

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**LINEA AV/AC VERONA - PADOVA**

**SUB TRATTA VERONA – VICENZA**

**1° SUB LOTTO VERONA – MONTEBELLO VICENTINO**

**RELAZIONE**

**CAVALCAFERROVIA – GENERALE**

**RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE**

GENERAL CONTRACTOR		ITALFERR S.p.A.		SCALA:
<b>ATI bonifica</b> Progettista integratore	Consorzio IRICAV DUE Il Direttore			-
Franco Persio Bocchetto Dottore in Ingegneria Civile iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma al n° 8664 – Sez. A settore Civile ed Ambientale				

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I N 0 D	0 0	D	I 2	CL	I V 0 0 0 X	0 0 2	A

<b>ATI bonifica</b>	VISTO ATI BONIFICA	
	Firma	Data


Progettazione

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato
A	EMISSIONE PER ISTRUTTORIA	S.Grimaldi	17/07/15	S.Grimaldi	20/07/15	P.Polidori	20/07/15 20/07/15	Alberto Checchi  iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma al n° 12414 – Sez. A settore Civile ed Ambientale

File: IN0D00DI2CLIV00A0002A.DOC	CUP: J41E91000000009	n. Elab.:
	CIG: 3320049F17	

## Sommario

1	PREMESSA.....	2
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	6
3	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI .....	7
6	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE .....	7
4	ANALISI DEI CARICHI E CONDIZIONI DI CARICO .....	7
5	COMBINAZIONI DI CARICO .....	7
6	CRITERI DI MODELLAZIONE .....	8
7	ANALISI DEI RISULTATI: SOLLECITAZIONI E VERIFICA SPALLA.....	10
8	ANALISI DEI RISULTATI: SOLLECITAZIONI E VERIFICA ELEVAZIONE PILE .....	15
8.1	IV01 CAVALCAFERROVIA KM 7+555,69 .....	15
8.2	IV03 CAVALCAFERROVIA KM 12+594,43 .....	32
8.3	IV04 CAVALCAFERROVIA KM 13+239,61 .....	50
8.4	IV05 CAVALCAFERROVIA KM 14+746,24 .....	65
8.5	IV07 CAVALCAFERROVIA KM 27+321,95 .....	83
9	ANALISI DEI RISULTATI: SOLLECITAZIONI E VERIFICHE FONDAZIONI PILE.....	99
9.1	IV01 CAVALCAFERROVIA KM 7+555,69 .....	99
9.2	IV03 CAVALCAFERROVIA KM 12+594,43 .....	104
9.3	IV04 CAVALCAFERROVIA KM 13+239,61 .....	109
9.4	IV05 CAVALCAFERROVIA KM 14+746,24 .....	114
9.5	IV07 CAVALCAFERROVIA KM 27+321,95 .....	119
10	SINTESI DEI RISULTATI.....	123

 <b>ATI bonifica</b>	<b>Linea AV/AC VERONA – PADOVA</b>	
	<b>1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO</b>	
	Titolo: RELAZIONE DI CALCOLO PILE CON ISOLAMENTO	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV.	Pag 2 di 124
	<b>INOD 00 DI2 CL IV 000X002A</b>	

## 1 PREMESSA

La presente relazione riporta i calcoli statici e le verifiche di sicurezza relative alle pile delle opere di scavalco nell'ambito della progettazione definitiva della linea AC Verona-Padova, 1° sub lotto Verona-Montebello Vicentino.

A seguito della Macroistruttoria del giorno 10/07/2015 "MACRO ISTRUTTORIA: Sottostrutture in c.a. ed impalcati in c.a.p." in cui si osservava: "Si ritiene che i dispositivi previsti per modificare lo schema statico dell'impalcato per le azioni sismiche orizzontali possano essere sostituiti con isolatori in gomma armata", il sistema di appoggi a cerniera sferica con superficie di rotazione rivestita con PTFE (Politetrafluoroetilene) e shock transmitter è stato sostituito con isolatori in gomma armata.

Nella successiva riunione del giorno 13/07/2015 si è condiviso, come da verbale di riunione, di redigere le modifiche richieste su una sola opera e di realizzare un documento unico per illustrare le nuove ipotesi ed i diversi risultati ottenuti dal sistema di isolamento per le altre opere.

Si riporta a seguire un elenco delle opere di scavalco in oggetto con indicazione delle caratteristiche principali:

N°	OPERA	LUNGHEZZA (m)	CAMPATE	SCANSIONE	ASSE STRADALE ASSE FERROVIARIO	TIPOLOGIA	LARGHEZZA OPERA (m)	PALI PILA
IV01	cavalcaferrovia km 7+555,69	90	3	25+40+25	PERPENDICOLARE	4travi H=2000mm i=2,40m	10.1	11 PALI $\Phi$ 1200
IV02	cavalcaferrovia km 10+536,33	160	5	25+35+40+35+25	INCLINATO 75g	4travi H=2000mm i=2,40m	10.1	11 PALI $\Phi$ 1200
IV03	cavalcaferrovia km 12+594,43	160	5	25+35+40+35+25	PERPENDICOLARE	4travi H=2000mm i=2,40m	10.1	11 PALI $\Phi$ 1200
IV04	cavalcaferrovia km 13+239,61	151	4	35+46+35+35	INCLINATO 44g	4travi H=2300mm i=3,20m	14.1	8 PALI $\Phi$ 1500
IV05	cavalcaferrovia km 14+746,24	160	5	25+35+40+35+25	PERPENDICOLARE	4travi H=2000mm i=3,20m	12.1	8 PALI $\Phi$ 1500
IV07	CAVALCAFERROVIA al km 27+321,95	166	4	35+48+48+35	PERPENDICOLARE	4travi H=2400mm i=2,40m	10.6	8 PALI $\Phi$ 1500

Figura 1: Elenco opere di scavalco Lotto 1°

 <b>ATI bonifica</b>	<b>Linea AV/AC VERONA – PADOVA</b>	
	<b>1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO</b>	
	Titolo: RELAZIONE DI CALCOLO PILE CON ISOLAMENTO	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV.	Pag 3 di 124
	<b>INOD 00 DI2 CL IV 000X002A</b>	

La sostituzione degli apparecchi di appoggio con gli isolatori in gomma armata ha comportato la riprogettazione delle opere di scavalco ed è stata finalizzata alla riduzione delle lunghezze dei pali e dell'incidenza delle sottostrutture.

In dettaglio si sono mantenute inalterate le geometrie delle sottostrutture, da un lato la geometria delle spalle e delle pile è dettata dalla larghezza dell'impalcato, dall'altro le dimensioni delle zattere di fondazioni sono dettate da accorgimenti tecnici (distanza tra i pali 3 diametri e distanza tra i pali ed il lato esterno 1 diametro).

Poiché lo studio parametrico effettuato ha dimostrato una riduzione dello sforzo normale agente sui pali in condizione sismiche di circa il 20%, si è optato per mantenere il diametro dei pali della precedente progettazione (compresa quindi la geometria della zattera di fondazione). La modifica del sistema di vincolo, inoltre, ha una rilevanza significativa soprattutto per le pile ed è trascurabile sulle spalle delle opere: le campate di riva sono infatti generalmente di luce modesta, la riduzione delle sollecitazioni sismiche indotte dall'impalcato ha quindi un effetto trascurabile se si considerano le forze inerziali e l'incremento sismico del terreno (di altezza quasi sempre intorno ai 10m).

Le modifiche del sistema di isolamento comporta per le opere:

1. Eliminazione degli appoggi e dei shok trasmitter;
2. Eliminazione dei giunti di dilatazione in gomma armata da  $\pm 50\text{mm}$  e  $\pm 100\text{mm}$ ;
3. Incremento del giunto sismico tra soletta di impalcato e paraghiaia a 25cm;
4. Inserimento di isolatori elastomerici HDRB;
5. Inserimento di giunti di dilatazione in gomma armata  $\pm 250\text{mm}$  e  $\pm 300\text{mm}$ ;
6. Riduzione delle geometrie dei ritegni sismici trasversali e longitudinali;
7. Riduzione dell'altezza dei baggioli;
8. Riduzione dell'incidenza dell'elevazione e delle zattere delle pile e dei pali;
9. Riduzione dell'incidenza dei pali;
10. Riduzione della lunghezza dei pali.

Tutte le modifiche sopra riportate sono state effettuate sull'opera IV02 al km 10+536,33.

Gli elaborati in revisione successiva, allegati alla presente sono:

### CAVALCAFERROVIA-IMPALCATO

I	N	0	D	0	0	D	I	2	C	L	I	V	0	2	A	0	0	0	1	A	0	1	A	RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	
I	N	0	D	0	0	D	I	2	C	L	I	V	0	2	A	0	0	0	2	A	0	1	A	RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE E PILE	
I	N	0	D	0	0	D	I	2	C	L	I	V	0	2	A	0	0	0	3	A	0	1	A	RELAZIONE DI CALCOLO FONDAZIONI	
I	N	0	D	0	0	D	I	2	P	A	I	V	0	2	A	0	0	0	1	A	0	1	A	PIANTA FONDAZIONI E SEZIONE LONGITUDINALE 1/2	1:100
I	N	0	D	0	0	D	I	2	P	A	I	V	0	2	A	0	0	0	2	A	0	1	A	PIANTA FONDAZIONI E SEZIONE LONGITUDINALE 2/2	1:100
I	N	0	D	0	0	D	I	2	P	9	I	V	0	2	A	0	0	0	1	A	0	1	A	PIANTA IMPALCATO E PROSPETTO	1:200
I	N	0	D	0	0	D	I	2	B	Z	I	V	0	2	A	4	0	0	1	A	0	1	A	CARPENTERIA SPALLA A - ELEVAZIONE E FONDAZIONE	varie
I	N	0	D	0	0	D	I	2	B	Z	I	V	0	2	A	4	0	0	2	A	0	1	A	CARPENTERIA SPALLA B - ELEVAZIONE E FONDAZIONE	varie
I	N	0	D	0	0	D	I	2	B	B	I	V	0	2	A	5	0	0	1	A	0	1	A	CARPENTERIA PILE - ELEVAZIONE E FONDAZIONE	1:50
I	N	0	D	0	0	D	I	2	B	Z	I	V	0	2	A	7	0	0	1	A	0	1	A	CARPENTERIA METALLICA 1/2 - PIANTE E SEZIONE LONGITUDINALE	varie
I	N	0	D	0	0	D	I	2	B	Z	I	V	0	2	A	7	0	0	2	A	0	2	A	CARPENTERIA METALLICA 2/2 - SEZIONE TRASVERSALE - DETTAGLI - SCHEMA APPOGGI	varie
I	N	0	D	0	0	D	I	2	B	Z	I	V	0	2	A	0	0	0	1	A	0	1	A	CARPENTERIA MURI	varie
I	N	0	D	0	0	D	I	2	B	Z	I	V	0	2	A	0	0	0	2	A	0	2	A	PARTICOLARI COSTRUTTIVI	varie

La presente relazione sostituisce le verifiche delle pile e di portanza dei pali delle diverse opere di scavalco. In dettaglio è da intendersi ad integrazione dei seguenti elaborati di calcolo:

#### IV01 cavalcaferrovia km 7+555,69

I	N	0	D	0	0	D	I	2	C	L	I	V	0	1	A	0	0	0	2	A	0	0	A	RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE E PILE
I	N	0	D	0	0	D	I	2	C	L	I	V	0	1	A	0	0	0	3	A	0	0	A	RELAZIONE DI CALCOLO FONDAZIONI

#### IV03 cavalcaferrovia km 12+594,43

I	N	0	D	0	0	D	I	2	C	L	I	V	0	3	A	0	0	0	2	A	0	0	A	RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE E PILE
I	N	0	D	0	0	D	I	2	C	L	I	V	0	3	A	0	0	0	3	A	0	0	A	RELAZIONE DI CALCOLO FONDAZIONI

#### IV04 cavalcaferrovia km 13+239,61

I	N	0	D	0	0	D	I	2	C	L	I	V	0	4	A	0	0	0	2	A	0	0	A	RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE E PILE
I	N	0	D	0	0	D	I	2	C	L	I	V	0	4	A	0	0	0	3	A	0	0	A	RELAZIONE DI CALCOLO FONDAZIONI

#### IV05 cavalcaferrovia km 14+746,24

I	N	0	D	0	0	D	I	2	C	L	I	V	0	5	A	0	0	0	2	A	0	0	A	RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE E PILE
I	N	0	D	0	0	D	I	2	C	L	I	V	0	5	A	0	0	0	3	A	0	0	A	RELAZIONE DI CALCOLO FONDAZIONI



**ATI bonifica**

# Linea AV/AC VERONA – PADOVA

**1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO**

Titolo:  
RELAZIONE DI CALCOLO PILE CON ISOLAMENTO

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV.

IN0D 00 DI2 CL IV 000X002A

Pag  
5 di 124

IV07 CAVALCAFERROVIA al km 27+321,95

I	N	0	D	0	0	D	I	2	C	L	I	V	0	7	A	0	0	0	2	A	0	1	A	RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE E PILE
I	N	0	D	0	0	D	I	2	C	L	I	V	0	7	A	0	0	0	3	A	0	1	A	RELAZIONE DI CALCOLO FONDAZIONI

 <b>ATI bonifica</b>	<b>Linea AV/AC VERONA – PADOVA</b>	
	<b>1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO</b>	
	Titolo: RELAZIONE DI CALCOLO PILE CON ISOLAMENTO	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV.	Pag 6 di 124
	IN0D 00 DI2 CL IV 000X002A	

## 2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Si riporta nel seguito l'elenco delle normative di riferimento.

Legge 5-1-1971 n° 1086: “Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica”;

Legge. 2 febbraio 1974, n. 64.: “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”;

D.M. 14 gennaio 2008 - Norme Tecniche per le Costruzioni;

Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008;


UNI EN 206-1-2001: Calcestruzzo. “Specificazione, prestazione, produzione e conformità”;

UNI ENV 1992-2: Progettazione delle strutture di calcestruzzo. Parte 2. Ponti di calcestruzzo;

“Specifica per la progettazione e l'esecuzione di cavalcavia e passerelle pedonali sulla sede ferroviaria” - RFI DTC INC PO SP IFS 002 A;

“Specifica per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie” - RFI DTC INC CS SP IFS 001 A;

“Specifica per il progetto, la produzione, il controllo della produzione e la posa in opera dei dispositivi di vincolo e dei coprigiunti degli impalcati ferroviari e dei cavalcavia” - RFI DTC INC PO SP IFS 005 A.

 <b>ATI bonifica</b>	<b>Linea AV/AC VERONA – PADOVA</b>	
	<b>1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO</b>	
	Titolo: RELAZIONE DI CALCOLO PILE CON ISOLAMENTO	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV.	Pag 7 di 124
	IN0D 00 DI2 CL IV 000X002A	

### **3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI**

Vedi elaborati specifici delle singole opere.

### **6 CARATTERISTICHE GEOTECNICHE**

Vedi elaborati specifici delle singole opere.


### **4 ANALISI DEI CARICHI E CONDIZIONI DI CARICO**

Vedi elaborati specifici delle singole opere.

### **5 COMBINAZIONI DI CARICO**

Vedi elaborati specifici delle singole opere.



 <b>ATI bonifica</b>	<b>Linea AV/AC VERONA – PADOVA</b>	
	<b>1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO</b>	
	Titolo: RELAZIONE DI CALCOLO PILE CON ISOLAMENTO	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV.	<b>Pag</b> <b>8 di 124</b>
	<b>INOD 00 DI2 CL IV 000X002A</b>	

## 6 CRITERI DI MODELLAZIONE

Il calcolo della struttura è stato svolto utilizzando MidasGen ver. 11.12. Il modello di calcolo è costituito da elementi frame, monodimensionali, rappresentativi delle travi a sezione composta acciaio-clc e dei traversi. La soletta è stata modellata come elementi beam equivalenti.

Il sistema di isolamento adottato consiste nell'inserimento di dispositivi elastomerici in gomma armata.

Il collegamento dell'impalcato con le sottostrutture è stato modellato attraverso link elastici: le caratteristiche di rigidità degli elementi inseriti modellano lo schema descritto in precedenza.

Di seguito si riportano le caratteristiche principali del sistema di isolamento proposto:

N°	OPERA	LUNGHEZZA (m)	CAMPATE	SCANSIONE	TIPOLOGIA	LARGHEZZA OPERA (m)	PERIODO PROPRIO [sec.]	SPOSTAMENTO Dc [mm]	GIUNTO IN GOMMA ARMATA [mm]	CARATTERISTICHE ISOLAMENTO	CARICO VERTICALE SLU MAX [kN]	CARICO VERTICALE SISMA MAX [kN]	CARICO ORIZZONTALE SISMA MAX [kN]
IV01	cavalcaferrovia km 7+555,69	90	3	25+40+25	4travi H=2000mm i=2,40m	10.1	1.93	187	±250mm	16 HDRB TIPO SI-N 450/126 ke = 1.01kN/mm	2950	1950	140
IV02	cavalcaferrovia km 10+536,33	160	5	25+35+40+35+25	4travi H=2000mm i=2,40m	10.1	1.97	152	±250mm	24 HDRB TIPO SI-N 500/126 ke = 1.25 kN/mm	3700	2630	180
IV03	cavalcaferrovia km 12+594,43	160	5	25+35+40+35+25	4travi H=2000mm i=2,40m	10.1	1.97	152	±250mm	24 HDRB TIPO SI-N 500/126 ke = 1.25 kN/mm	3700	2630	180
IV04	cavalcaferrovia km 13+239,61	151	4	35+46+35+35	4travi H=2300mm i=3,20m	14.1	2.32	226	±300mm	20 HDRB TIPO SI-N 500/126 ke = 1.25 kN/mm	4850	3000	210
IV05	cavalcaferrovia km 14+746,24	160	5	25+35+40+35+25	4travi H=2000mm i=3,20m	12.1	2.11	201	±250mm	24 HDRB TIPO SI-N 500/126 ke = 1.25 kN/mm	4380	3300	190
IV07	CAVALCAFERROVIA al km 27+321,95	166	4	35+48+48+35	4travi H=2400mm i=2,40m	10.6	2.18	140	±250mm	20 HDRB TIPO SI-N 500/126 ke = 1.25 kN/mm	5140	3100	140

Lo smorzamento viscoso equivalente considerato è pari 15%, ne consegue uno spettro di progetto scalato per periodi maggiori al 0.8 il primo periodo proprio:

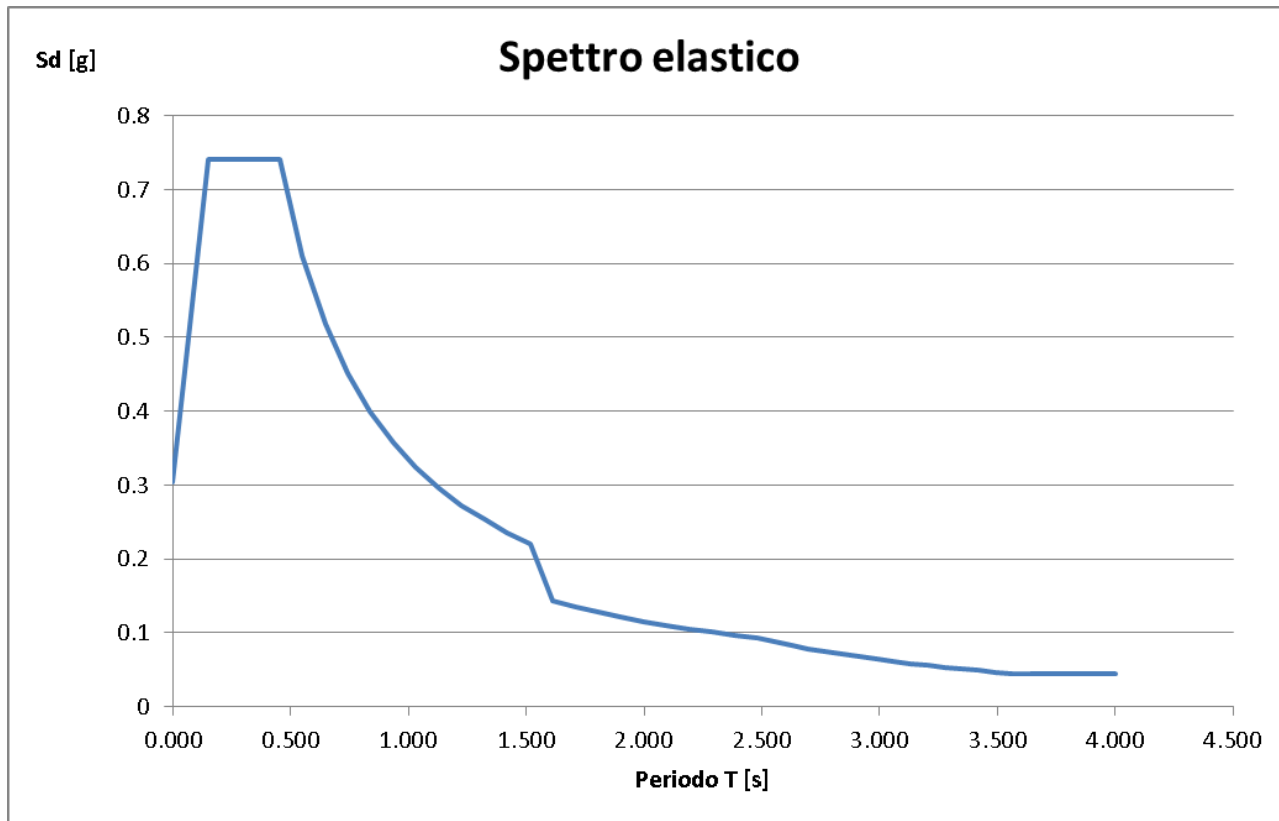
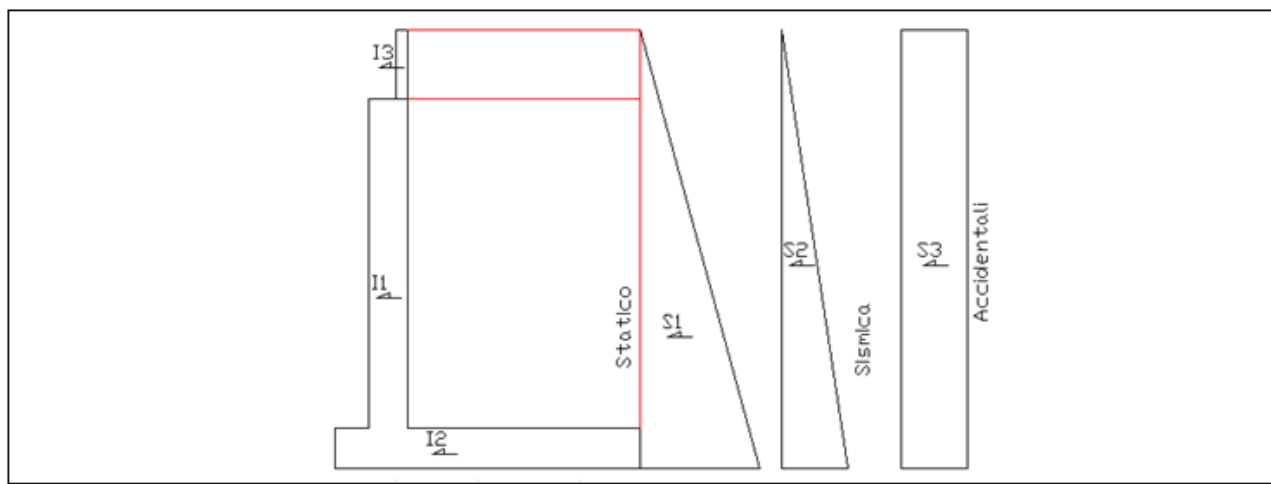
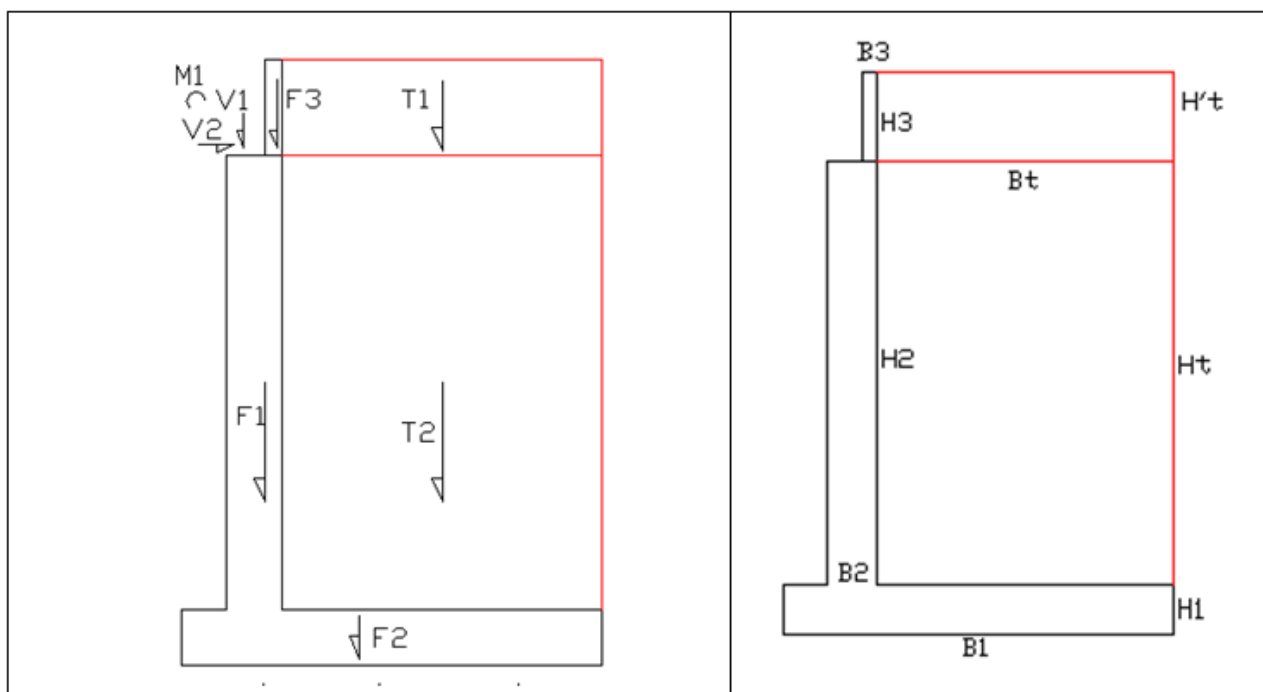


Figura 2: Spettro di progetto

## 7 ANALISI DEI RISULTATI: SOLLECITAZIONI E VERIFICA SPALLA

In risposta all'istruttoria la zattera di fondazione è stata rigeometrizzata e sono stati eliminati i muri per il contenimento dei rilevati. Si riporta a seguire la verifica della spalla dell'opera IV02 considerata rappresentativa delle spalle delle altre opere.

### SIMBOLI



INFORMAZIONI GEOMETRICHE			
<b>F1 (kN)</b>	3086		
<b>B1</b>	<b>H1</b>	<b>L</b>	<b>Dfondazione</b>
1,6	7,6	10,15	1,75
<b>F2(kN)</b>	5808		
<b>B2</b>	<b>H2</b>	<b>L</b>	
8,8	2	13,2	0
<b>F3(kN)</b>	190		
<b>B3</b>	<b>H3</b>	<b>L</b>	
0,3	2,5	10,15	0,45
<b>T1(KN)</b>	2690		
<b>BT</b>	<b>H'T</b>	<b>L</b>	
5,3	2,5	10,15	-1,75
<b>T2(KN)</b>	6525		
<b>BT</b>	<b>HT</b>	<b>L</b>	
5,3	7,6	8,1	-1,75
<b>S1(KN)</b>	<b>S2(KN)</b>	<b>S3(KN)</b>	
483,153	677,16	79,86	<b>M1</b>
600,281	677,16	99,22	<b>M2</b>
<b>I1(KN)</b>	<b>I2(KN)</b>	<b>I3(KN)</b>	
1080	2032,8	67	

RISULTANTI AZIONI (COMPLESSIVE)				
COMBINAZIONE	F (KN)	T(KN)	V1(KN)	V2(KN)
SLU-A1	12263	12440	4822	0
SLU-A2	9084	9215	3890	0
SLU-SIMA	9084	9215	2976	512
	<b>S(KN)</b>			
SLU-M1	1240,173			
SLU-M2	1376,661			
SISMA	3857			
	<b>I(KN)</b>			
	3179			

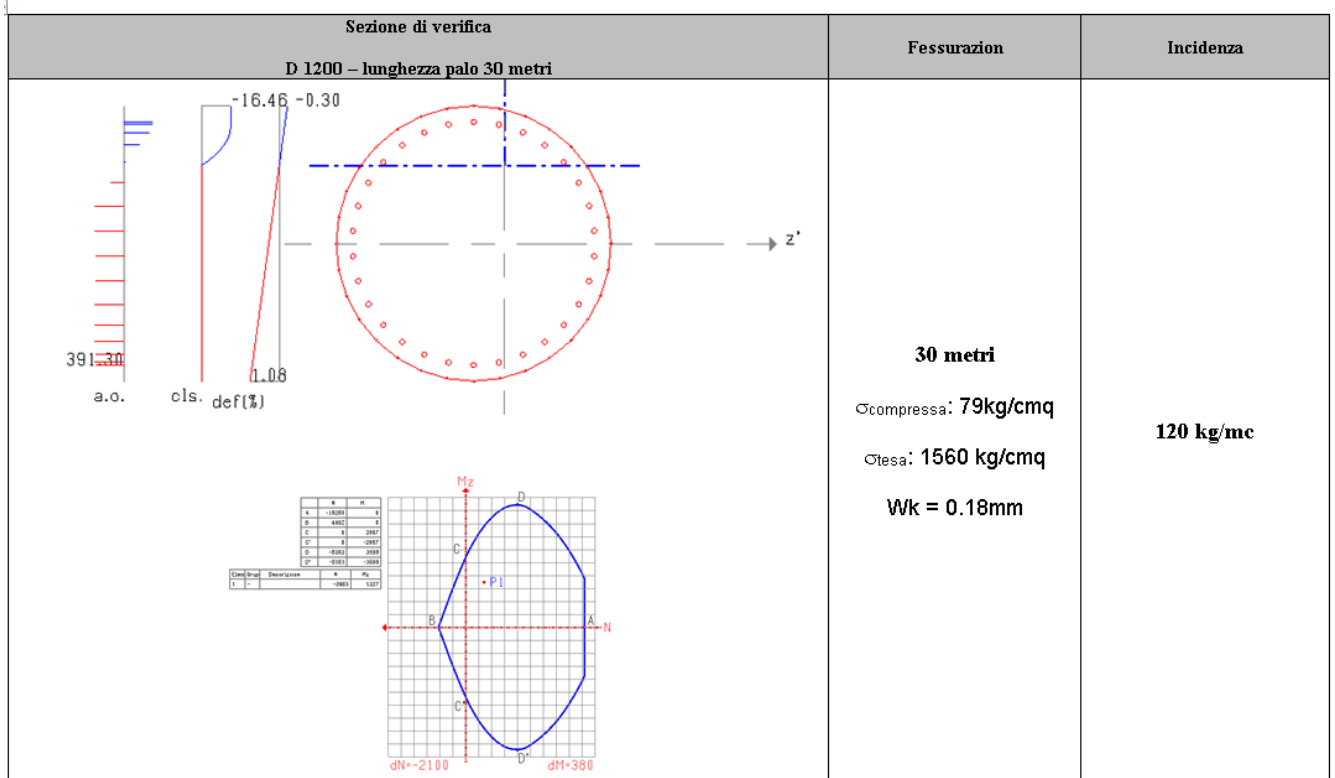
BASE PARAMENTO						
	F (kN)		V1(KN)	V2(KN)	dparamento-V1	dparamento-V2
SLU-A1	4422		4822	0	0,2	6,5
SLU-A2	3276		3890	0	0,2	6,5
SLU-SIMA	3276		2976	512	0,2	6,5
	<b>M(kNm)(solo spinte)</b>	<b>M(kNm)-IMPALCATO</b>	<b>M-COMPLESSIVO</b>			
SLU-A1M1	3363	964,4	4328			
SLU-A2M2	2980	778	3758			
SLU-SIMA	7043	3923,2	10966			

BASE FONDAZIONE						
	M-F (kN)	M-T	V1(KN)	V2(KN)	dfondazione-V1	dfondazione-V2
SLU-A1	7405	-21771	4822	0	1,9	7,5
SLU-A2	5485	-16126	3890	0	1,9	7,5
SLU-SIMA	5485	-16126	2976	512	1,9	7,5
	<b>F (kN)</b>	<b>T(KN)</b>	<b>M(kNm)-IMPALCATO</b>	<b>M(kNm)-SPINTE</b>	<b>M-COMPLESSIVO</b>	<b>N-COMPLESSIVO</b>
SLU-A1M1	12263	12440	9161,8	2412	-2791	29526
SLU-A2M2	9084	9215	7391	2997	-253	22189
SLU-SIMA	9084	9215	9494,4	7094	14605	21275
					<b>V-COMPLESSIVO</b>	
					732	
					701	
					5068	

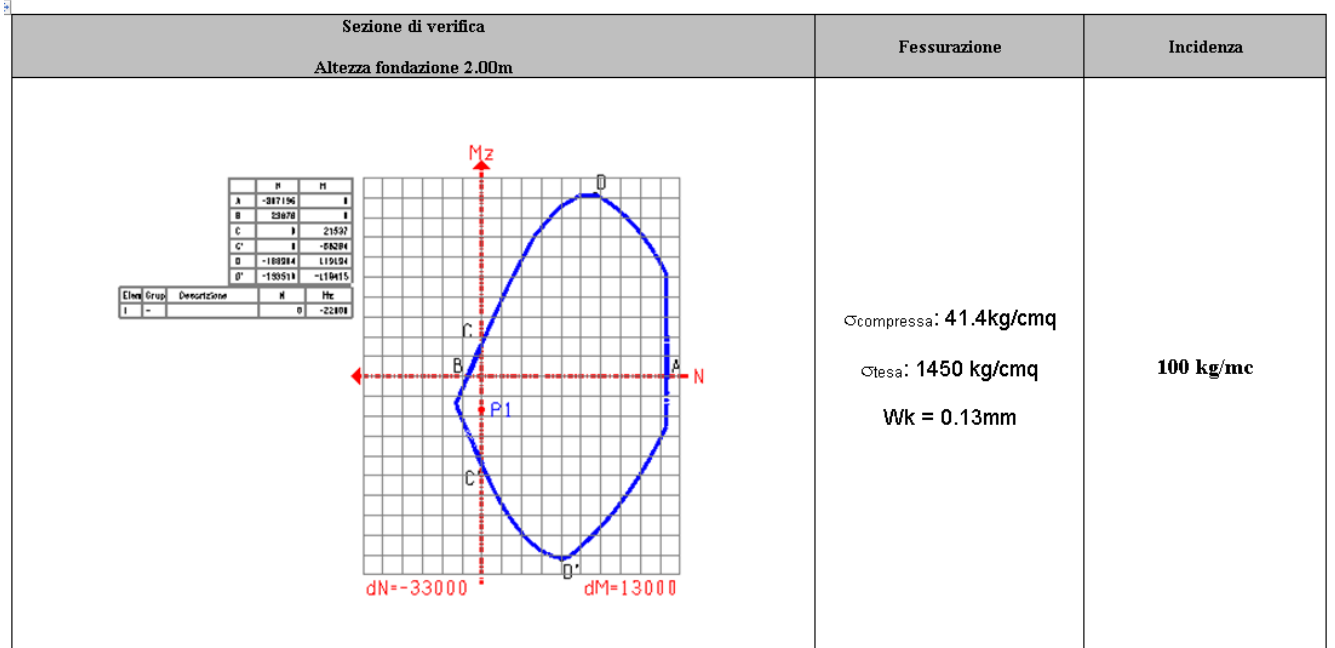
SFORZI ASSIALI SU PALI



VERIFICA STRUTTURALE PALI



VERIFICA STRUTTURALE SEZIONE DI FONDAZIONE



## 8 ANALISI DEI RISULTATI: SOLLECITAZIONI E VERIFICA ELEVAZIONE PILE

Si riportano a seguire le sollecitazioni dimensionanti per le diverse pile dell'impalcato nella sezione di base. Seguirà la verifica della sezione di calcolo considerata.

