Fyk = Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio

Fyd = Resistenza di calcolo dell'acciaio

#### Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Sez.	Tipo	B <cm>	H <cm>	Cf sup <cm>	Cf inf <cm>	Cls	Fck <daN/cmq>	Fctk <daN/cmq>	Fcd <daN/cmq>	Fctd <daN/cmq>	Tp	Fyk <daN/cmq>	Fyd <daN/cmq>
1R		30.00	50.00	5.50	5.50	C30/37	307.10	20.59	174.02	13.73	B450C	4500.00	3913.04

#### Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione

Xg <m>	CC	TCC	El	X <cm>	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	AfEP S <cmq>	AfEP I <cmq>	My <daNm>	MRdy <daNm>	Sic.
0.15	31	SLU	1	15.00	6.03	6.03	6.03	6.03	-9108.62	-9952.24	1.093
3.24	29	SLU	1	324.09	6.03	12.06	6.03	12.06	18626.30	19144.90	1.028
6.95	31	SLU	1	695.00	6.03	6.03	6.03	6.03	-9111.32	-9952.24	1.092

#### Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Xg <m>	CC	TCC	El	X <cm>	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	My <daNm>	$\sigma_e$ sup <daN/cmq>	$\sigma_e$ inf <daN/cmq>	$\sigma_c$ <daN/cmq>
0.15	38	SLE R	1	15.00	6.03	6.03	-6546.60	2707.39	-577.08	69.35
0.15	28	SLE Q	1	15.00	6.03	6.03	-5701.90	2358.06	-502.62	60.40
3.24	37	SLE R	1	324.09	6.03	12.06	13381.90	-1115.01	2843.96	111.56
3.24	28	SLE Q	1	324.09	6.03	12.06	11772.80	-980.94	2502.00	98.14
6.95	38	SLE R	1	695.00	6.03	6.03	-6548.24	2708.07	-577.22	69.37
6.95	28	SLE Q	1	695.00	6.03	6.03	-5703.16	2358.58	-502.73	60.42

#### Stato limite d'esercizio - Verifiche a fessurazione

Caso	Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	Crit.	X <cm>	My <daNm>	c <mm>	s <mm>	K3	S <sub>rm</sub> <mm>	$\Phi$	A <sub>s</sub> <cmq>	A <sub>c</sub> eff <cmq>	$\sigma_s$ <daN/cmq>	$\sigma_{sr}$ <daN/cmq>	$\delta_{sm}$	Wk <mm>
39	0.15	28	SLE Q	1	1	1	15.00	-5701.90	47.00	95.00	0.17	198.98	16.00	6.03	486.13	2358.06	2226.87	0.63	0.21
43	0.15	46	SLE F	1	1	1	15.00	-5870.84	47.00	95.00	0.17	198.98	16.00	6.03	486.13	2427.93	2226.87	0.68	0.23
81	3.24	28	SLE Q	1	1	1	324.09	11772.80	47.00	38.00	0.16	144.18	16.00	12.06	491.69	2502.00	1293.89	1.05	0.26
84	3.24	45	SLE F	1	1	1	324.09	12094.60	47.00	38.00	0.16	144.18	16.00	12.06	491.69	2570.39	1293.89	1.09	0.27
127	6.95	28	SLE Q	1	1	1	695.00	-5703.16	47.00	95.00	0.17	198.98	16.00	6.03	486.13	2358.58	2226.87	0.63	0.21
131	6.95	46	SLE F	1	1	1	695.00	-5872.18	47.00	95.00	0.17	198.98	16.00	6.03	486.13	2428.48	2226.87	0.68	0.23

#### Stato limite d'esercizio - Verifiche a fessurazione con combinazione rara

Le verifiche sono condotte in ottemperanza a quanto prescritto dal Manuale di Progettazione delle Opere Civili - RFIDTCSIPSMAlFS001C al §2.5.1.8.3.2.4

### VERIFICA A SLE FESSURAZIONE, TENSIONI DI ESERCIZIO - RARA

B	30 cm	<b>Mmax</b>	<b>133,81 KNm</b>
H	50 cm	Rck	37
c	5 cm	fck	30,71
d	45 cm	1,2xfctm	3,60 N/mm <sup>2</sup>
nbarre	6	fsd	374 N/mm <sup>2</sup>
dmedio	1,60 cm	fyk	430 N/mm <sup>2</sup>
c'	4,20 cm		
deff1	16,2 cm		
deff2	16,73 cm		
deff	16,2 cm		

### determinazione $\epsilon_{sm}$

$\beta_1$	1	c	4,2 cm
$\beta_2$	0,5	s	4,00 cm
$E_s$	<b>206000 N/mm<sup>2</sup></b>	k2	0,4
		k3	0,125
$\epsilon_{sm} =$	0,121%	$\phi$	1,6 cm
		n	6
$S_{rm} =$	12,422888	As	12,06372 cm <sup>2</sup>
		b	30 cm
		Ac,eff	486,00 cm <sup>2</sup>
		$\rho_r$	0,024822

### determinazione $w_k$

$w_k =$	<b>0,255 mm</b>	$w_{lim} =$	<b>0,3 mm</b>	<b>OK</b>
---------	-----------------	-------------	---------------	-----------

## 8.4.2 VERIFICA A TAGLIO E TORSIONE

Al fine di escludere la formazione di meccanismi inelastici dovuti al taglio, le sollecitazioni di taglio di calcolo  $V_{Ed}$  si ottengono sommando il contributo dovuto ai carichi gravitazionali agenti sulla trave, considerata incernierata agli estremi, alle sollecitazioni di taglio corrispondenti alla formazione di cerniere plastiche nella trave e prodotte dai momenti resistenti (ultimi) delle due sezioni di plasticizzazione (generalmente quelle di estremità) amplificati del fattore di sovra resistenza  $\gamma_{Rd}$  assunto pari a 1.0 per CDB.

Deve risultare (NTC2018 – 4.1.2.1.3.2):

$$V_{Rd} > V_d$$

dove:

$V_d$  = Valore di calcolo del taglio agente;

$$V_{Rd} = \min (V_{Rsd}, V_{Rcd})$$

Con riferimento all'armatura trasversale, la resistenza di calcolo a "taglio trazione" si calcola con:

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin \alpha$$

Con riferimento al calcestruzzo d'anima, la resistenza di calcolo a "taglio compressione" si calcola con:

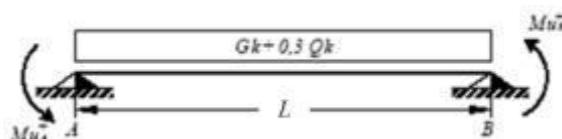
$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$$

dove:

$\alpha$  : Angolo d'inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse dell'elemento;

$\theta$  : Angolo d'inclinazione dei puntoni in calcestruzzo rispetto all'asse dell'elemento.

• **1° Schema:**

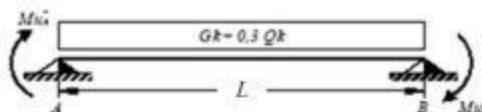


Il taglio è variabile linearmente lungo la trave ed è pari a:

$$V_A = \gamma_{Rd} \frac{Mu^+_A + Mu^+_B}{l_{trave}} + \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$$

$$V_B = \gamma_{Rd} \frac{Mu^+_A + Mu^+_B}{l_{trave}} - \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$$

• **2° Schema:**



Il taglio è variabile linearmente lungo la trave ed è pari a:

$$V_A = \gamma_{Rd} \frac{Mu^-_A + Mu^-_B}{l_{trave}} + \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$$

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>					
	Fabbricato E3 - Tipologico P - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	RS3T	30 D 26	CL	FA00P0 001		78 di 104

$$V_B = \gamma_{Rd} \frac{Mu^-_A + Mu^-_B}{l_{trave}} - \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$$

La verifica di resistenza nei confronti della torsione (SLU) (NTC2018 – 4.1.2.1.4) consiste nel controllare che:

$$T_{Rd} \geq T_{Ed}$$

dove  $T_{Ed}$  è il valore di calcolo del momento torcente.

Per elementi prismatici sottoposti a torsione semplice o combinata con altre sollecitazioni, che abbiano sezione piena o cava, lo schema resistente è costituito da un traliccio periferico in cui gli sforzi di trazione sono affidati alle armature longitudinali e trasversali ivi contenute e gli sforzi di compressione sono affidati alle bielle di calcestruzzo.

Con riferimento al calcestruzzo la resistenza si calcola con:

$$T_{Rcd} = 2 \cdot A \cdot t \cdot f'_{cd} \cdot \text{ctg}\theta / (1 + \text{ctg}\theta)$$

dove  $t$  è lo spessore della sezione cava; per sezioni piene  $t = A_c/u$  dove  $A_c$  è l'area della sezione ed  $u$  è il suo perimetro;  $t$  deve essere assunta comunque  $\geq 2$  volte la distanza fra il bordo e il centro dell'armatura longitudinale.

Le armature longitudinali e trasversali del traliccio resistente devono essere poste entro lo spessore  $t$  del profilo periferico. Le barre longitudinali possono essere distribuite lungo detto profilo, ma comunque una barra deve essere presente su tutti i suoi spigoli.

Con riferimento alle staffe trasversali la resistenza si calcola con:

$$T_{Rsd} = 2 \cdot A \cdot (A_s/s) \cdot f_{yd} \cdot \text{ctg}\theta$$

Con riferimento all'armatura longitudinale la resistenza si calcola con:

$$T_{Rsd} = 2 \cdot A \cdot (\Sigma A_l/u_m) \cdot f_{yd} / \text{ctg}\theta$$

dove si è posto:

$A$  area racchiusa dalla fibra media del profilo periferico;

$A_s$  area delle staffe;

$u_m$  perimetro medio del nucleo resistente;

$s$  passo delle staffe;

$\Sigma A_l$  area complessiva delle barre longitudinali.

L'inclinazione  $\theta$  delle bielle compresse di calcestruzzo rispetto all'asse della trave deve rispettare i limiti seguenti:

$$0,4 \leq \text{ctg}\theta \leq 2,5$$

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) FABBRICATI					
	Fabbricato E3 - Tipologico P - Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA00P0 001	REV.

Entro questi limiti, nel caso di torsione pura, può porsi  $\text{ctg } \theta = (a_l/a_s)^{1/2}$

con:  $a_l = \Sigma A_l / u_m$

$a_s = A_s / s$

La resistenza alla torsione della trave è la minore delle tre sopra definite.

Si riporta di seguito un prospetto riepilogativo con i valori delle sollecitazioni taglianti e torcenti ottenute seguendo la metodologia descritta e riportata negli schemi precedenti:

Poiché il valore del taglio determinato mediante la procedura sopra riportata è maggiore del taglio di calcolo ottenuto a valle dell'analisi strutturale mediante il MODEST ( $V_2=153.06$  kN) si procede alla verifica di resistenza considerando il seguente valore del taglio massimo:

$$V_{Ed-max} = 153.06 \text{ kN}$$

#### Staffe - Verifiche armatura

CC	X0 <m>	X1 <m>	Lung. <m>	Staff.	AfE St. <cmq/m>	bw <m>	Vsdu <daN>	ctg	VRsd <daN>	VRcd <daN>	Vrdu <daN>	Sic.T
29 SLU	0.15	0.65	0.50	Ø8/10 2 br.	10.05	0.30	15305.70	2.37	37401.50	37401.50	37401.50	2.44
31 SLU	0.65	6.45	5.80	Ø8/20 2 br.	5.03	0.30	13055.50	2.50	19693.70	36049.80	19693.70	1.51
31 SLU	6.45	6.95	0.50	Ø8/10 2 br.	10.05	0.30	15306.40	2.37	37401.50	37401.50	37401.50	2.44

Si adatteranno nelle zone d'appoggio, per un tratto pari ad 65 cm dal filo esterno del pilastro, staffe Ø8/10 cm, per il rispetto dei limiti normativi, mentre nelle zone centrali di campata staffe Ø8/20 cm.

### 8.4.3 VERIFICA LIMITAZIONI ARMATURA

In ogni sezione della trave, il rapporto geometrico  $\rho$  relativo all'armatura tesa, indipendentemente dal fatto che l'armatura tesa sia quella al lembo superiore della sezione  $A_s$  o quella al lembo inferiore della sezione  $A_i$ , deve essere compreso entro i seguenti limiti:

$$\frac{1,4}{f_{yk}} < \rho < \rho_{comp} + \frac{3,5}{f_{yk}}$$

dove:

$\rho = A_s / (bh)$  Rapporto geometrico relativo all'armatura tesa

$\rho_{comp} = A_s' / (bh)$  Rapporto geometrico relativo all'armatura compressa

### Dati Geometrici

#### Trave:

Base	b=	30cm	ok
altezza	h=	50cm	
allargamento	dsx =	0cm	
allargamento	ddx =	0cm	
copriferro		c=	5cm

Valori max	Limit. geometriche 7.4.6.1.1	
30cm	b ≥	20cm
120cm	b/h ≥	0,25
25cm	dsx ≤	h/2
25cm	ddx ≤	h/2

### Dati di armatura

Tipo CLS	C30/37	(min C20/25)	D.M.(7.4.2.1)
Tipo Acciaio	B450C	(B450C)	D.M.(7.4.2.2)

$$R_{ck} = 37 \text{ N/mm}^2$$

fck=	30,71	fcd=	17,40	D.M.(4.1.2.1.1.1)	fctm=	2,94	D.M.(11.2.10.2)
fyk=	450	fyd=	391,30	D.M.(4.1.2.1.1.3)			

Diametro min. armatura long.	16	≥ Φ14	D.M.(7.4.6.2.1)
------------------------------	----	-------	-----------------

Diametro staffe	8	≥ Φ6	D.M.(7.4.6.2.1)
-----------------	---	------	-----------------

N° braccia staffe	2
-------------------	---

### Armatura longitudinale

In campata	n°ferri_tesi	6	As=	12,06cm <sup>2</sup>	As=	12,06cm <sup>2</sup>
	n°ferri_comp.	3	A's=	6,03cm <sup>2</sup>	A's=	6,03cm <sup>2</sup>
zona critica	n°ferri_tesi	3	As=	6,03cm <sup>2</sup>	As=	6,03cm <sup>2</sup>
	n°ferri_comp.	3	A's=	6,03cm <sup>2</sup>	A's=	6,03cm <sup>2</sup>

### Limitazioni Armatura longitudinale 7.4.6.2.1

In campata:	$\rho$ ; $\rho_{comp}$	Arm. min.	Arm. max.	limitazioni	
	0,00804	4,7cm <sup>2</sup>	17,7cm <sup>2</sup>	$1.4/f_{yk} < \rho < (\rho_{comp} + (3.5/f_{yk}))$	OK
	0,00402	3,0cm <sup>2</sup>		$\rho_{comp} \geq 0,25\rho$	OK
zona critica:	0,00402	4,7cm <sup>2</sup>	17,7cm <sup>2</sup>	$1.4/f_{yk} < \rho < (\rho_{comp} + (3.5/f_{yk}))$	OK
	0,00402	3,0cm <sup>2</sup>		$\rho_{comp} \geq 0,5\rho$	OK

In ogni caso almeno il 50% dell'armatura necessaria per il taglio deve essere costituita da staffe.

Per gli elementi in esame l'armatura trasversale è costituita solo da staffe.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>					
	Fabbricato E3 - Tipologico P - Relazione di calcolo	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30 D 26</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>FA00P0 001</b>	REV. 

## 8.5 PILASTRI D'ANGOLO (30X50)

Si riportano di seguito le verifiche strutturali dei pilastri d'angolo aventi sezione rettangolare di dimensioni 30x50 cm. Le verifiche saranno condotte per i differenti stati limite ed in corrispondenza delle sezioni maggiormente sollecitate dell'elemento per effetto delle combinazioni di carico più gravose.

Preliminarmente alla verifica di resistenza dei pilastri allo SLU è necessario valutare la stabilità degli elementi snelli. Tali verifiche devono essere condotte attraverso un'analisi del secondo ordine che tenga conto degli effetti flessionali delle azioni assiali sulla configurazione deformata degli elementi stessi. In via approssimativa gli effetti del secondo ordine in pilastri singoli possono essere trascurati se la snellezza  $\lambda$  non supera il valore limite (4.1.2.1.7-NTC2018):

$$\lambda_{lim} = 15.4 \cdot \frac{C}{\sqrt{\nu}}$$

dove:

$\nu = N_{Ed} / (A_c \cdot f_{cd})$  è l'azione assiale adimensionale;

$C = 1,7 - r_m$  dipende dalla distribuzione dei momenti del primo ordine;

$r_m = M_{01} / M_{02}$  rapporto tra i momenti flettenti del primo ordine alle due estremità del pilastro (con  $M_{02} \geq M_{01}$ ).

E' stata valutata la snellezza  $\lambda$  del pilastro:

### SNELLEZZA LIMITE PILASTRI

NED =	114639	N
B =	300	mm
H =	500	mm
fcd =	17,40	N/mm <sup>2</sup>

n 0,0439

C 1,948

Mtesta	20318000	Nxmm
Mpiede	81913000	Nxmm
rm	0,2480	

l limite 143,130

### SNELLEZZA PILASTRO

J min	1,125E+09	mm <sup>4</sup>
r min	86,603	mm

b	1	
l0	4200	mm

l pilastro 48,497

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>					
	Fabbricato E3 - Tipologico P - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	RS3T	30 D 26	CL	FA00P0 001		82 di 104

La verifica risulta soddisfatta.

Per quanto concerne le non linearità geometriche sono prese in conto, quando necessario, attraverso il fattore  $\theta$  di seguito definito. In particolare, per le costruzioni civili ed industriali esse possono essere trascurate nel caso in cui risulti:

$$\theta = \frac{P \cdot d_r}{V \cdot h} \leq 0.1$$

dove:

P è il carico verticale totale agente;

$d_r$  è lo spostamento orizzontale medio d'interpiano;

V è la forza orizzontale totale agente;

h è l'altezza dell'elemento.

Si riporta di seguito la verifica delle non linearità geometriche facendo riferimento alle combinazioni di carico che producono lo spostamento orizzontale maggiore SLD\_Y.

Elenco spostamenti e rigidezze teoriche di impalcato

Simbologia

Imp. = Numero dell'impalcato  
 Sx = Spostamento impalcato in dir. X  
 Rig X = Rigidezza teorica in direzione X  
 Dif X % = Differenza percentuale della rigidezza X rispetto all'impalcato precedente  
 $\Theta_x$  = Coefficiente  $\Theta$  in dir. X  
 Br X = Coordinata X della posizione baricentro rigidezze teorico  
 Sy = Spostamento impalcato in dir. Y  
 Rig Y = Rigidezza teorica in direzione Y  
 Dif Y % = Differenza percentuale della rigidezza Y rispetto all'impalcato precedente  
 $\Theta_y$  = Coefficiente  $\Theta$  in dir. Y  
 Br Y = Coordinata Y della posizione baricentro rigidezze teorico

Imp.	Sx <m>	Rig X <kN/m>	Dif X %	$\Theta_x$	Br X <m>	Sy <m>	Rig Y <kN/m>	Dif Y %	$\Theta_y$	Br Y <m>
1	1.53E-03	70206.20	0.00	3.00E-03	6.33	1.73E-03	61903.50	0.00	3.40E-03	3.70

$$\Theta_{y, \text{MAX}} = 0.0034 < 0.1$$

### 8.5.1 VERIFICA A FLESSIONE

Nelle tabelle seguenti sono riportate le sollecitazioni ottenute agli SLU statico e simico ed agli SLE (rara, frequente e quasi permanente).

CC	TCC	X <m>	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>
25	SLU	0.00	-109.817	4.409	-11.499	-16.494	-16.999	0.000
25	SLU	3.95	-90.561	4.409	5.916	-16.494	-82.152	0.000
29	SLU	0.00	-114.639	-13.189	9.328	-15.594	-20.318	0.001
29	SLU	3.95	-95.383	7.549	-1.810	-15.594	-81.913	0.001
30	SLU	0.00	-112.711	-6.150	0.997	-15.954	-18.991	0.001
30	SLU	3.95	-93.454	6.293	1.280	-15.954	-82.009	0.001
31	SLU	0.00	-104.995	22.006	-32.327	-17.395	-13.680	-0.000
31	SLU	3.95	-85.739	1.269	13.642	-17.395	-82.392	-0.000
32	SLU	0.00	-106.924	14.967	-23.996	-17.035	-15.008	-0.000
32	SLU	3.95	-87.668	2.525	10.551	-17.035	-82.296	-0.000
33	SLU	0.00	-115.023	-8.862	5.907	-15.623	-20.211	0.001
33	SLU	3.95	-95.767	4.765	-2.185	-15.623	-81.921	0.001
34	SLU	0.00	-112.941	-3.554	-1.056	-15.971	-18.926	0.001
34	SLU	3.95	-93.684	4.623	1.055	-15.971	-82.013	0.001
35	SLU	0.00	-104.611	17.680	-28.905	-17.366	-13.788	-0.000
35	SLU	3.95	-85.355	4.053	14.017	-17.366	-82.384	-0.000
36	SLU	0.00	-106.694	12.372	-21.943	-17.017	-15.072	-0.000
36	SLU	3.95	-87.437	4.195	10.777	-17.017	-82.291	-0.000

CC	TCC	X <m>	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>
26	SLE R	0.00	-80.036	3.147	-8.225	-11.826	-12.290	0.000
26	SLE R	3.95	-65.223	3.147	4.208	-11.826	-59.002	0.000
37	SLE R	0.00	-83.251	-8.584	5.661	-11.225	-14.503	0.001
37	SLE R	3.95	-68.438	5.241	-0.943	-11.225	-58.843	0.001
38	SLE R	0.00	-76.821	14.879	-22.110	-12.427	-10.077	-0.000
38	SLE R	3.95	-62.008	1.054	9.358	-12.427	-59.162	-0.000
39	SLE R	0.00	-76.565	11.995	-19.829	-12.407	-10.149	-0.000
39	SLE R	3.95	-61.753	2.910	9.609	-12.407	-59.157	-0.000
40	SLE R	0.00	-83.506	-5.700	3.380	-11.245	-14.431	0.001
40	SLE R	3.95	-68.694	3.385	-1.193	-11.245	-58.848	0.001
41	SLE R	0.00	-81.965	-3.892	0.107	-11.466	-13.618	0.001
41	SLE R	3.95	-67.152	4.403	1.118	-11.466	-58.907	0.001
42	SLE R	0.00	-78.107	10.186	-16.556	-12.186	-10.962	-0.000

42	SLE R	3.95	-63.294	1.891	7.298	-12.186	-59.098	-0.000
43	SLE R	0.00	-82.118	-2.161	-1.262	-11.477	-13.575	0.001
43	SLE R	3.95	-67.306	3.290	0.967	-11.477	-58.910	0.001
44	SLE R	0.00	-77.953	8.456	-15.187	-12.175	-11.005	-0.000
44	SLE R	3.95	-63.141	3.005	7.448	-12.175	-59.095	-0.000

CC	TCC	X <m>	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>
27	SLE F	0.00	-75.468	3.101	-8.067	-10.645	-12.289	0.000
27	SLE F	3.95	-60.655	3.101	4.183	-10.645	-54.337	0.000
45	SLE F	0.00	-76.111	0.755	-5.290	-10.525	-12.732	0.000
45	SLE F	3.95	-61.298	3.520	3.153	-10.525	-54.305	0.000
46	SLE F	0.00	-74.825	5.448	-10.844	-10.765	-11.847	0.000
46	SLE F	3.95	-60.012	2.683	5.213	-10.765	-54.369	0.000
47	SLE F	0.00	-76.162	1.332	-5.746	-10.529	-12.717	0.000
47	SLE F	3.95	-61.349	3.149	3.103	-10.529	-54.306	0.000
48	SLE F	0.00	-74.774	4.871	-10.388	-10.761	-11.861	0.000
48	SLE F	3.95	-59.961	3.054	5.263	-10.761	-54.368	0.000
49	SLE F	0.00	-75.468	3.101	-8.067	-10.645	-12.289	0.000
49	SLE F	3.95	-60.655	3.101	4.183	-10.645	-54.337	0.000

CC	TCC	X <m>	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>
28	SLE Q	0.00	-74.326	3.090	-8.027	-10.350	-12.289	0.000
28	SLE Q	3.95	-59.513	3.090	4.177	-10.350	-53.170	0.000
50	SLE Q	0.00	-74.326	3.090	-8.027	-10.350	-12.289	0.000
50	SLE Q	3.95	-59.513	3.090	4.177	-10.350	-53.170	0.000

## Pilastri d'angolo

In funzione delle sollecitazioni si è dimensionata opportunamente l'armatura longitudinale del pilastro:

- Armatura lati corti  $2 \Phi 20$
- Armatura lato lungo  $2 \Phi 20 + 2 \Phi 16$

Le verifiche di resistenza a flessione allo SLU ed agli SLE (NTC2018 – 4.1.2.1.2.4) per le sezioni di incastro e di campata sono state condotte con il supporto del MODEST considerando le sollecitazioni riportate nel prospetto precedente.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>					
	Fabbricato E3 - Tipologico P - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	RS3T	30 D 26	CL	FA00P0 001		85 di 104

Essendo i pilastri orientati in maniera diversa sono state eseguite le verifiche coerentemente con l'orientamento degli assi locali definiti nel modello di calcolo.

## Pilastrata n. 1

Nodi: 1 101

### Simbologia

Xg	= Coordinata progressiva (dal primo nodo) in cui viene effettuato il progetto/verifica
CC	= Combinazione delle condizioni di carico elementari e = eccentricità aggiuntiva in caso di compressione o pressoflessione $\alpha$ = amplificazione per gerarchia delle resistenze TG = taglio da gerarchia delle resistenze
TCC	= Tipo di combinazione di carico SLU = Stato limite ultimo SLU S = Stato limite ultimo (azione sismica) SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente SLD = Stato limite di danno SLV = Stato limite di salvaguardia della vita SLC = Stato limite di prevenzione del collasso SLO = Stato limite di operatività SLU I = Stato limite di resistenza al fuoco SND = Stato limite di salvaguardia della vita (non dissipativo)
El	= Elemento (asta) in cui viene effettuato il progetto/verifica (progressivo sul numero di aste)
Sez.	= Numero della sezione
X	= Coordinata progressiva rispetto al nodo iniziale
N	= Sforzo normale
Mz	= Momento flettente intorno all'asse Z
My	= Momento flettente intorno all'asse Y
My ver.	= Momento flettente di verifica intorno all'asse Y
c	= Ricoprimento dell'armatura
s	= Distanza minima tra le barre
K3	= Coefficiente di forma del diagramma delle tensioni prima della fessurazione
s <sub>rm</sub>	= Distanza media tra le fessure
$\Phi$	= Diametro della barra
A <sub>s</sub>	= Area complessiva dei ferri nell'area di calcestruzzo efficace
A <sub>c eff</sub>	= Area di calcestruzzo efficace
$\sigma_s$	= Tensione nell'acciaio nella sezione fessurata
$\sigma_{sr}$	= Tensione nell'acciaio corrispondente al raggiungimento della resistenza a trazione nel calcestruzzo
$\epsilon_{sm}$	= Deformazione unitaria media dell'armatura (*1000)
Wk	= Apertura delle fessure
M	= Momento flettente
MRd	= Momento resistente allo stato limite ultimo
$\mu\Phi$	= Valore di progetto della duttilità di curvatura
$\mu\Phi_c$	= Capacità della duttilità di curvatura
$\alpha_e$	= Coefficiente di efficacia del confinamento
$\omega_{wd}$	= Rapporto meccanico dell'armatura trasversale di confinamento all'interno della zona dissipativa

Fabbricato E3 - Tipologico P - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 26	CL	FA00P0 001		86 di 104

$\mu\Phi_d$	= Domanda della duttilità di curvatura
$v_d$	= Forza assiale adimensionalizzata di progetto
$E_{syr,d}$	= Deformazione di snervamento dell'acciaio
$b_c/b_0$	= Rapporto tra la larghezza minima della sezione trasversale lorda e la larghezza del nucleo confinato
Mz ver.	= Momento flettente di verifica intorno all'asse Z
Nu	= Sforzo normale ultimo
MRdy	= Momento resistente allo stato limite ultimo intorno all'asse Y
MRdz	= Momento resistente allo stato limite ultimo intorno all'asse Z
$\alpha$	= Angolo asse neutro a rottura
$\epsilon_y$	= Deformazione nell'acciaio (*1000)
Sic.	= Sicurezza a rottura
AfT	= Area di ferro tesa
AfC	= Area di ferro compressa
$\sigma_c$	= Tensione nel calcestruzzo
$\sigma_f$	= Tensione nel ferro
X0	= Coordinata progressiva (dal nodo iniziale) dell'inizio del tratto
X1	= Coordinata progressiva (dal nodo iniziale) della fine del tratto
Staff.	= Staffatura adottata
Br <sub>y</sub>	= Numero bracci in dir. Y locale
Br <sub>z</sub>	= Numero bracci in dir. Z locale
$b_{w,y}$	= Larghezza membratura resistente al taglio in dir. Y
Vsdu <sub>y</sub>	= Taglio agente in dir. Y
$ctg\theta_{y}$	= Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo in dir. Y
VRsd <sub>y</sub>	= Taglio ultimo lato armatura in dir. Y
VRcd <sub>y</sub>	= Taglio ultimo lato calcestruzzo in dir. Y
$b_{w,z}$	= Larghezza membratura resistente al taglio in dir. Z
Vsdu <sub>z</sub>	= Taglio agente in dir. Z
$ctg\theta_{z}$	= Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo in dir. Z
VRsd <sub>z</sub>	= Taglio ultimo lato armatura in dir. Z
VRcd <sub>z</sub>	= Taglio ultimo lato calcestruzzo in dir. Z
Sic.T	= Sicurezza a rottura per taglio
Nodo	= Numero del nodo
Conf.	= Nodo confinato
	S = Sì
	N = No
F.	= Identificativo faccia del nodo
	Y+ = Faccia sul lato positivo Y locale pilastro
	Z+ = Faccia sul lato positivo Z locale pilastro
	Y- = Faccia sul lato negativo Y locale pilastro
	Z- = Faccia sul lato negativo Z locale pilastro
Mod.	= Modalità di verifica faccia
	I = Interna
	E = Esterna
Br.	= Numero bracci
As1	= Area di ferro superiore delle travi incidenti sulla faccia
As2	= Area di ferro inferiore delle travi incidenti sulla faccia
Bj	= Larghezza effettiva utile del nodo
Hjc	= Distanza tra armature pilastro
Hjw	= Distanza tra armature trave
Ash	= Area totale della sezione della staffa
Vc	= Taglio nel pilastro al di sopra del nodo

Fabbricato E3 - Tipologico P - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 26	CL	FA00P0 001		87 di 104

Vjbd = Taglio agente nel nucleo di calcestruzzo [7.4.6/7]  
vd<sub>s</sub> = Sforzo normale normalizzato del pilastro superiore (%)  
vd<sub>i</sub> = Sforzo normale normalizzato del pilastro inferiore (%)  
VjbR = Resistenza a compressione del nucleo di calcestruzzo [7.4.8]  
Afni = Azione di fessurazione sul nodo integro [7.4.10]  
Rfni = Resistenza a fessurazione nodo integro [7.4.10]  
Vjwd = Azione agente di trazione diagonale [7.4.11/12]  
VjwR = Resistenza a trazione diagonale [7.4.11/12]  
Tipo = Tipologia  
2C = Doppia C lato labbri  
2Cdx = Doppia C lato costola  
2I = Doppia I  
2L = Doppia L lato labbri  
2Ldx = Doppia L lato costole  
C = Sezione a C  
Cdx = C destra  
Cir. = Circolare  
Cir.c = Circolare cava  
I = Sezione a I  
L = Sezione a L  
Ldx = L destra  
Om. = Omega  
Pg = Pi greco  
Pr = Poligono regolare  
Prc = Poligono regolare cavo  
Pc = Per coordinate  
Ia = Inerzie assegnate  
R = Rettangolare  
Rc = Rettangolare cava  
T = Sezione a T  
U = Sezione a U  
Ur = U rovescia  
V = Sezione a V  
Vr = V rovescia  
Z = Sezione a Z  
Zdx = Z destra  
Ts = T stondata  
Ls = L stondata  
Cs = C stondata  
Is = I stondata  
Dis. = Disegnata  
B = Base  
H = Altezza  
Cf = Copriferro  
Cls = Tipo di calcestruzzo  
Fck = Resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo  
Fctk = Resistenza caratteristica a trazione del calcestruzzo  
Fcd = Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo  
Fctd = Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo  
Tp = Tipo di acciaio  
Fyk = Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio



GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

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

Fabbricato E3 - Tipologico P - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 26	CL	FA00P0 001		88 di 104

Fyd = Resistenza di calcolo dell'acciaio

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Sez.	Typo	B <cm>	H <cm>	Cf <cm>	Cls	Fck <daN/cm²>	Fctk <daN/cm²>	Fcd <daN/cm²>	Fctd <daN/cm²>	Tp	Fyk <daN/cm²>	Fyd <daN/cm²>
3R		30.00	50.00	5.80	C30/37	307.10	20.59	174.02	13.73	B450C	4500.00	3913.04

Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	My <daNm>	My ver. <daNm>	Mz <daNm>	Mz ver. <daNm>	Nu <daN>	MRdy <daNm>	MRdz <daNm>	α <grad>	εy	Sic.
0.50	19	SLV	1	3	50.00	-6010.75	-5512.07		-1122.55		-6010.75	-16024.10	-3293.69	205.31	6.88	2.908
0.50	19	SLV	1	3	50.00	-6010.75	-5512.07		-1122.55		-6010.75	-16024.10	-3293.69	205.31	6.88	2.908
3.85	7	SLV	1	3	385.00	-4768.66	-8360.01		1095.75		-4768.66	-16356.70	2230.07	163.13	7.99	1.958

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	Mz <daNm>	My <daNm>	AfT <cmq>	AfC <cmq>	σc <daN/cm²>	σf <daN/cm²>
0.50	38	SLE R	1	3	50.00	-7494.59	-1510.76	-1629.06	13.45	7.16	47.28	641.50
0.50	28	SLE Q	1	3	50.00	-7245.07	-648.26	-1746.37	10.30	10.30	31.18	359.26
0.50	38	SLE R	1	3	50.00	-7494.59	-1510.76	-1629.06	13.45	7.16	47.28	641.50
0.50	28	SLE Q	1	3	50.00	-7245.07	-648.26	-1746.37	10.30	10.30	31.18	359.26
3.85	39	SLE R	1	3	385.00	-6212.76	930.62	-5791.62	12.31	8.29	83.87	1745.57
3.85	28	SLE Q	1	3	385.00	-5988.82	386.78	-5213.55	14.33	6.28	65.24	1441.54

Stato limite d'esercizio - Verifiche a fessurazione

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	My <daNm>	Mz <daNm>	c <mm>	s <mm>	K3	Szm <mm>	Φ	As <cmq>	Ac eff <cmq>	σs <daN/cm²>	σsz <daN/cm²>	εsm	Wk <mm>
0.50	28	SLE Q	1	3	50.00	-7245.07	-1746.37	-648.26	49.00	128.02	0.13	213.71	20.00	10.30	928.52	359.26	885.53	0.07	0.03
0.50	28	SLE Q	1	3	50.00	-7245.07	-1746.37	-648.26	49.00	128.02	0.13	213.71	20.00	10.30	928.52	359.26	885.53	0.07	0.03
3.85	28	SLE Q	1	3	385.00	-5988.82	-5213.55	386.78	49.00	128.02	0.13	210.01	20.00	12.31	1064.06	1441.54	1469.20	0.34	0.12

Staffe - Verifiche armatura

X0 <m>	X1 <m>	Staff.	Br <sub>y</sub>	Br <sub>z</sub>	CC	TCC	bw <sub>y</sub> <cm>	Vsdu <sub>y</sub> <daN>	ctgθ <sub>y</sub>	VRsd <sub>y</sub> <daN>	VRcd <sub>y</sub> <daN>	bw <sub>z</sub> <cm>	Vsdu <sub>z</sub> <daN>	ctgθ <sub>z</sub>	VRsd <sub>z</sub> <daN>	VRcd <sub>z</sub> <daN>	Sic.T
0.50	1.06	ø8/10	2	2	31	SLU	0.50	1938.14	2.50	21331.10	33817.80	0.30	1739.55	2.43	37913.00	37913.00	11.01
0.50	1.06	ø8/10	2	2	22 (TG)	SLV	0.50	715.69	2.50	21331.10	33349.10	0.30	11323.70	2.41	37604.40	37604.40	3.32
0.50	1.06	ø8/10	2	2	1 (TG)	SLV	0.50	5054.85	2.50	21331.10	33467.60	0.30	5534.26	2.41	37682.70	37682.70	4.22
1.06	3.29	ø8/18	2	2	31	SLU	0.50	1645.01	2.50	11850.60	33783.90	0.30	1739.55	2.50	21685.20	37092.20	7.20
1.06	3.29	ø8/18	2	2	22 (TG)	SLV	0.50	715.69	2.50	11850.60	33349.10	0.30	11323.70	2.50	21685.20	36614.80	1.92
1.06	3.29	ø8/18	2	2	19 (TG)	SLV	0.50	845.65	2.50	11850.60	33438.00	0.30	11331.90	2.50	21685.20	36712.40	1.91
1.06	3.29	ø8/18	2	2	1 (TG)	SLV	0.50	5054.85	2.50	11850.60	33467.60	0.30	5534.26	2.50	21685.20	36744.90	2.34
3.29	3.85	ø8/10	2	2	31	SLU	0.50	472.51	2.50	21331.10	33648.10	0.30	1739.55	2.42	37801.60	37801.60	21.73
3.29	3.85	ø8/10	2	2	29	SLU	0.50	702.39	2.50	21331.10	33768.40	0.30	1559.35	2.43	37880.60	37880.60	24.29
3.29	3.85	ø8/10	2	2	22 (TG)	SLV	0.50	715.69	2.50	21331.10	33349.10	0.30	11323.70	2.41	37604.40	37604.40	3.32
3.29	3.85	ø8/10	2	2	1 (TG)	SLV	0.50	5054.85	2.50	21331.10	33467.60	0.30	5534.26	2.41	37682.70	37682.70	4.22

Dettagli costruttivi per la duttilità

- α<sub>e</sub>=0.14657 ω<sub>wd</sub>=0.16149 μΦ<sub>d</sub>=13.9215 v<sub>d</sub>=0.033338 E<sub>sy,d</sub>=0.0018995 b<sub>c</sub>/b<sub>0</sub>=1.21359 μΦ<sub>c</sub>=25.447

Fabbricato E3 - Tipologico P - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 26	CL	FA00P0 001		89 di 104

0.02367 >= -0.0029 [7.4.29]

-  $\alpha_e=0.14657$   $\omega_{\text{rd}}=0.16149$   $\mu\Phi_d=15.6163$   $\nu_d=0.033338$   $E_{s,y,r,d}=0.0018995$   $b_c/b_0=1.41509$   $\mu\Phi_c=21.8235$

0.02367 >= 0.00698 [7.4.29]

#### Caratteristiche nodi trave-pilastro

Nodo	Conf.	Staff.	F.	Mod.	Br.	As1 <cmq>	As2 <cmq>	Bj <m>	Hjc <m>	Hjw <m>	Ash <cmq>
101	N	∅10/10	Y-E		4	4.02	4.02	0.45	0.18	0.29	12.57
			Z-E		2	6.03	6.03	0.30	0.38	0.39	7.85

#### Verifiche nodi trave-pilastro

Nodo	F.	CC	TCC	Vc <daN>	Vjbd <daN>	vd <sub>s</sub>	vd <sub>i</sub>	VjbR <daN>	Afni <daN/mq>	Rfni <daN/mq>	Vjwd <daN>	VjwR <daN>
101	Y-	1	SLV	0.00	17308.80	0.00	1.74	59348.90	195303.00	376803.00	---	---
	Z-	1	SLV	0.00	25963.20	0.00	1.74	83528.10	240506.00	262675.00	---	---

## 8.5.2 VERIFICA LIMITAZIONI ARMATURA

Resta da verificare che l'armatura determinata in funzione delle sollecitazioni agenti rispetti le limitazioni riportate nel punto 7.4.6.2.2 delle NTC2018:

- Per tutta la lunghezza del pilastro l'interasse tra le barre non deve essere superiore a 25 cm;
- Nella sezione corrente del pilastro, la percentuale geometrica  $\rho$  di armatura longitudinale, con  $\rho$  rapporto tra l'area dell'armatura longitudinale e l'area della sezione del pilastro, deve essere compresa entro i seguenti limiti:

$$1\% < \rho < 4\%$$

- Nelle zone critiche devono essere rispettate le condizioni seguenti: le barre disposte sugli angoli della sezione devono essere contenute dalle staffe; almeno una barra ogni due, di quelle disposte sui lati, deve essere trattenuta da staffe interne o legature; le barre non fissate si devono trovare a meno di 20 cm da una barra fissata per CDB.
- Il diametro delle staffe di contenimento e legature deve essere non inferiore a 6 mm ed il loro passo deve essere non superiore alla più piccola delle quantità seguenti:
  - 1/2 del lato minore della sezione trasversale per CDB;
  - 175 mm (per CD"B");
  - 8 volte il diametro minimo delle barre longitudinali che collegano (per CD"B")
- Li devono disporre staffe in un quantitativo minimo non inferiore a:

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) FABBRICATI					
	Fabbricato E3 - Tipologico P - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	RS3T	30 D 26	CL	FA00P0 001		90 di 104

$$\frac{A_{st}}{s} = 0.08 \frac{f_{cd} \cdot b_{st}}{f_{yd}}$$

Nel caso specifico risulta:

- Le staffe orizzontali presenti lungo l'altezza del nodo devono verificare la seguente condizione

Nella quale  $n_{st}$  e  $A_{st}$  sono rispettivamente il numero di bracci e l'area della sezione trasversale della barra della singola staffa orizzontale,  $i$  è l'interasse, e  $b_j$  è la larghezza utile del nodo determinata come segue:

- se la trave ha una larghezza  $b_w$  superiore a quella del pilastro  $b_c$ , allora  $b_j$  è il valore minimo fra  $b_w$  e  $b_c + h_c/2$ , essendo  $h_c$  la dimensione della sezione della colonna parallela alla trave;
- se la trave ha una larghezza  $b_w$  inferiore a quella del pilastro  $b_c$ , allora  $b_j$  è il valore minimo fra  $b_c$  e  $b_w + h_c/2$ .

Devono inoltre essere rispettati i limiti riportati al punto 4.1.6.1.2 delle NTC2018:

- Nel caso di elementi sottoposti a prevalente sforzo normale, le barre parallele all'asse devono avere diametro maggiore od uguale a 12 mm. Inoltre la loro area non deve essere inferiore a :

$$A_{s,min} = (0.10 \cdot \frac{N_{Ed}}{f_{yd}})$$

e comunque non minore di 0.003  $A_c$ ;

dove:

$N_{Ed}$  rappresenta lo sforzo di compressione assiale di calcolo;

$A_c$  è l'area di calcestruzzo;

$f_{yd}$  è il valore della resistenza di calcolo dell'armatura.

Nel caso in esame risulta:

Fabbricato E3 - Tipologico P - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 26	CL	FA00P0 001		91 di 104

### Dati Geometrici

Pilastro:	Base	b=	30,0cm	<b>OK</b>
	Altezza sez.	h=	50,0cm	
	Copriferro	c=	5,0cm	
	Altezza pil.	hp=	420,0cm	
	Altezza libera	hl=	420,0cm	

### Lim. Geom. 7.4.6.1.2

b≥	25cm
----	------

### Dati di armatura

Tipo CLS	C30/37	(min C20/25)	D.M.(7.4.2.1)
Tipo Acciaio	B450C	(B450C)	D.M.(7.4.2.2)

$R_{ck} = 37$  N/mm<sup>2</sup>

fck=	30,71	fcd=	17,40	D.M.(4.1.2.1.1.1)	fctm=	2,94	D.M.(11.2.10.2)
fyk=	450	fyd=	391,30	D.M.(4.1.2.1.1.3)			

Diametro armatura long.	20	≥Φ12	<b>OK</b>	≥(1/4)Φ <sub>long</sub>
Diametro staffe	8	≥Φ6		

### Armatura longitudinale

n°ferri "b"	n°ferri "h"
4	8
<i>tot sui due lati</i>	<i>tot sui due lati</i>

n°ferri\_tot = 8  
As+A's= 20,60cm<sup>2</sup>

### Limitazioni Armatura longitudinale 7.4.6.2.2

ρ	Arm. min.	Arm. max.	limitazioni	<b>OK</b>
1,37%	15,0cm <sup>2</sup>	60,00cm <sup>2</sup>	1%≤ρ≤4%	

### Limitazioni Armatura longitudinale 4.1.6.1.2

Arm. min.	Arm. max.	<b>OK</b>
4,5	60	

Inter. Ferri "b"	20,0cm	<b>OK</b>	≤25	<b>OK</b>	≤ - O R Q4J
Inter. Ferri "h"	13,3cm	<b>OK</b>	≤25	<b>OK</b>	≤ - O R Q4J

Si riscontra, pertanto, che l'armatura dei pilastri rispetta i limiti prescritti dalle NTC2018.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>					
	Fabbricato E3 - Tipologico P - Relazione di calcolo	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30 D 26</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>FA00P0 001</b>	REV. 

