

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. INFRASTRUTTURE SUD

PROGETTO DEFINITIVO

**LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO
COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO
TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO**

FABBRICATI

FA09 - PPM Mercatello - Generale

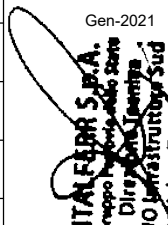
Relazione di calcolo fondazione

SCALA:

-

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

NN
1
X
00
D
78
CL
FA0900
001
C

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	F.Durastanti	Sett-2020	G.Romano	Sett-2020	M.D'Avino	Sett-2020	D.Tiberti Gen-2021
B	Emissione Esecutiva	F.Durastanti	Ott-2020	G.Romano	Ott-2020	M.D'Avino	Ott-2020	 ITALFERR S.p.A. Gruppo Ferrovie dello Stato Direzione Tecnica UO Infrastrutture Sud Dott. Ing. Dario Tiberti Ordine degli Ingegneri Prov. di Napoli n. 10878
C	Emissione Esecutiva	F.Durastanti	Gen-2021	G.Romano	Gen-2021	M.D'Avino	Gen-2021	

NN1X.0.0.D.78.CL.FA.09.0.0.001.C

n. Elab.:

INDICE

1	PREMESSA	3
2	SCOPO DEL DOCUMENTO	3
3	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	5
3.1	DOCUMENTI REFERENZIATI	5
3.2	DOCUMENTI CORRELATI	5
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	5
4.1	CEMENTO ARMATO.....	5
4.1.1	CALCESTRUZZO	5
4.1.2	ACCIAIO D'ARMATURA IN BARRE TONDE AD ADERENZA MIGLIORATA.....	7
4.1.3	COPRIFERRO	8
5	REAZIONI VINCOLARI	9
6	TERRENO DI FONDAZIONE	10
7	CONSIDERAZIONI GENERALI SUL MODELLO DI CALCOLO	11
8	FONDAZIONI.....	16
8.1	TRAVI DI FONDAZIONE	16
8.1.1	VERIFICA A FLESSIONE.....	18
8.1.2	VERIFICA A TAGLIO.....	22
8.2	VERIFICA DEI CEDIMENTI	22
8.2.1	PILASTRO NODO 1	24
8.2.2	PILASTRO NODO 11 INTERNO	25
8.2.3	PILASTRO NODO 14 DI ESTREMITA'	26
8.2.4	CEDIMENTI AMMISSIBILI PER LE STRUTTURE A TELAIO IN C.A. E CONFRONTO CON I VALORI CALCOLATI.....	27
8.3	VERIFICA DI CAPACITÀ PORTANTE	28
8.3.1	PORTANZA TERRENO IN FASE SISMICA SLV.....	30

Relazione di calcolo fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	00 D 78	CL	FA 09 00 001	C	2 di 38

8.3.2 PORTANZA TERRENO IN FASE STATICA SLU34

9 CONCLUSIONI38

Relazione di calcolo fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	00 D 78	CL	FA 09 00 001	C	3 di 38

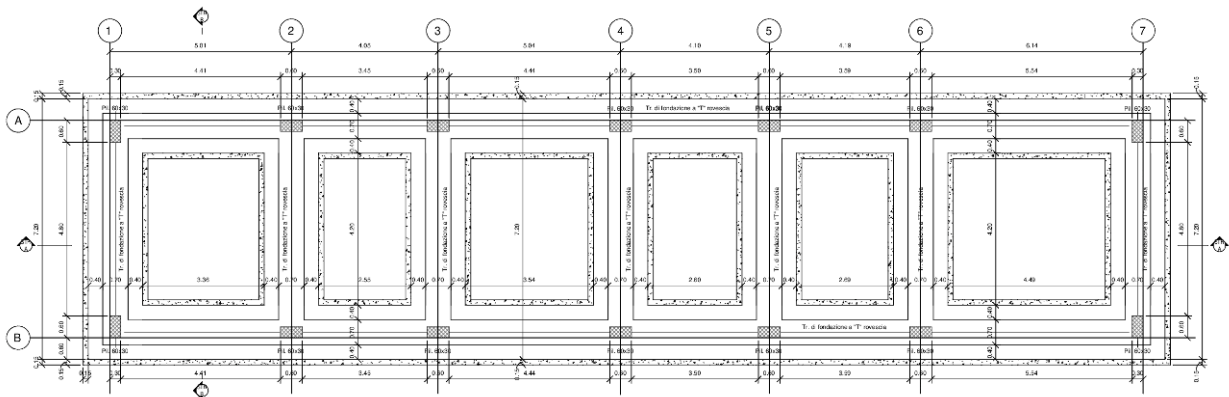
1 PREMESSA

Il presente documento è emesso nell'ambito dello sviluppo della Progettazione Definitiva per il completamento della Linea Salerno – Pontecagnano Aeroporto, tratta Arechi – Pontecagnano Aeroporto.

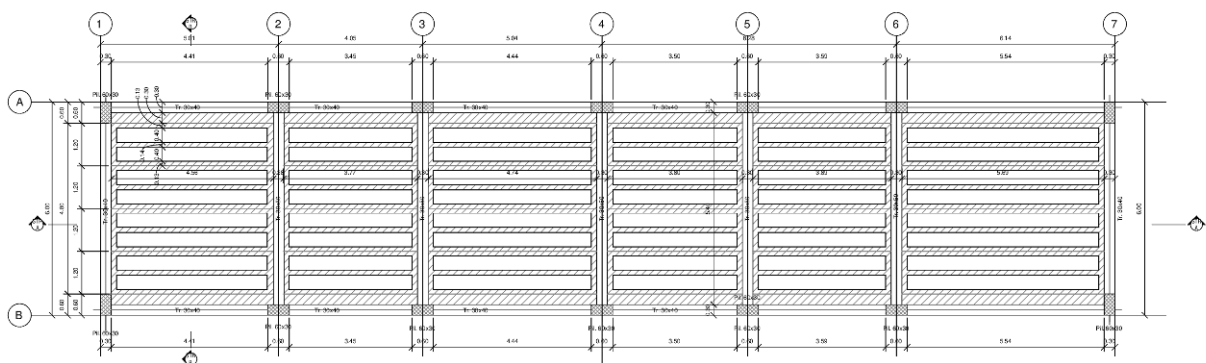
Nel presente elaborato viene calcolato il “Fabbricato PPM Mercatello”, di dimensioni pari a 28,91 x 6,37 m, che verrà realizzato all'interno della Stazione Mercatello:

2 SCOPO DEL DOCUMENTO

Lo scopo del presente documento è quello di calcolare e verificare le strutture in fondazione del “Fabbricato PPM Mercatello”.

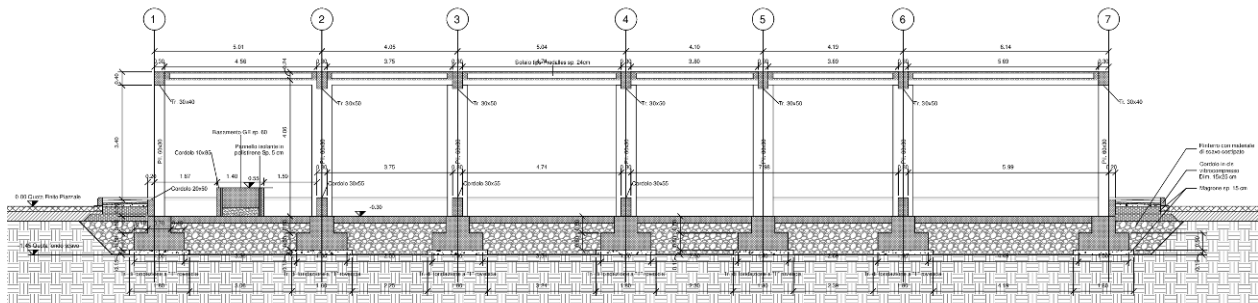


Carpenteria Fondazione
 1 : 50

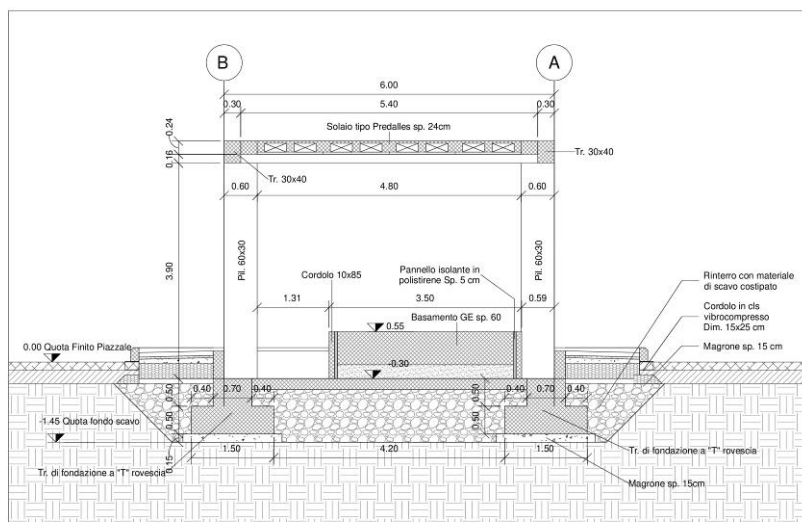


Carpenteria Copertura
 1 : 50

Figura 2-1 – Carpenteria Fondazione e Copertura.



Sezione STR A-A'
1 : 50



Sezione STR B-B'
1 : 50

Figura 2-2 – Sezione longitudinale e trasversale.

La struttura in pianta del fabbricato ha forma rettangolare avente le seguenti dimensioni 28.91 m x 6.37 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 5.40 m mentre, parallelamente al lato lungo, è suddiviso in 6 campate di luce massima pari a 5.99 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 tralici 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 4.05 m a 5.99 m. I pilastri hanno dimensione in pianta di 30x60 cm, le travi longitudinali hanno dimensioni 30x40 cm, le travi trasversali invece sono 30x50.

Le fondazioni dell'edificio sono di tipo diretto, costituite da un graticcio di travi a T rovesce con spessore dell'anima pari a 70 cm, altezza di 100 cm larghezza suola pari a 150 cm e spessore della suola di 50 cm. Al di sotto delle fondazioni è previsto uno strato di magrone di spessore 10 cm debordante l'impronta delle fondazioni di 10 cm.

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO PROGETTO DEFINITIVO Fabbricati – FA09 – PPM Mercatello - Generale</p>					
<p>Relazione di calcolo fondazione</p>	<p>COMMESSA NN1X</p>	<p>LOTTO 00 D 78</p>	<p>CODIFICA CL</p>	<p>DOCUMENTO FA 09 00 001</p>	<p>REV C</p>	<p>FOGLIO 5 di 38</p>

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] - Norme tecniche per le costruzioni - D.M. 17/01/2018 (NTC-2018)
- Rif. [2] - Circolare n. 7 del 21 gennaio 2019 - Istruzioni per l'Applicazione dell'aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018;
- Rif. [3] – 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, modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/76 della Commissione del 16/ maggio 2019;
- Rif. [4] – Eurocodici EN 1991-2:2003/AC:2010 – Eurocodice 1 – Parte 2
- Rif. [5] – RFI DTC SI MA IFS 001 D del 20 dicembre 2019 – Manuale di Progettazione delle Opere Civili

3.2 DOCUMENTI CORRELATI

I documenti correlati sono:

- Rif. [6] Fabbricati – FA09 – PPM Mercatello - Generale -
Carpenterie piante e sezioni tav 1 di 2 NN1X.0.0.D.78.BB.FA.09.0.0.001.
- Rif. [7] Fabbricati – FA09 – PPM Mercatello - Generale -
Carpenterie piante e sezioni tav 2 di 2 NN1X.0.0.D.78.BB.FA.09.0.0.002.
- Rif. [8] Fabbricati – FA09 – PPM Mercatello - Generale –
Relazione di calcolo strutture di elevazione NN1X.0.0.D.78.CL.FA.09.0.0.002.

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:

Relazione di calcolo fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	00 D 78	CL	FA 09 00 001	C	6 di 38

	Solaio in lastre predalles	Struttura in elevazione	Fondazioni
Classe di resistenza	C32/40	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 _{ck}	(N/mm ²)	40	37	30
f _{ck}	(N/mm ²)	32	30	25
f _{cm}	(N/mm ²)	40	36	33
α _{cc}	(-)	0,85	0,85	0,85
γ _c	(-)	1,5	1,5	1,5
f _{cd}	(N/mm ²)	18,1	17,4	14,17
f _{ctm}	(N/mm ²)	3,02	2,94	2,56
f _{ctk}	(N/mm ²)	2,12	3,82	1,79
f _{ctd}	(N/mm ²)	1,41	1,40	1,19
f _{cfm}	(N/mm ²)	3,62	3,52	3,07
f _{cfk}	(N/mm ²)	2,54	2,46	2,15
E _c	(N/mm ²)	33346	33019	31476

Dove:

 R_{ck} = Resistenza cubica caratteristica a compressione

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

 $f_{cm} = f_{ck} + 8$ (N/mm²) = Resistenza cilindrica media a compressione

 α_{cc} = Coefficiente per effetti a lungo termine e sfavorevoli: α_{cc} (t > 28gg) = 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 ≤ C50/60] = Resistenza cilindrica media a trazione

Relazione di calcolo fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	00 D 78	CL	FA 09 00 001	C	7 di 38

 $f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} =$ 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

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

Relazione di calcolo fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	00 D 78	CL	FA 09 00 001	C	8 di 38

f_{bk}	(N/mm ²)	4.36	4,36	4,36
f_{bd}	(N/mm ²)	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 $\Phi \leq 32$ 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

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

Relazione di calcolo fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	00 D 78	CL	FA 09 00 001	C	9 di 38

In definitiva si prescrive che in fondazione il copriferro netto non deve essere inferiore a 40mm, mentre per le strutture in elevazione tranne che per le lastre predalles il copriferro netto non deve essere inferiore a 45mm.