### 8.1 IV01 CAVALCAFERROVIA KM 7+555,69

Si riportano a seguire le sollecitazioni agenti sulle pile in forma tabellare; il numero della pila in tabella fa riferimento allo schema riportato di seguito:

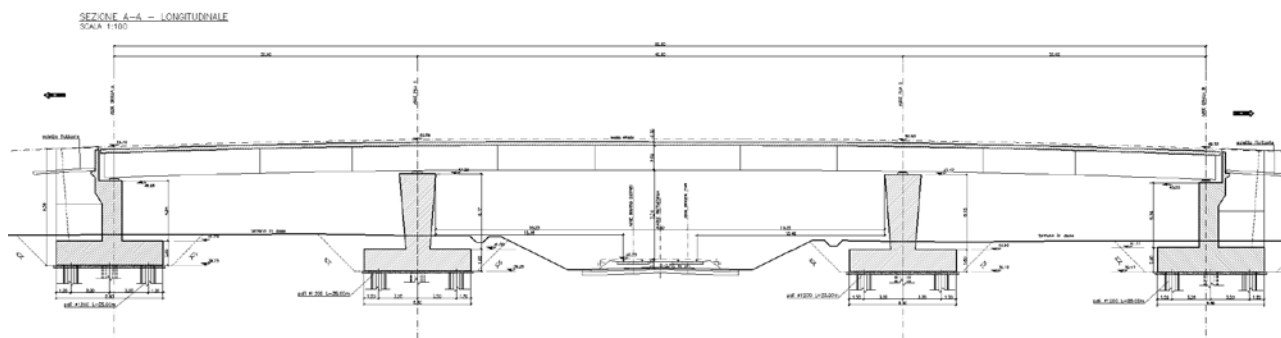


Figura 3: Identificazione delle pile dell'impalcato

Le sezioni di calcolo delle sollecitazioni agenti sulle pile (sezione di base) sono segnalate di seguito:

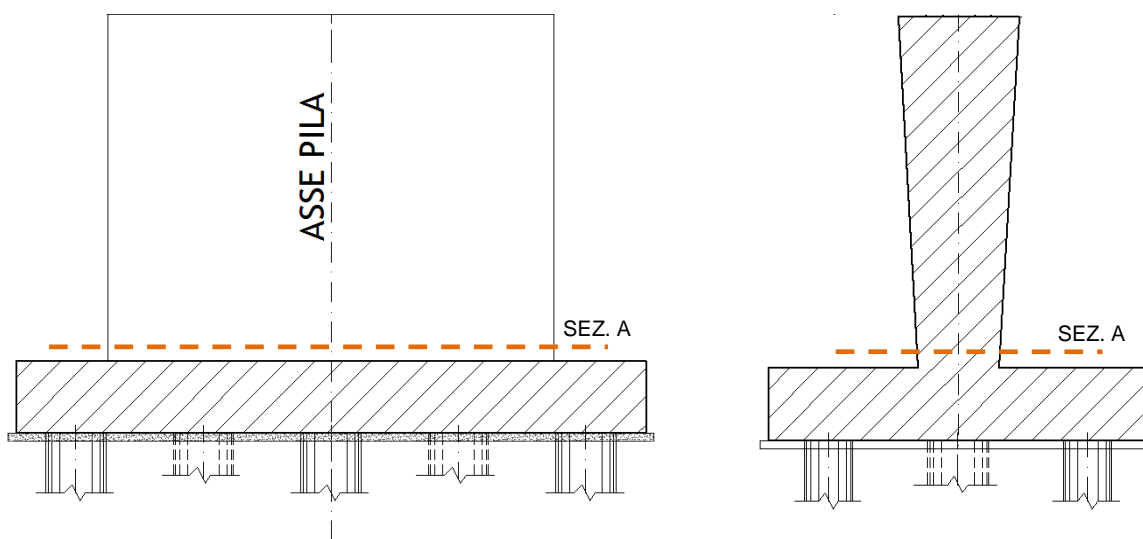


Figura 4: Identificazione delle sezioni di calcolo



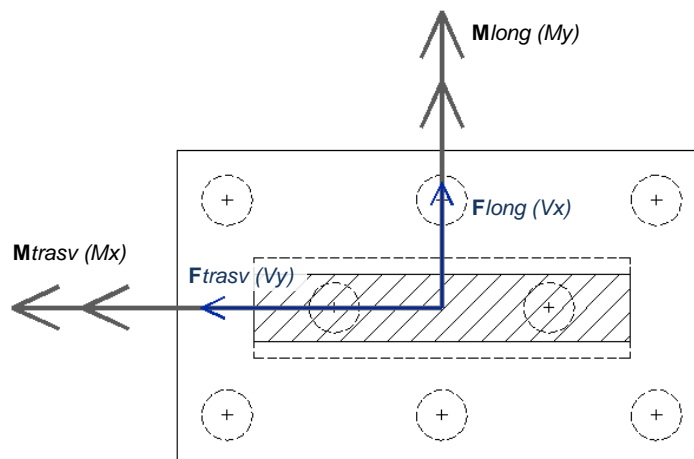


Figura 5: Indicazione delle direzioni di azione delle sollecitazioni sulla pila

In tabella sono riportate le sollecitazioni che interessano le pile nelle varie combinazioni; nella figura precedente sono specificate le direzione di azione delle sollecitazioni:

COMBINAZIONE	N (kN)	Mx (kN*m)	My (kN*m)	Vx (kN)	Vy (kN)
SLU_Inviluppo(max)	14378	3172	94	13	105
SLU_Inviluppo(max)	14378	746	-48	-7	105
SLU_Inviluppo(min)	16121	-24	46	7	99
SLU_Inviluppo(min)	16121	705	-94	-13	100
SLU_Inviluppo_SISMA(max)	10278	11903	14936	3450	3068
SLU_Inviluppo_SISMA(max)	10277	13039	13609	3142	3118
SLU_Inviluppo_SISMA(min)	11135	-11913	-14838	-3436	-3068
SLU_Inviluppo_SISMA(min)	11136	-13038	-13708	-3156	-3118
SLE_Rara_26(max)	10651	1372	70	10	2
SLE_Rara_26(max)	10651	14	-36	-5	2
SLE_Rara_26(min)	11942	-996	34	5	-3
SLE_Rara_26(min)	11942	-16	-70	-10	-2

Figura 6: Inviluppo sollecitazioni alla base

Di seguito si riportano le massime sollecitazioni agenti sulla fondazione delle pile in termini di sollecitazioni flettenti per le condizioni di carico dimensionanti. I contour plots dei momenti sono relativi all'armatura trasversale (momento  $M_{xx}$  riferimento locale) e longitudinale (momento  $M_{yy}$  riferimento locale).

**Momento flettente – SISMA**

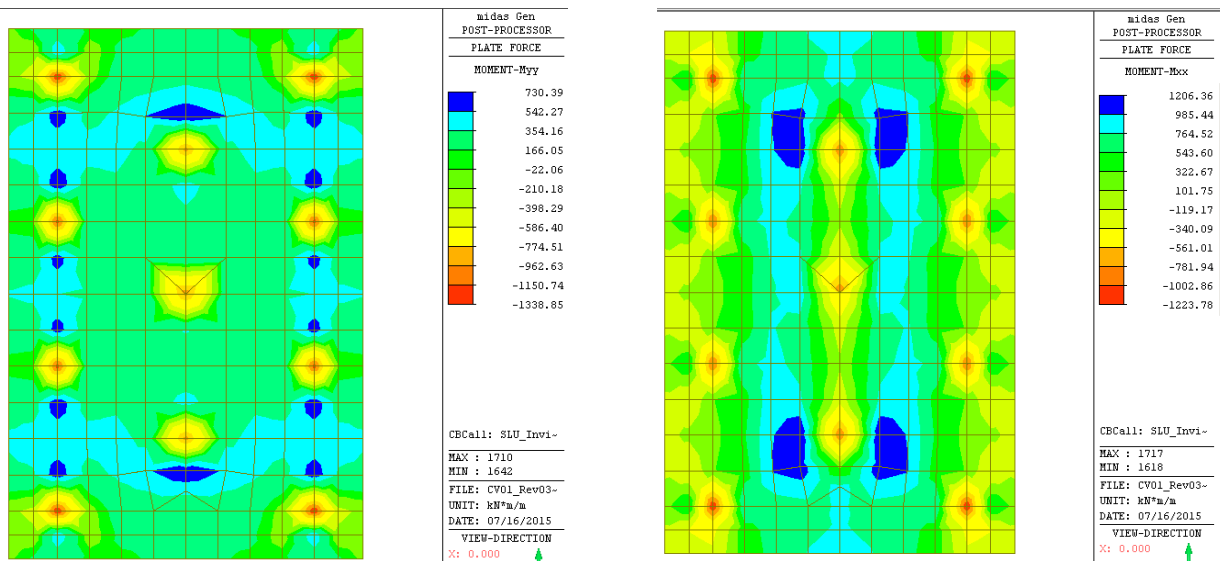


Figura 7 Comb. SISMA: – Inviluppo Momenti Mtrasv (a sinistra) ;Mlong (a destra)

Si riportano a seguire le verifiche delle pile nella sezione di calcolo considerata (sezione di base).

Le combinazioni considerate corrispondono alle diverse sollecitazioni agenti sulle pile.

**VERIFICA SEZIONE A 8.80x2.00m: long 210Φ30  $A_s=0.84\%$**

**CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO**

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-100.0	880.0
2	100.0	880.0
3	100.0	0.0

4 -100.0 0.0

### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	91.4	8.6	30
2	91.4	14.6	30
3	-91.4	8.6	30
4	-91.4	14.6	30
5	91.4	865.4	30
6	91.4	871.4	30
7	-91.4	865.4	30
8	-91.4	871.4	30

### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	8	6	17	30
2	3	1	17	30
3	4	7	84	30
4	2	5	84	30

### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	14378.22	3171.63	93.99	0.00	0.00
2	14378.22	745.71	-47.95	0.00	0.00
3	16121.11	-24.35	46.00	0.00	0.00
4	16121.11	704.51	-94.10	0.00	0.00
5	10278.00	11902.65	14935.63	0.00	0.00
6	10276.81	13039.30	13609.36	0.00	0.00
7	11135.25	-11912.94	-14838.49	0.00	0.00
8	11136.45	-13038.00	-13707.72	0.00	0.00
9	10414.75	30260.72	30453.47	0.00	0.00
10	10502.85	22850.22	29389.86	0.00	0.00
11	12429.61	34230.33	38554.00	0.00	0.00
12	12282.99	32157.95	38677.08	0.00	0.00
13	12034.98	-30230.62	-30459.36	0.00	0.00
14	11761.87	-22851.15	-29451.88	0.00	0.00
15	13868.10	-34247.39	-38653.65	0.00	0.00
16	14067.10	-32171.05	-38656.75	0.00	0.00

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

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

N° Comb.	N	Mx	My
1	10650.61	1371.56 (0.00)	69.64 (0.00)
2	10650.61	14.44 (0.00)	-35.54 (0.00)
3	11941.64	-995.83 (0.00)	34.10 (0.00)
4	11941.64	-16.08 (0.00)	-69.72 (0.00)
5	13468.12	-1996.07 (0.00)	-36.71 (0.00)
6	13375.28	-2016.36 (0.00)	-71.81 (0.00)
7	15604.57	-2212.32 (0.00)	-112.90 (0.00)
8	15631.54	-2209.22 (0.00)	-41.68 (0.00)

### RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.1 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 3.0 cm

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
N ult Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
Mx ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
As Tesa Area armature [cm<sup>2</sup>] in zona tesa (solo trav). Tra parentesi l'area minima di normativa

N° Comb	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	14378.22	3171.63	93.99	14378.16	270782.06	7871.27	85.375	-----
2	S	14378.22	745.71	-47.95	14378.36	263960.36	-17983.35	354.061	-----
3	S	16121.11	-24.35	46.00	16120.92	-35417.09	67085.52	999.000	-----
4	S	16121.11	704.51	-94.10	16121.28	247812.63	-33201.77	351.771	-----
5	S	10278.00	11902.65	14935.63	10278.24	49791.70	61875.64	4.159	-----
6	S	10276.81	13039.30	13609.36	10276.92	59117.64	61635.84	4.531	-----
7	S	11135.25	-11912.94	-14838.49	11135.11	-49869.00	-62598.00	4.206	-----
8	S	11136.45	-13038.00	-13707.72	11136.50	-59379.95	-62349.96	4.551	-----
9	S	10414.75	30260.72	30453.47	10414.77	61460.30	61674.62	2.028	-----
10	S	10502.85	22850.22	29389.86	10502.93	48456.47	62096.07	2.116	-----
11	S	12429.61	34230.33	38554.00	12429.65	56312.89	63525.43	1.647	-----
12	S	12282.99	32157.95	38677.08	12282.90	52862.85	63492.50	1.643	-----
13	S	12034.98	-30230.62	-30459.36	12035.25	-62671.94	-62995.00	2.071	-----
14	S	11761.87	-22851.15	-29451.88	11762.14	-49062.40	-63145.04	2.145	-----
15	S	13868.10	-34247.39	-38653.65	13867.96	-56815.69	-64711.91	1.667	-----
16	S	14067.10	-32171.05	-38656.75	14066.94	-53823.10	-64960.12	1.677	-----

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00277	-0.00277	100.0	880.0	0.00261	91.4	871.4	-0.01000	-91.4	8.6
2	0.00326	-0.00251	-100.0	880.0	0.00305	-91.4	871.4	-0.01000	91.4	8.6
3	0.00235	-0.00317	100.0	0.0	0.00183	91.4	8.6	-0.01000	-91.4	871.4
4	0.00350	-0.00179	-100.0	880.0	0.00327	-91.4	871.4	-0.00862	91.4	8.6
5	0.00239	-0.00314	100.0	880.0	0.00189	91.4	871.4	-0.01000	-91.4	8.6
6	0.00252	-0.00306	100.0	880.0	0.00202	91.4	871.4	-0.01000	-91.4	8.6
7	0.00241	-0.00312	-100.0	0.0	0.00191	-91.4	8.6	-0.01000	91.4	871.4
8	0.00254	-0.00305	-100.0	0.0	0.00204	-91.4	8.6	-0.01000	91.4	871.4
9	0.00255	-0.00304	100.0	880.0	0.00205	91.4	871.4	-0.01000	-91.4	8.6
10	0.00238	-0.00314	100.0	880.0	0.00187	91.4	871.4	-0.01000	-91.4	8.6
11	0.00253	-0.00305	100.0	880.0	0.00203	91.4	871.4	-0.01000	-91.4	8.6
12	0.00248	-0.00308	100.0	880.0	0.00198	91.4	871.4	-0.01000	-91.4	8.6
13	0.00261	-0.00301	-100.0	0.0	0.00211	-91.4	8.6	-0.01000	91.4	871.4
14	0.00242	-0.00312	-100.0	0.0	0.00191	-91.4	8.6	-0.01000	91.4	871.4
15	0.00258	-0.00303	-100.0	0.0	0.00208	-91.4	8.6	-0.01000	91.4	871.4
16	0.00254	-0.00305	-100.0	0.0	0.00204	-91.4	8.6	-0.01000	91.4	871.4

### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless. (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000004865	0.000013589	-0.009672213	----	----
2	-0.000010675	0.000012868	-0.009134967	----	----
3	0.000058853	-0.000001244	-0.003536901	----	----
4	-0.000017126	0.000010145	-0.007140509	----	----
5	0.000056713	0.000001761	-0.004831623	----	----
6	0.000055848	0.000002096	-0.004913476	----	----
7	-0.000056835	-0.000001761	-0.003270957	----	----
8	-0.000055956	-0.000002102	-0.003053768	----	----
9	0.000055646	0.000002180	-0.004932715	----	----
10	0.000056874	0.000001712	-0.004816437	----	----
11	0.000056443	0.000001985	-0.004858163	----	----
12	0.000056740	0.000001861	-0.004829980	----	----
13	-0.000055778	-0.000002221	-0.002966627	----	----
14	-0.000057007	-0.000001729	-0.003283213	----	----
15	-0.000056607	-0.000002002	-0.003081602	----	----
16	-0.000056912	-0.000001893	-0.003148967	----	----

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata

Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre	Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	0.59	100.0	880.0	7.3	-91.4	8.6	----	----	----	----
2	S	0.54	-100.0	880.0	8.0	91.4	8.6	----	----	----	----
3	S	0.64	100.0	0.0	8.5	-91.4	871.4	----	----	----	----
4	S	0.61	-100.0	0.0	8.9	91.4	871.4	----	----	----	----
5	S	0.75	-100.0	0.0	9.1	91.4	871.4	----	----	----	----
6	S	0.75	-100.0	0.0	9.0	91.4	871.4	----	----	----	----
7	S	0.88	-100.0	0.0	10.5	91.4	871.4	----	----	----	----
8	S	0.87	-100.0	0.0	10.7	91.4	871.4	----	----	----	----

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver.	Esito della verifica
S1	Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
S2	Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k2	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
k3	= 0.125 per flessione e presso-flessione; $=(e1 + e2)/(2*e1)$ per trazione eccentrica
Ø	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
Psi	$= 1 - \text{Beta}12 * (\text{Ssr}/\text{Ss})^2 = 1 - \text{Beta}12 * (\text{fctm}/\text{S2})^2 = 1 - \text{Beta}12 * (\text{Mfess}/\text{M})^2$ [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 * \text{Ss}/\text{Es}$ è tra parentesi
srm	Distanza media tra le fessure [mm]
wk	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 * e \text{ sm} * \text{srm}$ . Valore limite tra parentesi
MX fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.5	0	----	----	----	----	----	----	----	0.00	0.00
2	S	0.5	0	----	----	----	----	----	----	----	0.00	0.00
3	S	0.6	0	----	----	----	----	----	----	----	0.00	0.00
4	S	0.6	0	----	----	----	----	----	----	----	0.00	0.00
5	S	0.6	0	----	----	----	----	----	----	----	0.00	0.00
6	S	0.6	0	----	----	----	----	----	----	----	0.00	0.00
7	S	0.7	0	----	----	----	----	----	----	----	0.00	0.00
8	S	0.7	0	----	----	----	----	----	----	----	0.00	0.00

A seguire si riportano le verifiche a taglio nelle due direzioni principali:

Direzione longitudinale: 1+1  $\Phi$  16/10

# Linea AV/AC VERONA – PADOVA

1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO

Titolo:  
RELAZIONE DI CALCOLO PILE CON ISOLAMENTO

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV.

INOD 00 DI2 CL IV 000X002A

Pag  
22 di 124

SEZIONE			
b <sub>w</sub>	=	880	cm
h	=	200	cm
c	=	5	cm
d	=	h-c	= 195 cm
MATERIALI			
f <sub>ywd</sub>	=	391.30	MPa
R <sub>ck</sub>	=	40	MPa
γ <sub>c</sub>	=	1.5	
f <sub>ck</sub>	=	0.83xR <sub>ck</sub>	= 33.2 MPa
f <sub>cd</sub>	=	0.85xf <sub>ck</sub> /γ <sub>c</sub>	= 18.81 MPa
ARMATURE A TAGLIO			
θ <sub>d1</sub>	=	12	
braccia	=	21	
θ <sub>d2</sub>	=		
braccia	=		
passo	=	20	cm
(A <sub>sw</sub> / s)	=	118.752	cm <sup>2</sup> / m
α	=	90	° (90° staffe verticali)
ARMATURE LONGITUDINALI			
θ <sub>1</sub>	=	26	
Numero	=	5	
A <sub>sd</sub>	=	26.546	cm <sup>2</sup>
<b>TAGLIO AGENTE</b>	V <sub>Ed</sub> =	3829	(KN)
<b>SFORZO NORMALE</b>	N <sub>Ed</sub> =	11960	(KN)

IPOTESI 1		Cot θ = 2 θ = 21,8°
<b>Armatura trasversale</b>		
V <sub>Rsd</sub> =	20387.95 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$
V <sub>Rcd</sub> =	51904.83 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$
V <sub>Rd</sub> =	20387.95 (KN)	min(V <sub>Rsd</sub> , V <sub>Rcd</sub> )
IPOTESI 2		Cot θ = 1 θ = 45°
<b>Armatura trasversale</b>		
V <sub>Rsd</sub> =	8155.18 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$
V <sub>Rcd</sub> =	75262.01 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$
V <sub>Rd</sub> =	8155.18 (KN)	min(V <sub>Rsd</sub> , V <sub>Rcd</sub> )
IPOTESI 3		Cot θ in cui V <sub>Rsd</sub> =V <sub>f</sub> : Rottura bilanciata
cot(θ) =	4.18 (calcolato)	cot(θ) = 2.50 (limitato)
θ =	13.46°	
V <sub>Rsd</sub> =	34074.08 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$
V <sub>Rcd</sub> =	34074.08 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$
V <sub>Rd</sub> =	34074.08 (KN)	
<b>MASSIMO TAGLIO RESISTENTE</b>		
V <sub>Rd</sub> =	20389 (KN)	

Direzione trasversale:  $1 \Phi 12/40 \times 40$

SEZIONE			
$b_w$	=	880	cm
$h$	=	200	cm
$c$	=	5	cm
$d$	=	$h-c$	= 195 cm
MATERIALI			
$f_{ywd}$	=	391.30	MPa
$R_{ck}$	=	40	MPa
$\gamma_c$	=	1.5	
$f_{ek}$	=	$0.83 \times R_{ck}$	= 33.2 MPa
$f_{cd}$	=	$0.85 \times f_{ek} / \gamma_c$	= 18.81 MPa
ARMATURE A TAGLIO			
$\phi_{st}$	=	12	
braccia	=	21	
$\phi_{st2}$	=		
braccia	=		
passo	=	40	cm
$(A_{sw} / s)$	=	59.376	cm <sup>2</sup> / m
$\alpha$	=	90	° (90° staffe verticali)
ARMATURE LONGITUDINALI			
$\phi_l$	=	26	
Numero	=	5	
$A_{sl}$	=	26.546	cm <sup>2</sup>
TAGLIO AGENTE		$V_{Ed} =$	5500 (KN)
SFORZO NORMALE		$N_{Ed} =$	10100 (KN)
IPOTESI 1 $Cot \theta = 2 \quad \theta = 21,8^\circ$			
Armatura trasversale			
$V_{Rsd} =$	10193.97 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (ctg\alpha + ctg\theta) \cdot \sin\alpha$	
$V_{Rcd} =$	51623.43 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (ctg\alpha + ctg\theta) / (1 + ctg^2\theta)$	
$V_{Rd} =$	10193.97 (KN)	$\min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$	
IPOTESI 2 $Cot \theta = 1 \quad \theta = 45^\circ$			
Armatura trasversale			
$V_{Rsd} =$	4077.59 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (ctg\alpha + ctg\theta) \cdot \sin\alpha$	
$V_{Rcd} =$	74853.97 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (ctg\alpha + ctg\theta) / (1 + ctg^2\theta)$	
$V_{Rd} =$	4077.59 (KN)	$\min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$	
IPOTESI 3 $Cot \theta$ in cui $V_{Rsd} = V_f$ : Rottura bilanciata			
$cot(\theta) =$	5.98 (calcolato)	$cot(\theta) =$	2.50 (limitato)
$\theta =$	9.50 °		
$V_{Rsd} =$	24368.44 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (ctg\alpha + ctg\theta) \cdot \sin\alpha$	
$V_{Rcd} =$	24368.44 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (ctg\alpha + ctg\theta) / (1 + ctg^2\theta)$	
$V_{Rd} =$	24368.44 (KN)		
MASSIMO TAGLIO RESISTENTE			
$V_{Rd} =$	10195 (KN)		

A seguire si riportano le verifiche in direzione longitudinale e trasversale della zattera di fondazione:

### Armatura longitudinale

1Φ24/10

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	180.0	cm
N° totale barre:	20	
Diametro barre:	24	mm
Copriferro (dal baric.barre):	5.0	cm

Coordinate Barre nei vertici

N° Barra	X [cm]	Y [cm]
1	-45.0	-85.0
2	-45.0	85.0
3	45.0	85.0
4	45.0	-85.0

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE



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

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

### ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 0 mm  
 Passo staffe: 0.0 cm  
 Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	-1.00	0.00	0.00	0.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	2000.00	0.00

### RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.8 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.6 cm

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
 Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 N ult Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
 Mx ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
 As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	1.00	0.00	0.00	3025.25	0.00	999.000	45.2(25.9)
2	S	0.00	-1.00	0.00	0.00	-3025.25	0.00	999.000	45.2(25.9)

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00305	-0.02805	-50.0	90.0	0.00103	-45.0	85.0	-0.06750	-45.0	-85.0
2	0.00305	-0.02805	-50.0	-90.0	0.00103	-45.0	-85.0	-0.06750	-45.0	85.0

### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000403127	-0.033234242	0.043	0.700
2	0.000000000	-0.000403127	-0.033234242	0.043	0.700

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre	Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre $Beta1 \cdot Beta2$

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	4.92	50.0	90.0	-269.2	35.0	-85.0	2160	45.2	10.0	1.00

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$
S1	Esito della verifica
S2	Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
k2	Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k3	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
Ø	= 0.125 per flessione e presso-flessione; $=(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica
Cf	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Psi	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
	= $1 - Beta12 \cdot (Ssr/Ss)^2 = 1 - Beta12 \cdot (f_{ctm}/S2)^2 = 1 - Beta12 \cdot (M_{fess}/M)^2$ [B.6.6 DM96]

# Linea AV/AC VERONA – PADOVA

1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO

Titolo:  
RELAZIONE DI CALCOLO PILE CON ISOLAMENTO

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV.

IN0D 00 DI2 CL IV 000X002A

Pag  
26 di 124

e sm Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite =  $0.4 \cdot S_s / E_s$  è tra parentesi  
 srm Distanza media tra le fessure [mm]  
 wk Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure =  $1.7 \cdot e \cdot s_m \cdot s_{rm}$ . Valore limite tra parentesi  
 Mx fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]  
 MY fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-3.1	0	0.125	24	38.0	0.310	0.00054 (0.00054)	153	0.140 (0.20)	1661.31	0.00

### Armatura trasversale

**1Φ20/10**

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	180.0	cm
N°totale barre:	20	
Diametro barre:	20	mm
Copriferro (dal baric.barre):	7.0	cm

Coordinate Barre nei vertici

N°Barra	X [cm]	Y [cm]
1	-43.0	-83.0
2	-43.0	83.0
3	43.0	83.0
4	43.0	-83.0

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	8	20
2	2	3	8	20

#### ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe:	8	mm
Passo staffe:	15.0	cm
Staffe:	Una sola staffa chiusa perimetrale	

#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	-1.00	0.00	0.00	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)				
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione				
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione				

N° Comb.	N	Mx	Mx
1	0.00	1200.00	0.00

### RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	6.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.6 cm

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N ult	Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult, My ult) e (N, Mx, My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N° Comb	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	1.00	0.00	0.00	2074.43	0.00	999.000	31.4(25.6)
2	S	0.00	-1.00	0.00	0.00	-2074.43	0.00	999.000	31.4(25.6)

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N° Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00335	-0.02824	-50.0	90.0	0.00048	-43.0	83.0	-0.06750	-43.0	-83.0
2	0.00335	-0.02824	-50.0	-90.0	0.00048	-43.0	-83.0	-0.06750	-43.0	83.0

### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless. (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N° Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000409528	-0.033509184	0.047	0.700
2	0.000000000	-0.000409528	-0.033509184	0.047	0.700

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre	Distanza tre le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2

N° Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	3.66	50.0	90.0	-234.6	33.4	-83.0	2070	31.4	9.6	1.00

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm
S1	Esito della verifica
S2	Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
k2	Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k3	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
Ø	= 0.125 per flessione e presso-flessione; $=(e1 + e2)/(2*e1)$ per trazione eccentrica
Cf	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Psi	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm	$= 1 - \text{Beta}12 * (\text{Ssr}/\text{Ss})^2 = 1 - \text{Beta}12 * (\text{fctm}/\text{S2})^2 = 1 - \text{Beta}12 * (\text{Mfess}/\text{M})^2$ [B.6.6 DM96]
srm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 * \text{Ss}/\text{Es}$ è tra parentesi
wk	Distanza media tra le fessure [mm]
MX fess.	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 * e * \text{sm} * \text{srm}$ . Valore limite tra parentesi
MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-2.0	0	0.125	20	60.0	-0.705	0.00047 (0.00047)	205	0.164 (0.20)	1567.08	0.00

### PUNZONAMENTO

Si riportano di seguito le verifiche a punzonamento del plinto senza specifica armatura a taglio.

