

VARIANTE ALLA S.S. 1 "VIA AURELIA"  
Viabilità di accesso all'hub portuale di La Spezia  
Lavori di costruzione della variante alla S.S. 1 Via Aurelia - 3°Lotto  
2° Stralcio Funzionale B dallo Svincolo di Buon Viaggio allo Svincolo di San Venerio  
**COMPLETAMENTO**

PRECEDENTI LIVELLI DI PROGETTAZIONE DELL'APPALTO INTEGRATO ORIGINALE

PD n°1861 del 09/07/03 aggiornato al 10/12/08 - Delibera CIPE n°60 del 02/04/08

PE n° 103 del 14/07/2011 - D.A. CDG-103321-P del 20/07/11

PVT n°112 del 21/01/16 aggiornata al 28/10/16 - D.A. CDG-92950-P del 21/02/17

Progetto Esecutivo Cantierabile Opere da Completare

**PROGETTO ESECUTIVO**

COD. GE266

**PROGETTAZIONE: ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI**

PROGETTISTA:

*Dott. Ing. Antonio Scalamandrè*  
*Ordine Ing. di Frosinone n. 1063*

IL GEOLOGO

*Dott. Geol. Flavio Capozucca*  
*Ordine Geol. del Lazio n. 1599*

COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

*Geom. Emiliano Paiella*

VISTO IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

*Dott. Ing. Fabrizio Cardone*

PROTOCOLLO

DATA

**OPERE D'ARTE MAGGIORI - VIADOTTI**  
**ASSE PRINCIPALE - VIADOTTO SAN VENERIO I**

**ARMATURA ELEVAZIONE PILE - NOTA TECNICA**

CODICE PROGETTO

NOME FILE

P00VI01STRRE06A

REVISIONE

SCALA

PROGETTO

LIV. PROG.

DPGE0266 E 20

CODICE  
ELAB.

P00VI01STRRE06

A

--

D

C

B

A

Emissione

Luglio 2020

Ing.

Ing.

Ing.

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

<b>1.</b>	<b>INTRODUZIONE</b>	<b>2</b>
<b>2.</b>	<b>DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA</b>	<b>2</b>
2.1	IMPALCATO	3
2.2	PILE	4
2.3	SPALLE	4
<b>3.</b>	<b>MATERIALI IMPIEGATI</b>	<b>6</b>
<b>4.</b>	<b>NORMATIVE DI RIFERIMENTO</b>	<b>7</b>
<b>5.</b>	<b>VERIFICA ARMATURA PILE</b>	<b>8</b>
5.1	VERIFICA ELEVAZIONE PILE - PROGETTO ESECUTIVO	8
5.2	VERIFICA ELEVAZIONE PILE - PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO	11
5.2.1	VERIFICA A PRESSOFLESSIONE SEZIONE DI BASE	11
5.2.2	VERIFICA A PRESSOFLESSIONE SEZIONE IN ELEVAZIONE	16
5.2.3	VERIFICA A TAGLIO	21
5.2.4	VERIFICA TENSIONALE E DI FESSURAZIONE	24
<b>6.</b>	<b>VERIFICA PULVINO</b>	<b>28</b>
6.1	SOLLECITAZIONE PULVINO DA PROGETTO ESECUTIVO	28
6.2	DIMENSIONAMENTO E VERIFICA ARMATURA PROGETTO COSTRUTTIVO	29
6.2.1	VERIFICA IN DIREZIONE TRASVERSALE	30
6.2.2	VERIFICA IN DIREZIONE LONGITUDINALE	32
<b>7.</b>	<b>VERIFICA BAGGIOLO</b>	<b>33</b>

## 1. INTRODUZIONE

Il presente documento, facente parte del completamento del Progetto Esecutivo "Variante alla SS n. 1 Aurelia (Aurelia bis) - Viabilità di accesso all'hub portuale di La Spezia", riguarda le verifiche delle armature dell'elevazione delle pile del Viadotto San Venerio I

Nella fattispecie, non essendo intervenute modifiche nel progetto delle opere in oggetto, nel seguito si ripropone integralmente la relazione di calcolo del Progetto Esecutivo.