5 REAZIONI VINCOLARI

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

REAZIONI VINCOLARI APPLICATE IN CORRISPONDENZA DEI NODI DELLA SOVRASTRUTTURA CC1 - SLV (q = 2.5)

Nodo	CC	TCC	Fx <kN>	Fy <kN>	Fz <kN>	Mx <kNm>	My <kNm>	Mz <kNm>
1	1	SLV	11.236	38.613	109.31	-9.386	23.9	-0.351
1	1	SLV	-8.391	11.98	74.311	-76.574	-20.633	-0.439
8	1	SLV	12.215	1.491	101.68	42.639	26.071	-0.351
8	1	SLV	-7.412	-25.142	66.681	-24.549	-18.462	-0.439
9	1	SLV	30.922	-10.393	140.882	31.065	77.9	-0.351
9	1	SLV	-30.791	-19.969	118.378	9.808	-74.699	-0.439
2	1	SLV	27.947	23.047	142.62	-16.65	70.636	-0.351
2	1	SLV	-33.766	13.47	120.116	-37.907	-81.962	-0.439
3	1	SLV	31.072	23.415	141.386	-16.252	75.015	-0.351
3	1	SLV	-32.108	13.618	121.788	-37.929	-79.639	-0.439
10	1	SLV	34.111	-11.917	139.544	34.163	82.369	-0.351
10	1	SLV	-29.069	-21.713	119.947	12.485	-72.285	-0.439
4	1	SLV	28.856	22.648	140.137	-14.169	71.91	-0.351
4	1	SLV	-33.754	12.681	121.795	-36.222	-81.946	-0.439
11	1	SLV	31.871	-12.706	140.649	36.278	79.23	-0.351
11	1	SLV	-30.739	-22.673	122.308	14.225	-74.625	-0.439
5	1	SLV	31.404	21.008	124.105	-11.024	75.48	-0.351
5	1	SLV	-34.82	10.905	116.34	-33.378	-83.44	-0.439
12	1	SLV	34.575	-12.347	125.182	36.569	83.019	-0.351
12	1	SLV	-31.649	-22.449	117.416	14.214	-75.901	-0.439
6	1	SLV	30.882	23.377	163.31	-13.684	74.749	-0.351
6	1	SLV	-28.121	13.206	136.73	-36.247	-74.051	-0.439
13	1	SLV	33.735	-16.061	164.68	42.59	81.842	-0.351
13	1	SLV	-25.268	-26.232	138.1	20.026	-66.958	-0.439
14	1	SLV	6.24	-13.82	120.39	84.597	17.544	-0.351
14	1	SLV	-11.791	-43.084	89.307	10.742	-24.711	-0.439
7	1	SLV	5.322	29.155	112.195	24.368	15.461	-0.351
7	1	SLV	-12.708	-0.109	81.112	-49.486	-26.794	-0.439

**REAZIONI VINCOLARI APPLICATE IN CORRISPONDENZA DEI NODI DELLA SOVRASTRUTTURA
 CC30 - SLU**

Nodo	CC	TCC	Fx <kN>	Fy <kN>	Fz <kN>	Mx <kNm>	My <kNm>	Mz <kNm>
1	30	SLU	9.051	31.367	137.752	-43.960	10.615	0.000
8	30	SLU	9.051	-31.367	137.752	43.960	10.615	0.000
9	30	SLU	0.500	-28.578	208.712	40.779	3.609	0.000
2	30	SLU	0.500	28.578	208.712	-40.779	3.609	0.000
3	30	SLU	4.246	30.208	207.305	-43.104	8.859	0.000
10	30	SLU	4.246	-30.208	207.305	43.104	8.859	0.000
4	30	SLU	1.502	30.225	209.263	-43.129	5.013	0.000
11	30	SLU	1.502	-30.225	209.263	43.129	5.013	0.000
5	30	SLU	2.702	28.470	191.497	-40.624	6.695	0.000
12	30	SLU	2.702	-28.470	191.497	40.624	6.695	0.000
6	30	SLU	12.002	33.547	238.318	-47.868	16.817	0.000
13	30	SLU	12.002	-33.547	238.318	47.868	16.817	0.000
14	30	SLU	1.865	-36.143	157.957	50.653	0.361	0.000
7	30	SLU	1.865	36.143	157.957	-50.653	0.361	0.000

6 TERRENO DI FONDAZIONE

Il terreno costituente il piano di posa dell'edificio in progetto è l'unità geotecnica L1, le cui caratteristiche fisiche e meccaniche, in accordo con quanto riportato nella relazione geotecnica, sono riepilogate nelle tabelle seguenti:

STAZIONE 1: Stazione Arechi - Mercatello

da pk	0+000
a pk	0+000

quota terreno	8.40	m s.l.m.
quota progetto	8.60	m s.l.m.

quota falda	5.50 - 6.00	m da p.c.
-------------	-------------	-----------

Unità geotecnica	da	a
	[m]	[m]
R	0.00	1.50 - 2.00
L1	1.50 - 2.00	7.50 - 8.00
L2	7.50 - 8.00	13.00 - 13.50
GS	13.00 - 13.50	32.00

Relazione di calcolo fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	00 D 78	CL	FA 09 00 001	C	11 di 38

	Peso di volume naturale	Angolo di resistenza al taglio	Coesione drenata	Coesione non drenata	Modulo di deformazione elastico a piccole deformazioni	Nspt caratteristico	Permeabilità	Modulo di deformabilità "operativo" per opere di sostegno e fondazioni $E' = E_0/5$
	γ	φ'	c'	C_u	$E_0^{(1)}$		k	E'
	[kN/m ³]	[°]	[kPa]	[kPa]	[MPa]	[colpi/30 cm]	[m/s]	[MPa]
Ripporto R ⁽²⁾	18-20	31-33	-	-	100-150	5-25	Var.	20-30
Argilla scarsa consistenza A1 ⁽³⁾	16-18	19-21	5-10	20-40	100-300 z<30 m	<5	5.6 E ⁻⁰⁸	20-60 z<30 m
Argilla media consistenza A2 ⁽⁴⁾	18-20	19-23	10-20	70-120	300-400 z<30 m	5-40	5.6 E ⁻⁰⁸	60-80 z<30 m
Limo scarsa consistenza L1 ⁽⁵⁾	17-19 (18)	22-25 (23)	2-5 (4)	20-50 (40)	85-200 z<30 m 200 – 600 30<z<50 m	<10	3.5 E ⁻⁰⁶	17-40 z<30 m (40) 40 – 120 30<z<50 m
Limo media consistenza L2 ⁽⁵⁾	17-19 (18)	22-25 (23)	10-15 (12)	45-90 (60)	200-350 z<30 m 350-850 30<z<50 m	10-20	3.5 E ⁻⁰⁶	40-70 z<30 m (55) 70-170 30<z<50 m
Limo alta consistenza, L3 ⁽⁵⁾	17-19	22-25	15-30	90-180	400-470 z<30 m 470-1000 30<z<50m	20-40	3.5 E ⁻⁰⁶	80-94 z<30 m 94-200 30<z<50m
Sabbia Limosa SL ⁽⁶⁾	18-20	26-30	0-5	-	200-400 z<36 m	15-30	1.2 E ⁻⁰⁷ - 3.6 E ⁻⁰⁶	40-80 z<36 m
Sabbia media S ⁽⁶⁾	18-20	29-33	-	-	400-800 z<36 m	30-50	3.6 E ⁻⁰⁶ - 1.4 E ⁻⁰⁵	80-160 z<36 m
Ghiaia/sabbia G/S ⁽⁷⁾	18-19	33-37	-	-	300-800 z<30 m 800-1500 30<z<50 m	30-50	7.8 E ⁻⁰⁵ - 1.5 E ⁻⁰⁴	60-160 z<30 m 160-300 30<z<50 m

7 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 travi rovesce.

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.

Relazione di calcolo fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	00 D 78	CL	FA 09 00 001	C	12 di 38

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 graticcio di travi rovesce 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.

L'interazione tra terreno e struttura è stata studiata ipotizzando un comportamento elastico del terreno. L'intera struttura è poggiata a terra su un letto di molle alla Winkler la cui rigidità viene assegnata per unità di lunghezza di elemento. Il coefficiente di fondazione (Winkler) adottato nel modello è pari a $K = 18000 \text{ kN/m}^3$. Il calcolo è stato condotto come descritto di seguito:

Per le analisi d'interazione struttura-terreno in direzione verticale, il coefficiente di sottofondo alla Winkler può essere determinato con la seguente relazione:

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

dove:

- E = modulo elastico del terreno (assunto pari a $E_0/5$, dove E_0 è il modulo di deformazione elastico a piccole deformazioni);
- ν = coefficiente di Poisson = 0.3;
- B = larghezza della fondazione.
- c_t = fattore di forma, coefficiente adimensionale ottenuto dalla interpolazione dei valori dei coefficienti proposti dal Bowles, 1960 (vedasi tabella seguente).

Tabella 12-1 – Fattore di forma per la stima del coefficiente di Winkler

Fondazione Rigida	c_t
- rettangolare con $L/B \leq 10$	$c_t = 0.853 + 0.534 \ln(L/B)$
- rettangolare con $L/B > 10$	$c_t = 2 + 0.0089 (L/B)$
dove L è il lato maggiore della fondazione.	

Relazione di calcolo fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	00 D 78	CL	FA 09 00 001	C	13 di 38

$E_{0/5}$ 40 Mpa

ν_0 0.3

B 1500 mm

L 5700 mm

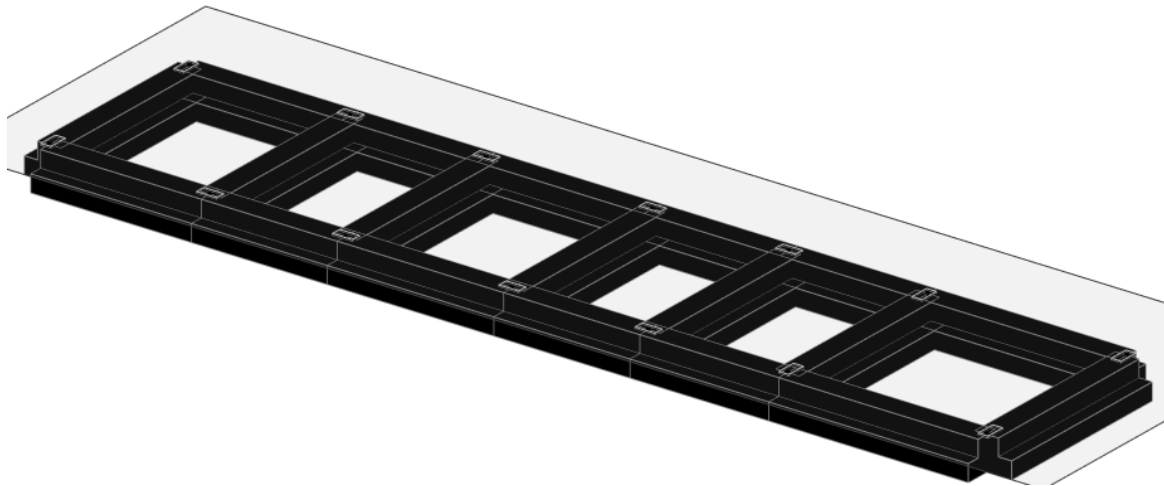
ct 1.566

Kw 0.0187 N/mm³

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 della fondazione.



Relazione di calcolo fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	00 D 78	CL	FA 09 00 001	C	14 di 38

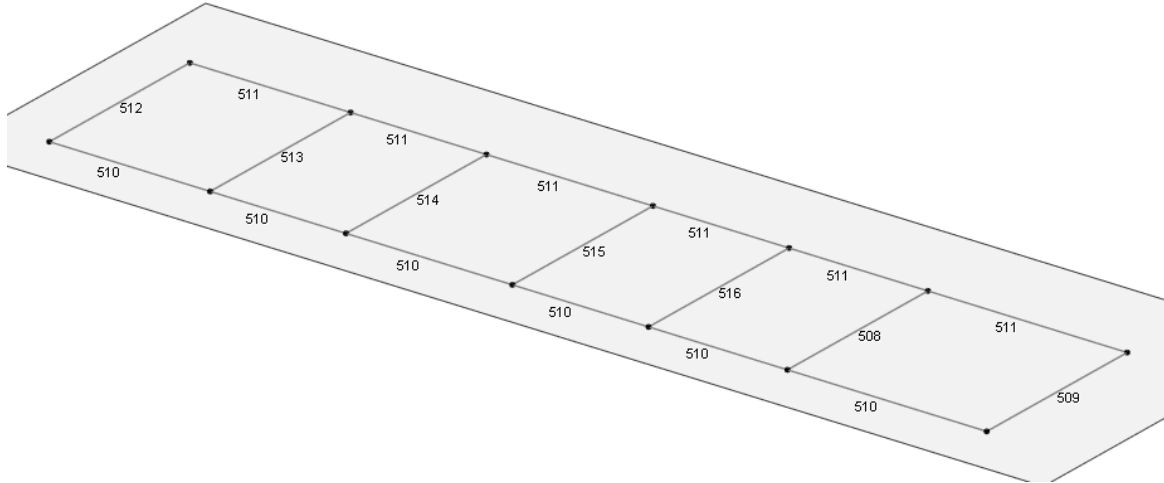


Figura 7-1 – Modello di calcolo.

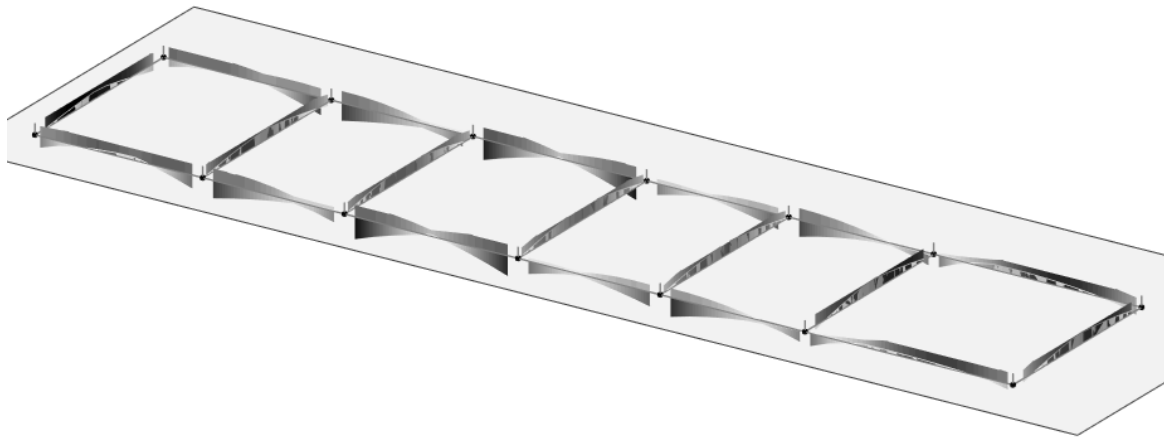


Figura 7-2 – Sollecitazioni flettenti SLV_CC1.

Relazione di calcolo fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	00 D 78	CL	FA 09 00 001	C	15 di 38

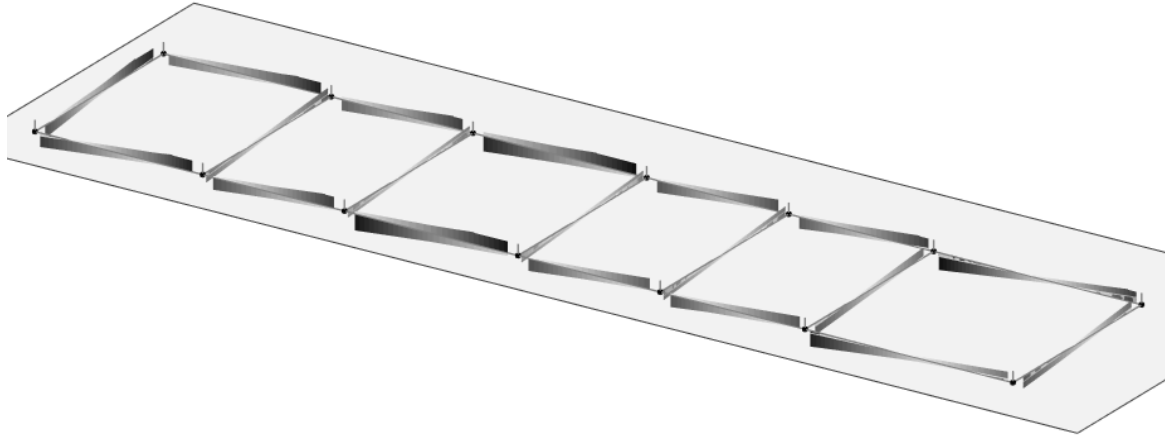


Figura 7-3 – Sollecitazioni di taglio SLV_CC1.



Figura 7-4 – Sollecitazioni flettenti SLU_CC25.