#### VERIFICA A PUNZONAMENTO PIASTRE EC2 -UNI EN 1992-1-1

##### DATI COLONNA

D	=	1200	mm		
Hp (piastra)	=	1800	mm		
cx (copriferro asse)	=	50	mm		
cy (copriferro asse)	=	50	mm		
dx	=	Hp-cx	=	1750	mm
dy	=	Hp-cy	=	1750	mm
deff (altezza utile media)	=	(dx+dy)/2	=	1750	mm
u	=	$2\pi((D/2)+2deff)$	=	25761	mm

##### TIPOLOGIA PILASTRO

##### UBICAZIONE

$\beta_1$	=	A	1.5
-----------	---	---	-----

##### MATERIALI

$f_{ywd}$	=	373.91	MPa	acciaio	
$R_{ck}$	=	30	MPa	cls	
$\gamma_c$	=	1.5			
$f_{ck}$	=	$0.83 \times R_{ck}$	=	24.9	MPa
$f_{cd}$	=	$0.85 \times f_{ck} / \gamma_c$	=	14.11	MPa
$f_{ctm}$	=	$0.3 \times (f_{ck})^{2/3}$	=	2.56	MPa
$f_{ctk}$	=	$0.7 \times f_{ctm}$	=	1.79	MPa
$f_{ctd}$	=	$f_{ctk} / \gamma_c$	=	1.19	MPa

#### ARMATURE LONGITUDINALI PER FLESSIONE PRESENTI NELLA PIASTRA

$\varnothing_{lx}$	=	26	mm	diametro barre X
Numero arm x	=	8	1/m	numero barre X a ml
$A_{s lx}$	=	4247.43	mm <sup>2</sup> /m	area barre X a ml
leff <sub>y</sub>	=	11.70	m	larghezza efficace dir Y
$A_{s lx}$	=	49694.97	mm <sup>2</sup>	acciaio X nella larghezza efficace
$\varnothing_{ly}$	=	26	mm	diametro barre Y
Numero arm y	=	8	1/m	numero barre Y a ml
$A_{s ly}$	=	4247.43	mm <sup>2</sup> /m	area barre Ya ml
leff <sub>x</sub>	=	11.70	mm	larghezza efficace dir X
$A_{s ly}$	=	49694.97	mm <sup>2</sup>	acciaio Y nella larghezza efficace

### SOLLECITAZIONE DI CALCOLO

TAGLIO AGENTE	$V_{Ed} =$	3349	(KN)
MOMENTO FLETTENTE (asse y)	$M_{yEd} =$	0	(KNm)
MOMENTO FLETTENTE (asse z)	$M_{zEd} =$		(KNm)
SFORZO NORMALE PIASTRA	$N_{Ed} =$	0	(KN)

### EFFETTO AMPLIFICAZIONE PER FLESSIONE

$\beta_2$	=	1.000	-
-----------	---	-------	---

### TENSIONE TANGENZIALE DI CALCOLO

tensione tangenziale	$v_{Ed} = \beta \cdot V_{Ed} / (u_1 \cdot d)$	0.11	Mpa
----------------------	---	------	-----

### ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO

$C_{rdc}$	=	0.12	$1 + (200/d)^{1/2} < 2$ $0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$	
k	=	1.34		
$v_{min}$	=	0.270		
$\rho_{lx}$	=	0.0024		percentuale armatura tesa X
$\rho_{ly}$	=	0.0024		percentuale armatura tesa Y
$\rho_l$	=	0.0200		percentuale media geometrica
$\sigma_{cp}$	=	0.0000	(Mpa) tensione di compressione cls	

### TENSIONE TANGENZIALE LIMITE SENZA ARMATURA

$v_{Rd,c}$	=	0.59	(MPa)	$v_{min+0.15 \cdot \sigma_{cp}} =$	0.27	(MPa)
$v_{Rd,c}$	=	0.59	(MPa)	resistenza a taglio cls non armato		
Esito verifica	=	Verifica positiva				

Di seguito si riporta l'incidenza delle armature in accordo con le verifiche effettuate:

	Elemento	Spessore [m]	Armatura longitudinale				Armatura trasversale				Spilli				Sommano [kg]	Incidenza [kg]	Incidenza [kg]
			Lato	Diametro [mm]	N°	Peso [kg/m]	Lato	Diametro [mm]	N°	Peso [kg/m]	diametro [mm]	Maglia [cmxcm]	N°	Peso [kg/m]			
PILA	Fondazione	1.80	LATO A	24	10	35.51	LATO A	20	10	24.66	12	40x40	6.25	5.55	125.89	70	91
			LATO B	24	10	35.51	LATO B	20	10	24.66	16	29.6	10	467.088			
	Elevazione	17.60	LONG	30	210	1165.3					12	40x40	6.25	48.84	1681.22	96	115



## 8.2 IV03 CAVALCAFERROVIA KM 12+594,43

Si riportano a seguire le sollecitazioni agenti sulle pile in forma tabellare; il numero della pila in tabella fa riferimento allo schema riportato di seguito:

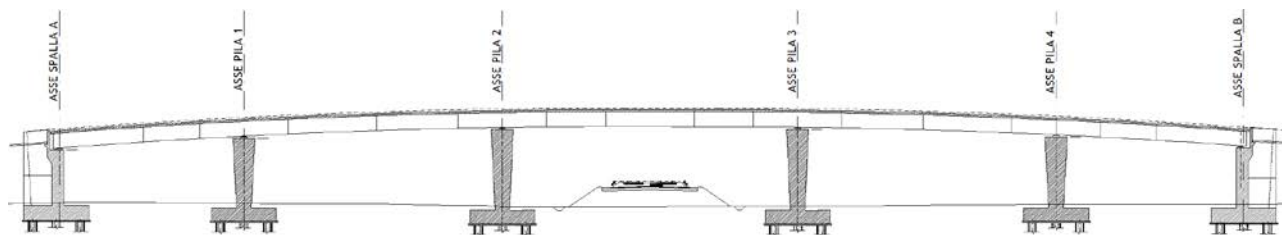


Figura 8: Identificazione delle pile dell'impalcato

Le sezioni di calcolo delle sollecitazioni agenti sulle pile (sezione di base) sono segnalate di seguito:

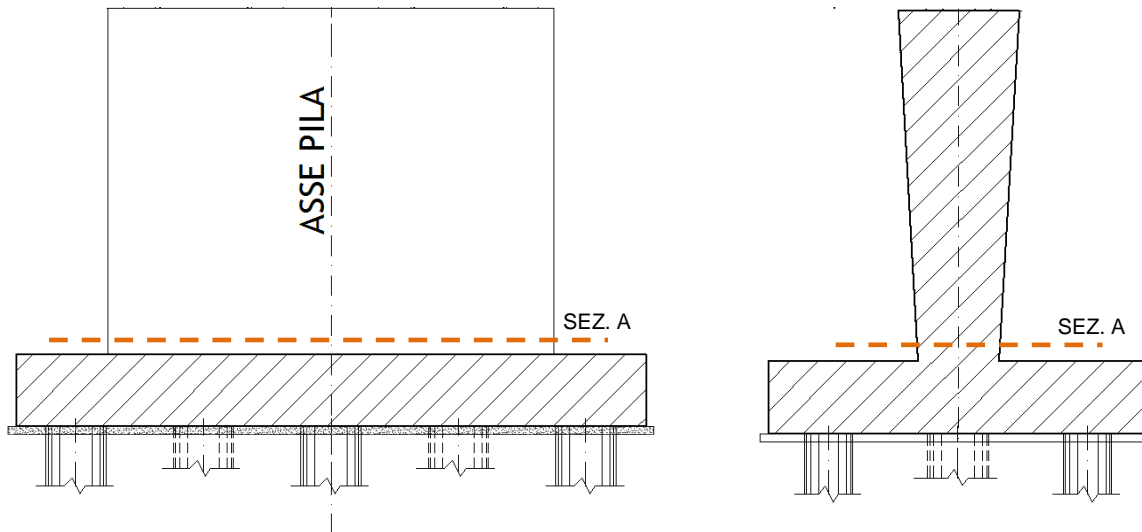


Figura 9: Identificazione delle sezioni di calcolo

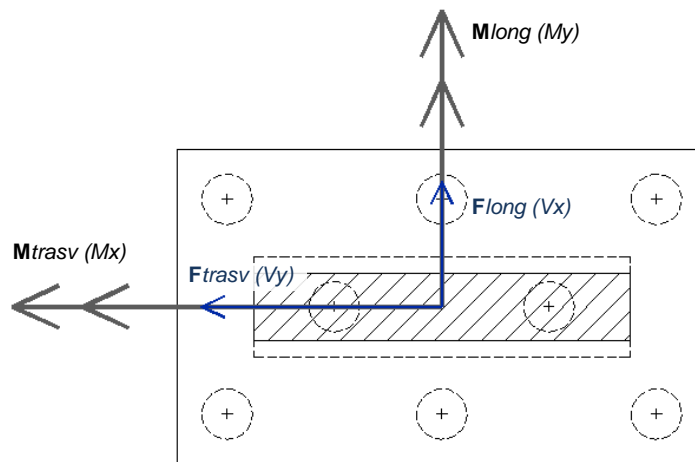


Figura 10: Indicazione delle direzioni di azione delle sollecitazioni sulla pila

In tabella sono riportate le sollecitazioni che interessano le pile nelle varie combinazioni; nella figura precedente sono specificate le direzione di azione delle sollecitazioni:

COMBINAZIONE	N (kN)	Mx (kN*m)	My (kN*m)	Vx (kN)	Vy (kN)
SLU_Inviluppo(max)	14745	5468	62	7	121
SLU_Inviluppo(max)	14620	5429	13	2	121
SLU_Inviluppo(max)	17431	6210	14	2	135
SLU_Inviluppo(max)	17467	6219	110	10	135
SLU_Inviluppo(max)	18182	-954	-50	-5	117
SLU_Inviluppo(max)	18057	-1003	-97	-10	117
SLU_Inviluppo(max)	21066	-852	-152	-13	130
SLU_Inviluppo(max)	21102	-841	-56	-5	129
SLU_Inviluppo_SISMA(max)	10415	30261	30453	5037	5232
SLU_Inviluppo_SISMA(max)	10503	22850	29390	4961	3889
SLU_Inviluppo_SISMA(max)	12430	34230	38554	5507	4413
SLU_Inviluppo_SISMA(max)	12283	32158	38677	5504	4221
SLU_Inviluppo_SISMA(min)	12035	-30231	-30459	-5037	-5232
SLU_Inviluppo_SISMA(min)	11762	-22851	-29452	-4967	-3888
SLU_Inviluppo_SISMA(min)	13868	-34247	-38654	-5515	-4413
SLU_Inviluppo_SISMA(min)	14067	-32171	-38657	-5502	-4221
SLE_Rara_26(max)	10922	2761	46	5	1
SLE_Rara_26(max)	10830	2748	10	1	1
SLE_Rara_26(max)	12912	3018	10	1	2
SLE_Rara_26(max)	12939	3020	82	8	2
SLE_Rara_26(min)	13468	-1996	-37	-3	-1
SLE_Rara_26(min)	13375	-2016	-72	-7	-2
SLE_Rara_26(min)	15605	-2212	-113	-10	-2
SLE_Rara_26(min)	15632	-2209	-42	-3	-2

Figura 11: Inviluppo sollecitazioni alla base

Di seguito si riportano le massime sollecitazioni agenti sulla fondazione delle pile in termini di sollecitazioni flettenti per le condizioni di carico dimensionanti. I contour plots dei momenti sono relativi all'armatura trasversale (momento  $M_{xx}$  riferimento locale) e longitudinale (momento  $M_{yy}$  riferimento locale).

### Momento flettente – SISMA

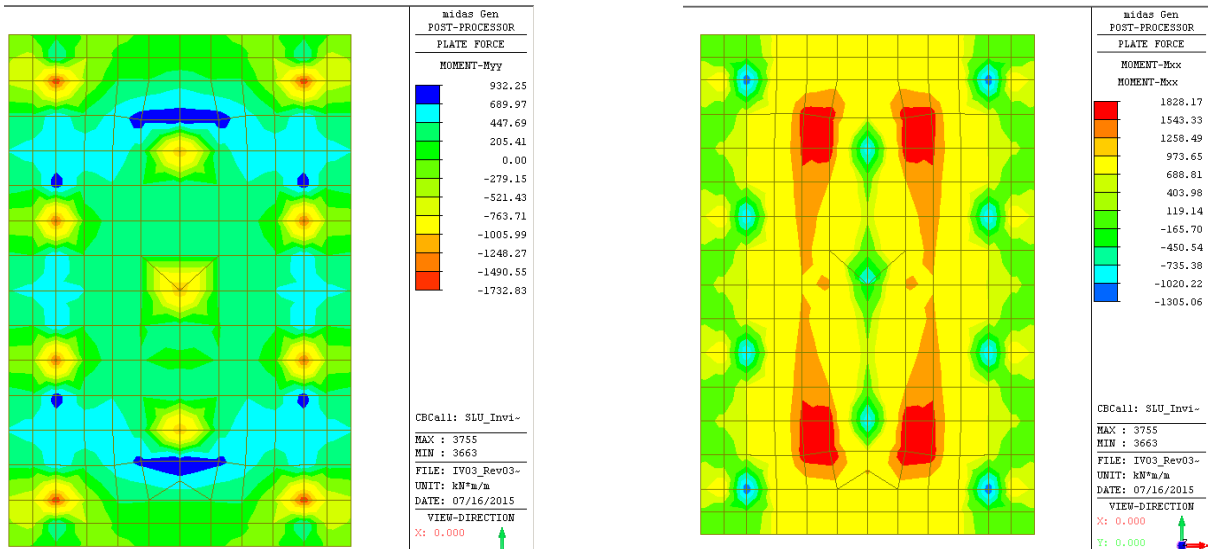


Figura 12 Comb. SISMA: – Involuppo Momenti Mtrasv (a sinistra) ;Mlong (a destra)

Si riportano a seguire le verifiche delle pile nella sezione di calcolo considerata (sezione di base).

Le combinazioni considerate corrispondono alle diverse sollecitazioni agenti sulle pile.

**VERIFICA SEZIONE A 8.80x2.00m: long 210Φ30 As=0.84%**

**CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO**

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-100.0	880.0
2	100.0	880.0
3	100.0	0.0
4	-100.0	0.0

**DATI BARRE ISOLATE**

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	91.4	8.6	30
2	91.4	14.6	30
3	-91.4	8.6	30
4	-91.4	14.6	30
5	91.4	865.4	30
6	91.4	871.4	30
7	-91.4	865.4	30
8	-91.4	871.4	30

### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	8	6	17	30
2	3	1	17	30
3	4	7	84	30
4	2	5	84	30

### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	14745.16	5468.05	61.72	0.00	0.00
2	14620.33	5429.15	12.91	0.00	0.00
3	17431.11	6209.50	13.77	0.00	0.00
4	17467.12	6218.72	110.10	0.00	0.00
5	18181.99	-953.64	-49.62	0.00	0.00
6	18056.50	-1003.26	-96.88	0.00	0.00
7	21066.22	-851.52	-152.38	0.00	0.00
8	21102.48	-841.20	-56.29	0.00	0.00
9	10414.75	30260.72	30453.47	0.00	0.00
10	10502.85	22850.22	29389.86	0.00	0.00
11	12429.61	34230.33	38554.00	0.00	0.00
12	12282.99	32157.95	38677.08	0.00	0.00
13	12034.98	-30230.62	-30459.36	0.00	0.00
14	11761.87	-22851.15	-29451.88	0.00	0.00
15	13868.10	-34247.39	-38653.65	0.00	0.00
16	14067.10	-32171.05	-38656.75	0.00	0.00

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	10922.32	2760.74 (0.00)	45.76 (0.00)
2	10829.96	2748.40 (0.00)	9.52 (0.00)
3	12911.89	3018.07 (0.00)	10.17 (0.00)

4	12938.69	3020.35 (0.00)	81.58 (0.00)
5	13468.12	-1996.07 (0.00)	-36.71 (0.00)
6	13375.28	-2016.36 (0.00)	-71.81 (0.00)
7	15604.57	-2212.32 (0.00)	-112.90 (0.00)
8	15631.54	-2209.22 (0.00)	-41.68 (0.00)

### RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.1 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	3.0 cm

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N ult	Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	14745.16	5468.05	61.72	14744.92	273850.59	1975.81	50.080	-----
2	S	14620.33	5429.15	12.91	14620.41	273844.81	21.95	50.440	-----
3	S	17431.11	6209.50	13.77	17430.97	282542.45	20.45	45.502	-----
4	S	17467.12	6218.72	110.10	17467.09	281854.15	3863.01	45.321	-----
5	S	18181.99	-953.64	-49.62	18182.11	-278150.77	-15031.77	291.704	-----
6	S	18056.50	-1003.26	-96.88	18056.34	-265985.16	-25609.09	265.114	-----
7	S	21066.22	-851.52	-152.38	21066.13	-240650.84	-42905.93	282.581	-----
8	S	21102.48	-841.20	-56.29	21102.66	-284336.61	-18197.39	337.949	-----
9	S	10414.75	30260.72	30453.47	10414.77	61460.30	61674.62	2.028	-----
10	S	10502.85	22850.22	29389.86	10502.93	48456.47	62096.07	2.116	-----
11	S	12429.61	34230.33	38554.00	12429.65	56312.89	63525.43	1.647	-----
12	S	12282.99	32157.95	38677.08	12282.90	52862.85	63492.50	1.643	-----
13	S	12034.98	-30230.62	-30459.36	12035.25	-62671.94	-62995.00	2.071	-----
14	S	11761.87	-22851.15	-29451.88	11762.14	-49062.40	-63145.04	2.145	-----
15	S	13868.10	-34247.39	-38653.65	13867.96	-56815.69	-64711.91	1.667	-----
16	S	14067.10	-32171.05	-38656.75	14066.94	-53823.10	-64960.12	1.677	-----

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00248	-0.00292	100.0	880.0	0.00235	91.4	871.4	-0.01000	-91.4	8.6
2	0.00237	-0.00298	100.0	880.0	0.00225	91.4	871.4	-0.01000	-91.4	8.6

3	0.00247	-0.00293	100.0	880.0	0.00234	91.4	871.4	-0.01000	-91.4	8.6
4	0.00267	-0.00282	100.0	880.0	0.00253	91.4	871.4	-0.01000	-91.4	8.6
5	0.00325	-0.00251	-100.0	0.0	0.00305	-91.4	8.6	-0.01000	91.4	871.4
6	0.00350	-0.00208	-100.0	0.0	0.00328	-91.4	8.6	-0.00931	91.4	871.4
7	0.00350	-0.00133	-100.0	0.0	0.00326	-91.4	8.6	-0.00752	91.4	871.4
8	0.00349	-0.00238	-100.0	0.0	0.00328	-91.4	8.6	-0.01000	91.4	871.4
9	0.00255	-0.00304	100.0	880.0	0.00205	91.4	871.4	-0.01000	-91.4	8.6
10	0.00238	-0.00314	100.0	880.0	0.00187	91.4	871.4	-0.01000	-91.4	8.6
11	0.00253	-0.00305	100.0	880.0	0.00203	91.4	871.4	-0.01000	-91.4	8.6
12	0.00248	-0.00308	100.0	880.0	0.00198	91.4	871.4	-0.01000	-91.4	8.6
13	0.00261	-0.00301	-100.0	0.0	0.00211	-91.4	8.6	-0.01000	91.4	871.4
14	0.00242	-0.00312	-100.0	0.0	0.00191	-91.4	8.6	-0.01000	91.4	871.4
15	0.00258	-0.00303	-100.0	0.0	0.00208	-91.4	8.6	-0.01000	91.4	871.4
16	0.00254	-0.00305	-100.0	0.0	0.00204	-91.4	8.6	-0.01000	91.4	871.4

### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
 x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)  
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000001265	0.000014046	-0.010005164	----	----
2	0.000000034	0.000014190	-0.010118947	----	----
3	0.000000032	0.000014301	-0.010120091	----	----
4	0.000002473	0.000014002	-0.009894429	----	----
5	-0.000009071	-0.000013209	0.002339423	----	----
6	-0.000014082	-0.000011602	0.002091758	----	----
7	-0.000019958	-0.000008258	0.001504228	----	----
8	-0.000010912	-0.000013084	0.002399006	----	----
9	0.000055646	0.000002180	-0.004932715	----	----
10	0.000056874	0.000001712	-0.004816437	----	----
11	0.000056443	0.000001985	-0.004858163	----	----
12	0.000056740	0.000001861	-0.004829980	----	----
13	-0.000055778	-0.000002221	-0.002966627	----	----
14	-0.000057007	-0.000001729	-0.003283213	----	----
15	-0.000056607	-0.000002002	-0.003081602	----	----
16	-0.000056912	-0.000001893	-0.003148967	----	----

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata  
 Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]  
 Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
 Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]  
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
 Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre  
 As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure  
 D barre Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure  
 Beta12 Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1\*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	0.65	100.0	880.0	6.8	-91.4	8.6	----	----	----	----
2	S	0.64	100.0	880.0	6.8	-91.4	8.6	----	----	----	----
3	S	0.75	100.0	880.0	8.3	-91.4	8.6	----	----	----	----
4	S	0.76	100.0	880.0	8.2	-91.4	8.6	----	----	----	----
5	S	0.75	-100.0	0.0	9.1	91.4	871.4	----	----	----	----

6	S	0.75	-100.0	0.0	9.0	91.4	871.4	----	----	----	----
7	S	0.88	-100.0	0.0	10.5	91.4	871.4	----	----	----	----
8	S	0.87	-100.0	0.0	10.7	91.4	871.4	----	----	----	----

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE

	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$
Ver.	Esito della verifica
S1	Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
S2	Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k2	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
k3	= 0.125 per flessione e presso-flessione; $=(e1 + e2)/(2*e1)$ per trazione eccentrica
Ø	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace $A_c$ eff
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
Psi	$= 1 - \text{Beta}12 * (Ssr/Ss)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (f_{ctm}/S2)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (M_{fess}/M)^2$ [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 * Ss/Es$ è tra parentesi
srm	Distanza media tra le fessure [mm]
wk	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 * e \text{ sm} * srm$ . Valore limite tra parentesi
MX fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.5	0	----	----	----	----	----	----	----	0.00	0.00
2	S	0.5	0	----	----	----	----	----	----	----	0.00	0.00
3	S	0.5	0	----	----	----	----	----	----	----	0.00	0.00
4	S	0.5	0	----	----	----	----	----	----	----	0.00	0.00
5	S	0.6	0	----	----	----	----	----	----	----	0.00	0.00
6	S	0.6	0	----	----	----	----	----	----	----	0.00	0.00
7	S	0.7	0	----	----	----	----	----	----	----	0.00	0.00
8	S	0.7	0	----	----	----	----	----	----	----	0.00	0.00



A seguire si riportano le verifiche a taglio nelle due direzioni principali:

Direzione longitudinale: 1+1  $\Phi$ 16/10

SEZIONE			
$b_w$	=	200	cm
$h$	=	880	cm
$c$	=	5	cm
$d$	=	$h-c$	= 875 cm
MATERIALI			
$f_{ywd}$	=	391.30	MPa
$R_{ck}$	=	40	MPa
$\gamma_c$	=	1.5	
$f_{ck}$	=	$0.83 \times R_{ck}$	= 33.2 MPa
$f_{cd}$	=	$0.85 \times f_{ck} / \gamma_c$	= 18.81 MPa
ARMATURE A TAGLIO			
$\phi_{st}$	=	16	
braccia	=	2	
$\phi_{st2}$	=		
braccia	=		
passo	=	20	cm
$(A_{sw} / s)$	=	20.106	cm <sup>2</sup> / m
$\alpha$	=	90	° (90° staffe verticali)
ARMATURE LONGITUDINALI			
$\phi_l$	=	26	
Numero	=	5	
$A_{sl}$	=	26.546	cm <sup>2</sup>
<b>TAGLIO AGENTE</b>		$V_{Ed} =$	5500 (KN)
<b>SFORZO NORMALE</b>		$N_{Ed} =$	14266 (KN)
IPOTESI 1 $Cot \varphi = 2 \quad \varphi = 21,8^\circ$			
<b>Armatura trasversale</b>			
$V_{Rsd} =$	15489.42 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (ctg\alpha + ctg\theta) \cdot \sin\alpha$	
$V_{Rcd} =$	53289.04 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (ctg\alpha + ctg\theta) / (1 + ctg^2\theta)$	
$V_{Rd} =$	15489.42 (KN)	$\min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$	
IPOTESI 2 $Cot \varphi = 1 \quad \varphi = 45^\circ$			
<b>Armatura trasversale</b>			
$V_{Rsd} =$	6195.77 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (ctg\alpha + ctg\theta) \cdot \sin\alpha$	
$V_{Rcd} =$	77269.11 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (ctg\alpha + ctg\theta) / (1 + ctg^2\theta)$	
$V_{Rd} =$	6195.77 (KN)	$\min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$	
IPOTESI 3 $Cot \varphi$ in cui $V_{Rsd} = V_I$ : Rottura bilanciata			
$cot(\theta) =$	4.89 (calcolato)	$cot(\theta) =$	2.50 (limitato)
$\theta =$	11.55 °		
$V_{Rsd} =$	30316.58 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (ctg\alpha + ctg\theta) \cdot \sin\alpha$	
$V_{Rcd} =$	30316.58 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (ctg\alpha + ctg\theta) / (1 + ctg^2\theta)$	
$V_{Rd} =$	30316.58 (KN)		
MASSIMO TAGLIO RESISTENTE			
$V_{Rd} =$	15491 (KN)		

Direzione trasversale:  $1 \Phi 12/40 \times 40$

SEZIONE			
$b_w$	=	880	cm
$h$	=	200	cm
$c$	=	5	cm
$d$	=	$h-c$	= 195 cm
MATERIALI			
$f_{ywd}$	=	391.30	MPa
$R_{ck}$	=	40	MPa
$\gamma_c$	=	1.5	
$f_{ck}$	=	$0.83 \times R_{ck}$	= 33.2 MPa
$f_{cd}$	=	$0.85 \times f_{ck} / \gamma_c$	= 18.81 MPa
ARMATURE A TAGLIO			
$\phi_{st}$	=	12	
braccia	=	21	
$\phi_{st2}$	=		
braccia	=		
passo	=	40	cm
$(A_{sw} / s)$	=	59.376	$cm^2 / m$
$\alpha$	=	90	° (90° staffe verticali)
ARMATURE LONGITUDINALI			
$\phi_l$	=	26	
Numero	=	5	
$A_{sl}$	=	26.546	$cm^2$
TAGLIO AGENTE	$V_{Ed} =$	5500	(KN)
SFORZO NORMALE	$N_{Ed} =$	10100	(KN)
IPOTESI 1 $Cot \theta = 2 \theta = 21,8^\circ$			
Armatura trasversale			
$V_{Rsd} =$	10193.97 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (ctg\alpha + ctg\theta) \cdot \sin\alpha$	
$V_{Rcd} =$	51623.43 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (ctg\alpha + ctg\theta) / (1 + ctg^2\theta)$	
$V_{Rd} =$	10193.97 (KN)	$\min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$	
IPOTESI 2 $Cot \theta = 1 \theta = 45^\circ$			
Armatura trasversale			
$V_{Rsd} =$	4077.59 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (ctg\alpha + ctg\theta) \cdot \sin\alpha$	
$V_{Rcd} =$	74853.97 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (ctg\alpha + ctg\theta) / (1 + ctg^2\theta)$	
$V_{Rd} =$	4077.59 (KN)	$\min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$	
IPOTESI 3 $Cot \theta$ in cui $V_{Rsd}=V_f$ : Rottura bilanciata			
$cot(\theta) =$	5.98 (calcolato)	$cot(\theta) =$	2.50 (limitato)
$\theta =$	9.50 °		
$V_{Rsd} =$	24368.44 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (ctg\alpha + ctg\theta) \cdot \sin\alpha$	
$V_{Rcd} =$	24368.44 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (ctg\alpha + ctg\theta) / (1 + ctg^2\theta)$	
$V_{Rd} =$	24368.44 (KN)		
MASSIMO TAGLIO RESISTENTE			
$V_{Rd} =$	10195 (KN)		

A seguire si riportano le verifiche in direzione longitudinale e trasversale della zattera di fondazione:

### Armatura longitudinale

**1Φ24/10**

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	180.0	cm
N° totale barre:	20	
Diametro barre:	24	mm
Copri ferro (dal baric. barre):	5.0	cm

Coordinate Barre nei vertici

N° Barra	X [cm]	Y [cm]
1	-45.0	-85.0
2	-45.0	85.0
3	45.0	85.0
4	45.0	-85.0

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N° Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N° Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione

N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione  
 N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione  
 Ø Diametro in mm delle barre della generazione

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

### ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 0 mm  
 Passo staffe: 0.0 cm  
 Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	-1.00	0.00	0.00	0.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	Mx
1	0.00	2000.00	0.00

### RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.8 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.6 cm

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
 Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 N ult Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
 Mx ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
 As Tesa Area armature [cm<sup>2</sup>] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.	As Tesa
--------	-----	---	----	----	-------	--------	--------	----------	---------

1	S	0.00	1.00	0.00	0.00	3025.25	0.00	999.000	45.2(25.9)
2	S	0.00	-1.00	0.00	0.00	-3025.25	0.00	999.000	45.2(25.9)

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00305	-0.02805	-50.0	90.0	0.00103	-45.0	85.0	-0.06750	-45.0	-85.0
2	0.00305	-0.02805	-50.0	-90.0	0.00103	-45.0	-85.0	-0.06750	-45.0	85.0

### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000403127	-0.033234242	0.043	0.700
2	0.000000000	-0.000403127	-0.033234242	0.043	0.700

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre	Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre $Beta1 \cdot Beta2$

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	4.92	50.0	90.0	-269.2	35.0	-85.0	2160	45.2	10.0	1.00

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$
S1	Esito della verifica
S2	Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
k2	Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k3	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
Ø	= 0.125 per flessione e presso-flessione; $-(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica
Cf	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Psi	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm	$= 1 - Beta12 \cdot (Ssr/Ss)^2 = 1 - Beta12 \cdot (f_{ctm}/S2)^2 = 1 - Beta12 \cdot (M_{fess}/M)^2$ [B.6.6 DM96]
srm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 \cdot Ss/Es$ è tra parentesi
wk	Distanza media tra le fessure [mm]
wk	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 \cdot e$ e $sm \cdot srm$ . Valore limite tra parentesi

# Linea AV/AC VERONA – PADOVA

1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO

Titolo:  
RELAZIONE DI CALCOLO PILE CON ISOLAMENTO

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV.

IN0D 00 DI2 CL IV 000X002A

Pag  
44 di 124

MX fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]  
MY fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-3.1	0	0.125	24	38.0	0.310	0.00054 (0.00054)	153	0.140 (0.20)	1661.31	0.00

### Armatura trasversale

**1Φ20/10**

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	180.0	cm
N°totale barre:	20	
Diametro barre:	20	mm
Copriferro (dal baric.barre):	7.0	cm

Coordinate Barre nei vertici

N°Barra	X [cm]	Y [cm]
1	-43.0	-83.0
2	-43.0	83.0
3	43.0	83.0
4	43.0	-83.0

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	8	20
2	2	3	8	20

#### ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe:	8	mm
Passo staffe:	15.0	cm
Staffe:	Una sola staffa chiusa perimetrale	

#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	-1.00	0.00	0.00	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)				
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione				
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione				

N° Comb.	N	Mx	Mx
1	0.00	1200.00	0.00

### RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	6.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.6 cm

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N ult	Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult, My ult) e (N, Mx, My) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
As Tesa	Area armature [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N° Comb	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	1.00	0.00	0.00	2074.43	0.00	999.000	31.4(25.6)
2	S	0.00	-1.00	0.00	0.00	-2074.43	0.00	999.000	31.4(25.6)

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N° Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00335	-0.02824	-50.0	90.0	0.00048	-43.0	83.0	-0.06750	-43.0	-83.0
2	0.00335	-0.02824	-50.0	-90.0	0.00048	-43.0	-83.0	-0.06750	-43.0	83.0

### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless. (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N° Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000409528	-0.033509184	0.047	0.700
2	0.000000000	-0.000409528	-0.033509184	0.047	0.700

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre	Distanza tre le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2

N° Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	3.66	50.0	90.0	-234.6	33.4	-83.0	2070	31.4	9.6	1.00

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm
Ver.	Esito della verifica
S1	Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
S2	Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k2	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
k3	= 0.125 per flessione e presso-flessione; $=(e1 + e2)/(2*e1)$ per trazione eccentrica
Ø	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
Psi	$= 1 - \text{Beta}12 * (\text{Ssr}/\text{Ss})^2 = 1 - \text{Beta}12 * (\text{fctm}/\text{S2})^2 = 1 - \text{Beta}12 * (\text{Mfess}/\text{M})^2$ [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 * \text{Ss}/\text{Es}$ è tra parentesi
srm	Distanza media tra le fessure [mm]
wk	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 * e * \text{sm} * \text{srm}$ . Valore limite tra parentesi
MX fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-2.0	0	0.125	20	60.0	-0.705	0.00047 (0.00047)	205	0.164 (0.20)	1567.08	0.00



### PUNZONAMENTO

Si riportano di seguito le verifiche a punzonamento del plinto senza specifica armatura a taglio.