## 8.6 PILASTRI INTERNI (30X50)

Si riportano di seguito le verifiche strutturali dei pilastri interni aventi sezione rettangolare di dimensioni 30x50 cm. Le verifiche saranno condotte per i differenti stati limite ed in corrispondenza delle sezioni maggiormente sollecitate dell'elemento per effetto delle combinazioni di carico più gravose.

Preliminarmente alla verifica di resistenza dei pilastri allo SLU è necessario valutare la stabilità degli elementi snelli. Tali verifiche devono essere condotte attraverso un'analisi del secondo ordine che tenga conto degli effetti flessionali delle azioni assiali sulla configurazione deformata degli elementi stessi. In via approssimativa gli effetti del secondo ordine in pilastri singoli possono essere trascurati se la snellezza  $\lambda$  non supera il valore limite (4.1.2.1.7-NTC2018):

$$\lambda_{lim} = 15.4 \cdot \frac{C}{\sqrt{\nu}}$$

dove:

$\nu = N_{Ed} / (A_c \cdot f_{cd})$  è l'azione assiale adimensionale;

$C = 1,7 - r_m$  dipende dalla distribuzione dei momenti del primo ordine;

$r_m = M_{01} / M_{02}$  rapporto tra i momenti flettenti del primo ordine alle due estremità del pilastro (con  $M_{02} \geq M_{01}$ ).

E' stata valutata la snellezza  $\lambda$  del pilastro:

### SNELLEZZA LIMITE PILASTRI

NED =	226536	N
B=	300	mm
H=	500	mm
fcd=	17,40	N/mm <sup>2</sup>

n 0,0868

C 2,263

Mtesta	29070000	Nxmm
Mpiede	51614000	Nxmm
rm	0,5632	

l limite 118,293

### SNELLEZZA PILASTRO

J min	1,125E+09	mm <sup>4</sup>
r min	86,603	mm

b	1	
L0	4200	mm

l pilastro 48,497

La verifica risulta soddisfatta.

### 8.6.1 VERIFICA A FLESSIONE

Nelle tabelle seguenti sono riportate le sollecitazioni ottenute agli SLU statico e simico ed agli SLE (rara, frequente e quasi permanente).

CC	TCC	X <m>	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>
25	SLU	0.00	-228.033	30.202	-25.302	-4.415	10.379	0.000
25	SLU	3.95	-208.777	30.202	93.994	-4.415	-7.059	0.000
29	SLU	0.00	-226.536	30.269	-25.551	-29.314	51.614	0.001
29	SLU	3.95	-207.280	30.269	94.011	-11.539	-29.070	0.001
30	SLU	0.00	-227.135	30.242	-25.452	-19.354	35.120	0.001
30	SLU	3.95	-207.879	30.242	94.004	-8.689	-20.265	0.001
31	SLU	0.00	-229.530	30.134	-25.053	20.485	-30.857	-0.000
31	SLU	3.95	-210.274	30.134	93.977	2.710	14.952	-0.000
32	SLU	0.00	-228.931	30.161	-25.153	10.525	-14.363	-0.000
32	SLU	3.90	-209.940	30.161	92.346	0.007	6.151	-0.000
32	SLU	3.95	-209.675	30.161	93.984	-0.140	6.148	-0.000
33	SLU	0.00	-227.695	30.264	-25.535	-32.355	52.953	0.001
33	SLU	3.95	-208.439	30.264	94.009	-8.656	-28.044	0.001
34	SLU	0.00	-227.830	30.239	-25.442	-21.179	35.923	0.001
34	SLU	3.95	-208.574	30.239	94.003	-6.959	-19.650	0.001
35	SLU	0.00	-228.371	30.139	-25.069	23.526	-32.196	-0.000
35	SLU	3.92	-209.255	30.139	93.108	-0.000	13.928	-0.000
35	SLU	3.95	-209.114	30.139	93.979	-0.174	13.926	-0.000
36	SLU	0.00	-228.236	30.164	-25.162	12.350	-15.166	-0.000
36	SLU	3.42	-211.541	30.164	78.137	0.022	6.017	-0.000
36	SLU	3.95	-208.979	30.164	93.985	-1.870	5.532	-0.000

CC	TCC	X <m>	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>
26	SLE R	0.00	-165.036	21.724	-18.275	-3.151	7.417	0.000
26	SLE R	3.95	-150.224	21.724	67.537	-3.151	-5.030	0.000
37	SLE R	0.00	-164.039	21.769	-18.441	-19.750	34.907	0.001
37	SLE R	3.95	-149.226	21.769	67.548	-7.900	-19.703	0.001
38	SLE R	0.00	-166.034	21.680	-18.109	13.448	-20.073	-0.000
38	SLE R	3.95	-151.222	21.680	67.525	1.598	9.644	-0.000
39	SLE R	0.00	-165.262	21.683	-18.120	15.476	-20.966	-0.000
39	SLE R	3.87	-150.745	21.683	65.814	-0.008	8.973	-0.000

39	SLE R	3.95	-150.449	21.683	67.527	-0.324	8.960	-0.000
40	SLE R	0.00	-164.811	21.766	-18.430	-21.778	35.800	0.001
40	SLE R	3.95	-149.999	21.766	67.547	-5.978	-19.019	0.001
41	SLE R	0.00	-164.438	21.752	-18.375	-13.111	23.911	0.001
41	SLE R	3.95	-149.625	21.752	67.543	-6.001	-13.834	0.001
42	SLE R	0.00	-165.635	21.698	-18.176	6.809	-9.077	-0.000
42	SLE R	3.78	-151.456	21.698	63.868	0.002	3.800	-0.000
42	SLE R	3.95	-150.823	21.698	67.530	-0.301	3.775	-0.000
43	SLE R	0.00	-164.901	21.750	-18.368	-14.327	24.447	0.001
43	SLE R	3.95	-150.089	21.750	67.543	-4.847	-13.423	0.001
44	SLE R	0.00	-165.172	21.699	-18.182	8.025	-9.613	-0.000
44	SLE R	3.34	-152.658	21.699	54.230	0.016	3.805	-0.000
44	SLE R	3.95	-150.359	21.699	67.531	-1.455	3.364	-0.000

CC	TCC	X <m>	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>
27	SLE F	0.00	-153.106	19.340	-15.623	-3.119	7.319	0.000
27	SLE F	3.95	-138.294	19.340	60.769	-3.119	-5.002	0.000
45	SLE F	0.00	-152.907	19.349	-15.657	-6.439	12.817	0.000
45	SLE F	3.95	-138.094	19.349	60.772	-4.069	-7.937	0.000
46	SLE F	0.00	-153.306	19.331	-15.590	0.201	1.821	0.000
46	SLE F	0.34	-152.044	19.331	-9.084	-0.001	1.854	0.000
46	SLE F	3.95	-138.493	19.331	60.767	-2.169	-2.067	0.000
47	SLE F	0.00	-153.061	19.348	-15.655	-6.845	12.995	0.000
47	SLE F	3.95	-138.249	19.348	60.771	-3.685	-7.800	0.000
48	SLE F	0.00	-153.151	19.332	-15.592	0.606	1.642	0.000
48	SLE F	0.76	-150.310	19.332	-0.943	0.000	1.872	0.000
48	SLE F	3.95	-138.339	19.332	60.767	-2.554	-2.204	0.000
49	SLE F	0.00	-153.106	19.340	-15.623	-3.119	7.319	0.000
49	SLE F	3.95	-138.294	19.340	60.769	-3.119	-5.002	0.000

CC	TCC	X <m>	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>
28	SLE Q	0.00	-150.124	18.744	-14.961	-3.111	7.294	0.000
28	SLE Q	3.95	-135.311	18.744	59.077	-3.111	-4.995	0.000
50	SLE Q	0.00	-150.124	18.744	-14.961	-3.111	7.294	0.000
50	SLE Q	3.95	-135.311	18.744	59.077	-3.111	-4.995	0.000

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>					
	Fabbricato E3 - Tipologico P - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	RS3T	30 D 26	CL	FA00P0 001		95 di 104

## Pilastri interni

In funzione delle sollecitazioni si è dimensionata opportunamente l'armatura longitudinale del pilastro:

- Armatura lato corto                     $2 \Phi 20$
- Armatura lato lungo                    $2 \Phi 20 + 1 \Phi 16$

Le verifiche di resistenza a flessione allo SLU ed agli SLE (NTC2018 – 4.1.2.1.2.4) per le sezioni di incastro e di campata sono state condotte con il supporto del MODEST considerando le sollecitazioni riportate nel prospetto precedente.

Essendo i pilastri orientati in maniera diversa sono state eseguite le verifiche coerentemente con l'orientamento degli assi locali definiti nel modello di calcolo.

## Pilastrata n. 3

Nodi: 3 103

### Simbologia

Xg	= Coordinata progressiva (dal primo nodo) in cui viene effettuato il progetto/verifica
CC	= Combinazione delle condizioni di carico elementari e = eccentricità aggiuntiva in caso di compressione o pressoflessione $\alpha$ = amplificazione per gerarchia delle resistenze TG = taglio da gerarchia delle resistenze
TCC	= Tipo di combinazione di carico SLU = Stato limite ultimo SLU S = Stato limite ultimo (azione sismica) SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente SLD = Stato limite di danno SLV = Stato limite di salvaguardia della vita SLC = Stato limite di prevenzione del collasso SLO = Stato limite di operatività SLU I = Stato limite di resistenza al fuoco SND = Stato limite di salvaguardia della vita (non dissipativo)
E1	= Elemento (asta) in cui viene effettuato il progetto/verifica (progressivo sul numero di aste)
Sez.	= Numero della sezione
X	= Coordinata progressiva rispetto al nodo iniziale
N	= Sforzo normale
Mz	= Momento flettente intorno all'asse Z
My	= Momento flettente intorno all'asse Y
My ver.	= Momento flettente di verifica intorno all'asse Y
c	= Ricoprimento dell'armatura
s	= Distanza minima tra le barre
K3	= Coefficiente di forma del diagramma delle tensioni prima della fessurazione

Fabbricato E3 - Tipologico P - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 26	CL	FA00P0 001		96 di 104

$s_{rm}$  = Distanza media tra le fessure  
 $\Phi$  = Diametro della barra  
 $A_s$  = Area complessiva dei ferri nell'area di calcestruzzo efficace  
 $A_{c\ eff}$  = Area di calcestruzzo efficace  
 $\sigma_s$  = Tensione nell'acciaio nella sezione fessurata  
 $\sigma_{sr}$  = Tensione nell'acciaio corrispondente al raggiungimento della resistenza a trazione nel calcestruzzo  
 $\epsilon_{sm}$  = Deformazione unitaria media dell'armatura (\*1000)  
 $W_k$  = Apertura delle fessure  
 $M$  = Momento flettente  
 $MR_d$  = Momento resistente allo stato limite ultimo  
 $\mu\Phi$  = Valore di progetto della duttilità di curvatura  
 $\mu\Phi_c$  = Capacità della duttilità di curvatura  
 $\alpha_e$  = Coefficiente di efficacia del confinamento  
 $\omega_{wd}$  = Rapporto meccanico dell'armatura trasversale di confinamento all'interno della zona dissipativa  
 $\mu\Phi_d$  = Domanda della duttilità di curvatura  
 $v_d$  = Forza assiale adimensionalizzata di progetto  
 $E_{syr\ d}$  = Deformazione di snervamento dell'acciaio  
 $b_c/b_0$  = Rapporto tra la larghezza minima della sezione trasversale lorda e la larghezza del nucleo confinato  
 $M_z\ ver.$  = Momento flettente di verifica intorno all'asse Z  
 $N_u$  = Sforzo normale ultimo  
 $MR_{dy}$  = Momento resistente allo stato limite ultimo intorno all'asse Y  
 $MR_{dz}$  = Momento resistente allo stato limite ultimo intorno all'asse Z  
 $\alpha$  = Angolo asse neutro a rottura  
 $\epsilon_y$  = Deformazione nell'acciaio (\*1000)  
 $Sic.$  = Sicurezza a rottura  
 $A_fT$  = Area di ferro tesa  
 $A_fC$  = Area di ferro compressa  
 $\sigma_c$  = Tensione nel calcestruzzo  
 $\sigma_f$  = Tensione nel ferro  
 $X_0$  = Coordinata progressiva (dal nodo iniziale) dell'inizio del tratto  
 $X_1$  = Coordinata progressiva (dal nodo iniziale) della fine del tratto  
 $Staff.$  = Staffatura adottata  
 $Br_y$  = Numero bracci in dir. Y locale  
 $Br_z$  = Numero bracci in dir. Z locale  
 $b_{w,y}$  = Larghezza membratura resistente al taglio in dir. Y  
 $V_{sdu,y}$  = Taglio agente in dir. Y  
 $ctg\theta_{,y}$  = Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo in dir. Y  
 $VR_{sd,y}$  = Taglio ultimo lato armatura in dir. Y  
 $VR_{cd,y}$  = Taglio ultimo lato calcestruzzo in dir. Y  
 $b_{w,z}$  = Larghezza membratura resistente al taglio in dir. Z  
 $V_{sdu,z}$  = Taglio agente in dir. Z  
 $ctg\theta_{,z}$  = Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo in dir. Z  
 $VR_{sd,z}$  = Taglio ultimo lato armatura in dir. Z  
 $VR_{cd,z}$  = Taglio ultimo lato calcestruzzo in dir. Z  
 $Sic.T$  = Sicurezza a rottura per taglio  
 $Nodo$  = Numero del nodo  
 $Conf.$  = Nodo confinato  
     S = Si  
     N = No  
 $F.$  = Identificativo faccia del nodo

Fabbricato E3 - Tipologico P - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 26	CL	FA00P0 001		97 di 104

Y+ = Faccia sul lato positivo Y locale pilastro

Z+ = Faccia sul lato positivo Z locale pilastro

Y- = Faccia sul lato negativo Y locale pilastro

Z- = Faccia sul lato negativo Z locale pilastro

Mod. = Modalità di verifica faccia

I = Interna

E = Esterna

Br. = Numero bracci

As1 = Area di ferro superiore delle travi incidenti sulla faccia

As2 = Area di ferro inferiore delle travi incidenti sulla faccia

Bj = Larghezza effettiva utile del nodo

Hjc = Distanza tra armature pilastro

Hjw = Distanza tra armature trave

Ash = Area totale della sezione della staffa

Vc = Taglio nel pilastro al di sopra del nodo

Vjbd = Taglio agente nel nucleo di calcestruzzo [7.4.6/7]

vd<sub>s</sub> = Sforzo normale normalizzato del pilastro superiore (%)

vd<sub>i</sub> = Sforzo normale normalizzato del pilastro inferiore (%)

Vjbr = Resistenza a compressione del nucleo di calcestruzzo [7.4.8]

Afni = Azione di fessurazione sul nodo integro [7.4.10]

Rfni = Resistenza a fessurazione nodo integro [7.4.10]

Vjwd = Azione agente di trazione diagonale [7.4.11/12]

VjwR = Resistenza a trazione diagonale [7.4.11/12]

Tipo = Tipologia

2C = Doppia C lato labbri

2Cdx = Doppia C lato costola

2I = Doppia I

2L = Doppia L lato labbri

2Ldx = Doppia L lato costole

C = Sezione a C

Cdx = C destra

Cir. = Circolare

Cir.c = Circolare cava

I = Sezione a I

L = Sezione a L

Ldx = L destra

Om. = Omega

Pg = Pi greco

Pr = Poligono regolare

Prc = Poligono regolare cavo

Pc = Per coordinate

Ia = Inerzie assegnate

R = Rettangolare

Rc = Rettangolare cava

T = Sezione a T

U = Sezione a U

Ur = U rovescia

V = Sezione a V

Vr = V rovescia

Z = Sezione a Z

Zdx = Z destra

Fabbricato E3 - Tipologico P - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 26	CL	FA00P0 001		98 di 104

Ts = T stondata  
Ls = L stondata  
Cs = C stondata  
Is = I stondata  
Dis. = Disegnata

B = Base  
H = Altezza  
Cf = Copriferro  
Cls = Tipo di calcestruzzo  
Fck = Resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo  
Fctk = Resistenza caratteristica a trazione del calcestruzzo  
Fcd = Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo  
Fctd = Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo  
Tp = Tipo di acciaio  
Fyk = Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio  
Fyd = Resistenza di calcolo dell'acciaio

**Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati**

Sez.	Tipo	B <cm>	H <cm>	Cf <cm>	Cls	Fck <daN/cm²>	Fctk <daN/cm²>	Fcd <daN/cm²>	Fctd <daN/cm²>	Tp	Fyk <daN/cm²>	Fyd <daN/cm²>
3R		30.00	50.00	5.80	C30/37	307.10	20.59	174.02	13.73	B450C	4500.00	3913.04

**Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione**

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	My <daNm>	My ver. <daNm>	Mz <daNm>	Mz ver. <daNm>	Nu <daN>	MRdy <daNm>	MRdz <daNm>	α <grad>	ε <sub>r</sub>	Sic.
0.50	13	SLV	1	3	50.00	-14485.70	4679.96		-1178.63		-14485.70	16532.70	-4236.60	326.25	5.54	3.536
0.50	13	SLV	1	3	50.00	-14485.70	4679.96		-1178.63		-14485.70	16532.70	-4236.60	326.25	5.54	3.536
3.85	29	SLU	1	3	385.00	-20776.70	-2789.34		9098.44		-20776.70	-3178.25	10642.20	94.92	6.69	1.167

**Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali**

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	Mz <daNm>	My <daNm>	AfT <cmq>	AfC <cmq>	σ <sub>c</sub> <daN/cm²>	σ <sub>f</sub> <daN/cm²>
0.50	37	SLE R	1	3	50.00	-16216.40	-755.65	2540.67	8.29	12.31	39.82	450.89
0.50	28	SLE Q	1	3	50.00	-14824.90	-558.87	573.87	0.00	20.61	17.99	220.82
0.50	37	SLE R	1	3	50.00	-16216.40	-755.65	2540.67	8.29	12.31	39.82	450.89
0.50	28	SLE Q	1	3	50.00	-14824.90	-558.87	573.87	0.00	20.61	17.99	220.82
3.85	37	SLE R	1	3	385.00	-14960.10	6537.11	-1889.84	10.30	10.30	144.37	2643.01
3.85	28	SLE Q	1	3	385.00	-13568.60	5720.30	-468.41	10.30	10.30	110.40	2093.22

**Stato limite d'esercizio - Verifiche a fessurazione**

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	My <daNm>	Mz <daNm>	c <mm>	s <mm>	K3	s <sub>zm</sub> <mm>	Φ	A <sub>s</sub> <cmq>	A <sub>c eff</sub> <cmq>	σ <sub>s</sub> <daN/cm²>	σ <sub>sz</sub> <daN/cm²>	ε <sub>sm</sub>	Wk <mm>
3.85	28	SLE Q	1	3	385.00	-13568.60	-468.41	5720.30	49.00	128.02	0.13	210.48	20.00	10.30	895.24	2093.22	1285.94	0.82	0.29

**Staffe - Verifiche armatura**

X0 <m>	X1 <m>	Staff.	Br <sub>y</sub>	Br <sub>z</sub>	CC	TCC	b <sub>w,y</sub> <m>	Vsdu <sub>y</sub> <daN>	ctgθ <sub>y</sub>	VRsd <sub>y</sub> <daN>	VRcd <sub>y</sub> <daN>	b <sub>w,z</sub> <m>	Vsdu <sub>z</sub> <daN>	ctgθ <sub>z</sub>	VRsd <sub>z</sub> <daN>	VRcd <sub>z</sub> <daN>	Sic.T
0.50	1.06	ø8/ 7	2	2	33	SLU	0.50	3026.44	2.50	30473.10	35347.30	0.30	2935.55	2.01	44864.20	44864.20	10.07
0.50	1.06	ø8/ 7	2	2	29	SLU	0.50	3026.90	2.50	30473.10	35332.90	0.30	2706.37	2.01	44852.70	44852.70	10.07

Fabbricato E3 - Tipologico P - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 26	CL	FA00P0 001		99 di 104

0.50	1.06	ø8/ 7	2	2	13 (TG)	SLV	0.50	3686.64	2.50	30473.10	34188.50	0.30	8037.13	1.97	43937.40	43937.40	5.47
0.50	1.06	ø8/ 7	2	2	10 (TG)	SLV	0.50	6666.07	2.50	30473.10	34327.90	0.30	1614.73	1.97	44049.90	44049.90	4.57
1.06	3.29	ø8/18	2	2	33	SLU	0.50	3026.44	2.50	11850.60	35313.40	0.30	2600.55	2.50	21685.20	38771.50	3.92
1.06	3.29	ø8/18	2	2	29	SLU	0.50	3026.90	2.50	11850.60	35298.90	0.30	2455.12	2.50	21685.20	38755.60	3.92
1.06	3.29	ø8/18	2	2	13 (TG)	SLV	0.50	3686.64	2.50	11850.60	34188.50	0.30	8037.13	2.50	21685.20	37536.40	2.70
1.06	3.29	ø8/18	2	2	10 (TG)	SLV	0.50	6666.07	2.50	11850.60	34327.90	0.30	1614.73	2.50	21685.20	37689.40	1.78
3.29	3.85	ø8/10	2	2	29	SLU	0.50	3026.90	2.50	21331.10	35163.20	0.30	1450.12	2.48	38785.00	38785.00	7.05
3.29	3.85	ø8/10	2	2	13 (TG)	SLV	0.50	3686.64	2.50	21331.10	34188.50	0.30	8037.13	2.44	38155.20	38155.20	4.75
3.29	3.85	ø8/10	2	2	10 (TG)	SLV	0.50	6666.07	2.50	21331.10	34327.90	0.30	1614.73	2.45	38245.90	38245.90	3.20

**Dettagli costruttivi per la duttilità**

- $\alpha_s=0.16677$   $\omega_{rd}=0.23071$   $\mu\Phi_d=15.6163$   $v_d=0.060364$   $CC=19$   $E_{sy,d}=0.0018995$   $b_c/b_0=1.21359$   $\mu\Phi_c=17.6003$   
 $0.03848 \geq 0.03019$  [7.4.29]
- $\alpha_s=0.16677$   $\omega_{rd}=0.23071$   $\mu\Phi_d=13.9215$   $v_d=0.060364$   $CC=19$   $E_{sy,d}=0.0018995$   $b_c/b_0=1.41509$   $\mu\Phi_c=15.0941$   
 $0.03848 \geq 0.03277$  [7.4.29]

**Caratteristiche nodi trave-pilastro**

Nodo	Conf.	Staff.	F.	Mod.	Br.	As1 <cmq>	As2 <cmq>	Bj <m>	Hjc <m>	Hjw <m>	Ash <cmq>
103	N	ø10/ 7	Y+	E	4	6.03	6.03	0.45	0.18	0.39	21.99
			Z+	I	2	4.02	4.02	0.30	0.38	0.29	9.42
			Z-	I	2	4.02	4.02	0.30	0.38	0.29	9.42

**Verifiche nodi trave-pilastro**

Nodo	F.	CC	TCC	Vc <daN>	Vjbd <daN>	vd <sub>s</sub>	vd <sub>i</sub>	Vjbr <daN>	Afni <daN/mq>	Rfni <daN/mq>	Vjwd <daN>	VjwR <daN>
103	Y+	1	SLV	0.00	25963.20	0.00	5.04	59348.80	611051.00	490327.00	24916.90	86052.30
		7	SLV	0.00	25963.20	0.00	4.84	59348.80	611051.00	490327.00	24957.80	86052.30
	Z+	1	SLV	0.00	34617.60	0.00	5.04	104410.00	534349.00	423903.00	34617.60	36879.60
	Z-	1	SLV	0.00	34617.60	0.00	5.04	104410.00	534349.00	423903.00	34617.60	36879.60

**8.6.2 VERIFICA LIMITAZIONI ARMATURA**

Resta da verificare che l'armatura determinata in funzione delle sollecitazioni agenti rispetti le limitazioni riportate nel punto 7.4.6.2.2 delle NTC2018:

- Per tutta la lunghezza del pilastro l'interasse tra le barre non deve essere superiore a 25 cm;
- Nella sezione corrente del pilastro, la percentuale geometrica  $\rho$  di armatura longitudinale, con  $\rho$  rapporto tra l'area dell'armatura longitudinale e l'area della sezione del pilastro, deve essere compresa entro i seguenti limiti:

$$1\% < \rho < 4\%$$

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>					
	Fabbricato E3 - Tipologico P - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	RS3T	30 D 26	CL	FA00P0 001		100 di 104

- Nelle zone critiche devono essere rispettate le condizioni seguenti: le barre disposte sugli angoli della sezione devono essere contenute dalle staffe; almeno una barra ogni due, di quelle disposte sui lati, deve essere trattenuta da staffe interne o legature; le barre non fissate si devono trovare a meno di 20 cm da una barra fissata per CDB.
- Il diametro delle staffe di contenimento e legature deve essere non inferiore a 6 mm ed il loro passo deve essere non superiore alla più piccola delle quantità seguenti:
  - 1/2 del lato minore della sezione trasversale per CDB;
  - 175 mm (per CD"B");
  - 8 volte il diametro minimo delle barre longitudinali che collegano (per CD"B")
- li devono disporre staffe in un quantitativo minimo non inferiore a:

$$\frac{A_{st}}{s} = 0.08 \frac{f_{cd} \cdot b_{st}}{f_{yd}}$$

Nel caso specifico risulta:

- Le staffe orizzontali presenti lungo l'altezza del nodo devono verificare la seguente condizione  
 Nella quale  $n_{st}$  e  $A_{st}$  sono rispettivamente il numero di bracci e l'area della sezione trasversale della barra della singola staffa orizzontale,  $i$  è l'interasse, e  $b_j$  è la larghezza utile del nodo determinata come segue:
  - se la trave ha una larghezza  $b_w$  superiore a quella del pilastro  $b_c$ , allora  $b_j$  è il valore minimo fra  $b_w$  e  $b_c + h_c/2$ , essendo  $h_c$  la dimensione della sezione della colonna parallela alla trave;
  - se la trave ha una larghezza  $b_w$  inferiore a quella del pilastro  $b_c$ , allora  $b_j$  è il valore minimo fra  $b_c$  e  $b_w + h_c/2$ .

Devono inoltre essere rispettati i limiti riportati al punto 4.1.6.1.2 delle NTC2018:

- Nel caso di elementi sottoposti a prevalente sforzo normale, le barre parallele all'asse devono avere diametro maggiore od uguale a 12 mm. Inoltre la loro area non deve essere inferiore a :

$$A_{s,min} = (0.10 \cdot \frac{N_{Ed}}{f_{yd}})$$

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>				
	Fabbricato E3 - Tipologico P - Relazione di calcolo	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30 D 26</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>FA00P0 001</b>

e comunque non minore di  $0.003 A_c$ ;

dove:

$N_{Ed}$  rappresenta lo sforzo di compressione assiale di calcolo;

$A_c$  è l'area di calcestruzzo;

$f_{yd}$  è il valore della resistenza di calcolo dell'armatura.

Nel caso in esame risulta:

### Dati Geometrici

Pilastro:	Base	b=	30,0cm
	Altezza sez.	h=	50,0cm
	Copriferro	c=	5,0cm
	Altezza pil.	hp=	420,0cm
	Altezza libera	hl=	420,0cm

OK

Lim. Geom. 7.4.6.1.2	
$b \geq$	25cm

### Dati di armatura

Tipo CLS	C30/37	(min C20/25)	D.M.(7.4.2.1)
Tipo Acciaio	B450C	(B450C)	D.M.(7.4.2.2)

$$R_{ck} = \boxed{37} \text{ N/mm}^2$$

fck=	30,71	fcd=	17,40	D.M.(4.1.2.1.1.1)	fctm=	2,94	D.M.(11.2.10.2)
fyk=	450	fyd=	391,30	D.M.(4.1.2.1.1.3)			

Diametro armatura long.	20	$\geq \Phi 12$
Diametro staffe	8	$\geq \Phi 6$

OK  $\geq (1/4)\Phi_{long}$

### Armatura longitudinale

n°ferri "b"	n°ferri "h"
4	8
<i>tot sui due lati</i>	<i>tot sui due lati</i>

$$n^{\circ} \text{ferri}_{tot} = 8$$

$$A_s + A_s' = 20,60 \text{ cm}^2$$

### Limitazioni Armatura longitudinale 7.4.6.2.2

$\rho$	Arm. min.	Arm. max.	limitazioni
1,37%	15,0cm <sup>2</sup>	60,00cm <sup>2</sup>	$1\% \leq \rho \leq 4\%$

OK

### Limitazioni Armatura longitudinale 4.1.6.1.2

Arm. min.	Arm. max.
4,5	60

OK

Inter. Ferri "b"	20,0cm	OK	$\leq 25$	OK	$\leq$	- O R Q4J
Inter. Ferri "h"	13,3cm	OK	$\leq 25$	OK	$\leq$	- O R Q4J

Si riscontra, pertanto, che l'armatura dei pilastri rispetta i limiti prescritti dalle NTC2018.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>					
	Fabbricato E3 - Tipologico P - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	RS3T	30 D 26	CL	FA00P0 001		102 di 104

## 8.7 VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI IN TERMINI DI CONTENIMENTO DEL DANNO AGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI (SLO)

Per le costruzioni ricadenti in classe d'uso I e II si deve verificare che l'azione sismica di progetto non produca agli elementi costruttivi senza funzione strutturale danni tali da rendere la costruzione temporaneamente inagibile.

Nel caso delle costruzioni civili e industriali, qualora la temporanea inagibilità sia dovuta a spostamenti eccessivi d'interpiano, questa condizione si può ritenere soddisfatta quando gli spostamenti d'interpiano ottenuti dall'analisi in presenza di dell'azione sismica di progetto relativa allo SLD siano inferiori a:

$$d_r \leq 0,01h$$

per tamponamenti progettati in modo da non subire danni a seguito di spostamenti d'interpiano, per effetto della loro deformabilità intrinseca ovvero dei collegamenti alla struttura.

Considerando h altezza d'interpiano che vale 4,00 m si ottiene che deve essere:

$$d_r < 0,04 \text{ m.}$$

Per le costruzioni ricadenti in classe d'uso III e IV si deve verificare che l'azione sismica di progetto non produca danni agli elementi costruttivi senza funzione strutturale tali da rendere temporaneamente non operativa la costruzione.

Nel caso delle costruzioni civili e industriali questa condizione si può ritenere soddisfatta quando gli spostamenti interpiano ottenuti dall'analisi in presenza dell'azione sismica di progetto relativa allo SLO siano inferiori ai 2/3 dei limiti in precedenza indicati.

$$U1 = d_r = 0,0069 \text{ m} < 2 \cdot 0,01 \cdot h / 3 = 0,04 \cdot 2 / 3 = 0,0266 \text{ m.}$$

Si riporta di seguito la tabella degli spostamenti calcolati in testa ai pilastri nella combinazione più gravosa SLD\_Uy.

N1	N2	h	δ	δ/h	CC	N1	N2	h	δ	δ/h	CC	N1	N2	h	δ	δ/h	CC	N1	N2	h	δ	δ/h	CC
		<m>	<cm>																				
1	101	4.35	0.33	0.77	24	2	102	4.35	0.33	0.75	24	3	103	4.35	0.33	0.77	21	4	104	4.35	0.35	0.81	21
5	105	4.35	0.34	0.78	9	6	106	4.35	0.33	0.76	9	7	107	4.35	0.33	0.76	12	8	108	4.35	0.35	0.81	12

Come si vede in tabella lo spostamento massimo 0.0081 m è inferiore di quello ammissibile.

## 9 REAZIONI VINCOLARI

Di seguito si riportano le reazioni vincolari alla base dei pilastri scaturite dalle analisi della struttura.

### REAZIONI VINCOLARI APPLICATE IN CORRISPONDENZA DEI NODI DELLA SOVRASTRUTTURA CC13 - SND e SLV (coincidenti in quanto $q = 1.5$ )

Nodo	CC	TCC	Fx <kN>	Fy <kN>	Fz <kN>	Mx <kNm>	My <kNm>	Mz <kNm>
2	13	SLV	47,524	28,647	152,697	-18,886	108,258	0,704
2	13	SLV	-39,910	16,994	123,813	-44,901	-92,521	0,643
6	13	SLV	41,733	-18,630	155,103	48,575	95,054	0,704
6	13	SLV	-45,701	-30,283	126,219	22,559	-105,725	0,643
7	13	SLV	39,248	-18,185	154,555	46,936	91,545	0,704
7	13	SLV	-46,167	-29,983	134,670	20,610	-106,383	0,643
7	13	SLV	44,912	31,431	156,251	-23,861	104,571	0,704
7	13	SLV	-40,502	19,634	136,366	-50,188	-93,357	0,643
4	13	SLV	18,583	40,344	114,828	-11,848	41,335	0,704
4	13	SLV	-18,150	14,713	56,945	-74,628	-38,921	0,643
8	13	SLV	16,126	-6,194	113,244	53,855	36,019	0,704
8	13	SLV	-20,608	-31,825	55,362	-8,925	-44,238	0,643
5	13	SLV	18,466	-13,550	113,097	71,582	39,358	0,704
5	13	SLV	-19,540	-38,514	46,224	10,460	-42,715	0,643
1	13	SLV	20,996	30,183	112,209	9,840	44,778	0,704
1	13	SLV	-17,010	5,219	45,335	-51,283	-37,295	0,643

### REAZIONI VINCOLARI APPLICATE IN CORRISPONDENZA DEI NODI DELLA SOVRASTRUTTURA CC29 - SLU

Nodo	CC	TCC	Fx <kN>	Fy <kN>	Fz <kN>	Mx <kNm>	My <kNm>	Mz <kNm>
2	29	SLU	25,701	37,459	211,054	-53,451	42,353	0,000
6	29	SLU	25,701	37,459	211,054	53,451	42,353	0,000
7	29	SLU	23,232	39,361	221,148	56,164	38,867	0,000
7	29	SLU	23,232	39,361	221,148	-56,164	38,867	0,000
4	29	SLU	16,662	36,032	121,557	-50,871	20,385	0,000
8	29	SLU	16,662	36,032	121,557	50,871	20,385	0,000
5	29	SLU	19,231	33,740	122,197	47,635	24,052	0,000
1	29	SLU	19,231	33,740	122,197	-47,635	24,052	0,000

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO          NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA          TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)          FABBRICATI</b>					
Fabbricato E3 - Tipologico P - Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA00P0 001	REV.	FOGLIO 104 di 104

## 10 CONCLUSIONI

Con la presente relazione si è proceduto al progetto e alla verifica delle strutture in elevazione allo stato limite ultimo e allo stato limite di esercizio del “Fabbricato E3 – Tipologico P” da realizzare nelle seguenti ubicazioni lungo la tratta in progetto:

➤ PT04 - Stazione Vallelunga

Si riportano di seguito le incidenze di armatura dei principali elementi strutturali:

Fondazione Fabbricato	100 kg/m <sup>3</sup>
Pilastrini Fabbricato	190 kg/m <sup>3</sup>
Travi Fabbricato	120 kg/m <sup>3</sup>

## Sommario

Introduzione.....	2
Sistemi di riferimento.....	2
Rotazioni e momenti.....	2
Normativa di riferimento.....	2
Unità di misura.....	3
Geometria.....	3
Elenco vincoli nodi.....	3
Elenco nodi.....	3
Elenco materiali.....	3
Elenco sezioni aste.....	3
Elenco vincoli aste.....	4
Elenco aste.....	5
Elenco tipi solai.....	5
Elenco solai.....	5
Carichi.....	5
Condizioni di carico elementari.....	6
Elenco carichi aste Condizione di carico n. 1: Peso proprio Elenco peso proprio aste.....	6
Elenco carichi aste Condizione di carico n. 2: Peso proprio solai Carichi distribuiti.....	6
Elenco carichi aste Condizione di carico n. 3: Permanente solai Carichi distribuiti.....	7
Elenco carichi aste Condizione di carico n. 4: Accidentali copertura Carichi distribuiti.....	7
Elenco carichi aste Condizione di carico n. 5: Tamponature Carichi distribuiti.....	7
Elenco carichi aste Condizione di carico n. 6: Vento X Carichi distribuiti.....	7
Elenco carichi aste Condizione di carico n. 7: Variazione termica Carichi distribuiti.....	7
Elenco carichi aste Condizione di carico n. 8: Vento Y Carichi distribuiti.....	7
Risultati del calcolo.....	8
Parametri di calcolo.....	8
Figura numero 1: Spettro SLO.....	10
Figura numero 2: Spettro SLD.....	10
Figura numero 3: Spettro SLV.....	11
Figura numero 4: Spettro SND.....	11
Spostamenti relativi massimi allo stato limite di operatività.....	15
Reazioni vincolari.....	16
Sollecitazioni aste.....	16
Criteri di progetto utilizzati.....	26
Pilastrati in c.a.....	26
Travi in c.a.....	29
Verifiche e armature travi.....	34
Travata n. 101.....	35
Travata n. 104.....	36
Travata n. 105.....	37
Travata n. 106.....	38
Travata n. 107.....	38
Travata n. 108.....	39
Verifiche e armature pilastrati.....	39
Pilastrata n. 1.....	41
Pilastrata n. 2.....	42
Pilastrata n. 3.....	42
Pilastrata n. 4.....	43
Pilastrata n. 5.....	44
Pilastrata n. 6.....	44
Pilastrata n. 7.....	45
Pilastrata n. 8.....	46

## Introduzione

### Sistemi di riferimento

Le coordinate, i carichi concentrati, i cedimenti, le reazioni vincolari e gli spostamenti dei NODI sono riferiti ad una terna destra cartesiana globale con l'asse Z verticale rivolto verso l'alto.

I carichi in coordinate locali e le sollecitazioni delle ASTE sono riferite ad una terna destra cartesiana locale così definita:

- origine nel nodo iniziale dell'asta;
  - asse X coincidente con l'asse dell'asta e con verso dal nodo iniziale al nodo finale;
  - immaginando la trave a sezione rettangolare l'asse Y è parallelo alla base e l'asse Z è parallelo all'altezza.
- La rotazione dell'asta comporta quindi una rotazione di tutta la terna locale.

Si può immaginare la terna locale di un'asta comunque disposta nello spazio come derivante da quella globale dopo una serie di trasformazioni:

- una rotazione intorno all'asse Z che porti l'asse X a coincidere con la proiezione dell'asse dell'asta sul piano orizzontale;
- una traslazione lungo il nuovo asse X così definito in modo da portare l'origine a coincidere con la proiezione del nodo iniziale dell'asta sul piano orizzontale;
- una traslazione lungo l'asse Z che porti l'origine a coincidere con il nodo iniziale dell'asta;
- una rotazione intorno all'asse Y così definito che porti l'asse X a coincidere con l'asse dell'asta;
- una rotazione intorno all'asse X così definito pari alla rotazione dell'asta.

In pratica le travi prive di rotazione avranno sempre l'asse Z rivolto verso l'alto e l'asse Y nel piano del solaio, mentre i pilastri privi di rotazione avranno l'asse Y parallelo all'asse Y globale e l'asse Z parallelo ma controverso all'asse X globale. Da notare quindi che per i pilastri la "base" è il lato parallelo a Y.

Le sollecitazioni ed i carichi in coordinate locali negli ELEMENTI BIDIMENSIONALI e nei MURI sono riferiti ad una terna destra cartesiana locale così definita:

- origine nel primo nodo dell'elemento;
- asse X coincidente con la congiungente il primo ed il secondo nodo dell'elemento;
- asse Y definito come prodotto vettoriale fra il versore dell'asse X e il versore della congiungente il primo e il quarto nodo. Asse Z a formare con gli altri due una terna destrorsa.

Praticamente un elemento verticale con l'asse X locale coincidente con l'asse X globale ha anche gli altri assi locali coincidenti con quelli globali.

### Rotazioni e momenti

Seguendo il principio adottato per tutti i carichi che sono positivi se CONTROVERSI agli assi, anche i momenti concentrati e le rotazioni impresse in coordinate globali risultano positivi se CONTROVERSI al segno positivo delle rotazioni. Il segno positivo dei momenti e delle rotazioni è quello orario per l'osservatore posto nell'origine: X ruota su Y, Y ruota su Z, Z ruota su X. In pratica è sufficiente adottare la regola della mano destra: col pollice rivolto nella direzione dell'asse, la rotazione che porta a chiudere il palmo della mano corrisponde al segno positivo.

### Normativa di riferimento

La normativa di riferimento è la seguente:

- Legge n. 64 del 2/2/1974 - Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. del 24/1/1986 - Norme tecniche relative alle costruzioni sismiche.
- Legge n. 1086 del 5/11/1971 - Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- D.M. del 14/2/1992 - Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. del 9/1/1996 - Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. del 16/1/1996 - Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.
- Circolare n. 21745 del 30/7/1981 - Legge n. 219 del 14/5/1981 - Art. 10 - Istruzioni relative al rafforzamento degli edifici in muratura danneggiati dal sisma.
- Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia - Legge Regionale n. 30 del 20/6/1977 - Documentazione tecnica per la progettazione e direzione delle opere di riparazione degli edifici - Documento Tecnico n. 2 - Raccomandazioni per la riparazione strutturale degli edifici in muratura.
- D.M. del 20/11/1987 - Norme Tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento.
- Norme Tecniche C.N.R. n. 10011-85 del 18/4/1985 - Costruzioni di acciaio - Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.
- Norme Tecniche C.N.R. n. 10025-84 del 14/12/1984 - Istruzioni per il progetto, l'esecuzione ed il controllo

## Relazione di calcolo

delle strutture prefabbricate in conglomerato cementizio e per le strutture costruite con sistemi industrializzati di acciaio - Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.

- Circolare n. 65 del 10/4/1997 - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M. del 16/1/1996.
- Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno.
- DIN 1052 - Metodi di verifica per il legno.
- D.M. del 17/1/2018 - Norme tecniche per le costruzioni.
- Documento Tecnico CNR-DT 200 R1/2012 - Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati.
- Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture in acciaio.