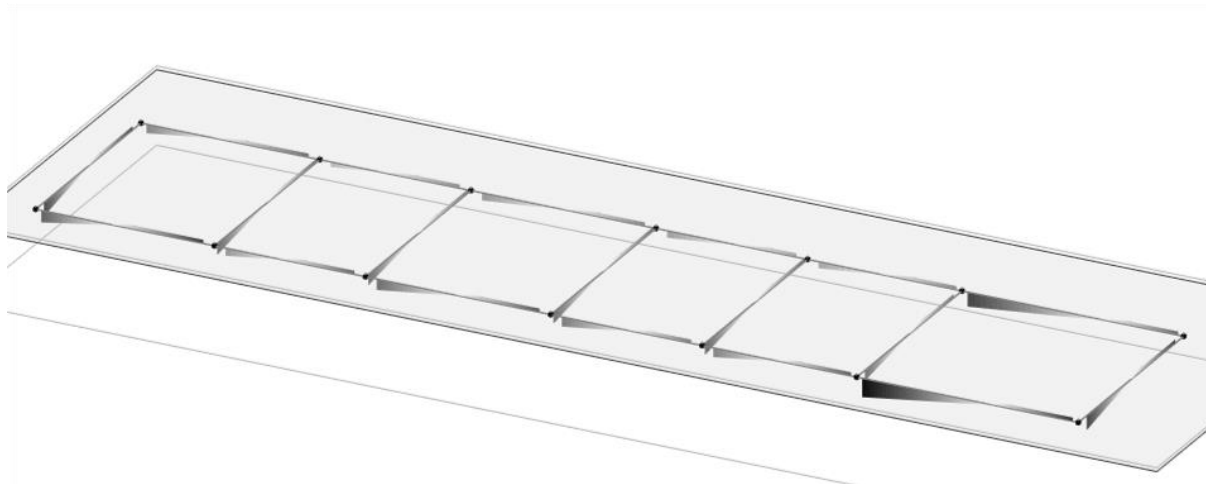


Figura 7-5 – Sollecitazioni di taglio SLU_CC25.

8 FONDAZIONI

Le fondazioni dell'edificio sono di tipo diretto, costituite da un graticcio di travi a T rovesce con spessore dell'anima pari a 70 cm, altezza di 1.0 m larghezza suola pari a 1.5 m e spessore della suola di 50 cm. Al di sotto delle fondazioni è previsto uno strato di magrone di spessore 0.10 m debordante l'impronta delle fondazioni di 0.10 m.

8.1 TRAVI DI FONDAZIONE

Nelle verifiche agli stati limite ultimi finalizzate al dimensionamento strutturale (STR), si considerano gli stati limite ultimi per raggiungimento della resistenza negli elementi che costituiscono la fondazione. Le azioni trasmesse in fondazione derivano dall'analisi del comportamento dell'intera opera alla quale sono applicate le azioni statiche e sismiche.

Le fondazioni superficiali sono verificate in condizioni sismiche e in condizioni statiche:

- In condizioni sismiche utilizzando le sollecitazioni ottenute amplificando i valori nelle SLV mediante il coefficiente 1,1. (combinazione di carico 1,1 x SLV) ed utilizzando le sollecitazioni ottenute amplificando i valori nelle SLD mediante il coefficiente 1,1 (combinazione di carico 1,1 x SLD), secondo quanto prescritto nel paragrafo 7.2.5 delle NTC 2008.
- In condizioni statiche utilizzando le sollecitazioni non amplificate della combinazione non sismica SLU.
- Inoltre sono state eseguite le verifiche a fessurazione e delle tensioni di esercizio per le combinazioni relative allo SLE.

Relazione di calcolo fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	00 D 78	CL	FA 09 00 001	C	17 di 38

Seguono tabelle delle sollecitazioni ottenute per la trave di fondazione nelle combinazioni statiche sismiche e agli stati limite.

CC	TCC	X <m>	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>
17	SLU	0.45	0.000	0.000	0.000	-83.943	-63.579	-0.000
17	SLU	2.85	0.000	0.000	0.000	0.055	-162.240	-0.000
17	SLU	5.25	0.000	0.000	0.000	83.943	-63.579	-0.000
21	SLU	0.45	0.000	0.000	0.000	-88.766	-66.574	-0.000
21	SLU	2.85	0.000	0.000	0.000	0.057	-170.913	-0.000
21	SLU	5.25	0.000	0.000	0.000	88.766	-66.574	-0.000
22	SLU	0.45	0.000	0.000	0.000	-86.837	-65.376	-0.000
22	SLU	2.85	0.000	0.000	0.000	0.056	-167.444	-0.000
22	SLU	5.25	0.000	0.000	0.000	86.837	-65.376	-0.000
28	SLU	0.45	0.000	0.000	0.000	-77.362	-112.615	16.398
28	SLU	2.26	0.000	0.000	0.000	-0.040	-179.987	16.398
28	SLU	5.25	0.000	0.000	0.000	103.018	-22.492	16.398
29	SLU	0.45	0.000	0.000	0.000	-79.994	-93.000	9.839
29	SLU	2.48	0.000	0.000	0.000	-0.237	-171.438	9.839
29	SLU	5.25	0.000	0.000	0.000	95.388	-38.927	9.839

CC	TCC	X <m>	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>
18	SLE R	0.45	0.000	0.000	0.000	-61.395	-45.684	-0.000
18	SLE R	2.85	0.000	0.000	0.000	0.039	-117.855	-0.000
18	SLE R	5.25	0.000	0.000	0.000	61.395	-45.684	-0.000
23	SLE R	0.45	0.000	0.000	0.000	-64.610	-47.681	-0.000
23	SLE R	2.85	0.000	0.000	0.000	0.041	-123.636	-0.000
23	SLE R	5.25	0.000	0.000	0.000	64.610	-47.681	-0.000
24	SLE R	0.45	0.000	0.000	0.000	-63.324	-46.882	-0.000
24	SLE R	2.85	0.000	0.000	0.000	0.040	-121.324	-0.000
24	SLE R	5.25	0.000	0.000	0.000	63.324	-46.882	-0.000
30	SLE R	0.45	0.000	0.000	0.000	-57.007	-78.375	10.932
30	SLE R	2.31	0.000	0.000	0.000	0.032	-129.341	10.932
30	SLE R	5.25	0.000	0.000	0.000	74.111	-18.293	10.932
31	SLE R	0.45	0.000	0.000	0.000	-58.762	-65.298	6.559
31	SLE R	2.51	0.000	0.000	0.000	-0.104	-123.852	6.559
31	SLE R	5.25	0.000	0.000	0.000	69.025	-29.250	6.559

Relazione di calcolo fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	00 D 78	CL	FA 09 00 001	C	18 di 38

CC	TCC	X <m>	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>
19	SLE F	0.45	0.000	0.000	0.000	-56.687	-40.307	-0.000
19	SLE F	2.85	0.000	0.000	0.000	0.037	-106.969	-0.000
19	SLE F	5.25	0.000	0.000	0.000	56.687	-40.307	-0.000
25	SLE F	0.45	0.000	0.000	0.000	-57.330	-40.707	-0.000
25	SLE F	2.85	0.000	0.000	0.000	0.037	-108.126	-0.000
25	SLE F	5.25	0.000	0.000	0.000	57.330	-40.707	-0.000
26	SLE F	0.45	0.000	0.000	0.000	-56.687	-40.307	-0.000
26	SLE F	2.85	0.000	0.000	0.000	0.037	-106.969	-0.000
26	SLE F	5.25	0.000	0.000	0.000	56.687	-40.307	-0.000
32	SLE F	0.45	0.000	0.000	0.000	-55.809	-46.846	2.186
32	SLE F	2.72	0.000	0.000	0.000	-0.152	-108.661	2.186
32	SLE F	5.25	0.000	0.000	0.000	59.230	-34.829	2.186
33	SLE F	0.45	0.000	0.000	0.000	-56.687	-40.307	-0.000
33	SLE F	2.85	0.000	0.000	0.000	0.037	-106.969	-0.000
33	SLE F	5.25	0.000	0.000	0.000	56.687	-40.307	-0.000

CC	TCC	X <m>	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>
20	SLE Q	0.45	0.000	0.000	0.000	-56.122	-39.662	-0.000
20	SLE Q	2.85	0.000	0.000	0.000	0.036	-105.663	-0.000
20	SLE Q	5.25	0.000	0.000	0.000	56.122	-39.662	-0.000
27	SLE Q	0.45	0.000	0.000	0.000	-56.122	-39.662	-0.000
27	SLE Q	2.85	0.000	0.000	0.000	0.036	-105.663	-0.000
27	SLE Q	5.25	0.000	0.000	0.000	56.122	-39.662	-0.000
34	SLE Q	0.45	0.000	0.000	0.000	-56.122	-39.662	-0.000
34	SLE Q	2.85	0.000	0.000	0.000	0.036	-105.663	-0.000
34	SLE Q	5.25	0.000	0.000	0.000	56.122	-39.662	-0.000

8.1.1 VERIFICA A FLESSIONE

Come prescritto dalle NTC2018 nel paragrafo 7.2.5, poiché le sollecitazioni di calcolo più gravose si rilevano in corrispondenza della combinazione sismica SLV, andranno amplificate del fattore 1,1 per CDB.

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

La sezione viene armata con:

- 8 Φ 20 superiori e inferiori

Relazione di calcolo fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	00 D 78	CL	FA 09 00 001	C	19 di 38

Travata n. 512

Nodi: 1 8

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'ydy	= Momento resistente massimo in campo sostanzialmente elastico intorno all'asse Y
MRdy	= Momento resistente allo stato limite ultimo intorno all'asse Y
Sic.	= Sicurezza a rottura
σ_{sdd}	= Tensione di distacco della fibra di estremità (modo 1)
$\Delta\%$	= Incremento percentuale sicurezza
σ_s sup	= Tensione nel ferro - superiore
σ_s inf	= Tensione nel ferro - inferiore
σ_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 θ	= 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

Relazione di calcolo fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	00 D 78	CL	FA 09 00 001	C	20 di 38

Sic.T = Sicurezza a rottura per taglio
 AFE St. ala = Area di ferro effettiva della staffatura d'ala
 AfT St. ala = Area di ferro teorica della staffatura d'ala
 c = Ricoprimento dell'armatura
 s = Distanza minima tra le barre
 K3 = Coefficiente di forma del diagramma delle tensioni prima della fessurazione
 s_{fm} = Distanza media tra le fessure
 φ = Diametro della barra
 A_s = Area complessiva dei ferri nell'area di calcestruzzo efficace
 A_{c eff} = Area di calcestruzzo efficace
 σ_s = Tensione nell'acciaio nella sezione fessurata
 σ_{sr} = Tensione nell'acciaio corrispondente al raggiungimento della resistenza a trazione nel calcestruzzo
 ε_{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
 b = Base inferiore
 H = Altezza
 h = Altezza parte inf.
 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

Relazione di calcolo fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	00 D 78	CL	FA 09 00 001	C	21 di 38

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>	b <cm>	H <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>
5T		70.00	150.00	50.00	50.00	5.50	5.50	C25/30	249.00	17.91	141.10	11.94	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.
0.45	28	SLU	1	45.00	25.13	25.13	25.13	25.13	-18586.30	-90564.50	4.873
4.35	21	SLU	1	435.00	25.13	25.13	25.13	25.13	-18428.10	-90564.50	4.914
5.25	21	SLU	1	525.00	25.13	25.13	25.13	25.13	-15292.10	-90564.50	5.922

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.
0.45	5	SND	1	45.00	25.13	25.13	25.13	25.13	-28836.70	-86926.10	3.014
4.35	13	SND	1	435.00	25.13	25.13	25.13	25.13	-28861.20	-86926.10	3.012
5.25	13	SND	1	525.00	25.13	25.13	25.13	25.13	-28861.20	-86926.10	3.012

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Xg <m>	CC	TCC	El	X <cm>	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	My <daNm>	σ_E sup <daN/cmq>	σ_E inf <daN/cmq>	σ_c <daN/cmq>
0.45	30	SLE R	1	45.00	25.13	25.13	-13242.00	594.71	-96.72	9.30
0.45	20	SLE Q	1	45.00	25.13	25.13	-9402.91	422.29	-68.68	6.60
4.35	23	SLE R	1	435.00	25.13	25.13	-13329.00	598.61	-97.36	9.36
4.35	20	SLE Q	1	435.00	25.13	25.13	-11387.30	511.41	-83.18	7.99
5.25	23	SLE R	1	525.00	25.13	25.13	-11045.80	496.07	-80.68	7.75
5.25	20	SLE Q	1	525.00	25.13	25.13	-9402.91	422.29	-68.68	6.60

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 _{rm} <mm>	Φ	A _s <cmq>	A _{c eff} <cmq>	σ_s <daN/cmq>	σ_{sr} <daN/cmq>	ϵ_{sm}	w _k <mm>
29	0.45	20	SLE Q	1	5	3	45.00	-9402.91	45.00	84.29	0.21	195.72	20.00	25.13	1339.28	422.29	2311.33	0.08	0.03
35	0.45	32	SLE F	1	5	3	45.00	-10065.40	45.00	84.29	0.21	195.72	20.00	25.13	1339.28	452.04	2311.33	0.09	0.03
69	4.35	20	SLE Q	1	5	3	435.00	-11387.30	45.00	84.29	0.21	195.72	20.00	25.13	1339.28	511.41	2311.33	0.10	0.03
73	4.35	25	SLE F	1	5	3	435.00	-11653.20	45.00	84.29	0.21	195.72	20.00	25.13	1339.28	523.35	2311.33	0.10	0.03
105	5.25	20	SLE Q	1	5	3	525.00	-9402.91	45.00	84.29	0.21	195.72	20.00	25.13	1339.28	422.29	2311.33	0.08	0.03
109	5.25	25	SLE F	1	5	3	525.00	-9626.16	45.00	84.29	0.21	195.72	20.00	25.13	1339.28	432.32	2311.33	0.08	0.03

Staffatura ala, ferri di suola e ferri di fianco - Verifiche armatura

CC	X0 <m>	X1 <m>	Lung. <m>	Staff.	AfE St. ala <cmq/m>	AfT St. ala <cmq/m>
----	-----------	-----------	--------------	--------	------------------------	------------------------

Relazione di calcolo fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	00 D 78	CL	FA 09 00 001	C	22 di 38

28 SLU	0.45	1.45	1.00	ø8/10 2 br.	10.05	0.50
28 SLU	1.45	4.25	2.80	ø8/10 2 br.	10.05	0.50
28 SLU	4.25	5.25	1.00	ø8/10 2 br.	10.05	0.50

8.1.2 VERIFICA A TAGLIO

Si procede alla verifica di resistenza considerando il massimo valore del taglio massimo:

$$V_{Ed} = 1,1 V_{sis} = 128.77 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = V_{slu} = 128.77 \text{ kN}$$

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
13 SND	0.45	1.45	1.00	ø8/10 2 br.	10.05	0.70	12877.00	2.50	83642.90	144834.00	83642.90	6.50
13 SND	1.45	4.25	2.80	ø8/10 2 br.	10.05	0.70	12877.00	2.50	83642.90	144834.00	83642.90	6.50
5 SND	4.25	5.25	1.00	ø8/10 2 br.	10.05	0.70	12877.00	2.50	83642.90	144834.00	83642.90	6.50

8.2 VERIFICA DEI CEDIMENTI

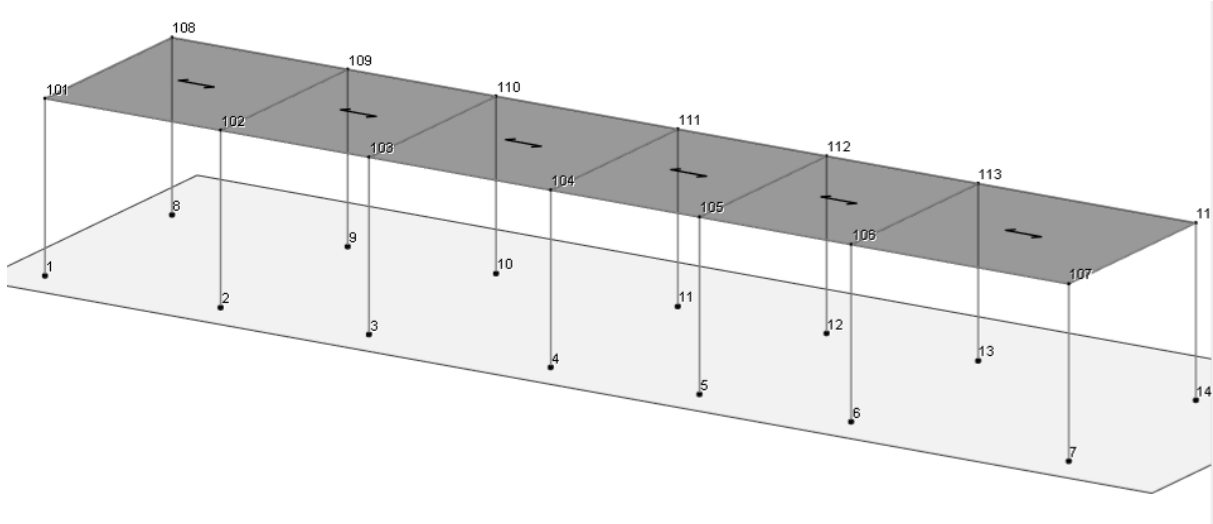
Combinazione di riferimento: SLE Frequente CC27.