Si precisa che nel presente documento non saranno trattate le armature delle elevazioni delle spalle del viadotto in oggetto.

**Scopo della presente Nota Tecnica è quello di ottenere una ottimizzazione (riduzione) delle armature presenti nelle elevazioni delle pile con riferimento al progetto originario (denominato nel seguito come "Progetto Esecutivo" PE).**

## 2. DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA

Il viadotto in oggetto ha tipologia ad impalcato in cemento armato precompresso gettato in opera.

Il viadotto si estende lungo l'asse di tracciamento principale K dalla progressiva 2+575.90 alla progressiva 2+675.90, con uno sviluppo quindi di 100m. L'impalcato è diviso in 4 campate con alle estremità la Spalla A al km 2+575.90 e la Spalla B al km 2+675.90.

Sono presenti inoltre tre pile di altezze differenti alle progressive: 2+600.90; 2+625.90; 2+650.90. Le luci dell'impalcato saranno quindi di 25.00m. Lo schema di vincolo prevede l'utilizzo su tutte le sottostrutture di isolatori elastomerici in gomma armata.

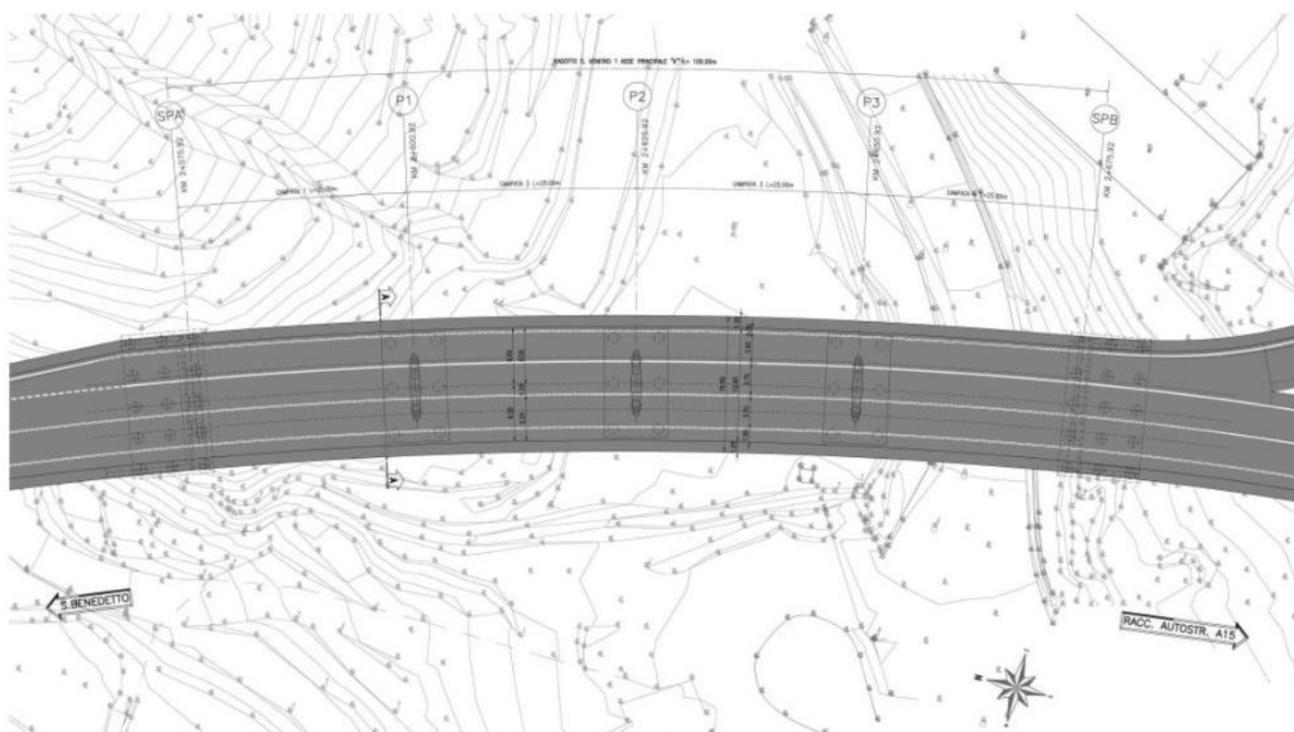


Figura 1 : planimetria generale.