### Unità di misura

Le unità di misura adottate sono le seguenti:

- lunghezze : m
- forze : daN
- masse : kg
- temperature : gradi centigradi
- angoli : gradi sessadecimali o radianti

### Geometria

#### Elenco vincoli nodi

##### Simbologia

- Vn = Numero del vincolo nodo  
 Comm. = Commento  
 Sx = Spostamento in dir. X (L=libero, B=bloccato, E=elastico)  
 Sy = Spostamento in dir. Y (L=libero, B=bloccato, E=elastico)  
 Sz = Spostamento in dir. Z (L=libero, B=bloccato, E=elastico)  
 Rx = Rotazione intorno all'asse X (L=libera, B=bloccata, E=elastica)  
 Ry = Rotazione intorno all'asse Y (L=libera, B=bloccata, E=elastica)  
 Rz = Rotazione intorno all'asse Z (L=libera, B=bloccata, E=elastica)  
 RL = Rotazione libera  
 Ly = Lunghezza (dir. Y locale)  
 Lz = Larghezza (dir. Z locale)  
 Kt = Coeff. di sottofondo su suolo elastico alla Winkler

Vn	Comm.	Sx	Sy	Sz	Rx	Ry	Rz	RL	Ly	Lz	Kt
		<m>	<daN/cm<sup>c</sup>>								
1	Libero	L	L	L	L	L	L				
2	Incastro	B	B	B	B	B	B				

#### Elenco nodi

##### Simbologia

- Nodo = Numero del nodo  
 X = Coordinata X del nodo  
 Y = Coordinata Y del nodo  
 Z = Coordinata Z del nodo  
 Imp. = Numero dell'impalcato  
 Vn = Numero del vincolo nodo

Nodo	X	Y	Z	Imp.	Vn	Nodo	X	Y	Z	Imp.	Vn	Nodo	X	Y	Z	Imp.	Vn	Nodo	X	Y	Z	Imp.	Vn
	<m>	<m>	<m>				<m>	<m>	<m>				<m>	<m>	<m>				<m>	<m>	<m>		
1	0.30	0.15	0.00	0	2	2	3.70	0.15	0.00	0	2	3	8.65	0.15	0.00	0	2	4	12.50	0.15	0.00	0	2
5	0.30	7.25	0.00	0	2	6	3.70	7.25	0.00	0	2	7	8.65	7.25	0.00	0	2	8	12.50	7.25	0.00	0	2
101	0.30	0.15	4.35	1	1	102	3.70	0.15	4.35	1	1	103	8.65	0.15	4.35	1	1	104	12.50	0.15	4.35	1	1
105	0.30	7.25	4.35	1	1	106	3.70	7.25	4.35	1	1	107	8.65	7.25	4.35	1	1	108	12.50	7.25	4.35	1	1

#### Elenco materiali

##### Simbologia

- Mat. = Numero del materiale  
 Comm. = Commento  
 P = Peso specifico  
 E = Modulo elastico  
 G = Modulo elastico tangenziale  
 v = Coeff. di Poisson  
 α = Coeff. di dilatazione termica

Mat.	Comm.	P	E	G	v	α
		<daN/m<sup>c</sup>>	<daN/cm<sup>q</sup>>	<daN/cm<sup>q</sup>>		
5	Calcestruzzo classe C25/30	2500	314472.00	142942.00	0.1	1.000000E-05

## Relazione di calcolo

7	Calcestruzzo classe C30/37	2500	330194.00	150088.00	0.1	1.000000E-05
---	----------------------------	------	-----------	-----------	-----	--------------

### Elenco sezioni aste

#### Simbologia

Sez. = Numero della sezione  
 Comm. = Commento  
 Tipo = Tipologia  
     2C = Doppia C lato labbri  
     2Cdx = Doppia C lato costola  
     2I = Doppia I  
     2L = Doppia L lato labbri  
     2Ldx = Doppia L lato costole  
     C = Sezione a C  
     Cdx = C destra  
     Cir. = Circolare  
     Cir.c = Circolare cava  
     I = Sezione a I  
     L = Sezione a L  
     Ldx = L destra  
     Om. = Omega  
     Pg = Pi greco  
     Pr = Poligono regolare  
     Prc = Poligono regolare cavo  
     Pc = Per coordinate  
     Ia = Inerzie assegnate  
     R = Rettangolare  
     Rc = Rettangolare cava  
     T = Sezione a T  
     U = Sezione a U  
     Ur = U rovescia  
     V = Sezione a V  
     Vr = V rovescia  
     Z = Sezione a Z  
     Zdx = Z destra  
     Ts = T stondata  
     Ls = L stondata  
     Cs = C stondata  
     Is = I stondata  
     Dis. = Disegnata  
 Mem. = Membratura  
     G = Generica  
     T = Trave  
     P = Pilastro  
 Ver. = Verifica prevista  
     N = Nessuna  
     C = Cemento armato  
     A = Acciaio  
     L = Legno  
 B = Base  
 H = Altezza  
 Ma = Numero del materiale  
 C = Numero del criterio di progetto  
 Crit. C.I. = Criterio di progetto collegamento iniziale  
 Crit. C.F. = Criterio di progetto collegamento finale

Sez.	Comm.	Tipo	Mem.	Ver.	B <cm>	H <cm>	Ma	C	Crit. C.I.	Crit. C.F.
1	Trave 30x50	R	T	C	30.00	50.00	7	1		
2	Trave 30x40	R	T	C	30.00	40.00	7	1		
3	pilastro 30x50	R	P	C	30.00	50.00	7	1		

### Elenco vincoli aste

#### Simbologia

Va = Numero del vincolo asta  
 Comm. = Commento  
 Tipo = Tipologia  
     SVI = Definizione di vincolamenti interni  
     ELA = Vincolo su suolo elastico alla Winkler  
     BIE-RTC = Biella resistente a trazione e a compressione  
     BIE-RC = Biella resistente solo a compressione  
     BIE-RT = Biella resistente solo a trazione  
 Ni = Sforzo normale nodo iniziale (0=sbloccato, 1=bloccato)  
 Tyi = Taglio in dir. Y locale nodo iniziale (0=sbloccato, 1=bloccato)  
 Tzi = Taglio in dir. Z locale nodo iniziale (0=sbloccato, 1=bloccato)  
 Mxi = Momento intorno all'asse X locale nodo iniziale (0=sbloccato, 1=bloccato)  
 Myi = Momento intorno all'asse Y locale nodo iniziale (0=sbloccato, 1=bloccato)  
 Mzi = Momento intorno all'asse Z locale nodo iniziale (0=sbloccato, 1=bloccato)  
 Nf = Sforzo normale nodo finale (0=sbloccato, 1=bloccato)  
 Tyf = Taglio in dir. Y locale nodo finale (0=sbloccato, 1=bloccato)

## Relazione di calcolo

Tzf = Taglio in dir. Z locale nodo finale (0=sbloccato, 1=bloccato)  
Mxf = Momento intorno all'asse X locale nodo finale (0=sbloccato, 1=bloccato)  
Myf = Momento intorno all'asse Y locale nodo finale (0=sbloccato, 1=bloccato)  
Mzf = Momento intorno all'asse Z locale nodo finale (0=sbloccato, 1=bloccato)  
Kt = Coeff. di sottofondo su suolo elastico alla Winkler

Va	Comm.	Tipo	Ni	Tyi	Tzi	Mxi	Myi	Mzi	Nf	Tyf	Tzf	Mxf	Myf	Mzf	Kt
															<daN/cm>
1	Inc+Inc	SVI	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

### Elenco aste

#### Simbologia

Asta = Numero dell'asta  
N1 = Nodo iniziale  
N2 = Nodo finale  
Sez. = Numero della sezione  
Va = Numero del vincolo asta  
Par. = Numero dei parametri aggiuntivi  
Rot. = Rotazione  
FF = Filo fisso  
Dy1 = Scost. filo fisso Y1  
Dy2 = Scost. filo fisso Y2  
Dz1 = Scost. filo fisso Z1  
Dz2 = Scost. filo fisso Z2  
Kt = Coeff. di sottofondo su suolo elastico alla Winkler

Asta	N1	N2	Sez.	Va	Par.	Rot.	FF	Dy1	Dy2	Dz1	Dz2	Kt
												<daN/cm>
1	1	101	3	1		90.00	55	0.00	0.00	-10.00	-10.00	
2	2	102	3	1		0.00	55	0.00	0.00	0.00	0.00	
3	3	103	3	1		0.00	55	0.00	0.00	0.00	0.00	
4	4	104	3	1		90.00	55	0.00	0.00	-10.00	-10.00	
5	5	105	3	1		90.00	55	0.00	0.00	10.00	10.00	
6	6	106	3	1		0.00	55	0.00	0.00	0.00	0.00	
7	7	107	3	1		0.00	55	0.00	0.00	0.00	0.00	
8	8	108	3	1		90.00	55	0.00	0.00	10.00	10.00	
101	101	102	2	1		0.00	22	0.00	0.00	0.00	0.00	
101	102	103	2	1		0.00	22	0.00	0.00	0.00	0.00	
101	103	104	2	1		0.00	22	0.00	0.00	0.00	0.00	
104	105	106	2	1		0.00	22	0.00	0.00	0.00	0.00	
104	106	107	2	1		0.00	22	0.00	0.00	0.00	0.00	
104	107	108	2	1		0.00	22	0.00	0.00	0.00	0.00	
105	101	105	1	1		0.00	22	0.00	0.00	0.00	0.00	
106	102	106	1	1		0.00	22	0.00	0.00	0.00	0.00	
107	103	107	1	1		0.00	22	0.00	0.00	0.00	0.00	
108	104	108	1	1		0.00	22	0.00	0.00	0.00	0.00	

### Elenco tipi solai

#### Simbologia

Ts = Numero del tipo solaio  
Comm. = Commento  
Rc = Ripartizione carichi  
UN = Unidirezionale  
PP = A piastra perimetrale  
PB = A piastra bisettrice  
Qps = Carico permanente strutturale  
Qpn = Carico permanente non strutturale  
QA = Primo carico accidentale  
QA2 = Secondo carico accidentale  
QA3 = Terzo carico accidentale  
Rip. ter. = Ripartizione su aste terminali  
Rip. int. = Ripartizione su aste interne  
Lfl = Larghezza fascia laterale  
Zcv = Quota di riferimento del piano di campagna  
s = Coeff. di riduzione  
Hs = Altezza solaio  
Sc = Spessore cappa  
Crit. = Numero del criterio di progetto

Ts	Comm.	Rc	Qps	Qpn	QA	QA2	QA3	Rip. ter.	Rip. int.	Lfl	Zcv	s	Hs	Sc	Crit.
			<daN/mq>	<daN/mq>	<daN/mq>	<daN/mq>	<daN/mq>			<m>	<m>		<cm>	<cm>	
1	Solaio copertura	UN	330.00	260.00	95.00	0.00	0.00	50.00	50.00	0.00	0.00	0.33	24.00	4.00	1

### Elenco solai

#### Simbologia

Sol. = Numero del solaio  
Ts = Numero del tipo solaio

## Relazione di calcolo

Ord. = Orditura  
Nodi = Nodi del solaio

Sol.	Ts	Ord. <grad>	Nodi	Sol.	Ts	Ord. <grad>	Nodi	Sol.	Ts	Ord. <grad>	Nodi
100	1	0.00	101 102 106 105	101	1	0.00	102 103 107 106	102	1	0.00	103 104 108 107

## Carichi

### Condizioni di carico elementari

#### Simbologia

CCE = Numero della condizione di carico elementare  
Comm. = Commento  
Tipo CCE = Tipo di CCE per calcolo agli stati limite  
Sic. = Contributo alla sicurezza  
F = a favore  
S = a sfavore  
A = ambigua  
Var. = Tipo di variabilità  
B = di base  
I = indipendente  
A = ambigua  
Dir. = Direzione del vento  
Tipo = Tipologia di pressione vento  
M = Massimizzata  
E = Esterna  
I = Interna  
Mx = Moltiplicatore della massa in dir. X  
My = Moltiplicatore della massa in dir. Y  
Mz = Moltiplicatore della massa in dir. Z  
Jpx = Moltiplicatore del momento d'inerzia intorno all'asse X  
Jpy = Moltiplicatore del momento d'inerzia intorno all'asse Y  
Jpz = Moltiplicatore del momento d'inerzia intorno all'asse Z

CCE	Comm.	Tipo CCE	Sic.	Var.	Dir. <grad>	Tipo	Mx	My	Mz	Jpx	Jpy	Jpz
1	Peso proprio	1 D.M. 18 Permanenti strutturali	S	--	--	--	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
2	Peso proprio solai	1 D.M. 18 Permanenti strutturali	S	--	--	--	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
3	Permanente solai	2 D.M. 18 Permanenti non strutturali	S	--	--	--	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
4	Accidentali copertura	12 D.M. 18 Variabili Neve (a quota <= 1000 m s.l.m.)	S	B	--	--	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
5	Tamponature	2 D.M. 18 Permanenti non strutturali	S	--	--	--	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
6	Vento X	11 D.M. 18 Variabili Vento	S	A	90.00	M	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	Variazione termica	10 D.M. 18 Variabili Variazioni termiche	S	B	--	--	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
8	Vento Y	11 D.M. 18 Variabili Vento	S	A	90.00	M	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

### Elenco carichi aste

#### Condizione di carico n. 1: Peso proprio

#### Elenco peso proprio aste

#### Simbologia

Sez. = Numero della sezione  
Comm. = Commento  
A = Area  
Mat. = Materiale  
P = Peso specifico  
PL = Peso specifico a metro lineare

Sez.	Comm.	A <cmq>	Mat.	P <daN/mc>	PL <daN/m>
1	Trave 30x50	1500.000000	Calcestruzzo classe C30/37	2500.00	375.00
2	Trave 30x40	1200.000000	Calcestruzzo classe C30/37	2500.00	300.00
3	pilastro 30x50	1500.000000	Calcestruzzo classe C30/37	2500.00	375.00

### Elenco carichi aste

#### Condizione di carico n. 2: Peso proprio solai

#### Carichi distribuiti

#### Simbologia

Asta = Numero dell'asta  
N1 = Nodo iniziale  
N2 = Nodo finale  
E = Elemento provenienza del carico  
S = Solaio  
T = Tamponatura  
NE = Numero elemento di provenienza del carico  
T = Tipo di carico  
QA = Primo carico accidentale  
QA2 = Secondo carico accidentale  
QA3 = Terzo carico accidentale  
QPS = Carico permanente strutturale

Relazione di calcolo

QPN = Carico permanente non strutturale  
 VE = Vento  
 M = Manuale  
 DC = Direzione del carico  
 XG,YG,ZG = secondo gli assi globali  
 XL,YL,ZL = secondo gli assi locali  
 Xi = Distanza iniziale  
 Qi = Carico iniziale  
 Xf = Distanza finale  
 Qf = Carico finale

Asta	N1	N2	E	NE	T	DC	Xi	Qi	Xf	Qf	Asta	N1	N2	E	NE	T	DC	Xi	Qi	Xf	Qf
							<m>	<daN/m>	<m>	<daN/m>								<m>	<daN/m>	<m>	<daN/m>
105	101	105	S	100	QPS	ZG	0.00	561.00	7.10	561.00	106	102	106	S	100	QPS	ZG	0.00	561.00	7.10	561.00
106	102	106	S	101	QPS	ZG	0.00	816.75	7.10	816.75	107	103	107	S	101	QPS	ZG	0.00	816.75	7.10	816.75
107	103	107	S	102	QPS	ZG	0.00	635.25	7.10	635.25	108	104	108	S	102	QPS	ZG	0.00	635.25	7.10	635.25

**Elenco carichi aste**

Condizione di carico n. 3: Permanente solai

**Carichi distribuiti**

Asta	N1	N2	E	NE	T	DC	Xi	Qi	Xf	Qf	Asta	N1	N2	E	NE	T	DC	Xi	Qi	Xf	Qf
							<m>	<daN/m>	<m>	<daN/m>								<m>	<daN/m>	<m>	<daN/m>
105	101	105	S	100	QPN	ZG	0.00	442.00	7.10	442.00	106	102	106	S	100	QPN	ZG	0.00	442.00	7.10	442.00
106	102	106	S	101	QPN	ZG	0.00	643.50	7.10	643.50	107	103	107	S	101	QPN	ZG	0.00	643.50	7.10	643.50
107	103	107	S	102	QPN	ZG	0.00	500.50	7.10	500.50	108	104	108	S	102	QPN	ZG	0.00	500.50	7.10	500.50

**Elenco carichi aste**

Condizione di carico n. 4: Accidentali copertura

**Carichi distribuiti**

Asta	N1	N2	E	NE	T	DC	Xi	Qi	Xf	Qf	Asta	N1	N2	E	NE	T	DC	Xi	Qi	Xf	Qf
							<m>	<daN/m>	<m>	<daN/m>								<m>	<daN/m>	<m>	<daN/m>
105	101	105	S	100	QA	ZG	0.00	161.50	7.10	161.50	106	102	106	S	100	QA	ZG	0.00	161.50	7.10	161.50
106	102	106	S	101	QA	ZG	0.00	235.13	7.10	235.13	107	103	107	S	101	QA	ZG	0.00	235.13	7.10	235.13
107	103	107	S	102	QA	ZG	0.00	182.88	7.10	182.88	108	104	108	S	102	QA	ZG	0.00	182.88	7.10	182.88

**Elenco carichi aste**

Condizione di carico n. 5: Tamponature

**Carichi distribuiti**

Asta	N1	N2	E	NE	T	DC	Xi	Qi	Xf	Qf	Asta	N1	N2	E	NE	T	DC	Xi	Qi	Xf	Qf
							<m>	<daN/m>	<m>	<daN/m>								<m>	<daN/m>	<m>	<daN/m>
101	101	102	S	--	M	ZG	0.00	200.00	3.40	200.00	101	102	103	S	--	M	ZG	0.00	200.00	4.95	200.00
101	103	104	S	--	M	ZG	0.00	200.00	3.85	200.00	104	105	106	S	--	M	ZG	0.00	200.00	3.40	200.00
104	106	107	S	--	M	ZG	0.00	200.00	4.95	200.00	104	107	108	S	--	M	ZG	0.00	200.00	3.85	200.00
105	101	105	S	--	M	ZG	0.00	200.00	7.10	200.00	108	104	108	S	--	M	ZG	0.00	200.00	7.10	200.00

**Elenco carichi aste**

Condizione di carico n. 6: Vento X

**Carichi distribuiti**

Asta	N1	N2	E	NE	T	DC	Xi	Qi	Xf	Qf	Asta	N1	N2	E	NE	T	DC	Xi	Qi	Xf	Qf
							<m>	<daN/m>	<m>	<daN/m>								<m>	<daN/m>	<m>	<daN/m>
1	1	101	S	--	M	XG	0.00	350.00	4.35	350.00	2	2	102	S	--	M	XG	0.00	300.00	4.35	300.00
3	3	103	S	--	M	XG	0.00	300.00	4.35	300.00	4	4	104	S	--	M	XG	0.00	350.00	4.35	350.00
5	5	105	S	--	M	XG	0.00	350.00	4.35	350.00	6	6	106	S	--	M	XG	0.00	300.00	4.35	300.00
7	7	107	S	--	M	XG	0.00	300.00	4.35	300.00	8	8	108	S	--	M	XG	0.00	350.00	4.35	350.00

**Elenco carichi aste**

Condizione di carico n. 7: Variazione termica

**Carichi distribuiti**

**Simbologia**

Asta = Numero dell'asta  
 N1 = Nodo iniziale  
 N2 = Nodo finale  
 DT = Incremento di temperatura  
 Gy = Gradiente termico in dir. Y  
 Gz = Gradiente termico in dir. Z

Asta	N1	N2	DT	Gy	Gz	Asta	N1	N2	DT	Gy	Gz	Asta	N1	N2	DT	Gy	Gz
			<°C>	<°C/m>	<°C/m>				<°C>	<°C/m>	<°C/m>				<°C>	<°C/m>	<°C/m>
1	1	101	25.00			2	2	102	25.00			3	3	103	25.00		
4	4	104	25.00			5	5	105	25.00			6	6	106	25.00		
7	7	107	25.00			8	8	108	25.00			101	101	102	25.00		
101	102	103	25.00			101	103	104	25.00			104	105	106	25.00		
104	106	107	25.00			104	107	108	25.00			105	101	105	25.00		

Relazione di calcolo

106	102	106	25.00	107	103	107	25.00	108	104	108	25.00
-----	-----	-----	-------	-----	-----	-----	-------	-----	-----	-----	-------

**Elenco carichi aste**

**Condizione di carico n. 8: Vento Y**

**Carichi distribuiti**

Asta	N1	N2	E	N	T	D	C	Xi <m>	Qi <daN/m>	Xf <m>	Qf <daN/m>	Asta	N1	N2	E	N	T	D	C	Xi <m>	Qi <daN/m>	Xf <m>	Qf <daN/m>
1	1	101	S	--	M	X	G	0.00	230.00	4.35	230.00	2	2	102	S	--	M	X	G	0.00	400.00	4.35	400.00
3	3	103	S	--	M	X	G	0.00	400.00	4.35	400.00	4	4	104	S	--	M	X	G	0.00	230.00	4.35	230.00
5	5	105	S	--	M	X	G	0.00	230.00	4.35	230.00	6	6	106	S	--	M	X	G	0.00	400.00	4.35	400.00
7	7	107	S	--	M	X	G	0.00	400.00	4.35	400.00	8	8	108	S	--	M	X	G	0.00	230.00	4.35	230.00

**Risultati del calcolo**

**Parametri di calcolo**

La modellazione della struttura e la rielaborazione dei risultati del calcolo sono stati effettuati con: ModeSt ver. 8.18, prodotto da Tecnisoft s.a.s. - Prato

La struttura è stata calcolata utilizzando come solutore agli elementi finiti: Xfinest ver. 2013, prodotto da Ce.A.S. S.r.l. - Milano

- Tipo di normativa: stati limite D.M. 18
- Tipo di calcolo: analisi sismica dinamica
- Vincoli esterni: Considera sempre vincoli assegnati in modellazione
- Schematizzazione piani rigidi: metodo Master-Slave
- Modalità di recupero masse secondarie: trasferire le masse
- All'impalcato più vicino in assoluto: No
- Anche sui nodi degli impalcati non rigidi: No
- Modificare coordinate baricentro impalcati rigidi: XY

**Generazione combinazioni**

- Lineari: Si
- Valuta spostamenti e non sollecitazioni: No
- Buckling: No

**Opzioni di calcolo**

- Sono state considerate infinitamente rigide le zone di connessione fra travi, pilastri ed elementi bidimensionali con una riduzione del 20%
- Calcolo con offset rigidi dai nodi: No
- Uniformare i carichi variabili: No
- Massimizzare i carichi variabili: No
- Minimo carico da considerare: 0.00 <daN/m>
- Recupero carichi zone rigide: taglio e momento flettente
- Modalità di combinazione momento torcente: disaccoppiare le azioni

**Opzioni del solutore**

- Tipo di elemento bidimensionale: QF46
- Calcolo sforzo nei nodi: No
- Trascura deformabilità a taglio delle aste: No
- Analisi dinamica con metodo di Lanczos: Si
- Check sequenza di Sturm: Si
- Soluzione matrice con metodo ver. 5.1: No
- Analisi non lineare con Newton modificato: No
- Usa formulazione secante per buckling: No
- Trascura buckling torsionale: No

**Dati struttura**

- Sito di costruzione: LON. 13.84551 LAT. 37.69121
- Contenuto tra ID reticolo: 47181 47180 46959 46958

**Simbologia**

- TCC=Tipo di combinazione di carico
- SLU = Stato limite ultimo
- SLU S = Stato limite ultimo (azione sismica)
- SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara
- SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente
- SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente
- SLD = Stato limite di danno
- SLV = Stato limite di salvaguardia della vita
- SLC = Stato limite di prevenzione del collasso
- SLO = Stato limite di operatività
- SLU I = Stato limite di resistenza al fuoco
- SND = Stato limite di salvaguardia della vita (non dissipativo)
- T<sub>R</sub> =Periodo di ritorno <anni>
- Ag =Accelerazione orizzontale massima al sito

## Relazione di calcolo

$F_0$  = Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale  
 $T_{c*}$  = Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale <sec>  
 $S_s$  = Coefficiente di amplificazione stratigrafica  
 $C_c$  = Coefficiente funzione della categoria del suolo

TCC	$T_R$	Ag <g>	$F_0$	$T_{c*}$	$S_s$	$C_c$
SLO	68	0.0459	2.45	0.28	1.50	1.60
SLD	113	0.0553	2.49	0.30	1.50	1.56
SLV	1068	0.1119	2.65	0.38	1.50	1.45

- Edificio esistente: No
- Tipo di opera: Opera ordinaria
- Vita nominale  $V_N$ : 75.00
- Classe d'uso: Classe III
- SL Esercizio: SLOPvr 81.00, SLDPvr 63.00
- SL Ultimi: SLVPvr 10.00, SLCPvr No
- Struttura dissipativa: Sì
- Classe di duttilità: Classe B
- Quota di riferimento: 0.00 <m>
- Altezza della struttura: 4.35 <m>
- Numero piani edificio: 1
- Coefficiente  $\theta$ : 0.00
- Edificio regolare in altezza: Sì
- Edificio regolare in pianta: Sì
- Forze orizzontali convenzionali per stati limite non sismici: No
- Genera stati limite per verifiche di resistenza al fuoco: No

### Dati di piano

#### Simbologia

Imp. = Numero dell'impalcato  
 Lx = Dimensione del piano in dir. X  
 Ly = Dimensione del piano in dir. Y  
 Ex = Eccentricità in dir. X  
 Ey = Eccentricità in dir. Y  
 Ea = Eccentricità complessiva

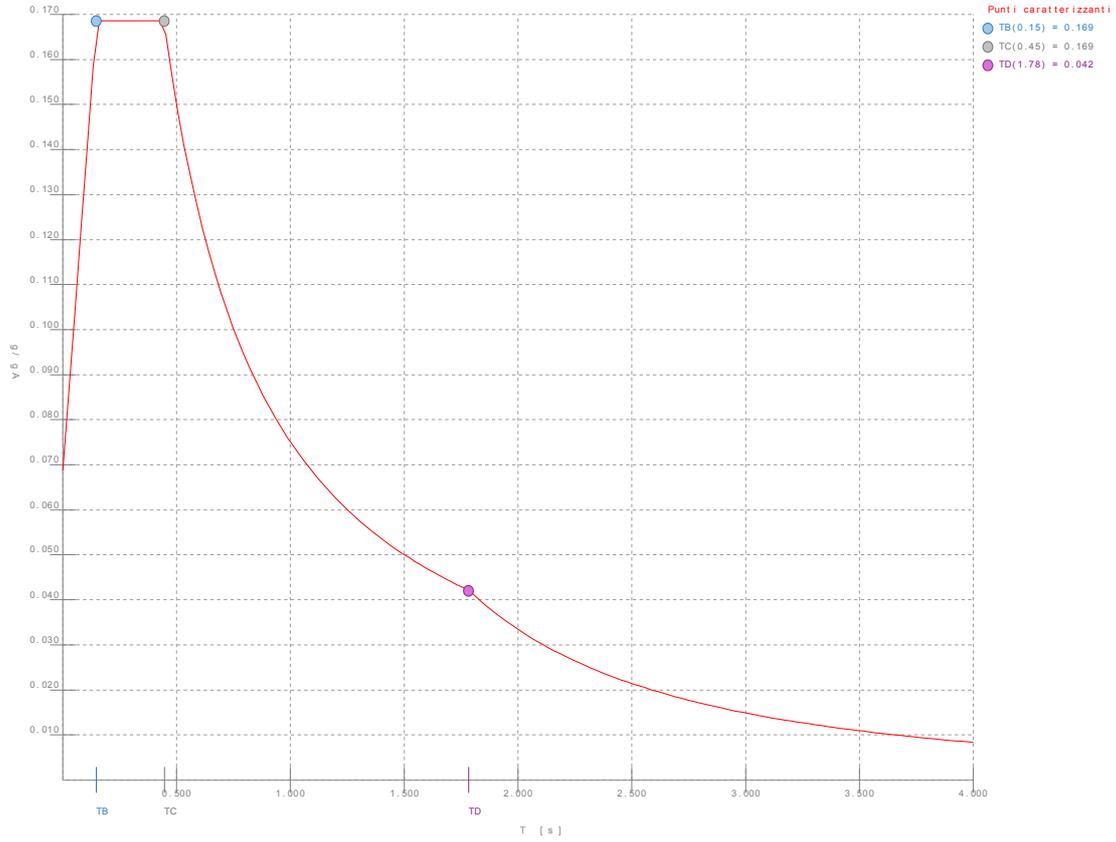
Imp.	Lx <m>	Ly <m>	Ex <m>	Ey <m>	Ea <m>
1	12.20	7.10	0.61	0.35	0.71

### Dati di calcolo

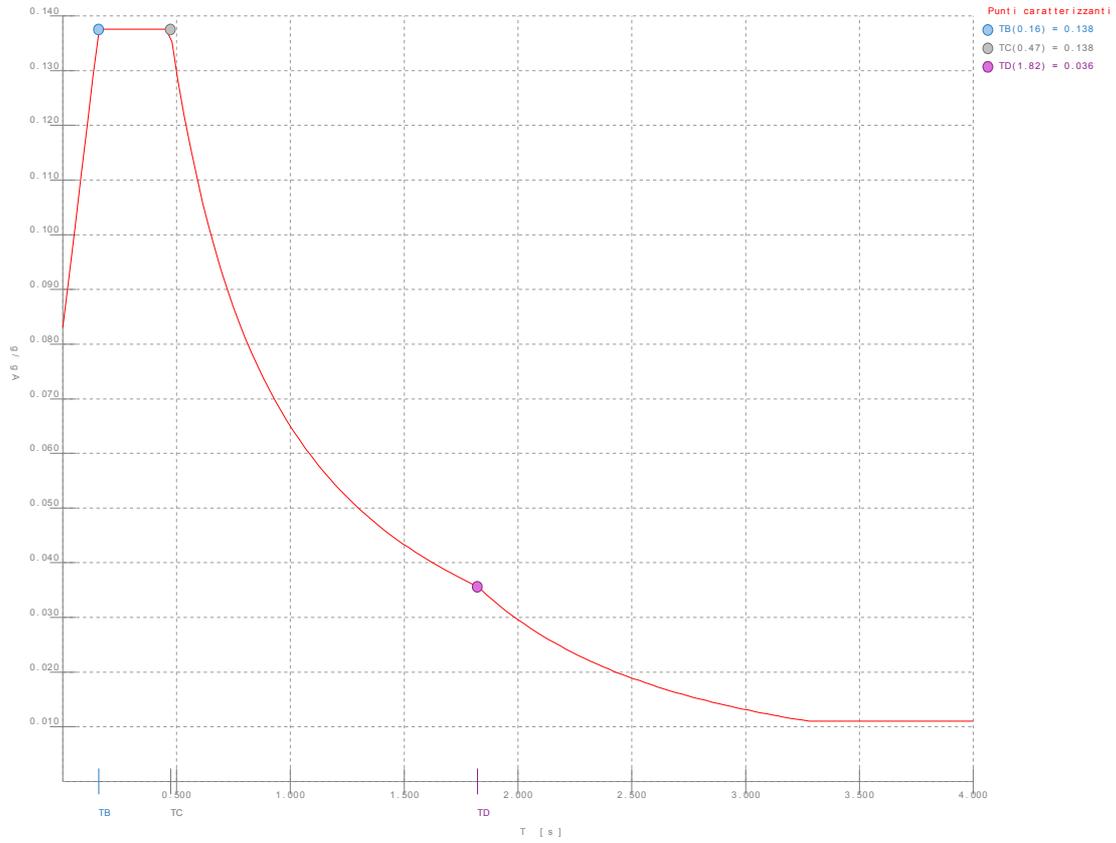
- Categoria del suolo di fondazione: C
- Tipologia strutturale: c.a. o prefabbricata a telaio a più piani e più campate

Periodo $T_1$	0.23274
Coeff. $\lambda$ SLO	1.00
Coeff. $\lambda$ SLD	1.00
Coeff. $\lambda$ SLV	1.00
Rapporto di sovraresistenza ( $\alpha_s/\alpha_1$ )	1.30
Valore di riferimento del fattore di struttura ( $q_0$ )	3.90
Fattore riduttivo ( $K_w$ )	1.00
Fattore riduttivo regolarità in altezza (KR)	1.00
Fattore di comportamento dissipativo (q)	1.50
Fattore di comportamento non dissipativo (qND)	1.50
Fattore di comportamento per SLD (qD)	1.50

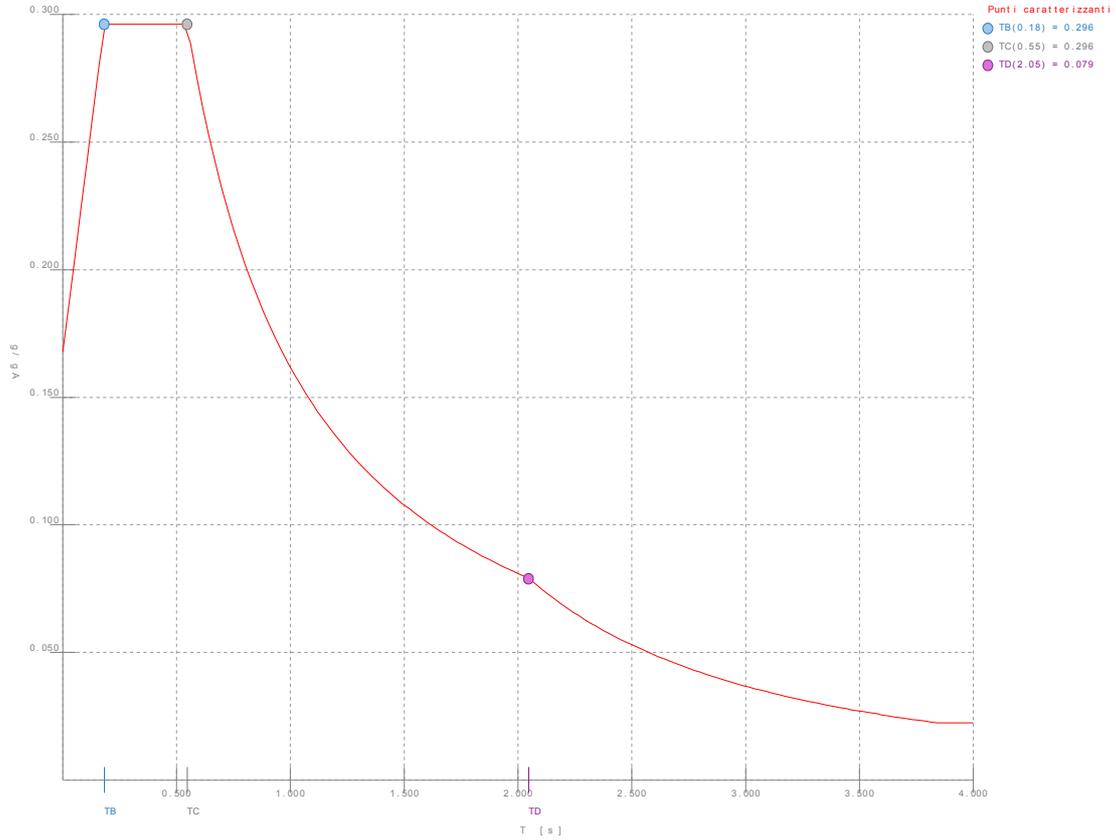
- Categoria topografica: T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$
- Coeff. amplificazione topografica  $S_T$ : 1.00
- Fattore di comportamento per sisma verticale (qv): 1.50
- Modalità di calcolo modi di vibrare: Autovalori
- Numero modi: 3
- Modi da considerare: Tali da movimentare una percentuale di massa pari a 85.00%
- Trascura modi con massa movimentata minore di: 5.00%
- Smorzamento spettro: 5.00%



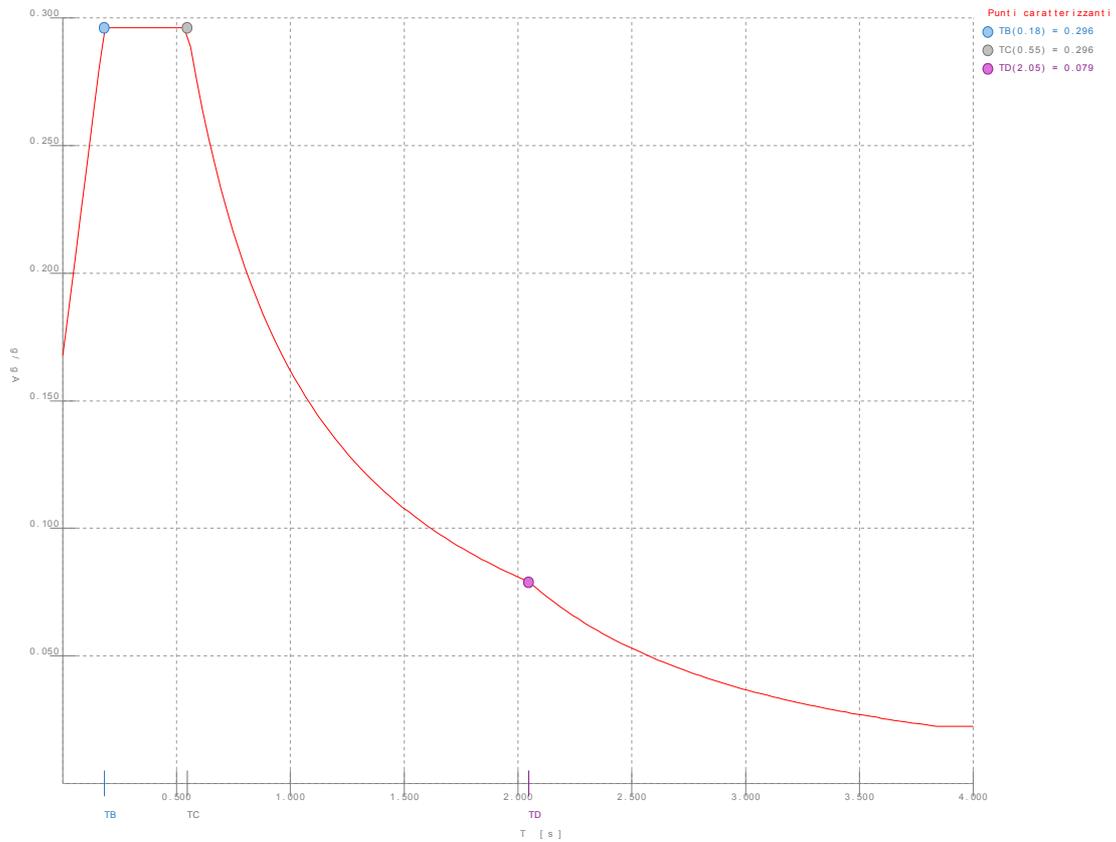
**Figura numero 1: Spettro SLO**



**Figura numero 2: Spettro SLD**



**Figura numero 3: Spettro SLV**



**Figura numero 4: Spettro SND**

- Angolo di ingresso del sisma: 0.00 <grad>

**Condizioni di carico elementari**

## Relazione di calcolo

### Simbologia

CCE = Numero della condizione di carico elementare  
 Comm. = Commento  
 Tipo CCE = Tipo di CCE per calcolo agli stati limite  
 Sic. = Contributo alla sicurezza  
     F = a favore  
     S = a sfavore  
     A = ambigua  
 Var. = Tipo di variabilità  
     B = di base  
     I = indipendente  
     A = ambigua  
 Dir. = Direzione del vento  
 Tipo = Tipologia di pressione vento  
     M = Massimizzata  
     E = Esterna  
     I = Interna  
 Mx = Moltiplicatore della massa in dir. X  
 My = Moltiplicatore della massa in dir. Y  
 Mz = Moltiplicatore della massa in dir. Z  
 Jpx = Moltiplicatore del momento d'inerzia intorno all'asse X  
 Jpy = Moltiplicatore del momento d'inerzia intorno all'asse Y  
 Jpz = Moltiplicatore del momento d'inerzia intorno all'asse Z

CCE	Comm.	Tipo CCE	Sic.	Var.	Dir. <grad>	Tipo	Mx	My	Mz	Jpx	Jpy	Jpz
1	Peso proprio		1S	--	--	--	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
2	Peso proprio solai		1S	--	--	--	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
3	Permanente solai		2S	--	--	--	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
4	Accidentali copertura		12S	B	--	--	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
5	Tamponature		2S	--	--	--	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
6	Vento X		11S	A	90.00	M	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	Variazione termica		10S	B	--	--	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
8	Vento Y		11S	A	90.00	M	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

### Elenco tipi CCE definiti

#### Simbologia

Tipo CCE = Tipo condizione di carico elementare  
 Comm. = Commento  
 Tipo = Tipologia  
     G = Permanente  
     Qv = Variabile vento  
     Q = Variabile  
     I = Da ignorare  
     A = Azione eccezionale  
     P = Precompressione  
 Durata = Durata del carico  
     N = Non definita  
     P = Permanente  
     L = Lunga  
     M = Media  
     B = Breve  
     I = Istantanea  
 $\gamma$  min. = Coeff.  $\gamma$  min.  
 $\gamma$  max = Coeff.  $\gamma$  max  
 $\Psi_0$  = Coeff.  $\Psi_0$   
 $\Psi_1$  = Coeff.  $\Psi_1$   
 $\Psi_2$  = Coeff.  $\Psi_2$   
 $\Psi_{0,s}$  = Coeff.  $\Psi_0$  sismico (D.M. 96)

Tipo CCE	Comm.	Tipo	Durata	$\gamma$ min.	$\gamma$ max	$\Psi_0$	$\Psi_1$	$\Psi_2$	$\Psi_{0,s}$
1	D.M. 18 Permanenti strutturali	G	P	1.00	1.30				
2	D.M. 18 Permanenti non strutturali	G	L	0.80	1.50				
12	D.M. 18 Variabili Neve (a quota <= 1000 m s.l.m.)	Q	M	0.00	1.50	0.50	0.20	0.00	0.00
11	D.M. 18 Variabili Vento	Qv	B	0.00	1.50	0.60	0.20	0.00	0.00
10	D.M. 18 Variabili Variazioni termiche	Q	M	0.00	1.50	0.60	0.50	0.00	0.00

### Ambienti di carico

#### Simbologia

N = Numero  
 Comm. = Commento  
 1 = Peso proprio  
 2 = Peso proprio solai  
 3 = Permanente solai  
 4 = Accidentali copertura  
 5 = Tamponature  
 6 = Vento X  
 7 = Variazione termica  
 8 = Vento Y

## Relazione di calcolo

F = azioni orizzontali convenzionali  
 SLU = Stato limite ultimo  
 SLR = Stato limite per combinazioni rare  
 SLF = Stato limite per combinazioni frequenti  
 SLQ/D = Stato limite per combinazioni quasi permanenti o di danno  
 S = Sì  
 N = No

N	Comm.	1	2	3	4	5	6	7	8	S	SLU	SLR	SLF	SLQ
1	Calcolo sismico	S	S	S	S	S	S	N	N	S	N	N	N	
2	Calcolo statico	S	S	S	S	N	N	N	N	S	S	S	S	
3	Vento da 90°	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S	S	S	

### Elenco combinazioni di carico simboliche

#### Simbologia

CC = Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari  
 Comm. = Commento  
 TCC = Tipo di combinazione di carico  
 SLU = Stato limite ultimo  
 SLU S = Stato limite ultimo (azione sismica)  
 SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara  
 SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente  
 SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente  
 SLD = Stato limite di danno  
 SLV = Stato limite di salvaguardia della vita  
 SLC = Stato limite di prevenzione del collasso  
 SLO = Stato limite di operatività  
 SLU I = Stato limite di resistenza al fuoco  
 SND = Stato limite di salvaguardia della vita (non dissipativo)

CC	Comm.	TCC	1	2	3	4	5	6	7	8	S
1	Amb. 1 (Sisma)	SLU S	1	1	1	$\Psi_2$	1	-----	$\Psi_2$	-----	1
2	Amb. 2 (SLU)	SLU	$\gamma$ max	-----	$\gamma$ max	-----	-----				
3	Amb. 2 (SLE R)	SLE R	1	1	1	1	1	-----	1	-----	-----
4	Amb. 2 (SLE F)	SLE F	1	1	1	$\Psi_1$	1	-----	$\Psi_1$	-----	-----
5	Amb. 2 (SLE Q)	SLE Q	1	1	1	$\Psi_2$	1	-----	$\Psi_2$	-----	-----
6	Amb. 3 (SLU)	SLU	$\gamma$ max	$\gamma$ max	$\gamma$ max	-----					
7	Amb. 3 (SLU)	SLU	$\gamma$ max	$\Psi_0 * \gamma$ max	$\gamma$ max	$\Psi_0 * \gamma$ max	-----				
8	Amb. 3 (SLE R)	SLE R	1	1	1	1	1	1	1	1	-----
9	Amb. 3 (SLE R)	SLE R	1	1	1	1	1	$\Psi_0$	1	$\Psi_0$	-----
10	Amb. 3 (SLE F)	SLE F	1	1	1	$\Psi_1$	1	$\Psi_1$	$\Psi_1$	$\Psi_1$	-----
11	Amb. 3 (SLE F)	SLE F	1	1	1	$\Psi_1$	1	$\Psi_2$	$\Psi_1$	$\Psi_2$	-----
12	Amb. 3 (SLE Q)	SLE Q	1	1	1	$\Psi_2$	1	$\Psi_2$	$\Psi_2$	$\Psi_2$	-----

Genera le combinazioni con un solo carico di tipo variabile come di base: No

Considera sollecitazioni dinamiche con segno dei modi principali: No

### Combinazioni delle CCE

#### Simbologia

CC = Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari  
 Comm. = Commento  
 TCC = Tipo di combinazione di carico  
 SLU = Stato limite ultimo  
 SLU S = Stato limite ultimo (azione sismica)  
 SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara  
 SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente  
 SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente  
 SLD = Stato limite di danno  
 SLV = Stato limite di salvaguardia della vita  
 SLC = Stato limite di prevenzione del collasso  
 SLO = Stato limite di operatività  
 SLU I = Stato limite di resistenza al fuoco  
 SND = Stato limite di salvaguardia della vita (non dissipativo)

An. = Tipo di analisi  
 L = Lineare  
 NL = Non lineare

Bk = Buckling  
 S = Sì  
 N = No

CC	Comm.	TCC	An.	Bk	1	2	3	4	5	6	7	8	Mt	±S X	±S Y
1	Amb. 1 (SLU S) S Mt+X+0.3Y	SLV+SND	L	N	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.30
2	Amb. 1 (SLE) S Mt+X+0.3Y	SLD	L	N	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.30
3	Amb. 1 (SLE) S Mt+X+0.3Y	SLO	L	N	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.30
4	Amb. 1 (SLU S) S Mt+X-0.3Y	SLV+SND	L	N	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	-0.30
5	Amb. 1 (SLE) S Mt+X-0.3Y	SLD	L	N	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	-0.30