Nodo	CC	TCC	Fx <kN>	Fy <kN>	Fz <kN>	Mx <kNm>	My <kNm>	Mz <kNm>
1	27	SLE F	1.914	18.899	89.032	-26.487	2.721	0.000
11	27	SLE F	-0.943	-18.065	133.168	25.777	-1.360	0.000
14	27	SLE F	-3.236	-21.898	102.035	30.689	-4.627	0.000

Si considerano i cedimenti differenziali al piede dei pilastri ai nodi 1,11,14

Relazione di calcolo fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	00 D 78	CL	FA 09 00 001	C	23 di 38



Si assume che lo strato su cui viene attestata la fondazione abbia uno spessore di 4.0 m e le seguenti caratteristiche meccaniche:

$E = 30000 \text{ kPa}$

Coeff. Poisson $\nu = 0.33$

Si conduce il calcolo con il metodo edometrico considerando, per ciascun pilastro, il nodo ove si innesta la trave di fondazione su cui scarica le azioni la sovrastruttura.

Relazione di calcolo fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	00 D 78	CL	FA 09 00 001	C	24 di 38

8.2.1 PILASTRO NODO 1

GEOMETRIA FONDAZIONE: dati di calcolo					
FONDAZIONE NASTRIFORME	combinazione SLE frequente				
	B (m)	L (m)	N (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)
	1.50	6.00	89.0	26.48	2.720

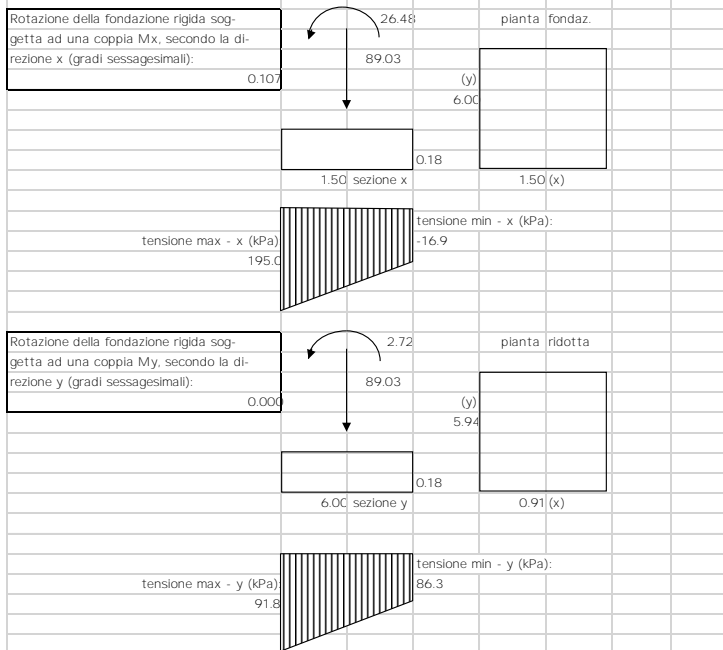
CALCOLO CEDIMENTI DI FONDAZIONI SUPERFICIALI

PARAMETRI GEOTECNICI:	profondità (m)	spessore (m)	gamma t (kN/mc)	Eu (kPa)	E' (kPa)	Poisson u	Poisson v
Strato							
1 - Riporto	1.00	1.00	19.00	6325	5500	0.33	0.33
2 - L1	1.00	5.50	19.10	32200	28000	0.33	0.33
3 - substrato marnoso alterato	6.50	5.50	20.10	43700	38000	0.33	0.33
4 - substrato marnoso	12.00	-	21.60	48300	42000.0	0.4	0.2

TENSIONE GEOSTATICA:			
Gamma w (kN/mc):	0	Resistenza caratteristica del cls (kg/cmq):	300
Gamma t (kN/mc):	19.00	Modulo elastico del cls (kPa):	3.1E+07
profondità falda (m):	6	Modulo elastico del terreno (kPa):	6325
profondità piano di posa dal p.c. (m):	0.5	Coeff. di Poisson del terreno:	0.33
Tensione verticale geostatica (kPa):	9.50	Coeff. di Poisson del cls:	0.16
		Coeff. fondazione rigida (Kr):	10
		Spessore minimo fondazione rigida (m):	0.18
		Coeff. di Winkler finale (kN/mc):	20060

PARAMETRI GEOMETRICI:			
Larghezza fondazione secondo x (m):	1.50		
Larghezza fondazione secondo y (m):	6.00		
Carico verticale (kPa):	89		
Momento x (kNm):	26		
Momento y (kNm):	3		
Eccentricità del carico in x (m):	0.297		
Eccentricità del carico in y (m):	0.031		
Base ridotta fondazione in x (m):	0.905		
Base ridotta fondazione in y (m):	5.939		
Carico assiale (kPa):	149.06		
Carico netto (kPa):	139.56		

CEDIMENTI RISULTANTI	strato	1	2	3	totale	
Cedimento finale:		5.7	1.22	0.00	6.96	mm



Relazione di calcolo fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	00 D 78	CL	FA 09 00 001	C	25 di 38

8.2.2 PILASTRO NODO 11 INTERNO

GEOMETRIA FONDAZIONE: dati di calcolo					
FONDAZIONE NASTRIFORME	combinazione SLE frequente				
	B (m)	L (m)	N (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)
	1.50	6.00	133.2	25.77	1.360

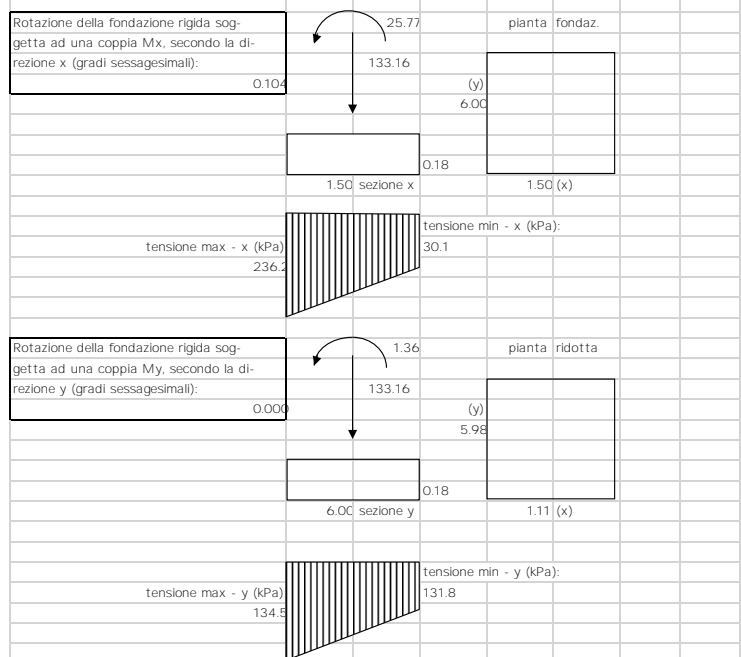
CALCOLO CEDIMENTI DI FONDAZIONI SUPERFICIALI

PARAMETRI GEOTECNICI:	profondità (m)	spessore (m)	gamma t (kN/mc)	Eu (kPa)	E' (kPa)	Poisson U	Poisson'
Strato							
1 - Riperto	1.00	1.00	19.00	6325	5500	0.33	0.33
2 - L1	1.00	5.50	19.10	32200	28000	0.33	0.33
3 - substrato marnoso alterato	6.50	5.50	20.10	43700	38000	0.33	0.33
4 - substrato marnoso	12.00	-	21.60	48300	42000.0	0.4	0.2

TENSIONE GEOSTATICA:			
Gamma w (kN/mc):	0	Resistenza caratteristica del cls (kg/cmq):	300
Gamma t (kN/mc):	19.00	Modulo elastico del cls (kPa):	3.1E+07
profondità falda (m):	6	Modulo elastico del terreno (kPa):	6325
profondità piano di posa dal p.c. (m):	0.5	Coeff. di Poisson del terreno:	0.33
Tensione verticale geostatica (kPa):	9.50	Coeff. di Poisson del cls:	0.16

PARAMETRI GEOMETRICI:			
Larghezza fondazione secondo x (m):	1.50	Spessore minimo fondazione rigida (m):	0.18
Larghezza fondazione secondo y (m):	6.00	Coeff. di Winkler finale (kN/mc):	17712
Carico verticale (kPa):	133		
Momento x (kNm):	26		
Momento y (kNm):	1		
Eccentricità del carico in x (m):	0.194		
Eccentricità del carico in y (m):	0.010		
Base ridotta fondazione in x (m):	1.113		
Base ridotta fondazione in y (m):	5.980		
Carico assiale (kPa):	180.08		
Carico netto (kPa):	170.58		

CEDIMENTI RISULTANTI	strato	1	2	3	totale	
Cedimento finale:		8.4	1.22	0.00	9.63	mm



Relazione di calcolo fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	00 D 78	CL	FA 09 00 001	C	26 di 38

8.2.3 PILASTRO NODO 14 DI ESTREMITA'

GEOMETRIA FONDAZIONE: dati di calcolo					
FONDAZIONE NASTRIFORME	combinazione SLE frequente				
	B (m)	L (m)	N (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)
	1.50	6.00	102.0	30.68	4.860

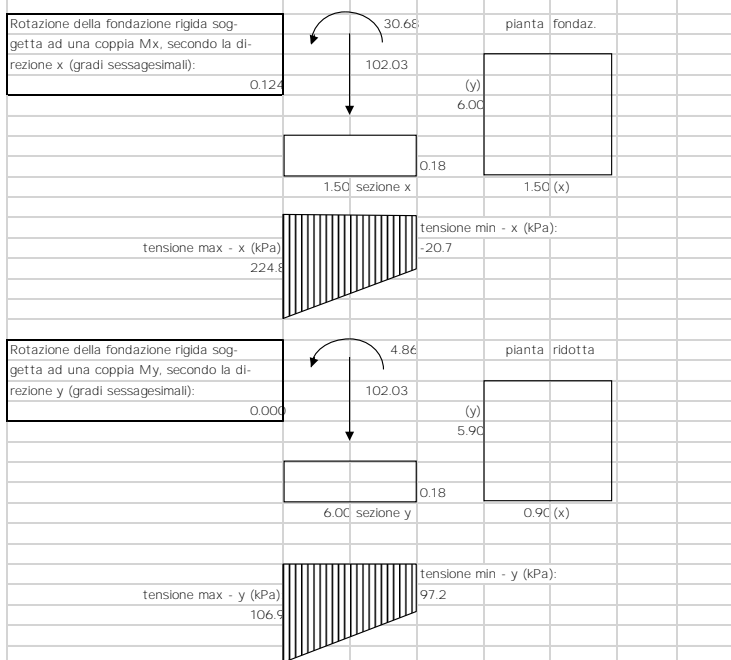
CALCOLO CEDIMENTI DI FONDAZIONI SUPERFICIALI

PARAMETRI GEOTECNICI:	profondità (m)	spessore (m)	gamma t (kN/mc)	Eu (kPa)	E' (kPa)	Poisson U	Poisson'
Strato							
1 - Riporto	1.00	1.00	19.00	6325	5500	0.33	0.33
2 - L1	1.00	5.50	19.10	32200	28000	0.33	0.33
3 - substrato marnoso alterato	6.50	5.50	20.10	43700	38000	0.33	0.33
4 - substrato marnoso	12.00	-	21.60	48300	42000.0	0.4	0.2

TENSIONE GEOSTATICA:		
Gamma w (kN/mc):	0	Resistenza caratteristica del cls (kg/cmq): 300
Gamma t (kN/mc):	19.00	Modulo elastico del cls (kPa): 3.1E+07
profondità falda (m):	6	Modulo elastico del terreno (kPa): 6325
profondità piano di posa dal p.c. (m):	0.5	Coeff. di Poisson del terreno: 0.33
Tensione verticale geostatica (kPa):	9.50	Coeff. di Poisson del cls: 0.16

PARAMETRI GEOMETRICI:		
Larghezza fondazione secondo x (m):	1.50	Coeff. di Winkler finale (kN/mc): 20704
Larghezza fondazione secondo y (m):	6.00	
Carico verticale (kPa):	102	
Momento x (kNm):	31	
Momento y (kNm):	5	
Eccentricità del carico in x (m):	0.301	
Eccentricità del carico in y (m):	0.048	
Base ridotta fondazione in x (m):	0.899	
Base ridotta fondazione in y (m):	5.905	
Carico assiale (kPa):	173.06	
Carico netto (kPa):	163.56	

CEDIMENTI RISULTANTI	strato	1	2	3	totale	
Cedimento finale:		6.7	1.22	0.00	7.90	mm



8.2.4 CEDIMENTI AMMISSIBILI PER LE STRUTTURE A TELAIO IN C.A. E CONFRONTO CON I VALORI CALCOLATI

Secondo quanto reperibile nella letteratura specifica si ha:

TABELLA 13.1 - Cedimenti ammissibili dalle strutture (Sowers 1962).

Tipo di movimento	Fattore limitante	Cedimenti massimi (cm)
Cedimento assoluto o rigido	Fognature ecc.	(¹) 15 ÷ 30 (²)
	Livello d'ingresso scale ecc.	30 ÷ 60
	Probabilità di cedimenti non uniformi:	
	Strutture murarie	2 ÷ 5
	Strutture intelaiate	2 ÷ 10
	Fumaioli, silos ecc.	10 ÷ 30
Rotazione rigida od inclinazione	Fumaioli, torri ecc.	4‰ h
	Accatastamento di merci	10‰ h
	Rotaie per gru	3‰ h
	Macchine tessili	3‰ h
	Turbogeneratori	0,2‰ h
Cedimento differenziale e distorsione	Muri di mattoni continui, alti	0,5 ÷ 1‰ l (³)
	Lesioni di muri di mattoni di edifici di un piano	1 ÷ 2‰ l
	Lesione degli intonaci	1‰ l
	Strutture intelaiate in c.a.	2 ÷ 4‰ l
	Strutture a setti in c.a.	3‰ l
	Strutture intelaiate continue in acciaio	2‰ l
	Telaio semplice in acciaio	5‰ l

(²) Il valore limite superiore vale per strutture tolleranti i cedimenti e/o per andamento di questi regolare.

(³) l = distanza tra due pilastri adiacenti o fra due punti che cedano differenzialmente con ced. differenziale espresso in millesimi (cm/10 m).