#### VERIFICA A PUNZONAMENTO PIASTRE EC2 -UNI EN 1992-1-1

##### DATI COLONNA

D	=	1200	mm		
Hp (piastra)	=	1800	mm		
cx (copriferro asse)	=	50	mm		
cy (copriferro asse)	=	50	mm		
dx	=	Hp-cx	=	1750	mm
dy	=	Hp-cy	=	1750	mm
deff (altezza utile media)	=	(dx+dy)/2	=	1750	mm
u	=	$2\pi((D/2)+2deff)$	=	25761	mm

##### TIPOLOGIA PILASTRO

##### UBICAZIONE

$\beta_1$	=	A	1.5
-----------	---	---	-----

##### MATERIALI

$f_{ywd}$	=	373.91	MPa	acciaio	
$R_{ck}$	=	30	MPa	cls	
$\gamma_c$	=	1.5			
$f_{ck}$	=	$0.83 \times R_{ck}$	=	24.9	MPa
$f_{cd}$	=	$0.85 \times f_{ck} / \gamma_c$	=	14.11	MPa
$f_{ctm}$	=	$0.3 \times (f_{ck})^{2/3}$	=	2.56	MPa
$f_{ctk}$	=	$0.7 \times f_{ctm}$	=	1.79	MPa
$f_{ctd}$	=	$f_{ctk} / \gamma_c$	=	1.19	MPa

#### ARMATURE LONGITUDINALI PER FLESSIONE PRESENTI NELLA PIASTRA

$\varnothing_{lx}$	=	26	mm	diametro barre X
Numero arm x	=	8	1/m	numero barre X a ml
$A_{s lx}$	=	4247.43	mm <sup>2</sup> /m	area barre X a ml
leff <sub>y</sub>	=	11.70	m	larghezza efficace dir Y
$A_{s lx}$	=	49694.97	mm <sup>2</sup>	acciaio X nella larghezza efficace
$\varnothing_{ly}$	=	26	mm	diametro barre Y
Numero arm y	=	8	1/m	numero barre Y a ml
$A_{s ly}$	=	4247.43	mm <sup>2</sup> /m	area barre Ya ml
leff <sub>x</sub>	=	11.70	mm	larghezza efficace dir X
$A_{s ly}$	=	49694.97	mm <sup>2</sup>	acciaio Y nella larghezza efficace

**SOLLECITAZIONE DI CALCOLO**

TAGLIO AGENTE	$V_{Ed} =$	3349	(KN)
MOMENTO FLETTENTE (asse y)	$My_{Ed} =$	0	(KNm)
MOMENTO FLETTENTE (asse z)	$Mz_{Ed} =$		(KNm)
SFORZO NORMALE PIASTRA	$N_{Ed} =$	0	(KN)

**EFFETTO AMPLIFICAZIONE PER FLESSIONE**

$\beta_2$	=	1.000	-
-----------	---	-------	---

**TENSIONE TANGENZIALE DI CALCOLO**

tensione tangenziale	$v_{Ed} = \beta \cdot V_{Ed} / (u_1 \cdot d)$	0.11	Mpa
----------------------	---	------	-----

**ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO**

Crdc	=	0.12	$1 + (200/d)^{1/2} < 2$ $0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$	
k	=	1.34		
vmin	=	0.270		
$\rho_{lx}$	=	0.0024		percentuale armatura tesa X
$\rho_{ly}$	=	0.0024		percentuale armatura tesa Y
$\rho_l$	=	0.0200		percentuale media geometrica
$\sigma_{cp}$	=	0.0000	(Mpa) tensione di compressione cls	

**TENSIONE TANGENZIALE LIMITE SENZA ARMATURA**

$v_{Rd,c}$	=	0.59	(MPa)	$v_{min+0.15 \cdot \sigma_{cp} =}$	0.27	(MPa)
$v_{Rd,c}$	=	0.59	(MPa)	resistenza a taglio cls non armato		
Esito verifica	=	Verifica positiva				

Di seguito si riporta l'incidenza delle armature in accordo con le verifiche effettuate:

	Elemento	Spessore [m]	Armatura longitudinale				Armatura trasversale				Spilli				Sommano [kg]	Incidenza [kg]	Incidenza [kg]
			Lato	Diametro [mm]	N°	Peso [kg/m]	Lato	Diametro [mm]	N°	Peso [kg/m]	diametro [mm]	Maglia [cmxcm]	N°	Peso [kg/m]			
PILA	Fondazione	1.80	LATO A	24	10	35.51	LATO A	20	10	24.66	12	40x40	6.25	5.55	125.89	70	91
			LATO B	24	10	35.51	LATO B	20	10	24.66	16	29.6	10	467.088			
	Elevazione	17.60	LONG	30	210	1165.3					12	40x40	6.25	48.84	1681.22	96	115

### 8.3 IV04 CAVALCAFERROVIA KM 13+239,61

Si riportano a seguire le sollecitazioni agenti sulle pile in forma tabellare; il numero della pila in tabella fa riferimento allo schema riportato di seguito:

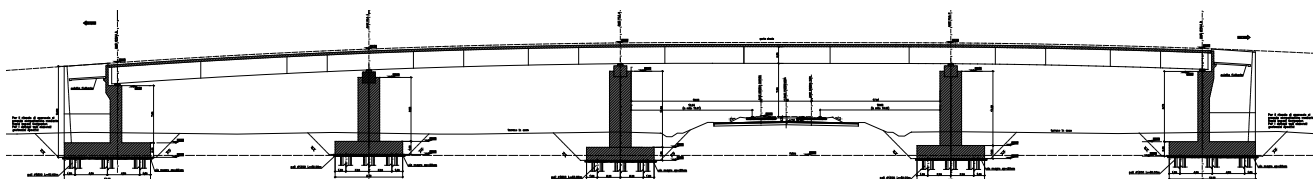


Figura 13: Identificazione delle pile dell'impalcato

Le sezioni di calcolo delle sollecitazioni agenti sulle pile (sezione di base) sono segnalate di seguito:

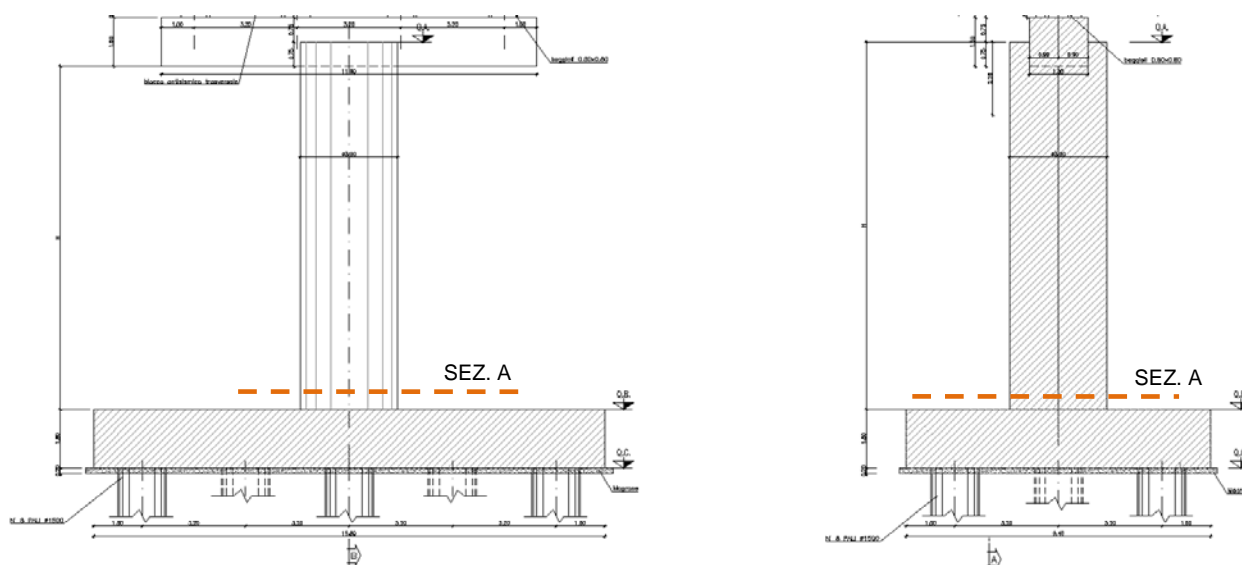


Figura 14: Identificazione delle sezioni di calcolo

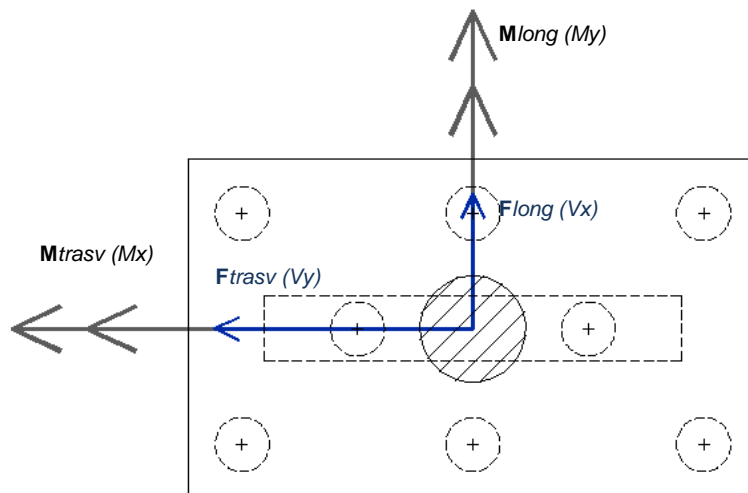


Figura 15: Indicazione delle direzioni di azione delle sollecitazioni sulla pila

In tabella sono riportate le sollecitazioni che interessano le pile nelle varie combinazioni; nella figura precedente sono specificate le direzione di azione delle sollecitazioni:

COMBINAZIONE	N (kN)	Mx (kN*m)	My (kN*m)	V (kN)
SLU_Inviluppo(max)	14879	7205	-25	144
SLU_Inviluppo(max)	13075	7044	169	149
SLU_Inviluppo(max)	11945	6643	-33	141
SLU_Inviluppo(min)	17308	-557	-148	125
SLU_Inviluppo(min)	15594	-658	77	127
SLU_Inviluppo(min)	14404	-782	-117	125
SLU_Inviluppo_SISMA(max)	10046	2461	6518	653
SLU_Inviluppo_SISMA(max)	8609	2311	6517	666
SLU_Inviluppo_SISMA(max)	8235	2112	5552	653
SLU_Inviluppo_SISMA(min)	11628	-7494	-2040	694
SLU_Inviluppo_SISMA(min)	10506	-7503	-1850	682
SLU_Inviluppo_SISMA(min)	9632	-6355	-1737	650
SLE_Rara_26(max)	11021	3678	-19	6
SLE_Rara_26(max)	9685	3573	125	14
SLE_Rara_26(max)	8848	3507	-25	6
SLE_Rara_26(min)	12821	-2072	-109	14
SLE_Rara_26(min)	11551	-2132	57	11
SLE_Rara_26(min)	10670	-1993	-87	12

Figura 16: Inviluppo sollecitazioni alla base

**È stato verificato che la combinazione eccezionale di urto dovuto a traffico ferroviario fornisce sollecitazioni non dimensionanti.**

Di seguito si riportano le massime sollecitazioni agenti sulla fondazione delle pile in termini di sollecitazioni flettenti per le condizioni di carico dimensionanti. I contour plots dei momenti sono relativi all'armatura trasversale (momento  $M_{xx}$  riferimento locale) e longitudinale (momento  $M_{yy}$  riferimento locale).

### Momento flettente – SISMA

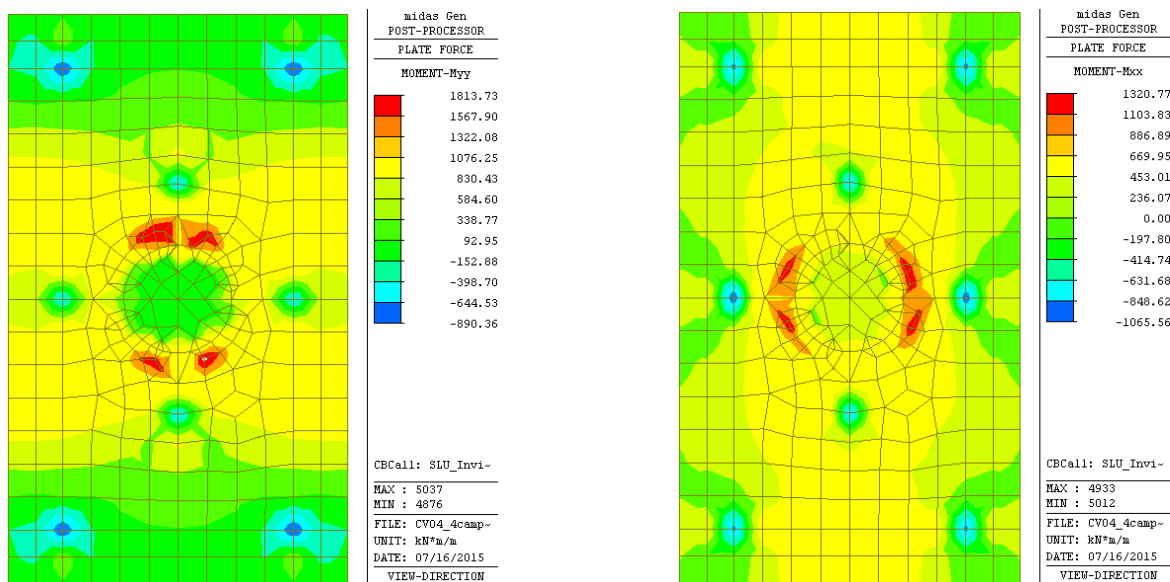


Figura 17 Comb. SISMA: – Involuppo Momenti  $M_{trav}$  (a sinistra) ;  $M_{long}$  (a destra)

Si riportano a seguire le verifiche delle pile nella sezione di calcolo considerata (sezione di base).

Le combinazioni considerate corrispondono alle diverse sollecitazioni agenti sulle pile.

### VERIFICA SEZIONE CIRCOLARE D=3.0 m: long 122 $\Phi$ 30 As=1.2%

#### ARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Diametro sezione:	300.0	cm
Barre circonferenza:	120 $\Phi$ 30	(848.2 cm <sup>2</sup> )
Coprif.(dal baric. barre):	6.0	cm

#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	14878.67	7205.46	333.00	9.00
2	13075.14	7046.47	154.00	10.00
3	11944.56	6643.36	170.00	11.00
4	17307.97	576.55	468.00	13.00
5	15593.60	662.01	426.00	14.00
6	14404.03	790.28	549.00	15.00
7	10045.55	6966.73	4613.00	17.00
8	8608.83	6914.36	4951.00	18.00
9	8234.52	5939.78	4453.00	19.00
10	11628.38	7766.53	4649.00	21.00
11	10505.72	7728.08	4954.00	22.00
12	9632.28	6588.66	4406.00	23.00

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

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

N°Comb.	N	Mx
1	11021.20	3677.93 (0.00)
2	9685.35	3575.29 (0.00)
3	8847.79	3507.04 (0.00)
4	12820.68	2075.17 (0.00)
5	11550.88	2132.83 (0.00)
6	10669.62	1994.78 (0.00)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	4.5	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	4.5	cm
Copriferro netto minimo staffe:	2.9	cm

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult	Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult) e (N,Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yneutro	Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
Mx sn.	Momento flettente allo snervamento [kNm]
x/d	Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC] Area efficace a flessione barre inf. (per presenza di torsione)= 847.2 cm <sup>2</sup> Area efficace a flessione barre sup. (per presenza di torsione)= 0.0 cm <sup>2</sup>

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	14878.67	7205.46	14878.55	52911.50	7.343	61.4	40238.25	---	---	---
2	S	13075.14	7046.47	13075.01	51656.17	7.331	64.7	38836.96	---	---	---
3	S	11944.56	6643.36	11944.51	50840.57	7.653	66.7	37945.23	---	---	---
4	S	17307.97	576.55	17307.80	54527.37	94.576	57.1	42081.39	---	---	---
5	S	15593.60	662.01	15593.71	53396.39	80.658	60.1	40784.54	---	---	---
6	S	14404.03	790.28	14404.05	52587.12	66.543	62.3	39871.38	---	---	---
7	S	10045.55	6966.73	10045.53	49429.95	7.095	70.1	36423.53	---	---	---
8	S	8608.83	6914.36	8608.56	48332.84	6.990	72.7	35249.99	---	---	---
9	S	8234.52	5939.78	8234.37	48040.62	8.088	73.4	34941.56	---	---	---
10	S	11628.38	7766.53	11628.40	50610.83	6.517	67.2	37693.64	---	---	---
11	S	10505.72	7728.08	10505.56	49778.28	6.441	69.3	36794.17	---	---	---
12	S	9632.28	6588.66	9632.27	49116.37	7.455	70.9	36087.05	---	---	---

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.00158	150.0	0.00326	144.0	-0.00812	-144.0
2	0.00350	-0.00177	150.0	0.00325	144.0	-0.00856	-144.0
3	0.00350	-0.00190	150.0	0.00325	144.0	-0.00885	-144.0
4	0.00350	-0.00134	150.0	0.00327	144.0	-0.00757	-144.0
5	0.00350	-0.00151	150.0	0.00327	144.0	-0.00795	-144.0
6	0.00350	-0.00163	150.0	0.00326	144.0	-0.00823	-144.0
7	0.00350	-0.00213	150.0	0.00324	144.0	-0.00938	-144.0
8	0.00350	-0.00232	150.0	0.00323	144.0	-0.00982	-144.0
9	0.00350	-0.00238	150.0	0.00323	144.0	-0.00994	-144.0
10	0.00350	-0.00194	150.0	0.00325	144.0	-0.00893	-144.0
11	0.00350	-0.00207	150.0	0.00324	144.0	-0.00925	-144.0
12	0.00350	-0.00219	150.0	0.00323	144.0	-0.00950	-144.0

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

Diametro staffe:	16	mm	
Passo staffe:	5.6	cm	[Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

N.Bracci staffe: 2  
 Area staffe/m : 71.8 cm<sup>2</sup>/m [Area Staffe Minima NTC = 2.3 cm<sup>2</sup>/m]  
 Barre long. tors.: 1.0 cm<sup>2</sup>

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO-TORSIONE

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata  
 Vsdu Taglio agente [kN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)  
 Vrd Taglio resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.14)NTC]  
 Vcd Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.19)NTC]  
 Vwd Taglio trazione resistente [kN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.18)NTC]  
 Tsdu Momento torcente assegnato nella combinazione corrente [kNm]  
 Trdu Momento torcente resistente ultimo [kNm] (lato conglomerato)  
 Mis.Sic. Misura sicur. = Vsdu/Vcd + Tsdu/Trdu. Verifica OK se Mis.Sic <=1  
 bw Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro  
 Teta Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato  
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione  
 Ast Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm<sup>2</sup>/m]

N°Comb	Ver	Vsdu	Vrd	Vcd	Vwd	Tsdu	Trdu	Mis.Sic.	bw	Teta	Acw	Ast
1	S	333.00	4769.63	25210.57	12832.01	9.00	22437.01	0.014	263.9	26.57	1.112	1.9
2	S	154.00	4485.72	24721.37	12882.10	10.00	22437.01	0.007	261.0	26.57	1.098	0.9
3	S	170.00	4312.37	24435.33	12907.45	11.00	22437.01	0.007	259.5	26.57	1.090	0.9
4	S	468.00	5107.78	25798.31	12783.05	13.00	22437.01	0.019	266.7	26.57	1.130	2.6
5	S	426.00	4834.59	25332.49	12832.01	14.00	22437.01	0.017	263.9	26.57	1.117	2.4
6	S	549.00	4687.93	25039.56	12856.94	15.00	22437.01	0.023	262.5	26.57	1.108	3.1
7	S	4613.00	4032.29	24018.85	12932.95	17.00	22437.01	0.193	257.9	26.57	1.076	25.6
8	S	4951.00	3805.37	23578.94	12984.29	18.00	22437.01	0.211	254.8	26.57	1.065	27.4
9	S	4453.00	3753.41	23516.59	12984.29	19.00	22437.01	0.190	254.8	26.57	1.062	24.6
10	S	4649.00	4267.94	24382.01	12907.45	21.00	22437.01	0.192	259.5	26.57	1.087	25.9
11	S	4954.00	4096.70	24096.14	12932.95	22.00	22437.01	0.207	257.9	26.57	1.079	27.5
12	S	4406.00	3961.11	23850.74	12958.58	23.00	22437.01	0.186	256.4	26.57	1.072	24.4

### RISULTATI DEL SOLO CALCOLO A TORSIONE

Area Nucl. Area del nucleo della sezione tubolare resistente [cm<sup>2</sup>]  
 Per.Nucl. Perimetro del nucleo della sezione tubolare resistente [cm]  
 Sp.Nucl. Spessore del nucleo della sezione tubolare resistente [cm]  
 Ast Area calcolata delle staffe al metro per sola torsione [cm<sup>2</sup>/m]  
 As long. Area dei ferri longitudinali calcolati per sola torsione [cm<sup>2</sup>]  
 Tsdu Momento torcente assegnato nella combinazione corrente [kNm]  
 Trsd Momento torc. resist. reso dall'area staffe riservata alla torsione [kNm]  
 Trld Momento torc. resist. reso da una apposita aliquota delle barre longitudinali soggette a flessione

N°Comb	Area Nucl.	Per.Nucl.	Sp.Nucl.	Ast	As long.	Tsdu	Trsd	Trld
1	39761	707	75.0	0.0	0.4	9.00	9.00	9.00
2	39761	707	75.0	0.0	0.5	10.00	10.00	10.00
3	39761	707	75.0	0.0	0.5	11.00	11.00	11.00
4	39761	707	75.0	0.0	0.6	13.00	13.00	13.00
5	39761	707	75.0	0.0	0.6	14.00	14.00	14.00
6	39761	707	75.0	0.0	0.7	15.00	15.00	15.00
7	39761	707	75.0	0.0	0.8	17.00	17.00	17.00
8	39761	707	75.0	0.0	0.8	18.00	18.00	18.00
9	39761	707	75.0	0.0	0.9	19.00	19.00	19.00
10	39761	707	75.0	0.0	1.0	21.00	21.00	21.00
11	39761	707	75.0	0.0	1.0	22.00	22.00	22.00
12	39761	707	75.0	0.0	1.0	23.00	23.00	23.00

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI



Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress. (+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress. (+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm <sup>2</sup> ] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.36	-150.0	0.28	150.0	4.8	144.0	0.0	0	0.0	----
2	S	2.17	-150.0	0.15	150.0	2.8	144.0	0.0	0	0.0	----
3	S	2.05	-150.0	0.07	150.0	1.6	144.0	0.0	0	0.0	----
4	S	2.12	-150.0	0.95	150.0	14.6	144.0	0.0	0	0.0	----
5	S	1.99	-150.0	0.78	150.0	12.1	144.0	0.0	0	0.0	----
6	S	1.84	-150.0	0.71	150.0	11.1	144.0	0.0	0	0.0	----

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
ScImax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
ScImin	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
K3	= 0,125 per flessione; = 0,25 (ScImin + ScImax)/(2 ScImin) per trazione eccentrica
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Psi	= 1-Beta12*(Ssr/Ss) <sup>2</sup> = 1-Beta12*(fctm/ScImin) <sup>2</sup> = 1-Beta12*(Mfess/M) <sup>2</sup> [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure . Tra parentesi il valore minimo = 0.4 Ss/Es
srm	Distanza media in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	2.36	0.28	---	----	----	0.000	----	0	----	-----
2	S	2.17	0.15	---	----	----	0.000	----	0	----	-----
3	S	2.05	0.07	---	----	----	0.000	----	0	----	-----
4	S	2.12	0.95	---	----	----	0.000	----	0	----	-----
5	S	1.99	0.78	---	----	----	0.000	----	0	----	-----
6	S	1.84	0.71	---	----	----	0.000	----	0	----	-----

A seguire si riportano le verifiche in direzione longitudinale e trasversale della zattera di fondazione:

### Armatura longitudinale

**1Φ24/10**

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	180.0	cm
N°totale barre:	20	
Diametro barre:	24	mm
Copriferro (dal baric.barre):	5.0	cm

Coordinate Barre nei vertici

N°Barra	X [cm]	Y [cm]
---------	--------	--------

1	-45.0	-85.0
2	-45.0	85.0
3	45.0	85.0
4	45.0	-85.0

### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

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

### ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe:	0 mm
Passo staffe:	0.0 cm
Staffe:	Una sola staffa chiusa perimetrale

### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	-1.00	0.00	0.00	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	Mx
1	0.00	2000.00	0.00

### RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.8 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.6 cm

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia

My	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N ult	Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N° Comb	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	1.00	0.00	0.00	3025.25	0.00	999.000	45.2(25.9)
2	S	0.00	-1.00	0.00	0.00	-3025.25	0.00	999.000	45.2(25.9)

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N° Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00305	-0.02805	-50.0	90.0	0.00103	-45.0	85.0	-0.06750	-45.0	-85.0
2	0.00305	-0.02805	-50.0	-90.0	0.00103	-45.0	-85.0	-0.06750	-45.0	85.0

### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N° Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000403127	-0.033234242	0.043	0.700
2	0.000000000	-0.000403127	-0.033234242	0.043	0.700

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre	Distanza tre le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre $\beta_1 \cdot \beta_2$

N° Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	4.92	50.0	90.0	-269.2	35.0	-85.0	2160	45.2	10.0	1.00

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm

Ver.	Esito della verifica
S1	Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
S2	Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k2	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
k3	= 0.125 per flessione e presso-flessione; $=(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica
Ø	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace $A_c \text{ eff}$
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
Psi	$= 1 - \text{Beta}12 \cdot (S_{sr}/S_s)^2 = 1 - \text{Beta}12 \cdot (f_{ctm}/S_2)^2 = 1 - \text{Beta}12 \cdot (M_{fess}/M)^2$ [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 \cdot S_s/Es$ è tra parentesi
srm	Distanza media tra le fessure [mm]
wk	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 \cdot e \text{ sm} \cdot srm$ . Valore limite tra parentesi
MX fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-3.1	0	0.125	24	38.0	0.310	0.00054 (0.00054)	153	0.140 (0.20)	1661.31	0.00

### Armatura trasversale

**1Φ20/10**

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	180.0	cm
N°totale barre:	20	
Diametro barre:	20	mm
Copriferro (dal baric.barre):	7.0	cm

Coordinate Barre nei vertici

N°Barra	X [cm]	Y [cm]
1	-43.0	-83.0
2	-43.0	83.0
3	43.0	83.0
4	43.0	-83.0

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	8	20
2	2	3	8	20

#### ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe:	8	mm
Passo staffe:	15.0	cm
Staffe:	Una sola staffa chiusa perimetrale	

#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	-1.00	0.00	0.00	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)				
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione				
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione				

N° Comb.	N	Mx	Mx
1	0.00	1200.00	0.00

### RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	6.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.6 cm

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N ult	Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult, My ult) e (N, Mx, My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N° Comb	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	1.00	0.00	0.00	2074.43	0.00	999.000	31.4(25.6)
2	S	0.00	-1.00	0.00	0.00	-2074.43	0.00	999.000	31.4(25.6)

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N° Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00335	-0.02824	-50.0	90.0	0.00048	-43.0	83.0	-0.06750	-43.0	-83.0
2	0.00335	-0.02824	-50.0	-90.0	0.00048	-43.0	-83.0	-0.06750	-43.0	83.0

### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless. (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N° Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000409528	-0.033509184	0.047	0.700
2	0.000000000	-0.000409528	-0.033509184	0.047	0.700

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre	Distanza tre le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2

N° Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	3.66	50.0	90.0	-234.6	33.4	-83.0	2070	31.4	9.6	1.00

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm
Ver.	Esito della verifica
S1	Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
S2	Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k2	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
k3	= 0.125 per flessione e presso-flessione; $=(e1 + e2)/(2*e1)$ per trazione eccentrica
Ø	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
Psi	$= 1 - \text{Beta}12 * (\text{Ssr}/\text{Ss})^2 = 1 - \text{Beta}12 * (\text{fctm}/\text{S2})^2 = 1 - \text{Beta}12 * (\text{Mfess}/\text{M})^2$ [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 * \text{Ss}/\text{Es}$ è tra parentesi
srm	Distanza media tra le fessure [mm]
wk	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 * e \text{ sm} * \text{srm}$ . Valore limite tra parentesi
MX fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-2.0	0	0.125	20	60.0	-0.705	0.00047 (0.00047)	205	0.164 (0.20)	1567.08	0.00

### PUNZONAMENTO

Si riportano di seguito le verifiche a punzonamento del plinto senza specifica armatura a taglio.

#### VERIFICA A PUNZONAMENTO PIASTRE EC2 -UNI EN 1992-1-1

##### DATI COLONNA

D	=	1500	mm		
Hp (piastra)	=	1800	mm		
cx (copriferro asse)	=	50	mm		
cy (copriferro asse)	=	50	mm		
dx	=	Hp-cx	=	1750	mm
dy	=	Hp-cy	=	1750	mm
deff (altezza utile media)	=	(dx+dy)/2	=	1750	mm
u	=	$2\pi((D/2)+2deff)$	=	26704	mm

##### TIPOLOGIA PILASTRO

##### UBICAZIONE

$\beta_1$	=	A	1.5
-----------	---	---	-----

##### MATERIALI

$f_{ywd}$	=	373.91	MPa	acciaio	
$R_{ck}$	=	30	MPa	cls	
$\gamma_c$	=	1.5			
$f_{ck}$	=	$0.83 \times R_{ck}$	=	24.9	MPa
$f_{cd}$	=	$0.85 \times f_{ck} / \gamma_c$	=	14.11	MPa
$f_{ctm}$	=	$0.3 \times (f_{ck})^{2/3}$	=	2.56	MPa
$f_{ctk}$	=	$0.7 \times f_{ctm}$	=	1.79	MPa
$f_{ctd}$	=	$f_{ctk} / \gamma_c$	=	1.19	MPa

#### ARMATURE LONGITUDINALI PER FLESSIONE PRESENTI NELLA PIASTRA

$\varnothing_{lx}$	=	26	mm	diametro barre X
Numero arm x	=	8	1/m	numero barre X a ml
$A_{s lx}$	=	4247.43	mm <sup>2</sup> /m	area barre X a ml
leff <sub>y</sub>	=	12.00	m	larghezza efficace dir Y
$A_{s lx}$	=	50969.20	mm <sup>2</sup>	acciaio X nella larghezza efficace
$\varnothing_{ly}$	=	26	mm	diametro barre Y
Numero arm y	=	8	1/m	numero barre Y a ml
$A_{s ly}$	=	4247.43	mm <sup>2</sup> /m	area barre Ya ml
leff <sub>x</sub>	=	12.00	mm	larghezza efficace dir X
$A_{s ly}$	=	50969.20	mm <sup>2</sup>	acciaio Y nella larghezza efficace



**SOLLECITAZIONE DI CALCOLO**

TAGLIO AGENTE	$V_{Ed} =$	5414	(KN)
MOMENTO FLETTENTE (asse y)	$M_{yEd} =$	0	(KNm)
MOMENTO FLETTENTE (asse z)	$M_{zEd} =$		(KNm)
SFORZO NORMALE PIASTRA	$N_{Ed} =$	0	(KN)

**EFFETTO AMPLIFICAZIONE PER FLESSIONE**

$\beta_2$	=	1.000	-
-----------	---	-------	---

**TENSIONE TANGENZIALE DI CALCOLO**

tensione tangenziale	$v_{Ed} = \beta * V_{Ed} / (u_1 * d)$	0.17	Mpa
----------------------	---------------------------------------	------	-----

**ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO**

Cr <sub>dc</sub>	=	0.12	$1 + (200/d)^{1/2} < ?$ $0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$ percentuale armatura tesa X percentuale armatura tesa Y percentuale media geometrica tensione di compressione cls
k	=	1.34	
v <sub>min</sub>	=	0.270	
$\rho_{lx}$	=	0.0024	
$\rho_{ly}$	=	0.0024	
$\rho_l$	=	0.0200	
$\sigma_{cp}$	=	0.0000	(Mpa)

**TENSIONE TANGENZIALE LIMITE SENZA ARMATURA**

$v_{Rd,c}$	=	0.59	(MPa)	$v_{min+0.15 \cdot \sigma_{cp} =}$	0.27	(MPa)
$v_{Rd,c}$	=	<b>0.59</b>	(MPa)	resistenza a taglio cls non armato		
Esito verifica	=	Verifica positiva				

Di seguito si riporta l'incidenza delle armature in accordo con le verifiche effettuate:

Elemento	Spessore [m]	Armatura longitudinale			Armatura trasversale			Spilli			Sommano [kg]	Incidenza [kg]	Incidenza [kg]			
		Lato	Diametro [mm]	N°	Peso [kg/m]	Lato	Diametro [mm]	N°	Peso [kg/m]	diametro [mm]				Maglia [cmxcm]	N°	Peso [kg/m]
Fondazione	1.80	LATO A	24	10	35.51	LATO A	20	10	24.66	12	40x40	6.25	5.55	125.89	70	91
		LATO B	24	10	35.51	LATO B	20	10	24.66							
Elemento	Spessore [m]	Armatura longitudinale				Spilli				Sommano [kg]	Incidenza [kg]	Incidenza [kg]				
		Lato	Diametro [mm]	N°	Peso [kg/m]	diametro [mm]	Maglia [cmxcm]	N°	Peso [kg/m]							
Elevazione $\Phi$ 3000	7.07	LONG	30	122	676.98	12	40x40	6.25	16.65	148	841.63	119	155			

#### 8.4 IV05 CAVALCAFERROVIA KM 14+746,24

Si riportano a seguire le sollecitazioni agenti sulle pile in forma tabellare; il numero della pila in tabella fa riferimento allo schema riportato di seguito:

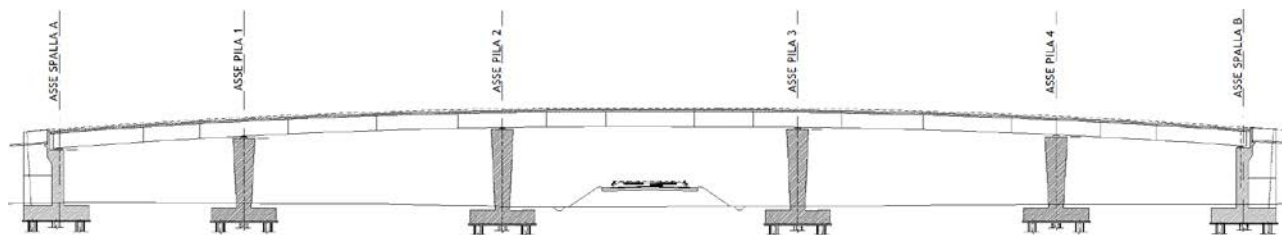


Figura 18: Identificazione delle pile dell'impalcato

Le sezioni di calcolo delle sollecitazioni agenti sulle pile (sezione di base) sono segnalate di seguito:

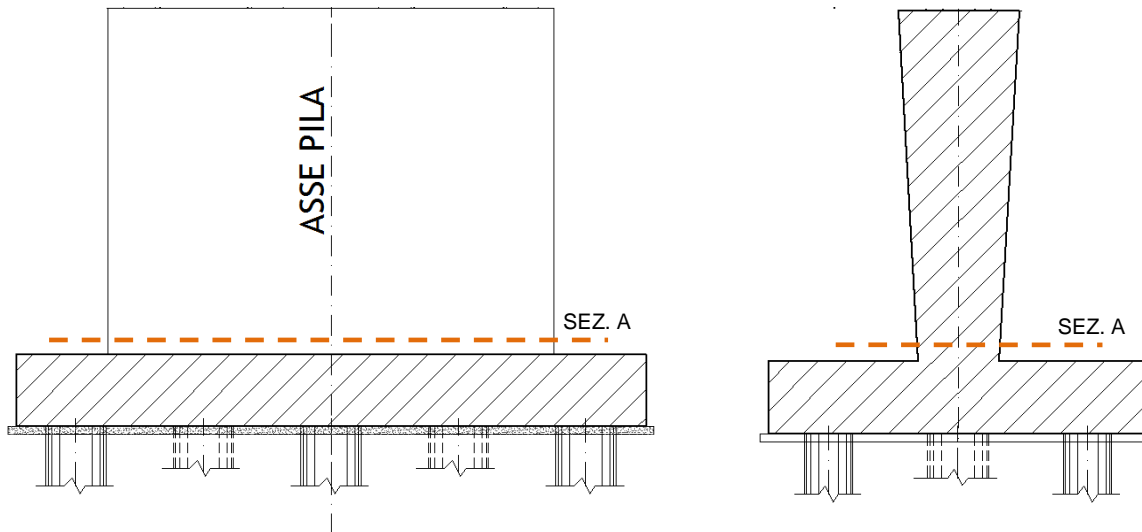


Figura 19: Identificazione delle sezioni di calcolo

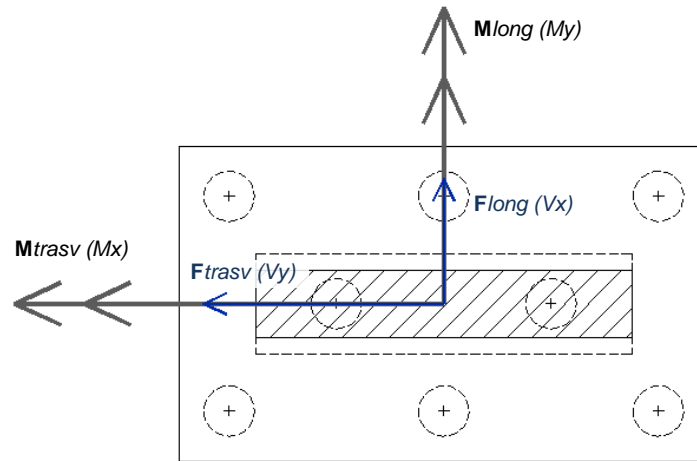


Figura 20: Indicazione delle direzioni di azione delle sollecitazioni sulla pila

In tabella sono riportate le sollecitazioni che interessano le pile nelle varie combinazioni; nella figura precedente sono specificate le direzione di azione delle sollecitazioni:

COMBINAZIONE	N (kN)	Mx (kN*m)	My (kN*m)	Vx (kN)	Vy (kN)
SLU_Inviluppo(max)	17892	7838	69	8	122
SLU_Inviluppo(max)	17756	7786	13	2	122
SLU_Inviluppo(max)	21025	8725	8	1	128
SLU_Inviluppo(max)	21246	8797	123	12	130
SLU_Inviluppo(min)	21315	1094	-43	-4	118
SLU_Inviluppo(min)	21177	1033	-98	-10	117
SLU_Inviluppo(min)	24649	1400	-155	-14	122
SLU_Inviluppo(min)	24871	1475	-44	-4	124
SLU_Inviluppo_SISMA(max)	12180	16038	23898	4129	2550
SLU_Inviluppo_SISMA(max)	11824	20734	26987	4792	3406
SLU_Inviluppo_SISMA(max)	14322	30822	32923	5083	5119
SLU_Inviluppo_SISMA(max)	14504	25487	34219	5151	3928
SLU_Inviluppo_SISMA(min)	14934	-15963	-23892	-4128	-2548
SLU_Inviluppo_SISMA(min)	15085	-20712	-27046	-4798	-3405
SLU_Inviluppo_SISMA(min)	17288	-30877	-33026	-5092	-5120
SLU_Inviluppo_SISMA(min)	17432	-25478	-34176	-5147	-3927
SLE_Rara_26(max)	13253	4554	51	6	2
SLE_Rara_26(max)	13153	4530	9	1	2
SLE_Rara_26(max)	15574	4989	6	1	1
SLE_Rara_26(max)	15738	5022	91	9	2
SLE_Rara_26(min)	15789	-441	-32	-3	-1
SLE_Rara_26(min)	15687	-472	-72	-8	-1
SLE_Rara_26(min)	18258	-436	-115	-11	-4
SLE_Rara_26(min)	18423	-402	-33	-3	-2

Figura 21: Inviluppo sollecitazioni alla base

Di seguito si riportano le massime sollecitazioni agenti sulla fondazione delle pile in termini di sollecitazioni flettenti per le condizioni di carico dimensionanti. I contour plots dei momenti sono relativi all'armatura trasversale (momento Mxx riferimento locale) e longitudinale (momento Myy riferimento locale).