Relazione di calcolo

6	Amb. 1 (SLE) S Mt+X-0.3Y	SLO	L	N	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	-0.30
7	Amb. 1 (SLU S) S Mt+0.3X+Y	SLV+SND	L	N	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.30	1.00
8	Amb. 1 (SLE) S Mt+0.3X+Y	SLD	L	N	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.30	1.00
9	Amb. 1 (SLE) S Mt+0.3X+Y	SLO	L	N	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.30	1.00
10	Amb. 1 (SLU S) S Mt-0.3X+Y	SLV+SND	L	N	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	-0.30	1.00
11	Amb. 1 (SLE) S Mt-0.3X+Y	SLD	L	N	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	-0.30	1.00
12	Amb. 1 (SLE) S Mt-0.3X+Y	SLO	L	N	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	-0.30	1.00
13	Amb. 1 (SLU S) S -Mt+X+0.3Y	SLV+SND	L	N	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	1.00	0.30
14	Amb. 1 (SLE) S -Mt+X+0.3Y	SLD	L	N	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	1.00	0.30
15	Amb. 1 (SLE) S -Mt+X+0.3Y	SLO	L	N	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	1.00	0.30
16	Amb. 1 (SLU S) S -Mt+X-0.3Y	SLV+SND	L	N	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	1.00	-0.30
17	Amb. 1 (SLE) S -Mt+X-0.3Y	SLD	L	N	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	1.00	-0.30
18	Amb. 1 (SLE) S -Mt+X-0.3Y	SLO	L	N	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	1.00	-0.30
19	Amb. 1 (SLU S) S -Mt+0.3X+Y	SLV+SND	L	N	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	0.30	1.00
20	Amb. 1 (SLE) S -Mt+0.3X+Y	SLD	L	N	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	0.30	1.00
21	Amb. 1 (SLE) S -Mt+0.3X+Y	SLO	L	N	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	0.30	1.00
22	Amb. 1 (SLU S) S -Mt-0.3X+Y	SLV+SND	L	N	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	-0.30	1.00
23	Amb. 1 (SLE) S -Mt-0.3X+Y	SLD	L	N	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	-0.30	1.00
24	Amb. 1 (SLE) S -Mt-0.3X+Y	SLO	L	N	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	-0.30	1.00
25	Amb. 2 (SLU)	SLU	L	N	1.30	1.30	1.50	1.50	1.50	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00
26	Amb. 2 (SLE R)	SLE R	L	N	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27	Amb. 2 (SLE F)	SLE F	L	N	1.00	1.00	1.00	0.20	1.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00
28	Amb. 2 (SLE Q)	SLE Q	L	N	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
29	Amb. 3 (SLU)	SLU	L	N	1.30	1.30	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00
30		SLU	L	N	1.30	1.30	1.50	1.50	1.50	0.00	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00
31	Amb. 3 (SLU)	SLU	L	N	1.30	1.30	1.50	1.50	1.50	0.90	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00
32		SLU	L	N	1.30	1.30	1.50	1.00	1.50	0.00	1.50	0.90	0.00	0.00	0.00
33	Amb. 3 (SLE R)	SLE R	L	N	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
34		SLE R	L	N	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
35	Amb. 3 (SLE R)	SLE R	L	N	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
36		SLE R	L	N	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.60	0.00	0.00	0.00
37	Amb. 3 (SLE F)	SLE F	L	N	1.00	1.00	1.00	0.20	1.00	0.20	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00
38		SLE F	L	N	1.00	1.00	1.00	0.20	1.00	0.00	0.50	0.20	0.00	0.00	0.00
39	Amb. 3 (SLE F)	SLE F	L	N	1.00	1.00	1.00	0.20	1.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00
40	Amb. 3 (SLE Q)	SLE Q	L	N	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Elenco baricentri e masse impalcati

Simbologia

Imp. = Numero dell'impalcato  
 X = Coordinata X  
 Y = Coordinata Y  
 Z = Coordinata Z  
 Mo = Massa orizzontale  
 Jpz = Massa rotazionale intorno all'asse Z

Imp.	X <m>	Y <m>	Z <m>	Mo <kg>	Jpz <kg*mq>
1	6.38	3.70	4.35	84934.60	1805050.00

Totali masse impalcati

Mo <kg>	Jpz <kg*mq>
84934.60	1805050.00

Elenco forze sismiche di impalcato allo SLO

Simbologia

Imp. = Numero dell'impalcato  
 cx = Coeff. c in dir. X  
 cy = Coeff. c in dir. Y  
 Mz = Momento intorno all'asse Z

Imp.	cx	cy	Mz <daNm>
1	1.00	1.00	9912.97

Totali forze sismiche

Mz <daNm>
9912.97

Elenco forze sismiche di impalcato allo SLD

Imp.	cx	cy	Mz <daNm>
1	1.00	1.00	8088.74

Totali forze sismiche

Mz

Relazione di calcolo

<daNm>
8088.74

Elenco forze sismiche di impalcato allo SLV

Imp.	cx	cy	Mz <daNm>
1	1.00	1.00	17421.50

Totali forze sismiche

Mz <daNm>
17421.50

Elenco forze sismiche di impalcato allo SND

Imp.	cx	cy	Mz <daNm>
1	1.00	1.00	17421.50

Totali forze sismiche

Mz <daNm>
17421.50

Elenco modi di vibrare, masse partecipanti e coefficienti di partecipazione

Simbologia

Modo = Numero del modo di vibrare  
 C = \* indica che il modo è stato considerato  
 T = Periodo  
 Diff. = Minima differenza percentuale dagli altri periodi  
 $\Phi_x$  = Coefficiente di partecipazione in dir. X  
 $\Phi_y$  = Coefficiente di partecipazione in dir. Y  
 $\Phi_z$  = Coefficiente di partecipazione in dir. Z  
 %Mx = Percentuale massa partecipante in dir. X  
 %My = Percentuale massa partecipante in dir. Y  
 %Mz = Percentuale massa partecipante in dir. Z  
 %Jpz = Percentuale momento d'inerzia polare partecipante intorno all'asse Z

Modo	C	T	Diff.	$\Phi_x$	$\Phi_y$	$\Phi_z$	%Mx	%My	%Mz	%Jpz
1	*	0.23	6.50	-0.00	-92.16	0.00	0.00	99.99	0.00	0.01
2	*	0.22	6.50	92.16	-0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
3	*	0.16	34.45	0.00	-0.96	0.00	0.00	0.01	0.00	99.99
Tot.cons.							100.00	100.00	0.00	100.00

Elenco coefficienti di risposta

Simbologia

Modo = Numero del modo di vibrare  
 Sx = Coefficiente di risposta (moltiplicato per 100) in dir. X  
 Sy = Coefficiente di risposta (moltiplicato per 100) in dir. Y

Stato limite di operatività

Modo	Sx	Sy
1	16.86	16.86
2	16.86	16.86
3	16.86	16.86

Stato limite di danno

Modo	Sx	Sy
1	13.75	13.75
2	13.75	13.75
3	13.75	13.75

Stato limite di salvaguardia della vita

Modo	Sx	Sy
1	29.63	29.63
2	29.63	29.63
3	28.26	28.26

Domanda in duttilità di curvatura

Direzione X  $\mu_{Edx}=18.58$

Direzione Y  $\mu_{Edy}=17.52$

Spostamenti relativi massimi allo stato limite di operatività

Relazione di calcolo

**Simbologia**

N1 =Nodo1  
 N2 =Nodo2  
 h =Altezza teorica  
 $\delta$  =Spostamento relativo  
 $\delta/h$ =Rapporto (moltiplicato per 1000) tra lo spostamento relativo e l'altezza  
 CC =Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari

I valori degli spostamenti relativi per CC di tipo sismico sono amplificati come da normativa

N1	N2	h	$\delta$	$\delta/h$	CC	N1	N2	h	$\delta$	$\delta/h$	CC	N1	N2	h	$\delta$	$\delta/h$	CC	N1	N2	h	$\delta$	$\delta/h$	CC
		<m>	<cm>																				
1	101	4.35	0.26	0.59	12	2	102	4.35	0.25	0.57	12	3	103	4.35	0.25	0.57	9	4	104	4.35	0.26	0.61	9
5	105	4.35	0.26	0.59	21	6	106	4.35	0.25	0.57	21	7	107	4.35	0.25	0.57	24	8	108	4.35	0.26	0.60	24

Min = 0.57  
 Max = 0.61

**Reazioni vincolari**

**Simbologia**

Nodo=Numero del nodo  
 CC =Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari  
 TCC =Tipo di combinazione di carico  
 SLU = Stato limite ultimo  
 SLU S = Stato limite ultimo (azione sismica)  
 SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara  
 SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente  
 SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente  
 SLD = Stato limite di danno  
 SLV = Stato limite di salvaguardia della vita  
 SLC = Stato limite di prevenzione del collasso  
 SLO = Stato limite di operatività  
 SLU I = Stato limite di resistenza al fuoco  
 SND = Stato limite di salvaguardia della vita (non dissipativo)  
 Fx =Reazione vincolare (forza) in dir. X  
 Fy =Reazione vincolare (forza) in dir. Y  
 Fz =Reazione vincolare (forza) in dir. Z  
 Mx =Reazione vincolare (momento) intorno all'asse X  
 My =Reazione vincolare (momento) intorno all'asse Y  
 Mz =Reazione vincolare (momento) intorno all'asse Z

Nodo	CC	TCC	Fx	CC	TCC	Fy	CC	TCC	Fz	CC	TCC	Mx	CC	TCC	My	CC	TCC	Mz
			<daN>			<daN>			<daN>			<daNm>			<daNm>			<daNm>
1	Max	13	2099.57	7	SLV	6763.83	30	SLV	12250.50	19	SLV	8114.95	13	SLV	4477.75	19	SLV	77.59
1	Min	1	-1953.99	19	SLV	-2390.58	13	SLV	4533.50	7	SLV	-14289.20	7	SLV	-4271.48	1	SLV	-77.59
2	Max	13	4752.36	7	SLV	4387.85	25	SLV	21183.80	19	SLV	1146.57	13	SLV	10825.80	19	SLV	77.59
2	Min	1	-4570.06	19	SLV	339.90	19	SLV	12280.80	7	SLV	-7892.62	7	SLV	-10572.50	1	SLV	-77.59
3	Max	13	4491.20	19	SLV	4519.48	30	SLV	22215.00	7	SLV	1010.33	13	SLV	10457.10	19	SLV	77.59
3	Min	1	-4616.66	7	SLV	442.17	7	SLV	13032.20	19	SLV	-8090.11	7	SLV	-10638.30	1	SLV	-77.59
4	Max	13	1858.33	19	SLV	7024.69	25	SLV	12604.10	7	SLV	8216.83	13	SLV	4133.53	19	SLV	77.59
4	Min	1	-2060.75	7	SLV	-2370.95	1	SLV	5536.17	19	SLV	-14787.10	7	SLV	-4423.82	1	SLV	-77.59
5	Max	1	2099.57	7	SLV	2390.58	30	SLV	12250.50	19	SLV	14289.20	1	SLV	4477.75	19	SLV	77.59
5	Min	13	-1953.99	19	SLV	-6763.83	1	SLV	4533.50	7	SLV	-8114.95	13	SLV	-4271.48	1	SLV	-77.59
6	Max	1	4752.36	7	SLV	-339.90	25	SLV	21183.80	19	SLV	7892.62	1	SLV	10825.80	19	SLV	77.59
6	Min	13	-4570.06	19	SLV	-4387.85	7	SLV	12280.80	7	SLV	-1146.57	13	SLV	-10572.50	1	SLV	-77.59
7	Max	1	4491.21	19	SLV	-442.17	30	SLV	22215.00	7	SLV	8090.11	1	SLV	10457.10	19	SLV	77.59
7	Min	13	-4616.66	7	SLV	-4519.48	19	SLV	13032.20	19	SLV	-1010.33	13	SLV	-10638.30	1	SLV	-77.59
8	Max	1	1858.33	19	SLV	2370.95	25	SLV	12604.10	7	SLV	14787.10	1	SLV	4133.53	19	SLV	77.59
8	Min	13	-2060.75	7	SLV	-7024.69	13	SLV	5536.17	19	SLV	-8216.83	13	SLV	-4423.82	1	SLV	-77.59

**Sollecitazioni aste**

**Simbologia**

Asta=Numero dell'asta  
 N1 =Nodo1  
 N2 =Nodo2  
 X =Coordinata progressiva rispetto al nodo iniziale  
 N =Sforzo normale  
 CC =Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari  
 Ty =Taglio in dir. Y  
 Mz =Momento flettente intorno all'asse Z  
 Tz =Taglio in dir. Z  
 My =Momento flettente intorno all'asse Y  
 Mx =Momento torcente intorno all'asse X

Tipo di combinazione di carico: SLV

Asta	N1	N2	X	N	CC	Ty	CC	Mz	CC	Tz	CC	My	CC	Mx	CC
			<cm>	<daN>		<daN>		<daNm>		<daN>		<daNm>		<daNm>	

Relazione di calcolo

1	1	101	Max	0.00	-4533.50	13	1953.99	1	4477.75	13	2390.58	19	14289.20	7	77.59	7
1	1	101	Max	395.00	-3052.25	13	1953.99	1	3446.79	1	2390.58	19	1327.85	19	77.59	7
1	1	101	Min.	0.00	-11309.70	1	-2099.57	13	-4271.48	1	-6763.83	7	-8114.95	19	-77.59	19
1	1	101	Min.	395.00	-9828.49	1	-2099.57	13	-3815.56	13	-6763.83	7	-12427.90	7	-77.59	19
2	2	102	Max	0.00	-12280.80	19	4387.85	7	1146.57	19	4570.06	1	10825.80	13	77.59	7
2	2	102	Max	395.00	-10799.60	19	4387.85	7	9439.39	7	4570.06	1	7479.25	1	77.59	7
2	2	102	Min.	0.00	-15610.70	7	339.90	19	-7892.62	7	-4752.36	13	-10572.50	1	-77.59	19
2	2	102	Min.	395.00	-14129.50	7	339.90	19	2489.19	19	-4752.36	13	-7946.00	13	-77.59	19
3	3	103	Max	0.00	-13032.20	7	4519.48	19	1010.33	7	4616.66	1	10457.10	13	77.59	7
3	3	103	Max	395.00	-11550.90	7	4519.48	19	9761.82	19	4616.66	1	7597.51	1	77.59	7
3	3	103	Min.	0.00	-16059.90	19	442.17	7	-8090.11	19	-4491.20	13	-10638.30	1	-77.59	19
3	3	103	Min.	395.00	-14578.60	19	442.17	7	-4491.21	13	-4491.21	13	-7283.15	13	-77.59	19
4	4	104	Max	0.00	-5536.17	1	2060.75	1	4133.53	13	2370.95	7	14787.10	19	77.59	7
4	4	104	Max	395.00	-4054.92	1	2060.75	1	3716.15	1	2370.95	7	1148.42	7	77.59	7
4	4	104	Min.	0.00	-11482.80	13	-1858.33	13	-4423.82	1	-7024.69	19	-8216.83	7	-77.59	19
4	4	104	Min.	395.00	-10001.50	13	-1858.33	13	-3206.89	13	-7024.69	19	-12960.40	19	-77.59	19
5	5	105	Max	0.00	-4533.50	1	1953.99	13	4477.75	1	6763.83	19	8114.95	7	77.59	7
5	5	105	Max	395.00	-3052.25	1	1953.99	13	3446.79	13	6763.83	19	12427.90	19	77.59	7
5	5	105	Min.	0.00	-11309.70	13	-2099.57	1	-4271.48	13	-2390.58	7	-14289.20	19	-77.59	19
5	5	105	Min.	395.00	-9828.49	13	-2099.57	1	-3815.56	1	-2390.58	7	-1327.85	7	-77.59	19
6	6	106	Max	0.00	-12280.80	7	-339.90	7	7892.62	19	4570.06	13	10825.80	1	77.59	7
6	6	106	Max	395.00	-10799.60	7	-339.90	7	-2489.19	7	4570.06	13	7479.25	13	77.59	7
6	6	106	Min.	0.00	-15610.70	19	-4387.85	19	-1146.57	7	-4752.36	1	-10572.50	13	-77.59	19
6	6	106	Min.	395.00	-14129.50	19	-4387.85	19	-9439.39	19	-4752.36	1	-7946.00	1	-77.59	19
7	7	107	Max	0.00	-13032.20	19	-442.17	19	8090.11	7	4616.66	13	10457.10	1	77.59	7
7	7	107	Max	395.00	-11550.90	19	-442.17	19	-2756.89	19	4616.66	13	7597.50	13	77.59	7
7	7	107	Min.	0.00	-16059.90	7	-4519.48	7	-1010.33	19	-4491.21	1	-10638.30	13	-77.59	19
7	7	107	Min.	395.00	-14578.60	7	-4519.48	7	-9761.82	7	-4491.21	1	-7283.15	1	-77.59	19
8	8	108	Max	0.00	-5536.17	13	2060.75	13	4133.53	1	7024.69	7	8216.83	19	77.59	7
8	8	108	Max	395.00	-4054.92	13	2060.75	13	3716.15	13	7024.69	7	12960.40	7	77.59	7
8	8	108	Min.	0.00	-11482.80	1	-1858.33	1	-4423.82	13	-2370.95	19	-14787.10	7	-77.59	19
8	8	108	Min.	395.00	-10001.50	1	-1858.33	1	-3206.89	1	-2370.95	19	-1148.42	19	-77.59	19
101	101	102	Max	15.00	0.00	7	0.00	7	0.00	7	3476.37	13	3872.52	1	-646.75	19
101	101	102	Max	315.00	0.00	7	0.00	7	0.00	7	1976.37	13	4074.88	13	-646.75	19
101	101	102	Min.	15.00	0.00	7	0.00	7	0.00	7	-2249.43	1	-4104.23	13	-1191.21	7
101	101	102	Min.	315.00	0.00	7	0.00	7	0.00	7	-3749.43	1	-5125.76	1	-1191.21	7
101	102	103	Max	25.00	0.00	7	0.00	1	0.00	1	2820.10	13	3051.63	1	-19.89	19
101	102	103	Max	124.55									837.86	7		
101	102	103	Max	470.00	0.00	7	0.00	1	0.00	1	595.11	13	3064.50	13	-19.89	19
101	102	103	Min.	25.00	0.00	7	0.00	1	0.00	1	-615.70	1	-4534.34	13	-73.59	7
101	102	103	Min.	124.55									-375.48	7		
101	102	103	Min.	470.00	0.00	7	0.00	1	0.00	1	-2840.70	1	-4638.85	1	-73.59	7
101	103	104	Max	25.00	0.00	13	0.00	1	0.00	1	3374.14	13	3709.02	1	1089.93	19
101	103	104	Max	56.49									914.61	7		
101	103	104	Max	370.00	0.00	13	0.00	1	0.00	1	1649.14	13	3682.38	13	1089.93	19
101	103	104	Min.	25.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	-1384.27	1	-4982.77	13	580.86	7
101	103	104	Min.	56.49									-1189.17	7		
101	103	104	Min.	370.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	-3109.27	1	-4042.34	1	580.86	7
104	105	106	Max	15.00	0.00	7	0.00	7	0.00	7	3476.37	1	3872.52	13	1191.21	19
104	105	106	Max	315.00	0.00	7	0.00	7	0.00	7	1976.37	1	4074.88	1	1191.21	19
104	105	106	Min.	15.00	0.00	19	0.00	7	0.00	7	-2249.43	13	-4104.23	1	646.75	7
104	105	106	Min.	315.00	0.00	19	0.00	7	0.00	7	-3749.43	13	-5125.76	13	646.75	7
104	106	107	Max	25.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	2820.10	1	3051.63	13	73.59	19
104	106	107	Max	124.55									837.86	19		
104	106	107	Max	470.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	595.11	1	3064.50	1	73.59	19
104	106	107	Min.	25.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	-615.70	13	-4534.34	1	19.89	7
104	106	107	Min.	124.55									-375.48	19		
104	106	107	Min.	470.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	-2840.70	13	-4638.85	13	19.89	7
104	107	108	Max	25.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	3374.14	1	3709.02	13	-580.86	19
104	107	108	Max	56.49									914.61	19		
104	107	108	Max	370.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	1649.14	1	3682.38	1	-580.86	19
104	107	108	Min.	25.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	-1384.27	13	-4982.77	1	-1089.93	7
104	107	108	Min.	56.49									-1189.17	19		
104	107	108	Min.	370.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	-3109.27	13	-4042.34	13	-1089.93	7
105	101	105	Max	35.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	7426.09	7	3963.07	19	28.01	19
105	101	105	Max	505.60									6227.19	7		
105	101	105	Max	675.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	-2673.12	7	3963.07	7	28.01	19
105	101	105	Min.	35.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	2673.11	19	-11246.40	7	-28.01	7
105	101	105	Min.	203.41									-335.49	19		
105	101	105	Min.	675.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	-7426.09	19	-11246.40	19	-28.01	7
106	102	106	Max	15.00	0.00	7	0.00	1	0.00	1	10927.50	7	-1959.30	19	43.30	19
106	102	106	Max	309.86									10389.90	19		
106	102	106	Max	695.00	0.00	7	0.00	1	0.00	1	-8372.60	7	-1959.31	7	43.30	19
106	102	106	Min.	15.00	0.00	19	0.00	1	0.00	1	8372.60	19	-10646.00	7	-43.30	7
106	102	106	Min.	309.86									9285.65	19		
106	102	106	Min.	695.00	0.00	19	0.00	1	0.00	1	-10927.50	19	-10646.00	19	-43.30	7
107	103	107	Max	15.00	0.00	7	0.00	1	0.00	1	11382.00	19	-2231.18	7	43.67	19
107	103	107	Max	398.10									10863.20	19		
107	103	107	Max	695.00	0.00	7	0.00	1	0.00	1	-8820.81	19	-2231.19	19	43.67	19
107	103	107	Min.	15.00	0.00	7	0.00	1	0.00	1	8820.81	7	-10939.20	19	-43.67	7

Relazione di calcolo

107	103	107	Min.	311.72							9796.33	7				
107	103	107	Min.	695.00	0.00	7	0.00	1	0.00	1	-11382.00	7	-10939.20	7	-43.67	7
108	104	108	Max	35.00	0.00	13	0.00	1	0.00	1	7919.19	19	3842.82	7	27.78	19
108	104	108	Max	497.91									6525.42	19		
108	104	108	Max	675.00	0.00	13	0.00	1	0.00	1	-3029.61	19	3842.82	19	27.78	19
108	104	108	Min.	35.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	3029.61	7	-11803.90	19	-27.78	7
108	104	108	Min.	211.18									118.41	7		
108	104	108	Min.	675.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	-7919.19	7	-11803.90	7	-27.78	7

Tipo di combinazione di carico: SND

Asta	N1	N2		X <cm>	N <daN>	CC	Ty <daN>	CC	Mz <daNm>	CC	Tz <daN>	CC	My <daNm>	CC	Mx <daNm>	CC
1	1	101	Max	0.00	-4533.50	13	1953.99	1	4477.75	13	2390.58	19	14289.20	7	77.59	7
1	1	101	Max	395.00	-3052.25	13	1953.99	1	3446.79	1	2390.58	19	1327.85	19	77.59	7
1	1	101	Min.	0.00	-11309.70	1	-2099.57	13	-4271.48	1	-6763.83	7	-8114.95	19	-77.59	19
1	1	101	Min.	395.00	-9828.49	1	-2099.57	13	-3815.56	13	-6763.83	7	-12427.90	7	-77.59	19
2	2	102	Max	0.00	-12280.80	19	4387.85	7	1146.57	19	4570.06	1	10825.80	13	77.59	7
2	2	102	Max	395.00	-10799.60	19	4387.85	7	9439.39	7	4570.06	1	7479.25	1	77.59	7
2	2	102	Min.	0.00	-15610.70	7	339.90	19	-7892.62	7	-4752.36	13	-10572.50	1	-77.59	19
2	2	102	Min.	395.00	-14129.50	7	339.90	19	2489.19	19	-4752.36	13	-7946.00	13	-77.59	19
3	3	103	Max	0.00	-13032.20	7	4519.48	19	1010.33	7	4616.66	1	10457.10	13	77.59	7
3	3	103	Max	395.00	-11550.90	7	4519.48	19	9761.82	19	4616.66	1	7597.51	1	77.59	7
3	3	103	Min.	0.00	-16059.90	19	442.17	7	-8090.11	19	-4491.20	13	-10638.30	1	-77.59	19
3	3	103	Min.	395.00	-14578.60	19	442.17	7	2756.89	7	-4491.21	13	-7283.15	13	-77.59	19
4	4	104	Max	0.00	-5536.17	1	2060.75	1	4133.53	13	2370.95	7	14787.10	19	77.59	7
4	4	104	Max	395.00	-4054.92	1	2060.75	1	3716.15	1	2370.95	7	1148.42	7	77.59	7
4	4	104	Min.	0.00	-11482.80	13	-1858.33	13	-4423.82	1	-7024.69	19	-8216.83	7	-77.59	19
4	4	104	Min.	395.00	-10001.50	13	-1858.33	13	-3206.89	13	-7024.69	19	-12960.40	19	-77.59	19
5	5	105	Max	0.00	-4533.50	1	1953.99	13	4477.75	1	6763.83	19	8114.95	7	77.59	7
5	5	105	Max	395.00	-3052.25	1	1953.99	13	3446.79	13	6763.83	19	12427.90	19	77.59	7
5	5	105	Min.	0.00	-11309.70	13	-2099.57	1	-4271.48	13	-2390.58	7	-14289.20	19	-77.59	19
5	5	105	Min.	395.00	-9828.49	13	-2099.57	1	-3815.56	1	-2390.58	7	-1327.85	7	-77.59	19
6	6	106	Max	0.00	-12280.80	7	-339.90	7	7892.62	19	4570.06	13	10825.80	1	77.59	7
6	6	106	Max	395.00	-10799.60	7	-339.90	7	-2489.19	7	4570.06	13	7479.25	13	77.59	7
6	6	106	Min.	0.00	-15610.70	19	-4387.85	19	-1146.57	7	-4752.36	1	-10572.50	13	-77.59	19
6	6	106	Min.	395.00	-14129.50	19	-4387.85	19	-9439.39	19	-4752.36	1	-7946.00	1	-77.59	19
7	7	107	Max	0.00	-13032.20	19	-442.17	19	8090.11	7	4616.66	13	10457.10	1	77.59	7
7	7	107	Max	395.00	-11550.90	19	-442.17	19	-2756.89	19	4616.66	13	7597.50	13	77.59	7
7	7	107	Min.	0.00	-16059.90	7	-4519.48	7	-1010.33	19	-4491.21	1	-10638.30	13	-77.59	19
7	7	107	Min.	395.00	-14578.60	7	-4519.48	7	-9761.82	7	-4491.21	1	-7283.15	1	-77.59	19
8	8	108	Max	0.00	-5536.17	13	2060.75	13	4133.53	1	7024.69	7	8216.83	19	77.59	7
8	8	108	Max	395.00	-4054.92	13	2060.75	13	3716.15	13	7024.69	7	12960.40	7	77.59	7
8	8	108	Min.	0.00	-11482.80	1	-1858.33	1	-4423.82	13	-2370.95	19	-14787.10	7	-77.59	19
8	8	108	Min.	395.00	-10001.50	1	-1858.33	1	-3206.89	1	-2370.95	19	-1148.42	19	-77.59	19
101	101	102	Max	15.00	0.00	7	0.00	7	0.00	7	3476.37	13	3872.52	1	-646.75	19
101	101	102	Max	315.00	0.00	7	0.00	7	0.00	7	1976.37	13	4074.88	13	-646.75	19
101	101	102	Min.	15.00	0.00	7	0.00	7	0.00	7	-2249.43	1	-4104.23	13	-1191.21	7
101	101	102	Min.	315.00	0.00	7	0.00	7	0.00	7	-3749.43	1	-5125.76	1	-1191.21	7
101	102	103	Max	25.00	0.00	7	0.00	1	0.00	1	2820.10	13	3051.63	1	-19.89	19
101	102	103	Max	124.55									837.86	7		
101	102	103	Max	470.00	0.00	7	0.00	1	0.00	1	595.11	13	3064.50	13	-19.89	19
101	102	103	Min.	25.00	0.00	7	0.00	1	0.00	1	-615.70	1	-4534.34	13	-73.59	7
101	102	103	Min.	124.55									-375.48	7		
101	102	103	Min.	470.00	0.00	7	0.00	1	0.00	1	-2840.70	1	-4638.85	1	-73.59	7
101	103	104	Max	25.00	0.00	13	0.00	1	0.00	1	3374.14	13	3709.02	1	1089.93	19
101	103	104	Max	56.49									914.61	7		
101	103	104	Max	370.00	0.00	13	0.00	1	0.00	1	1649.14	13	3682.38	13	1089.93	19
101	103	104	Min.	25.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	-1384.27	1	-4982.77	13	580.86	7
101	103	104	Min.	56.49									-1189.17	7		
101	103	104	Min.	370.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	-3109.27	1	-4042.34	1	580.86	7
104	105	106	Max	15.00	0.00	7	0.00	7	0.00	7	3476.37	1	3872.52	13	1191.21	19
104	105	106	Max	315.00	0.00	7	0.00	7	0.00	7	1976.37	1	4074.88	1	1191.21	19
104	105	106	Min.	15.00	0.00	19	0.00	7	0.00	7	-2249.43	13	-4104.23	1	646.75	7
104	105	106	Min.	315.00	0.00	19	0.00	7	0.00	7	-3749.43	13	-5125.76	13	646.75	7
104	106	107	Max	25.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	2820.10	1	3051.63	13	73.59	19
104	106	107	Max	124.55									837.86	19		
104	106	107	Max	470.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	595.11	1	3064.50	1	73.59	19
104	106	107	Min.	25.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	-615.70	13	-4534.34	1	19.89	7
104	106	107	Min.	124.55									-375.48	19		
104	106	107	Min.	470.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	-2840.70	13	-4638.85	13	19.89	7
104	107	108	Max	25.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	3374.14	1	3709.02	13	-580.86	19
104	107	108	Max	56.49									914.61	19		
104	107	108	Max	370.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	1649.14	1	3682.38	1	-580.86	19
104	107	108	Min.	25.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	-1384.27	13	-4982.77	1	-1089.93	7
104	107	108	Min.	56.49									-1189.17	19		
104	107	108	Min.	370.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	-3109.27	13	-4042.34	13	-1089.93	7
105	101	105	Max	35.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	7426.09	7	3963.07	19	28.01	19
105	101	105	Max	505.60									6227.19	7		
105	101	105	Max	675.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	-2673.12	7	3963.07	7	28.01	19

Relazione di calcolo

105	101	105	Min.	35.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	2673.11	19	-11246.40	7	-28.01	7
105	101	105	Min.	203.41									-335.49	19		
105	101	105	Min.	675.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	-7426.09	19	-11246.40	19	-28.01	7
106	102	106	Max	15.00	0.00	7	0.00	1	0.00	1	10927.50	7	-1959.30	19	43.30	19
106	102	106	Max	309.86									10389.90	19		
106	102	106	Max	695.00	0.00	7	0.00	1	0.00	1	-8372.60	7	-1959.31	7	43.30	19
106	102	106	Min.	15.00	0.00	19	0.00	1	0.00	1	8372.60	19	-10646.00	7	-43.30	7
106	102	106	Min.	309.86									9285.65	19		
106	102	106	Min.	695.00	0.00	19	0.00	1	0.00	1	-10927.50	19	-10646.00	19	-43.30	7
107	103	107	Max	15.00	0.00	7	0.00	1	0.00	1	11382.00	19	-2231.18	7	43.67	19
107	103	107	Max	398.10									10863.20	19		
107	103	107	Max	695.00	0.00	7	0.00	1	0.00	1	-8820.81	19	-2231.19	19	43.67	19
107	103	107	Min.	15.00	0.00	7	0.00	1	0.00	1	8820.81	7	-10939.20	19	-43.67	7
107	103	107	Min.	311.72									9796.33	7		
107	103	107	Min.	695.00	0.00	7	0.00	1	0.00	1	-11382.00	7	-10939.20	7	-43.67	7
108	104	108	Max	35.00	0.00	13	0.00	1	0.00	1	7919.19	19	3842.82	7	27.78	19
108	104	108	Max	497.91									6525.42	19		
108	104	108	Max	675.00	0.00	13	0.00	1	0.00	1	-3029.61	19	3842.82	19	27.78	19
108	104	108	Min.	35.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	3029.61	7	-11803.90	19	-27.78	7
108	104	108	Min.	211.18									118.41	7		
108	104	108	Min.	675.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	-7919.19	7	-11803.90	7	-27.78	7

Tipo di combinazione di carico: SLD

Asta	N1	N2		X <cm>	N <daN>	CC	Ty <daN>	CC	Mz <daNm>	CC	Tz <daN>	CC	My <daNm>	CC	Mx <daNm>	CC
1	1	101	Max	0.00	-6348.53	14	868.26	2	2134.30	14	-61.43	20	8288.24	8	36.07	8
1	1	101	Max	395.00	-4867.28	14	868.26	2	1501.61	2	-61.43	20	-2356.64	20	36.07	8
1	1	101	Min.	0.00	-9494.71	2	-1013.84	14	-1928.04	2	-4311.81	8	-2113.98	20	-36.07	20
1	1	101	Min.	395.00	-8013.46	2	-1013.84	14	-1870.37	14	-4311.81	8	-8743.41	8	-36.07	20
2	2	102	Max	0.00	-13172.70	20	3303.60	8	-1274.59	20	2073.09	2	5094.35	14	36.07	8
2	2	102	Max	395.00	-11691.50	20	3303.60	8	7577.77	8	2073.09	2	3347.66	2	36.07	8
2	2	102	Min.	0.00	-14718.80	8	1424.15	20	-5471.46	8	-2255.38	14	-4841.05	2	-36.07	20
2	2	102	Min.	395.00	-13237.60	8	1424.15	20	4350.82	20	-2255.38	14	-3814.41	14	-36.07	20
3	3	103	Max	0.00	-13843.20	8	3427.36	20	-1427.24	8	2177.14	2	4806.78	14	36.07	8
3	3	103	Max	395.00	-12361.90	8	3427.36	20	7885.53	20	2177.14	2	3611.77	2	36.07	8
3	3	103	Min.	0.00	-15248.90	20	1534.29	8	-5652.53	20	-2051.69	14	-4987.95	2	-36.07	20
3	3	103	Min.	395.00	-13767.60	20	1534.29	8	4633.18	8	-2051.69	14	-3297.41	14	-36.07	20
4	4	104	Max	0.00	-7128.98	2	1011.04	2	1841.47	14	-145.70	8	8625.44	20	36.07	8
4	4	104	Max	395.00	-5647.73	2	1011.04	2	1861.83	2	-145.70	8	-2630.67	8	36.07	8
4	4	104	Min.	0.00	-9889.98	14	-808.62	14	-2131.76	2	-4508.04	20	-2055.16	8	-36.07	20
4	4	104	Min.	395.00	-8408.73	14	-808.62	14	-1352.57	14	-4508.04	20	-9181.33	20	-36.07	20
5	5	105	Max	0.00	-6348.53	2	868.26	14	2134.30	2	4311.81	20	2113.98	8	36.07	8
5	5	105	Max	395.00	-4867.28	2	868.26	14	1501.61	14	4311.81	20	8743.41	20	36.07	8
5	5	105	Min.	0.00	-9494.71	14	-1013.84	2	-1928.04	14	61.43	8	-8288.24	20	-36.07	20
5	5	105	Min.	395.00	-8013.46	14	-1013.84	2	-1870.37	2	61.43	8	2356.64	8	-36.07	20
6	6	106	Max	0.00	-13172.70	8	-1424.15	8	5471.46	20	2073.09	14	5094.35	2	36.07	8
6	6	106	Max	395.00	-11691.50	8	-1424.15	8	-4350.82	8	2073.09	14	3347.66	14	36.07	8
6	6	106	Min.	0.00	-14718.80	20	-3303.60	20	1274.59	8	-2255.38	2	-4841.05	14	-36.07	20
6	6	106	Min.	395.00	-13237.60	20	-3303.60	20	-7577.77	20	-2255.38	2	-3814.41	2	-36.07	20
7	7	107	Max	0.00	-13843.20	20	-1534.29	20	5652.53	8	2177.14	14	4806.78	2	36.07	8
7	7	107	Max	395.00	-12361.90	20	-1534.29	20	-4633.18	20	2177.14	14	3611.77	14	36.07	8
7	7	107	Min.	0.00	-15248.90	8	-3427.36	8	1427.24	20	-2051.69	2	-4987.95	14	-36.07	20
7	7	107	Min.	395.00	-13767.60	8	-3427.36	8	-7885.53	8	-2051.69	2	-3297.41	2	-36.07	20
8	8	108	Max	0.00	-7128.98	14	1011.04	14	1841.47	2	4508.04	8	2055.16	20	36.07	8
8	8	108	Max	395.00	-5647.73	14	1011.04	14	1861.83	14	4508.04	8	9181.33	8	36.07	8
8	8	108	Min.	0.00	-9889.98	2	-808.62	2	-2131.76	14	145.70	20	-8625.44	8	-36.07	20
8	8	108	Min.	395.00	-8408.73	2	-808.62	2	-1352.57	2	145.70	20	2630.67	20	-36.07	20
101	101	102	Max	15.00	0.00	8	0.00	8	0.00	8	1942.74	14	1735.99	2	-792.58	20
101	101	102	Max	45.38									549.75	8		
101	101	102	Max	315.00	0.00	8	0.00	8	0.00	8	442.74	14	1610.53	14	-792.58	20
101	101	102	Min.	15.00	0.00	8	0.00	8	0.00	8	-715.80	2	-1967.69	14	-1045.38	8
101	101	102	Min.	45.38									-287.06	8		
101	101	102	Min.	315.00	0.00	8	0.00	8	0.00	8	-2215.80	2	-2661.42	2	-1045.38	8
101	102	103	Max	25.00	0.00	8	0.00	2	0.00	2	1899.84	14	1019.75	2	-34.25	20
101	102	103	Max	85.91									1112.51	2		
101	102	103	Max	470.00	0.00	8	0.00	2	0.00	2	-325.16	14	1001.18	14	-34.25	20
101	102	103	Min.	25.00	0.00	8	0.00	2	0.00	2	304.57	2	-2502.46	14	-59.23	8
101	102	103	Min.	85.91									-1287.27	2		
101	102	103	Min.	470.00	0.00	8	0.00	2	0.00	2	-1920.43	2	-2575.53	2	-59.23	8
101	103	104	Max	25.00	0.00	14	0.00	2	0.00	2	2099.61	14	1380.94	2	953.58	20
101	103	104	Max	301.13									565.24	20		
101	103	104	Max	370.00	0.00	14	0.00	2	0.00	2	374.61	14	1613.33	14	953.58	20
101	103	104	Min.	25.00	0.00	2	0.00	2	0.00	2	-109.74	2	-2654.69	14	717.22	8
101	103	104	Min.	301.13									-38.67	20		
101	103	104	Min.	370.00	0.00	2	0.00	2	0.00	2	-1834.74	2	-1973.29	2	717.22	8
104	105	106	Max	15.00	0.00	8	0.00	8	0.00	8	1942.74	2	1735.99	14	1045.38	20
104	105	106	Max	45.38									549.75	20		
104	105	106	Max	315.00	0.00	8	0.00	8	0.00	8	442.74	2	1610.53	2	1045.38	20
104	105	106	Min.	15.00	0.00	20	0.00	8	0.00	8	-715.80	14	-1967.69	2	792.58	8

Relazione di calcolo

104	105	106	Min.	45.38							-287.06	20				
104	105	106	Min.	315.00	0.00	20	0.00	8	0.00	8	-2215.80	14	-2661.42	14	792.58	8
104	106	107	Max	25.00	0.00	2	0.00	2	0.00	2	1899.84	2	1019.75	14	59.23	20
104	106	107	Max	85.91									1112.51	14		
104	106	107	Max	470.00	0.00	2	0.00	2	0.00	2	-325.16	2	1001.18	2	59.23	20
104	106	107	Min.	25.00	0.00	2	0.00	2	0.00	2	304.57	14	-2502.46	2	34.25	8
104	106	107	Min.	85.91									-1287.27	14		
104	106	107	Min.	470.00	0.00	2	0.00	2	0.00	2	-1920.43	14	-2575.53	14	34.25	8
104	107	108	Max	25.00	0.00	2	0.00	2	0.00	2	2099.61	2	1380.94	14	-717.22	20
104	107	108	Max	301.13									565.24	8		
104	107	108	Max	370.00	0.00	2	0.00	2	0.00	2	374.61	2	1613.33	2	-717.22	20
104	107	108	Min.	25.00	0.00	2	0.00	2	0.00	2	-109.74	14	-2654.69	2	-953.58	8
104	107	108	Min.	301.13									-38.67	8		
104	107	108	Min.	370.00	0.00	2	0.00	2	0.00	2	-1834.74	14	-1973.29	14	-953.58	8
105	101	105	Max	35.00	0.00	2	0.00	2	0.00	2	6153.00	8	-110.80	20	13.02	20
105	101	105	Max	285.08									4823.45	20		
105	101	105	Max	675.00	0.00	2	0.00	2	0.00	2	-3946.20	8	-110.81	8	13.02	20
105	101	105	Min.	35.00	0.00	2	0.00	2	0.00	2	3946.20	20	-7172.56	8	-13.02	8
105	101	105	Min.	285.08									3418.01	20		
105	101	105	Min.	675.00	0.00	2	0.00	2	0.00	2	-6153.00	20	-7172.57	20	-13.02	8
106	102	106	Max	15.00	0.00	8	0.00	2	0.00	2	10243.20	8	-4286.05	20	20.12	20
106	102	106	Max	334.10									10164.40	20		
106	102	106	Max	695.00	0.00	8	0.00	2	0.00	2	-9056.93	8	-4286.05	8	20.12	20
106	102	106	Min.	15.00	0.00	20	0.00	2	0.00	2	9056.93	20	-8319.25	8	-20.12	8
106	102	106	Min.	334.10									9927.04	20		
106	102	106	Min.	695.00	0.00	20	0.00	2	0.00	2	-10243.20	20	-8319.25	20	-20.12	8
107	103	107	Max	15.00	0.00	8	0.00	2	0.00	2	10696.00	20	-4563.65	8	20.30	20
107	103	107	Max	334.96									10646.70	8		
107	103	107	Max	695.00	0.00	8	0.00	2	0.00	2	-9506.83	20	-4563.65	20	20.30	20
107	103	107	Min.	15.00	0.00	8	0.00	2	0.00	2	9506.83	8	-8606.73	20	-20.30	8
107	103	107	Min.	334.96									10417.30	8		
107	103	107	Min.	695.00	0.00	8	0.00	2	0.00	2	-10696.00	8	-8606.73	8	-20.30	8
108	104	108	Max	35.00	0.00	14	0.00	2	0.00	2	6609.50	20	-348.19	8	12.93	20
108	104	108	Max	288.65									5155.09	8		
108	104	108	Max	675.00	0.00	14	0.00	2	0.00	2	-4339.30	20	-348.19	20	12.93	20
108	104	108	Min.	35.00	0.00	2	0.00	2	0.00	2	4339.30	8	-7612.86	20	-12.93	8
108	104	108	Min.	288.65									3782.78	8		
108	104	108	Min.	675.00	0.00	2	0.00	2	0.00	2	-6609.50	8	-7612.85	8	-12.93	8