Ad es. una struttura intelaiata in c.a. con luci di 5 m accetterebbe un cedimento differenziale fra due pilastri adiacenti, pari a:

$$\Delta w_{\text{amm}} = \frac{(2+4)}{1000} \cdot 500 = (1+2) \text{ cm} \quad (13.18)$$

Schema per il calcolo dei cedimenti differenziali e per il confronto con i valori massimi ammissibili: si considerano i cedimenti tra i tre pilastri della struttura considerando la luce minima tra le tre membrature pari a L=600 cm:

$$\Delta w = 3/1000 \times 600 = 1.80 \text{ cm}$$

Relazione di calcolo fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	00 D 78	CL	FA 09 00 001	C	28 di 38

I valori dei cedimenti sono ampiamente inferiori ai massimi ammissibili in quanto:

$$w_a - w_b = 0.696 - 0.963 = - 0.267 \text{ cm} < 1.80 \text{ cm}$$

$$w_b - w_c = 0.963 - 0.790 = 0.173 \text{ cm} < 1.80 \text{ cm}$$

$$w_a - w_c = 0.696 - 0.790 = 0.094 \text{ cm} < 1.80 \text{ cm}$$

8.3 VERIFICA DI CAPACITÀ PORTANTE

Trattandosi di terreno incoerente, la verifica di capacità portante sarà condotta solo in termini di tensioni efficaci, falda a 5.50 m dal piano campagna, angolo d'attrito interno pari a 23° e $g=18 \text{ kN/m}^3$

Si utilizza l'approccio 2 (A1+M1+R3).

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,8$	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,1$	$\gamma_R = 1,1$

Fase sismica SLV - Azioni compressive

Nodo	CC	TCC	Fx <kN>	Fy <kN>	Fz <kN>	Mx <kNm>	My <kNm>	Mz <kNm>
1	1	SLV	11.236	38.613	109.31	-9.386	23.9	-0.351
8	1	SLV	12.215	1.491	101.68	42.639	26.071	-0.351

Azioni globali alla base

$$NE = 210.99 \text{ KN}$$

$$MI = 52.02 \text{ KNxm}$$

$$TI = 40.10 \text{ KN}$$

Relazione di calcolo fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	00 D 78	CL	FA 09 00 001	C	29 di 38

Fase statica SLU - Azioni complessive

Nodo	CC	TCC	Fx <kN>	Fy <kN>	Fz <kN>	Mx <kNm>	My <kNm>	Mz <kNm>
1	25	SLU	2.658	30.424	134.623	-42.639	3.778	0.000
8	25	SLU	13.313	31.996	139.839	-44.842	15.173	0.000

Azioni globali alla base

NE = 274.46 KN

MI = 87.48 KNxm

TI = 62.42 KN

Di seguito le verifiche condotte.

8.3.1 PORTANZA TERRENO IN FASE SISMICA SLV

Fondazioni Dirette Verifica in tensioni efficaci

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

D = Profondità del piano di appoggio

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

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

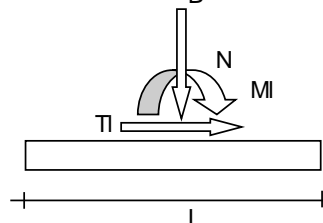
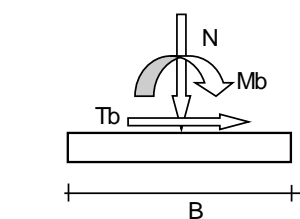
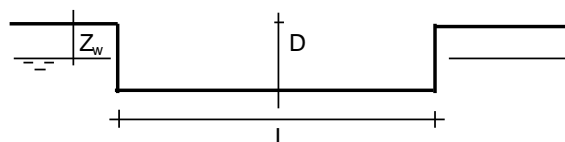
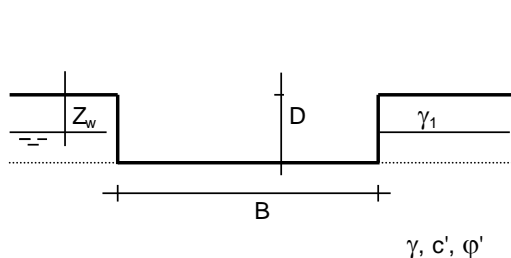
B^* = Larghezza fittizia della fondazione ($B^* = B - 2 \cdot e_B$)

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

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

coefficienti parziali

Metodo di calcolo	azioni		proprietà del terreno		resistenze		
	permanenti	temporanee variabili	$\tan \varphi'$	c'	q_{lim}	scorr	
Stato Limite Ultimo	A1+M1+R1	○	1,30	1,50	1,00	1,00	1,00
	A2+M2+R2	○	1,00	1,30	1,25	1,25	1,80
	SISMA	○	1,00	1,00	1,25	1,25	1,80
	A1+M1+R3	○	1,30	1,50	1,00	1,00	2,30
	SISMA	⊙	1,00	1,00	1,00	1,00	2,30
Tensioni Ammissibili	○	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	3,00
Definiti dal Progettista	○	1,00	1,00	1,25	1,25	2,30	1,00

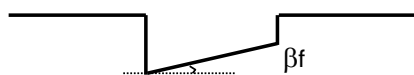


(Per fondazione nastriforme L = 100 m)

B = 1,50 (m)
 L = 6,00 (m)
 D = 1,00 (m)

Relazione di calcolo fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	00 D 78	CL	FA 09 00 001	C	31 di 38



$$\beta_f = 0,00 \text{ (}^\circ\text{)}$$



$$\beta_p = 0,00 \text{ (}^\circ\text{)}$$

AZIONI

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	210,99	0,00	210,99
Mb [kNm]	0,00	0,00	0,00
Ml [kNm]	52,02	0,00	52,02
Tb [kN]	0,00	0,00	0,00
Tl [kN]	40,10	0,00	40,10
H [kN]	40,10	0,00	40,10

Peso unità di volume del terreno

$$\gamma_1 = 18,00 \text{ (kN/mc)}$$

$$\gamma = 18,00 \text{ (kN/mc)}$$

Valori caratteristici di resistenza del terreno

$$c' = 4,00 \text{ (kN/mq)}$$

$$\varphi' = 23,00 \text{ (}^\circ\text{)}$$

Valori di progetto

$$c' = 4,00 \text{ (kN/mq)}$$

$$\varphi' = 23,00 \text{ (}^\circ\text{)}$$

Profondità della falda

$$Z_w = 5,50 \text{ (m)}$$

$$e_B = 0,00 \text{ (m)}$$

$$e_L = 0,25 \text{ (m)}$$

$$B^* = 1,50 \text{ (m)}$$

$$L^* = 5,51 \text{ (m)}$$

q : sovraccarico alla profondità D

$$q = 18,00 \text{ (kN/mq)}$$

 γ : peso di volume del terreno di fondazione

$$\gamma = 18,00 \text{ (kN/mc)}$$

Nc, Nq, Ny : coefficienti di capacità portante

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

$$N_q = 8,66$$

$$N_c = (N_q - 1) / \tan \varphi'$$

$$N_c = 18,05$$

$$N_y = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \varphi'$$

$$N_y = 8,20$$

Relazione di calcolo fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	00 D 78	CL	FA 09 00 001	C	32 di 38

 s_c, s_q, s_γ : fattori di forma

$$s_c = 1 + B \cdot N_q / (L \cdot N_c)$$

$$s_c = 1,13$$

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

$$s_q = 1,12$$

$$s_\gamma = 1 - 0,4 \cdot B^* / L^*$$

$$s_\gamma = 0,89$$

 i_c, i_q, i_γ : fattori di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 1,79 \quad \theta = \arctg(T_b/T_l) = 0,00 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 1,21 \quad m = 1,21 \quad (-)$$

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

$$i_q = (1 - H / (N + B^* L^* c' \cotg \varphi'))^m$$

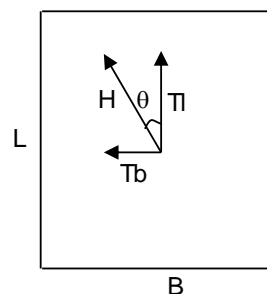
$$i_q = 0,83$$

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

$$i_c = 0,81$$

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

$$i_\gamma = 0,72$$


 d_c, d_q, d_γ : fattori di profondità del piano di appoggio

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

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

$$d_q = 1,21$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$d_c = 1,24$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_\gamma = 1,00$$

Relazione di calcolo fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	00 D 78	CL	FA 09 00 001	C	33 di 38

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

$$b_q = (1 - \beta_f \tan \varphi')^2 \quad \beta_f + \beta_p = 0,00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_q = 1,00$$

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

$$b_c = 1,00$$

$$b_\gamma = b_q$$

$$b_\gamma = 1,00$$

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

$$g_q = (1 - \tan \beta_p)^2 \quad \beta_f + \beta_p = 0,00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_q = 1,00$$

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

$$g_c = 1,00$$

$$g_\gamma = g_q$$

$$g_\gamma = 1,00$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 328,47 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

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

$$q = 25,54 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Verifica di sicurezza capacità portante

$$q_{lim} / \gamma_R = 142,81 \geq q = 25,54 \quad (\text{kN/m}^2)$$

VERIFICA A SCORRIMENTO
Carico agente

$$H_d = 40,10 \quad (\text{kN})$$

Azione Resistente

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

$$S_d = 122,60 \quad (\text{kN})$$

Verifica di sicurezza allo scorrimento

$$S_d / \gamma_R = 111,45 \geq H_d = 40,10 \quad (\text{kN})$$

Relazione di calcolo fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	00 D 78	CL	FA 09 00 001	C	34 di 38

8.3.2 PORTANZA TERRENO IN FASE STATICA SLU

Fondazioni Dirette Verifica in tensioni efficaci

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

D = Profondità del piano di appoggio

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

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

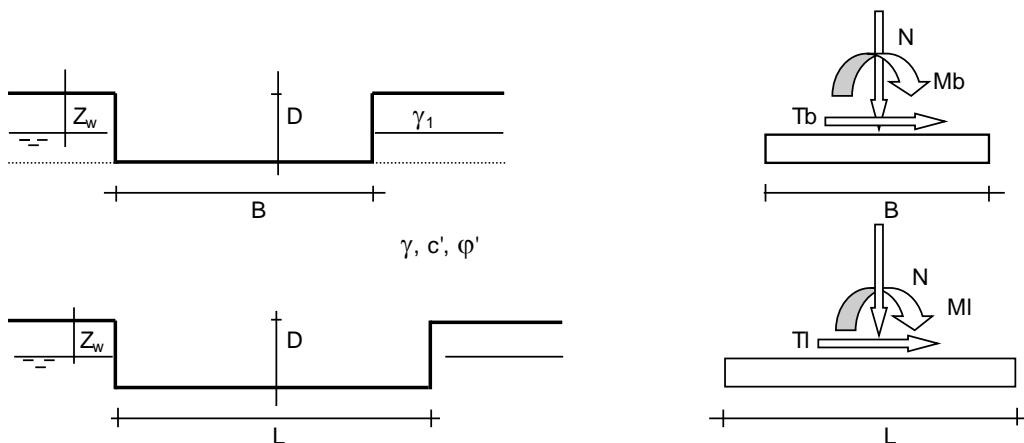
B^* = Larghezza fittizia della fondazione ($B^* = B - 2 \cdot e_B$)

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

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

coefficienti parziali

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

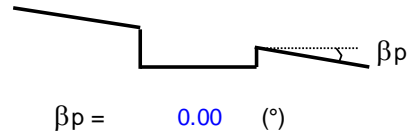
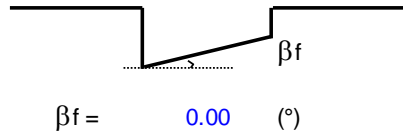


(Per fondazione nastriforme $L = 100$ m)

B = 1.50 (m)
 L = 6.00 (m)
 D = 1.00 (m)

Relazione di calcolo fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	00 D 78	CL	FA 09 00 001	C	35 di 38


AZIONI

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	274.46	0.00	356.80
Mb [kNm]	0.00	0.00	0.00
MI [kNm]	87.48	0.00	113.72
Tb [kN]	0.00	0.00	0.00
TI [kN]	62.42	0.00	81.15
H [kN]	62.42	0.00	81.15

Peso unità di volume del terreno

$$\gamma_1 = 18.00 \text{ (kN/mc)}$$

$$\gamma = 18.00 \text{ (kN/mc)}$$

Valori caratteristici di resistenza del terreno

$$c' = 4.00 \text{ (kN/mq)}$$

$$\varphi' = 23.00 \text{ (}^\circ\text{)}$$

Valori di progetto

$$c' = 4.00 \text{ (kN/mq)}$$

$$\varphi' = 23.00 \text{ (}^\circ\text{)}$$

Profondità della falda

$$Z_w = 5.50 \text{ (m)}$$

$$e_B = 0.00 \text{ (m)}$$

$$e_L = 0.32 \text{ (m)}$$

$$B^* = 1.50 \text{ (m)}$$

$$L^* = 5.36 \text{ (m)}$$

q : sovraccarico alla profondità D

$$q = 18.00 \text{ (kN/mq)}$$

 γ : peso di volume del terreno di fondazione

$$\gamma = 18.00 \text{ (kN/mc)}$$

Nc, Nq, Ny : coefficienti di capacità portante

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

$$N_q = 8.66$$

$$N_c = (N_q - 1) / \tan \varphi'$$

$$N_c = 18.05$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \varphi'$$

$$N_\gamma = 8.20$$

Relazione di calcolo fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	00 D 78	CL	FA 09 00 001	C	36 di 38

 s_c, s_q, s_γ : fattori di forma

$$s_c = 1 + B \cdot N_q / (L \cdot N_c)$$

$$s_c = 1.13$$

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

$$s_q = 1.12$$

$$s_\gamma = 1 - 0,4 \cdot B / L$$

$$s_\gamma = 0.89$$

 i_c, i_q, i_γ : fattori di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 1.78 \quad \theta = \arctg(T_b / T_l) = 0.00 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 1.22 \quad m = 1.22 \quad (-)$$

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

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

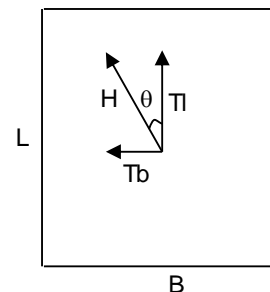
$$i_q = 0.78$$

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

$$i_c = 0.75$$

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

$$i_\gamma = 0.63$$


 d_c, d_q, d_γ : fattori di profondità del piano di appoggio

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

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

$$d_q = 1.21$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$d_c = 1.24$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_\gamma = 1.00$$

Relazione di calcolo fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	00 D 78	CL	FA 09 00 001	C	37 di 38

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

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

$$b_q = 1.00$$

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

$$b_c = 1.00$$

$$b_\gamma = b_q$$

$$b_\gamma = 1.00$$

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

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

$$g_q = 1.00$$

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

$$g_c = 1.00$$

$$g_\gamma = g_q$$

$$g_\gamma = 1.00$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 301.59 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

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

$$q = 44.36 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Verifica di sicurezza capacità portante

$$q_{lim} / \gamma_R = 131.13 \geq q = 44.36 \quad (\text{kN/m}^2)$$

VERIFICA A SCORRIMENTO
Carico agente

$$H_d = 81.15 \quad (\text{kN})$$

Azione Resistente

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

$$S_d = 183.63 \quad (\text{kN})$$

Verifica di sicurezza allo scorrimento

$$S_d / \gamma_R = 166.94 \geq H_d = 81.15 \quad (\text{kN})$$

Relazione di calcolo fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	00 D 78	CL	FA 09 00 001	C	38 di 38

9 CONCLUSIONI

Con la presente relazione si è proceduto al progetto e alla verifica delle opere di fondazione allo stato limite ultimo e allo stato limite di esercizio del “Fabbricato PPM Mercatello”.