**Momento flettente – SISMA**

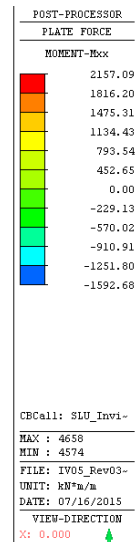
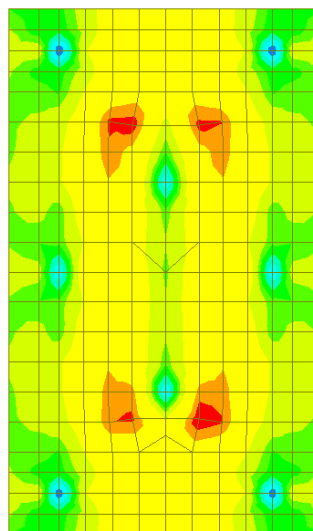
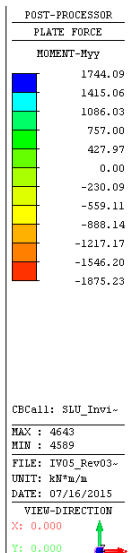
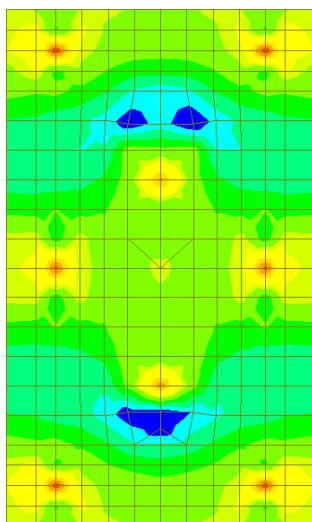


Figura 22 Comb. SISMA: – Involuppo Momenti Mtrasv (a sinistra) ;Mlong (a destra)

Si riportano a seguire le verifiche delle pile nella sezione di calcolo considerata (sezione di base).

Le combinazioni considerate corrispondono alle diverse sollecitazioni agenti sulle pile.

**VERIFICA SEZIONE A 11.20x2.00m: long 244Φ26 As=058%**

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base:	200.0	cm
Altezza:	1120.0	cm
N°totale barre:	244	
Diametro barre:	26	mm
Copriferro (dal baric.barre):	5.0	cm

Coordinate Barre nei vertici

N°Barra	X [cm]	Y [cm]
1	-95.0	-555.0
2	-95.0	555.0
3	95.0	555.0
4	95.0	-555.0

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	20	26
2	2	3	20	26
3	1	2	100	26
4	4	3	100	26

### ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 0 mm  
 Passo staffe: 0.0 cm  
 Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	17892.11	7837.75	-68.70	0.00	0.00
2	17755.86	7786.18	-12.65	0.00	0.00
3	21025.48	8724.74	-8.34	0.00	0.00
4	21246.06	8796.73	-122.69	0.00	0.00
5	21315.03	1093.72	43.27	0.00	0.00
6	21176.67	1032.98	97.70	0.00	0.00
7	24648.69	1400.08	155.10	0.00	0.00
8	24870.52	1474.94	43.91	0.00	0.00
9	12180.04	16037.94	-23898.47	0.00	0.00
10	11823.96	20733.51	-26987.04	0.00	0.00
11	14322.09	30822.46	-32923.44	0.00	0.00
12	14503.90	25486.74	-34219.16	0.00	0.00
13	14934.49	-15963.48	23892.06	0.00	0.00
14	15085.38	-20711.76	27045.58	0.00	0.00
15	17287.60	-30877.24	33025.83	0.00	0.00
16	17432.29	-25478.15	34176.08	0.00	0.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	Mx
1	13253.34	4554.25	50.93
2	13152.58	4530.44	9.32
3	15574.40	4989.37	6.15
4	15737.93	5021.69	90.89

5	15788.84	-441.33	-32.01
6	15686.52	-471.93	-72.42
7	18258.25	-436.30	-114.92
8	18422.71	-401.86	-32.52

### RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	6.4 cm

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N ult	Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	17892.11	7837.75	68.70	17892.38	337230.19	1591.01	43.025	-----
2	S	17755.86	7786.18	12.65	17755.87	337062.27	40.96	43.290	-----
3	S	21025.48	8724.74	8.34	21025.51	350279.08	6.74	40.148	-----
4	S	21246.06	8796.73	122.69	21246.28	350202.10	3136.12	39.808	-----
5	S	21315.03	1093.72	-43.27	21314.95	344443.99	-12152.68	314.878	-----
6	S	21176.67	1032.98	-97.70	21176.63	316563.42	-30739.01	306.530	-----
7	S	24648.69	1400.08	-155.10	24648.70	321955.45	-34451.99	229.862	-----
8	S	24870.52	1474.94	-43.91	24870.33	360298.51	-9942.58	244.265	-----
9	S	12180.04	16037.94	23898.47	12180.10	40011.34	59098.13	2.480	-----
10	S	11823.96	20733.51	26987.04	11823.67	45349.15	58684.59	2.179	-----
11	S	14322.09	30822.46	32923.44	14322.20	56949.51	60591.90	1.844	-----
12	S	14503.90	25486.74	34219.16	14503.87	45732.74	61006.38	1.787	-----
13	S	14934.49	-15963.48	-23892.06	14934.64	-41279.52	-61470.71	2.577	-----
14	S	15085.38	-20711.76	-27045.58	15085.31	-46833.17	-61482.50	2.269	-----
15	S	17287.60	-30877.24	-33025.83	17287.56	-58578.75	-63080.53	1.904	-----
16	S	17432.29	-25478.15	-34176.08	17432.12	-47212.85	-63481.32	1.856	-----

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.00587	100.0	560.0	0.00340	95.0	555.0	-0.01826	-95.0	-555.0
2	0.00350	-0.00630	100.0	560.0	0.00340	95.0	555.0	-0.01927	-95.0	-555.0
3	0.00350	-0.00580	100.0	560.0	0.00340	95.0	555.0	-0.01811	-95.0	-555.0

4	0.00350	-0.00509	100.0	560.0	0.00340	95.0	555.0	-0.01643	-95.0	-555.0
5	0.00350	-0.00371	-100.0	560.0	0.00339	-95.0	555.0	-0.01322	95.0	-555.0
6	0.00350	-0.00221	-100.0	560.0	0.00337	-95.0	555.0	-0.00969	95.0	-555.0
7	0.00350	-0.00189	-100.0	560.0	0.00337	-95.0	555.0	-0.00896	95.0	-555.0
8	0.00350	-0.00369	-100.0	560.0	0.00339	-95.0	555.0	-0.01318	95.0	-555.0
9	0.00350	-0.01002	100.0	560.0	0.00275	95.0	555.0	-0.02730	-95.0	-555.0
10	0.00350	-0.00944	100.0	560.0	0.00279	95.0	555.0	-0.02599	-95.0	-555.0
11	0.00350	-0.00758	100.0	560.0	0.00290	95.0	555.0	-0.02175	-95.0	-555.0
12	0.00350	-0.00860	100.0	560.0	0.00284	95.0	555.0	-0.02408	-95.0	-555.0
13	0.00350	-0.00897	-100.0	-560.0	0.00281	-95.0	-555.0	-0.02491	95.0	555.0
14	0.00350	-0.00834	-100.0	-560.0	0.00285	-95.0	-555.0	-0.02348	95.0	555.0
15	0.00350	-0.00682	-100.0	-560.0	0.00295	-95.0	-555.0	-0.02004	95.0	555.0
16	0.00350	-0.00773	-100.0	-560.0	0.00289	-95.0	-555.0	-0.02208	95.0	555.0

### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless. (travi)  
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000001683	0.000019225	-0.007434305	----	----
2	0.000000033	0.000020414	-0.007935131	----	----
3	0.000000019	0.000019376	-0.007352238	----	----
4	0.000002997	0.000017351	-0.006516384	----	----
5	-0.000008976	0.000013426	-0.004915991	----	----
6	-0.000016564	0.000008936	-0.003160670	----	----
7	-0.000017326	0.000008145	-0.002793950	----	----
8	-0.000007474	0.000013648	-0.004890440	----	----
9	0.000147715	0.000001792	-0.012275154	----	----
10	0.000140092	0.000001946	-0.011599130	----	----
11	0.000117034	0.000002177	-0.009422274	----	----
12	0.000130514	0.000001907	-0.010619479	----	----
13	-0.000135481	-0.000001785	-0.011047531	----	----
14	-0.000127353	-0.000001923	-0.010312230	----	----
15	-0.000108442	-0.000002144	-0.008545081	----	----
16	-0.000120396	-0.000001887	-0.009596164	----	----

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata  
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]  
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]  
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerata aderente alle barre  
As eff. Area barre [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure  
D barre Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure  
Beta12 Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1\*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	0.65	100.0	560.0	6.6	-95.0	-555.0	----	----	----	----
2	S	0.64	100.0	560.0	6.6	-95.0	-555.0	----	----	----	----
3	S	0.75	100.0	560.0	8.0	-95.0	-555.0	----	----	----	----
4	S	0.76	100.0	560.0	8.0	-95.0	-555.0	----	----	----	----
5	S	0.66	-100.0	-560.0	9.5	95.0	555.0	----	----	----	----
6	S	0.66	-100.0	-560.0	9.4	95.0	555.0	----	----	----	----



7	S	0.77	-100.0	-560.0	10.9	95.0	555.0	----	----	----	----
8	S	0.77	-100.0	-560.0	11.2	95.0	555.0	----	----	----	----

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$
S1	Esito della verifica
S2	Massima tensione [Mpa] di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione non fessurata
k2	Minima di trazione [Mpa] del cls. (in sezione non fessurata) nella fibra più interna dell'area Ac eff
k3	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
Ø	= $(S1 + S2)/(2 \cdot S1)$ con riferimento all'area tesa Ac eff
Cf	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Psi	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm	= $1 - \text{Beta}12 \cdot (Ssr/Ss)^2 = 1 - \text{Beta}12 \cdot (f_{ctm}/S2)^2 = 1 - \text{Beta}12 \cdot (M_{fess}/M)^2$ [B.6.6 DM96]
srm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 \cdot Ss/Es$ è tra parentesi
wk	Distanza media tra le fessure [mm]
MX fess.	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 \cdot e \cdot sm \cdot srm$ . Valore limite tra parentesi
MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.4	0	----	----	----	----	----	----	----	0.00	0.00
2	S	0.4	0	----	----	----	----	----	----	----	0.00	0.00
3	S	0.5	0	----	----	----	----	----	----	----	0.00	0.00
4	S	0.5	0	----	----	----	----	----	----	----	0.00	0.00
5	S	0.6	0	----	----	----	----	----	----	----	0.00	0.00
6	S	0.6	0	----	----	----	----	----	----	----	0.00	0.00
7	S	0.7	0	----	----	----	----	----	----	----	0.00	0.00
8	S	0.7	0	----	----	----	----	----	----	----	0.00	0.00

A seguire si riportano le verifiche a taglio nelle due direzioni principali:

Direzione longitudinale: 1+1  $\Phi$ 16/10

SEZIONE			
$b_w$	=	200	cm
$h$	=	1120	cm
$c$	=	5	cm
$d$	=	$h-c$	= 1115 cm
MATERIALI			
$f_{ywd}$	=	391.30	MPa
$R_{ck}$	=	40	MPa
$\gamma_c$	=	1.5	
$f_{ck}$	=	$0.83 \times R_{ck}$	= 33.2 MPa
$f_{cd}$	=	$0.85 \times f_{ck} / \gamma_c$	= 18.81 MPa
ARMATURE A TAGLIO			
$\phi_{st}$	=	16	
braccia	=	2	
$\phi_{st2}$	=		
braccia	=		
passo	=	20	cm
$(A_{sw} / s)$	=	20.106	cm <sup>2</sup> / m
$\alpha$	=	90	° (90° staffe verticali)
ARMATURE LONGITUDINALI			
$\phi_l$	=	26	
Numero	=	5	
$A_{sl}$	=	26.546	cm <sup>2</sup>
<b>TAGLIO AGENTE</b>		$V_{Ed} = 6438$	(KN)
<b>SFORZO NORMALE</b>		$N_{Ed} = 14266$	(KN)

IPOTESI 1		Cot $\psi = 2$ $\psi = 21,8^\circ$
<b>Armatura trasversale</b>		
$V_{Rsd} =$	19737.94 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$
$V_{Rcd} =$	67304.43 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$
$V_{Rd} =$	19737.94 (KN)	$\min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$
IPOTESI 2		Cot $\psi = 1$ $\psi = 45^\circ$
<b>Armatura trasversale</b>		
$V_{Rsd} =$	7895.18 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$
$V_{Rcd} =$	97591.42 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$
$V_{Rd} =$	7895.18 (KN)	$\min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$
IPOTESI 3		Cot $\psi$ in cui $V_{Rsd}=V_{Rcd}$ : Rottura bilanciata
$\cot(\theta) =$	4.87 (calcolato)	$\cot(\theta) = 2.50$ (limitato)
$\theta =$	11.60 °	
$V_{Rsd} =$	38453.47 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$
$V_{Rcd} =$	38453.47 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$
$V_{Rd} =$	38453.47 (KN)	
<b>MASSIMO TAGLIO RESISTENTE</b>		
$V_{Rd} =$	19739 (KN)	

Direzione trasversale:  $1 \Phi 12/40 \times 40$

SEZIONE			
$b_w$	=	1120	cm
$h$	=	200	cm
$c$	=	5	cm
$d$	=	$h-c$	= 195 cm
MATERIALI			
$f_{ywd}$	=	391.30	MPa
$R_{ck}$	=	40	MPa
$\gamma_c$	=	1.5	
$f_{ek}$	=	$0.83 \times R_{ck}$	= 33.2 MPa
$f_{cd}$	=	$0.85 \times f_{ek} / \gamma_c$	= 18.81 MPa
ARMATURE A TAGLIO			
$\phi_{st}$	=	12	
braccia	=	21	
$\phi_{st2}$	=		
braccia	=		
passo	=	40	cm
$(A_{sw} / s)$	=	59.376	cm <sup>2</sup> / m
$\alpha$	=	90	° (90° staffe verticali)
ARMATURE LONGITUDINALI			
$\phi_l$	=	26	
Numero	=	5	
$A_{sl}$	=	26.546	cm <sup>2</sup>
TAGLIO AGENTE		$V_{Ed} =$	4932 (KN)
SFORZO NORMALE		$N_{Ed} =$	10100 (KN)
IPOTESI 1 $Cot \theta = 2 \quad \theta = 21,8^\circ$			
Armatura trasversale			
$V_{Rsd} =$	10193.97 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (ctg\alpha + ctg\theta) \cdot \sin\alpha$	
$V_{Rcd} =$	65285.80 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (ctg\alpha + ctg\theta) / (1 + ctg^2\theta)$	
$V_{Rd} =$	10193.97 (KN)	$\min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$	
IPOTESI 2 $Cot \theta = 1 \quad \theta = 45^\circ$			
Armatura trasversale			
$V_{Rsd} =$	4077.59 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (ctg\alpha + ctg\theta) \cdot \sin\alpha$	
$V_{Rcd} =$	94664.41 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (ctg\alpha + ctg\theta) / (1 + ctg^2\theta)$	
$V_{Rd} =$	4077.59 (KN)	$\min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$	
IPOTESI 3 $Cot \theta$ in cui $V_{Rsd}=V_f$ : Rottura bilanciata			
$cot(\theta) =$	6.74 (calcolato)	$cot(\theta) =$	2.50 (limitato)
$\theta =$	8.44 °		
$V_{Rsd} =$	27484.15 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (ctg\alpha + ctg\theta) \cdot \sin\alpha$	
$V_{Rcd} =$	27484.15 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (ctg\alpha + ctg\theta) / (1 + ctg^2\theta)$	
$V_{Rd} =$	27484.15 (KN)		
MASSIMO TAGLIO RESISTENTE			
$V_{Rd} =$	10195 (KN)		

A seguire si riportano le verifiche in direzione longitudinale e trasversale della zattera di fondazione:

### Armatura longitudinale

**1Φ24/10**

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	180.0	cm
N° totale barre:	20	
Diametro barre:	24	mm
Copri ferro (dal baric. barre):	5.0	cm

Coordinate Barre nei vertici

N° Barra	X [cm]	Y [cm]
1	-45.0	-85.0
2	-45.0	85.0
3	45.0	85.0
4	45.0	-85.0

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

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

### ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 0 mm  
 Passo staffe: 0.0 cm  
 Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	-1.00	0.00	0.00	0.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	2000.00	0.00

### RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.8 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.6 cm

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
 Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 N ult Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
 Mx ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
 As Tesa Area armature [cm<sup>2</sup>] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	1.00	0.00	0.00	3025.25	0.00	999.000	45.2(25.9)
2	S	0.00	-1.00	0.00	0.00	-3025.25	0.00	999.000	45.2(25.9)

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00305	-0.02805	-50.0	90.0	0.00103	-45.0	85.0	-0.06750	-45.0	-85.0
2	0.00305	-0.02805	-50.0	-90.0	0.00103	-45.0	-85.0	-0.06750	-45.0	85.0

### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000403127	-0.033234242	0.043	0.700
2	0.000000000	-0.000403127	-0.033234242	0.043	0.700

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre	Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre $\beta_1 \cdot \beta_2$

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	4.92	50.0	90.0	-269.2	35.0	-85.0	2160	45.2	10.0	1.00

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$
S1	Esito della verifica
S2	Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
k2	Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k3	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
Ø	= 0.125 per flessione e presso-flessione; $=(e_1 + e_2)/(2 \cdot e_1)$ per trazione eccentrica
Cf	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Psi	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
	= $1 - \beta_{12} \cdot (S_{sr}/S_s)^2 = 1 - \beta_{12} \cdot (f_{ctm}/S_2)^2 = 1 - \beta_{12} \cdot (M_{fess}/M)^2$ [B.6.6 DM96]

# Linea AV/AC VERONA – PADOVA

1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO

Titolo:  
RELAZIONE DI CALCOLO PILE CON ISOLAMENTO

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV.

IN0D 00 DI2 CL IV 000X002A

Pag  
77 di 124

e sm Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite =  $0.4 \cdot S_s / E_s$  è tra parentesi  
 srm Distanza media tra le fessure [mm]  
 wk Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure =  $1.7 \cdot e \cdot s_m \cdot s_{rm}$ . Valore limite tra parentesi  
 Mx fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]  
 MY fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-3.1	0	0.125	24	38.0	0.310	0.00054 (0.00054)	153	0.140 (0.20)	1661.31	0.00

### Armatura trasversale

**1Φ20/10**

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	180.0	cm
N°totale barre:	20	
Diametro barre:	20	mm
Copriferro (dal baric.barre):	7.0	cm

Coordinate Barre nei vertici

N°Barra	X [cm]	Y [cm]
1	-43.0	-83.0
2	-43.0	83.0
3	43.0	83.0
4	43.0	-83.0

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	8	20
2	2	3	8	20

#### ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe:	8	mm
Passo staffe:	15.0	cm
Staffe:	Una sola staffa chiusa perimetrale	

#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	-1.00	0.00	0.00	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)				
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione				
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione				

N° Comb.	N	Mx	Mx
1	0.00	1200.00	0.00

### RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	6.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.6 cm

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N ult	Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult, My ult) e (N, Mx, My) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
As Tesa	Area armature [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N° Comb	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	1.00	0.00	0.00	2074.43	0.00	999.000	31.4(25.6)
2	S	0.00	-1.00	0.00	0.00	-2074.43	0.00	999.000	31.4(25.6)

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N° Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00335	-0.02824	-50.0	90.0	0.00048	-43.0	83.0	-0.06750	-43.0	-83.0
2	0.00335	-0.02824	-50.0	-90.0	0.00048	-43.0	-83.0	-0.06750	-43.0	83.0

### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless. (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N° Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000409528	-0.033509184	0.047	0.700
2	0.000000000	-0.000409528	-0.033509184	0.047	0.700

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE



Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre	Distanza tre le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	3.66	50.0	90.0	-234.6	33.4	-83.0	2070	31.4	9.6	1.00

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm
Ver.	Esito della verifica
S1	Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
S2	Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k2	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
k3	= 0.125 per flessione e presso-flessione; $=(e1 + e2)/(2*e1)$ per trazione eccentrica
Ø	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
Psi	$= 1 - \text{Beta}12 * (\text{Ssr}/\text{Ss})^2 = 1 - \text{Beta}12 * (\text{fctm}/\text{S}2)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (\text{Mfess}/\text{M})^2$ [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 * \text{Ss}/\text{Es}$ è tra parentesi
srm	Distanza media tra le fessure [mm]
wk	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 * e \text{ sm} * \text{srm}$ . Valore limite tra parentesi
MX fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-2.0	0	0.125	20	60.0	-0.705	0.00047 (0.00047)	205	0.164 (0.20)	1567.08	0.00

### PUNZONAMENTO

Si riportano di seguito le verifiche a punzonamento del plinto senza specifica armatura a taglio.

#### VERIFICA A PUNZONAMENTO PIASTRE EC2-UNI EN 1992-1-1

##### DATI COLONNA

D	=	1500	mm		
Hp (piastra)	=	1800	mm		
cx (copriferro asse)	=	50	mm		
cy (copriferro asse)	=	50	mm		
dx	=	Hp-cx	=	1750	mm
dy	=	Hp-cy	=	1750	mm
deff (altezza utile media)	=	(dx+dy)/2	=	1750	mm
u	=	$2\pi((D/2)+2deff)$	=	26704	mm

##### TIPOLOGIA PILASTRO

##### UBICAZIONE

$\beta_1$	=	A	1.5
-----------	---	---	-----

##### MATERIALI

$f_{ywd}$	=	373.91	MPa	acciaio	
$R_{ck}$	=	30	MPa	cls	
$\gamma_c$	=	1.5			
$f_{ck}$	=	$0.83 \times R_{ck}$	=	24.9	MPa
$f_{cd}$	=	$0.85 \times f_{ck} / \gamma_c$	=	14.11	MPa
$f_{ctm}$	=	$0.3 \times (f_{ck})^{2/3}$	=	2.56	MPa
$f_{ctk}$	=	$0.7 \times f_{ctm}$	=	1.79	MPa
$f_{ctd}$	=	$f_{ctk} / \gamma_c$	=	1.19	MPa

##### ARMATURE LONGITUDINALI PER FLESSIONE PRESENTI NELLA PIASTRA

$\phi_x$	=	26	mm	diametro barre X
Numero arm x	=	8	1/m	numero barre X a ml
$A_{sIx}$	=	4247.43	mm <sup>2</sup> /m	area barre X a ml
$l_{effy}$	=	12.00	m	larghezza efficace dir Y
$A_{sIx}$	=	50969.20	mm <sup>2</sup>	acciaio X nella larghezza efficace
$\phi_y$	=	26	mm	diametro barre Y
Numero arm y	=	8	1/m	numero barre Y a ml
$A_{sIy}$	=	4247.43	mm <sup>2</sup> /m	area barre Ya ml
$l_{effx}$	=	12.00	m	larghezza efficace dir X
$A_{sIy}$	=	50969.20	mm <sup>2</sup>	acciaioY nella larghezza efficace

### SOLLECITAZIONE DI CALCOLO

TAGLIO AGENTE	$V_{Ed} =$	6378	(KN)
MOMENTO FLETTENTE (asse y)	$M_{yEd} =$	0	(KNm)
MOMENTO FLETTENTE (asse z)	$M_{zEd} =$		(KNm)
SFORZO NORMALE PIASTRA	$N_{Ed} =$	0	(KN)

### EFFETTO AMPLIFICAZIONE PER FLESSIONE

$\beta_2$	=	1.000	-
-----------	---	-------	---

### TENSIONE TANGENZIALE DI CALCOLO

tensione tangenziale	$v_{Ed} = \beta \cdot V_{Ed} / (u_1 \cdot d)$	0.20	Mpa
----------------------	---	------	-----

### ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO

$C_{rdc}$	=	0.12	$1 + (200/d)^{1/2} < 2$ $0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$ percentuale armatura tesa X percentuale armatura tesa Y percentuale media geometrica tensione di compressione cls
k	=	1.34	
$v_{min}$	=	0.270	
$\rho_{lx}$	=	0.0024	
$\rho_{ly}$	=	0.0024	
$\rho_l$	=	0.0200	
$\sigma_{cp}$	=	0.0000	(Mpa)

### TENSIONE TANGENZIALE LIMITE SENZA ARMATURA

$v_{Rd,c}$	=	0.59	(MPa)	$v_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} =$	0.27	(MPa)
$v_{Rd,c}$	=	0.59	(MPa)	resistenza a taglio cls non armato		
Esito verifica	=	Verifica positiva				

Di seguito si riporta l'incidenza delle armature in accordo con le verifiche effettuate:

Elemento	Spessore [m]	Armatura longitudinale				Armatura trasversale				Spilli				Sommano [kg]	Incidenza [kg]	Incidenza [kg]
		Lato	Diametro [mm]	N°	Peso [kg/m]	Lato	Diametro [mm]	N°	Peso [kg/m]	diametro [mm]	Maglia [cmxcm]	N°	Peso [kg/m]			
Fondazione	1.80	LATO A	24	10	35.51	LATO A	20	10	24.66	12	40x40	6.25	5.55	125.89	70	91
		LATO B	24	10	35.51	LATO B	20	10	24.66							

Elemento	Spessore [m]	Armatura longitudinale				Spilli				Sommano [kg]	Incidenza [kg]	Incidenza [kg]
		Lato	Diametro [mm]	N°	Peso [kg/m]	diametro [mm]	Maglia [cmxcm]	N°	Peso [kg/m]			
Elevazione	22.40	LONG	26	244	1017	16	34.4	10	542.832	1608.66	72	93
						12	40x40	6.25	48.84			

### 8.5 IV07 CAVALCAFERROVIA KM 27+321,95

Si riportano a seguire le sollecitazioni agenti sulle pile in forma tabellare; il numero della pila in tabella fa riferimento allo schema riportato di seguito:

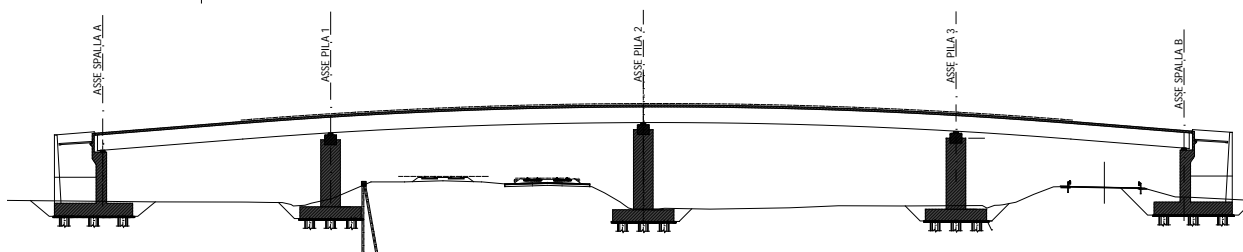


Figura 23: Identificazione delle pile dell'impalcato

Le sezioni di calcolo delle sollecitazioni agenti sulle pile (sezione di base) sono segnalate di seguito:

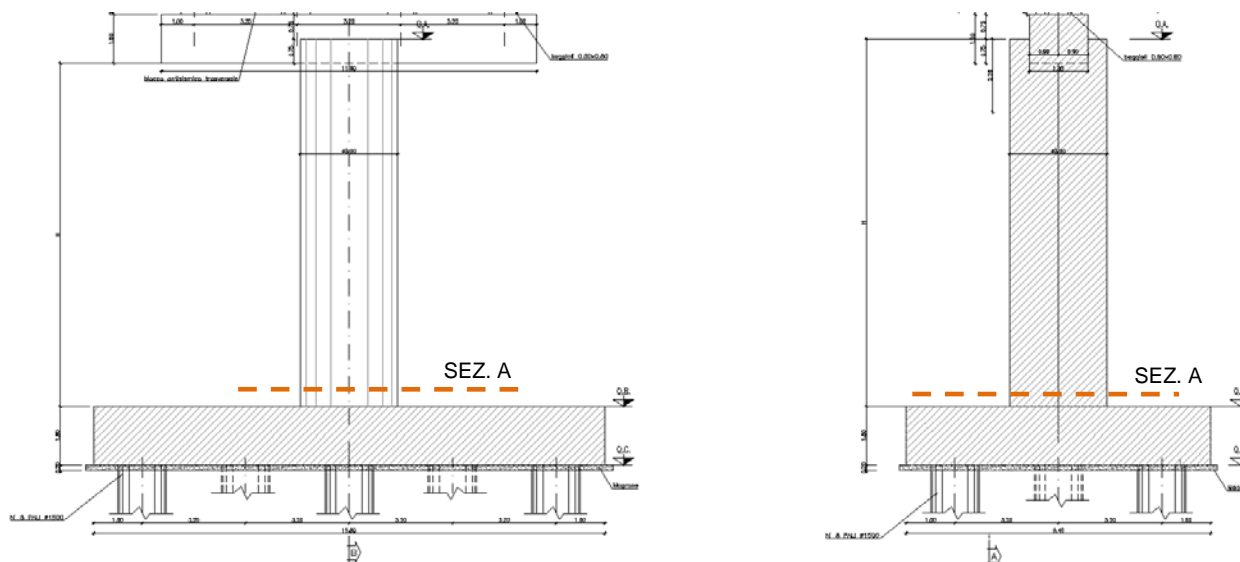


Figura 24: Identificazione delle sezioni di calcolo

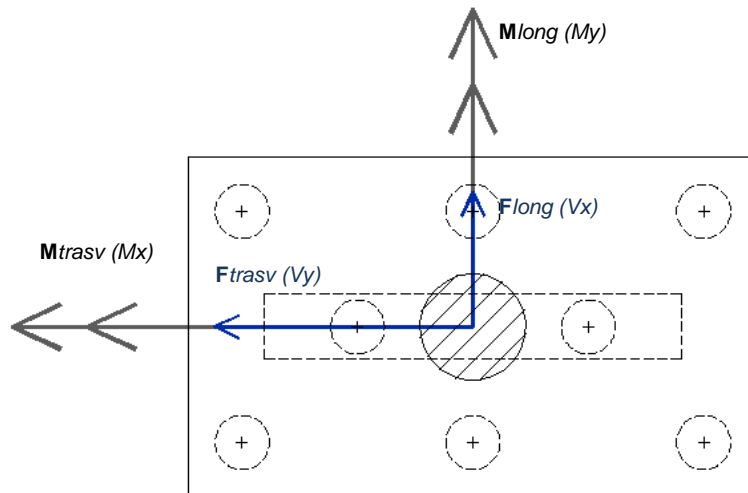


Figura 25: Indicazione delle direzioni di azione delle sollecitazioni sulla pila

In tabella sono riportate le sollecitazioni che interessano le pile nelle varie combinazioni; nella figura precedente sono specificate le direzione di azione delle sollecitazioni:

COMBINAZIONE	N (kN)	Mx (kN*m)	My (kN*m)	V (kN)
SLU_Inviluppo(max)	11699	5327	10091	1176
SLU_Inviluppo(max)	13349	6078	5302	604
SLU_Inviluppo(max)	13372	6189	10139	1045
SLU_Inviluppo(max)	11621	5284	6100	757
SLU_Inviluppo(max)	14231	5327	10091	1176
SLU_Inviluppo(max)	15843	6078	5302	604
SLU_Inviluppo(max)	15865	6189	10139	1045
SLU_Inviluppo(max)	14152	5284	6100	757
SLU_Inviluppo_SISMA(max)	7670	11029	33680	3923
SLU_Inviluppo_SISMA(max)	9135	15359	28749	3033
SLU_Inviluppo_SISMA(max)	9210	15427	31994	3395
SLU_Inviluppo_SISMA(max)	7517	10903	30474	3594
SLU_Inviluppo_SISMA(min)	9679	-31665	-8518	3180
SLU_Inviluppo_SISMA(min)	10825	-48636	-10851	4216
SLU_Inviluppo_SISMA(min)	10820	-48667	-7688	4237
SLU_Inviluppo_SISMA(min)	9749	-30962	-11268	3240
SLE_Rara_26(max)	8666	2356	2212	277
SLE_Rara_26(max)	9892	2517	-1071	156
SLE_Rara_26(max)	9905	2595	2466	269
SLE_Rara_26(max)	8682	2395	-747	153
SLE_Rara_26(min)	10466	-1323	754	184
SLE_Rara_26(min)	11736	-1416	-2441	275
SLE_Rara_26(min)	11749	-1447	1090	179
SLE_Rara_26(min)	10483	-1284	-2210	296

Figura 26: Inviluppo sollecitazioni alla base

Di seguito si riportano le massime sollecitazioni agenti sulla fondazione delle pile in termini di sollecitazioni flettenti per le condizioni di carico dimensionanti. I contour plots dei momenti sono relativi all'armatura trasversale (momento  $M_{xx}$  riferimento locale) e longitudinale (momento  $M_{yy}$  riferimento locale).