Tipo di combinazione di carico: SLO

Asta	N1	N2		X <cm>	N <daN>	CC	Ty <daN>	CC	Mz <daNm>	CC	Tz <daN>	CC	My <daNm>	CC	Mx <daNm>	CC
1	1	101	Max	0.00	-5993.76	15	1080.50	3	2592.38	15	417.86	21	9461.23	9	44.20	9
1	1	101	Max	395.00	-4512.51	15	1080.50	3	1881.84	3	417.85	21	-1636.44	21	44.20	9
1	1	101	Min.	0.00	-9849.48	3	-1226.07	15	-2386.12	3	-4791.10	9	-3286.97	21	-44.20	21
1	1	101	Min.	395.00	-8368.23	3	-1226.07	15	-2250.61	15	-4791.10	9	-9463.61	9	-44.20	21
2	2	102	Max	0.00	-12998.40	21	3515.53	9	-801.34	21	2561.18	3	6214.70	15	44.20	9
2	2	102	Max	395.00	-11517.10	21	3515.54	9	7941.65	9	2561.18	3	4155.28	3	44.20	9
2	2	102	Min.	0.00	-14893.20	9	1212.22	21	-5944.71	9	-2743.48	15	-5961.40	3	-44.20	21
2	2	102	Min.	395.00	-13411.90	9	1212.22	21	3986.93	21	-2743.48	15	-4622.03	15	-44.20	21
3	3	103	Max	0.00	-13684.60	9	3640.83	21	-950.79	9	2654.00	3	5911.27	15	44.20	9
3	3	103	Max	395.00	-12203.40	9	3640.83	21	8252.28	21	2654.00	3	4390.87	3	44.20	9
3	3	103	Min.	0.00	-15407.40	21	1320.82	9	-6128.99	21	-2528.55	15	-6092.44	3	-44.20	21
3	3	103	Min.	395.00	-13926.20	21	1320.82	9	4266.43	9	-2528.55	15	-4076.51	15	-44.20	21
4	4	104	Max	0.00	-6817.65	3	1216.23	3	2289.50	15	346.21	9	9829.82	21	44.20	9
4	4	104	Max	395.00	-5336.40	3	1216.23	3	2224.30	3	346.21	9	-1892.00	9	44.20	9
4	4	104	Min.	0.00	-10201.30	15	-1013.81	15	-2579.80	3	-4999.95	21	-3259.54	9	-44.20	21
4	4	104	Min.	395.00	-8720.06	15	-1013.81	15	-1715.04	15	-4999.95	21	-9920.00	21	-44.20	21
5	5	105	Max	0.00	-5993.76	3	1080.50	15	2592.38	3	4791.10	21	3286.97	9	44.20	9
5	5	105	Max	395.00	-4512.51	3	1080.50	15	1881.84	15	4791.10	21	9463.61	21	44.20	9
5	5	105	Min.	0.00	-9849.48	15	-1226.07	3	-2386.12	15	-417.86	9	-9461.23	21	-44.20	21
5	5	105	Min.	395.00	-8368.23	15	-1226.07	3	-2250.61	3	-417.85	9	1636.44	9	-44.20	21
6	6	106	Max	0.00	-12998.40	9	-1212.22	9	5944.71	21	2561.18	15	6214.70	3	44.20	9
6	6	106	Max	395.00	-11517.10	9	-1212.22	9	-3986.93	9	2561.18	15	4155.28	15	44.20	9
6	6	106	Min.	0.00	-14893.20	21	-3515.53	21	801.34	9	-2743.48	3	-5961.40	15	-44.20	21
6	6	106	Min.	395.00	-13411.90	21	-3515.54	21	-7941.65	21	-2743.48	3	-4622.03	3	-44.20	21
7	7	107	Max	0.00	-13684.60	21	-1320.82	21	6128.99	9	2654.00	15	5911.26	3	44.20	9
7	7	107	Max	395.00	-12203.40	21	-1320.82	21	-4266.43	21	2654.00	15	4390.87	15	44.20	9
7	7	107	Min.	0.00	-15407.40	9	-3640.83	9	950.79	21	-2528.55	3	-6092.44	15	-44.20	21
7	7	107	Min.	395.00	-13926.20	9	-3640.83	9	-8252.28	9	-2528.55	3	-4076.51	3	-44.20	21
8	8	108	Max	0.00	-6817.65	15	1216.23	15	2289.50	3	4999.95	9	3259.54	21	44.20	9
8	8	108	Max	395.00	-5336.40	15	1216.23	15	2224.30	15	4999.95	9	9920.00	9	44.20	9
8	8	108	Min.	0.00	-10201.30	3	-1013.81	3	-2579.80	15	-346.21	21	-9829.82	9	-44.20	21
8	8	108	Min.	395.00	-8720.06	3	-1013.81	3	-1715.04	3	-346.21	21	1892.00	21	-44.20	21
101	101	102	Max	15.00	0.00	9	0.00	9	0.00	9	2242.53	15	2153.63	3	-764.08	21
101	101	102	Max	24.12									673.86	9		
101	101	102	Max	315.00	0.00	9	0.00	9	0.00	9	742.53	15	2092.25	15	-764.08	21
101	101	102	Min.	15.00	0.00	9	0.00	9	0.00	9	-1015.59	3	-2385.33	15	-1073.88	9
101	101	102	Min.	24.12									-551.65	9		

Relazione di calcolo

101	101	102	Min.	315.00	0.00	9	0.00	9	0.00	9	-2515.59	3	-3143.13	3	-1073.88	9
101	102	103	Max	25.00	0.00	9	0.00	3	0.00	3	2079.72	15	1416.93	3	-31.43	21
101	102	103	Max	50.09									1432.47	3		
101	102	103	Max	470.00	0.00	9	0.00	3	0.00	3	-145.28	15	1404.51	15	-31.43	21
101	102	103	Min.	25.00	0.00	9	0.00	3	0.00	3	124.68	3	-2899.64	15	-62.04	9
101	102	103	Min.	50.09									-2167.56	3		
101	102	103	Min.	470.00	0.00	9	0.00	3	0.00	3	-2100.32	3	-2978.86	3	-62.04	9
101	103	104	Max	25.00	0.00	15	0.00	3	0.00	3	2348.74	15	1836.02	3	980.23	21
101	103	104	Max	318.66									654.56	21		
101	103	104	Max	370.00	0.00	15	0.00	3	0.00	3	623.74	15	2017.77	15	980.23	21
101	103	104	Min.	25.00	0.00	3	0.00	3	0.00	3	-358.88	3	-3109.76	15	690.57	9
101	103	104	Min.	318.66									-224.30	21		
101	103	104	Min.	370.00	0.00	3	0.00	3	0.00	3	-2083.88	3	-2377.73	3	690.57	9
104	105	106	Max	15.00	0.00	9	0.00	9	0.00	9	2242.53	3	2153.63	15	1073.88	21
104	105	106	Max	24.12									673.86	21		
104	105	106	Max	315.00	0.00	9	0.00	9	0.00	9	742.53	3	2092.25	3	1073.88	21
104	105	106	Min.	15.00	0.00	21	0.00	9	0.00	9	-1015.59	15	-2385.33	3	764.08	9
104	105	106	Min.	24.12									-551.66	21		
104	105	106	Min.	315.00	0.00	21	0.00	9	0.00	9	-2515.59	15	-3143.13	15	764.08	9
104	106	107	Max	25.00	0.00	3	0.00	3	0.00	3	2079.72	3	1416.93	15	62.04	21
104	106	107	Max	50.09									1432.47	15		
104	106	107	Max	470.00	0.00	3	0.00	3	0.00	3	-145.28	3	1404.51	3	62.04	21
104	106	107	Min.	25.00	0.00	3	0.00	3	0.00	3	124.68	15	-2899.64	3	31.43	9
104	106	107	Min.	50.09									-2167.60	15		
104	106	107	Min.	470.00	0.00	3	0.00	3	0.00	3	-2100.32	15	-2978.86	15	31.43	9
104	107	108	Max	25.00	0.00	3	0.00	3	0.00	3	2348.74	3	1836.02	15	-690.57	21
104	107	108	Max	318.66									654.56	9		
104	107	108	Max	370.00	0.00	3	0.00	3	0.00	3	623.74	3	2017.77	3	-690.57	21
104	107	108	Min.	25.00	0.00	3	0.00	3	0.00	3	-358.88	15	-3109.76	3	-980.23	9
104	107	108	Min.	318.66									-224.34	9		
104	107	108	Min.	370.00	0.00	3	0.00	3	0.00	3	-2083.88	15	-2377.73	15	-980.23	9
105	101	105	Max	35.00	0.00	3	0.00	3	0.00	3	6401.85	9	685.50	21	15.95	21
105	101	105	Max	269.31									5017.07	21		
105	101	105	Max	675.00	0.00	3	0.00	3	0.00	3	-3697.36	9	685.50	9	15.95	21
105	101	105	Min.	35.00	0.00	3	0.00	3	0.00	3	3697.35	21	-7968.87	9	-15.95	9
105	101	105	Min.	269.31									2906.22	21		
105	101	105	Min.	675.00	0.00	3	0.00	3	0.00	3	-6401.85	21	-7968.87	21	-15.95	9
106	102	106	Max	15.00	0.00	9	0.00	3	0.00	3	10376.90	9	-3831.25	21	24.66	21
106	102	106	Max	329.39									10195.50	21		
106	102	106	Max	695.00	0.00	9	0.00	3	0.00	3	-8923.17	9	-3831.25	9	24.66	21
106	102	106	Min.	15.00	0.00	21	0.00	3	0.00	3	8923.17	21	-8774.05	9	-24.66	9
106	102	106	Min.	329.39									9839.00	21		
106	102	106	Min.	695.00	0.00	21	0.00	3	0.00	3	-10376.90	21	-8774.05	21	-24.66	9
107	103	107	Max	15.00	0.00	9	0.00	3	0.00	3	10830.10	21	-4107.73	9	24.88	21
107	103	107	Max	330.47									10676.50	9		
107	103	107	Max	695.00	0.00	9	0.00	3	0.00	3	-9372.74	21	-4107.74	21	24.88	21
107	103	107	Min.	15.00	0.00	9	0.00	3	0.00	3	9372.74	9	-9062.64	21	-24.88	9
107	103	107	Min.	379.73									10329.70	21		
107	103	107	Min.	695.00	0.00	9	0.00	3	0.00	3	-10830.10	9	-9062.64	9	-24.88	9
108	104	108	Max	35.00	0.00	15	0.00	3	0.00	3	6865.50	21	471.00	9	15.84	21
108	104	108	Max	273.69									5344.10	9		
108	104	108	Max	675.00	0.00	15	0.00	3	0.00	3	-4083.30	21	471.00	21	15.84	21
108	104	108	Min.	35.00	0.00	3	0.00	3	0.00	3	4083.30	9	-8432.05	21	-15.84	9
108	104	108	Min.	273.69									3282.99	9		
108	104	108	Min.	675.00	0.00	3	0.00	3	0.00	3	-6865.50	9	-8432.04	9	-15.84	9

Tipo di combinazione di carico: SLU

Asta	N1	N2		X <cm>	N <daN>	CC	Ty <daN>	CC	Mz <daNm>	CC	Tz <daN>	CC	My <daNm>	CC	Mx <daNm>	CC
1	1	101	Max	0.00	-11676.50	25	-103.92	25	2405.16	29	-3255.64	32	4763.54	25	0.00	32
1	1	101	Max	395.00	-9750.87	25	150.66	29	-263.41	25	-3255.64	32	-8263.37	32	0.00	32
1	1	101	Min.	0.00	-12250.50	30	-1923.09	29	147.09	25	-3374.03	25	4596.40	32	0.00	29
1	1	101	Min.	395.00	-10324.90	30	-115.35	30	-1120.86	30	-3374.03	25	-8563.86	25	0.00	29
2	2	102	Max	0.00	-20373.10	32	3745.92	25	-5111.23	32	-129.96	25	4406.08	30	0.00	32
2	2	102	Max	395.00	-18447.50	32	3745.92	25	9451.33	25	-129.96	25	-333.19	25	0.00	32
2	2	102	Min.	0.00	-21183.80	25	3582.05	32	-5345.06	25	-2884.78	30	180.14	25	0.00	29
2	2	102	Min.	395.00	-19258.20	25	3582.05	32	9037.86	32	-792.60	29	-2406.02	29	0.00	29
3	3	103	Max	0.00	-21441.60	32	3936.08	25	-5369.21	32	90.76	25	4060.91	30	0.00	32
3	3	103	Max	395.00	-19516.00	32	3936.08	25	9931.10	25	90.76	25	227.03	25	0.00	32
3	3	103	Min.	0.00	-22215.00	30	3762.85	32	-5616.40	25	-2640.29	30	-131.47	25	0.00	29
3	3	103	Min.	395.00	-20289.40	30	3762.85	32	9494.03	32	-545.66	29	-1779.26	29	0.00	29
4	4	104	Max	0.00	-11991.90	32	143.12	25	2038.53	29	-3473.46	32	5087.15	25	0.00	32
4	4	104	Max	395.00	-10066.30	32	407.60	29	359.90	25	-3473.46	32	-8816.24	32	0.00	32
4	4	104	Min.	0.00	-12604.10	25	-1666.15	29	-205.42	25	-3603.24	25	4903.93	32	0.00	29
4	4	104	Min.	395.00	-10678.50	25	142.71	32	-465.43	30	-3603.24	25	-9145.63	25	0.00	29
5	5	105	Max	0.00	-11676.50	25	-103.92	25	2405.16	29	3374.03	25	-4596.40	32	0.00	32
5	5	105	Max	395.00	-9750.87	25	150.66	29	-263.41	25	3374.03	25	8563.86	25	0.00	32
5	5	105	Min.	0.00	-12250.50	30	-1923.09	29	147.09	25	3255.64	32	-4763.54	25	0.00	29
5	5	105	Min.	395.00	-10324.90	30	-115.35	30	-1120.86	30	3255.64	32	8263.37	32	0.00	29

Relazione di calcolo

6	6	106	Max	0.00	-20373.10	32	-3582.05	32	5345.06	25	-129.96	25	4406.08	30	0.00	32
6	6	106	Max	395.00	-18447.50	32	-3582.05	32	-9037.86	32	-129.96	25	-333.19	25	0.00	32
6	6	106	Min.	0.00	-21183.80	25	-3745.92	25	5111.23	32	-2884.78	30	180.14	25	0.00	29
6	6	106	Min.	395.00	-19258.20	25	-3745.92	25	-9451.33	25	-792.60	29	-2406.02	29	0.00	29
7	7	107	Max	0.00	-21441.60	32	-3762.85	32	5616.40	25	90.76	25	4060.91	30	0.00	32
7	7	107	Max	395.00	-19516.00	32	-3762.85	32	-9494.03	32	90.76	25	227.03	25	0.00	32
7	7	107	Min.	0.00	-22215.00	30	-3936.08	25	5369.21	32	-2640.29	30	-131.47	25	0.00	29
7	7	107	Min.	395.00	-20289.40	30	-3936.08	25	-9931.10	25	-545.66	29	-1779.26	29	0.00	29
8	8	108	Max	0.00	-11991.90	32	143.12	25	2038.53	29	3603.24	25	-4903.93	32	0.00	32
8	8	108	Max	395.00	-10066.30	32	407.60	29	359.90	25	3603.24	25	9145.63	25	0.00	32
8	8	108	Min.	0.00	-12604.10	25	-1666.15	29	-205.42	25	3473.46	32	-5087.15	25	0.00	29
8	8	108	Min.	395.00	-10678.50	25	142.71	32	-465.43	30	3473.46	32	8816.24	32	0.00	29
101	101	102	Max	15.00	-148587.00	25	0.00	25	0.00	25	1428.13	30	-169.10	25	-1405.16	32
101	101	102	Max	217.24									639.00	29		
101	101	102	Max	315.00	-148587.00	25	0.00	25	0.00	25	-641.87	30	311.06	29	-1405.16	32
101	101	102	Min.	15.00	-148587.00	25	0.00	25	0.00	25	854.10	25	-917.42	30	-1476.10	25
101	101	102	Min.	137.67									359.47	25		
101	101	102	Min.	315.00	-148587.00	25	0.00	25	0.00	25	-1215.90	25	-711.81	25	-1476.10	25
101	102	103	Max	25.00	-148587.00	25	0.00	25	0.00	25	1985.81	29	-1020.70	25	-72.26	32
101	102	103	Max	312.03									809.83	29		
101	102	103	Max	470.00	-148587.00	25	0.00	25	0.00	25	-1084.69	29	-42.72	29	-72.26	32
101	102	103	Min.	25.00	-148587.00	25	0.00	25	0.00	25	1521.01	25	-2047.73	29	-76.00	25
101	102	103	Min.	245.01									655.71	25		
101	102	103	Min.	470.00	-148587.00	25	0.00	25	0.00	25	-1549.49	25	-1084.09	25	-76.00	25
101	103	104	Max	25.00	-148587.00	25	0.00	25	0.00	25	1842.55	30	-866.43	25	1342.29	25
101	103	104	Max	292.04									678.22	30		
101	103	104	Max	370.00	-148587.00	25	0.00	25	0.00	25	-537.95	30	468.51	30	1342.29	25
101	103	104	Min.	25.00	-148587.00	25	0.00	25	0.00	25	1366.80	25	-1821.61	29	1277.74	32
101	103	104	Min.	223.09									487.30	25		
101	103	104	Min.	370.00	-148587.00	25	0.00	25	0.00	25	-1013.70	25	-257.33	25	1277.74	32
104	105	106	Max	15.00	-148587.00	25	0.00	25	0.00	25	1428.13	30	-169.10	25	1476.10	25
104	105	106	Max	217.25									639.00	29		
104	105	106	Max	315.00	-148587.00	25	0.00	25	0.00	25	-641.87	30	311.06	29	1476.10	25
104	105	106	Min.	15.00	-148587.00	25	0.00	25	0.00	25	854.10	25	-917.42	30	1405.16	32
104	105	106	Min.	137.67									359.47	25		
104	105	106	Min.	315.00	-148587.00	25	0.00	25	0.00	25	-1215.90	25	-711.81	25	1405.16	32
104	106	107	Max	25.00	-148587.00	25	0.00	25	0.00	25	1985.81	29	-1020.70	25	76.00	25
104	106	107	Max	312.03									809.83	29		
104	106	107	Max	470.00	-148587.00	25	0.00	25	0.00	25	-1084.69	29	-42.72	29	76.00	25
104	106	107	Min.	25.00	-148587.00	25	0.00	25	0.00	25	1521.01	25	-2047.73	29	72.26	32
104	106	107	Min.	245.01									655.71	25		
104	106	107	Min.	470.00	-148587.00	25	0.00	25	0.00	25	-1549.49	25	-1084.09	25	72.26	32
104	107	108	Max	25.00	-148587.00	25	0.00	25	0.00	25	1842.55	30	-866.43	25	-1277.74	32
104	107	108	Max	292.04									678.22	30		
104	107	108	Max	370.00	-148587.00	25	0.00	25	0.00	25	-537.95	30	468.51	30	-1277.74	32
104	107	108	Min.	25.00	-148587.00	25	0.00	25	0.00	25	1366.80	25	-1821.61	29	-1342.29	25
104	107	108	Min.	223.09									487.30	25		
104	107	108	Min.	370.00	-148587.00	25	0.00	25	0.00	25	-1013.70	25	-257.33	25	-1342.29	25
105	101	105	Max	35.00	-185734.00	25	0.00	25	0.00	30	7750.56	25	-5394.80	32	0.00	32
105	101	105	Max	354.23									6824.50	25		
105	101	105	Max	675.00	-185734.00	25	0.00	25	0.00	25	-7492.16	32	-5394.81	32	0.00	32
105	101	105	Min.	35.00	-185734.00	25	0.00	30	0.00	29	7492.16	32	-5576.32	25	0.00	29
105	101	105	Min.	354.23									6592.58	32		
105	101	105	Min.	675.00	-185734.00	25	0.00	30	0.00	30	-7750.56	25	-5576.33	25	0.00	29
106	102	106	Max	15.00	-185734.00	25	0.00	25	0.00	29	15306.00	25	-9560.40	32	0.00	25
106	102	106	Max	354.18									16016.80	25		
106	102	106	Max	695.00	-185734.00	25	0.00	25	0.00	25	-14631.70	32	-9560.41	32	0.00	25
106	102	106	Min.	15.00	-185734.00	25	0.00	29	0.00	25	14631.70	32	-10003.30	25	0.00	32
106	102	106	Min.	354.93									15313.50	32		
106	102	106	Min.	695.00	-185734.00	25	0.00	29	0.00	29	-15306.00	25	-10003.30	25	0.00	32
107	103	107	Max	15.00	-185734.00	25	0.00	25	0.00	29	16041.50	25	-9998.80	32	0.00	29
107	103	107	Max	354.93									16806.10	25		
107	103	107	Max	695.00	-185734.00	25	0.00	25	0.00	25	-15330.90	32	-9998.80	32	0.00	29
107	103	107	Min.	15.00	-185734.00	25	0.00	29	0.00	25	15330.90	32	-10464.50	25	0.00	32
107	103	107	Min.	354.92									16063.80	32		
107	103	107	Min.	695.00	-185734.00	25	0.00	29	0.00	29	-16041.50	25	-10464.50	25	0.00	32
108	104	108	Max	35.00	-185734.00	25	0.00	25	0.00	30	8442.84	25	-5919.31	32	0.00	32
108	104	108	Max	355.00									7380.51	25		
108	104	108	Max	675.00	-185734.00	25	0.00	25	0.00	25	-8150.24	32	-5919.30	32	0.00	32
108	104	108	Min.	35.00	-185734.00	25	0.00	30	0.00	29	8150.24	32	-6128.04	25	0.00	25
108	104	108	Min.	355.00									7121.08	32		
108	104	108	Min.	675.00	-185734.00	25	0.00	30	0.00	30	-8442.84	25	-6128.04	25	0.00	25

Tipo di combinazione di carico: SLE R

Asta	N1	N2		X <cm>	N <daN>	CC	Ty <daN>	CC	Mz <daNm>	CC	Tz <daN>	CC	My <daNm>	CC	Mx <daNm>	CC
1	1	101	Max	0.00	-8500.14	26	-75.19	26	1611.81	33	-2423.40	26	3421.43	26	0.00	26
1	1	101	Max	395.00	-7018.89	26	94.53	33	-190.58	26	-2423.41	26	-6151.02	26	0.00	26
1	1	101	Min.	0.00	-8882.83	34	-1287.97	33	106.43	26	-2423.40	26	3421.43	26	0.00	33

Relazione di calcolo

1	1	101	Min.	395.00	-7401.58	34	-82.81	34	-762.22	34	-2423.41	26	-6151.02	26	0.00	33
2	2	102	Max	0.00	-15227.10	34	2691.63	26	-3840.69	26	-94.02	26	2947.65	34	0.00	26
2	2	102	Max	395.00	-13745.90	34	2691.63	26	6791.24	26	-94.02	26	-241.04	26	0.00	26
2	2	102	Min.	0.00	-15348.60	26	2691.63	26	-3840.69	26	-1930.57	34	130.35	26	0.00	33
2	2	102	Min.	395.00	-13867.30	26	2691.63	26	6791.24	26	-535.79	33	-1622.93	33	0.00	33
3	3	103	Max	0.00	-16014.80	33	2827.28	26	-4034.25	26	65.63	26	2699.87	34	0.00	26
3	3	103	Max	395.00	-14533.50	33	2827.28	26	7133.51	26	65.63	26	164.18	26	0.00	26
3	3	103	Min.	0.00	-16081.60	34	2827.28	26	-4034.25	26	-1755.07	34	-95.05	26	0.00	33
3	3	103	Min.	395.00	-14600.30	34	2827.28	26	7133.51	26	-358.65	33	-1173.34	33	0.00	33
4	4	104	Max	0.00	-8845.80	34	103.59	26	1347.30	33	-2586.42	26	3651.58	26	0.00	26
4	4	104	Max	395.00	-7364.55	34	279.91	33	260.50	26	-2586.42	26	-6564.78	26	0.00	26
4	4	104	Min.	0.00	-9162.96	26	-1102.59	33	-148.67	26	-2586.42	26	3651.58	26	0.00	33
4	4	104	Min.	395.00	-7681.71	26	103.59	26	-289.72	34	-2586.42	26	-6564.78	26	0.00	33
5	5	105	Max	0.00	-8500.14	26	-75.19	26	1611.81	33	2423.40	26	-3421.43	26	0.00	26
5	5	105	Max	395.00	-7018.89	26	94.53	33	-190.58	26	2423.41	26	6151.02	26	0.00	26
5	5	105	Min.	0.00	-8882.83	34	-1287.97	33	106.43	26	2423.40	26	-3421.43	26	0.00	33
5	5	105	Min.	395.00	-7401.58	34	-82.81	34	-762.22	34	2423.41	26	6151.02	26	0.00	33
6	6	106	Max	0.00	-15227.10	34	-2691.63	26	3840.69	26	-94.02	26	2947.65	34	0.00	26
6	6	106	Max	395.00	-13745.90	34	-2691.63	26	-6791.24	26	-94.02	26	-241.04	26	0.00	26
6	6	106	Min.	0.00	-15348.60	26	-2691.63	26	3840.69	26	-1930.57	34	130.35	26	0.00	33
6	6	106	Min.	395.00	-13867.30	26	-2691.63	26	-6791.24	26	-535.79	33	-1622.93	33	0.00	33
7	7	107	Max	0.00	-16014.80	33	-2827.28	26	4034.25	26	65.63	26	2699.87	34	0.00	26
7	7	107	Max	395.00	-14533.50	33	-2827.28	26	-7133.51	26	65.63	26	164.18	26	0.00	26
7	7	107	Min.	0.00	-16081.60	34	-2827.28	26	4034.25	26	-1755.07	34	-95.05	26	0.00	33
7	7	107	Min.	395.00	-14600.30	34	-2827.28	26	-7133.51	26	-358.65	33	-1173.34	33	0.00	33
8	8	108	Max	0.00	-8845.80	34	103.59	26	1347.30	33	2586.42	26	-3651.58	26	0.00	26
8	8	108	Max	395.00	-7364.55	34	279.91	33	260.50	26	2586.42	26	6564.78	26	0.00	26
8	8	108	Min.	0.00	-9162.96	26	-1102.59	33	-148.67	26	2586.42	26	-3651.58	26	0.00	33
8	8	108	Min.	395.00	-7681.71	26	103.59	26	-289.72	34	2586.42	26	6564.78	26	0.00	33
101	101	102	Max	15.00	-99058.20	26	0.00	26	0.00	26	1001.35	34	-122.23	26	-1060.87	26
101	101	102	Max	210.42									435.25	33		
101	101	102	Max	315.00	-99058.20	26	0.00	26	0.00	26	-498.65	34	165.68	33	-1060.87	26
101	101	102	Min.	15.00	-99058.20	26	0.00	26	0.00	26	618.66	26	-621.11	34	-1060.87	26
101	101	102	Min.	137.60									260.48	26		
101	101	102	Min.	315.00	-99058.20	26	0.00	26	0.00	26	-881.34	26	-516.24	26	-1060.87	26
101	102	103	Max	25.00	-99058.20	26	0.00	26	0.00	26	1412.03	33	-739.68	26	-54.22	26
101	102	103	Max	306.76									569.46	33		
101	102	103	Max	470.00	-99058.20	26	0.00	26	0.00	26	-812.97	33	-91.44	33	-54.22	26
101	102	103	Min.	25.00	-99058.20	26	0.00	26	0.00	26	1102.16	26	-1424.36	33	-54.22	26
101	102	103	Min.	244.88									475.07	26		
101	102	103	Min.	470.00	-99058.20	26	0.00	26	0.00	26	-1122.84	26	-785.69	26	-54.22	26
101	103	104	Max	25.00	-99058.20	26	0.00	26	0.00	26	1307.82	34	-628.29	26	964.51	26
101	103	104	Max	286.56									471.78	34		
101	103	104	Max	370.00	-99058.20	26	0.00	26	0.00	26	-417.18	34	297.74	34	964.51	26
101	103	104	Min.	25.00	-99058.20	26	0.00	26	0.00	26	990.66	26	-1265.08	33	964.51	26
101	103	104	Min.	223.13									353.11	26		
101	103	104	Min.	370.00	-99058.20	26	0.00	26	0.00	26	-734.34	26	-186.15	26	964.51	26
104	105	106	Max	15.00	-99058.20	26	0.00	26	0.00	26	1001.35	34	-122.23	26	1060.87	26
104	105	106	Max	210.42									435.25	33		
104	105	106	Max	315.00	-99058.20	26	0.00	26	0.00	26	-498.65	34	165.68	33	1060.87	26
104	105	106	Min.	15.00	-99058.20	26	0.00	26	0.00	26	618.66	26	-621.11	34	1060.87	26
104	105	106	Min.	137.60									260.48	26		
104	105	106	Min.	315.00	-99058.20	26	0.00	26	0.00	26	-881.34	26	-516.24	26	1060.87	26
104	106	107	Max	25.00	-99058.20	26	0.00	26	0.00	26	1412.03	33	-739.68	26	54.22	26
104	106	107	Max	306.76									569.46	33		
104	106	107	Max	470.00	-99058.20	26	0.00	26	0.00	26	-812.97	33	-91.44	33	54.22	26
104	106	107	Min.	25.00	-99058.20	26	0.00	26	0.00	26	1102.16	26	-1424.36	33	54.22	26
104	106	107	Min.	244.88									475.07	26		
104	106	107	Min.	470.00	-99058.20	26	0.00	26	0.00	26	-1122.84	26	-785.69	26	54.22	26
104	107	108	Max	25.00	-99058.20	26	0.00	26	0.00	26	1307.82	34	-628.29	26	-964.51	26
104	107	108	Max	286.56									471.78	34		
104	107	108	Max	370.00	-99058.20	26	0.00	26	0.00	26	-417.18	34	297.74	34	-964.51	26
104	107	108	Min.	25.00	-99058.20	26	0.00	26	0.00	26	990.66	26	-1265.08	33	-964.51	26
104	107	108	Min.	223.13									353.11	26		
104	107	108	Min.	370.00	-99058.20	26	0.00	26	0.00	26	-734.34	26	-186.15	26	-964.51	26
105	101	105	Max	35.00	-123823.00	26	0.00	26	0.00	34	5566.40	26	-4004.73	26	0.00	26
105	101	105	Max	354.23									4901.46	26		
105	101	105	Max	675.00	-123823.00	26	0.00	26	0.00	26	-5566.40	26	-4004.74	26	0.00	26
105	101	105	Min.	35.00	-123823.00	26	0.00	34	0.00	33	5566.40	26	-4004.73	26	0.00	33
105	101	105	Min.	354.23									4901.46	26		
105	101	105	Min.	675.00	-123823.00	26	0.00	34	0.00	34	-5566.40	26	-4004.74	26	0.00	33
106	102	106	Max	15.00	-123823.00	26	0.00	26	0.00	33	10998.60	26	-7188.36	26	0.00	26
106	102	106	Max	355.00									11509.20	26		
106	102	106	Max	695.00	-123823.00	26	0.00	26	0.00	26	-10998.60	26	-7188.36	26	0.00	26
106	102	106	Min.	15.00	-123823.00	26	0.00	33	0.00	26	10998.60	26	-7188.36	26	0.00	34
106	102	106	Min.	355.00									11509.20	26		
106	102	106	Min.	695.00	-123823.00	26	0.00	33	0.00	33	-10998.60	26	-7188.36	26	0.00	34
107	103	107	Max	15.00	-123823.00	26	0.00	26	0.00	33	11522.60	26	-7516.62	26	0.00	33
107	103	107	Max	354.18									12071.70	26		
107	103	107	Max	695.00	-123823.00	26	0.00	26	0.00	26	-11522.60	26	-7516.63	26	0.00	33

Relazione di calcolo

107	103	107	Min.	15.00	-123823.00	26	0.00	33	0.00	26	11522.60	26	-7516.62	26	0.00	26
107	103	107	Min.	354.18									12071.70	26		
107	103	107	Min.	695.00	-123823.00	26	0.00	33	0.00	33	-11522.60	26	-7516.63	26	0.00	26
108	104	108	Max	35.00	-123823.00	26	0.00	26	0.00	34	6059.60	26	-4398.00	26	0.00	33
108	104	108	Max	354.89									5297.37	26		
108	104	108	Max	675.00	-123823.00	26	0.00	26	0.00	26	-6059.60	26	-4397.99	26	0.00	33
108	104	108	Min.	35.00	-123823.00	26	0.00	34	0.00	33	6059.60	26	-4398.00	26	0.00	26
108	104	108	Min.	354.89									5297.37	26		
108	104	108	Min.	675.00	-123823.00	26	0.00	34	0.00	34	-6059.60	26	-4397.99	26	0.00	26

Tipo di combinazione di carico: SLE F

Asta	N1	N2		X <cm>	N <daN>	CC	Ty <daN>	CC	Mz <daNm>	CC	Tz <daN>	CC	My <daNm>	CC	Mx <daNm>	CC
1	1	101	Max	0.00	-8037.33	27	-73.27	27	404.87	37	-2233.98	27	3153.99	27	0.00	27
1	1	101	Max	395.00	-6556.08	27	-39.32	37	-185.62	27	-2233.98	27	-5670.22	27	0.00	27
1	1	101	Min.	0.00	-8113.86	38	-315.82	37	103.79	27	-2233.98	27	3153.99	27	0.00	37
1	1	101	Min.	395.00	-6632.61	38	-74.79	38	-299.95	38	-2233.98	27	-5670.22	27	0.00	37
2	2	102	Max	0.00	-14202.00	38	2429.43	27	-3466.56	27	-91.72	27	690.85	38	0.00	27
2	2	102	Max	395.00	-12720.80	38	2429.43	27	6129.68	27	-91.72	27	-234.91	27	0.00	27
2	2	102	Min.	0.00	-14226.30	27	2429.43	27	-3466.56	27	-459.03	38	127.39	27	0.00	37
2	2	102	Min.	395.00	-12745.10	27	2429.43	27	6129.68	27	-180.07	37	-511.29	37	0.00	37
3	3	103	Max	0.00	-14839.80	37	2550.11	27	-3638.76	27	63.31	27	467.50	38	0.00	27
3	3	103	Max	395.00	-13358.50	37	2550.11	27	6434.19	27	63.31	27	158.58	27	0.00	27
3	3	103	Min.	0.00	-14853.10	38	2550.11	27	-3638.76	27	-300.83	38	-91.48	27	0.00	37
3	3	103	Min.	395.00	-13371.90	38	2550.11	27	6434.19	27	-21.55	37	-108.93	37	0.00	37
4	4	104	Max	0.00	-8576.74	38	101.69	27	153.34	37	-2378.78	27	3358.43	27	0.00	27
4	4	104	Max	395.00	-7095.49	38	136.95	37	255.80	27	-2378.78	27	-6037.75	27	0.00	27
4	4	104	Min.	0.00	-8640.18	27	-139.55	37	-145.85	27	-2378.78	27	3358.43	27	0.00	37
4	4	104	Min.	395.00	-7158.93	27	101.69	27	145.76	38	-2378.78	27	-6037.75	27	0.00	37
5	5	105	Max	0.00	-8037.33	27	-73.27	27	404.87	37	2233.98	27	-3153.99	27	0.00	27
5	5	105	Max	395.00	-6556.08	27	-39.32	37	-185.62	27	2233.98	27	5670.22	27	0.00	27
5	5	105	Min.	0.00	-8113.86	38	-315.82	37	103.79	27	2233.98	27	-3153.99	27	0.00	37
5	5	105	Min.	395.00	-6632.61	38	-74.79	38	-299.95	38	2233.98	27	5670.22	27	0.00	37
6	6	106	Max	0.00	-14202.00	38	-2429.43	27	3466.56	27	-91.72	27	690.85	38	0.00	27
6	6	106	Max	395.00	-12720.80	38	-2429.43	27	-6129.68	27	-91.72	27	-234.91	27	0.00	27
6	6	106	Min.	0.00	-14226.30	27	-2429.43	27	3466.56	27	-459.03	38	127.39	27	0.00	37
6	6	106	Min.	395.00	-12745.10	27	-2429.43	27	-6129.68	27	-180.07	37	-511.29	37	0.00	37
7	7	107	Max	0.00	-14839.80	37	-2550.11	27	3638.76	27	63.31	27	467.50	38	0.00	27
7	7	107	Max	395.00	-13358.50	37	-2550.11	27	-6434.19	27	63.31	27	158.58	27	0.00	27
7	7	107	Min.	0.00	-14853.10	38	-2550.11	27	3638.76	27	-300.83	38	-91.48	27	0.00	37
7	7	107	Min.	395.00	-13371.90	38	-2550.11	27	-6434.19	27	-21.55	37	-108.93	37	0.00	37
8	8	108	Max	0.00	-8576.74	38	101.69	27	153.34	37	2378.78	27	-3358.43	27	0.00	27
8	8	108	Max	395.00	-7095.49	38	136.95	37	255.80	27	2378.78	27	6037.75	27	0.00	27
8	8	108	Min.	0.00	-8640.18	27	-139.55	37	-145.85	27	2378.78	27	-3358.43	27	0.00	37
8	8	108	Min.	395.00	-7158.93	27	101.69	27	145.76	38	2378.78	27	6037.75	27	0.00	37
101	101	102	Max	15.00	-49529.10	27	0.00	27	0.00	27	691.05	38	-117.13	27	-947.36	27
101	101	102	Max	151.74									273.85	37		
101	101	102	Max	315.00	-49529.10	27	0.00	27	0.00	27	-808.95	38	-387.22	37	-947.36	27
101	101	102	Min.	15.00	-49529.10	27	0.00	27	0.00	27	614.51	27	-216.91	38	-947.36	27
101	101	102	Min.	137.47									260.49	27		
101	101	102	Min.	315.00	-49529.10	27	0.00	27	0.00	27	-885.49	27	-523.60	27	-947.36	27
101	102	103	Max	25.00	-49529.10	27	0.00	27	0.00	27	1164.17	37	-741.02	27	-48.23	27
101	102	103	Max	257.83									477.33	37		
101	102	103	Max	470.00	-49529.10	27	0.00	27	0.00	27	-1060.83	37	-648.03	37	-48.23	27
101	102	103	Min.	25.00	-49529.10	27	0.00	27	0.00	27	1102.20	27	-877.96	37	-48.23	27
101	102	103	Min.	244.88									473.81	27		
101	102	103	Min.	470.00	-49529.10	27	0.00	27	0.00	27	-1122.80	27	-786.88	27	-48.23	27
101	103	104	Max	25.00	-49529.10	27	0.00	27	0.00	27	1057.51	38	-635.16	27	861.22	27
101	103	104	Max	235.30									361.07	38		
101	103	104	Max	370.00	-49529.10	27	0.00	27	0.00	27	-667.49	38	-84.44	38	861.22	27
101	103	104	Min.	25.00	-49529.10	27	0.00	27	0.00	27	994.08	27	-762.51	37	861.22	27
101	103	104	Min.	234.67									348.10	37		
101	103	104	Min.	370.00	-49529.10	27	0.00	27	0.00	27	-730.92	27	-181.22	27	861.22	27
104	105	106	Max	15.00	-49529.10	27	0.00	27	0.00	27	691.05	38	-117.13	27	947.36	27
104	105	106	Max	151.74									273.85	37		
104	105	106	Max	315.00	-49529.10	27	0.00	27	0.00	27	-808.95	38	-387.22	37	947.36	27
104	105	106	Min.	15.00	-49529.10	27	0.00	27	0.00	27	614.51	27	-216.91	38	947.36	27
104	105	106	Min.	137.47									260.49	27		
104	105	106	Min.	315.00	-49529.10	27	0.00	27	0.00	27	-885.49	27	-523.60	27	947.36	27
104	106	107	Max	25.00	-49529.10	27	0.00	27	0.00	27	1164.17	37	-741.02	27	48.23	27
104	106	107	Max	257.83									477.33	37		
104	106	107	Max	470.00	-49529.10	27	0.00	27	0.00	27	-1060.83	37	-648.03	37	48.23	27
104	106	107	Min.	25.00	-49529.10	27	0.00	27	0.00	27	1102.20	27	-877.96	37	48.23	27
104	106	107	Min.	244.88									473.81	27		
104	106	107	Min.	470.00	-49529.10	27	0.00	27	0.00	27	-1122.80	27	-786.88	27	48.23	27
104	107	108	Max	25.00	-49529.10	27	0.00	27	0.00	27	1057.51	38	-635.16	27	-861.22	27
104	107	108	Max	235.30									361.07	38		
104	107	108	Max	370.00	-49529.10	27	0.00	27	0.00	27	-667.49	38	-84.44	38	-861.22	27
104	107	108	Min.	25.00	-49529.10	27	0.00	27	0.00	27	994.08	27	-762.51	37	-861.22	27



Relazione di calcolo

101	103	104	Min.	370.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	-730.07	28	-179.98	28	835.40	28
104	105	106	Max	15.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	613.47	28	-115.85	28	918.98	28
104	105	106	Max	137.17									260.49	28		
104	105	106	Max	315.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	-886.53	28	-525.44	28	918.98	28
104	105	106	Min.	15.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	613.47	28	-115.85	28	918.98	28
104	105	106	Min.	137.17									260.49	28		
104	105	106	Min.	315.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	-886.53	28	-525.44	28	918.98	28
104	106	107	Max	25.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	1102.20	28	-741.36	28	46.74	28
104	106	107	Max	244.89									473.49	28		
104	106	107	Max	470.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	-1122.80	28	-787.17	28	46.74	28
104	106	107	Min.	25.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	1102.20	28	-741.36	28	46.74	28
104	106	107	Min.	244.89									473.49	28		
104	106	107	Min.	470.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	-1122.80	28	-787.17	28	46.74	28
104	107	108	Max	25.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	994.93	28	-636.87	28	-835.40	28
104	107	108	Max	223.99									353.02	28		
104	107	108	Max	370.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	-730.07	28	-179.98	28	-835.40	28
104	107	108	Min.	25.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	994.93	28	-636.87	28	-835.40	28
104	107	108	Min.	223.99									353.02	28		
104	107	108	Min.	370.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	-730.07	28	-179.98	28	-835.40	28
105	101	105	Max	35.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	5049.60	28	-3641.68	28	0.00	28
105	101	105	Max	354.23									4437.63	28		
105	101	105	Max	675.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	-5049.60	28	-3641.69	28	0.00	28
105	101	105	Min.	35.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	5049.60	28	-3641.68	28	0.00	28
105	101	105	Min.	354.23									4437.63	28		
105	101	105	Min.	675.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	-5049.60	28	-3641.69	28	0.00	28
106	102	106	Max	15.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	9650.05	28	-6302.65	28	0.00	28
106	102	106	Max	355.00									10102.40	28		
106	102	106	Max	695.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	-9650.05	28	-6302.65	28	0.00	28
106	102	106	Min.	15.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	9650.05	28	-6302.65	28	0.00	28
106	102	106	Min.	355.00									10102.40	28		
106	102	106	Min.	695.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	-9650.05	28	-6302.65	28	0.00	28
107	103	107	Max	15.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	10101.40	28	-6585.19	28	0.00	28
107	103	107	Max	354.92									10587.20	28		
107	103	107	Max	695.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	-10101.40	28	-6585.19	28	0.00	28
107	103	107	Min.	15.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	10101.40	28	-6585.19	28	0.00	28
107	103	107	Min.	354.92									10587.20	28		
107	103	107	Min.	695.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	-10101.40	28	-6585.19	28	0.00	28
108	104	108	Max	35.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	5474.40	28	-3980.52	28	0.00	28
108	104	108	Max	355.00									4778.52	28		
108	104	108	Max	675.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	-5474.40	28	-3980.52	28	0.00	28
108	104	108	Min.	35.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	5474.40	28	-3980.52	28	0.00	28
108	104	108	Min.	355.00									4778.52	28		
108	104	108	Min.	675.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	-5474.40	28	-3980.52	28	0.00	28

**Criteri di progetto utilizzati**

**Pilastrati in c.a.**

<b>Generali</b>		
<b>Parametri di progetto</b>		
Pilastro prefabbricato		No
Progettazione dell'armatura con sollecitazioni più gravose		Si
Disaccoppia sovraresistenza		No
Limita fattore di sovraresistenza al massimo valore di struttura		No
Tipo verifica di stabilità		
-Per $N^*\Omega$ -M e per $N$ -c*M (standard)		Si
-Per $N^*\Omega$ -c*M (doppia)		No
-Per $N^*\Omega$ (sforzo normale e momento nullo)		No
-Per c*M (momento e sforzo normale nullo)		No
Max angolo di piegatura ferri <grad>		20.00
Progettazione armatura di ripresa		Si
Minimizzazione armatura di ripresa		No
Minimizzazione area di ferro totale nella sezione		No
Non progettare riprese ma estendi solo i ferri		Si
Verifiche in relazione		Minimizzate
<b>Ancoraggi</b>		
Lunghezza ancoraggi		
-Lunghezza minima come multiplo del diametro		40.00
Ancoraggi tutti uguali		Si
Piegatura ancoraggi per discontinuità		Si
Piegatura ancoraggi ferri di ripresa		Si
<b>Armatura a taglio</b>		
Staffatura a spirale pilastrati circolari		Si
Cambiare le staffe nei nodi appartenenti all'impalcato 0 se sul nodo incidono elementi		Si
Considera solo la zona critica alla base della pilastrata (strutture pendolari)		No