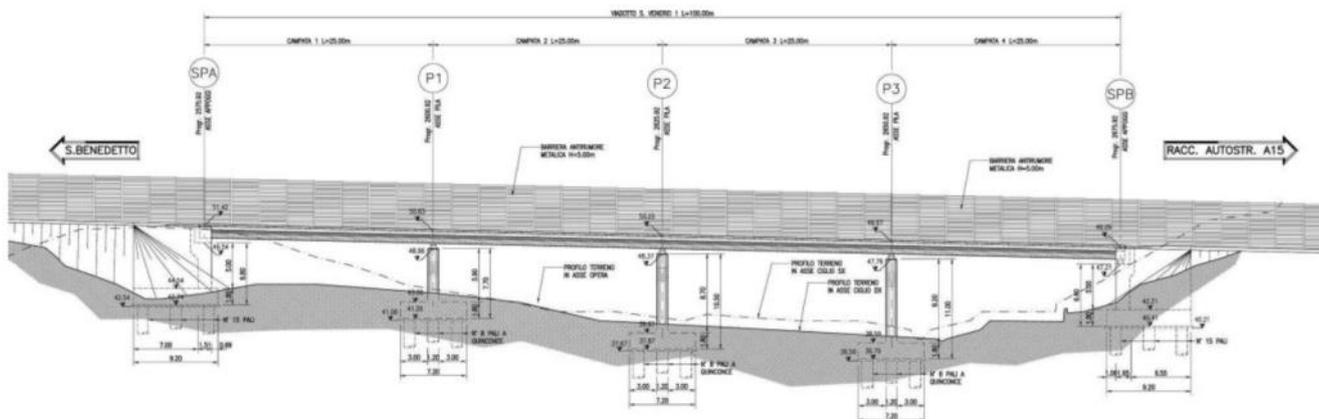


Figura 2 : vista longitudinale.

## 2.1 IMPALCATO

Per il viadotto San Venerio 1 è stato previsto l'impiego del cemento armato precompresso gettato in opera con cavi scorrevoli per la realizzazione di un impalcato a trave continua con una sezione trasversale costante, a forma trapezoidale alleggerita, e campate con luci uguali.

La larghezza dell'impalcato è pari a m 15.50, dei quali m 13.00 per la carreggiata stradale e m 2x1.25 per i marciapiedi laterali.

La struttura dell'impalcato è costituita da un solettone in c.a.p. gettato in opera, a sezione trapezia alleggerito con 8 fori  $\Phi 60$ cm. Per una lunghezza di 8.0m. A cavallo delle pile il solettone presenta sezione piena. L'altezza è di 1.20m