**PPM MERCATELLO - ALLEGATO TABULATI DI CALCOLO
STRUTTURE IN FONDAZIONE**

Geometria.....	2
Elenco vincoli nodi	2
Risultati del calcolo.....	2
Tensioni sul terreno	2
Verifiche e armature travi.....	2
Travata n. 508	3
Travata n. 509	4
Travata n. 510	5
Travata n. 511	7
Travata n. 512	9
Travata n. 513	9
Travata n. 514	10
Travata n. 515	11
Travata n. 516	11

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>	<m>	<m>	<m>	<m>	<m>		<m>	<m>	<daN/cm²>
1	Libero	L	L	L	L	L	L				
3	El. sew 110001	B	B	L	L	L	B				

Risultati del calcolo

Tensioni sul terreno

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)
 σ_t = Tensione sul terreno

Nodo		CC	TCC	σ_t
				<daN/cm²>
1	Max	5	SLV	0.72
3	Max	28	SLU	0.51
5	Max	28	SLU	0.52
7	Max	13	SLV	0.63
9	Max	13	SLV	0.52
11	Max	21	SLU	0.49
13	Max	5	SLV	0.51
1	Min.	13	SLV	-0.00
3	Min.	13	SLV	0.23
5	Min.	5	SLV	0.22
7	Min.	5	SLV	0.10
9	Min.	5	SLV	0.16
11	Min.	5	SLV	0.24
13	Min.	13	SLV	0.17
2	Max	28	SLU	0.52
4	Max	28	SLU	0.51
6	Max	28	SLU	0.52
8	Max	13	SLV	0.72
10	Max	21	SLU	0.48
12	Max	21	SLU	0.49
14	Max	5	SLV	0.63
2	Min.	13	SLV	0.16
4	Min.	13	SLV	0.24
6	Min.	5	SLV	0.17
8	Min.	5	SLV	-0.00
10	Min.	5	SLV	0.23
12	Min.	13	SLV	0.22
14	Min.	13	SLV	0.10

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'ydy = Momento resistente massimo in campo sostanzialmente elastico intorno all'asse Y

Relazione di calcolo

MRdy	=Momento resistente allo stato limite ultimo intorno all'asse Y
Sic.	=Sicurezza a rottura
σ_f sup	=Tensione nel ferro - superiore
σ_f inf	=Tensione nel ferro - inferiore
σ_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 θ	=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
AfE St. ala	=Area di ferro effettiva della staffatura d'ala
AfT St. ala	=Area di ferro teorica della staffatura d'ala
c	=Ricoprimento dell'armatura
s	=Distanza minima tra le barre
K3	=Coefficiente di forma del diagramma delle tensioni prima della fessurazione
s_{rm}	=Distanza media tra le fessure
Φ	=Diametro della barra
A_s	=Area complessiva dei ferri nell'area di calcestruzzo efficace
$A_{c\ eff}$	=Area di calcestruzzo efficace
σ_s	=Tensione nell'acciaio nella sezione fessurata
σ_{sr}	=Tensione nell'acciaio corrispondente al raggiungimento della resistenza a trazione nel calcestruzzo
ϵ_{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
b	=Base inferiore
H	=Altezza
h	=Altezza parte inf.
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. 508

Nodi: 6 13

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Sez.	Tipo	B <cm>	b <cm>	H <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>
5T		70.00	150.00	50.00	50.00	5.50	5.50	C25/30	249.00	17.91	141.10	11.94	B450C	4500.00	3913.04

Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione

Xg <cm>	CC	TCCEl	X <cm>	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	AfEP S <cmq>	AfEP I <cmq>	My <daNm>	MRdy <daNm>	Sic.
0.4528	SLU	1	45.00	25.13	25.13	25.13	25.13	-19753.50	-90564.50	4.585
5.2521	SLU	1	525.00	25.13	25.13	25.13	25.13	-16455.60	-90564.50	5.504

Stato limite elastico - Verifiche a flessione/pressoflessione

Xg <cm>	CC	TCCEl	X <cm>	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	AfEP S <cmq>	AfEP I <cmq>	My <daNm>	M'ydy <daNm>	Sic.
0.4513	SND	1	45.00	25.13	25.13	25.13	25.13	-29395.20	-86926.10	2.957
5.255	SND	1	525.00	25.13	25.13	25.13	25.13	-29395.20	-86926.10	2.957

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Relazione di calcolo

Xg <m>	CC	TCC	El	X <cm>	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	My <daNm>	σ_f sup <daN/cmq>	σ_f inf <daN/cmq>	σ_c <daN/cmq>
0.45	30	SLE R	1	45.00	25.13	25.13	-14039.70	630.53	-102.55	9.86
0.45	20	SLE Q	1	45.00	25.13	25.13	-10189.40	457.61	-74.43	7.15
5.25	23	SLE R	1	525.00	25.13	25.13	-11841.00	531.79	-86.49	8.31
5.25	20	SLE Q	1	525.00	25.13	25.13	-10189.40	457.61	-74.43	7.15

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_{cm} <mm>	Φ	A_s <cmq>	A_c eff <cmq>	σ_s <daN/cmq>	σ_{sr} <daN/cmq>	ϵ_{sm}	Wk <mm>
29	0.45	20	SLE Q	1	5	3	45.00	-10189.40	45.00	84.29	0.21	195.72	20.00	25.13	1339.28	457.61	2311.33	0.09	0.03
35	0.45	32	SLE F	1	5	3	45.00	-10818.90	45.00	84.29	0.21	195.72	20.00	25.13	1339.28	485.88	2311.33	0.09	0.03
65	5.25	20	SLE Q	1	5	3	525.00	-10189.40	45.00	84.29	0.21	195.72	20.00	25.13	1339.28	457.61	2311.33	0.09	0.03
69	5.25	25	SLE F	1	5	3	525.00	-10379.20	45.00	84.29	0.21	195.72	20.00	25.13	1339.28	466.14	2311.33	0.09	0.03

Staffe - Verifiche armatura

CC	X0 <m>	X1 <m>	Lung. <m>	Staff.	AfE St. <cmq/m>	bw <cm>	Vsdu <daN>	ctg θ	VRsd <daN>	VRcd <daN>	Vrdu <daN>	Sic.T
5 SND	0.45	1.45	1.00	ø8/10 2 br.	10.05	0.70	12655.20	2.50	83642.90	144834.00	83642.90	6.61
5 SND	1.45	4.25	2.80	ø8/10 2 br.	10.05	0.70	11857.90	2.50	83642.90	144834.00	83642.90	7.05
13 SND	4.25	5.25	1.00	ø8/10 2 br.	10.05	0.70	12655.20	2.50	83642.90	144834.00	83642.90	6.61

Staffatura ala, ferri di suola e ferri di fianco - Verifiche armatura

CC	X0 <m>	X1 <m>	Lung. <m>	Staff.	AfE St. ala <cmq/m>	AfT St. ala <cmq/m>
28 SLU	0.45	1.45	1.00	ø8/10 2 br.	10.05	0.45
28 SLU	1.45	4.25	2.80	ø8/10 2 br.	10.05	0.45
28 SLU	4.25	5.25	1.00	ø8/10 2 br.	10.05	0.45

Travata n. 509

Nodi: 7 14

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Sez.	Tipo	B <cm>	b <cm>	H <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>
5T		70.00	150.00	50.00	50.00	5.50	5.50	C25/30	249.00	17.91	141.10	11.94	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.
0.45	28	SLU	1	45.00	25.13	25.13	25.13	25.13	-18556.60	-90564.50	4.880
5.25	21	SLU	1	525.00	25.13	25.13	25.13	25.13	-15640.10	-90564.50	5.791

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.
0.45	13	SND	1	45.00	25.13	25.13	25.13	25.13	-22482.10	-86926.10	3.866
5.25	5	SND	1	525.00	25.13	25.13	25.13	25.13	-22482.00	-86926.10	3.866

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Xg <m>	CC	TCC	El	X <cm>	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	My <daNm>	σ_f sup <daN/cmq>	σ_f inf <daN/cmq>	σ_c <daN/cmq>
0.45	30	SLE R	1	45.00	25.13	25.13	-13238.70	594.56	-96.70	9.29
0.45	20	SLE Q	1	45.00	25.13	25.13	-9905.62	444.87	-72.35	6.95
5.25	23	SLE R	1	525.00	25.13	25.13	-11294.40	507.24	-82.50	7.93
5.25	20	SLE Q	1	525.00	25.13	25.13	-9905.62	444.87	-72.35	6.95

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_{cm} <mm>	Φ	A_s <cmq>	A_c eff <cmq>	σ_s <daN/cmq>	σ_{sr} <daN/cmq>	ϵ_{sm}	Wk <mm>
31	0.45	20	SLE Q	1	5	3	45.00	-9905.62	45.00	84.29	0.21	195.72	20.00	25.13	1339.28	444.87	2311.33	0.09	0.03
37	0.45	32	SLE F	1	5	3	45.00	-10454.60	45.00	84.29	0.21	195.72	20.00	25.13	1339.28	469.52	2311.33	0.09	0.03
69	5.25	20	SLE Q	1	5	3	525.00	-9905.62	45.00	84.29	0.21	195.72	20.00	25.13	1339.28	444.87	2311.33	0.09	0.03
73	5.25	25	SLE F	1	5	3	525.00	-10065.70	45.00	84.29	0.21	195.72	20.00	25.13	1339.28	452.06	2311.33	0.09	0.03

Staffe - Verifiche armatura

CC	X0 <m>	X1 <m>	Lung. <m>	Staff.	AfE St. <cmq/m>	bw <cm>	Vsdu <daN>	ctg θ	VRsd <daN>	VRcd <daN>	Vrdu <daN>	Sic.T
5 SND	0.45	1.45	1.00	ø8/10 2 br.	10.05	0.70	10269.60	2.50	83642.90	144834.00	83642.90	8.14
5 SND	1.45	4.25	2.80	ø8/10 2 br.	10.05	0.70	10041.40	2.50	83642.90	144834.00	83642.90	8.33
13 SND	4.25	5.25	1.00	ø8/10 2 br.	10.05	0.70	10269.60	2.50	83642.90	144834.00	83642.90	8.14

Staffatura ala, ferri di suola e ferri di fianco - Verifiche armatura

CC	X0 <m>	X1 <m>	Lung. <m>	Staff.	AfE St. ala <cmq/m>	AfT St. ala <cmq/m>
28 SLU	0.45	1.45	1.00	ø8/10 2 br.	10.05	0.49
28 SLU	1.45	4.25	2.80	ø8/10 2 br.	10.05	0.49

Relazione di calcolo

28 SLU	4.25	5.25	1.00	ø8/10 2 br.	10.05	0.49
--------	------	------	------	-------------	-------	------

Travata n. 510

Nodi: 1 2 3 4 5 6 7

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Sez.	Tipo	B <cm>	b <cm>	H <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>
5T		70.00	150.00	50.00	50.00	5.50	5.50	C25/30	249.00	17.91	141.10	11.94	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	28	SLU	1	15.00	25.13	25.13	25.13	25.13	-8438.06	-90564.50	10.733
2.09	28	SLU	1	208.82	25.13	25.13	25.13	25.13	-11344.70	-90564.50	7.983
4.54	28	SLU	1	454.00	25.13	25.13	25.13	25.13	-7938.72	-90564.50	11.408
5.14	17	SLU	2	30.00	25.13	25.13	25.13	25.13	3956.23	88971.20	22.489
6.65	28	SLU	2	181.01	50.27	50.27	50.27	50.27	-2506.65	-178156.00	71.073
8.63	21	SLU	2	379.00	25.13	25.13	25.13	25.13	5607.10	88971.20	15.868
9.23	28	SLU	3	30.00	25.13	25.13	25.13	25.13	4851.08	88971.20	18.340
13.64	21	SLU	3	471.00	25.13	25.13	25.13	25.13	5696.00	88971.20	15.620
14.24	28	SLU	4	30.00	25.13	25.13	25.13	25.13	5277.06	88971.20	16.860
16.36	21	SLU	4	242.28	25.13	25.13	25.13	25.13	3245.15	88971.20	27.417
17.74	21	SLU	4	380.00	25.13	25.13	25.13	25.13	5153.11	88971.20	17.265
18.34	28	SLU	5	30.00	25.13	25.13	25.13	25.13	4745.40	88971.20	18.749
22.07	28	SLU	5	403.00	25.13	25.13	25.13	25.13	9313.38	88971.20	9.553
22.37	28	SLU	6	15.00	25.13	25.13	25.13	25.13	8216.67	88971.20	10.828
24.59	28	SLU	6	236.67	25.13	25.13	25.13	25.13	-15443.00	-90564.50	5.864
28.07	28	SLU	6	585.00	25.13	25.13	25.13	25.13	-11197.40	-90564.50	8.088

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	25.13	25.13	25.13	25.13	-12409.90	-86926.10	7.005
2.09	5	SND	1	208.82	25.13	25.13	25.13	25.13	-17849.20	-86926.10	4.870
4.54	5	SND	1	454.00	25.13	25.13	25.13	25.13	-17544.10	-86926.10	4.955
5.14	1	SND	2	30.00	25.13	25.13	25.13	25.13	13597.30	85429.00	6.283
6.65	9	SND	2	181.01	50.27	50.27	50.27	50.27	10975.20	168847.00	15.384
8.63	9	SND	2	379.00	25.13	25.13	25.13	25.13	9570.98	85429.00	8.926
9.23	1	SND	3	30.00	25.13	25.13	25.13	25.13	17219.20	85429.00	4.961
13.64	9	SND	3	471.00	25.13	25.13	25.13	25.13	16807.60	85429.00	5.083
14.24	1	SND	4	30.00	25.13	25.13	25.13	25.13	9682.91	85429.00	8.823
16.36	9	SND	4	242.28	25.13	25.13	25.13	25.13	9190.52	85429.00	9.295
17.74	9	SND	4	380.00	25.13	25.13	25.13	25.13	11380.80	85429.00	7.506
18.34	1	SND	5	30.00	25.13	25.13	25.13	25.13	14870.20	85429.00	5.745
22.07	13	SND	5	403.00	25.13	25.13	25.13	25.13	11359.50	85429.00	7.520
22.37	5	SND	6	15.00	25.13	25.13	25.13	25.13	9879.44	85429.00	8.647
24.59	13	SND	6	236.67	25.13	25.13	25.13	25.13	-18278.70	-86926.10	4.756
28.07	9	SND	6	585.00	25.13	25.13	25.13	25.13	-12829.70	-86926.10	6.775