### Momento flettente – SISMA

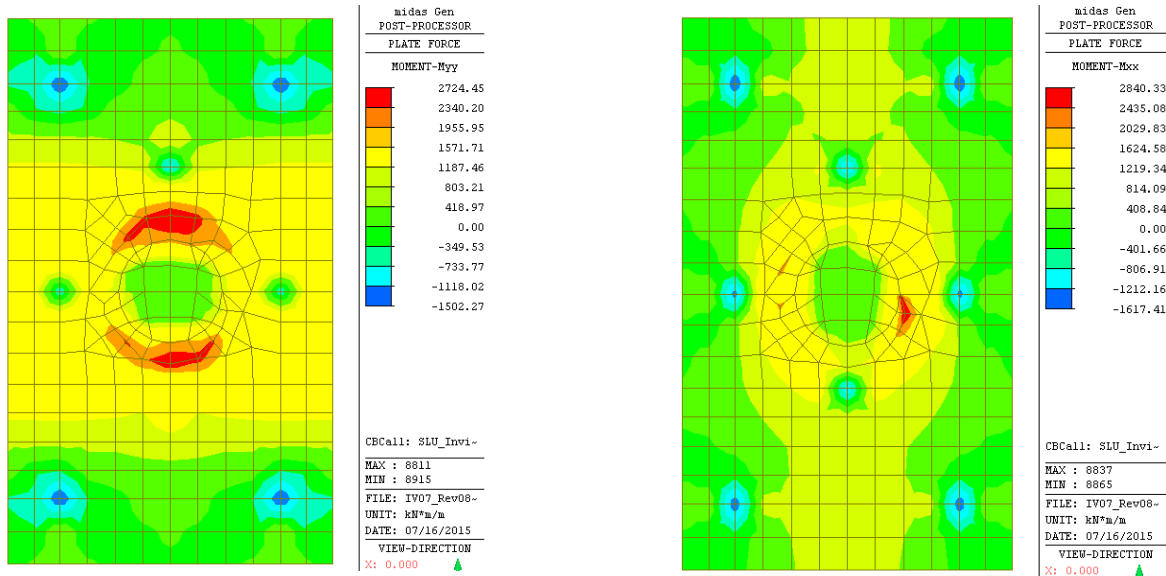


Figura 27 Comb. SISMA: – Involuppo Momenti Mtrasv (a sinistra) ;Mlong (a destra)

Si riportano a seguire le verifiche delle pile nella sezione di calcolo considerata (sezione di base).

Le combinazioni considerate corrispondono alle diverse sollecitazioni agenti sulle pile.

**VERIFICA SEZIONE CIRCOLARE D=3.0 m: long 155 $\Phi$ 30 As=1.55%**

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Diametro sezione: 300.0 cm  
 Barre circonferenza: 155 $\Phi$ 30 (1095.6 cm<sup>2</sup>)  
 Coprif.(dal baric. barre): 6.0 cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

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

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	14486.11	6690.63	333.00	8.00
2	15943.96	7329.69	154.00	9.00
3	14622.62	6730.73	170.00	10.00
4	18485.25	719.67	468.00	12.00

5	20090.99	390.32	426.00	13.00
6	18621.83	592.97	549.00	14.00
7	10212.30	23063.82	4613.00	16.00
8	10826.54	25557.25	4951.00	17.00
9	10291.62	22107.37	4453.00	18.00
10	11784.41	23072.62	4649.00	20.00
11	13256.84	25589.30	4954.00	21.00
12	11907.18	22030.97	4406.00	22.00

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

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

N°Comb.	N	Mx
1	10730.47	3194.35 (0.00)
2	11810.40	3296.05 (0.00)
3	10831.57	3171.70 (0.00)
4	13692.80	2287.52 (0.00)
5	14882.28	2406.25 (0.00)
6	13793.95	2252.00 (0.00)

### RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.5 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 2.8 cm  
Copriferro netto minimo staffe: 2.9 cm

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)  
Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
N ult Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)  
Mx ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
Yneuro Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X, Y, O sez.  
Mx sn. Momento flettente allo snervamento [kNm]  
x/d Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)  
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]  
Area efficace a flessione barre inf. (per presenza di torsione)= 1094.6 cm<sup>2</sup>  
Area efficace a flessione barre sup. (per presenza di torsione)= 0.0 cm<sup>2</sup>

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	14486.11	6690.63	14486.02	62343.31	9.318	57.4	46984.20	---	---	---
2	S	15943.96	7329.69	15943.94	63255.98	8.630	55.0	48077.81	---	---	---
3	S	14622.62	6730.73	14622.48	62429.47	9.275	57.2	47086.86	---	---	---
4	S	18485.25	719.67	18485.45	64773.85	90.005	50.9	49947.66	---	---	---
5	S	20090.99	390.32	20090.91	65682.77	168.278	48.3	51105.53	---	---	---
6	S	18621.83	592.97	18621.76	64851.61	109.367	50.6	50047.05	---	---	---
7	S	10212.30	23063.82	10212.43	59497.04	2.580	64.4	43688.83	---	---	---
8	S	10826.54	25557.25	10826.27	59921.35	2.345	63.4	44170.11	---	---	---
9	S	10291.62	22107.37	10291.67	59551.89	2.694	64.3	43751.11	---	---	---
10	S	11784.41	23072.62	11784.42	60574.87	2.625	61.8	44916.73	---	---	---
11	S	13256.84	25589.30	13256.94	61550.60	2.405	59.4	46049.79	---	---	---



12 S 11907.18 22030.97 11906.91 60656.60 2.753 61.6 45011.51 --- --- ---

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.00136	150.0	0.00327	144.0	-0.00761	-144.0
2	0.00350	-0.00124	150.0	0.00328	144.0	-0.00733	-144.0
3	0.00350	-0.00135	150.0	0.00327	144.0	-0.00759	-144.0
4	0.00350	-0.00104	150.0	0.00329	144.0	-0.00688	-144.0
5	0.00350	-0.00092	150.0	0.00329	144.0	-0.00662	-144.0
6	0.00350	-0.00103	150.0	0.00329	144.0	-0.00686	-144.0
7	0.00350	-0.00176	150.0	0.00325	144.0	-0.00853	-144.0
8	0.00350	-0.00170	150.0	0.00326	144.0	-0.00838	-144.0
9	0.00350	-0.00175	150.0	0.00325	144.0	-0.00851	-144.0
10	0.00350	-0.00160	150.0	0.00326	144.0	-0.00817	-144.0
11	0.00350	-0.00147	150.0	0.00327	144.0	-0.00786	-144.0
12	0.00350	-0.00159	150.0	0.00326	144.0	-0.00815	-144.0

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

Diametro staffe:	16	mm	
Passo staffe:	10.0	cm	[Passo massimo di normativa = 25.0 cm]
N.Bracci staffe:	2		
Area staffe/m :	40.2	cm <sup>2</sup> /m	[Area Staffe Minima NTC = 2.3 cm <sup>2</sup> /m]
Barre long. tors.:	1.0	cm <sup>2</sup>	

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO-TORSIONE

Ver	S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Vsdu	Taglio agente [kN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vrd	Taglio resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.14)NTC]
Vcd	Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.19)NTC]
Vwd	Taglio trazione resistente [kN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.18)NTC]
Tsdu	Momento torcente assegnato nella combinazione corrente [kNm]
Trdu	Momento torcente resistente ultimo [kNm] (lato conglomerato)
Mis.Sic.	Misura sicur. = Vsdu/Vcd + Tsdu/Trdu. Verifica OK se Mis.Sic <=1
bw	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro
Teta	Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm <sup>2</sup> /m]

N°Comb	Ver	Vsdu	Vrd	Vcd	Vwd	Tsdu	Trdu	Mis.Sic.	bw	Teta	Acw	ASt
1	S	333.00	4942.99	25313.85	7158.51	8.00	22437.01	0.014	266.7	26.57	1.109	1.9
2	S	154.00	5165.37	25644.71	7145.11	9.00	22437.01	0.006	268.1	26.57	1.120	0.9
3	S	170.00	4962.52	25337.29	7158.51	10.00	22437.01	0.007	266.7	26.57	1.110	1.0
4	S	468.00	5544.35	26160.41	7131.98	12.00	22437.01	0.018	269.4	26.57	1.139	2.6
5	S	426.00	5757.74	26512.47	7119.17	13.00	22437.01	0.017	270.6	26.57	1.151	2.4
6	S	549.00	5564.02	26184.00	7131.98	14.00	22437.01	0.022	269.4	26.57	1.140	3.1

7	S	4613.00	4312.66	24236.74	7213.98	16.00	22437.01	0.191	261.0	26.57	1.077	25.7
8	S	4951.00	4412.78	24431.68	7199.89	17.00	22437.01	0.203	262.5	26.57	1.081	27.7
9	S	4453.00	4337.04	24340.79	7199.89	18.00	22437.01	0.184	262.5	26.57	1.077	24.9
10	S	4649.00	4561.93	24682.91	7185.93	20.00	22437.01	0.189	263.9	26.57	1.089	26.0
11	S	4954.00	4753.97	25020.11	7172.12	21.00	22437.01	0.199	265.4	26.57	1.100	27.8
12	S	4406.00	4579.38	24703.85	7185.93	22.00	22437.01	0.179	263.9	26.57	1.090	24.7

### RISULTATI DEL SOLO CALCOLO A TORSIONE

Area Nucl.	Area del nucleo della sezione tubolare resistente [cm <sup>2</sup> ]
Per.Nucl.	Perimetro del nucleo della sezione tubolare resistente [cm]
Sp.Nucl.	Spessore del nucleo della sezione tubolare resistente [cm]
Ast	Area calcolata delle staffe al metro per sola torsione [cm <sup>2</sup> /m]
As long.	Area dei ferri longitudinali calcolati per sola torsione [cm <sup>2</sup> ]
Tsdu	Momento torcente assegnato nella combinazione corrente [kNm]
Trsd	Momento torc. resist. reso dall'area staffe riservata alla torsione [kNm]
Trld	Momento torc. resist. reso da una apposita aliquota delle barre longitudinali soggette a flessione

N°Comb	Area Nucl.	Per.Nucl.	Sp.Nucl.	Ast	As long.	Tsdu	Trsd	Trld
1	39761	707	75.0	0.0	0.4	8.00	8.00	8.00
2	39761	707	75.0	0.0	0.4	9.00	9.00	9.00
3	39761	707	75.0	0.0	0.5	10.00	10.00	10.00
4	39761	707	75.0	0.0	0.5	12.00	12.00	12.00
5	39761	707	75.0	0.0	0.6	13.00	13.00	13.00
6	39761	707	75.0	0.0	0.6	14.00	14.00	14.00
7	39761	707	75.0	0.0	0.7	16.00	16.00	16.00
8	39761	707	75.0	0.0	0.8	17.00	17.00	17.00
9	39761	707	75.0	0.0	0.8	18.00	18.00	18.00
10	39761	707	75.0	0.0	0.9	20.00	20.00	20.00
11	39761	707	75.0	0.0	1.0	21.00	21.00	21.00
12	39761	707	75.0	0.0	1.0	22.00	22.00	22.00

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [Mpa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [Mpa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm <sup>2</sup> ] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.08	-150.0	0.39	150.0	6.3	144.0	0.0	0	0.0	----
2	S	2.23	-150.0	0.49	150.0	7.8	144.0	0.0	0	0.0	----
3	S	2.08	-150.0	0.41	150.0	6.6	144.0	0.0	0	0.0	----
4	S	2.18	-150.0	0.97	150.0	14.9	144.0	0.0	0	0.0	----
5	S	2.34	-150.0	1.07	150.0	16.5	144.0	0.0	0	0.0	----
6	S	2.18	-150.0	0.99	150.0	15.2	144.0	0.0	0	0.0	----

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Scmax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
Scmin	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
K3	=0,125 per flessione; = 0,25 (Scmin + Scmax)/(2 Scmin) per trazione eccentrica
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2

$\Psi$  =  $1 - \text{Beta}12^2 \cdot (\text{Ssr}/\text{Ss})^2 = 1 - \text{Beta}12^2 \cdot (\text{fctm}/\text{Sc}l\text{min})^2 = 1 - \text{Beta}12^2 \cdot (\text{Mfess}/\text{M})^2$  [B.6.6 DM96]  
 $e_{sm}$  Deformazione unitaria media tra le fessure . Tra parentesi il valore minimo = 0.4 Ss/Es  
 $s_{rm}$  Distanza media in mm tra le fessure  
 $w_k$  Apertura delle fessure in mm =  $1,7 \cdot \text{Eps} \cdot \text{Srm}$ . Tra parentesi è indicato il valore limite.  
 $M_{fess.}$  Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	Scmax	Scmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	$e_{sm}$	$s_{rm}$	$w_k$	M Fess.
1	S	2.08	0.39	---	---	---	0.000	---	0	---	-----
2	S	2.23	0.49	---	---	---	0.000	---	0	---	-----
3	S	2.08	0.41	---	---	---	0.000	---	0	---	-----
4	S	2.18	0.97	---	---	---	0.000	---	0	---	-----
5	S	2.34	1.07	---	---	---	0.000	---	0	---	-----
6	S	2.18	0.99	---	---	---	0.000	---	0	---	-----

A seguire si riportano le verifiche in direzione longitudinale e trasversale della zattera di fondazione:

### Armatura longitudinale 1Φ24/10

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base: 100.0 cm  
 Altezza: 180.0 cm  
 N°totale barre: 20  
 Diametro barre: 24 mm  
 Copriferro (dal baric.barre): 5.0 cm

Coordinate Barre nei vertici

N°Barra	X [cm]	Y [cm]
1	-45.0	-85.0
2	-45.0	85.0
3	45.0	85.0
4	45.0	-85.0

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

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

#### ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 0 mm  
 Passo staffe: 0.0 cm  
 Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)

Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione  
Vy Taglio [kN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione  
Vx Taglio [kN] in direzione parallela all'asse x baric. della sezione

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	-1.00	0.00	0.00	0.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	2000.00	0.00

### RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.8 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.6 cm

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
N ult Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
Mx ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	1.00	0.00	0.00	3025.25	0.00	999.000	45.2(25.9)
2	S	0.00	-1.00	0.00	0.00	-3025.25	0.00	999.000	45.2(25.9)

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace  
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

1	0.00305	-0.02805	-50.0	90.0	0.00103	-45.0	85.0	-0.06750	-45.0	-85.0
2	0.00305	-0.02805	-50.0	-90.0	0.00103	-45.0	-85.0	-0.06750	-45.0	85.0

**POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA**

a, b, c           Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
x/d               Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)  
C.Rid.            Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000403127	-0.033234242	0.043	0.700
2	0.000000000	-0.000403127	-0.033234242	0.043	0.700

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

Ver                S = comb. verificata/ N = comb. non verificata  
Sc max            Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]  
Xc max, Yc max   Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
Sf min            Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]  
Xs min, Ys min   Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
Ac eff.            Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre  
As eff.            Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure  
D barre           Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure  
Beta12            Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre  $Beta1 \cdot Beta2$

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	4.92	50.0	90.0	-269.2	35.0	-85.0	2160	45.2	10.0	1.00

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]**

Ver.                La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a  $f_{ctm}$   
S1                 Esito della verifica  
S2                 Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata  
k2                 Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata  
k3                 = 0.4 per barre ad aderenza migliorata  
Ø                 = 0.125 per flessione e presso-flessione;  $=(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$  per trazione eccentrica  
Cf                 Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff  
Psi                Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa  
e sm               =  $1 - Beta12 \cdot (Ssr/Ss)^2 = 1 - Beta12 \cdot (f_{ctm}/S2)^2 = 1 - Beta12 \cdot (M_{fess}/M)^2$  [B.6.6 DM96]  
srm                Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite =  $0.4 \cdot Ss/Es$  è tra parentesi  
wk                Distanza media tra le fessure [mm]  
MX fess.           Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure =  $1.7 \cdot e \cdot srm$ . Valore limite tra parentesi  
MY fess.           Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]  
MY fess.           Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-3.1	0	0.125	24	38.0	0.310	0.00054 (0.00054)	153	0.140 (0.20)	1661.31	0.00

### Armatura trasversale

**1Φ20/10**

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	180.0	cm
N°totale barre:	20	
Diametro barre:	20	mm
Copriferro (dal baric.barre):	7.0	cm

Coordinate Barre nei vertici

N°Barra	X [cm]	Y [cm]
1	-43.0	-83.0
2	-43.0	83.0
3	43.0	83.0
4	43.0	-83.0

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	8	20
2	2	3	8	20

#### ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe:	8	mm
Passo staffe:	15.0	cm
Staffe:	Una sola staffa chiusa perimetrale	

#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	-1.00	0.00	0.00	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)				
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione				
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione				

N° Comb.	N	Mx	Mx
1	0.00	1200.00	0.00

### RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	6.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.6 cm

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N ult	Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult, My ult) e (N, Mx, My) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
As Tesa	Area armature [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N° Comb	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	1.00	0.00	0.00	2074.43	0.00	999.000	31.4(25.6)
2	S	0.00	-1.00	0.00	0.00	-2074.43	0.00	999.000	31.4(25.6)

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N° Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00335	-0.02824	-50.0	90.0	0.00048	-43.0	83.0	-0.06750	-43.0	-83.0
2	0.00335	-0.02824	-50.0	-90.0	0.00048	-43.0	-83.0	-0.06750	-43.0	83.0

### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless. (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N° Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000409528	-0.033509184	0.047	0.700
2	0.000000000	-0.000409528	-0.033509184	0.047	0.700

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre	Distanza tre le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	3.66	50.0	90.0	-234.6	33.4	-83.0	2070	31.4	9.6	1.00

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm
S1	Esito della verifica
S2	Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
k2	Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k3	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
Ø	= 0.125 per flessione e presso-flessione; $=(e1 + e2)/(2*e1)$ per trazione eccentrica
Cf	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Psi	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm	$= 1 - \text{Beta}12 * (\text{Ssr}/\text{Ss})^2 = 1 - \text{Beta}12 * (\text{fctm}/\text{S2})^2 = 1 - \text{Beta}12 * (\text{Mfess}/\text{M})^2$ [B.6.6 DM96]
srm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 * \text{Ss}/\text{Es}$ è tra parentesi
wk	Distanza media tra le fessure [mm]
MX fess.	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 * e * \text{sm} * \text{srm}$ . Valore limite tra parentesi
MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-2.0	0	0.125	20	60.0	-0.705	0.00047 (0.00047)	205	0.164 (0.20)	1567.08	0.00



### PUNZONAMENTO

Si riportano di seguito le verifiche a punzonamento del plinto senza specifica armatura a taglio.

#### VERIFICA A PUNZONAMENTO PIASTRE EC2 -UNI EN 1992-1-1

##### DATI COLONNA

D	=	1500	mm		
Hp (piastra)	=	1800	mm		
cx (copriferro asse)	=	50	mm		
cy (copriferro asse)	=	50	mm		
dx	=	Hp-cx	=	1750	mm
dy	=	Hp-cy	=	1750	mm
deff (altezza utile media)	=	(dx+dy)/2	=	1750	mm
u	=	$2\pi((D/2)+2deff)$	=	26704	mm

##### TIPOLOGIA PILASTRO

##### UBICAZIONE

$\beta_1$	=	A	1.5
-----------	---	---	-----

##### MATERIALI

$f_{ywd}$	=	373.91	MPa	acciaio	
$R_{ck}$	=	30	MPa	cls	
$\gamma_c$	=	1.5			
$f_{ck}$	=	$0.83 \times R_{ck}$	=	24.9	MPa
$f_{cd}$	=	$0.85 \times f_{ck} / \gamma_c$	=	14.11	MPa
$f_{ctm}$	=	$0.3 \times (f_{ck})^{2/3}$	=	2.56	MPa
$f_{ctk}$	=	$0.7 \times f_{ctm}$	=	1.79	MPa
$f_{ctd}$	=	$f_{ctk} / \gamma_c$	=	1.19	MPa

#### ARMATURE LONGITUDINALI PER FLESSIONE PRESENTI NELLA PIASTRA

$\varnothing_{lx}$	=	26	mm	diametro barre X
Numero arm x	=	8	1/m	numero barre X a ml
$A_{s lx}$	=	4247.43	mm <sup>2</sup> /m	area barre X a ml
leff <sub>y</sub>	=	12.00	m	larghezza efficace dir Y
$A_{s lx}$	=	50969.20	mm <sup>2</sup>	acciaio X nella larghezza efficace
$\varnothing_{ly}$	=	26	mm	diametro barre Y
Numero arm y	=	8	1/m	numero barre Y a ml
$A_{s ly}$	=	4247.43	mm <sup>2</sup> /m	area barre Ya ml
leff <sub>x</sub>	=	12.00	mm	larghezza efficace dir X
$A_{s ly}$	=	50969.20	mm <sup>2</sup>	acciaio Y nella larghezza efficace

**SOLLECITAZIONE DI CALCOLO**

TAGLIO AGENTE	$V_{Ed} =$	5414	(KN)
MOMENTO FLETTENTE (asse y)	$M_{yEd} =$	0	(KNm)
MOMENTO FLETTENTE (asse z)	$M_{zEd} =$		(KNm)
SFORZO NORMALE PIASTRA	$N_{Ed} =$	0	(KN)

**EFFETTO AMPLIFICAZIONE PER FLESSIONE**

$\beta_2$	=	1.000	-
-----------	---	-------	---

**TENSIONE TANGENZIALE DI CALCOLO**

tensione tangenziale	$v_{Ed} = \beta * V_{ed} / (u_1 * d)$	0.17	Mpa
----------------------	---------------------------------------	------	-----

**ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO**

Cr <sub>dc</sub>	=	0.12	$1 + (200/d)^{1/2} < ?$ $0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$ percentuale armatura tesa X percentuale armatura tesa Y percentuale media geometrica tensione di compressione cls
k	=	1.34	
v <sub>min</sub>	=	0.270	
$\rho_{lx}$	=	0.0024	
$\rho_{ly}$	=	0.0024	
$\rho_l$	=	0.0200	
$\sigma_{cp}$	=	0.0000	

**TENSIONE TANGENZIALE LIMITE SENZA ARMATURA**

$v_{Rd,c}$	=	0.59	(MPa)	$v_{min} + 0.15 * \sigma_{cp} =$	0.27	(MPa)
$v_{Rd,c}$	=	<b>0.59</b>	(MPa)	resistenza a taglio cls non armato		
Esito verifica	=	Verifica positiva				

Di seguito si riporta l'incidenza delle armature in accordo con le verifiche effettuate:

Elemento	Spessore [m]	Armatura longitudinale				Armatura trasversale				Spilli				Sommano [kg]	Incidenza [kg]	Incidenza [kg]
		Lato	Diametro [mm]	N°	Peso [kg/m]	Lato	Diametro [mm]	N°	Peso [kg/m]	diametro [mm]	Maglia [cmxcm]	N°	Peso [kg/m]			
Fondazione	1.80	LATO A	24	10	35.51	LATO A	20	10	24.66	12	40x40	6.25	5.55	125.89	70	91
		LATO B	24	10	35.51	LATO B	20	10	24.66							

Elemento	Spessore [m]	Armatura longitudinale				Spilli				Sommano [kg]	Incidenza [kg]	Incidenza [kg]	
		Lato	Diametro [mm]	N°	Peso [kg/m]	diametro [mm]	Maglia [cmxcm]	N°	Peso [kg/m]				
Elevazione $\phi$ 3000	7.07	LONG	30	155	860.1	spirale 16/10				148	1024.75	145	188
						12	40x40	6.25	16.65				



**ATI bonifica**

## Linea AV/AC VERONA – PADOVA

**1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO**

Titolo:

RELAZIONE DI CALCOLO PILE CON ISOLAMENTO

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV.

IN0D 00 DI2 CL IV 000X002A

Pag  
98 di 124

## 9 ANALISI DEI RISULTATI: SOLLECITAZIONI E VERIFICHE FONDAZIONI PILE

Di seguito si riportano le massime sollecitazioni sui pali di fondazione sulle pile in termini di sforzo normale e di taglio per le condizioni di carico dimensionanti:

### 9.1 IV01 CAVALCAFERROVIA KM 7+555,69

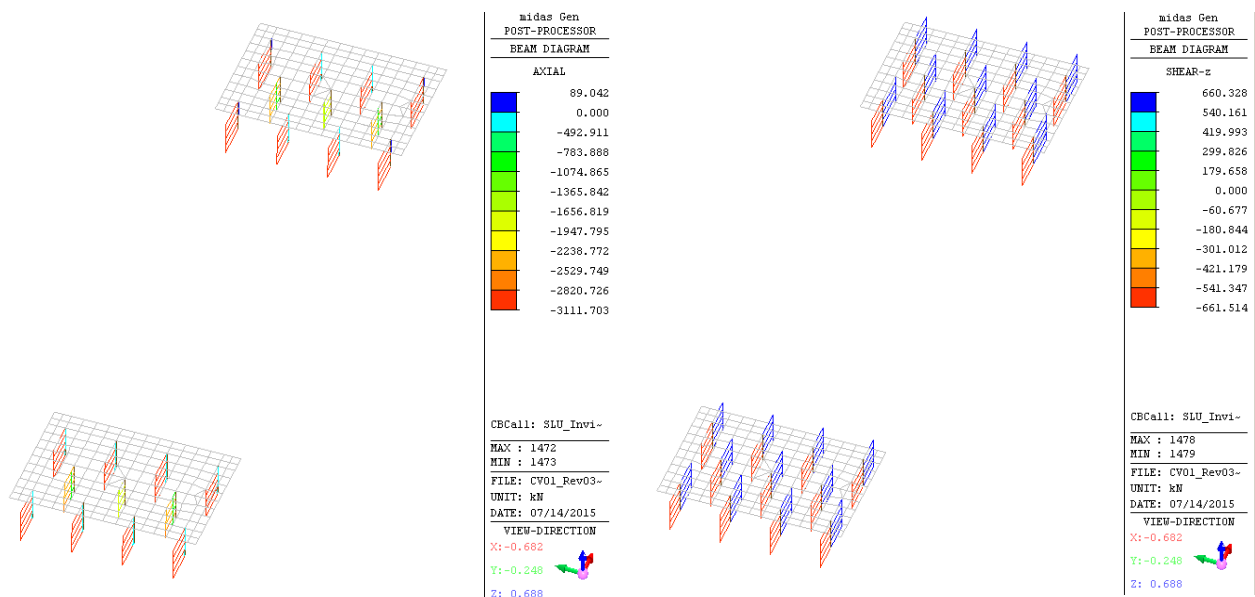


Figura 28: Combinazione SLU SISMA: – Involuppo Sforzo Normale e tagli

Le fondazioni delle pile in oggetto sono fondazioni profonde poggianti su pali aventi diametro  $\emptyset$  1200.

La lunghezza dei pali delle pile 1 ed 2 è pari ad **20m**.

Si riportano a seguire le curve capacità portante/lunghezza pali per le diverse combinazioni di carico, per maggior dettaglio si rimanda agli elaborati specifici.

**CVF - Pr 7+613**  
**Resistenza di progetto ( $R_d$ ) del palo singolo**  
**PALO TRIVELLATO**  
**Approccio 1 - Combinazione 1 - STRU (A1+M1+R1)**

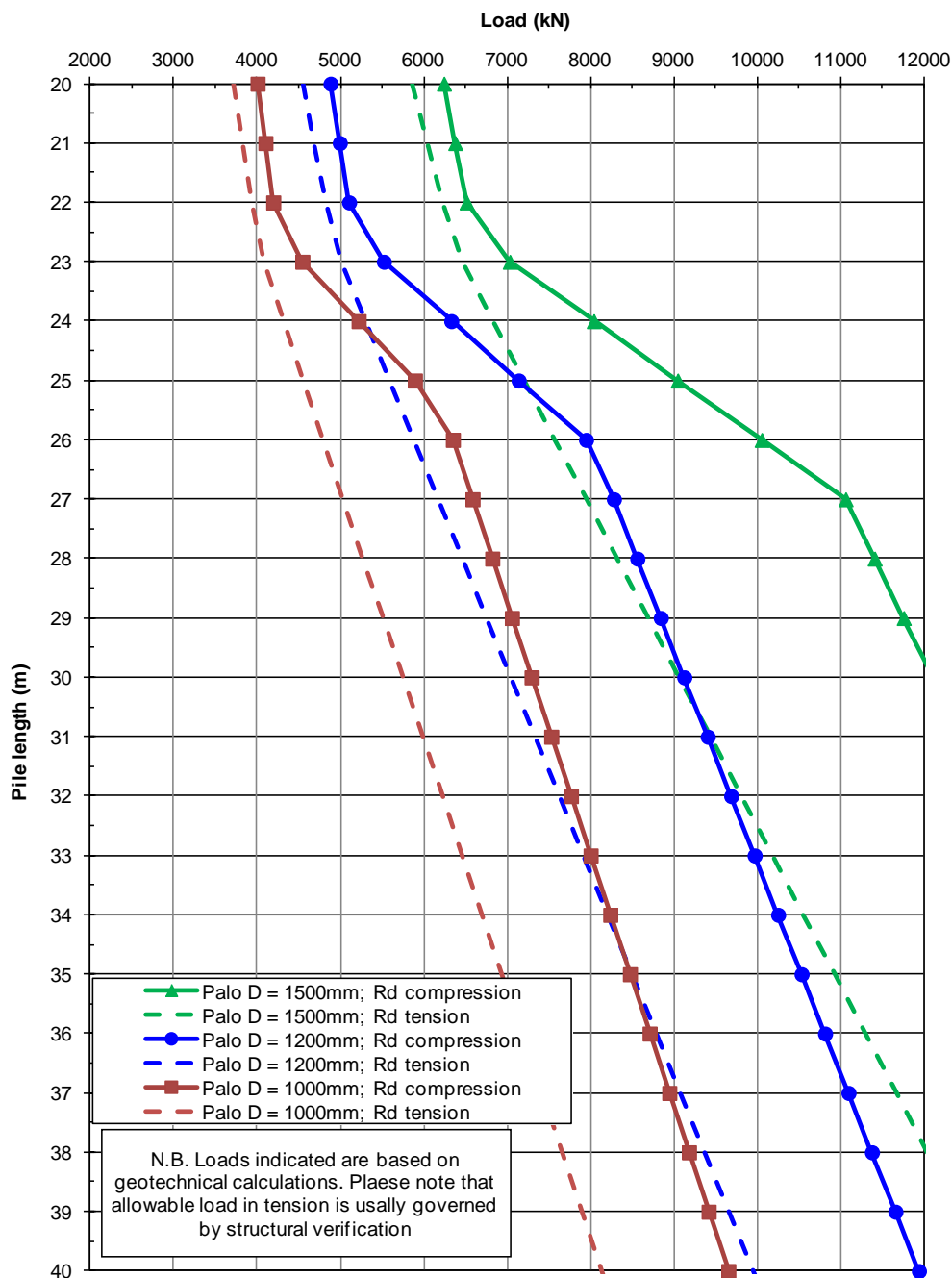


Figura 29: Approccio 1 Combinazione 1 - A1M1R1: Resistenza di progetto

**CVF - Pr 7+613**  
**Resistenza di progetto ( $R_d$ ) del palo singolo**  
**PALO TRIVELLATO**  
**Approccio 1 - Combinazione 2 - GEO (A2+M1+R2)**

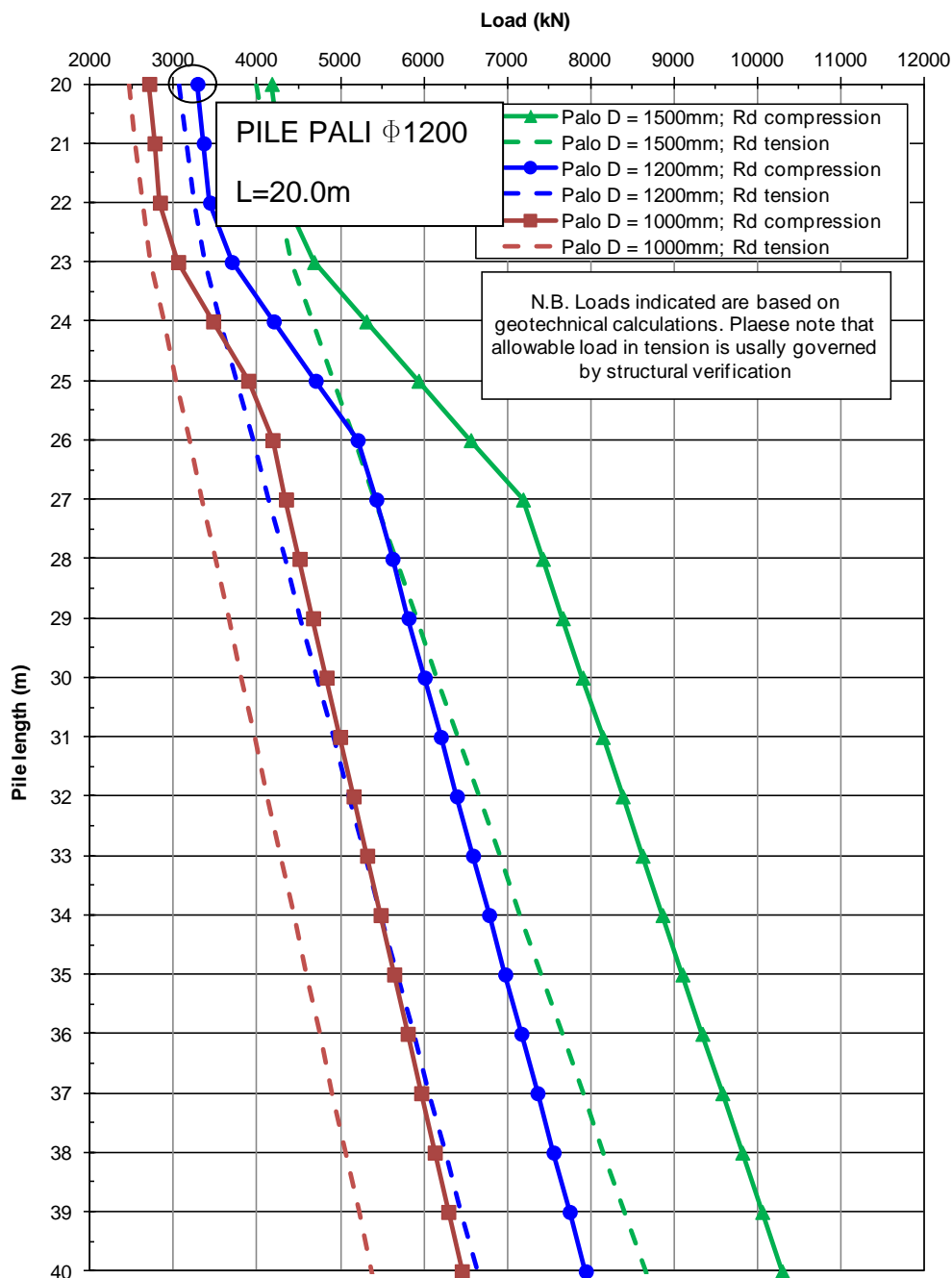


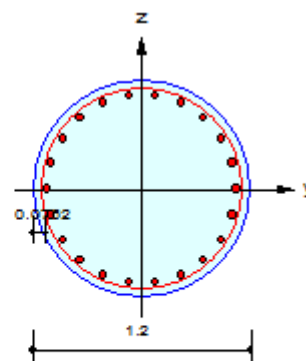
Figura 30: Approccio 1 Combinazione 2 – A2M1R2: Resistenza di progetto