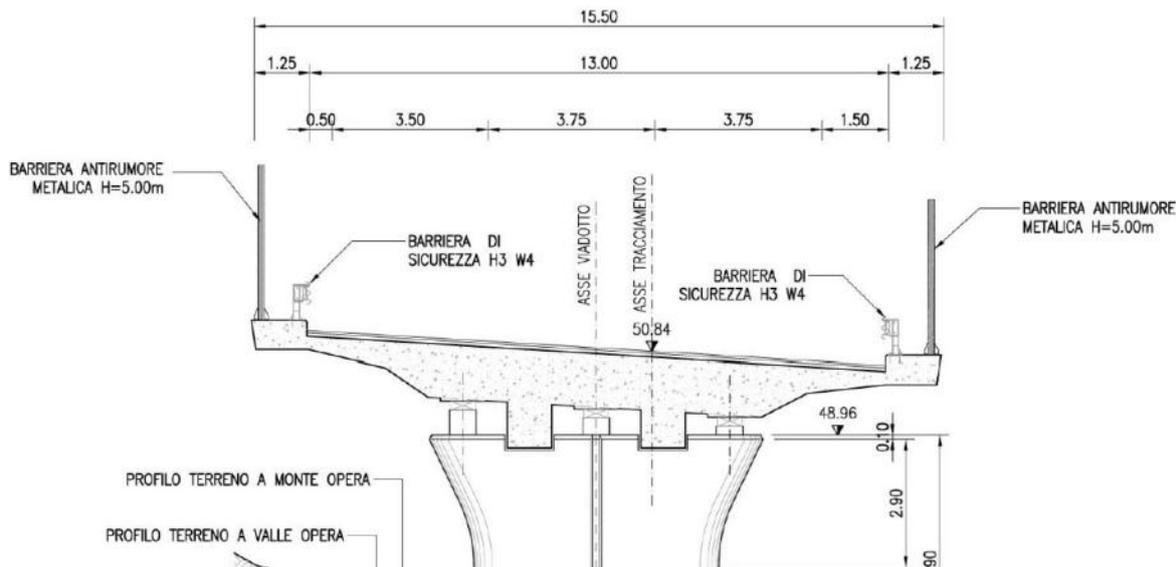


Figura 3 : sezione impalcato.

## 2.2 PILE

Le pile sono costituite da un setto pieno verticale di altezza variabile con svasatura trasversale di sommità (da 6m a 7.4m.). Il sistema di fondazione è costituito da un plinto di dimensioni 12.40m in direzione trasversale all'impalcato, 7.20m in direzione longitudinale e alto 1.80m, fondato su 35 micropali  $\varnothing 300$ mm lunghi 15.00m armati con profili tubolari  $\varnothing 219.1$ mm sp.=10mm.

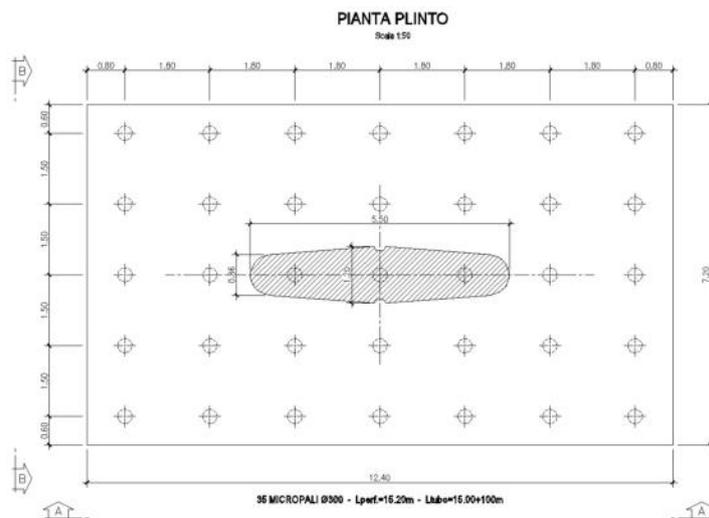


Figura 4 : pianta fondazione pila.