Relazione di calcolo

Progetta a taglio con traliccio ad inclinazione variabile	Si
-Classe A	
-In zona critica limita ctg $\theta$ a	1.00
-In zona non critica limita ctg $\theta$ a	2.50
-Classe B	
-In zona critica limita ctg $\theta$ a	2.50
-In zona non critica limita ctg $\theta$ a	2.50
Verifiche a taglio per elementi esistenti come per elementi nuovi	Si
Estendi nel nodo staffe sottostanti anche se non richiesto dalla normativa	No
<b>Parametri di disegno</b>	
Scala disegno sezioni pilastri	25.00
Scala disegno viste pilastri	50.00
Creazione tabelle pilastri	Si
-Tipo di tabella	Armature disposte dal basso verso l'alto
-Max lunghezza tavole <cm>	70.00
-Max altezza tavole <cm>	50.00
Creazione viste pilastri	
-Disegno ferri dentro pilastro in vista	Si
-Disegno staffe dentro pilastro in vista	Si
-Modalità di individuazione ferri	
-Modalità di indicazione ferri	Mediante una tabella
-Minimizzazione riferimenti	Si
-Modalità di individuazione ferri	Per posizione
-Modalità di indicazione ferri	Mediante una tabella
-Minimizzazione riferimenti	Si

<b>Specifici</b>	<b>1</b>
<b>Materiali</b>	
-Considera come elemento esistente	No
-Calcestruzzo	
-Livello di conoscenza	LC2
-Fattore di confidenza	1.20
-Tipo di calcestruzzo	C30/37
-Rck calcestruzzo	370.00
-Modulo elastico <daN/cm <sup>2</sup> >	330194.00
-Resistenza caratteristica cilindrica (Fck)	307.10
-Resistenza caratteristica a trazione (Fctk)	20.59
-Resistenza media (Fcm) <daN/cm <sup>2</sup> >	387.10
-Resistenza media a trazione (Fctm) <daN/cm <sup>2</sup> >	29.42
- $\sigma$ amm. calcestruzzo <daN/cm <sup>2</sup> >	115.00
- $\tau_{c0}$ <daN/cm <sup>2</sup> >	6.90
- $\tau_{c1}$ <daN/cm <sup>2</sup> >	20.30
-Riduci Fcd per tutte le verifiche secondo il D.M. 18	Si
- $\gamma_c$ per stati limite ultimi	
-Automatico	x
-Pari a	
-Acciaio	
-Livello di conoscenza	LC2
-Fattore di confidenza	1.20
-Tipo di acciaio	B450C
-Modulo elastico <daN/cm <sup>2</sup> >	2060000.00
-Tensione caratteristica di snervamento (Fyk) <daN/cm <sup>2</sup> >	4500.00
-Tensione media di snervamento (Fym) <daN/cm <sup>2</sup> >	4500.00
-Sigma amm. acciaio <daN/cm <sup>2</sup> >	2600.00
-Sigma amm. reti e tralicci <daN/cm <sup>2</sup> >	2600.00
-Allungamento per verifiche di duttilità (Agt) <%>	4.00
- $\gamma_s$ per stati limite ultimi	
-Automatico	x
-Pari a	
-Coeff. di omogeneizzazione	15.00
<b>Parametri per analisi pushover</b>	
Numero fibre	200.00
Fattore di confinamento nucleo interno	1.00
Fattore di incrudimento acciaio <%>	0.10
<b>Parametri per verifiche di duttilità</b>	
Considera formulazione per pareti	No
Considera rotazione massima di esercizio per determinare SLO e SLD	No
Modalità di calcolo luce di taglio Lv	
-Lv=L/2	x
-Lv=M/V	
-Lv=Punto di nullo del momento flettente	
Capacità di rotazione alla corda al collasso	
-Formula C8A.6.1 con fattore di riduzione pari a	

Relazione di calcolo

-Formula C8A.6.5		x
Sforzo normale di verifica per analisi pushover		
-Gravitazionale		
-Dal calcolo		x
<b>Parametri di calcolo</b>		
Strategia di progetto	RETTANG	
Copriferro reale al bordo staffa <cm>	4.00	
Diametro staffa teorica <mm>	9.00	
Continuità dei ferri nei nodi appartenenti all'impalcato 0	Si	
Coeff. $\beta$ in direzione Z locale	1.00	
Coeff. $\beta$ in direzione Y locale	1.00	
Armatura secondo Circ. 65 del 10/04/97	No	
-Raffittimento staffe in testa e al piede del pilastro	No	
-Passo <cm>		
Parametri di progetto secondo il D.M. 18		
Elemento dissipativo	No	
Trascura gerarchia	No	
Limita verifica a pressoflessione ad elemento non dissipativo	Si	
Limita verifica a taglio ad elemento non dissipativo	Si	
Elemento secondario	No	
Incremento percentuale per piano debole	No	
Non effettuare verifiche dei nodi fra trave e pilastro	Si	
Verifiche a pressoflessione deviata	Si	
Per calcoli secondo il D.M. 18 usa espressione 4.1.19	No	
<b>Verifiche a taglio</b>		
Verifiche a taglio per sezioni circolari		
-Usa formulazione sezioni generiche		
-Considera rettangolo inscritto con B/H pari a	1.00	
Verifiche a taglio per sezioni generiche		
-Considera Vrdu minimo		
-Considera Vrdu calcolato in corrispondenza di bw minimo		
-Considera Vrdu in corrispondenza di bw medio	x	
-Considera Vrdu in corrispondenza di bw massimo		
-Considera sempre Af Staffe non proiettata in direzione del taglio	Si	
<b>Armatura a pressoflessione</b>		
Elenco diametri ferri longitudinali 1 <mm>	16	
Elenco diametri ferri longitudinali 2 <mm>	20	
Elenco diametri ferri longitudinali 3 <mm>		
Elenco diametri ferri longitudinali 4 <mm>		
Elenco diametri ferri longitudinali 5 <mm>		
Elenco diametri ferri longitudinali 6 <mm>		
Elenco diametri ferri longitudinali 7 <mm>		
Max distanza fra i ferri su un lato <cm>	25.00	
Min. interferro ammissibile <cm>	7.00	
Distanza fra i ferri di spigolo <cm>	3.00	
Min. numero ferri per pilastri circolari	8.00	
Reggistaffe aggiuntivi sezioni non rettangolari	Si	
Fattore di riduzione $\tau_{c0}$ per ancoraggio ferri	1.00	
<b>Armatura a taglio</b>		
Elenco diametri staffe 1 <mm>	8	
Elenco diametri staffe 2 <mm>		
Elenco diametri staffe 3 <mm>		
Elenco diametri staffe 4 <mm>		
Elenco diametri staffe 5 <mm>		
Elenco diametri staffe 6 <mm>		
Elenco diametri staffe 7 <mm>		
Mantieni diametro costante nell'interpiano	Si	
Passi staffe	4.00	
-Minimo <cm>	Si	
-Massimo <cm>	30.00	
-Incremento <cm>	2.00	
Tipo di minimizzazione staffatura		
-Minimizza il numero delle staffe		
-Minimizza il peso delle staffe	x	
Max distanza fra ferri non collegati <cm>	20.00	
Max numero ferri non collegati	2.00	
Max distanza fra ferri nei nodi non collegati <cm>	7.00	
Max numero ferri nei nodi non collegati	1.00	
Collegamenti ferri		
Con spilli		
Con staffe rettangolari		
Con staffe poligonali	x	
Ferri orizzontali pareti realizzati con staffe	No	
<b>Quote di alleggerimento armature pilastri prefabbricati</b>		
Quota di alleggerimento n. 1 <m>	0.00	

Relazione di calcolo

Quota di alleggerimento n. 2 <m>	0.00
Quota di alleggerimento n. 3 <m>	0.00
Quota di alleggerimento n. 4 <m>	0.00
Quota di alleggerimento n. 5 <m>	0.00
Quota di alleggerimento n. 6 <m>	0.00
Quota di alleggerimento n. 7 <m>	0.00
<b>Dati per progettazione interattiva sezioni</b>	
Distanza fra ferri su più strati <cm>	1.00
Integrare lo scorrimento lungo il tratto	Si
-Lunghezza del tratto <m>	1.00
<b>Dati per progettazione agli stati limite</b>	
Gruppo di esigenza	
-Ambiente poco aggressivo	x
-Ambiente moderatamente aggressivo	
-Ambiente molto aggressivo	
Usa dominio N-M per flessioni rette	No
-Ricerca della sicurezza con sforzo normale costante	
-Ricerca della sicurezza con eccentricità costante	
Controllo rapporto X/D	No
Barre da considerare tese per verifiche a taglio	
-Solo le barre con deformazione percentuale rispetto alla barra più tesa non inferiore al <%>	30.00
-Tutte le barre in trazione	
<b>Dati per verifiche di resistenza al fuoco</b>	
-Tempo di verifica (REI) <minuti>	120.00
Dimensione MESH <cm>	2.00
-Passo di calcolo <secondi>	10.00
-Temperatura ambiente <C°>	20.00
-Coeff. di convezione a temperatura ambiente <W/mq K>	9.00
Calcestruzzo	
-Tipo di aggregati	SILICEI
Massa volumica a secco <daN/mc>	2300.00
-Umidità iniziale <%>	3.00
-Fattore di interpolazione conducibilità	0.50
<b>Dati per verifiche FRP</b>	
Rinforzo longitudinale	
Tipo di fibra/resina	
-Vetro/Epossidica	
-Arammidica/Epossidica	
-Carbonio/Epossidica	x
Resistenza caratteristica ( $f_{fk}$ ) <daN/cm <sup>2</sup> >	49000.00
Modulo elastico ( $E_c$ ) <daN/cm <sup>2</sup> >	2500000.00
Deformazione caratteristica a rottura per trazione ( $\epsilon_{fk}$ ) <%>	2.00
Spessore equivalente ( $t_e$ ) <mm>	0.17
Sistemi di rinforzo	
-Preformati	
-Impregnati in situ	x
Rinforzo trasversale	
Tipo di fibra/resina	
-Vetro/Epossidica	
-Arammidica/Epossidica	
-Carbonio/Epossidica	x
Resistenza caratteristica ( $f_{fk}$ ) <daN/cm <sup>2</sup> >	49000.00
Modulo elastico ( $E_c$ ) <daN/cm <sup>2</sup> >	2500000.00
Deformazione caratteristica a rottura per trazione ( $\epsilon_{fk}$ ) <%>	2.00
Spessore equivalente ( $t_e$ ) <mm>	0.17
Sistemi di rinforzo	
-Preformati	
-Impregnati in situ	x
Trascura resistenza a taglio dei rinforzi	No
Modalità di carico	
-Lungo termine	x
-Ciclico	
Coeff. parziale di sicurezza per SLU di distacco ( $\gamma_{fd}$ )	1.50
Fattore di conversione ambientale ( $\eta_a$ )	0.95
Raggio di arrotondamento spigoli ( $r_c$ ) <cm>	2.00
Coeff. condizione di carico ( $K_q$ )	1.25
<b>Dati per verifiche incamiciature in acciaio non CAM</b>	
Resistenza di progetto strisce di collegamento ( $F_{yd}$ ) <daN/cm <sup>2</sup> >	2350.00

Travi in c.a.

Generali	

Relazione di calcolo

<b>Parametri di progetto</b>	
Passo di progettazione <m>	0.30
Tipo di sollecitazioni zone rigide	Costanti
Min. angolo per spinte a vuoto <grad>	10.00
Invertire i ferri anche in presenza di pilastro sottostante	Si
Max differenza larghezza travi continue <cm>	5.00
Progetta a taglio con traliccio ad inclinazione variabile	Si
-Classe A	
-In zona critica limita ctg $\theta$ a	1.00
-In zona non critica limita ctg $\theta$ a	2.50
-Classe B	
-In zona critica limita ctg $\theta$ a	2.50
-In zona non critica limita ctg $\theta$ a	2.50
Verifiche a taglio per elementi esistenti come per elementi nuovi	Si
<b>Lunghezze e arrotondamenti</b>	
Max lunghezza barre <m>	12.00
Arrotondamento lunghezza ferri <cm>	50.00
Lunghezza ferri nei muri d'estremità <m>	1.20
Min. interferro ammissibile <cm>	2.00
Elenco diametri minimizzazione interferri <mm>	14 16 18 20 24
Riduzione ancoraggi	
-Nella zona compressa per flessione	No
-Nei punti inferiori della travata	Si
Considerare nel calcolo degli ancoraggi i risvolti specificati nei criteri generali di disegno	No
Risvoltare i ferri per garantire l'ancoraggio agli estremi della trave	No
<b>Reggistaffe</b>	
Interruzione reggistaffe in campata	No
Modalità di sovrapposizione reggistaffe	Per garantire la copertura del momento negativo
Modalità di unificazione reggistaffe	Solo se la geometria della travata e la lunghezza totale delle barre lo consentono
<b>Minimi di regolamento</b>	
Min. percentuale di regolamento	
-Per le travi di fondazione	No
-Per le travi di elevazione	Si
Min. di armatura a taglio	
-Per le travi di fondazione	No
-Per le travi di elevazione	No
Tipo di armatura per taglio (T.A.)	Mista
Controllo passo e 12Fi	Si
Min. di regolamento a torsione nell'ala	No
Min. di regolamento nell'ala	No
<b>Stampe</b>	
Verifiche a flessione in relazione	Minimizzate
Verifiche a taglio in relazione	Max scorrimento per taglio e torsione
<b>Parametri di disegno</b>	
Scala disegno travi	50.00
Scala disegno sezioni	25.00
Campitura sezioni	Fitta
Disegno sezione travi in falso	Si
Disegna sezioni	Si
Campitura travi in falso	Fitta
Campitura muri	Rada
Tipo di quotatura luci nette trave	Con riferimento ai pilastri superiori
Lunghezza monconi di pilastro	Minimizzata
Linee di riferimento quote	Si
Quotatura zone di staffatura	No
Quotatura zone di staffatura	No
Indicazione numero bracci staffe	Solo se il numero è maggiore di due
<b>Disegno ferri longitudinali</b>	
Disegno ferri dentro la trave	Si
Disegno esploso ferri di parete	No
Distanza fra ferri esplosi <cm>	0.10
Disegno reggistaffe aggiuntivi per travi a T e L	Reggistaffe aggiuntivi tipo 3
<b>Disegno staffe</b>	
Posizione staffe esterne	In automatico
Disegno staffe dentro la sezione	Si

<b>Specifici</b>	<b>1</b>

Relazione di calcolo

<b>Materiali</b>	
-Considera come elemento esistente	No
-Calcestruzzo	
-Livello di conoscenza	LC2
-Fattore di confidenza	1.20
-Tipo di calcestruzzo	C30/37
-Rck calcestruzzo	370.00
-Modulo elastico <daN/cm <sup>2</sup> >	330194.00
-Resistenza caratteristica cilindrica (Fck)	307.10
-Resistenza caratteristica a trazione (Fctk)	20.59
-Resistenza media (Fcm) <daN/cm <sup>2</sup> >	387.10
-Resistenza media a trazione (Fctm) <daN/cm <sup>2</sup> >	29.42
-σ amm. calcestruzzo <daN/cm <sup>2</sup> >	115.00
-τc0 <daN/cm <sup>2</sup> >	6.90
-τc1 <daN/cm <sup>2</sup> >	20.30
-Riduci Fcd per tutte le verifiche secondo il D.M. 18	Si
-γc per stati limite ultimi	
-Automatico	x
-Pari a	
-Acciaio	
-Livello di conoscenza	LC2
-Fattore di confidenza	1.20
-Tipo di acciaio	B450C
-Modulo elastico <daN/cm <sup>2</sup> >	2060000.00
-Tensione caratteristica di snervamento (Fyk) <daN/cm <sup>2</sup> >	4500.00
-Tensione media di snervamento (Fym) <daN/cm <sup>2</sup> >	4500.00
-Sigma amm. acciaio <daN/cm <sup>2</sup> >	2600.00
-Sigma amm. reti e tralicci <daN/cm <sup>2</sup> >	2600.00
-Allungamento per verifiche di duttilità (Agt) <%>	4.00
-γs per stati limite ultimi	
-Automatico	x
-Pari a	
-Coeff. di omogeneizzazione	15.00
<b>Parametri per analisi pushover</b>	
Numero fibre	200.00
Fattore di confinamento nucleo interno	1.00
Fattore di incrudimento acciaio <%>	0.10
<b>Parametri per verifiche di duttilità</b>	
Considera rotazione massima di esercizio per determinare SLO e SLD	No
Modalità di calcolo luce di taglio Lv	
-Lv=L/2	x
-Lv=M/V	
-Lv=Punto di nullo del momento flettente	
Capacità di rotazione alla corda al collasso	
-Formula C8A.6.1 con fattore di riduzione pari a	
-Formula C8A.6.5	x
Sforzo normale di verifica per analisi pushover	
-Gravitazionale	
-Dal calcolo	x
<b>Parametri di calcolo</b>	
Progetto a pressoflessione	Si
-Per tutte le travi	
-Solo per travi inclinate	x
-Min. angolo per pressoflessione <grad>	10.00
-Compressione massima senza progetto a pressoflessione <%>	10.00
Progetto a torsione	No
-Trazione senza progetto a torsione<%>	
Armatura secondo Circ. 65 del 10/04/97	No
Parametri di progetto secondo il D.M. 18	
Elemento dissipativo	No
Trascura gerarchia	No
Limita verifica a taglio ad elemento non dissipativo	Si
Elemento secondario	No
Sollecitazioni dissipative amplificate per elementi di fondazione	Si
Escludi dal calcolo sovraresistenza per pilastri incidenti	No
Sollecitazioni complanari ad eventuali elementi bidimensionali	No
Copriferro teorico superiore <cm>	5.50
Copriferro teorico inferiore <cm>	5.50
Min. momento fittizio agli appoggi	No
-Denominatore	
Min. momento fittizio in campata	No
-Denominatore	
Incremento percentuale momento in campata <%>	10.00
Usa taglio max per traslazione momento (S.L.)	Si
Limitare momento traslato al valore max di appoggio (S.L.)	No
Limitare momento traslato al valore max di campata (S.L.)	No

Relazione di calcolo

Taglio da momento resistente in fondazione (S.L.)	No
Tipo di progetto in doppia armatura (T.A.)	
-Tensioni pari ai valori amm.	
-Tensioni pari ai valori amm. con AfComp/AfTesa minore o pari a	1.00
-Con AfComp/AfTesa pari a	
<b>Parametri di progettazione armatura</b>	
Max differenza fra diametri per unificazioni	2.00
Max distanza fra barre per unificazioni <m>	1.00
Denominatore per individuazione zona di campata	32.00
Fattore di copertura appoggi (0+1)	0.00
Fattore di riduzione per ancoraggio ferri	1.00
Minimizzazione momenti resistenti di appoggio (stati limite D.M. 18)	Si
-Tolleranza di copertura da sovrapposizione <%>	10.00
Tipo di distribuzione armatura eccedente in fase di verifica	
-Ripartita proporzionalmente per flessione, torsione e taglio	x
-Tutta agente per flessione	
-Tutta agente per taglio	
<b>Armatura a flessione</b>	
Elenco diametri ferri longitudinali 1 <mm>	16
Elenco diametri ferri longitudinali 2 <mm>	
Elenco diametri ferri longitudinali 3 <mm>	
Elenco diametri ferri longitudinali 4 <mm>	
Elenco diametri ferri longitudinali 5 <mm>	
Elenco diametri ferri longitudinali 6 <mm>	
Elenco diametri ferri longitudinali 7 <mm>	
Max differenza fra diametri nella trave	8.00
Max differenza fra diametri ferri accoppiati	4.00
Reggistaffe superiori	
-Numero	
-Automatico	
-Pari a	2.00
-Max mutua distanza <cm>	
-Diametro	
-Automatico	x
-Pari a <mm>	
-Minimo <mm>	
Reggistaffe inferiori	
-Numero	
-Automatico	
-Pari a	2.00
-Max mutua distanza <cm>	
-Diametro	
-Automatico	x
-Pari a <mm>	
-Minimo <mm>	
<b>Armatura a taglio</b>	
Scorrimento (T.A.)	
-Percentuale assorbita dalle staffe <%>	100.00
-Percentuale assorbita dai ferri piegati <%>	0.00
-Percentuale assorbita dai ferri di parete <%>	0
-Considerare il valore relativo alle staffe come minimo percentuale da adottare	No
Variabilità staffe	
-Staffe uguali a passo costante	
-Staffe diverse in tre parti della trave in funzione delle zone critiche	x
-Staffe diverse in tre parti della trave in funzione di un multiplo dell'altezza pari a	
Variabilità staffe ala	
-Passi uguali a passi anima	x
-Passi multipli di passi anima	
-Passi indipendenti da passi anima	
Min. lunghezza tratto centrale come multiplo dell'altezza della trave	1.10
Elenco diametri staffe 1 <mm>	8
Elenco diametri staffe 2 <mm>	
Elenco diametri staffe 3 <mm>	
Elenco diametri staffe 4 <mm>	
Elenco diametri staffe 5 <mm>	
Elenco diametri staffe 6 <mm>	
Elenco diametri staffe 7 <mm>	
Elenco numero bracci staffe 1	2
Elenco numero bracci staffe 2	
Elenco numero bracci staffe 3	
Elenco numero bracci staffe 4	
Elenco numero bracci staffe 5	
Passi staffe	
-Minimo <cm>	5.00
-Massimo <cm>	25.00
-Incremento <cm>	5.00

Relazione di calcolo

<b>Elementi costanti</b>	
-Diametro	Si
-Passo	No
-Bracci	Si
<b>Tipo di minimizzazione staffatura</b>	
-Minimizza il numero delle staffe	x
-Minimizza il peso delle staffe	
Raffittimento staffe all'estremità della trave	No
-Passo non superiore a	
Lunghezza max del tratto di calcolo scorrimento	
-Pari al tratto in cui $\tau > \tau_{c0}$	x
-Pari a <cm>	
-Come multiplo dell'altezza pari a	
<b>Armatura a taglio e torsione</b>	
Elenco diametri ferri piegati 1 <mm>	12
Elenco diametri ferri piegati 2 <mm>	14
Elenco diametri ferri piegati 3 <mm>	16
Elenco diametri ferri piegati 4 <mm>	18
Elenco diametri ferri piegati 5 <mm>	20
Elenco diametri ferri piegati 6 <mm>	
Elenco diametri ferri piegati 7 <mm>	
Angolo di piegatura <grad>	45.00
Posizione primo punto di piegatura	
-Pari al multiplo dell'altezza	
-Distanza <cm>	5.00
Interasse punti di piegatura	
-Pari al multiplo dell'altezza	
-Distanza <cm>	25.00
Tipo di ferri piegati	
-Solo sagomati	
-Solo cavallotti	
-Sia sagomati che cavallotti	x
Ferri di parete	Si
-Max distanza fra le barre <cm>	30.00
Elenco diametri ferri di parete 1 <mm>	12
Elenco diametri ferri di parete 2 <mm>	14
Elenco diametri ferri di parete 3 <mm>	16
Elenco diametri ferri di parete 4 <mm>	18
Elenco diametri ferri di parete 5 <mm>	20
Elenco diametri ferri di parete 6 <mm>	
Elenco diametri ferri di parete 7 <mm>	
Elenco diametri staffe orizzontali 1 <mm>	6
Elenco diametri staffe orizzontali 2 <mm>	8
Elenco diametri staffe orizzontali 3 <mm>	
Elenco diametri staffe orizzontali 4 <mm>	
Elenco diametri staffe orizzontali 5 <mm>	
Elenco diametri staffe orizzontali 6 <mm>	
Elenco diametri staffe orizzontali 7 <mm>	
<b>Parametri di disegno</b>	
Risolto ferri superiori	Si
-Pari a <cm>	
-Pari all'altezza della trave	x
-Pari alla minima altezza delle travi incidenti	
Risolto ferri inferiori	Si
-Pari a <cm>	
-Pari all'altezza della trave	x
-Pari alla minima altezza delle travi incidenti	
Risolto ferri laterali	Si
-Pari a <cm>	25.00
-Pari alla larghezza della trave	
Magrone	No
-Allargamento laterale <cm>	
-Altezza <cm>	
<b>Dati per progettazione interattiva sezioni</b>	
Copriferro reale al bordo staffa <cm>	2.50
Diametro staffa teorica <mm>	8.00
Distanza fra ferri su più strati <cm>	1.00
Integrare lo scorrimento lungo il tratto	Si
-Lunghezza del tratto <m>	1.00
<b>Dati per progettazione agli stati limite</b>	
Gruppo di esigenza	
-Ambiente poco aggressivo	x
-Ambiente moderatamente aggressivo	
-Ambiente molto aggressivo	
Usa dominio N-M per flessioni rette	Si
-Ricerca della sicurezza con sforzo normale costante	

## Relazione di calcolo

-Ricerca della sicurezza con eccentricità costante	x
Controllo rapporto X/D	Si
Barre da considerare tese per verifiche a taglio	
-Solo le barre con deformazione percentuale rispetto alla barra più tesa non inferiore al <%>	30.00
-Tutte le barre in trazione	
<b>Dati per verifiche di resistenza al fuoco</b>	
-Tempo di verifica (REI) <minuti>	120.00
Dimensione MESH <cm>	2.00
-Passo di calcolo <secondi>	10.00
-Temperatura ambiente <C°>	20.00
-Coeff. di convezione a temperatura ambiente <W/mq K>	9.00
Calcestruzzo	
-Tipo di aggregati	SILICEI
Massa volumica a secco <daN/mc>	2300.00
-Umidità iniziale <%>	3.00
-Fattore di interpolazione conducibilità	0.50
<b>Dati per verifiche FRP</b>	
Rinforzo longitudinale	
Tipo di fibra/resina	
-Vetro/Epossidica	
-Arammidica/Epossidica	
-Carbonio/Epossidica	x
Resistenza caratteristica ( $f_{fk}$ ) <daN/cm <sup>2</sup> >	49000.00
Modulo elastico ( $E_c$ ) <daN/cm <sup>2</sup> >	2500000.00
Deformazione caratteristica a rottura per trazione ( $\epsilon_{fk}$ ) <%>	2.00
Spessore equivalente ( $t_f$ ) <mm>	0.17
Sistemi di rinforzo	
-Preformati	
-Impregnati in situ	x
Rinforzo trasversale	
Tipo di fibra/resina	
-Vetro/Epossidica	
-Arammidica/Epossidica	
-Carbonio/Epossidica	x
Resistenza caratteristica ( $f_{fk}$ ) <daN/cm <sup>2</sup> >	49000.00
Modulo elastico ( $E_c$ ) <daN/cm <sup>2</sup> >	2500000.00
Deformazione caratteristica a rottura per trazione ( $\epsilon_{fk}$ ) <%>	2.00
Spessore equivalente ( $t_f$ ) <mm>	0.17
Sistemi di rinforzo	
-Preformati	
-Impregnati in situ	x
Modalità di carico	
-Lungo termine	x
-Ciclico	
Coeff. parziale SLU di distacco ( $\gamma_{fd}$ )	1.50
Fattore di conversione ambientale ( $\eta_a$ )	0.95
Raggio di arrotondamento spigoli ( $r_c$ ) <cm>	2.00
Coeff. condizione di carico ( $K_q$ )	1.25

## Verifiche e armature travi

### Simbologia

Caso	= Caso di verifica
Xg	= Coordinata progressiva (dal primo nodo) in cui viene effettuato il progetto/verifica
CC	= Combinazione delle condizioni di carico elementari
c	= momento fittizio in campata
a	= momento fittizio agli appoggi
TG	= taglio da gerarchia delle resistenze
TGND	= taglio non dissipativo limitante la gerarchia
T	= momento traslato per taglio
e	= eccentricità aggiuntiva in caso di compressione o pressoflessione
TCC	= Tipo di combinazione di carico
SLU	= Stato limite ultimo
SLU S	= Stato limite ultimo (azione sismica)
SLE R	= Stato limite d'esercizio, combinazione rara
SLE F	= Stato limite d'esercizio, combinazione frequente
SLE Q	= Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente
SLD	= Stato limite di danno
SLV	= Stato limite di salvaguardia della vita
SLC	= Stato limite di prevenzione del collasso
SLO	= Stato limite di operatività
SLU I	= Stato limite di resistenza al fuoco
SND	= Stato limite di salvaguardia della vita (non dissipativo)
El	= Elemento (asta) in cui viene effettuato il progetto/verifica (progressivo sul numero di aste)
Sez.	= Numero della sezione
Crit.	= Numero del criterio di progetto
X	= Coordinata progressiva rispetto al nodo iniziale
Afe S	= Area di ferro effettiva totale presente nel punto di verifica, superiore
Afe I	= Area di ferro effettiva totale presente nel punto di verifica, inferiore
AfeP S	= Area di ferro effettiva parziale presente nella CC considerata, per la sollecitazione indicata, superiore
AfeP I	= Area di ferro effettiva parziale presente nella CC considerata, per la sollecitazione indicata, inferiore
My	= Momento flettente intorno all'asse Y
M'ldy	= Momento resistente massimo in campo sostanzialmente elastico intorno all'asse Y
MRdy	= Momento resistente allo stato limite ultimo intorno all'asse Y

## Relazione di calcolo

Sic. = Sicurezza a rottura  
 $\sigma_f$  sup = Tensione nel ferro - superiore  
 $\sigma_f$  inf = Tensione nel ferro - inferiore  
 $\sigma_c$  = Tensione nel calcestruzzo  
X0 = Coordinata progressiva (dal nodo iniziale) dell'inizio del tratto  
X1 = Coordinata progressiva (dal nodo iniziale) della fine del tratto  
Lung. = Lunghezza del tratto di progettazione  
Staff. = Staffatura adottata  
AfE St. = Area di ferro effettiva della staffatura (d'anima per travi a T o L)  
bw = Larghezza membratura resistente al taglio  
VsdU = Taglio agente nella direzione del momento ultimo  
ctg $\theta$  = Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo  
VRsd = Taglio ultimo lato armatura  
VRcd = Taglio ultimo lato calcestruzzo  
Vrdu = Taglio ultimo assorbibile dal solo calcestruzzo  
Sic.T = Sicurezza a rottura per taglio  
c = Ricoprimento dell'armatura  
s = Distanza minima tra le barre  
K3 = Coefficiente di forma del diagramma delle tensioni prima della fessurazione  
 $s_m$  = Distanza media tra le fessure  
 $\Phi$  = Diametro della barra  
 $A_s$  = Area complessiva dei ferri nell'area di calcestruzzo efficace  
 $A_{c\ eff}$  = Area di calcestruzzo efficace  
 $\sigma_s$  = Tensione nell'acciaio nella sezione fessurata  
 $\sigma_{sr}$  = Tensione nell'acciaio corrispondente al raggiungimento della resistenza a trazione nel calcestruzzo  
 $\epsilon_{sm}$  = Deformazione unitaria media dell'armatura (\*1000)  
Wk = Apertura delle fessure  
Tipo = Tipologia  
2C = Doppia C lato labbri  
2Cdx = Doppia C lato costola  
2I = Doppia I  
2L = Doppia L lato labbri  
2Ldx = Doppia L lato costole  
C = Sezione a C  
Cdx = C destra  
Cir. = Circolare  
Cir.c = Circolare cava  
I = Sezione a I  
L = Sezione a L  
Ldx = L destra  
Om. = Omega  
Pg = Pi greco  
Pr = Poligono regolare  
Prc = Poligono regolare cavo  
Pc = Per coordinate  
Ia = Inerzie assegnate  
R = Rettangolare  
Rc = Rettangolare cava  
T = Sezione a T  
U = Sezione a U  
Ur = U rovescia  
V = Sezione a V  
Vr = V rovescia  
Z = Sezione a Z  
Zdx = Z destra  
Ts = T stondata  
Ls = L stondata  
Cs = C stondata  
Is = I stondata  
Dis. = Disegnata  
B = Base  
H = Altezza  
Cf sup = Copriferro superiore  
Cf inf = Copriferro inferiore  
Cls = Tipo di calcestruzzo  
Fck = Resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo  
Fctk = Resistenza caratteristica a trazione del calcestruzzo  
Fcd = Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo  
Fctd = Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo  
Tp = Tipo di acciaio  
Fyk = Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio  
Fyd = Resistenza di calcolo dell'acciaio

### Travata n. 101

Nodi: 101 102 103 104

#### Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Sez.	Tipo	B <cm>	H <cm>	Cf sup <cm>	Cf inf <cm>	Cls	Fck <daN/cmq>	Fctk <daN/cmq>	Fcd <daN/cmq>	Fctd <daN/cmq>	Tp	Fyk <daN/cmq>	Fyd <daN/cmq>
2R		30.00	40.00	5.50	5.50	C30/37	307.10	20.59	174.02	13.73	B450C	4500.00	3913.04

#### Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione

Xg <m>	CC	TCC	El	X <cm>	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	AfEP S <cmq>	AfEP I <cmq>	My <daNm>	MRdy <daNm>	Sic.
0.15	30	SLU	1	15.00	6.03	6.03	6.03	6.03	-917.42	-7591.97	8.275
2.85	25	SLU	1	285.00	6.03	6.03	6.03	6.03	-711.81	-7591.97	10.666
3.15	25	SLU	1	315.00	6.03	6.03	6.03	6.03	-711.81	-7591.97	10.666
3.65	29	SLU	2	25.00	6.03	6.03	6.03	6.03	-2047.73	-7591.97	3.708
7.78	25	SLU	2	438.21	6.03	6.03	6.03	6.03	-1084.09	-7591.97	7.003
8.10	25	SLU	2	470.00	6.03	6.03	6.03	6.03	-1084.09	-7591.97	7.003
8.60	29	SLU	3	25.00	6.03	6.03	6.03	6.03	-1821.61	-7591.97	4.168
12.05	30	SLU	3	370.00	6.03	6.03	6.03	6.03	687.87	7591.97	11.037

#### Stato limite elastico - Verifiche a flessione/pressoflessione

Xg <m>	CC	TCC	El	X <cm>	AfE S	AfE I	AfEP S	AfEP I	My <daNm>	M'ydy <daNm>	Sic.
-----------	----	-----	----	-----------	-------	-------	--------	--------	--------------	-----------------	------

Relazione di calcolo

					<cmq>	<cmq>	<cmq>	<cmq>			
0.15	1	SND	1	15.00	6.03	6.03	6.03	6.03	4259.77	7208.01	1.692
2.85	1	SND	1	285.00	6.03	6.03	6.03	6.03	-5125.76	-7208.01	1.406
3.15	1	SND	1	315.00	6.03	6.03	6.03	6.03	-5125.76	-7208.01	1.406
3.65	13	SND	2	25.00	6.03	6.03	6.03	6.03	-4534.34	-7208.01	1.590
7.78	1	SND	2	438.21	6.03	6.03	6.03	6.03	-4638.85	-7208.01	1.554
8.10	1	SND	2	470.00	6.03	6.03	6.03	6.03	-4638.85	-7208.01	1.554
8.60	13	SND	3	25.00	6.03	6.03	6.03	6.03	-4982.77	-7208.01	1.447
12.05	13	SND	3	370.00	6.03	6.03	6.03	6.03	4050.62	7208.01	1.779

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Xg <m>	CC	TCC	El	X <cm>	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	My <daNm>	σ <sub>f</sub> sup <daN/cmq>	σ <sub>f</sub> inf <daN/cmq>	σ <sub>c</sub> <daN/cmq>
0.15	34	SLE R	1	15.00	6.03	6.03	-621.11	337.22	-72.49	10.01
0.15	28	SLE Q	1	15.00	6.03	6.03	-115.85	62.90	-13.52	1.87
2.85	26	SLE R	1	285.00	6.03	6.03	-516.24	280.28	-60.25	8.32
2.85	28	SLE Q	1	285.00	6.03	6.03	-525.44	285.28	-61.33	8.47
3.15	26	SLE R	1	315.00	6.03	6.03	-516.24	280.28	-60.25	8.32
3.15	28	SLE Q	1	315.00	6.03	6.03	-525.44	285.28	-61.33	8.47
3.65	33	SLE R	2	25.00	6.03	6.03	-1424.36	773.33	-166.25	22.96
3.65	28	SLE Q	2	25.00	6.03	6.03	-741.36	402.50	-86.53	11.95
7.78	26	SLE R	2	438.21	6.03	6.03	-785.69	426.57	-91.70	12.67
7.78	28	SLE Q	2	438.21	6.03	6.03	-787.17	427.38	-91.88	12.69
8.10	26	SLE R	2	470.00	6.03	6.03	-785.69	426.57	-91.70	12.67
8.10	28	SLE Q	2	470.00	6.03	6.03	-787.17	427.38	-91.88	12.69
8.60	33	SLE R	3	25.00	6.03	6.03	-1265.08	686.85	-147.66	20.39
8.60	28	SLE Q	3	25.00	6.03	6.03	-636.87	345.77	-74.33	10.27
12.05	34	SLE R	3	370.00	6.03	6.03	464.20	-54.18	252.03	7.48
12.05	28	SLE Q	3	370.00	6.03	6.03	-179.98	97.72	-21.01	2.90

Stato limite d'esercizio - Verifiche a fessurazione

Caso	Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	Crit.	X <cm>	My <daNm>	c <mm>	s <mm>	K3	s <sub>sm</sub> <mm>	Φ	A <sub>s</sub> <cmq>	A <sub>c,eff</sub> <cmq>	σ <sub>s</sub> <daN/cmq>	σ <sub>sz</sub> <daN/cmq>	ε <sub>sm</sub>	Wk <mm>
30	0.15	28	SLE Q	1	2	1	15.00	-115.85	47.00	95.00	0.15	188.24	16.00	6.03	486.13	62.90	1898.01	0.01	0.00
38	0.15	38	SLE F	1	2	1	15.00	-216.91	47.00	95.00	0.15	188.24	16.00	6.03	486.13	117.76	1898.01	0.02	0.01
71	2.85	28	SLE Q	1	2	1	285.00	-525.44	47.00	95.00	0.15	188.24	16.00	6.03	486.13	285.28	1898.01	0.06	0.02
73	2.85	27	SLE F	1	2	1	285.00	-523.60	47.00	95.00	0.15	188.24	16.00	6.03	486.13	284.28	1898.01	0.06	0.02
109	3.15	28	SLE Q	1	2	1	315.00	-525.44	47.00	95.00	0.15	188.24	16.00	6.03	486.13	285.28	1898.01	0.06	0.02
111	3.15	27	SLE F	1	2	1	315.00	-523.60	47.00	95.00	0.15	188.24	16.00	6.03	486.13	284.28	1898.01	0.06	0.02
141	3.65	28	SLE Q	2	2	1	25.00	-741.36	47.00	95.00	0.15	188.24	16.00	6.03	486.13	402.50	1898.01	0.08	0.03
144	3.65	37	SLE F	2	2	1	25.00	-877.96	47.00	95.00	0.15	188.24	16.00	6.03	486.13	476.67	1898.01	0.09	0.03
181	7.78	28	SLE Q	2	2	1	438.21	-787.17	47.00	95.00	0.15	188.24	16.00	6.03	486.13	427.38	1898.01	0.08	0.03
183	7.78	27	SLE F	2	2	1	438.21	-786.88	47.00	95.00	0.15	188.24	16.00	6.03	486.13	427.22	1898.01	0.08	0.03
217	8.10	28	SLE Q	2	2	1	470.00	-787.17	47.00	95.00	0.15	188.24	16.00	6.03	486.13	427.38	1898.01	0.08	0.03
219	8.10	27	SLE F	2	2	1	470.00	-786.88	47.00	95.00	0.15	188.24	16.00	6.03	486.13	427.22	1898.01	0.08	0.03
249	8.60	28	SLE Q	3	2	1	25.00	-636.87	47.00	95.00	0.15	188.24	16.00	6.03	486.13	345.77	1898.01	0.07	0.02
252	8.60	37	SLE F	3	2	1	25.00	-762.51	47.00	95.00	0.15	188.24	16.00	6.03	486.13	413.99	1898.01	0.08	0.03
283	12.05	28	SLE Q	3	2	1	370.00	-179.98	47.00	95.00	0.15	188.24	16.00	6.03	486.13	97.72	1898.01	0.02	0.01
287	12.05	27	SLE F	3	2	1	370.00	-181.22	47.00	95.00	0.15	188.24	16.00	6.03	486.13	98.39	1898.01	0.02	0.01

Staffe - Verifiche armatura

CC	X0 <m>	X1 <m>	Lung. <m>	Staff.	AfE St. <cmq/m>	bw <cm>	Vsdu <daN>	ctgθ	VRsd <daN>	VRcd <daN>	Vrdu <daN>	Sic.T
13 SND	0.15	0.55	0.40	ø8/ 8 2 br.	12.57	0.30	3476.37	2.08	31692.10	31692.10	31692.10	9.12
1 SND	0.55	2.75	2.20	ø8/20 2 br.	5.03	0.30	3549.42	2.50	15268.10	27948.80	15268.10	4.30
1 SND	2.75	3.15	0.40	ø8/ 8 2 br.	12.57	0.30	3749.43	2.08	31692.10	31692.10	31692.10	8.45
13 SND	3.65	4.05	0.40	ø8/ 8 2 br.	12.57	0.30	2820.10	2.08	31692.10	31692.10	31692.10	11.24
1 SND	4.05	7.70	3.65	ø8/20 2 br.	5.03	0.30	2640.70	2.50	15268.10	27948.80	15268.10	5.78
1 SND	7.70	8.10	0.40	ø8/ 8 2 br.	12.57	0.30	2840.70	2.08	31692.10	31692.10	31692.10	11.16
13 SND	8.60	9.00	0.40	ø8/ 8 2 br.	12.57	0.30	3374.14	2.08	31692.10	31692.10	31692.10	9.39
13 SND	9.00	11.65	2.65	ø8/20 2 br.	5.03	0.30	3174.14	2.50	15268.10	27948.80	15268.10	4.81
1 SND	11.65	12.05	0.40	ø8/ 8 2 br.	12.57	0.30	3109.27	2.08	31692.10	31692.10	31692.10	10.19

Travata n. 104

Nodi: 105 106 107 108

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Sez.	Tipo	B <cm>	H <cm>	Cf sup <cm>	Cf inf <cm>	Cls	Fck <daN/cmq>	Fctk <daN/cmq>	Fcd <daN/cmq>	Fctd <daN/cmq>	Tp	Fyk <daN/cmq>	Fyd <daN/cmq>
2	R	30.00	40.00	5.50	5.50	C30/37	307.10	20.59	174.02	13.73	B450C	4500.00	3913.04

Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione

Xg <m>	CC	TCC	El	X <cm>	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	AfEP S <cmq>	AfEP I <cmq>	My <daNm>	MRdy <daNm>	Sic.
0.15	30	SLU	1	15.00	6.03	6.03	6.03	6.03	-917.42	-7591.97	8.275
2.85	25	SLU	1	285.00	6.03	6.03	6.03	6.03	-711.81	-7591.97	10.666

Relazione di calcolo

3.15	25	SLU	1	315.00	6.03	6.03	6.03	6.03	-711.81	-7591.97	10.666
3.65	29	SLU	2	25.00	6.03	6.03	6.03	6.03	-2047.73	-7591.97	3.708
7.78	25	SLU	2	438.21	6.03	6.03	6.03	6.03	-1084.09	-7591.97	7.003
8.10	25	SLU	2	470.00	6.03	6.03	6.03	6.03	-1084.09	-7591.97	7.003
8.60	29	SLU	3	25.00	6.03	6.03	6.03	6.03	-1821.61	-7591.97	4.168
12.05	30	SLU	3	370.00	6.03	6.03	6.03	6.03	687.87	7591.97	11.037

Stato limite elastico - Verifiche a flessione/pressoflessione

Xg <m>	CC	TCC	El	X <cm>	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	AfEP S <cmq>	AfEP I <cmq>	My <daNm>	M'ydy <daNm>	Sic.
0.15	13	SND	1	15.00	6.03	6.03	6.03	6.03	4259.77	7208.01	1.692
2.85	13	SND	1	285.00	6.03	6.03	6.03	6.03	-5125.76	-7208.01	1.406
3.15	13	SND	1	315.00	6.03	6.03	6.03	6.03	-5125.76	-7208.01	1.406
3.65	1	SND	2	25.00	6.03	6.03	6.03	6.03	-4534.34	-7208.01	1.590
7.78	13	SND	2	438.21	6.03	6.03	6.03	6.03	-4638.85	-7208.01	1.554
8.10	13	SND	2	470.00	6.03	6.03	6.03	6.03	-4638.85	-7208.01	1.554
8.60	1	SND	3	25.00	6.03	6.03	6.03	6.03	-4982.77	-7208.01	1.447
12.05	1	SND	3	370.00	6.03	6.03	6.03	6.03	4050.62	7208.01	1.779