Caratteristiche della sezione

Diametro	D = 1.20 m
Armatura longitudinale	A <sub>f</sub> ' = 22 ϕ 26
Spirale	A <sub>s</sub> = 1 ϕ 16/10 cm
Copriferro	c = 6 cm

**1. Design Condition**

Design Code	: Eurocode2:04
Unit System	: kN, m
Member Number	: 1478 (PM), 1806 (Shear)
Material Data	: f <sub>ck</sub> = 25000, f <sub>yk</sub> = 450000, f <sub>yw</sub> = 450000 KPa
Column Height	: 2.5 m
Section Property	: pali (No : 8)
Rebar Pattern	: 22 - 3 - P26
Total Rebar Area A <sub>st</sub> = 0.011682 m <sup>2</sup> (R <sub>host</sub> = 0.010)	



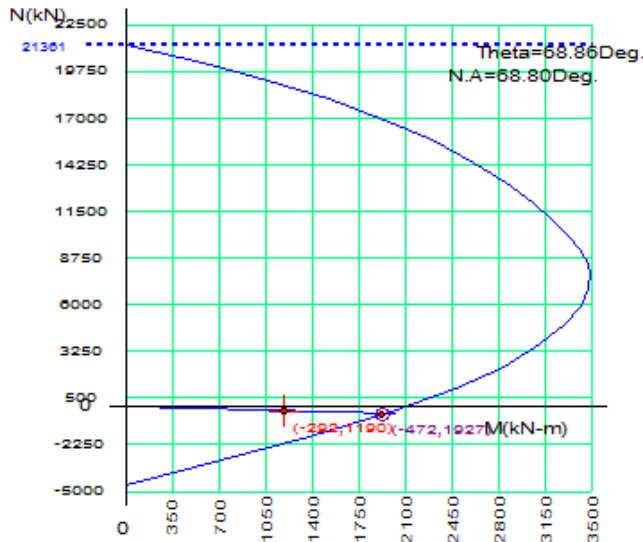
**2. Applied Loads**

Load Combination	: 5 AT (I) Point
N <sub>Ed</sub>	= -291.66 kN
M <sub>Edy</sub>	= 430.394,
M <sub>Edz</sub>	= 1109.58 kN-m
M <sub>Ed</sub>	= SQRT(M <sub>Edy</sub> <sup>2</sup> + M <sub>Edz</sub> <sup>2</sup> ) = 1190.13 kN-m

**3. Axial Forces and Moments Capacity Check**

Concentric Max. Axial Load	N <sub>Rdmax</sub>	= 21360.6 kN	
Axial Load Ratio	N <sub>Ed</sub> /N <sub>Rd</sub>	= -291.66 / -471.74	= 0.618 < 1.000 ..... O.K
Moment Ratio	M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub>	= 1190.13 / 1926.59	= 0.618 < 1.000 ..... O.K
	M <sub>Edy</sub> /M <sub>Rdy</sub>	= 430.394 / 694.718	= 0.620 < 1.000 ..... O.K
	M <sub>Edz</sub> /M <sub>Rdz</sub>	= 1109.58 / 1796.97	= 0.617 < 1.000 ..... O.K

**4. M-N Interaction Diagram**



N_Rd(kN)	M_Rd(kN-m)
21360.59	0.00
19216.39	1070.45
16906.48	1932.12
14429.98	2602.65
12048.71	3051.44
10026.56	3321.51
8833.24	3442.41
7787.53	3485.17
5952.55	3416.46
3682.15	3109.90
1100.57	2468.23
-1790.44	1382.46
-4571.22	0.00

**5. Shear Force Capacity Check**

Applied Shear Strength  $V_{Ed}$  = 555.722 kN (Load Combination : 1)  
 Design Shear Strength  $V_{Rdc}+V_{Rds}$  = 574.136 + 0.00000 = 574.136 kN ( $A_{sw-H_{use}} = 0.00402 \text{ m}^2/\text{m}$ , 2-P16 @100)  
 Shear Ratio  $V_{Ed}/V_{Rd}$  = 0.968 < 1.000 ..... O.K

Di seguito si riporta l'incidenza delle armature in accordo con le verifiche effettuate:

Elemento	Spessore [m]	Armatura longitudinale				Spilli				Sommano [kg]	Incidenza [kg]
		Lato	Diametro [mm]	N°	Peso [kg/m]	diametro [mm]	Maglia [cmxcm]	N°	Peso [kg/m]		
Pali	$\phi$ 1200	LONG	26	22	91.696	spirale 16/10			60	151.70	148



## 9.2 IV03 CAVALCAFERROVIA KM 12+594,43

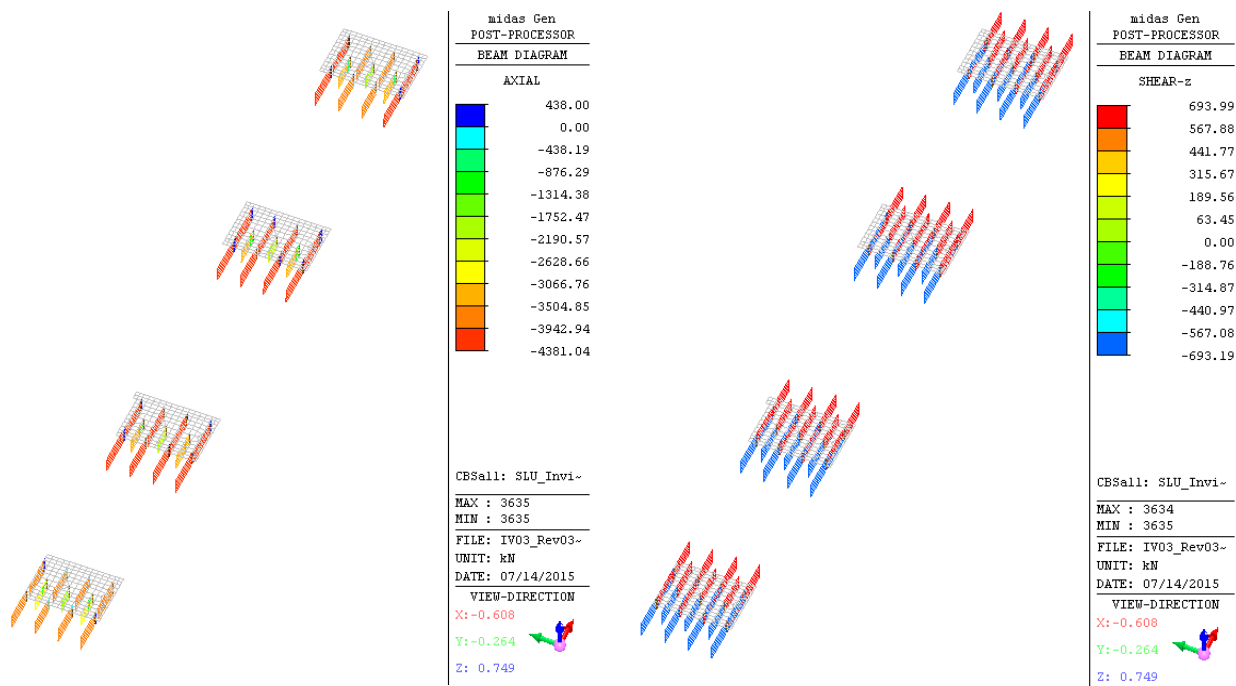


Figura 31: Combinazione SLU SISMA: – Involuppo Sforzo Normale e tagli

Le fondazioni delle pile in oggetto sono fondazioni profonde poggianti su pali aventi diametro  $\emptyset$  1200.

La lunghezza dei pali delle pile è pari ad **30m**,

Le caratteristiche dei terreni attraversati sono descritti in precedenza.

Si riportano a seguire le curve capacità portante/lunghezza pali per le diverse combinazioni di carico, per maggior dettaglio si rimanda agli elaborati specifici.

**CVF - Pr 12+527**  
**Resistenza di progetto ( $R_d$ ) del palo singolo**  
**PALO TRIVELLATO**  
**Approccio 1 - Combinazione 1 - STRU (A1+M1+R1)**

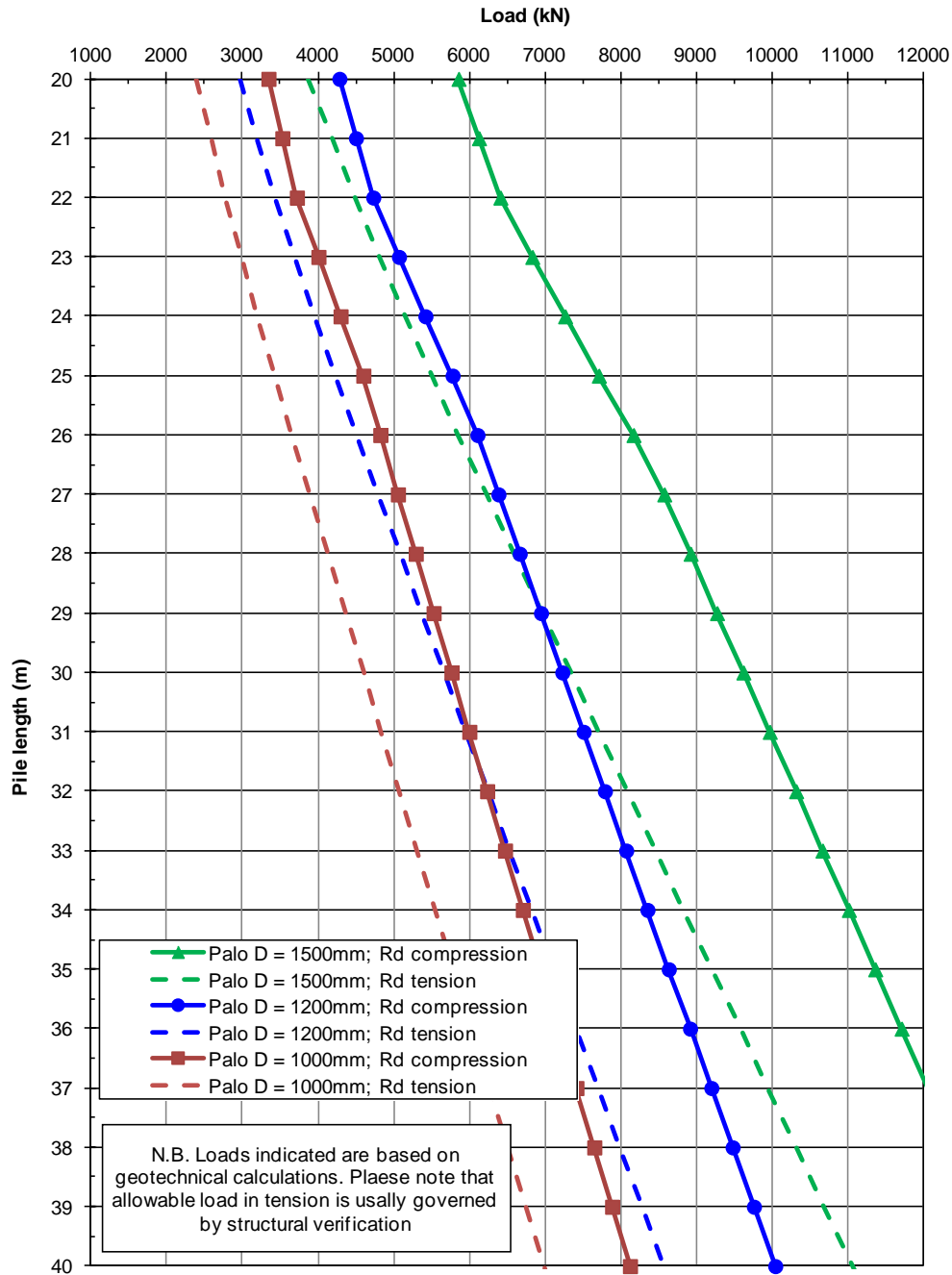


Figura 32: Approccio 1 Combinazione 1 - A1M1R1: Resistenza di progetto

**CVF - Pr 12+527**  
**Resistenza di progetto ( $R_d$ ) del palo singolo**  
**PALO TRIVELLATO**  
**Approccio 1 - Combinazione 2 - GEO (A2+M1+R2)**

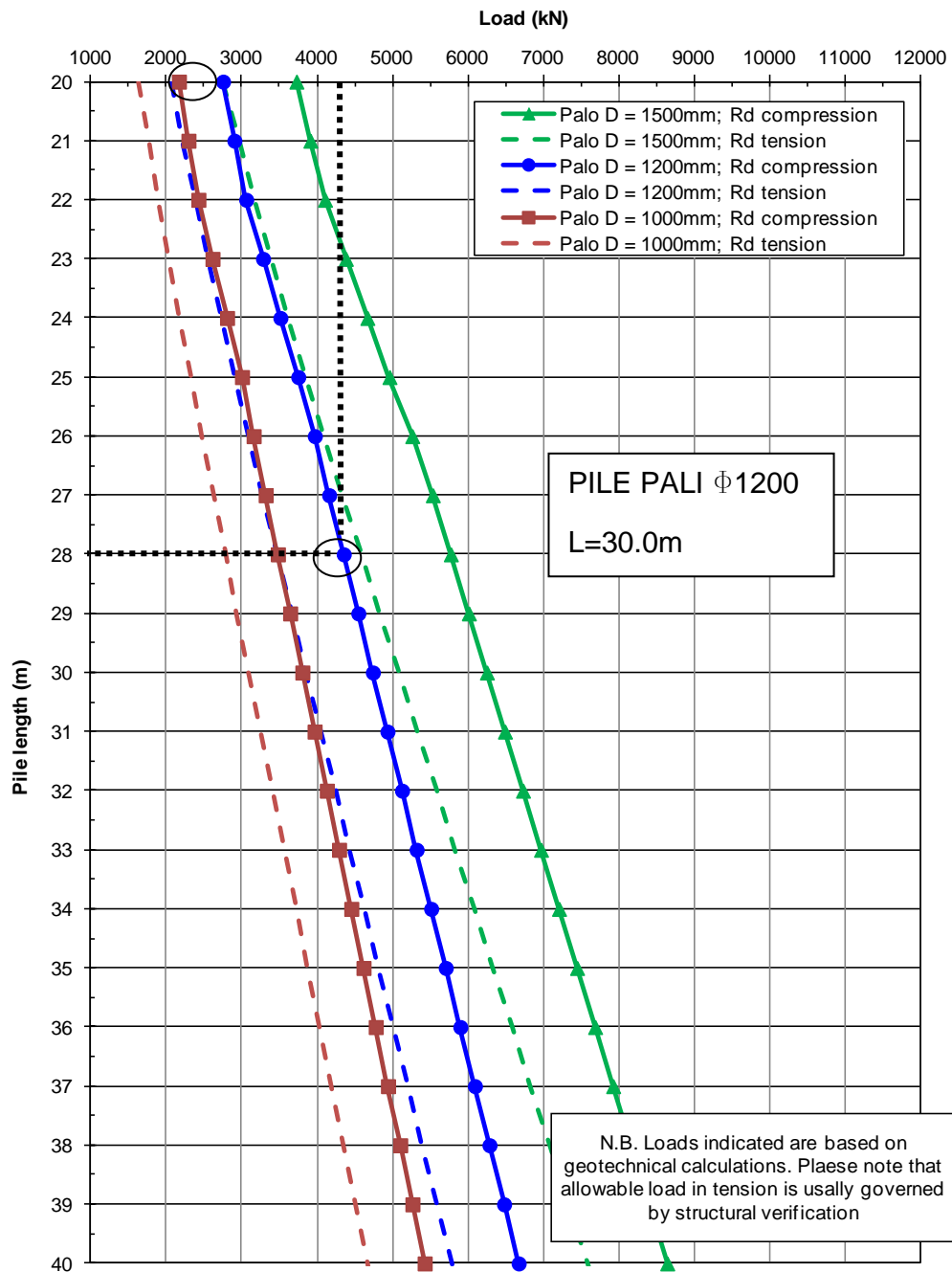


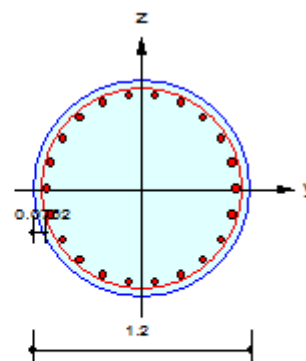
Figura 33: Approccio 1 Combinazione 2 – A2M1R2: Resistenza di progetto

Caratteristiche della sezione

Diametro	D = 1.20 m
Armatura longitudinale	A <sub>f</sub> ' = 22 ϕ 26
Spirale	A <sub>s</sub> = 1 ϕ 16/10 cm
Copriferro	c = 6 cm

**1. Design Condition**

Design Code	: Eurocode2:04
Unit System	: kN, m
Member Number	: 1478 (PM), 1806 (Shear)
Material Data	: f <sub>ck</sub> = 25000, f <sub>yk</sub> = 450000, f <sub>yw</sub> = 450000 KPa
Column Height	: 2.5 m
Section Property	: pali (No : 8)
Rebar Pattern	: 22 - 3 - P26
Total Rebar Area A <sub>st</sub> = 0.011682 m <sup>2</sup> (R <sub>hst</sub> = 0.010)	



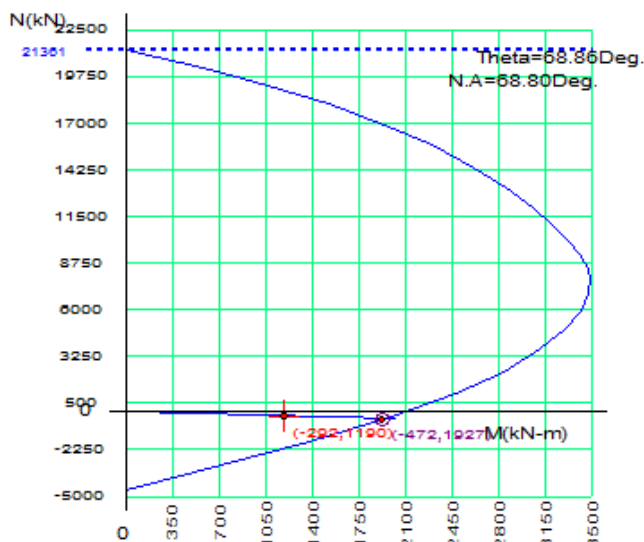
**2. Applied Loads**

Load Combination	: 5 AT (I) Point
N <sub>Ed</sub>	= -291.66 kN
M <sub>Edy</sub>	= 430.394,
M <sub>Edz</sub>	= 1109.58 kN-m
M <sub>Ed</sub>	= SQRT(M <sub>Edy</sub> <sup>2</sup> + M <sub>Edz</sub> <sup>2</sup> ) = 1190.13 kN-m

**3. Axial Forces and Moments Capacity Check**

Concentric Max. Axial Load	N <sub>Rdmax</sub>	= 21360.6 kN	
Axial Load Ratio	N <sub>Ed</sub> /N <sub>Rd</sub>	= -291.66 / -471.74	= 0.618 < 1.000 ..... O.K
Moment Ratio	M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub>	= 1190.13 / 1926.59	= 0.618 < 1.000 ..... O.K
	M <sub>Edy</sub> /M <sub>Rdy</sub>	= 430.394 / 694.718	= 0.620 < 1.000 ..... O.K
	M <sub>Edz</sub> /M <sub>Rdz</sub>	= 1109.58 / 1796.97	= 0.617 < 1.000 ..... O.K

### 4. M-N Interaction Diagram



N_Rd(kN)	M_Rd(kN-m)
21360.59	0.00
19216.39	1070.45
16906.48	1932.12
14429.98	2602.65
12048.71	3051.44
10026.56	3321.51
8833.24	3442.41
7787.53	3485.17
5952.55	3416.46
3682.15	3109.90
1100.57	2468.23
-1790.44	1382.46
-4571.22	0.00

### 5. Shear Force Capacity Check

Applied Shear Strength	V <sub>Ed</sub>	= 555.722 kN (Load Combination : 1)
Design Shear Strength	V <sub>Rdc</sub> +V <sub>Rds</sub>	= 574.136 + 0.00000 = 574.136 kN (A <sub>sw</sub> -H <sub>use</sub> = 0.00402 m <sup>2</sup> /m, 2-P16 @100)
Shear Ratio	V <sub>Ed</sub> /V <sub>Rd</sub>	= 0.968 < 1.000 ..... O.K

Di seguito si riporta l'incidenza delle armature in accordo con le verifiche effettuate:

Elemento	Spessore [m]	Armatura longitudinale				Spilli				Sommano [kg]	Incidenza [kg]
		Lato	Diametro [mm]	N°	Peso [kg/m]	diametro [mm]	Maglia [cmxcm]	N°	Peso [kg/m]		
Pali	φ 1200	LONG	26	22	91.696	spirale 16/10			60	151.70	148

### 9.3 IV04 CAVALCAFERROVIA KM 13+239,61

Di seguito si riportano le massime sollecitazioni sui pali di fondazione sulle pile in termini di sforzo normale e di taglio per le condizioni di carico dimensionanti:

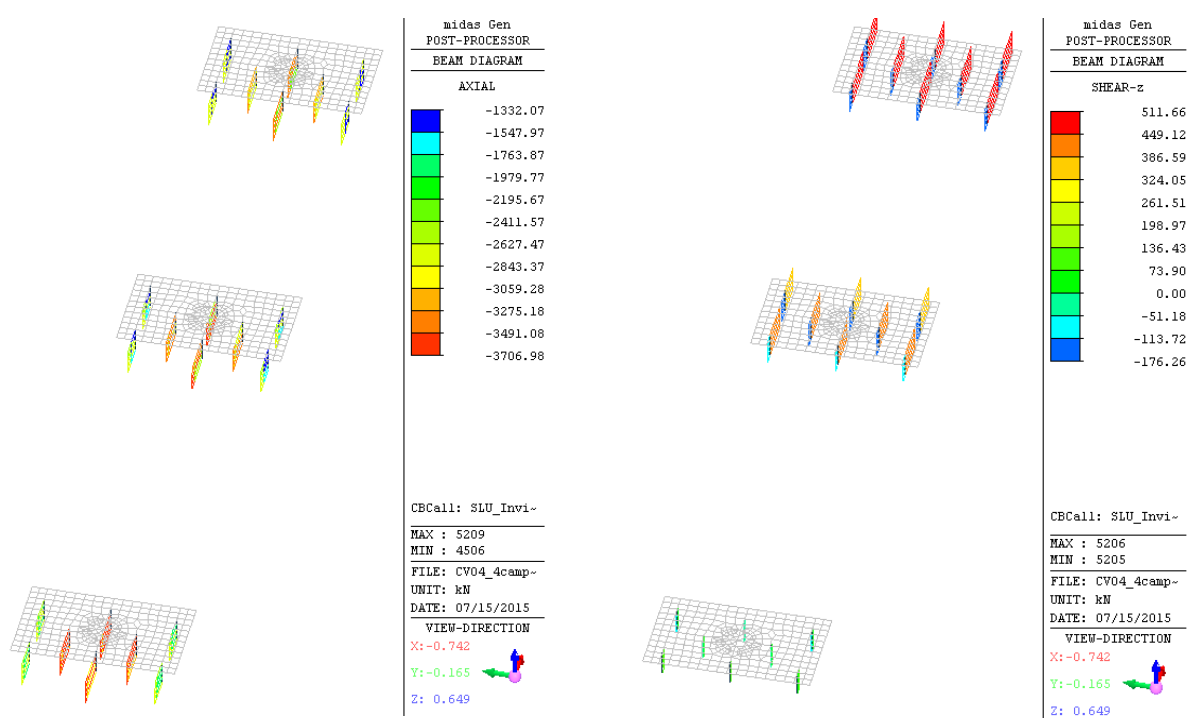


Figura 34: Combinazione SLU SISMA: – Involuppo Sforzo Normale e tagli

Le fondazioni delle pile in oggetto sono fondazioni profonde poggianti su pali aventi diametro  $\emptyset$  1500. La lunghezza dei pali delle pile è pari ad **30m**,

Le caratteristiche dei terreni attraversati sono descritti in precedenza.

Si riportano a seguire le curve capacità portante/lunghezza pali per le diverse combinazioni di carico, per maggior dettaglio si rimanda agli elaborati specifici.

**CVF - Pr 13+234**  
**Resistenza di progetto ( $R_d$ ) del palo singolo**  
**PALO TRIVELLATO**  
**Combinazione DA1-C1**

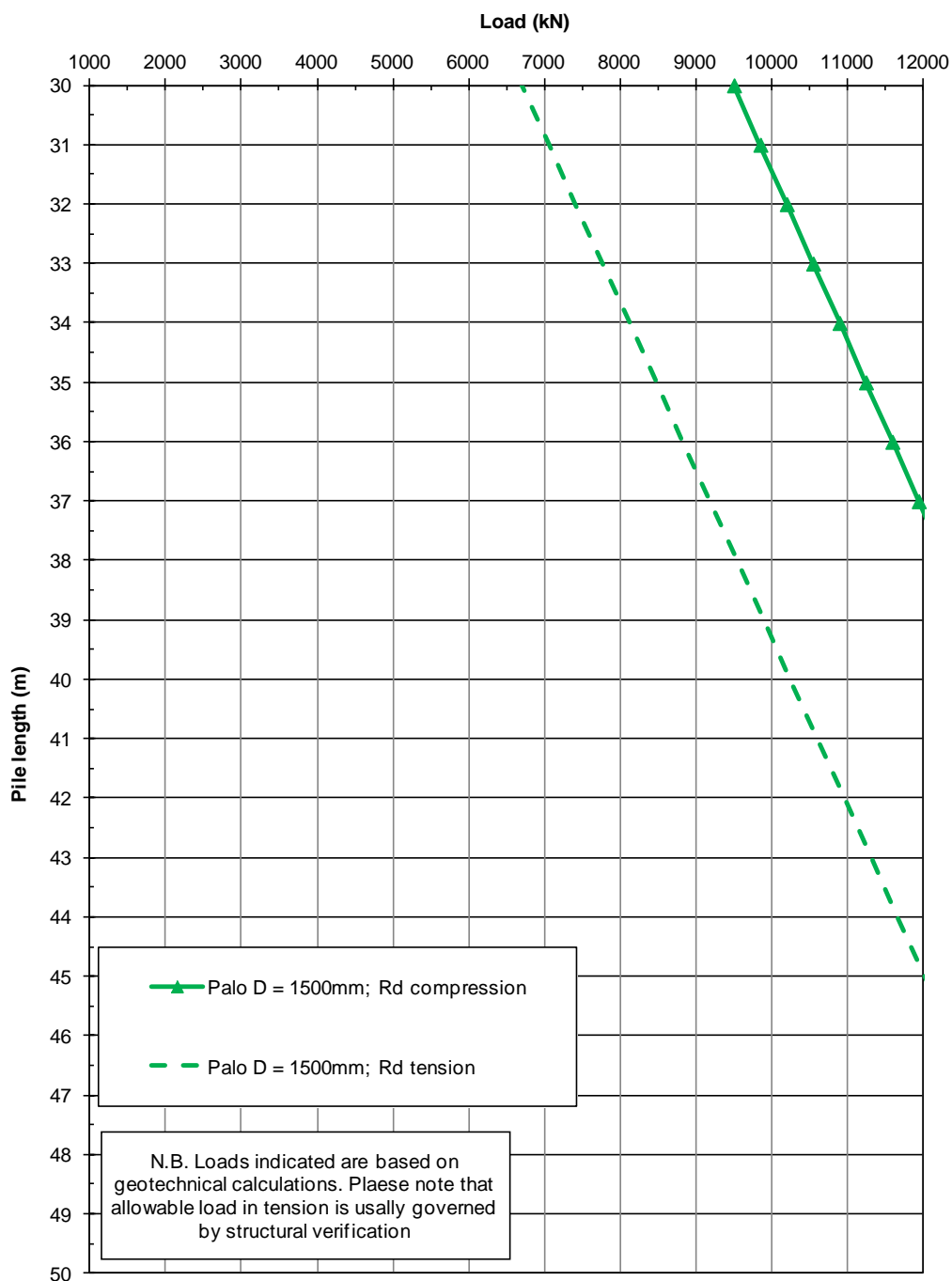


Figura 35: Approccio 1 Combinazione 1 - A1M1R1: Resistenza di progetto

**CVF - Pr 13+234**  
**Resistenza di progetto ( $R_d$ ) del palo singolo**  
**PALO TRIVELLATO**  
**Combinazione DA1-C2**

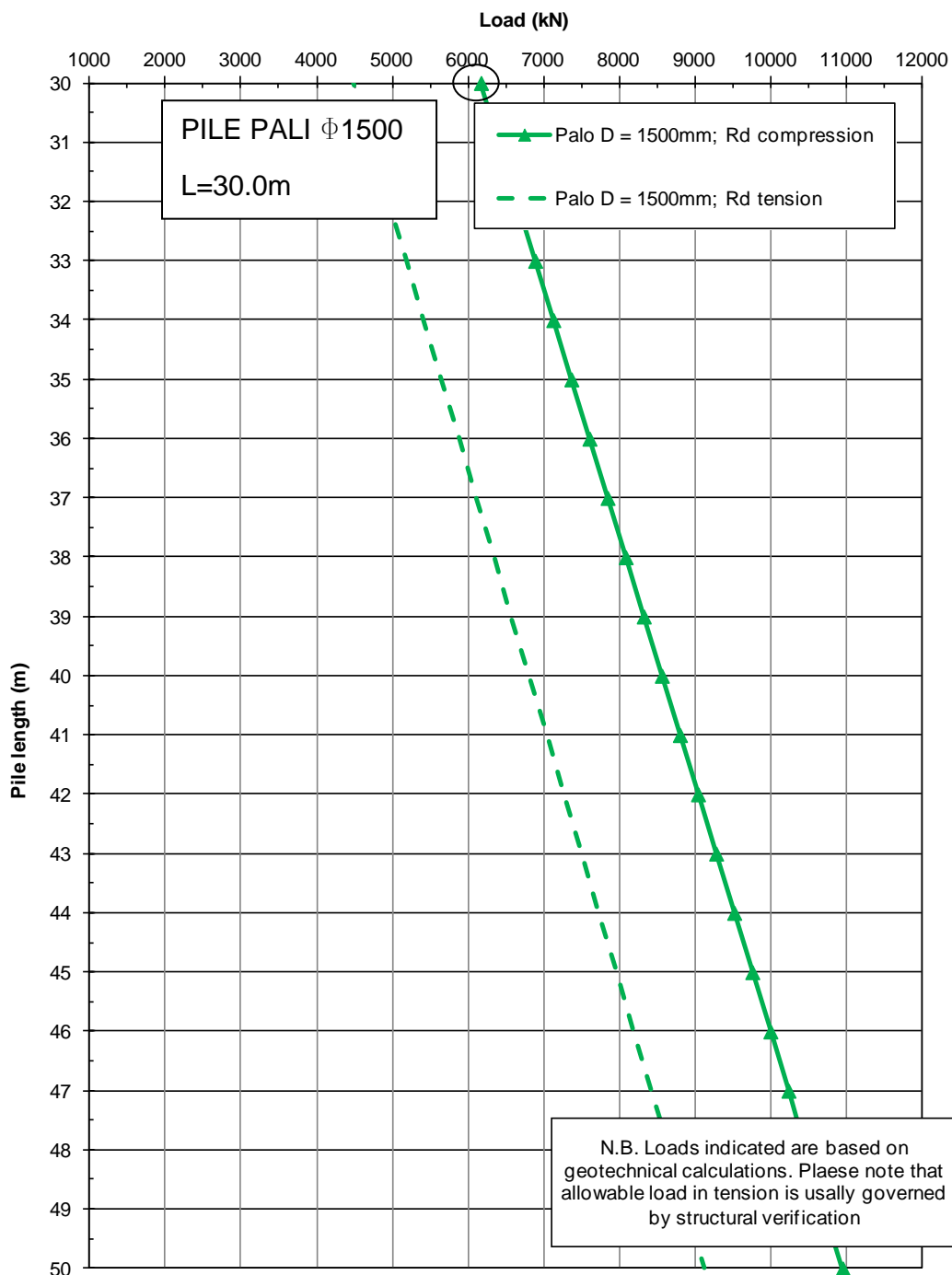


Figura 36: Approccio 1 Combinazione 2 – A2M1R2: Resistenza di progetto

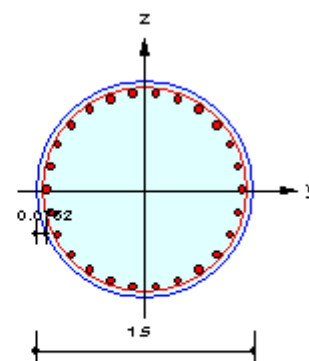


Caratteristiche della sezione

Diametro	D = 1.50 m
Armatura longitudinale	A <sub>f</sub> ' = 26 ϕ 24
Spirale	As = 1 ϕ 14/10 cm
Copriferro	c = 6 cm

**1. Design Condition**

Design Code	: Eurocode2:04
Unit System	: kN, m
Member Number	: 5208 (PM), 5208 (Shear)
Material Data	: f <sub>ck</sub> = 25000, f <sub>yk</sub> = 450000, f <sub>yw</sub> = 450000 KPa
Column Height	: 2.5 m
Section Property	: pali (No : 8)
Rebar Pattern	: 26 - 7 - P24
Total Rebar Area Ast = 0.011752 m <sup>2</sup> (R <sub>host</sub> = 0.007)	