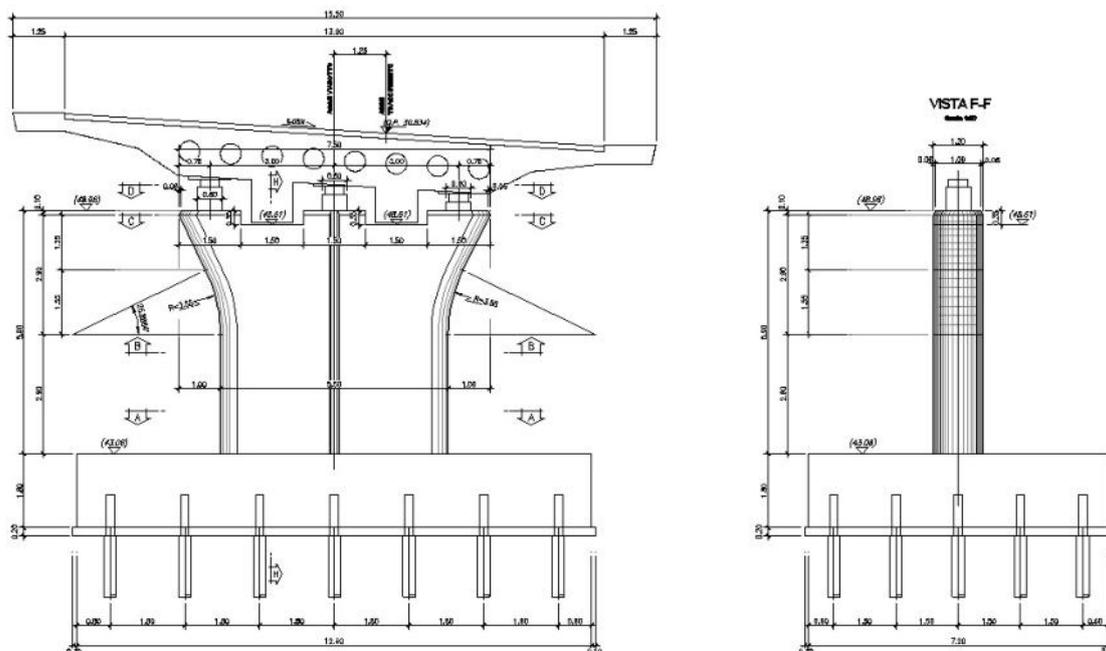


Figura 5 : vista trasversale e longitudinale pila.

## 2.3 SPALLE

Le spalle presentano una configurazione a paramento a sezione piena e muri di risvolto per il contenimento

del rilevato retrostante ad altezze variabili.

Ciascuna spalla è fondata su 112 micropali  $\varnothing 300\text{mm}$  lunghi 15.00m armati con profili tubolari  $\varnothing 219.1\text{mm}$  sp.=10mm; il plinto di fondazione ha uno sviluppo di 16.40m per 9.20m ed è alto 1.80m; il paramento è alto 5.00m ed è largo 1.50m; i risvolti hanno invece una lunghezza di 6.20m.

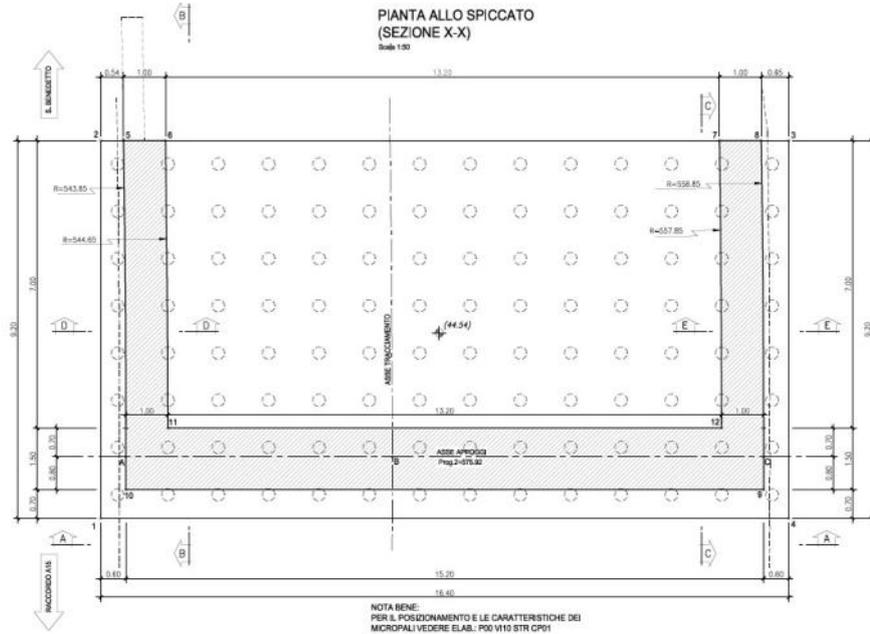


Figura 6 : pianta spalla.