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Xg <m>	CC	TCC	El	X <cm>	Afe S <cmq>	Afe I <cmq>	My <daNm>	σ _f sup <daN/cmq>	σ _f inf <daN/cmq>	σ _c <daN/cmq>	
0.15	30	SLE	R	1	15.00	25.13	25.13	-6089.59	273.49	-44.48	4.28
0.15	20	SLE	Q	1	15.00	25.13	25.13	-4853.22	217.96	-35.45	3.41
2.09	30	SLE	R	1	208.82	25.13	25.13	-8125.51	364.92	-59.35	5.70
2.09	20	SLE	Q	1	208.82	25.13	25.13	-5869.51	263.60	-42.87	4.12
4.54	30	SLE	R	1	454.00	25.13	25.13	-5628.89	252.80	-41.11	3.95
4.54	20	SLE	Q	1	454.00	25.13	25.13	-3388.19	152.17	-24.75	2.38
5.14	18	SLE	R	2	30.00	25.13	25.13	2847.30	-33.56	129.92	2.91
5.14	20	SLE	Q	2	30.00	25.13	25.13	2397.68	-28.26	109.40	2.45
6.65	30	SLE	R	2	181.01	50.27	50.27	-1758.90	40.07	-9.95	0.87
6.65	20	SLE	Q	2	181.01	50.27	50.27	926.80	-7.95	21.38	0.65
8.63	23	SLE	R	2	379.00	25.13	25.13	4047.18	-47.70	184.66	4.14
8.63	20	SLE	Q	2	379.00	25.13	25.13	3358.29	-39.58	153.23	3.43
9.23	30	SLE	R	3	30.00	25.13	25.13	3508.26	-41.35	160.07	3.59
9.23	20	SLE	Q	3	30.00	25.13	25.13	2957.70	-34.86	134.95	3.02
13.64	23	SLE	R	3	471.00	25.13	25.13	4104.80	-48.38	187.29	4.20
13.64	20	SLE	Q	3	471.00	25.13	25.13	3132.54	-36.92	142.93	3.20
14.24	30	SLE	R	4	30.00	25.13	25.13	3845.10	-45.32	175.44	3.93
14.24	20	SLE	Q	4	30.00	25.13	25.13	3328.69	-39.23	151.88	3.40
16.36	23	SLE	R	4	242.28	25.13	25.13	2369.69	-27.93	108.12	2.42
16.36	20	SLE	Q	4	242.28	25.13	25.13	1876.03	-22.11	85.60	1.92
17.74	23	SLE	R	4	380.00	25.13	25.13	3754.13	-44.25	171.29	3.84
17.74	20	SLE	Q	4	380.00	25.13	25.13	3056.75	-36.03	139.47	3.12
18.34	30	SLE	R	5	30.00	25.13	25.13	3485.02	-41.08	159.01	3.56
18.34	20	SLE	Q	5	30.00	25.13	25.13	3093.27	-36.46	141.14	3.16
22.07	30	SLE	R	5	403.00	25.13	25.13	6582.98	-77.59	300.37	6.73
22.07	20	SLE	Q	5	403.00	25.13	25.13	4754.24	-56.04	216.93	4.86

Relazione di calcolo

28 SLU	21.07	22.07	1.00	ø8/10 2 br.	10.05	0.45
28 SLU	22.37	23.37	1.00	ø8/10 2 br.	10.05	0.49
28 SLU	23.37	27.07	3.70	ø8/10 2 br.	10.05	0.49
28 SLU	27.07	28.07	1.00	ø8/10 2 br.	10.05	0.49

Travata n. 511

Nodi: 8 9 10 11 12 13 14

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Sez.	Tipo	B <cm>	b <cm>	H <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>
5T		70.00	150.00	50.00	50.00	5.50	5.50	C25/30	249.00	17.91	141.10	11.94	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	21	SLU	1	15.00	25.13	25.13	25.13	25.13	-8409.06	-90564.50	10.770
2.09	21	SLU	1	208.81	25.13	25.13	25.13	25.13	-9672.90	-90564.50	9.363
4.54	21	SLU	1	454.00	25.13	25.13	25.13	25.13	-5178.79	-90564.50	17.488
5.14	28	SLU	2	30.00	25.13	25.13	25.13	25.13	4410.23	88971.20	20.174
6.65	28	SLU	2	181.01	50.27	50.27	50.27	50.27	2332.03	176385.00	75.636
8.63	28	SLU	2	379.00	25.13	25.13	25.13	25.13	6116.20	88971.20	14.547
9.23	17	SLU	3	30.00	25.13	25.13	25.13	25.13	4700.79	88971.20	18.927
13.64	21	SLU	3	471.00	25.13	25.13	25.13	25.13	5696.00	88971.20	15.620
14.24	28	SLU	4	30.00	25.13	25.13	25.13	25.13	5158.65	88971.20	17.247
16.36	21	SLU	4	242.28	25.13	25.13	25.13	25.13	3245.14	88971.20	27.417
17.74	21	SLU	4	380.00	25.13	25.13	25.13	25.13	5153.11	88971.20	17.265
18.34	17	SLU	5	30.00	25.13	25.13	25.13	25.13	4741.35	88971.20	18.765
22.07	21	SLU	5	403.00	25.13	25.13	25.13	25.13	8104.21	88971.20	10.978
22.37	17	SLU	6	15.00	25.13	25.13	25.13	25.13	6752.92	88971.20	13.175
24.59	17	SLU	6	236.67	25.13	25.13	25.13	25.13	-13183.50	-90564.50	6.870
28.07	28	SLU	6	585.00	25.13	25.13	25.13	25.13	-9849.93	-90564.50	9.194

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	5	SND	1	15.00	25.13	25.13	25.13	25.13	-12409.90	-86926.10	7.005
2.09	13	SND	1	208.81	25.13	25.13	25.13	25.13	-17849.20	-86926.10	4.870
4.54	13	SND	1	454.00	25.13	25.13	25.13	25.13	-17544.10	-86926.10	4.955
5.14	9	SND	2	30.00	25.13	25.13	25.13	25.13	13597.30	85429.00	6.283
6.65	1	SND	2	181.01	50.27	50.27	50.27	50.27	10975.30	168847.00	15.384
8.63	1	SND	2	379.00	25.13	25.13	25.13	25.13	9570.98	85429.00	8.926
9.23	9	SND	3	30.00	25.13	25.13	25.13	25.13	17219.20	85429.00	4.961
13.64	1	SND	3	471.00	25.13	25.13	25.13	25.13	16807.60	85429.00	5.083
14.24	9	SND	4	30.00	25.13	25.13	25.13	25.13	9682.91	85429.00	8.823
16.36	1	SND	4	242.28	25.13	25.13	25.13	25.13	9190.51	85429.00	9.295
17.74	1	SND	4	380.00	25.13	25.13	25.13	25.13	11380.80	85429.00	7.506
18.34	9	SND	5	30.00	25.13	25.13	25.13	25.13	14870.20	85429.00	5.745
22.07	5	SND	5	403.00	25.13	25.13	25.13	25.13	11359.50	85429.00	7.520
22.37	13	SND	6	15.00	25.13	25.13	25.13	25.13	9879.44	85429.00	8.647
24.59	5	SND	6	236.67	25.13	25.13	25.13	25.13	-18278.70	-86926.10	4.756
28.07	1	SND	6	585.00	25.13	25.13	25.13	25.13	-12829.70	-86926.10	6.775

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Xg <m>	CC	TCC	El	X <cm>	Afe S <cmq>	Afe I <cmq>	My <daNm>	σ _f sup <daN/cmq>	σ _f inf <daN/cmq>	σ _c <daN/cmq>
0.15	23	SLE	R	15.00	25.13	25.13	-6070.26	272.62	-44.34	4.26
0.15	20	SLE	Q	15.00	25.13	25.13	-4853.23	217.96	-35.45	3.41
2.09	23	SLE	R	208.81	25.13	25.13	-7013.02	314.96	-51.22	4.92
2.09	20	SLE	Q	208.81	25.13	25.13	-5869.51	263.60	-42.87	4.12
4.54	30	SLE	R	1454.00	25.13	25.13	3271.85	-38.56	149.29	3.34
4.54	23	SLE	R	1454.00	25.13	25.13	-3788.94	170.16	-27.68	2.66
4.54	20	SLE	Q	1454.00	25.13	25.13	-3388.19	152.17	-24.75	2.38
5.14	30	SLE	R	230.00	25.13	25.13	3149.96	-37.13	143.73	3.22
5.14	20	SLE	Q	230.00	25.13	25.13	2397.68	-28.26	109.40	2.45
6.65	30	SLE	R	2181.01	50.27	50.27	1626.44	-13.95	37.51	1.14
6.65	20	SLE	Q	2181.01	50.27	50.27	926.80	-7.95	21.38	0.65
8.63	30	SLE	R	2379.00	25.13	25.13	4386.57	-51.70	200.15	4.48
8.63	20	SLE	Q	2379.00	25.13	25.13	3358.29	-39.58	153.23	3.43
9.23	18	SLE	R	330.00	25.13	25.13	3408.07	-40.17	155.50	3.48
9.23	20	SLE	Q	330.00	25.13	25.13	2957.70	-34.86	134.95	3.02
13.64	23	SLE	R	3471.00	25.13	25.13	4104.80	-48.38	187.29	4.20
13.64	20	SLE	Q	3471.00	25.13	25.13	3132.54	-36.92	142.93	3.20
14.24	30	SLE	R	430.00	25.13	25.13	3766.15	-44.39	171.84	3.85
14.24	20	SLE	Q	430.00	25.13	25.13	3328.69	-39.23	151.88	3.40
16.36	23	SLE	R	4242.28	25.13	25.13	2369.68	-27.93	108.12	2.42
16.36	20	SLE	Q	4242.28	25.13	25.13	1876.02	-22.11	85.60	1.92
17.74	23	SLE	R	4380.00	25.13	25.13	3754.13	-44.25	171.29	3.84
17.74	20	SLE	Q	4380.00	25.13	25.13	3056.75	-36.03	139.47	3.12

Relazione di calcolo

21 SLU	15.24	16.74	1.50	ø8/10 2 br.	10.05	0.42
21 SLU	16.74	17.74	1.00	ø8/10 2 br.	10.05	0.42
21 SLU	18.34	19.34	1.00	ø8/10 2 br.	10.05	0.42
21 SLU	19.34	21.07	1.73	ø8/10 2 br.	10.05	0.42
21 SLU	21.07	22.07	1.00	ø8/10 2 br.	10.05	0.42
21 SLU	22.37	23.37	1.00	ø8/10 2 br.	10.05	0.45
21 SLU	23.37	27.07	3.70	ø8/10 2 br.	10.05	0.45
21 SLU	27.07	28.07	1.00	ø8/10 2 br.	10.05	0.45

Travata n. 512

Nodi: 1 8

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Sez.	Tipo	B <cm>	b <cm>	H <cm>	h <cm>	Cf sup <cm>	Cf inf <cm>	Cls	Fck <daN/cm²>	Fctk <daN/cm²>	Fcd <daN/cm²>	Fctd <daN/cm²>	Tp	Fyk <daN/cm²>	Fyd <daN/cm²>
5T		70.00	150.00	50.00	50.00	5.50	5.50	C25/30	249.00	17.91	141.10	11.94	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.
0.45	28	SLU	1	45.00	25.13	25.13	25.13	25.13	-18586.30	-90564.50	4.873
4.35	21	SLU	1	435.00	25.13	25.13	25.13	25.13	-18428.10	-90564.50	4.914
5.25	21	SLU	1	525.00	25.13	25.13	25.13	25.13	-15292.10	-90564.50	5.922

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.
0.45	5	SND	1	45.00	25.13	25.13	25.13	25.13	-28836.70	-86926.10	3.014
4.35	13	SND	1	435.00	25.13	25.13	25.13	25.13	-28861.20	-86926.10	3.012
5.25	13	SND	1	525.00	25.13	25.13	25.13	25.13	-28861.20	-86926.10	3.012

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Xg <m>	CC	TCC	El	X <cm>	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	My <daNm>	σ _f sup <daN/cm²>	σ _f inf <daN/cm²>	σ _c <daN/cm²>
0.45	30	SLE	R	1	45.00	25.13	-13242.00	594.71	-96.72	9.30
0.45	20	SLE	Q	1	45.00	25.13	-9402.91	422.29	-68.68	6.60
4.35	23	SLE	R	1	435.00	25.13	-13329.00	598.61	-97.36	9.36
4.35	20	SLE	Q	1	435.00	25.13	-11387.30	511.41	-83.18	7.99
5.25	23	SLE	R	1	525.00	25.13	-11045.80	496.07	-80.68	7.75
5.25	20	SLE	Q	1	525.00	25.13	-9402.91	422.29	-68.68	6.60

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 _{zm} <mm>	Φ	A _s <cm²>	A _c eff <cm²>	σ _s <daN/cm²>	σ _{sr} <daN/cm²>	ε _{sm}	Wk <mm>	
29	0.45	20	SLE	Q	1	5	3	45.00	-9402.91	45.00	84.29	0.21	195.72	20.00	25.13	1339.28	422.29	2311.33	0.08	0.03
35	0.45	32	SLE	F	1	5	3	45.00	-10065.40	45.00	84.29	0.21	195.72	20.00	25.13	1339.28	452.04	2311.33	0.09	0.03
69	4.35	20	SLE	Q	1	5	3	435.00	-11387.30	45.00	84.29	0.21	195.72	20.00	25.13	1339.28	511.41	2311.33	0.10	0.03
73	4.35	25	SLE	F	1	5	3	435.00	-11653.20	45.00	84.29	0.21	195.72	20.00	25.13	1339.28	523.35	2311.33	0.10	0.03
105	5.25	20	SLE	Q	1	5	3	525.00	-9402.91	45.00	84.29	0.21	195.72	20.00	25.13	1339.28	422.29	2311.33	0.08	0.03
109	5.25	25	SLE	F	1	5	3	525.00	-9626.16	45.00	84.29	0.21	195.72	20.00	25.13	1339.28	432.32	2311.33	0.08	0.03

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	0.45	1.45	1.00	ø8/10 2 br.	10.05	0.70	12877.00	2.50	83642.90	144834.00	83642.90	6.50
13	SND	1.45	4.25	2.80	ø8/10 2 br.	10.05	0.70	12877.00	2.50	83642.90	144834.00	83642.90	6.50
5	SND	4.25	5.25	1.00	ø8/10 2 br.	10.05	0.70	12877.00	2.50	83642.90	144834.00	83642.90	6.50

Staffatura ala, ferri di suola e ferri di fianco - Verifiche armatura

CC	X0 <m>	X1 <m>	Lung. <m>	Staff.	AfE St. ala <cmq/m>	AfT St. ala <cmq/m>	
28	SLU	0.45	1.45	1.00	ø8/10 2 br.	10.05	0.50
28	SLU	1.45	4.25	2.80	ø8/10 2 br.	10.05	0.50
28	SLU	4.25	5.25	1.00	ø8/10 2 br.	10.05	0.50

Travata n. 513

Nodi: 2 9

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Sez.	Tipo	B <cm>	b <cm>	H <cm>	h <cm>	Cf sup <cm>	Cf inf <cm>	Cls	Fck <daN/cm²>	Fctk <daN/cm²>	Fcd <daN/cm²>	Fctd <daN/cm²>	Tp	Fyk <daN/cm²>	Fyd <daN/cm²>
5T		70.00	150.00	50.00	50.00	5.50	5.50	C25/30	249.00	17.91	141.10	11.94	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	28	SLU	1	15.00	25.13	25.13	25.13	25.13	-16345.50	-90564.50	5.541
5.55	21	SLU	1	555.00	25.13	25.13	25.13	25.13	-13529.10	-90564.50	6.694

Stato limite elastico - Verifiche a flessione/pressoflessione

Xg <m>	CC	TCC	EI	X <cm>	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	AfEP S <cmq>	AfEP I <cmq>	My <daNm>	M'ydy <daNm>	Sic.
0.15	5	SND	1	15.00	25.13	25.13	25.13	25.13	-19642.20	-86926.10	4.425
5.55	13	SND	1	555.00	25.13	25.13	25.13	25.13	-19642.20	-86926.10	4.425

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Xg <m>	CC	TCC	EI	X <cm>	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	My <daNm>	σ_f sup <daN/cmq>	σ_f inf <daN/cmq>	σ_c <daN/cmq>
0.15	30	SLE R	1	15.00	25.13	25.13	-11656.00	523.48	-85.14	8.18
0.15	20	SLE Q	1	15.00	25.13	25.13	-8377.11	376.22	-61.19	5.88
5.55	23	SLE R	1	555.00	25.13	25.13	-9778.44	439.16	-71.42	6.87
5.55	20	SLE Q	1	555.00	25.13	25.13	-8377.11	376.22	-61.19	5.88