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Xg <m>	CC	TCC	El	X <cm>	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	My <daNm>	σ <sub>f</sub> sup <daN/cmq>	σ <sub>f</sub> inf <daN/cmq>	σ <sub>c</sub> <daN/cmq>
0.15	34	SLE R	1	15.00	6.03	6.03	-621.11	337.22	-72.49	10.01
0.15	28	SLE Q	1	15.00	6.03	6.03	-115.85	62.90	-13.52	1.87
2.85	26	SLE R	1	285.00	6.03	6.03	-516.24	280.28	-60.25	8.32
2.85	28	SLE Q	1	285.00	6.03	6.03	-525.44	285.28	-61.33	8.47
3.15	26	SLE R	1	315.00	6.03	6.03	-516.24	280.28	-60.25	8.32
3.15	28	SLE Q	1	315.00	6.03	6.03	-525.44	285.28	-61.33	8.47
3.65	33	SLE R	2	25.00	6.03	6.03	-1424.36	773.33	-166.25	22.96
3.65	28	SLE Q	2	25.00	6.03	6.03	-741.36	402.50	-86.53	11.95
7.78	26	SLE R	2	438.21	6.03	6.03	-785.69	426.57	-91.70	12.67
7.78	28	SLE Q	2	438.21	6.03	6.03	-787.17	427.38	-91.88	12.69
8.10	26	SLE R	2	470.00	6.03	6.03	-785.69	426.57	-91.70	12.67
8.10	28	SLE Q	2	470.00	6.03	6.03	-787.17	427.38	-91.88	12.69
8.60	33	SLE R	3	25.00	6.03	6.03	-1265.08	686.85	-147.66	20.39
8.60	28	SLE Q	3	25.00	6.03	6.03	-636.87	345.77	-74.33	10.27
12.05	34	SLE R	3	370.00	6.03	6.03	464.20	-54.18	252.03	7.48
12.05	28	SLE Q	3	370.00	6.03	6.03	-179.98	97.72	-21.01	2.90

Stato limite d'esercizio - Verifiche a fessurazione

Caso	Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	Crit.	X <cm>	My <daNm>	c <mm>	s <mm>	K3	s <sub>m</sub> <mm>	φ	A <sub>s</sub> <cmq>	A <sub>s</sub> eff <cmq>	σ <sub>s</sub> <daN/cmq>	σ <sub>sz</sub> <daN/cmq>	ε <sub>sm</sub>	Wk <mm>
30	0.15	28	SLE Q	1	2	1	15.00	-115.85	47.00	95.00	0.15	188.24	16.00	6.03	486.13	62.90	1898.01	0.01	0.00
38	0.15	38	SLE F	1	2	1	15.00	-216.91	47.00	95.00	0.15	188.24	16.00	6.03	486.13	117.76	1898.01	0.02	0.01
71	2.85	28	SLE Q	1	2	1	285.00	-525.44	47.00	95.00	0.15	188.24	16.00	6.03	486.13	285.28	1898.01	0.06	0.02
73	2.85	27	SLE F	1	2	1	285.00	-523.60	47.00	95.00	0.15	188.24	16.00	6.03	486.13	284.28	1898.01	0.06	0.02
109	3.15	28	SLE Q	1	2	1	315.00	-525.44	47.00	95.00	0.15	188.24	16.00	6.03	486.13	285.28	1898.01	0.06	0.02
111	3.15	27	SLE F	1	2	1	315.00	-523.60	47.00	95.00	0.15	188.24	16.00	6.03	486.13	284.28	1898.01	0.06	0.02
141	3.65	28	SLE Q	2	2	1	25.00	-741.36	47.00	95.00	0.15	188.24	16.00	6.03	486.13	402.50	1898.01	0.08	0.03
144	3.65	37	SLE F	2	2	1	25.00	-877.96	47.00	95.00	0.15	188.24	16.00	6.03	486.13	476.67	1898.01	0.09	0.03
181	7.78	28	SLE Q	2	2	1	438.21	-787.17	47.00	95.00	0.15	188.24	16.00	6.03	486.13	427.38	1898.01	0.08	0.03
183	7.78	27	SLE F	2	2	1	438.21	-786.88	47.00	95.00	0.15	188.24	16.00	6.03	486.13	427.22	1898.01	0.08	0.03
217	8.10	28	SLE Q	2	2	1	470.00	-787.17	47.00	95.00	0.15	188.24	16.00	6.03	486.13	427.38	1898.01	0.08	0.03
219	8.10	27	SLE F	2	2	1	470.00	-786.88	47.00	95.00	0.15	188.24	16.00	6.03	486.13	427.22	1898.01	0.08	0.03
249	8.60	28	SLE Q	3	2	1	25.00	-636.87	47.00	95.00	0.15	188.24	16.00	6.03	486.13	345.77	1898.01	0.07	0.02
252	8.60	37	SLE F	3	2	1	25.00	-762.51	47.00	95.00	0.15	188.24	16.00	6.03	486.13	413.99	1898.01	0.08	0.03
283	12.05	28	SLE Q	3	2	1	370.00	-179.98	47.00	95.00	0.15	188.24	16.00	6.03	486.13	97.72	1898.01	0.02	0.01
287	12.05	27	SLE F	3	2	1	370.00	-181.22	47.00	95.00	0.15	188.24	16.00	6.03	486.13	98.39	1898.01	0.02	0.01

Staffe - Verifiche armatura

CC	X0 <m>	X1 <m>	Lung. <m>	Staff.	AfE St. <cmq/m>	bw <cm>	Vsdu <daN>	ctgθ	VRsd <daN>	VRcd <daN>	Vrdu <daN>	Sic. T	
1	SND	0.15	0.55	0.40	ø8/ 8 2 br.	12.57	0.30	3476.37	2.08	31692.10	31692.10	31692.10	9.12
13	SND	0.55	2.75	2.20	ø8/20 2 br.	5.03	0.30	3549.42	2.50	15268.10	27948.80	15268.10	4.30
13	SND	2.75	3.15	0.40	ø8/ 8 2 br.	12.57	0.30	3749.43	2.08	31692.10	31692.10	31692.10	8.45
1	SND	3.65	4.05	0.40	ø8/ 8 2 br.	12.57	0.30	2820.10	2.08	31692.10	31692.10	31692.10	11.24
13	SND	4.05	7.70	3.65	ø8/20 2 br.	5.03	0.30	2640.70	2.50	15268.10	27948.80	15268.10	5.78
13	SND	7.70	8.10	0.40	ø8/ 8 2 br.	12.57	0.30	2840.70	2.08	31692.10	31692.10	31692.10	11.16
1	SND	8.60	9.00	0.40	ø8/ 8 2 br.	12.57	0.30	3374.14	2.08	31692.10	31692.10	31692.10	9.39
1	SND	9.00	11.65	2.65	ø8/20 2 br.	5.03	0.30	3174.14	2.50	15268.10	27948.80	15268.10	4.81
13	SND	11.65	12.05	0.40	ø8/ 8 2 br.	12.57	0.30	3109.27	2.08	31692.10	31692.10	31692.10	10.19

Travata n. 105

Nodi: 101 105

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Sez.	Tipo	B	H	Cf sup	Cf inf	Cls	Fck	Fctk	Fcd	Fctd	Tp	Fyk	Fyd
------	------	---	---	--------	--------	-----	-----	------	-----	------	----	-----	-----

Relazione di calcolo

	<cm>	<cm>	<cm>	<cm>		<daN/cm>	<daN/cm>	<daN/cm>	<daN/cm>		<daN/cm>	<daN/cm>
1R	30.00	50.00	5.50	5.50	C30/37	307.10	20.59	174.02	13.73	B450C	4500.00	3913.04

Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione

Xg	CC	TCC	El	X	Afe S	Afe I	Afep S	Afep I	My	MRdy	Sic.
<m>				<cm>	<cmq>	<cmq>	<cmq>	<cmq>	<daNm>	<daNm>	
0.35	25	SLU	1	35.00	8.04	8.04	8.04	8.04	-5576.32	-13036.60	2.338
3.09	25	SLU	1	309.29	8.04	8.04	8.04	8.04	7507.03	13036.60	1.737
6.75	25	SLU	1	675.00	8.04	8.04	8.04	8.04	-5576.33	-13036.60	2.338

Stato limite elastico - Verifiche a flessione/pressoflessione

Xg	CC	TCC	El	X	Afe S	Afe I	Afep S	Afep I	My	M'ydy	Sic.
<m>				<cm>	<cmq>	<cmq>	<cmq>	<cmq>	<daNm>	<daNm>	
0.35	7	SND	1	35.00	8.04	8.04	8.04	8.04	-11246.40	-12497.20	1.111
3.09	19	SND	1	309.29	8.04	8.04	8.04	8.04	6589.04	12497.20	1.897
6.75	19	SND	1	675.00	8.04	8.04	8.04	8.04	-11246.40	-12497.20	1.111

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Xg	CC	TCC	El	X	Afe S	Afe I	My	σ <sub>f</sub> sup	σ <sub>f</sub> inf	σ <sub>c</sub>
<m>				<cm>	<cmq>	<cmq>	<daNm>	<daN/cm>	<daN/cm>	<daN/cm>
0.35	26	SLE R	1	35.00	8.04	8.04	-4004.73	1253.52	-326.71	36.64
0.35	28	SLE Q	1	35.00	8.04	8.04	-3641.68	1139.89	-297.09	33.32
3.09	26	SLE R	1	309.29	8.04	8.04	5391.66	-439.86	1687.65	49.33
3.09	28	SLE Q	1	309.29	8.04	8.04	4881.45	-398.24	1527.95	44.66
6.75	26	SLE R	1	675.00	8.04	8.04	-4004.74	1253.53	-326.71	36.64
6.75	28	SLE Q	1	675.00	8.04	8.04	-3641.69	1139.89	-297.09	33.32

Stato limite d'esercizio - Verifiche a fessurazione

Caso	Xg	CC	TCC	El	Sez.	Crit.	X	My	c	s	K3	s <sub>sm</sub>	φ	A <sub>s</sub>	A <sub>c</sub> eff	σ <sub>s</sub>	σ <sub>sz</sub>	ε <sub>sm</sub>	Wk
	<m>						<cm>	<daNm>	<mm>	<mm>		<mm>		<cmq>	<cmq>	<daN/cm>	<daN/cm>		<mm>
29	0.35	28	SLE Q	1	1	1	35.00	-3641.68	47.00	63.33	0.17	171.65	16.00	8.04	489.88	1139.89	1786.84	0.22	0.06
31	0.35	27	SLE F	1	1	1	35.00	-3714.29	47.00	63.33	0.17	171.65	16.00	8.04	489.88	1162.61	1786.84	0.23	0.07
61	3.09	28	SLE Q	1	1	1	309.29	4881.45	47.00	63.33	0.17	171.65	16.00	8.04	489.88	1527.95	1786.84	0.30	0.09
63	3.09	27	SLE F	1	1	1	309.29	4983.49	47.00	63.33	0.17	171.65	16.00	8.04	489.88	1559.89	1786.84	0.30	0.09
95	6.75	28	SLE Q	1	1	1	675.00	-3641.69	47.00	63.33	0.17	171.65	16.00	8.04	489.88	1139.89	1786.84	0.22	0.06
97	6.75	27	SLE F	1	1	1	675.00	-3714.30	47.00	63.33	0.17	171.65	16.00	8.04	489.88	1162.62	1786.84	0.23	0.07

Staffe - Verifiche armatura

CC	X0	X1	Lung.	Staff.	Afe St.	bw	Vsdu	ctgθ	VRsd	VRcd	Vrdu	Sic.T
	<m>	<m>	<m>		<cmq/m>	<m>	<daN>		<daN>	<daN>	<daN>	
25	SLU	0.35	0.85	0.50	ø8/10 2 br.	10.05	0.30	7750.56	2.37	37401.50	37401.50	4.83
19	SND	0.85	6.25	5.40	ø8/20 2 br.	5.03	0.30	6637.08	2.50	19693.70	36049.80	2.97
25	SLU	6.25	6.75	0.50	ø8/10 2 br.	10.05	0.30	7750.56	2.37	37401.50	37401.50	4.83

Travata n. 106

Nodi: 102 106

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Sez.	Tipo	B	H	Cf sup	Cf inf	Cls	Fck	Fctk	Fcd	Fctd	Tp	Fyk	Fyd
		<cm>	<cm>	<cm>	<cm>		<daN/cm>	<daN/cm>	<daN/cm>	<daN/cm>		<daN/cm>	<daN/cm>
1R		30.00	50.00	5.50	5.50	C30/37	307.10	20.59	174.02	13.73	B450C	4500.00	3913.04

Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione

Xg	CC	TCC	El	X	Afe S	Afe I	Afep S	Afep I	My	MRdy	Sic.
<m>				<cm>	<cmq>	<cmq>	<cmq>	<cmq>	<daNm>	<daNm>	
0.15	25	SLU	1	15.00	8.04	6.03	8.04	6.03	-10003.30	-13039.40	1.304
3.10	25	SLU	1	309.99	8.04	12.06	8.04	12.06	17618.60	19163.70	1.088
6.95	25	SLU	1	695.00	8.04	6.03	8.04	6.03	-10003.30	-13039.40	1.304

Stato limite elastico - Verifiche a flessione/pressoflessione

Xg	CC	TCC	El	X	Afe S	Afe I	Afep S	Afep I	My	M'ydy	Sic.
<m>				<cm>	<cmq>	<cmq>	<cmq>	<cmq>	<daNm>	<daNm>	
0.15	7	SND	1	15.00	8.04	6.03	8.04	6.03	-10646.00	-12475.70	1.172
3.10	19	SND	1	309.99	8.04	12.06	8.04	12.06	11428.90	18387.00	1.609
6.95	19	SND	1	695.00	8.04	6.03	8.04	6.03	-10646.00	-12475.70	1.172

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Xg	CC	TCC	El	X	Afe S	Afe I	My	σ <sub>f</sub> sup	σ <sub>f</sub> inf	σ <sub>c</sub>
<m>				<cm>	<cmq>	<cmq>	<daNm>	<daN/cm>	<daN/cm>	<daN/cm>

Relazione di calcolo

0.15	26	SLE R	1	15.00	8.04	6.03	-7188.36	2252.93	-623.43	68.60
0.15	28	SLE Q	1	15.00	8.04	6.03	-6302.65	1975.33	-546.62	60.15
3.10	26	SLE R	1	309.99	8.04	12.06	12660.10	-996.95	2683.36	101.06
3.10	28	SLE Q	1	309.99	8.04	12.06	11112.70	-875.09	2355.37	88.71
6.95	26	SLE R	1	695.00	8.04	6.03	-7188.36	2252.93	-623.43	68.60
6.95	28	SLE Q	1	695.00	8.04	6.03	-6302.65	1975.33	-546.62	60.15

Stato limite d'esercizio - Verifiche a fessurazione

Caso	Xg	CC	TCC	El	Sez.	Crit.	X	My	c	s	K3	s <sub>zm</sub>	Φ	A <sub>s</sub>	A <sub>c eff</sub>	σ <sub>s</sub>	σ <sub>sz</sub>	ε <sub>sm</sub>	Wk
	<m>						<cm>	<daNm>	<mm>	<mm>		<mm>		<cmq>	<cmq>	<daN/cmq>	<daN/cmq>		<mm>
31	0.15	28	SLE Q	1	1	1	15.00	-6302.65	47.00	63.33	0.17	171.19	16.00	8.04	489.88	1975.33	1761.71	0.58	0.17
33	0.15	27	SLE F	1	1	1	15.00	-6479.79	47.00	63.33	0.17	171.19	16.00	8.04	489.88	2030.85	1761.71	0.61	0.18
63	3.10	28	SLE Q	1	1	1	309.99	11112.70	47.00	38.00	0.16	144.50	16.00	12.06	491.69	2355.37	1310.52	0.97	0.24
65	3.10	27	SLE F	1	1	1	309.99	11422.20	47.00	38.00	0.16	144.50	16.00	12.06	491.69	2420.97	1310.52	1.00	0.25
99	6.95	28	SLE Q	1	1	1	695.00	-6302.65	47.00	63.33	0.17	171.19	16.00	8.04	489.88	1975.33	1761.71	0.58	0.17
101	6.95	27	SLE F	1	1	1	695.00	-6479.80	47.00	63.33	0.17	171.19	16.00	8.04	489.88	2030.85	1761.71	0.61	0.18

Staffe - Verifiche armatura

CC	X0	X1	Lung.	Staff.	AfE St.	bw	Vsdu	ctgθ	VRsd	VRcd	Vrdu	Sic.T
	<m>	<m>	<m>		<cmq/m>	<m>	<daN>		<daN>	<daN>	<daN>	
25 SLU	0.15	0.65	0.50	ø8/10 2 br.	10.05	0.30	15306.00	2.37	37401.50	37401.50	37401.50	2.44
25 SLU	0.65	6.45	5.80	ø8/20 2 br.	5.03	0.30	13055.10	2.50	19693.70	36049.80	19693.70	1.51
25 SLU	6.45	6.95	0.50	ø8/10 2 br.	10.05	0.30	15306.00	2.37	37401.50	37401.50	37401.50	2.44

Travata n. 107

Nodi: 103 107

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Sez.	Tipo	B	H	Cf sup	Cf inf	Cls	Fck	Fctk	Fcd	Fctd	Tp	Fyk	Fyd
		<cm>	<cm>	<cm>	<cm>		<daN/cmq>	<daN/cmq>	<daN/cmq>	<daN/cmq>		<daN/cmq>	<daN/cmq>
1R		30.00	50.00	5.50	5.50	C30/37	307.10	20.59	174.02	13.73	B450C	4500.00	3913.04

Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione

Xg	CC	TCC	El	X	AfE S	AfE I	AfEP S	AfEP I	My	MRdy	Sic.
<m>				<cm>	<cmq>	<cmq>	<cmq>	<cmq>	<daNm>	<daNm>	
0.15	25	SLU	1	15.00	8.04	6.03	8.04	6.03	-10464.50	-13039.40	1.246
3.12	25	SLU	1	311.90	8.04	14.07	8.04	14.07	18486.70	22193.40	1.201
6.95	25	SLU	1	695.00	8.04	6.03	8.04	6.03	-10464.50	-13039.40	1.246

Stato limite elastico - Verifiche a flessione/pressoflessione

Xg	CC	TCC	El	X	AfE S	AfE I	AfEP S	AfEP I	My	M'ydy	Sic.
<m>				<cm>	<cmq>	<cmq>	<cmq>	<cmq>	<daNm>	<daNm>	
0.15	19	SND	1	15.00	8.04	6.03	8.04	6.03	-10939.20	-12475.70	1.140
3.12	7	SND	1	311.90	8.04	14.07	8.04	14.07	11949.50	21262.90	1.779
6.95	7	SND	1	695.00	8.04	6.03	8.04	6.03	-10939.20	-12475.70	1.140

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Xg	CC	TCC	El	X	AfE S	AfE I	My	σ <sub>f sup</sub>	σ <sub>f inf</sub>	σ <sub>c</sub>
<m>				<cm>	<cmq>	<cmq>	<daNm>	<daN/cmq>	<daN/cmq>	<daN/cmq>
0.15	26	SLE R	1	15.00	8.04	6.03	-7516.62	2355.81	-651.90	71.74
0.15	28	SLE Q	1	15.00	8.04	6.03	-6585.19	2063.88	-571.12	62.85
3.12	26	SLE R	1	311.90	8.04	14.07	13279.00	-1028.03	2428.62	101.03
3.12	28	SLE Q	1	311.90	8.04	14.07	11645.90	-901.60	2129.95	88.61
6.95	26	SLE R	1	695.00	8.04	6.03	-7516.63	2355.81	-651.90	71.74
6.95	28	SLE Q	1	695.00	8.04	6.03	-6585.19	2063.89	-571.12	62.85

Stato limite d'esercizio - Verifiche a fessurazione

Caso	Xg	CC	TCC	El	Sez.	Crit.	X	My	c	s	K3	s <sub>zm</sub>	Φ	A <sub>s</sub>	A <sub>c eff</sub>	σ <sub>s</sub>	σ <sub>sz</sub>	ε <sub>sm</sub>	Wk
	<m>						<cm>	<daNm>	<mm>	<mm>		<mm>		<cmq>	<cmq>	<daN/cmq>	<daN/cmq>		<mm>
31	0.15	28	SLE Q	1	1	1	15.00	-6585.19	47.00	63.33	0.17	171.19	16.00	8.04	489.88	2063.88	1761.71	0.64	0.19
33	0.15	27	SLE F	1	1	1	15.00	-6771.47	47.00	63.33	0.17	171.19	16.00	8.04	489.88	2122.27	1761.71	0.68	0.20
63	3.12	28	SLE Q	1	1	1	311.90	11645.90	47.00	31.67	0.16	136.88	16.00	14.07	492.07	2129.95	1173.74	0.88	0.20
65	3.12	27	SLE F	1	1	1	311.90	11972.50	47.00	31.67	0.16	136.88	16.00	14.07	492.07	2189.68	1173.74	0.91	0.21
99	6.95	28	SLE Q	1	1	1	695.00	-6585.19	47.00	63.33	0.17	171.19	16.00	8.04	489.88	2063.89	1761.71	0.64	0.19
101	6.95	27	SLE F	1	1	1	695.00	-6771.48	47.00	63.33	0.17	171.19	16.00	8.04	489.88	2122.27	1761.71	0.68	0.20

Staffe - Verifiche armatura

CC	X0	X1	Lung.	Staff.	AfE St.	bw	Vsdu	ctgθ	VRsd	VRcd	Vrdu	Sic.T
	<m>	<m>	<m>		<cmq/m>	<m>	<daN>		<daN>	<daN>	<daN>	
25 SLU	0.15	0.65	0.50	ø8/10 2 br.	10.05	0.30	16041.50	2.37	37401.50	37401.50	37401.50	2.33
25 SLU	0.65	6.45	5.80	ø8/20 2 br.	5.03	0.30	13682.50	2.50	19693.70	36049.80	19693.70	1.44
25 SLU	6.45	6.95	0.50	ø8/10 2 br.	10.05	0.30	16041.50	2.37	37401.50	37401.50	37401.50	2.33

Travata n. 108

Nodi: 104 108

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Sez.	Tipo	B <cm>	H <cm>	Cf sup <cm>	Cf inf <cm>	Cls	Fck <daN/cmq>	Fctk <daN/cmq>	Fcd <daN/cmq>	Fctd <daN/cmq>	Tp	Fyk <daN/cmq>	Fyd <daN/cmq>
1R		30.00	50.00	5.50	5.50	C30/37	307.10	20.59	174.02	13.73	B450C	4500.00	3913.04

Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione

Xg <m>	CC	TCC	El	X <cm>	Afe S <cmq>	Afe I <cmq>	Afep S <cmq>	Afep I <cmq>	My <daNm>	MRdy <daNm>	Sic.
0.35	25	SLU	1	35.00	8.04	8.04	8.04	8.04	-6128.04	-13036.60	2.127
3.09	25	SLU	1	309.29	8.04	8.04	8.04	8.04	8118.56	13036.60	1.606
6.75	25	SLU	1	675.00	8.04	8.04	8.04	8.04	-6128.04	-13036.60	2.127

Stato limite elastico - Verifiche a flessione/pressoflessione

Xg <m>	CC	TCC	El	X <cm>	Afe S <cmq>	Afe I <cmq>	Afep S <cmq>	Afep I <cmq>	My <daNm>	M'ydy <daNm>	Sic.
0.35	19	SND	1	35.00	8.04	8.04	8.04	8.04	-11803.90	-12497.20	1.059
3.09	7	SND	1	309.29	8.04	8.04	8.04	8.04	6968.95	12497.20	1.793
6.75	7	SND	1	675.00	8.04	8.04	8.04	8.04	-11803.90	-12497.20	1.059

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Xg <m>	CC	TCC	El	X <cm>	Afe S <cmq>	Afe I <cmq>	My <daNm>	σ <sub>f</sub> sup <daN/cmq>	σ <sub>f</sub> inf <daN/cmq>	σ <sub>c</sub> <daN/cmq>
0.35	26	SLE R	1	35.00	8.04	8.04	-4398.00	1376.62	-358.80	40.24
0.35	28	SLE Q	1	35.00	8.04	8.04	-3980.52	1245.95	-324.74	36.42
3.09	26	SLE R	1	309.29	8.04	8.04	5827.10	-475.38	1823.95	53.31
3.09	28	SLE Q	1	309.29	8.04	8.04	5256.37	-428.82	1645.30	48.09
6.75	26	SLE R	1	675.00	8.04	8.04	-4397.99	1376.62	-358.80	40.24
6.75	28	SLE Q	1	675.00	8.04	8.04	-3980.52	1245.95	-324.74	36.42

Stato limite d'esercizio - Verifiche a fessurazione

Caso	Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	Crit.	X <cm>	My <daNm>	c <mm>	s <mm>	K3	s <sub>sm</sub> <mm>	Φ	A <sub>s</sub> <cmq>	A <sub>s</sub> eff <cmq>	σ <sub>s</sub> <daN/cmq>	σ <sub>sr</sub> <daN/cmq>	ε <sub>sm</sub>	Wk <mm>
29	0.35	28	SLE Q	1	1	1	35.00	-3980.52	47.00	63.33	0.17	171.65	16.00	8.04	489.88	1245.95	1786.84	0.24	0.07
31	0.35	27	SLE F	1	1	1	35.00	-4064.02	47.00	63.33	0.17	171.65	16.00	8.04	489.88	1272.08	1786.84	0.25	0.07
61	3.09	28	SLE Q	1	1	1	309.29	5256.37	47.00	63.33	0.17	171.65	16.00	8.04	489.88	1645.30	1786.84	0.33	0.10
63	3.09	27	SLE F	1	1	1	309.29	5370.52	47.00	63.33	0.17	171.65	16.00	8.04	489.88	1681.03	1786.84	0.36	0.10
95	6.75	28	SLE Q	1	1	1	675.00	-3980.52	47.00	63.33	0.17	171.65	16.00	8.04	489.88	1245.95	1786.84	0.24	0.07
97	6.75	27	SLE F	1	1	1	675.00	-4064.02	47.00	63.33	0.17	171.65	16.00	8.04	489.88	1272.08	1786.84	0.25	0.07

Staffe - Verifiche armatura

CC	X0 <m>	X1 <m>	Lung. <m>	Staff.	Afe St. <cmq/m>	bw <cm>	Vsdu <daN>	ctgθ	VRsd <daN>	VRcd <daN>	Vrdu <daN>	Sic. T
25 SLU	0.35	0.85	0.50	ø8/10 2 br.	10.05	0.30	8442.84	2.37	37401.50	37401.50	37401.50	4.43
25 SLU	0.85	6.25	5.40	ø8/20 2 br.	5.03	0.30	7123.63	2.50	19693.70	36049.80	19693.70	2.76
25 SLU	6.25	6.75	0.50	ø8/10 2 br.	10.05	0.30	8442.84	2.37	37401.50	37401.50	37401.50	4.43

Verifiche e armature pilastri

Simbologia

- Xg = Coordinata progressiva (dal primo nodo) in cui viene effettuato il progetto/verifica
- CC = Combinazione delle condizioni di carico elementari
  - e = eccentricità aggiuntiva in caso di compressione o pressoflessione
  - α = amplificazione per gerarchia delle resistenze
  - TG = taglio da gerarchia delle resistenze
- TCC = Tipo di combinazione di carico
  - SLU = Stato limite ultimo
  - SLU S = Stato limite ultimo (azione sismica)
  - SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara
  - SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente
  - SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente
  - SLD = Stato limite di danno
  - SLV = Stato limite di salvaguardia della vita
  - SLC = Stato limite di prevenzione del collasso
  - SLO = Stato limite di operatività
  - SLU I = Stato limite di resistenza al fuoco
  - SND = Stato limite di salvaguardia della vita (non dissipativo)
- El = Elemento (asta) in cui viene effettuato il progetto/verifica (progressivo sul numero di aste)
- Sez. = Numero della sezione
- X = Coordinata progressiva rispetto al nodo iniziale
- N = Sforzo normale
- Mz = Momento flettente intorno all'asse Z
- My = Momento flettente intorno all'asse Y
- My ver. = Momento flettente di verifica intorno all'asse Y

## Relazione di calcolo

c = Ricoprimento dell'armatura  
 s = Distanza minima tra le barre  
 K3 = Coefficiente di forma del diagramma delle tensioni prima della fessurazione  
 $s_{zm}$  = Distanza media tra le fessure  
 $\Phi$  = Diametro della barra  
 $A_s$  = Area complessiva dei ferri nell'area di calcestruzzo efficace  
 $A_{c\ eff}$  = Area di calcestruzzo efficace  
 $\sigma_s$  = Tensione nell'acciaio nella sezione fessurata  
 $\sigma_{sr}$  = Tensione nell'acciaio corrispondente al raggiungimento della resistenza a trazione nel calcestruzzo  
 $\epsilon_{sm}$  = Deformazione unitaria media dell'armatura (\*1000)  
 Wk = Apertura delle fessure  
 M = Momento flettente  
 MRd = Momento resistente allo stato limite ultimo  
 $\mu\Phi$  = Valore di progetto della duttilità di curvatura  
 Mz ver. = Momento flettente di verifica intorno all'asse Z  
 Nu = Sforzo normale ultimo  
 M'ydy = Momento resistente massimo in campo sostanzialmente elastico intorno all'asse Y  
 M'ydz = Momento resistente massimo in campo sostanzialmente elastico intorno all'asse Z  
 MRdy = Momento resistente allo stato limite ultimo intorno all'asse Y  
 MRdz = Momento resistente allo stato limite ultimo intorno all'asse Z  
 $\alpha$  = Angolo asse neutro a rottura  
 $\epsilon_r$  = Deformazione nell'acciaio (\*1000)  
 Sic. = Sicurezza a rottura  
 AfT = Area di ferro tesa  
 AfC = Area di ferro compressa  
 $\sigma_c$  = Tensione nel calcestruzzo  
 $\sigma_f$  = Tensione nel ferro  
 X0 = Coordinata progressiva (dal nodo iniziale) dell'inizio del tratto  
 X1 = Coordinata progressiva (dal nodo iniziale) della fine del tratto  
 Staff. = Staffatura adottata  
 $Br_y$  = Numero bracci in dir. Y locale  
 $Br_z$  = Numero bracci in dir. Z locale  
 $bw_{,y}$  = Larghezza membratura resistente al taglio in dir. Y  
 $Vsdu_{,y}$  = Taglio agente in dir. Y  
 $ctg\theta_{,y}$  = Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo in dir. Y  
 $VRsd_{,y}$  = Taglio ultimo lato armatura in dir. Y  
 $VRcd_{,y}$  = Taglio ultimo lato calcestruzzo in dir. Y  
 $bw_{,z}$  = Larghezza membratura resistente al taglio in dir. Z  
 $Vsdu_{,z}$  = Taglio agente in dir. Z  
 $ctg\theta_{,z}$  = Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo in dir. Z  
 $VRsd_{,z}$  = Taglio ultimo lato armatura in dir. Z  
 $VRcd_{,z}$  = Taglio ultimo lato calcestruzzo in dir. Z  
 Sic.T = Sicurezza a rottura per taglio  
 Nodo = Numero del nodo  
 Conf. = Nodo confinato  
     S = Si  
     N = No  
 F. = Identificativo faccia del nodo  
     Y+ = Faccia sul lato positivo Y locale pilastro  
     Z+ = Faccia sul lato positivo Z locale pilastro  
     Y- = Faccia sul lato negativo Y locale pilastro  
     Z- = Faccia sul lato negativo Z locale pilastro  
 Mod. = Modalità di verifica faccia  
     I = Interna  
     E = Esterna  
 Br. = Numero bracci  
 As1 = Area di ferro superiore delle travi incidenti sulla faccia  
 As2 = Area di ferro inferiore delle travi incidenti sulla faccia  
 Bj = Larghezza effettiva utile del nodo  
 Hjc = Distanza tra armature pilastro  
 Hjw = Distanza tra armature trave  
 Ash = Area totale della sezione della staffa  
 Tipo = Tipologia  
     2C = Doppia C lato labbri  
     2Cdx = Doppia C lato costola  
     2I = Doppia I  
     2L = Doppia L lato labbri  
     2Ldx = Doppia L lato costole  
     C = Sezione a C  
     Cdx = C destra  
     Cir. = Circolare  
     Cir.c = Circolare cava  
     I = Sezione a I  
     L = Sezione a L  
     Ldx = L destra  
     Om. = Omega  
     Pg = Pi greco  
     Pr = Poligono regolare  
     Prc = Poligono regolare cavo  
     Pc = Per coordinate  
     Ia = Inerzie assegnate  
     R = Rettangolare  
     Rc = Rettangolare cava  
     T = Sezione a T  
     U = Sezione a U  
     Ur = U rovescia  
     V = Sezione a V  
     Vr = V rovescia  
     Z = Sezione a Z  
     Zdx = Z destra  
     Ts = T stondata  
     Ls = L stondata

Relazione di calcolo

- Cs = C stondata
- Is = I stondata
- Dis. = Disegnata
- B = Base
- H = Altezza
- Cf = Copriferro
- Cls = Tipo di calcestruzzo
- Fck = Resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo
- Fctk = Resistenza caratteristica a trazione del calcestruzzo
- Fcd = Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo
- Fctd = Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo
- Tp = Tipo di acciaio
- Fyk = Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio
- Fyd = Resistenza di calcolo dell'acciaio

**Pilastrata n. 1**

Nodi: 1 101

**Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati**

Sez.	Tipo	B	H	Cf	Cls	Fck	Fctk	Fcd	Fctd	Tp	Fyk	Fyd
		<cm>	<cm>	<cm>		<daN/cmq>	<daN/cmq>	<daN/cmq>	<daN/cmq>		<daN/cmq>	<daN/cmq>
3R		30.00	50.00	5.80	C30/37	307.10	20.59	174.02	13.73	B450C	4500.00	3913.04

**Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione**

Xg	CC	TCC	El	Sez.	X	N	My	My ver.	Mz	Mz ver.	Nu	MRdy	MRdz	α	ε <sub>r</sub>	Sic.
<m>					<cm>	<daN>	<daNm>	<daNm>	<daNm>	<daNm>	<daN>	<daNm>	<daNm>	<grad>		
0.00	29	SLU	1	3	0.00	-12219.70	4763.54		2405.16		-12219.70	18855.30	9661.42	56.25	3.92	3.970
0.00	29	SLU	1	3	0.00	-12219.70	4763.54		2405.16		-12219.70	18855.30	9661.42	56.25	3.92	3.970
3.85	29	SLU	1	3	385.00	-10342.80	-8226.46		-1107.82		-10342.80	-25980.00	-3480.24	202.50	5.12	3.158

**Stato limite elastico - Verifiche a flessione/pressoflessione**

Xg	CC	TCC	El	Sez.	X	N	My	My ver.	Mz	Mz ver.	Nu	M'ydy	M'ydz	α	ε <sub>r</sub>	Sic.
<m>					<cm>	<daN>	<daNm>	<daNm>	<daNm>	<daNm>	<daN>	<daNm>	<daNm>	<grad>		
0.00	7	SND	1	3	0.00	-4978.64	14289.20		-1433.37		-4978.64	19729.10	-1950.34	343.13	5.75	1.381
0.00	7	SND	1	3	0.00	-4978.64	14289.20		-1433.37		-4978.64	19729.10	-1950.34	343.13	5.75	1.381
3.85	7	SND	1	3	385.00	-3534.89	-11751.50		1027.27		-3534.89	-19603.10	1944.85	163.13	5.82	1.670

**Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali**

Xg	CC	TCC	El	Sez.	X	N	Mz	My	AfT	AfC	σ <sub>c</sub>	σ <sub>s</sub>
<m>					<cm>	<daN>	<daNm>	<daNm>	<cmq>	<cmq>	<daN/cmq>	<daN/cmq>
0.00	33	SLE R	1	3	0.00	-8862.26	1611.81	3421.43	21.99	15.71	57.04	733.58
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-7921.62	103.13	3087.13	21.99	15.71	29.20	400.61
0.00	33	SLE R	1	3	0.00	-8862.26	1611.81	3421.43	21.99	15.71	57.04	733.58
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-7921.62	103.13	3087.13	21.99	15.71	29.20	400.61
3.85	33	SLE R	1	3	385.00	-7418.51	-752.93	-5908.68	21.99	15.71	64.50	1077.36
3.85	28	SLE Q	1	3	385.00	-6477.87	-177.10	-5331.36	21.99	15.71	49.29	890.43

**Stato limite d'esercizio - Verifiche a fessurazione**

Xg	CC	TCC	El	Sez.	X	N	My	Mz	c	s	K3	s <sub>m</sub>	φ	A <sub>s</sub>	A <sub>c eff</sub>	σ <sub>c</sub>	σ <sub>ss</sub>	ε <sub>m</sub>	Wk
<m>					<cm>	<daN>	<daNm>	<daNm>	<mm>	<mm>		<mm>		<cmq>	<cmq>	<daN/cmq>	<daN/cmq>		<mm>
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-7921.62	3087.13	103.13	49.00	91.00	0.13	170.41	20.00	18.85	1021.74	400.61	941.84	0.08	0.02
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-7921.62	3087.13	103.13	49.00	91.00	0.13	170.41	20.00	18.85	1021.74	400.61	941.84	0.08	0.02
3.85	28	SLE Q	1	3	385.00	-6477.87	-5331.36	-177.10	49.00	91.00	0.13	168.11	20.00	21.99	1141.59	890.43	1068.88	0.17	0.05

**Staffe - Verifiche armatura**

X0	X1	Staff.	Br <sub>y</sub>	Br <sub>z</sub>	CC	TCC	bw <sub>f,y</sub>	Vsdu <sub>f,y</sub>	ctgθ <sub>f,y</sub>	VRsd <sub>f,y</sub>	VRcd <sub>f,y</sub>	bw <sub>f,z</sub>	Vsdu <sub>f,z</sub>	ctgθ <sub>f,z</sub>	VRsd <sub>f,z</sub>	VRcd <sub>f,z</sub>	Sic. T
<m>	<m>						<cm>	<daN>		<daN>	<daN>	<cm>	<daN>		<daN>	<daN>	
0.00	0.64	ø8/10	2	2	25	SLU	0.50	103.92	2.50	21331.10	33994.90	0.30	3374.03	2.44	38028.90	38028.90	11.27
0.00	0.64	ø8/10	2	2	29	SLU	0.50	1923.09	2.50	21331.10	34062.60	0.30	3374.03	2.44	38073.10	38073.10	11.09
0.00	0.64	ø8/10	2	2	10	SND	0.50	498.03	2.50	21331.10	33703.60	0.30	6763.83	2.42	37838.00	37838.00	5.59
0.00	0.64	ø8/10	2	2	13	SND	0.50	2099.57	2.50	21331.10	33938.10	0.30	3018.26	2.43	37991.80	37991.80	10.16
0.64	3.21	ø8/18	2	2	25	SLU	0.50	103.92	2.50	11850.60	33955.90	0.30	3374.03	2.50	21685.20	37281.00	6.43
0.64	3.21	ø8/18	2	2	29	SLU	0.50	1586.21	2.50	11850.60	34023.60	0.30	3374.03	2.50	21685.20	37355.40	6.43
0.64	3.21	ø8/18	2	2	10	SND	0.50	498.03	2.50	11850.60	33673.60	0.30	6763.83	2.50	21685.20	36971.10	3.21
0.64	3.21	ø8/18	2	2	7	SND	0.50	639.12	2.50	11850.60	33874.80	0.30	6763.83	2.50	21685.20	37192.00	3.21
0.64	3.21	ø8/18	2	2	13	SND	0.50	2099.57	2.50	11850.60	33908.10	0.30	3018.26	2.50	21685.20	37228.60	5.64
3.21	3.85	ø8/10	2	2	25	SLU	0.50	103.92	2.50	21331.10	33799.90	0.30	3374.03	2.43	37901.30	37901.30	11.23
3.21	3.85	ø8/10	2	2	30	SLU	0.50	371.23	2.50	21331.10	33871.50	0.30	3374.03	2.43	37948.20	37948.20	11.25
3.21	3.85	ø8/10	2	2	10	SND	0.50	498.03	2.50	21331.10	33553.60	0.30	6763.83	2.42	37739.40	37739.40	5.58
3.21	3.85	ø8/10	2	2	16	SND	0.50	2089.46	2.50	21331.10	33625.00	0.30	521.87	2.42	37786.40	37786.40	10.21
3.21	3.85	ø8/10	2	2	13	SND	0.50	2099.57	2.50	21331.10	33788.10	0.30	3018.26	2.43	37893.50	37893.50	10.16

**Pilastrata n. 2**

Nodi: 2 102

**Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati**

Sez.	Tipo	B	H	Cf	Cls	Fck	Fctk	Fcd	Fctd	Tp	Fyk	Fyd
		<cm>	<cm>	<cm>		<daN/cmq>	<daN/cmq>	<daN/cmq>	<daN/cmq>		<daN/cmq>	<daN/cmq>

Relazione di calcolo

3R	30.00	50.00	5.80	C30/37	307.10	20.59	174.02	13.73	B450C	4500.00	3913.04
----	-------	-------	------	--------	--------	-------	--------	-------	-------	---------	---------

Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	My <daNm>	My ver. <daNm>	Mz <daNm>	Mz ver. <daNm>	Nu <daN>	MRdy <daNm>	MRdz <daNm>	α <grad>	ε <sub>y</sub>	Sic.
0.00	30	SLU	1	3	0.00	-21001.70	4406.08		-5345.06		-21001.70	11686.10	-14084.10	286.88	3.76	2.642
0.00	30	SLU	1	3	0.00	-21001.70	4406.08		-5345.06		-21001.70	11686.10	-14084.10	286.88	3.76	2.642
3.85	29	SLU	1	3	385.00	-19228.50	-2324.51		9076.73		-19228.50	-4084.04	15947.20	94.92	4.78	1.757

Stato limite elastico - Verifiche a flessione/pressoflessione

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	My <daNm>	My ver. <daNm>	Mz <daNm>	Mz ver. <daNm>	Nu <daN>	M'ydy <daNm>	M'yzd <daNm>	α <grad>	ε <sub>y</sub>	Sic.
0.00	1	SND	1	3	0.00	-12621.90	-10572.50		-4857.49		-12621.90	-17192.20	-7886.50	233.44	3.94	1.626
0.00	1	SND	1	3	0.00	-12621.90	-10572.50		-4857.49		-12621.90	-17192.20	-7886.50	233.44	3.94	1.626
3.85	7	SND	1	3	385.00	-11077.60	-1863.37		9000.61		-11077.60	-2687.56	12563.50	94.22	5.24	1.398

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	Mz <daNm>	My <daNm>	AfT <cmq>	AfC <cmq>	σ <sub>c</sub> <daN/cmq>	σ <sub>f</sub> <daN/cmq>
0.00	34	SLE R	1	3	0.00	-15227.10	-3840.69	2947.65	18.85	18.85	87.73	1093.46
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-13945.80	-3373.02	126.65	21.99	15.71	53.58	642.85
0.00	34	SLE R	1	3	0.00	-15227.10	-3840.69	2947.65	18.85	18.85	87.73	1093.46
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-13945.80	-3373.02	126.65	21.99	15.71	53.58	642.85
3.85	33	SLE R	1	3	385.00	-13852.60	6522.07	-1567.85	21.99	15.71	115.19	1746.71
3.85	28	SLE Q	1	3	385.00	-12502.00	5727.91	-224.26	21.99	15.71	89.49	1385.12

Stato limite d'esercizio - Verifiche a fessurazione

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	My <daNm>	Mz <daNm>	c <mm>	s <mm>	K3	s <sub>mm</sub> <mm>	φ	A <sub>c</sub> <cmq>	A <sub>c,off</sub> <cmq>	σ <sub>s</sub> <daN/cmq>	σ <sub>sr</sub> <daN/cmq>	ε <sub>sm</sub>	Wk <mm>
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-13945.80	126.65	-3373.02	49.00	91.00	0.13	173.45	20.00	21.99	1259.05	642.85	829.18	0.12	0.04
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-13945.80	126.65	-3373.02	49.00	91.00	0.13	173.45	20.00	21.99	1259.05	642.85	829.18	0.12	0.04
3.85	28	SLE Q	1	3	385.00	-12502.00	-224.26	5727.91	49.00	91.00	0.13	173.47	20.00	21.99	1259.44	1385.12	941.37	0.52	0.15