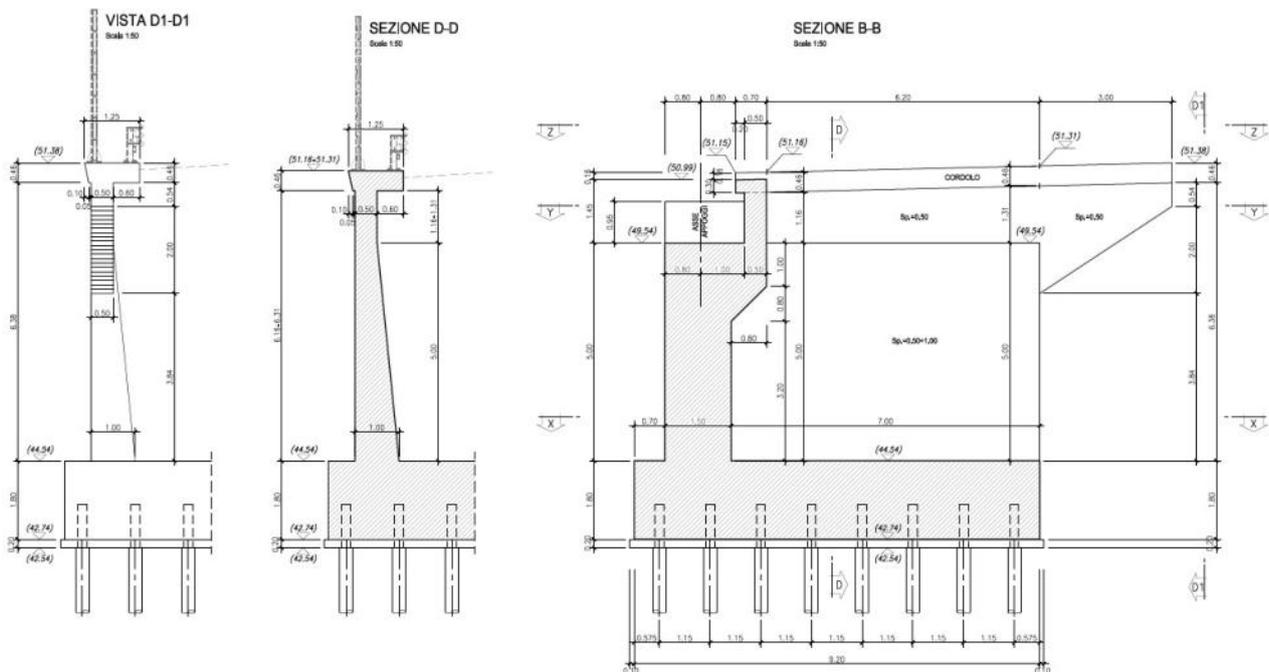


Figura 7 : sezione trasversale e longitudinale spalla.

### 3. MATERIALI IMPIEGATI

#### Calcestruzzo

Per la realizzazione dei vari elementi in calcestruzzo si adottano le seguenti classi ed esposizioni:

Impalcato in c.a.p.:	C35/45	XF3
Elevazione pile:	C28/35	XC2
Elevazioni spalle:	C28/35	XC2
Fondazioni:	C25/30	XC2

#### Acciaio per c.a. in barre ad aderenza migliorata

Si prevede l'adozione di barre nervate tipo B450C controllate in stabilimento:

$$f_{yk} \geq 450.0 \text{ MPa}$$

$$f_{tk} \geq 540.0 \text{ MPa}$$

L'acciaio da armatura risulta inoltre caratterizzato da:

$$E_s = 210000.0 \text{ MPa} \quad \text{modulo elastico}$$

$$\nu_s = 0.3 \quad \text{coefficiente di Poisson}$$

$$G_s = 80769.23 \text{ MPa} \quad \text{modulo di elasticità tangenziale}$$

#### Acciaio in trefoli per precompressione

Si prevede l'adozione di acciaio armonico in trefoli controllato in stabilimento:

$$f_{p(1)k} = 1670.0 \text{ MPa}$$

$$f_{ptk} = 1860.0 \text{ MPa}$$

## 4. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Come accennato al punto precedente, le verifiche vengono eseguite secondo il metodo agli stati limite, tenendo conto delle vigenti disposizioni normative ed, in particolare:

- Legge 5 novembre 1971, n.1086;
- Le analisi strutturali e le relative verifiche vengono eseguite secondo il metodo semi-probabilistico agli Stati Limite in accordo alle disposizioni normative previste dalla vigente normativa italiana e da quella europea (Eurocodici). In particolare si è fatto riferimento alle seguenti norme:
- MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI – “D.M. 14 Gennaio 2008 - Norme Tecniche per le Costruzioni” pubblicata nella G.U. n° 29 del 04/02/2008 Suppl. Ord. n° 30.
- MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI – “Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 C.S.LL.PP. Istruzioni per l’applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008” pubblicata nella G.U. n° 47 del 26/02/2009 Suppl. Ord. n° 27.
- UNI EN 1990: Basi della progettazione strutturale
- UNI EN 1991-1-4: Azioni sulle strutture – Azione del vento
- UNI EN 1991-1-5: Azioni sulle strutture – Azioni termiche
- UNI EN 1991-2: Azioni sulle strutture – Carichi da traffico sui ponti
- UNI EN 1992: Progettazione delle strutture di calcestruzzo
- UNI EN 1992-2: Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Ponti di calcestruzzo
- UNI EN 1994-2: Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo – Regole generali e regole per i ponti
- UNI EN 1998-1: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Regole generali
- UNI EN 1998-2: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Regole per i ponti

## 5. VERIFICA ARMATURA PILE

### 5.1 VERIFICA ELEVAZIONE PILE - PROGETTO ESECUTIVO

Si riportano di seguito le sollecitazioni delle pile in esame ed uno stralcio delle verifiche a pressoflessione ricavate dalla relazione di calcolo del Progetto Esecutivo che riguardano la pila 3 che risulta avere il coefficiente di sicurezza allo S.L.U. più basso (Rif P00VI10STRRE02\_A).

Come anticipato in precedenza, le pile presentano alla base dimensioni in pianta di 5.50 m x 1.20 m e un'armatura verticale composta da 100 $\varnothing$ 22 per un'area di ferro  $A_s = 380 \text{ cm}^2$ .

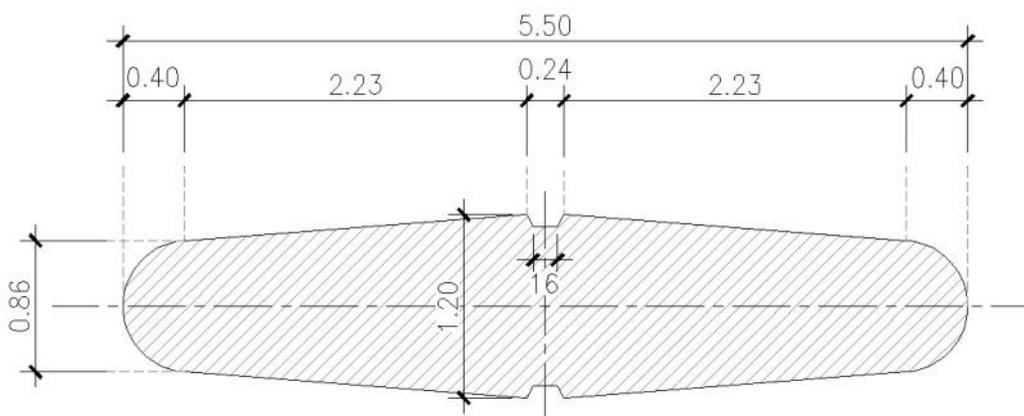
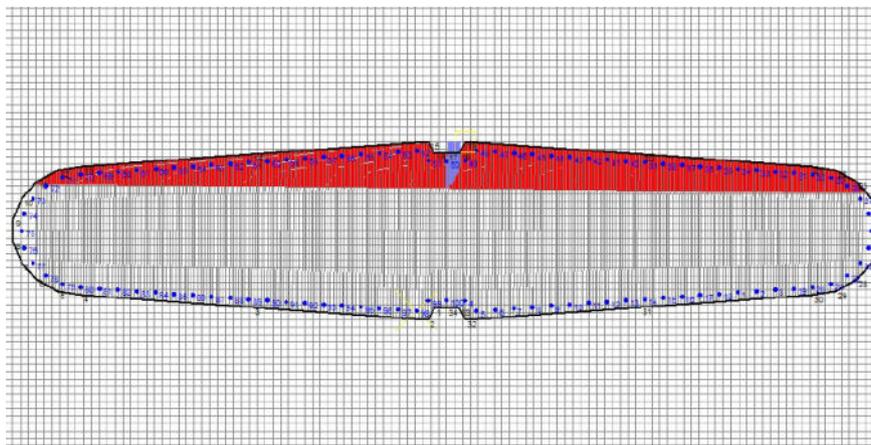