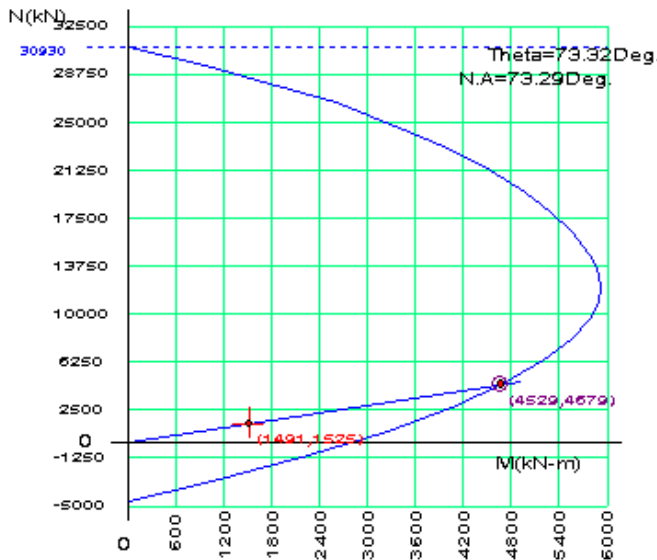
**2. Applied Loads**

Load Combination	: 5 AT (I) Point
N <sub>Ed</sub>	= 1490.88 kN
M <sub>Edy</sub>	= 438.523, M <sub>Edz</sub> = 1460.53 kN-m
M <sub>Ed</sub>	= SQRT(M <sub>Edy</sub> <sup>2</sup> + M <sub>Edz</sub> <sup>2</sup> ) = 1524.94 kN-m

**3. Axial Forces and Moments Capacity Check**

Concentric Max. Axial Load	N <sub>Rdmax</sub> = 30929.5 kN	
Axial Load Ratio	N <sub>Ed</sub> /N <sub>Rd</sub> = 1490.88 / 4529.20	= 0.329 < 1.000 ..... O.K
Moment Ratio	M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> = 1524.94 / 4679.28	= 0.326 < 1.000 ..... O.K
	M <sub>Edy</sub> /M <sub>Rdy</sub> = 438.523 / 1343.25	= 0.326 < 1.000 ..... O.K
	M <sub>Edz</sub> /M <sub>Rdz</sub> = 1460.53 / 4482.34	= 0.326 < 1.000 ..... O.K

**4. M-N Interaction Diagram**



N_Rd(kN)	M_Rd(kN-m)
30929.52	0.00
28106.66	1787.38
24811.48	3351.98
21304.37	4542.38
17997.48	5301.45
15233.78	5713.25
13645.00	5878.31
12182.14	5926.90
9611.78	5774.15
6413.17	5205.45
2801.99	4068.05
-1010.94	2268.40
-4598.61	0.00

**5. Shear Force Capacity Check**

Applied Shear Strength  $V_{Ed} = 571.679$  kN (Load Combination : 1)  
 Design Shear Strength  $V_{Rdc} + V_{Rds} = 940.270 + 0.00000 = 940.270$  kN ( $A_{sw} \cdot H_{use} = 0.00308$  m<sup>2</sup>/m, 2-P14 @100)  
 Shear Ratio  $V_{Ed} / V_{Rd} = 0.608 < 1.000$  ..... O.K

Elemento	Spessore [m]	Armatura longitudinale				Spilli				Sommano [kg]	Incidenza [kg]	Incidenza [kg]
		Lato	Diametro [mm]	N°	Peso [kg/m]	diametro [mm]	Maglia [cmxcm]	N°	Peso [kg/m]			
Pali	φ 1500	LONG	24	26	92.326	spirale 14/10		72	164.33	93	111	

#### 9.4 IV05 CAVALCAFERROVIA KM 14+746,24

Di seguito si riportano le massime sollecitazioni sui pali di fondazione sulle pile in termini di sforzo normale e di taglio per le condizioni di carico dimensionanti:

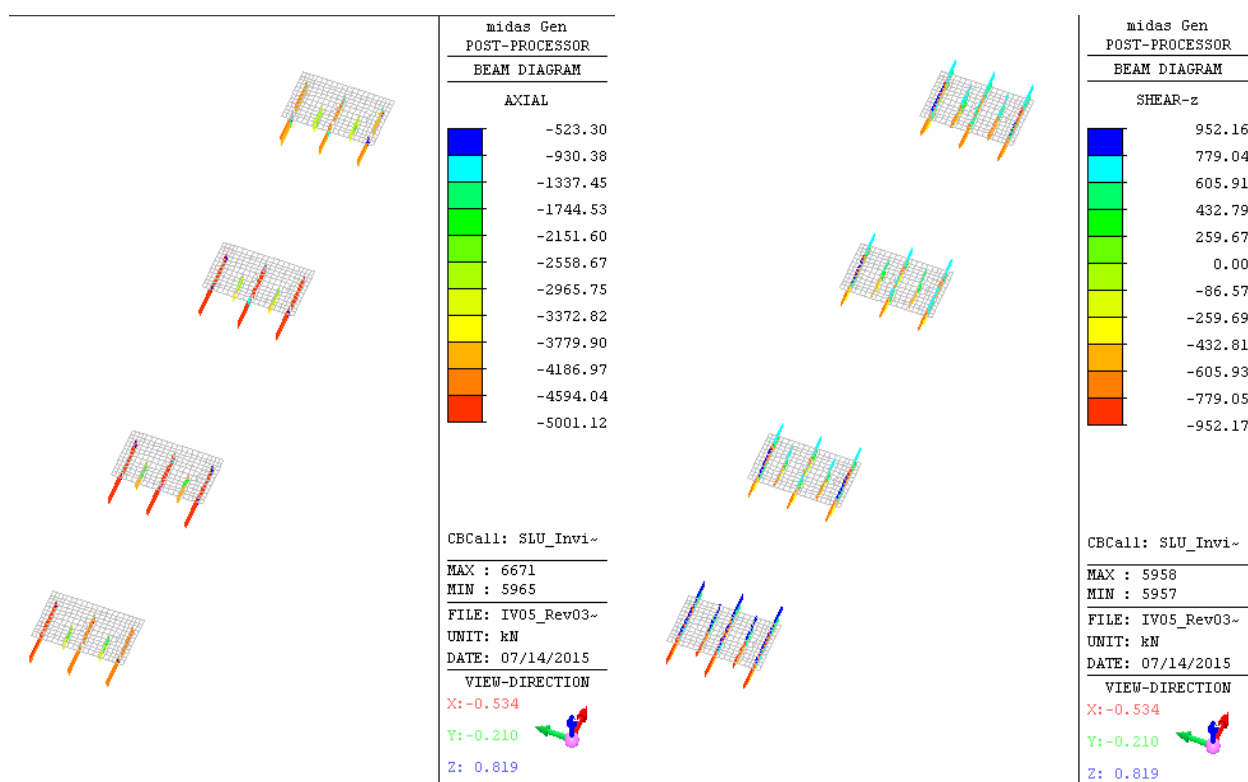


Figura 37: Combinazione SLU SISMA: – Involuppo Sforzo Normale e tagli

Le fondazioni delle pile in oggetto sono fondazioni profonde poggianti su pali aventi diametro  $\emptyset$  1500. La lunghezza dei pali delle pile è pari ad **30m**,

Le caratteristiche dei terreni attraversati sono descritti in precedenza.

Si riportano a seguire le curve capacità portante/lunghezza pali per le diverse combinazioni di carico, per maggior dettaglio si rimanda agli elaborati specifici.

CVF - Pr 14+831  
Resistenza di progetto ( $R_d$ ) del palo singolo  
PALO TRIVELLATO  
Approccio 1 - Combinazione 1 - STRU (A1+M1+R1)

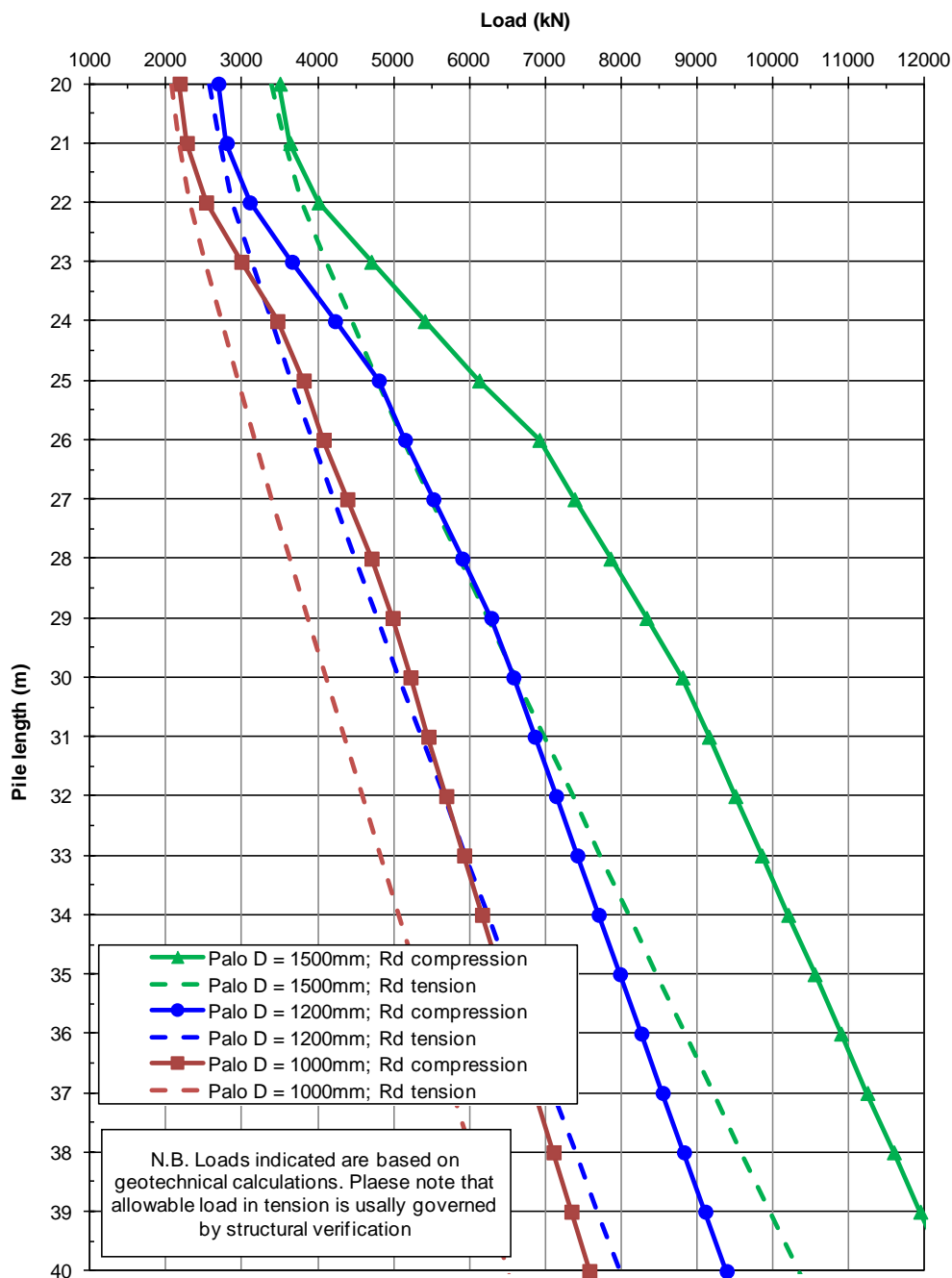


Figura 38: Approccio 1 Combinazione 1 - A1M1R1: Resistenza di progetto

**CVF - Pr 14+831**  
**Resistenza di progetto ( $R_d$ ) del palo singolo**  
**PALO TRIVELLATO**  
**Approccio 1 - Combinazione 2 - GEO (A2+M1+R2)**

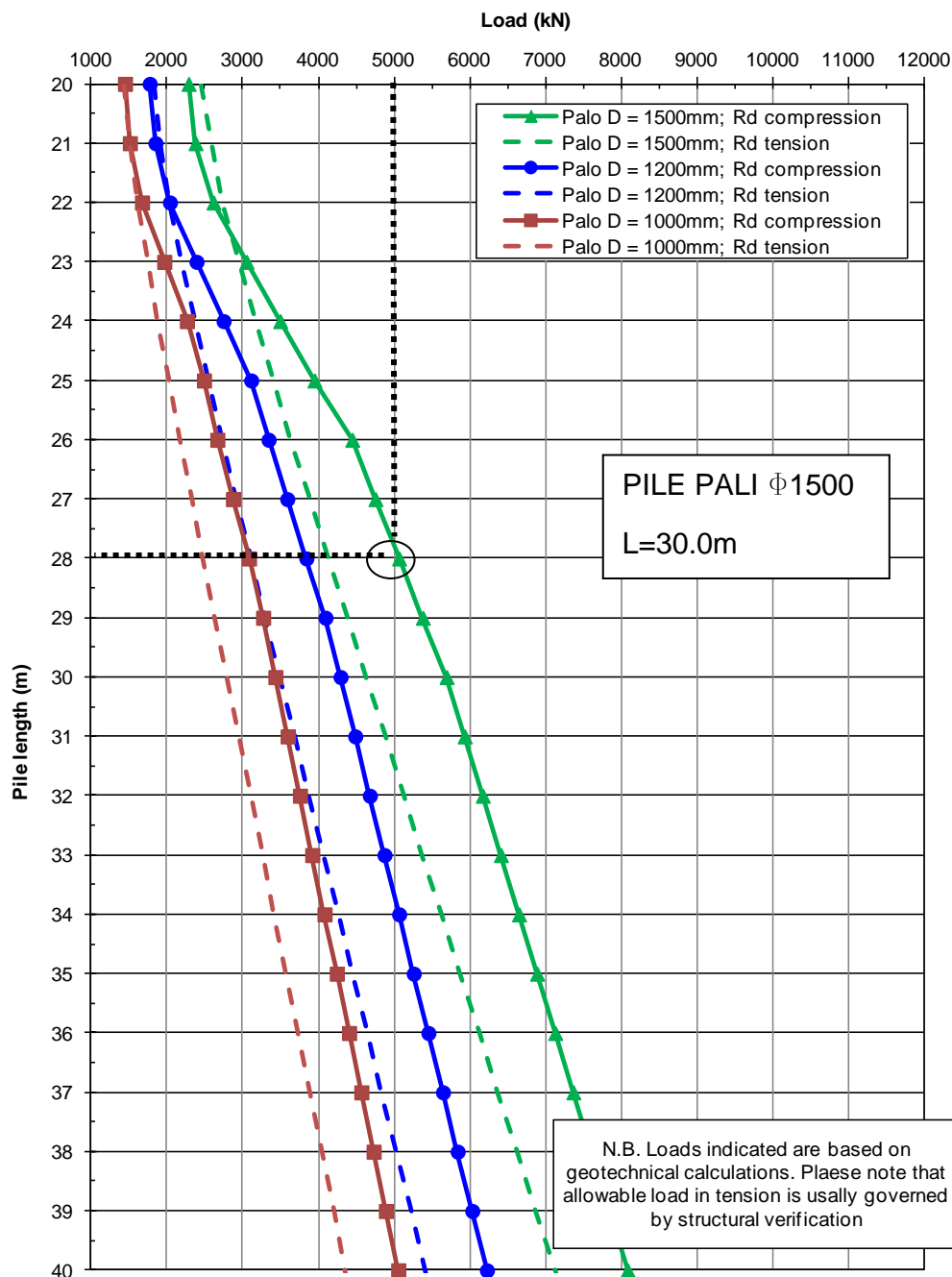


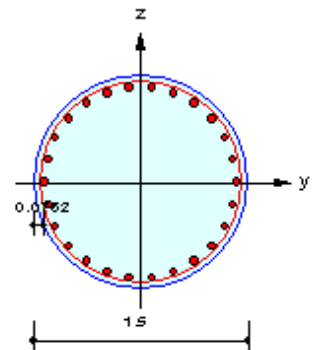
Figura 39: Approccio 1 Combinazione 2 – A2M1R2: Resistenza di progetto

Caratteristiche della sezione

Diametro	D = 1.50 m
Armatura longitudinale	A <sub>f</sub> ' = 26 ϕ 24
Spirale	A <sub>s</sub> = 1 ϕ 14/10 cm
Copriferro	c = 6 cm

**1. Design Condition**

Design Code	: Eurocode2:04
Unit System	: kN, m
Member Number	: 5959 (PM), 5940 (Shear)
Material Data	: f <sub>ck</sub> = 25000, f <sub>yk</sub> = 450000, f <sub>yw</sub> = 450000 KPa
Column Height	: 1 m
Section Property	: pali (No : 8)
Rebar Pattern	: 26 - 0 - P24
Total Rebar Area Ast = 0.011752 m <sup>2</sup> (R <sub>hst</sub> = 0.007)	



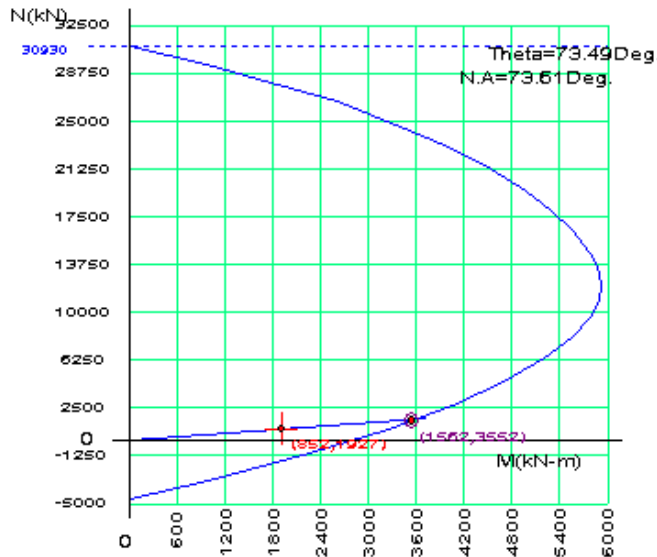
**2. Applied Loads**

Load Combination	: 5 AT (I) Point
N <sub>Ed</sub>	= 851.525 kN
M <sub>Edy</sub>	= 543.643, M <sub>Edz</sub> = 1848.34 kN-m
M <sub>Ed</sub>	= SQRT(M <sub>Edy</sub> <sup>2</sup> + M <sub>Edz</sub> <sup>2</sup> ) = 1926.64 kN-m

**3. Axial Forces and Moments Capacity Check**

Concentric Max. Axial Load	N <sub>Rdmax</sub>	= 30929.5 kN	
Axial Load Ratio	N <sub>Ed</sub> /N <sub>Rd</sub>	= 851.525 / 1561.60	= 0.545 < 1.000 ..... O.K
Moment Ratio	M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub>	= 1926.64 / 3551.50	= 0.542 < 1.000 ..... O.K
	M <sub>Edy</sub> /M <sub>Rdy</sub>	= 543.643 / 1009.06	= 0.539 < 1.000 ..... O.K
	M <sub>Edz</sub> /M <sub>Rdz</sub>	= 1848.34 / 3405.14	= 0.543 < 1.000 ..... O.K

**4. M-N Interaction Diagram**



N <sub>Rd</sub> (kN)	M <sub>Rd</sub> (kN-m)
30929.52	0.00
28106.75	1787.18
24812.09	3351.54
21305.51	4541.91
18000.17	5301.20
15235.90	5712.82
13647.38	5877.92
12185.60	5927.04
9612.54	5774.47
6416.35	5206.15
2800.66	4067.99
-1008.75	2269.70
-4598.61	0.00

**5. Shear Force Capacity Check**

Applied Shear Strength  $V_{Ed} = 894.962$  kN (Load Combination : 2)  
 Design Shear Strength  $V_{Rdc} + V_{Rds} = 895.577 + 0.00000 = 895.577$  kN ( $A_{sw} \cdot H_{use} = 0.00308$  m<sup>2</sup>/m, 2-P14 @100)  
 Shear Ratio  $V_{Ed}/N_{Rd} = 0.999 < 1.000$  ..... O.K

Elemento	Spessore [m]	Armatura longitudinale			Spilli				Sommano [kg]	Incidenza [kg]	Incidenza [kg]
		Lato	Diametro [mm]	N°	Peso [kg/m]	diametro [mm]	Maglia [cmxcm]	N°			
Pali	φ1500	LONG	24	26	92.326	spirale 14/10		72	164.33	93	111

  	<b>Linea AV/AC VERONA – PADOVA</b>	
	<b>1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO</b>	
	Titolo: RELAZIONE DI CALCOLO PILE CON ISOLAMENTO	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV.	Pag 119 di 124
	<b>INOD 00 DI2 CL IV 000X002A</b>	

## 9.5 IV07 CAVALCAFERROVIA KM 27+321,95

Di seguito si riportano le massime sollecitazioni sui pali di fondazione sulle pile in termini di sforzo normale e di taglio per le condizioni di carico dimensionanti:

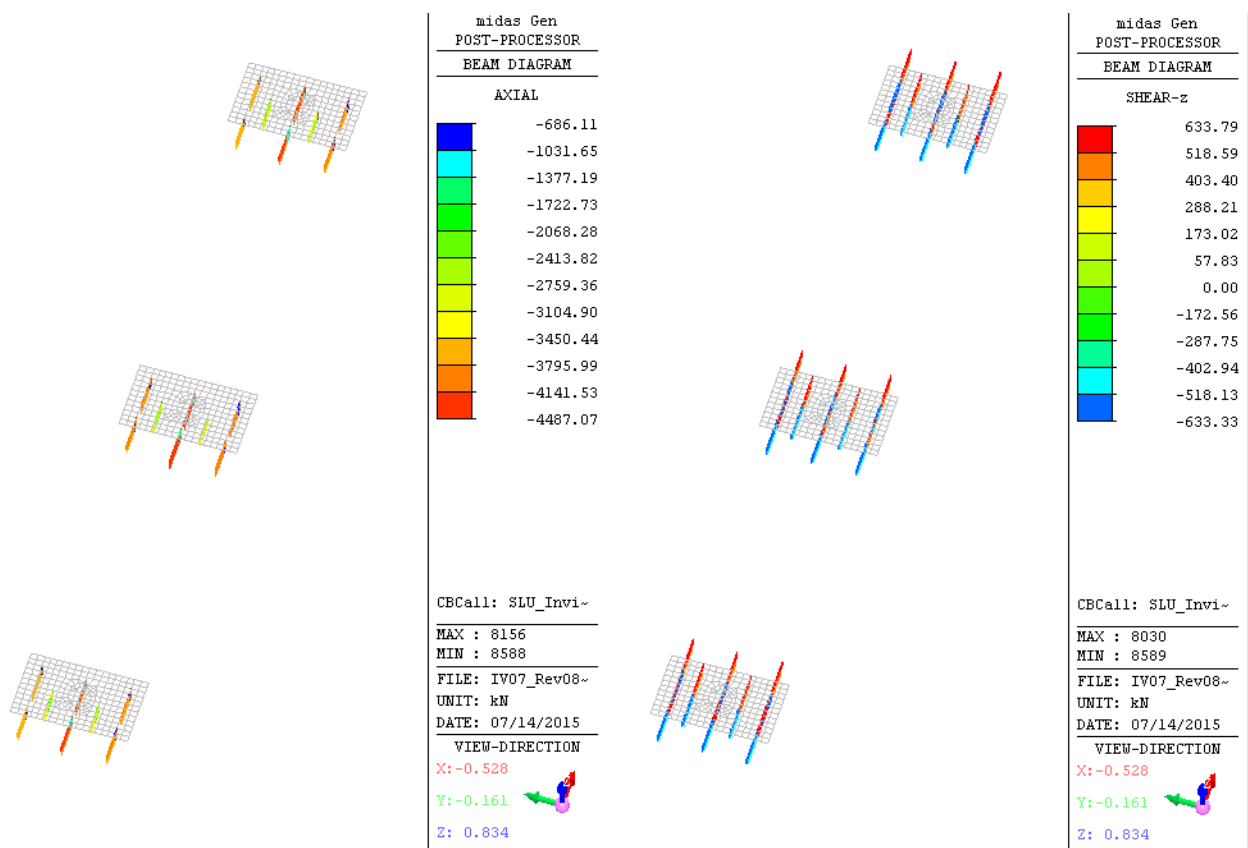


Figura 40: Combinazione SLU SISMA: – Involuppo Sforzo Normale e tagli

Le fondazioni delle pile in oggetto sono fondazioni profonde poggianti su pali aventi diametro  $\emptyset$  1500. La lunghezza dei pali delle pile è pari ad **30m**,

Le caratteristiche dei terreni attraversati sono descritti in precedenza.

Si riportano a seguire le curve capacità portante/lunghezza pali per le diverse combinazioni di carico, per maggior dettaglio si rimanda agli elaborati specifici.



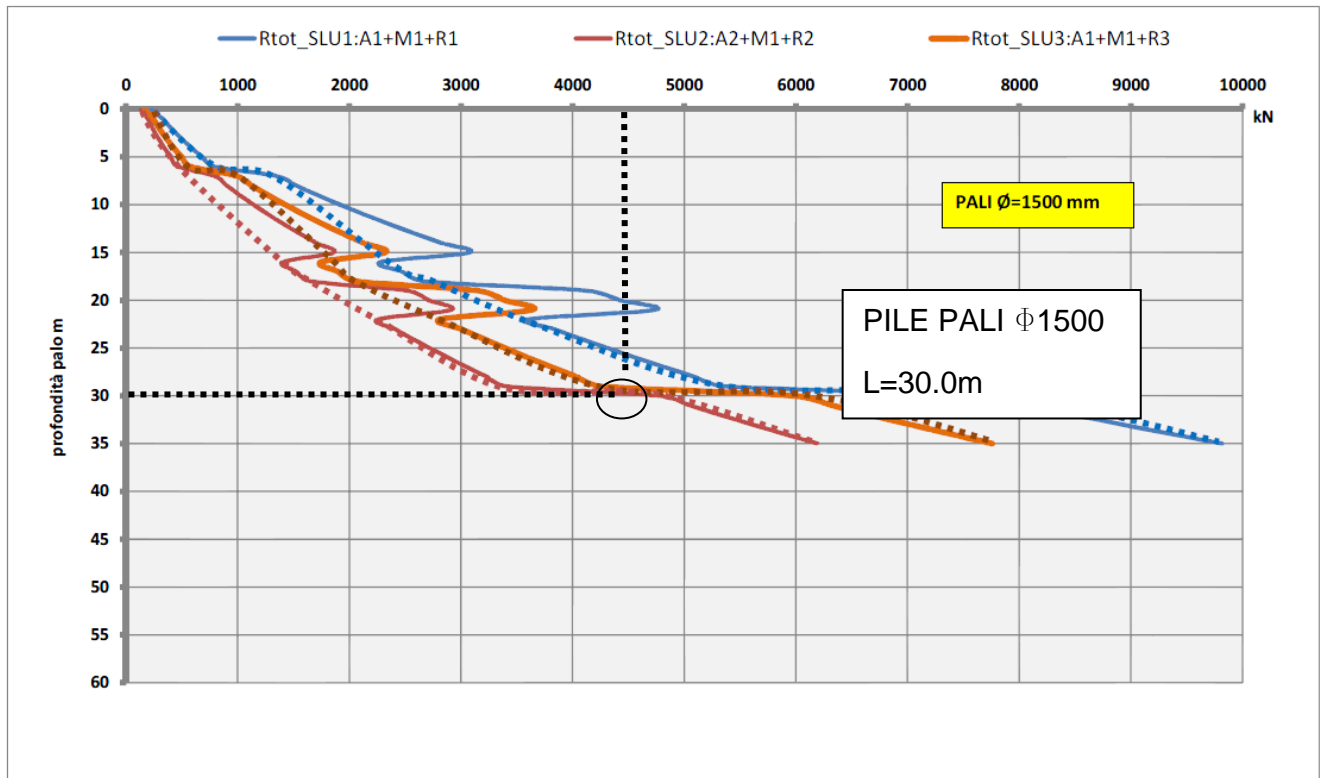


Figura 41: Resistenza di progetto

Caratteristiche della sezione

Diametro

$D = 1.50 \text{ m}$

Armatura longitudinale

$A'_f = 18 \phi 24$

Spirale

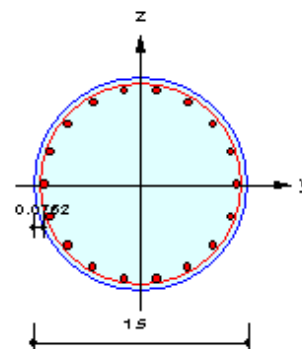
$A_s = 1 \phi 14/10 \text{ cm}$

Copriferro

$c = 6 \text{ cm}$

## 1. Design Condition

Design Code : Eurocode2:04  
 Unit System : kN, m  
 Member Number : 8030 (PM), 8030 (Shear)  
 Material Data :  $f_{ck} = 25000$ ,  $f_{yk} = 450000$ ,  $f_{yw} = 450000$  KPa  
 Column Height : 1 m  
 Section Property : pali (No : 8)  
 Rebar Pattern : 18 - 0 - P24  
 Total Rebar Area  $A_{st} = 0.008136$  m<sup>2</sup> ( $R_{host} = 0.005$ )



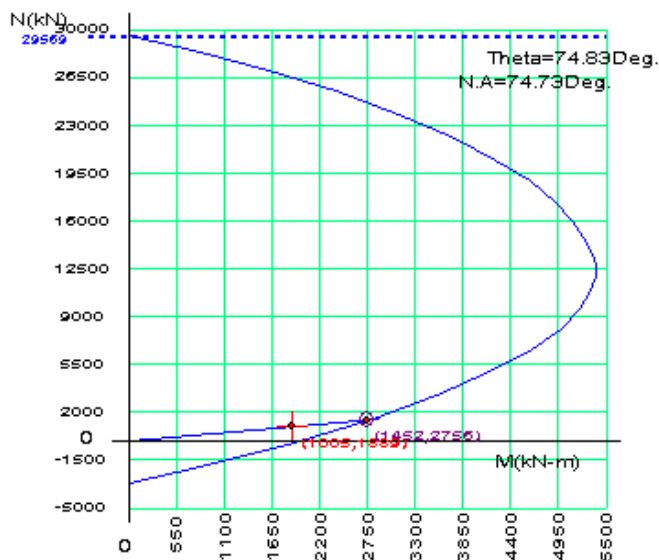
## 2. Applied Loads

Load Combination : 5 AT (I) Point  
 $N_{Ed} = 1005.40$  kN  
 $M_{Edy} = 497.536$ ,  $M_{Edz} = 1821.86$  kN-m  
 $M_{Ed} = \text{SQRT}(M_{Edy}^2 + M_{Edz}^2) = 1888.57$  kN-m

## 3. Axial Forces and Moments Capacity Check

Concentric Max. Axial Load	$N_{Rdmax} = 29568.8$ kN	
Axial Load Ratio	$N_{Ed}/N_{Rd} = 1005.40 / 1451.55$	$= 0.693 < 1.000$ ..... O.K
Moment Ratio	$M_{Ed}/M_{Rd} = 1888.57 / 2755.96$	$= 0.685 < 1.000$ ..... O.K
	$M_{Edy}/M_{Rdy} = 497.536 / 721.041$	$= 0.690 < 1.000$ ..... O.K
	$M_{Edz}/M_{Rdz} = 1821.86 / 2659.96$	$= 0.685 < 1.000$ ..... O.K

#### 4. M-N Interaction Diagram



N_Rd(kN)	M_Rd(kN-m)
29568.80	0.00
27037.89	1606.17
23873.49	3110.87
20528.49	4231.62
17405.18	4914.16
14831.66	5251.82
13364.99	5367.12
12015.61	5383.98
9613.49	5204.89
6620.21	4642.04
3281.81	3558.49
-162.89	1915.73
-3183.65	0.00

#### 5. Shear Force Capacity Check

Applied Shear Strength  $V_{Ed} = 744.420$  kN (Load Combination : 5)  
 Design Shear Strength  $V_{Rdc} + V_{Rds} = 804.810 + 0.00000 = 804.810$  kN ( $A_{sw} \cdot H_{use} = 0.00308$  m<sup>2</sup>/m, 2-P14 @100)  
 Shear Ratio  $V_{Ed}/V_{Rd} = 0.925 < 1.000$  ..... O.K

Elemento	Spessore [m]	Armatura longitudinale				Spilli				Sommano [kg]	Incidenza [kg]	Incidenza [kg]
		Lato	Diametro [mm]	N°	Peso [kg/m]	diametro [mm]	Maglia [cmxcm]	N°	Peso [kg/m]			
Pali	φ 1500	LONG	24	18	63.918	spirale 14/10		72	135.92	77	92	

### 10 SINTESI DEI RISULTATI

A seguire si riporta una sintesi dei risultati ottenuti in termini di incidenza di armatura e lunghezza dei pali:

N°	OPERA	LUNGHEZZA (m)	CAMPATE	TIPOLOGIA	TIPOLOGIA STRADALE D.M.5/11/2001	LARGHEZZA OPERA (m)	PILE			SPALLE				
							PALI	INCIDENZA ELEVAZIONE [kg/mc]	INCIDENZA FONDAZIONE [kg/mc]	INCIDENZA PALI [kg/mc]	PALI	INCIDENZA ELEVAZIONE [kg/mc]	INCIDENZA FONDAZIONE [kg/mc]	INCIDENZA PALI [kg/mc]
IV01	cavalcaferrovia km 7+555,69	90	3	4travi H=2000mm i=2,40m	CAT "F" B=6,50m	10.1	11 PALI $\phi$ 1200 L=20.0m	115	95	150	11 PALI $\phi$ 1200 L=20.0m	120	100	150
IV02	cavalcaferrovia km 10+536,33	160	5	4travi H=2000mm i=2,40m	CAT "F" B=6,50m	10.1	11 PALI $\phi$ 1200 L=35.0m	115	95	130	11 PALI $\phi$ 1200 L=30.0m	120	100	120
IV03	cavalcaferrovia km 12+594,43	160	5	4travi H=2000mm i=2,40m	CAT "F" B=6,50m	10.1	11 PALI $\phi$ 1200 L=30.0m	115	95	130	11 PALI $\phi$ 1200 L=30.0m	120	100	120
IV04	cavalcaferrovia km 13+239,61	151	4	4travi H=2300mm i=3,20m	CAT "C1"	14.1	8 PALI $\phi$ 1500 L=30.0m	155	95	115	12 PALI $\phi$ 1500 L=30.0m	120	100	120
IV05	cavalcaferrovia km 14+746,24	160	5	4travi H=2000mm i=3,20m	CAT "F2" B=8,50m	12.1	8 PALI $\phi$ 1500 L=30.0m	95	95	115	12 PALI $\phi$ 1500 L=30.0m	120	100	120
IV07	CAVALCAFERROVIA al km 27+321,95	166	4	4travi H=2400mm i=2,40m	CAT "E"	10.6	8 PALI $\phi$ 1500 L=30.0m	190	95	100	12 PALI $\phi$ 1500 L=30.0m	120	100	120