Staffe - Verifiche armatura

X0 <m>	X1 <m>	Staff.	Br <sub>y</sub>	Br <sub>z</sub>	CC	TCC	b <sub>w,y</sub> <cm>	Vsdu <sub>y</sub> <daN>	ctgθ <sub>y</sub>	VRsd <sub>y</sub> <daN>	VRcd <sub>y</sub> <daN>	b <sub>w,z</sub> <cm>	Vsdu <sub>z</sub> <daN>	ctgθ <sub>z</sub>	VRsd <sub>z</sub> <daN>	VRcd <sub>z</sub> <daN>	Sic. T
0.00	0.64	ø8/7	2	2	30	SLU	0.50	3745.92	2.50	30473.10	35157.30	0.30	2884.78	2.00	44713.50	44713.50	8.13
0.00	0.64	ø8/7	2	2	25	SLU	0.50	3745.92	2.50	30473.10	35180.00	0.30	129.96	2.01	44731.60	44731.60	8.13
0.00	0.64	ø8/7	2	2	13	SND	0.50	2864.73	2.50	30473.10	34442.80	0.30	4752.36	1.98	44142.50	44142.50	9.29
0.00	0.64	ø8/7	2	2	10	SND	0.50	4387.85	2.50	30473.10	34404.70	0.30	1068.56	1.98	44111.80	44111.80	6.94
0.00	0.64	ø8/7	2	2	7	SND	0.50	4387.85	2.50	30473.10	34485.30	0.30	1547.09	1.98	44176.60	44176.60	6.94
0.64	3.21	ø8/18	2	2	30	SLU	0.50	3745.92	2.50	11850.60	35118.30	0.30	2499.78	2.50	21685.20	38557.30	3.16
0.64	3.21	ø8/18	2	2	25	SLU	0.50	3745.92	2.50	11850.60	35141.00	0.30	129.96	2.50	21685.20	38582.20	3.16
0.64	3.21	ø8/18	2	2	13	SND	0.50	2864.73	2.50	11850.60	34412.80	0.30	4752.36	2.50	21685.20	37782.70	4.14
0.64	3.21	ø8/18	2	2	10	SND	0.50	4387.85	2.50	11850.60	34374.70	0.30	1068.56	2.50	21685.20	37740.90	2.70
0.64	3.21	ø8/18	2	2	7	SND	0.50	4387.85	2.50	11850.60	34455.30	0.30	1547.09	2.50	21685.20	37829.40	2.70
3.21	3.85	ø8/10	2	2	29	SLU	0.50	3745.92	2.50	21331.10	34975.30	0.30	1126.35	2.48	38664.40	38664.40	5.69
3.21	3.85	ø8/10	2	2	30	SLU	0.50	3745.92	2.50	21331.10	34962.40	0.30	959.78	2.48	38656.10	38656.10	5.69
3.21	3.85	ø8/10	2	2	25	SLU	0.50	3745.92	2.50	21331.10	34985.10	0.30	129.96	2.48	38670.70	38670.70	5.69
3.21	3.85	ø8/10	2	2	13	SND	0.50	2864.73	2.50	21331.10	34292.80	0.30	4752.36	2.45	38223.20	38223.20	7.45
3.21	3.85	ø8/10	2	2	10	SND	0.50	4387.85	2.50	21331.10	34254.70	0.30	1068.56	2.45	38198.40	38198.40	4.86
3.21	3.85	ø8/10	2	2	7	SND	0.50	4387.85	2.50	21331.10	34335.30	0.30	1547.09	2.45	38250.80	38250.80	4.86

Pilastrata n. 3

Nodi: 3 103

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Sez.	Tipo	B <cm>	H <cm>	Cf <cm>	Cls	Fck <daN/cmq>	Fctk <daN/cmq>	Fcd <daN/cmq>	Fctd <daN/cmq>	Tp	Fyk <daN/cmq>	Fyd <daN/cmq>
3R		30.00	50.00	5.80	C30/37	307.10	20.59	174.02	13.73	B450C	4500.00	3913.04

Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	My <daNm>	My ver. <daNm>	Mz <daNm>	Mz ver. <daNm>	Nu <daN>	MRdy <daNm>	MRdz <daNm>	α <grad>	ε <sub>y</sub>	Sic.
0.00	30	SLU	1	3	0.00	-22215.00	4060.91		-5616.40		-22215.00	10867.20	-14501.90	285.47	3.77	2.615
0.00	30	SLU	1	3	0.00	-22215.00	4060.91		-5616.40		-22215.00	10867.20	-14501.90	285.47	3.77	2.615
3.85	29	SLU	1	3	385.00	-20237.90	-1722.44		9537.50		-20237.90	-3011.11	16204.50	93.52	4.93	1.701

Stato limite elastico - Verifiche a flessione/pressoflessione

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	My <daNm>	My ver. <daNm>	Mz <daNm>	Mz ver. <daNm>	Nu <daN>	M'ydy <daNm>	M'yzd <daNm>	α <grad>	ε <sub>y</sub>	Sic.
0.00	22	SND	1	3	0.00	-13574.70	-2295.82		-8090.11		-13574.70	-3739.16	-12875.40	264.38	4.94	1.594
0.00	22	SND	1	3	0.00	-13574.70	-2295.82		-8090.11		-13574.70	-3739.16	-12875.40	264.38	4.94	1.594
3.85	19	SND	1	3	385.00	-11758.10	1742.63		9309.87		-11758.10	2259.46	12648.60	86.48	5.32	1.357

**Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali**

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	Mz <daNm>	My <daNm>	AfT <cmq>	AfC <cmq>	$\sigma_c$ <daN/cmq>	$\sigma_f$ <daN/cmq>
0.00	34	SLE R	1	3	0.00	-16081.60	-4034.25	2699.87	18.85	18.85	88.38	1093.38
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-14546.00	-3539.89	-90.59	21.99	15.71	55.81	672.22
0.00	34	SLE R	1	3	0.00	-16081.60	-4034.25	2699.87	18.85	18.85	88.38	1093.38
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-14546.00	-3539.89	-90.59	21.99	15.71	55.81	672.22
3.85	33	SLE R	1	3	385.00	-14571.00	6850.78	-1135.97	21.99	15.71	115.82	1771.37
3.85	28	SLE Q	1	3	385.00	-13102.30	6011.27	150.91	21.99	15.71	93.05	1444.13

**Stato limite d'esercizio - Verifiche a fessurazione**

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	My <daNm>	Mz <daNm>	c <mm>	s <mm>	K3	s <sub>m</sub> <mm>	$\Phi$	A <sub>s</sub> <cmq>	A <sub>s,eff</sub> <cmq>	$\sigma_s$ <daN/cmq>	$\sigma_{sz}$ <daN/cmq>	e <sub>sm</sub>	Wk <mm>
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-14546.00	-90.59	-3539.89	49.00	91.00	0.13	173.45	20.00	21.99	1259.05	672.22	832.01	0.13	0.04
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-14546.00	-90.59	-3539.89	49.00	91.00	0.13	173.45	20.00	21.99	1259.05	672.22	832.01	0.13	0.04
3.85	28	SLE Q	1	3	385.00	-13102.30	150.91	6011.27	49.00	91.00	0.13	173.47	20.00	21.99	1259.44	1444.13	943.50	0.55	0.16

**Staffe - Verifiche armatura**

X0 <m>	X1 <m>	Staff.	Br <sub>y</sub>	Br <sub>z</sub>	CC	TCC	bw <sub>y</sub> <m>	Vsdu <sub>y</sub> <daN>	ctg $\theta$ <sub>y</sub>	VRsd <sub>y</sub> <daN>	VRcd <sub>y</sub> <daN>	bw <sub>z</sub> <m>	Vsdu <sub>z</sub> <daN>	ctg $\theta$ <sub>z</sub>	VRsd <sub>z</sub> <daN>	VRcd <sub>z</sub> <daN>	Sic.T
0.00	0.64	ø8/ 7	2	2	30	SLU	0.50	3936.08	2.50	30473.10	35308.60	0.30	2640.29	2.01	44833.50	44833.50	7.74
0.00	0.64	ø8/ 7	2	2	29	SLU	0.50	3936.08	2.50	30473.10	35296.10	0.30	2323.16	2.01	44823.60	44823.60	7.74
0.00	0.64	ø8/ 7	2	2	25	SLU	0.50	3936.08	2.50	30473.10	35298.10	0.30	90.76	2.01	44825.20	44825.20	7.74
0.00	0.64	ø8/ 7	2	2	1	SND	0.50	2998.29	2.50	30473.10	34466.00	0.30	4616.66	1.98	44161.10	44161.10	9.57
0.00	0.64	ø8/ 7	2	2	22	SND	0.50	4519.48	2.50	30473.10	34494.80	0.30	1010.69	1.98	44184.30	44184.30	6.74
0.00	0.64	ø8/ 7	2	2	19	SND	0.50	4519.48	2.50	30473.10	34541.30	0.30	1543.48	1.98	44221.60	44221.60	6.74
0.64	3.21	ø8/18	2	2	30	SLU	0.50	3936.08	2.50	11850.60	35269.60	0.30	2255.29	2.50	21685.20	38723.40	3.01
0.64	3.21	ø8/18	2	2	29	SLU	0.50	3936.08	2.50	11850.60	35257.10	0.30	2034.41	2.50	21685.20	38709.70	3.01
0.64	3.21	ø8/18	2	2	25	SLU	0.50	3936.08	2.50	11850.60	35259.10	0.30	90.76	2.50	21685.20	38711.90	3.01
0.64	3.21	ø8/18	2	2	1	SND	0.50	2998.29	2.50	11850.60	34436.00	0.30	4616.66	2.50	21685.20	37808.10	3.95
0.64	3.21	ø8/18	2	2	22	SND	0.50	4519.48	2.50	11850.60	34464.80	0.30	1010.70	2.50	21685.20	37839.80	2.62
0.64	3.21	ø8/18	2	2	19	SND	0.50	4519.48	2.50	11850.60	34511.30	0.30	1543.48	2.50	21685.20	37890.80	2.62
3.21	3.85	ø8/10	2	2	29	SLU	0.50	3936.08	2.50	21331.10	35101.10	0.30	879.41	2.48	38745.20	38745.20	5.42
3.21	3.85	ø8/10	2	2	25	SLU	0.50	3936.08	2.50	21331.10	35103.20	0.30	90.76	2.48	38746.50	38746.50	5.42
3.21	3.85	ø8/10	2	2	1	SND	0.50	2998.29	2.50	21331.10	34316.00	0.30	4616.66	2.45	38238.20	38238.20	7.11
3.21	3.85	ø8/10	2	2	22	SND	0.50	4519.48	2.50	21331.10	34344.90	0.30	1010.70	2.45	38257.00	38257.00	4.72
3.21	3.85	ø8/10	2	2	19	SND	0.50	4519.48	2.50	21331.10	34391.30	0.30	1543.48	2.45	38287.20	38287.20	4.72

**Pilastrata n. 4**

Nodi: 4 104

**Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati**

Sez.	Tipo	B <cm>	H <cm>	Cf <cm>	Cls	Fck <daN/cmq>	Fctk <daN/cmq>	Fcd <daN/cmq>	Fctd <daN/cmq>	TP	Fyk <daN/cmq>	Fyd <daN/cmq>
3R		30.00	50.00	5.80	C30/37	307.10	20.59	174.02	13.73	B450C	4500.00	3913.04

**Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione**

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	My <daNm>	My ver. <daNm>	Mz <daNm>	Mz ver. <daNm>	Nu <daN>	MRdy <daNm>	MRdz <daNm>	$\alpha$ <grad>	$\epsilon_y$	Sic.
0.00	29	SLU	1	3	0.00	-12155.70	5087.15		2038.53		-12155.70	20718.70	8503.72	50.63	3.99	4.087
0.00	29	SLU	1	3	0.00	-12155.70	5087.15		2038.53		-12155.70	20718.70	8503.72	50.63	3.99	4.087
3.85	30	SLU	1	3	385.00	-10251.50	-8785.31		-478.14		-10251.50	-27173.00	-1683.24	191.25	5.91	3.094

**Stato limite elastico - Verifiche a flessione/pressoflessione**

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	My <daNm>	My ver. <daNm>	Mz <daNm>	Mz ver. <daNm>	Nu <daN>	M'ydy <daNm>	M'ydz <daNm>	$\alpha$ <grad>	$\epsilon_s$	Sic.
0.00	19	SND	1	3	0.00	-5715.60	14787.10		1364.10		-5715.60	19888.10	1962.50	16.88	5.71	1.346
0.00	19	SND	1	3	0.00	-5715.60	14787.10		1364.10		-5715.60	19888.10	1962.50	16.88	5.71	1.346
3.85	19	SND	1	3	385.00	-4271.85	-12258.00		988.18		-4271.85	-19790.70	1582.07	165.94	6.00	1.614

**Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali**

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	Mz <daNm>	My <daNm>	AfT <cmq>	AfC <cmq>	$\sigma_c$ <daN/cmq>	$\sigma_f$ <daN/cmq>
0.00	33	SLE R	1	3	0.00	-8864.00	1347.30	3651.58	21.99	15.71	54.76	715.86
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-8509.48	-145.15	3285.14	21.99	15.71	31.67	429.74
0.00	33	SLE R	1	3	0.00	-8864.00	1347.30	3651.58	21.99	15.71	54.76	715.86
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-8509.48	-145.15	3285.14	21.99	15.71	31.67	429.74
3.85	33	SLE R	1	3	385.00	-7420.25	-303.74	-6306.14	21.99	15.71	59.94	1076.14
3.85	28	SLE Q	1	3	385.00	-7065.73	244.51	-5673.31	21.99	15.71	53.48	952.11

**Stato limite d'esercizio - Verifiche a fessurazione**

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	My <daNm>	Mz <daNm>	c <mm>	s <mm>	K3	s <sub>m</sub> <mm>	$\Phi$	A <sub>s</sub> <cmq>	A <sub>s,eff</sub> <cmq>	$\sigma_s$ <daN/cmq>	$\sigma_{sz}$ <daN/cmq>	e <sub>sm</sub>	Wk <mm>
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-8509.48	3285.14	-145.15	49.00	91.00	0.13	170.41	20.00	18.85	1021.73	429.74	931.26	0.08	0.02
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-8509.48	3285.14	-145.15	49.00	91.00	0.13	170.41	20.00	18.85	1021.73	429.74	931.26	0.08	0.02

Relazione di calcolo

3.85	28	SLE Q	1	3	385.00	-7065.73	-5673.31	244.51	49.00	91.00	0.13	168.11	20.00	21.99	1141.59	952.11	1058.09	0.18	0.05
------	----	-------	---	---	--------	----------	----------	--------	-------	-------	------	--------	-------	-------	---------	--------	---------	------	------

Staffe - Verifiche armatura

X0 <m>	X1 <m>	Staff.	Br <sub>y</sub>	Br <sub>z</sub>	CC	TCC	bw <sub>y</sub> <m>	Vsdu <sub>y</sub> <daN>	ctgθ <sub>y</sub>	VRsd <sub>y</sub> <daN>	VRcd <sub>y</sub> <daN>	bw <sub>z</sub> <m>	Vsdu <sub>z</sub> <daN>	ctgθ <sub>z</sub>	VRsd <sub>z</sub> <daN>	VRcd <sub>z</sub> <daN>	Sic. T
0.00	0.64	ø8/10	2	2	30	SLU	0.50	1218.33	2.50	21331.10	34051.20	0.30	3603.24	2.44	38065.70	38065.70	10.56
0.00	0.64	ø8/10	2	2	29	SLU	0.50	1666.15	2.50	21331.10	34054.60	0.30	3603.24	2.44	38067.90	38067.90	10.56
0.00	0.64	ø8/10	2	2	22	SND	0.50	506.67	2.50	21331.10	33801.10	0.30	7024.69	2.43	37902.00	37902.00	5.40
0.00	0.64	ø8/10	2	2	1	SND	0.50	2060.75	2.50	21331.10	33951.00	0.30	3182.48	2.43	38000.20	38000.20	10.35
0.64	3.21	ø8/18	2	2	30	SLU	0.50	996.95	2.50	11850.60	34012.20	0.30	3603.24	2.50	21685.20	37342.90	6.02
0.64	3.21	ø8/18	2	2	25	SLU	0.50	143.12	2.50	11850.60	34071.50	0.30	3603.24	2.50	21685.20	37408.00	6.02
0.64	3.21	ø8/18	2	2	29	SLU	0.50	1329.27	2.50	11850.60	34015.60	0.30	3603.24	2.50	21685.20	37346.60	6.02
0.64	3.21	ø8/18	2	2	22	SND	0.50	506.67	2.50	11850.60	33771.10	0.30	7024.69	2.50	21685.20	37078.10	3.09
0.64	3.21	ø8/18	2	2	19	SND	0.50	591.59	2.50	11850.60	33938.10	0.30	7024.69	2.50	21685.20	37261.50	3.09
0.64	3.21	ø8/18	2	2	1	SND	0.50	2060.75	2.50	11850.60	33921.00	0.30	3182.48	2.50	21685.20	37242.70	5.75
3.21	3.85	ø8/10	2	2	30	SLU	0.50	111.45	2.50	21331.10	33856.30	0.30	3603.24	2.43	37938.20	37938.20	10.53
3.21	3.85	ø8/10	2	2	29	SLU	0.50	355.10	2.50	21331.10	33859.70	0.30	3603.24	2.43	37940.40	37940.40	10.53
3.21	3.85	ø8/10	2	2	22	SND	0.50	506.67	2.50	21331.10	33651.10	0.30	7024.69	2.42	37803.60	37803.60	5.38
3.21	3.85	ø8/10	2	2	1	SND	0.50	2060.75	2.50	21331.10	33801.00	0.30	3182.48	2.43	37902.00	37902.00	10.35

Pilastrata n. 5

Nodi: 5 105

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Sez.	Tipo	B <cm>	H <cm>	Cf <cm>	Cls	Fck <daN/cmq>	Fctk <daN/cmq>	Fcd <daN/cmq>	Fctd <daN/cmq>	Tp	Fyk <daN/cmq>	Fyd <daN/cmq>
3R		30.00	50.00	5.80	C30/37	307.10	20.59	174.02	13.73	B450C	4500.00	3913.04

Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	My <daNm>	My ver. <daNm>	Mz <daNm>	Mz ver. <daNm>	Nu <daN>	MRdy <daNm>	MRdz <daNm>	α <grad>	ε <sub>y</sub>	Sic.
0.00	29	SLU	1	3	0.00	-12219.70	-4763.54		2405.16		-12219.70	-18855.30	9661.42	123.75	3.92	3.970
0.00	29	SLU	1	3	0.00	-12219.70	-4763.54		2405.16		-12219.70	-18855.30	9661.42	123.75	3.92	3.970
3.85	29	SLU	1	3	385.00	-10342.80	8226.46		-1107.82		-10342.80	25979.90	-3480.24	337.50	5.12	3.158

Stato limite elastico - Verifiche a flessione/pressoflessione

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	My <daNm>	My ver. <daNm>	Mz <daNm>	Mz ver. <daNm>	Nu <daN>	M'ydy <daNm>	M'ydz <daNm>	α <grad>	ε <sub>y</sub>	Sic.
0.00	19	SND	1	3	0.00	-4978.64	-14289.20		-1433.37		-4978.64	-19729.10	-1950.34	196.88	5.75	1.381
0.00	19	SND	1	3	0.00	-4978.64	-14289.20		-1433.37		-4978.64	-19729.10	-1950.34	196.88	5.75	1.381
3.85	19	SND	1	3	385.00	-3534.89	11751.50		1027.27		-3534.89	19603.10	1944.85	16.88	5.82	1.670

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	Mz <daNm>	My <daNm>	AfT <cmq>	AfC <cmq>	σ <sub>c</sub> <daN/cmq>	σ <sub>f</sub> <daN/cmq>
0.00	33	SLE R	1	3	0.00	-8862.26	1611.81	-3421.43	21.99	15.71	57.04	733.58
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-7921.62	103.13	-3087.13	21.99	15.71	29.20	400.61
0.00	33	SLE R	1	3	0.00	-8862.26	1611.81	-3421.43	21.99	15.71	57.04	733.58
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-7921.62	103.13	-3087.13	21.99	15.71	29.20	400.61
3.85	33	SLE R	1	3	385.00	-7418.51	-752.93	5908.68	21.99	15.71	64.50	1077.36
3.85	28	SLE Q	1	3	385.00	-6477.87	-177.10	5331.36	21.99	15.71	49.29	890.43

Stato limite d'esercizio - Verifiche a fessurazione

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	My <daNm>	Mz <daNm>	c <mm>	s <mm>	K3	s <sub>m</sub> <mm>	Φ	A <sub>s</sub> <cmq>	A <sub>c eff</sub> <cmq>	σ <sub>s</sub> <daN/cmq>	σ <sub>sz</sub> <daN/cmq>	ε <sub>m</sub>	Wk <mm>
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-7921.62	-3087.13	103.13	49.00	91.00	0.13	170.40	20.00	18.85	1021.69	400.61	941.84	0.08	0.02
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-7921.62	-3087.13	103.13	49.00	91.00	0.13	170.40	20.00	18.85	1021.69	400.61	941.84	0.08	0.02
3.85	28	SLE Q	1	3	385.00	-6477.87	5331.36	-177.10	49.00	91.00	0.13	168.11	20.00	21.99	1141.64	890.43	1068.88	0.17	0.05

Staffe - Verifiche armatura

X0 <m>	X1 <m>	Staff.	Br <sub>y</sub>	Br <sub>z</sub>	CC	TCC	bw <sub>y</sub> <m>	Vsdu <sub>y</sub> <daN>	ctgθ <sub>y</sub>	VRsd <sub>y</sub> <daN>	VRcd <sub>y</sub> <daN>	bw <sub>z</sub> <m>	Vsdu <sub>z</sub> <daN>	ctgθ <sub>z</sub>	VRsd <sub>z</sub> <daN>	VRcd <sub>z</sub> <daN>	Sic. T
0.00	0.64	ø8/10	2	2	25	SLU	0.50	103.92	2.50	21331.10	33994.90	0.30	3374.03	2.44	38028.90	38028.90	11.27
0.00	0.64	ø8/10	2	2	29	SLU	0.50	1923.09	2.50	21331.10	34062.60	0.30	3374.03	2.44	38073.10	38073.10	11.09
0.00	0.64	ø8/10	2	2	22	SND	0.50	498.03	2.50	21331.10	33703.60	0.30	6763.83	2.42	37838.00	37838.00	5.59
0.00	0.64	ø8/10	2	2	1	SND	0.50	2099.57	2.50	21331.10	33938.10	0.30	3018.26	2.43	37991.80	37991.80	10.16
0.64	3.21	ø8/18	2	2	25	SLU	0.50	103.92	2.50	11850.60	33955.90	0.30	3374.03	2.50	21685.20	37281.00	6.43
0.64	3.21	ø8/18	2	2	29	SLU	0.50	1586.21	2.50	11850.60	34023.60	0.30	3374.03	2.50	21685.20	37355.40	6.43
0.64	3.21	ø8/18	2	2	22	SND	0.50	498.03	2.50	11850.60	33673.60	0.30	6763.83	2.50	21685.20	36971.10	3.21
0.64	3.21	ø8/18	2	2	19	SND	0.50	639.12	2.50	11850.60	33874.80	0.30	6763.83	2.50	21685.20	37192.00	3.21
0.64	3.21	ø8/18	2	2	1	SND	0.50	2099.57	2.50	11850.60	33908.10	0.30	3018.26	2.50	21685.20	37228.60	5.64
3.21	3.85	ø8/10	2	2	25	SLU	0.50	103.92	2.50	21331.10	33799.90	0.30	3374.03	2.43	37901.30	37901.30	11.23
3.21	3.85	ø8/10	2	2	30	SLU	0.50	371.23	2.50	21331.10	33871.50	0.30	3374.03	2.43	37948.20	37948.20	11.25
3.21	3.85	ø8/10	2	2	22	SND	0.50	498.03	2.50	21331.10	33553.60	0.30	6763.83	2.42	37739.40	37739.40	5.58
3.21	3.85	ø8/10	2	2	4	SND	0.50	2089.46	2.50	21331.10	33625.00	0.30	521.87	2.42	37786.40	37786.40	10.21

Relazione di calcolo

3.21	3.85	ø8/10	2	2	1	SND	0.50	2099.57	2.50	21331.10	33788.10	0.30	3018.26	2.43	37893.50	37893.50	10.16
------	------	-------	---	---	---	-----	------	---------	------	----------	----------	------	---------	------	----------	----------	-------

Pilastrata n. 6

Nodi: 6 106

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Sez.	Tipo	B <cm>	H <cm>	Cf <cm>	Cls	Fck <daN/cm²>	Fctk <daN/cm²>	Fcd <daN/cm²>	Fctd <daN/cm²>	Tp	Fyk <daN/cm²>	Fyd <daN/cm²>
3R		30.00	50.00	5.80	C30/37	307.10	20.59	174.02	13.73	B450C	4500.00	3913.04

Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	My <daNm>	My ver. <daNm>	Mz <daNm>	Mz ver. <daNm>	Nu <daN>	MRdy <daNm>	MRdz <daNm>	α <grad>	ε <sub>y</sub>	Sic.
0.00	30	SLU	1	3	0.00	-21001.70	4406.08		5345.06		-21001.70	11686.10	14084.10	73.13	3.76	2.642
0.00	30	SLU	1	3	0.00	-21001.70	4406.08		5345.06		-21001.70	11686.10	14084.10	73.13	3.76	2.642
3.85	29	SLU	1	3	385.00	-19228.50	-2324.51		-9076.73		-19228.50	-4084.04	-15947.20	265.08	4.78	1.757

Stato limite elastico - Verifiche a flessione/pressoflessione

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	My <daNm>	My ver. <daNm>	Mz <daNm>	Mz ver. <daNm>	Nu <daN>	M'ydy <daNm>	M'ydz <daNm>	α <grad>	ε <sub>y</sub>	Sic.
0.00	13	SND	1	3	0.00	-12621.90	-10572.50		4857.49		-12621.90	-17192.20	7886.51	126.56	3.94	1.626
0.00	13	SND	1	3	0.00	-12621.90	-10572.50		4857.49		-12621.90	-17192.20	7886.51	126.56	3.94	1.626
3.85	19	SND	1	3	385.00	-11077.60	-1863.37		-9000.61		-11077.60	-2687.56	-12563.50	265.78	5.24	1.398

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	Mz <daNm>	My <daNm>	AfT <cmq>	AfC <cmq>	σ <sub>c</sub> <daN/cm²>	σ <sub>f</sub> <daN/cm²>
0.00	34	SLE R	1	3	0.00	-15227.10	3840.69	2947.65	18.85	18.85	87.73	1093.46
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-13945.80	3373.02	126.65	21.99	15.71	53.58	642.85
0.00	34	SLE R	1	3	0.00	-15227.10	3840.69	2947.65	18.85	18.85	87.73	1093.46
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-13945.80	3373.02	126.65	21.99	15.71	53.58	642.85
3.85	33	SLE R	1	3	385.00	-13852.60	-6522.07	-1567.85	21.99	15.71	115.19	1746.71
3.85	28	SLE Q	1	3	385.00	-12502.00	-5727.91	-224.26	21.99	15.71	89.49	1385.12

Stato limite d'esercizio - Verifiche a fessurazione

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	My <daNm>	Mz <daNm>	c <mm>	s <mm>	R3	s <sub>m</sub> <mm>	φ	A <sub>s</sub> <cmq>	A <sub>c eff</sub> <cmq>	σ <sub>s</sub> <daN/cm²>	σ <sub>sr</sub> <daN/cm²>	ε <sub>sm</sub>	Wk <mm>
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-13945.80	126.65	3373.02	49.00	91.00	0.13	173.47	20.00	21.99	1259.44	642.85	829.18	0.12	0.04
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-13945.80	126.65	3373.02	49.00	91.00	0.13	173.47	20.00	21.99	1259.44	642.85	829.18	0.12	0.04
3.85	28	SLE Q	1	3	385.00	-12502.00	-224.26	-5727.91	49.00	91.00	0.13	173.45	20.00	21.99	1259.05	1385.12	941.37	0.52	0.15

Staffe - Verifiche armatura

X0 <m>	X1 <m>	Staff.	Br <sub>y</sub>	Br <sub>z</sub>	CC	TCC	bw <sub>y</sub> <cm>	Vsdu <sub>y</sub> <daN>	ctgθ <sub>y</sub>	VRsd <sub>y</sub> <daN>	VRcd <sub>y</sub> <daN>	bw <sub>z</sub> <cm>	Vsdu <sub>z</sub> <daN>	ctgθ <sub>z</sub>	VRsd <sub>z</sub> <daN>	VRcd <sub>z</sub> <daN>	Sic. T
0.00	0.64	ø8/7	2	2	30	SLU	0.50	3745.92	2.50	30473.10	35157.30	0.30	2884.78	2.00	44713.50	44713.50	8.13
0.00	0.64	ø8/7	2	2	25	SLU	0.50	3745.92	2.50	30473.10	35180.00	0.30	129.96	2.01	44731.60	44731.60	8.13
0.00	0.64	ø8/7	2	2	1	SND	0.50	2864.73	2.50	30473.10	34442.80	0.30	4752.36	1.98	44142.50	44142.50	9.29
0.00	0.64	ø8/7	2	2	22	SND	0.50	4387.85	2.50	30473.10	34404.70	0.30	1068.56	1.98	44111.80	44111.80	6.94
0.00	0.64	ø8/7	2	2	19	SND	0.50	4387.85	2.50	30473.10	34485.30	0.30	1547.09	1.98	44176.60	44176.60	6.94
0.64	3.21	ø8/18	2	2	30	SLU	0.50	3745.92	2.50	11850.60	35118.30	0.30	2499.78	2.50	21685.20	38557.30	3.16
0.64	3.21	ø8/18	2	2	25	SLU	0.50	3745.92	2.50	11850.60	35141.00	0.30	129.96	2.50	21685.20	38582.20	3.16
0.64	3.21	ø8/18	2	2	1	SND	0.50	2864.73	2.50	11850.60	34412.80	0.30	4752.36	2.50	21685.20	37782.70	4.14
0.64	3.21	ø8/18	2	2	22	SND	0.50	4387.85	2.50	11850.60	34374.70	0.30	1068.56	2.50	21685.20	37740.90	2.70
0.64	3.21	ø8/18	2	2	19	SND	0.50	4387.85	2.50	11850.60	34455.30	0.30	1547.09	2.50	21685.20	37829.40	2.70
3.21	3.85	ø8/10	2	2	29	SLU	0.50	3745.92	2.50	21331.10	34975.30	0.30	1126.35	2.48	38664.40	38664.40	5.69
3.21	3.85	ø8/10	2	2	30	SLU	0.50	3745.92	2.50	21331.10	34962.40	0.30	959.78	2.48	38656.10	38656.10	5.69
3.21	3.85	ø8/10	2	2	25	SLU	0.50	3745.92	2.50	21331.10	34985.10	0.30	129.96	2.48	38670.70	38670.70	5.69
3.21	3.85	ø8/10	2	2	1	SND	0.50	2864.73	2.50	21331.10	34292.80	0.30	4752.36	2.45	38223.20	38223.20	7.45
3.21	3.85	ø8/10	2	2	22	SND	0.50	4387.85	2.50	21331.10	34254.70	0.30	1068.56	2.45	38198.40	38198.40	4.86
3.21	3.85	ø8/10	2	2	19	SND	0.50	4387.85	2.50	21331.10	34335.30	0.30	1547.09	2.45	38250.80	38250.80	4.86

Pilastrata n. 7

Nodi: 7 107

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Sez.	Tipo	B <cm>	H <cm>	Cf <cm>	Cls	Fck <daN/cm²>	Fctk <daN/cm²>	Fcd <daN/cm²>	Fctd <daN/cm²>	Tp	Fyk <daN/cm²>	Fyd <daN/cm²>
3R		30.00	50.00	5.80	C30/37	307.10	20.59	174.02	13.73	B450C	4500.00	3913.04

Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	My <daNm>	My ver. <daNm>	Mz <daNm>	Mz ver. <daNm>	Nu <daN>	MRdy <daNm>	MRdz <daNm>	α <grad>	ε <sub>y</sub>	Sic.
0.00	30	SLU	1	3	0.00	-22215.00	4060.91		5616.40		-22215.00	10867.20	14501.90	74.53	3.77	2.615
0.00	30	SLU	1	3	0.00	-22215.00	4060.91		5616.40		-22215.00	10867.20	14501.90	74.53	3.77	2.615
3.85	29	SLU	1	3	385.00	-20237.90	-1722.44		-9537.50		-20237.90	-3011.11	-16204.50	266.48	4.93	1.701

**Stato limite elastico - Verifiche a flessione/pressoflessione**

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	My <daNm>	My ver. <daNm>	Mz <daNm>	Mz ver. <daNm>	Nu <daN>	M'ydy <daNm>	M'ydz <daNm>	α <grad>	ε <sub>y</sub>	Sic.
0.00	10	SND	1	3	0.00	-13574.70	-2295.82		8090.11		-13574.70	-3739.16	12875.50	95.63	4.94	1.594
0.00	10	SND	1	3	0.00	-13574.70	-2295.82		8090.11		-13574.70	-3739.16	12875.50	95.63	4.94	1.594
3.85	7	SND	1	3	385.00	-11758.10	1742.63		-9309.87		-11758.10	2259.46	-12648.60	273.52	5.32	1.357

**Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali**

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	Mz <daNm>	My <daNm>	AfT <cmq>	AfC <cmq>	σ <sub>c</sub> <daN/cmq>	σ <sub>f</sub> <daN/cmq>
0.00	34	SLE R	1	3	0.00	-16081.60	4034.25	2699.87	18.85	18.85	88.38	1093.38
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-14546.00	3539.89	-90.59	21.99	15.71	55.81	672.22
0.00	34	SLE R	1	3	0.00	-16081.60	4034.25	2699.87	18.85	18.85	88.38	1093.38
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-14546.00	3539.89	-90.59	21.99	15.71	55.81	672.22
3.85	33	SLE R	1	3	385.00	-14571.00	-6850.78	-1135.97	21.99	15.71	115.82	1771.37
3.85	28	SLE Q	1	3	385.00	-13102.30	-6011.27	150.91	21.99	15.71	93.05	1444.13

**Stato limite d'esercizio - Verifiche a fessurazione**

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	My <daNm>	Mz <daNm>	c <mm>	s <mm>	K3	s <sub>m</sub> <mm>	φ	A <sub>s</sub> <cmq>	A <sub>c eff</sub> <cmq>	σ <sub>s</sub> <daN/cmq>	σ <sub>sr</sub> <daN/cmq>	ε <sub>m</sub>	Wk <mm>
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-14546.00	-90.59	3539.89	49.00	91.00	0.13	173.47	20.00	21.99	1259.44	672.22	832.01	0.13	0.04
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-14546.00	-90.59	3539.89	49.00	91.00	0.13	173.47	20.00	21.99	1259.44	672.22	832.01	0.13	0.04
3.85	28	SLE Q	1	3	385.00	-13102.30	150.91	-6011.27	49.00	91.00	0.13	173.45	20.00	21.99	1259.05	1444.13	943.50	0.55	0.16

**Staffe - Verifiche armatura**

X0 <m>	X1 <m>	Staff.	Br <sub>y</sub>	Br <sub>z</sub>	CC	TCC	bw <sub>y</sub> <mm>	Vsdu <sub>y</sub> <daN>	ctgθ <sub>y</sub>	VRsd <sub>y</sub> <daN>	VRcd <sub>y</sub> <daN>	bw <sub>z</sub> <mm>	Vsdu <sub>z</sub> <daN>	ctgθ <sub>z</sub>	VRsd <sub>z</sub> <daN>	VRcd <sub>z</sub> <daN>	Sic. T
0.00	0.64	ø8/7	2	2	30	SLU	0.50	3936.08	2.50	30473.10	35308.60	0.30	2640.29	2.01	44833.50	44833.50	7.74
0.00	0.64	ø8/7	2	2	29	SLU	0.50	3936.08	2.50	30473.10	35296.10	0.30	2323.16	2.01	44823.60	44823.60	7.74
0.00	0.64	ø8/7	2	2	25	SLU	0.50	3936.08	2.50	30473.10	35298.10	0.30	90.76	2.01	44825.20	44825.20	7.74
0.00	0.64	ø8/7	2	2	13	SND	0.50	2998.29	2.50	30473.10	34466.00	0.30	4616.66	1.98	44161.10	44161.10	9.57
0.00	0.64	ø8/7	2	2	10	SND	0.50	4519.48	2.50	30473.10	34494.80	0.30	1010.70	1.98	44184.30	44184.30	6.74
0.00	0.64	ø8/7	2	2	7	SND	0.50	4519.48	2.50	30473.10	34541.30	0.30	1543.48	1.98	44221.60	44221.60	6.74
0.64	3.21	ø8/18	2	2	30	SLU	0.50	3936.08	2.50	11850.60	35269.60	0.30	2255.29	2.50	21685.20	38723.40	3.01
0.64	3.21	ø8/18	2	2	29	SLU	0.50	3936.08	2.50	11850.60	35257.10	0.30	2034.41	2.50	21685.20	38709.70	3.01
0.64	3.21	ø8/18	2	2	25	SLU	0.50	3936.08	2.50	11850.60	35259.10	0.30	90.76	2.50	21685.20	38711.90	3.01
0.64	3.21	ø8/18	2	2	13	SND	0.50	2998.29	2.50	11850.60	34436.00	0.30	4616.66	2.50	21685.20	37808.10	3.95
0.64	3.21	ø8/18	2	2	10	SND	0.50	4519.48	2.50	11850.60	34464.80	0.30	1010.70	2.50	21685.20	37839.80	2.62
0.64	3.21	ø8/18	2	2	7	SND	0.50	4519.48	2.50	11850.60	34511.30	0.30	1543.48	2.50	21685.20	37890.80	2.62
3.21	3.85	ø8/10	2	2	29	SLU	0.50	3936.08	2.50	21331.10	35101.10	0.30	879.41	2.48	38745.20	38745.20	5.42
3.21	3.85	ø8/10	2	2	25	SLU	0.50	3936.08	2.50	21331.10	35103.20	0.30	90.76	2.48	38746.50	38746.50	5.42
3.21	3.85	ø8/10	2	2	13	SND	0.50	2998.29	2.50	21331.10	34316.00	0.30	4616.66	2.45	38238.20	38238.20	7.11
3.21	3.85	ø8/10	2	2	10	SND	0.50	4519.48	2.50	21331.10	34344.90	0.30	1010.70	2.45	38257.00	38257.00	4.72
3.21	3.85	ø8/10	2	2	7	SND	0.50	4519.48	2.50	21331.10	34391.30	0.30	1543.48	2.45	38287.20	38287.20	4.72

**Pilastrata n. 8**

Nodi: 8 108

**Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati**

Sez.	Tipo	B <cm>	H <cm>	Cf <cm>	Cls	Fck <daN/cmq>	Fctk <daN/cmq>	Fcd <daN/cmq>	Fctd <daN/cmq>	Tp	Fyk <daN/cmq>	Fyd <daN/cmq>
3R		30.00	50.00	5.80	C30/37	307.10	20.59	174.02	13.73	B450C	4500.00	3913.04

**Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione**

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	My <daNm>	My ver. <daNm>	Mz <daNm>	Mz ver. <daNm>	Nu <daN>	MRdy <daNm>	MRdz <daNm>	α <grad>	ε <sub>y</sub>	Sic.
0.00	29	SLU	1	3	0.00	-12155.70	-5087.15		2038.53		-12155.70	-20718.70	8503.72	129.38	3.99	4.087
0.00	29	SLU	1	3	0.00	-12155.70	-5087.15		2038.53		-12155.70	-20718.70	8503.72	129.38	3.99	4.087
3.85	30	SLU	1	3	385.00	-10251.50	8785.31		-478.14		-10251.50	27173.00	-1683.24	348.75	5.91	3.094

**Stato limite elastico - Verifiche a flessione/pressoflessione**

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	My <daNm>	My ver. <daNm>	Mz <daNm>	Mz ver. <daNm>	Nu <daN>	M'ydy <daNm>	M'ydz <daNm>	α <grad>	ε <sub>y</sub>	Sic.
0.00	7	SND	1	3	0.00	-5715.60	-14787.10		1364.10		-5715.60	-19888.10	1962.50	163.13	5.71	1.346
0.00	7	SND	1	3	0.00	-5715.60	-14787.10		1364.10		-5715.60	-19888.10	1962.50	163.13	5.71	1.346
3.85	7	SND	1	3	385.00	-4271.85	12258.00		988.18		-4271.85	19790.70	1582.07	14.06	6.00	1.614

**Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali**

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	Mz <daNm>	My <daNm>	AfT <cmq>	AfC <cmq>	σ <sub>c</sub> <daN/cmq>	σ <sub>f</sub> <daN/cmq>
0.00	33	SLE R	1	3	0.00	-8864.00	1347.30	-3651.58	21.99	15.71	54.76	715.86
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-8509.48	-145.15	-3285.14	21.99	15.71	31.67	429.74
0.00	33	SLE R	1	3	0.00	-8864.00	1347.30	-3651.58	21.99	15.71	54.76	715.86
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-8509.48	-145.15	-3285.14	21.99	15.71	31.67	429.74

Relazione di calcolo

3.85	33	SLE R	1	3	385.00	-7420.25	-303.74	6306.14	21.99	15.71	59.94	1076.14
3.85	28	SLE Q	1	3	385.00	-7065.73	244.51	5673.31	21.99	15.71	53.48	952.11

Stato limite d'esercizio - Verifiche a fessurazione

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	My <daNm>	Mz <daNm>	c <mm>	s <mm>	K3	s <sub>cm</sub> <mm>	φ	A <sub>s</sub> <cmq>	A <sub>c,eff</sub> <cmq>	σ <sub>s</sub> <daN/cmq>	σ <sub>st</sub> <daN/cmq>	ε <sub>sm</sub>	Wk <mm>
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-8509.48	-3285.14	-145.15	49.00	91.00	0.13	170.40	20.00	18.85	1021.69	429.74	931.26	0.08	0.02
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-8509.48	-3285.14	-145.15	49.00	91.00	0.13	170.40	20.00	18.85	1021.69	429.74	931.26	0.08	0.02
3.85	28	SLE Q	1	3	385.00	-7065.73	5673.31	244.51	49.00	91.00	0.13	168.11	20.00	21.99	1141.64	952.11	1058.09	0.18	0.05

Staffe - Verifiche armatura

X0 <m>	X1 <m>	Staff.	Br <sub>y</sub>	Br <sub>z</sub>	CC	TCC	b <sub>w,y</sub> <m>	Vsdu <sub>y</sub> <daN>	ctgθ <sub>y</sub>	VRsd <sub>y</sub> <daN>	VRcd <sub>y</sub> <daN>	b <sub>w,z</sub> <m>	Vsdu <sub>z</sub> <daN>	ctgθ <sub>z</sub>	VRsd <sub>z</sub> <daN>	VRcd <sub>z</sub> <daN>	Sic. T
0.00	0.64	ø8/10	2	2	30	SLU	0.50	1218.33	2.50	21331.10	34051.20	0.30	3603.24	2.44	38065.70	38065.70	10.56
0.00	0.64	ø8/10	2	2	29	SLU	0.50	1666.15	2.50	21331.10	34054.60	0.30	3603.24	2.44	38067.90	38067.90	10.56
0.00	0.64	ø8/10	2	2	10	SND	0.50	506.67	2.50	21331.10	33801.10	0.30	7024.69	2.43	37902.00	37902.00	5.40
0.00	0.64	ø8/10	2	2	13	SND	0.50	2060.75	2.50	21331.10	33951.00	0.30	3182.48	2.43	38000.20	38000.20	10.35
0.64	3.21	ø8/18	2	2	30	SLU	0.50	996.95	2.50	11850.60	34012.20	0.30	3603.24	2.50	21685.20	37342.90	6.02
0.64	3.21	ø8/18	2	2	25	SLU	0.50	143.12	2.50	11850.60	34071.50	0.30	3603.24	2.50	21685.20	37408.00	6.02
0.64	3.21	ø8/18	2	2	29	SLU	0.50	1329.27	2.50	11850.60	34015.60	0.30	3603.24	2.50	21685.20	37346.60	6.02
0.64	3.21	ø8/18	2	2	10	SND	0.50	506.67	2.50	11850.60	33771.10	0.30	7024.69	2.50	21685.20	37078.10	3.09
0.64	3.21	ø8/18	2	2	7	SND	0.50	591.59	2.50	11850.60	33938.10	0.30	7024.69	2.50	21685.20	37261.50	3.09
0.64	3.21	ø8/18	2	2	13	SND	0.50	2060.75	2.50	11850.60	33921.00	0.30	3182.48	2.50	21685.20	37242.70	5.75
3.21	3.85	ø8/10	2	2	30	SLU	0.50	111.45	2.50	21331.10	33856.30	0.30	3603.24	2.43	37938.20	37938.20	10.53
3.21	3.85	ø8/10	2	2	29	SLU	0.50	355.10	2.50	21331.10	33859.70	0.30	3603.24	2.43	37940.40	37940.40	10.53
3.21	3.85	ø8/10	2	2	10	SND	0.50	506.67	2.50	21331.10	33651.10	0.30	7024.69	2.42	37803.60	37803.60	5.38
3.21	3.85	ø8/10	2	2	13	SND	0.50	2060.75	2.50	21331.10	33801.00	0.30	3182.48	2.43	37902.00	37902.00	10.35