Stato limite d'esercizio - Verifiche a fessurazione

Caso	Xg <m>	CC	TCC	EI	Sez.	Crit.	X <cm>	My <daNm>	c <mm>	s <mm>	K3	S _{rm} <mm>	Φ	A _s <cmq>	A _{c eff} <cmq>	σ_s <daN/cmq>	σ_{sr} <daN/cmq>	ϵ_{sm}	Wk <mm>
30	0.15	20	SLE Q	1	5	3	15.00	-8377.11	45.00	84.29	0.21	195.72	20.00	25.13	1339.28	376.22	2311.33	0.07	0.02
36	0.15	32	SLE F	1	5	3	15.00	-8925.14	45.00	84.29	0.21	195.72	20.00	25.13	1339.28	400.83	2311.33	0.08	0.03
67	5.55	20	SLE Q	1	5	3	555.00	-8377.11	45.00	84.29	0.21	195.72	20.00	25.13	1339.28	376.22	2311.33	0.07	0.02
71	5.55	25	SLE F	1	5	3	555.00	-8549.62	45.00	84.29	0.21	195.72	20.00	25.13	1339.28	383.97	2311.33	0.07	0.02

Staffe - Verifiche armatura

CC	X0 <m>	X1 <m>	Lung. <m>	Staff.	AfE St. <cmq/m>	bw <m>	Vsdu <daN>	ctg θ	VRsd <daN>	VRcd <daN>	Vrdu <daN>	Sic.T	
13	SND	0.15	1.15	1.00	$\emptyset 8/10$ 2 br.	10.05	0.70	9119.53	2.50	83642.90	144834.00	83642.90	9.17
5	SND	1.15	4.55	3.40	$\emptyset 8/10$ 2 br.	10.05	0.70	8670.25	2.50	83642.90	144834.00	83642.90	9.65
28	SLU	4.55	5.55	1.00	$\emptyset 8/10$ 2 br.	10.05	0.70	10047.80	2.50	83642.90	144834.00	83642.90	8.32

Staffatura ala, ferri di suola e ferri di fianco - Verifiche armatura

CC	X0 <m>	X1 <m>	Lung. <m>	Staff.	AfE St. ala <cmq/m>	AfT St. ala <cmq/m>	
28	SLU	0.15	1.15	1.00	$\emptyset 8/10$ 2 br.	10.05	0.45
28	SLU	1.15	4.55	3.40	$\emptyset 8/10$ 2 br.	10.05	0.45
28	SLU	4.55	5.55	1.00	$\emptyset 8/10$ 2 br.	10.05	0.45

Travata n. 514

Nodi: 3 10

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Sez.	Tipo	B <cm>	b <cm>	H <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>
5T		70.00	150.00	50.00	50.00	5.50	5.50	C25/30	249.00	17.91	141.10	11.94	B450C	4500.00	3913.04

Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione

Xg <m>	CC	TCC	EI	X <cm>	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	AfEP S <cmq>	AfEP I <cmq>	My <daNm>	MRdy <daNm>	Sic.
0.15	28	SLU	1	15.00	25.13	25.13	25.13	25.13	-16318.20	-90564.50	5.550
1.42	28	SLU	1	142.06	25.13	25.13	25.13	25.13	-19005.50	-90564.50	4.765
5.55	21	SLU	1	555.00	25.13	25.13	25.13	25.13	-13757.70	-90564.50	6.583

Stato limite elastico - Verifiche a flessione/pressoflessione

Xg <m>	CC	TCC	EI	X <cm>	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	AfEP S <cmq>	AfEP I <cmq>	My <daNm>	M'ydy <daNm>	Sic.
0.15	5	SND	1	15.00	25.13	25.13	25.13	25.13	-17565.60	-86926.10	4.949
1.42	5	SND	1	142.06	25.13	25.13	25.13	25.13	-17565.60	-86926.10	4.949
5.55	13	SND	1	555.00	25.13	25.13	25.13	25.13	-17565.60	-86926.10	4.949

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Xg <m>	CC	TCC	EI	X <cm>	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	My <daNm>	σ_f sup <daN/cmq>	σ_f inf <daN/cmq>	σ_c <daN/cmq>
0.15	30	SLE R	1	15.00	25.13	25.13	-11650.50	523.23	-85.10	8.18
0.15	20	SLE Q	1	15.00	25.13	25.13	-8543.02	383.67	-62.40	6.00
1.42	30	SLE R	1	142.06	25.13	25.13	-13704.80	615.49	-100.10	9.62
1.42	20	SLE Q	1	142.06	25.13	25.13	-11341.70	509.36	-82.84	7.96
5.55	23	SLE R	1	555.00	25.13	25.13	-9943.48	446.57	-72.63	6.98
5.55	20	SLE Q	1	555.00	25.13	25.13	-8543.02	383.67	-62.40	6.00

Stato limite d'esercizio - Verifiche a fessurazione

Caso	Xg <m>	CC	TCC	EI	Sez.	Crit.	X <cm>	My <daNm>	c <mm>	s <mm>	K3	S _{rm} <mm>	Φ	A _s <cmq>	A _{c eff} <cmq>	σ_s <daN/cmq>	σ_{sr} <daN/cmq>	ϵ_{sm}	Wk <mm>
31	0.15	20	SLE Q	1	5	3	15.00	-8543.02	45.00	84.29	0.21	195.72	20.00	25.13	1339.28	383.67	2311.33	0.07	0.02
37	0.15	32	SLE F	1	5	3	15.00	-9049.96	45.00	84.29	0.21	195.72	20.00	25.13	1339.28	406.44	2311.33	0.08	0.03
69	1.42	20	SLE Q	1	5	3	142.06	-11341.70	45.00	84.29	0.21	195.72	20.00	25.13	1339.28	509.36	2311.33	0.10	0.03
75	1.42	32	SLE F	1	5	3	142.06	-11669.10	45.00	84.29	0.21	195.72	20.00	25.13	1339.28	524.07	2311.33	0.10	0.03
107	5.55	20	SLE Q	1	5	3	555.00	-8543.02	45.00	84.29	0.21	195.72	20.00	25.13	1339.28	383.67	2311.33	0.07	0.02

Relazione di calcolo

111	5.55	25	SLE F	1	5	3	555.00	-8708.55	45.00	84.29	0.21	195.72	20.00	25.13	1339.28	391.11	2311.33	0.08	0.03
-----	------	----	-------	---	---	---	--------	----------	-------	-------	------	--------	-------	-------	---------	--------	---------	------	------

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
21 SLU	0.15	1.15	1.00	ø8/10 2 br.	10.05	0.70	8796.93	2.50	83642.90	144834.00	83642.90	9.51
5 SND	1.15	4.55	3.40	ø8/10 2 br.	10.05	0.70	7764.53	2.50	83642.90	144834.00	83642.90	10.77
28 SLU	4.55	5.55	1.00	ø8/10 2 br.	10.05	0.70	10061.50	2.50	83642.90	144834.00	83642.90	8.31

Staffatura ala, ferri di suola e ferri di fianco - Verifiche armatura

CC	X0 <m>	X1 <m>	Lung. <m>	Staff.	AfE St. ala <cmq/m>	AfT St. ala <cmq/m>
28 SLU	0.15	1.15	1.00	ø8/10 2 br.	10.05	0.44
28 SLU	1.15	4.55	3.40	ø8/10 2 br.	10.05	0.44
28 SLU	4.55	5.55	1.00	ø8/10 2 br.	10.05	0.44

Travata n. 515

Nodi: 4 11

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Sez.	Tipo	B <cm>	b <cm>	H <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>
5T		70.00	150.00	50.00	50.00	5.50	5.50	C25/30	249.00	17.91	141.10	11.94	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	28	SLU	1	15.00	25.13	25.13	25.13	25.13	-16214.20	-90564.50	5.585
1.42	28	SLU	1	142.06	25.13	25.13	25.13	25.13	-19161.60	-90564.50	4.726
5.55	21	SLU	1	555.00	25.13	25.13	25.13	25.13	-13862.20	-90564.50	6.533

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	5	SND	1	15.00	25.13	25.13	25.13	25.13	-16046.40	-86926.10	5.417
1.42	5	SND	1	142.06	25.13	25.13	25.13	25.13	-16046.40	-86926.10	5.417
5.55	13	SND	1	555.00	25.13	25.13	25.13	25.13	-16046.40	-86926.10	5.417

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Xg <m>	CC	TCC	El	X <cm>	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	My <daNm>	σ _f sup <daN/cmq>	σ _f inf <daN/cmq>	σ _c <daN/cmq>
0.15	30	SLE R	1	15.00	25.13	25.13	-11586.30	520.35	-84.63	8.13
0.15	20	SLE Q	1	15.00	25.13	25.13	-8620.23	387.14	-62.96	6.05
1.42	30	SLE R	1	142.06	25.13	25.13	-13821.10	620.71	-100.95	9.70
1.42	20	SLE Q	1	142.06	25.13	25.13	-11462.90	514.81	-83.73	8.05
5.55	23	SLE R	1	555.00	25.13	25.13	-10018.20	449.93	-73.18	7.03
5.55	20	SLE Q	1	555.00	25.13	25.13	-8620.23	387.14	-62.96	6.05

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 _{sm} <mm>	Φ	A _s <cmq>	A _c eff <cmq>	σ _s <daN/cmq>	σ _{sr} <daN/cmq>	ε _{sm}	Wk <mm>
32	0.15	20	SLE Q	1	5	3	15.00	-8620.23	45.00	84.29	0.21	195.72	20.00	25.13	1339.28	387.14	2311.33	0.08	0.03
38	0.15	32	SLE F	1	5	3	15.00	-9097.17	45.00	84.29	0.21	195.72	20.00	25.13	1339.28	408.56	2311.33	0.08	0.03
70	1.42	20	SLE Q	1	5	3	142.06	-11462.90	45.00	84.29	0.21	195.72	20.00	25.13	1339.28	514.81	2311.33	0.10	0.03
76	1.42	32	SLE F	1	5	3	142.06	-11787.10	45.00	84.29	0.21	195.72	20.00	25.13	1339.28	529.37	2311.33	0.10	0.03
109	5.55	20	SLE Q	1	5	3	555.00	-8620.23	45.00	84.29	0.21	195.72	20.00	25.13	1339.28	387.14	2311.33	0.08	0.03
113	5.55	25	SLE F	1	5	3	555.00	-8783.56	45.00	84.29	0.21	195.72	20.00	25.13	1339.28	394.48	2311.33	0.08	0.03

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
21 SLU	0.15	1.15	1.00	ø8/10 2 br.	10.05	0.70	8931.17	2.50	83642.90	144834.00	83642.90	9.37
5 SND	1.15	4.55	3.40	ø8/10 2 br.	10.05	0.70	7130.52	2.50	83642.90	144834.00	83642.90	11.73
28 SLU	4.55	5.55	1.00	ø8/10 2 br.	10.05	0.70	10112.60	2.50	83642.90	144834.00	83642.90	8.27

Staffatura ala, ferri di suola e ferri di fianco - Verifiche armatura

CC	X0 <m>	X1 <m>	Lung. <m>	Staff.	AfE St. ala <cmq/m>	AfT St. ala <cmq/m>
28 SLU	0.15	1.15	1.00	ø8/10 2 br.	10.05	0.45
28 SLU	1.15	4.55	3.40	ø8/10 2 br.	10.05	0.45
28 SLU	4.55	5.55	1.00	ø8/10 2 br.	10.05	0.45

Travata n. 516

Nodi: 5 12

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Sez.	Tipo	B <cm>	b <cm>	H <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>
------	------	-----------	-----------	-----------	-----------	----------------	----------------	-----	------------------	-------------------	------------------	-------------------	----	------------------	------------------

Relazione di calcolo

5T	70.00	150.00	50.00	50.00	5.50	5.50	C25/30	249.00	17.91	141.10	11.94	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	28	SLU	1	15.00	25.13	25.13	25.13	25.13	-16005.70	-90564.50	5.658
1.74	28	SLU	1	173.82	25.13	25.13	25.13	25.13	-19237.30	-90564.50	4.708
5.55	21	SLU	1	555.00	25.13	25.13	25.13	25.13	-13710.50	-90564.50	6.605

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	25.13	25.13	25.13	25.13	-15844.40	-86926.10	5.486
1.74	13	SND	1	173.82	25.13	25.13	25.13	25.13	-15850.80	-86926.10	5.484
5.55	5	SND	1	555.00	25.13	25.13	25.13	25.13	-15844.40	-86926.10	5.486

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Xg <m>	CC	TCC	El	X <cm>	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	My <daNm>	σ_f sup <daN/cmq>	σ_f inf <daN/cmq>	σ_c <daN/cmq>
0.15	30	SLE R	1	15.00	25.13	25.13	-11433.40	513.48	-83.51	8.03
0.15	20	SLE Q	1	15.00	25.13	25.13	-8546.96	383.85	-62.43	6.00
1.74	30	SLE R	1	173.82	25.13	25.13	-13863.70	622.63	-101.26	9.73
1.74	20	SLE Q	1	173.82	25.13	25.13	-11591.10	520.56	-84.66	8.14
5.55	23	SLE R	1	555.00	25.13	25.13	-9903.27	444.76	-72.34	6.95
5.55	20	SLE Q	1	555.00	25.13	25.13	-8546.95	383.85	-62.43	6.00

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_{xm} <mm>	Φ	A_s <cmq>	A_c eff <cmq>	σ_s <daN/cmq>	σ_{sr} <daN/cmq>	ϵ_{sm}	Wk <mm>
33	0.15	20	SLE Q	1	5	3	15.00	-8546.96	45.00	84.29	0.21	195.72	20.00	25.13	1339.28	383.85	2311.33	0.07	0.02
39	0.15	32	SLE F	1	5	3	15.00	-9009.82	45.00	84.29	0.21	195.72	20.00	25.13	1339.28	404.64	2311.33	0.08	0.03
71	1.74	20	SLE Q	1	5	3	173.82	-11591.10	45.00	84.29	0.21	195.72	20.00	25.13	1339.28	520.56	2311.33	0.10	0.03
77	1.74	32	SLE F	1	5	3	173.82	-11881.30	45.00	84.29	0.21	195.72	20.00	25.13	1339.28	533.60	2311.33	0.10	0.03
111	5.55	20	SLE Q	1	5	3	555.00	-8546.95	45.00	84.29	0.21	195.72	20.00	25.13	1339.28	383.85	2311.33	0.07	0.02
115	5.55	25	SLE F	1	5	3	555.00	-8703.80	45.00	84.29	0.21	195.72	20.00	25.13	1339.28	390.89	2311.33	0.08	0.03

Staffe - Verifiche armatura

CC	X0 <m>	X1 <m>	Lung. <m>	Staff.	AfE St. <cmq/m>	bw <m>	Vsdu <daN>	ctg θ	VRsd <daN>	VRcd <daN>	Vrdu <daN>	Sic. T	
21	SLU	0.15	1.15	1.00	$\emptyset 8/10$ 2 br.	10.05	0.70	9051.90	2.50	83642.90	144834.00	83642.90	9.24
13	SND	1.15	4.55	3.40	$\emptyset 8/10$ 2 br.	10.05	0.70	7048.84	2.50	83642.90	144834.00	83642.90	11.87
28	SLU	4.55	5.55	1.00	$\emptyset 8/10$ 2 br.	10.05	0.70	10169.30	2.50	83642.90	144834.00	83642.90	8.23

Staffatura ala, ferri di suola e ferri di fianco - Verifiche armatura

CC	X0 <m>	X1 <m>	Lung. <m>	Staff.	AfE St. ala <cmq/m>	AfT St. ala <cmq/m>	
28	SLU	0.15	1.15	1.00	$\emptyset 8/10$ 2 br.	10.05	0.45
28	SLU	1.15	4.55	3.40	$\emptyset 8/10$ 2 br.	10.05	0.45
28	SLU	4.55	5.55	1.00	$\emptyset 8/10$ 2 br.	10.05	0.45