Figura 8 : sezione di base della pila.



#### Pila 3

Descrizione Sezione:	Stati Limite Ultimi
Metodo di calcolo resistenza:	Sezione generica
Tipologia sezione:	N.T.C.
Normativa di riferimento:	A Sforzo Norm. costante
Percorso sollecitazione:	Poco aggressive
Condizioni Ambientali:	Assi x,y principali d'inertia
Riferimento Sforzi assegnati:	

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CONGLOMERATO	-	Classe: C28/35	
		Resis. compr. di calcolo fcd :	158,60 daN/cm <sup>2</sup>
		Resis. compr. ridotta fcd' :	79,30 daN/cm <sup>2</sup>
		Def.unit. max resistenza ec2 :	0,0020
		Def.unit. ultima ecu :	0,0035
		Diagramma tensione-deformaz. :	Parabola-Rettangolo
		Modulo Elastico Normale Ec :	323080 daN/cm <sup>2</sup>
		Coeff. di Poisson :	0,20
		Resis. media a trazione fctm :	27,60 daN/cm <sup>2</sup>
		Coeff. Omogen. S.L.E. :	15,0
		Combinazioni Rare in Esercizio (Tens.Limite):	
		Sc Limite :	168,00 daN/cm <sup>2</sup>
		Apert.Fess.Limite :	Non prevista
		Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio (Tens.Limite):	
		Sc Limite :	126,00 daN/cm <sup>2</sup>
		Apert.Fess.Limite :	0,300 mm
ACCIAIO	-	Tipo: B450C	
		Resist. caratt. snervam. fyk :	4500,0 daN/cm <sup>2</sup>
		Resist. caratt. rottura ftk :	4500,0 daN/cm <sup>2</sup>
		Resist. snerv. di calcolo fyd :	3913,0 daN/cm <sup>2</sup>
		Resist. ultima di calcolo ftd :	3913,0 daN/cm <sup>2</sup>
		Deform. ultima di calcolo Epu :	0,068
		Modulo Elastico Ef :	2000000 daN/cm <sup>2</sup>
		Diagramma tensione-deformaz. :	Bilineare finito
		Coeff. Aderenza ist. $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	1,00 daN/cm <sup>2</sup>
		Coeff. Aderenza diff. $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	0,50 daN/cm <sup>2</sup>
		Comb.Rare Sf Limite :	3600,0 daN/cm <sup>2</sup>

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

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

N.Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	1877500	111200	867100	11500	15700
2	974600	205800	131100	22800	13900
3	1757300	110900	1130900	11400	15600
4	1044800	491100	131100	55800	13900

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

N	Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
My	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	1369600	86700	626800
2	1050300	87100	171700
3	1280500	86500	822200
4	1166900	203500	319800

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.  
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	1229600	82300	290700
2	1061100	82500	19900
3	1189800	82100	359400
4	1167200	83800	180000

**RISULTATI DEL CALCOLO**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5,4 cm

Interferro netto minimo barre longitudinali: 7,9 cm  
 Copriferro netto minimo staffe: 4,0 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)  
 Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)  
 Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My ult Momento flettente ultimo [in daNm] 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  $\geq 1.000$

N.Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	S	1877500	111200	867100	1877476	660611	5103638	5,887
2	S	974600	205800	131100	974614	1087856	689718	5,279
3	S	1757300	110900	1130900	1757279	530002	5304862	4,692
4	S	1044800	491100	131100	1044797	1118289	301403	2,279

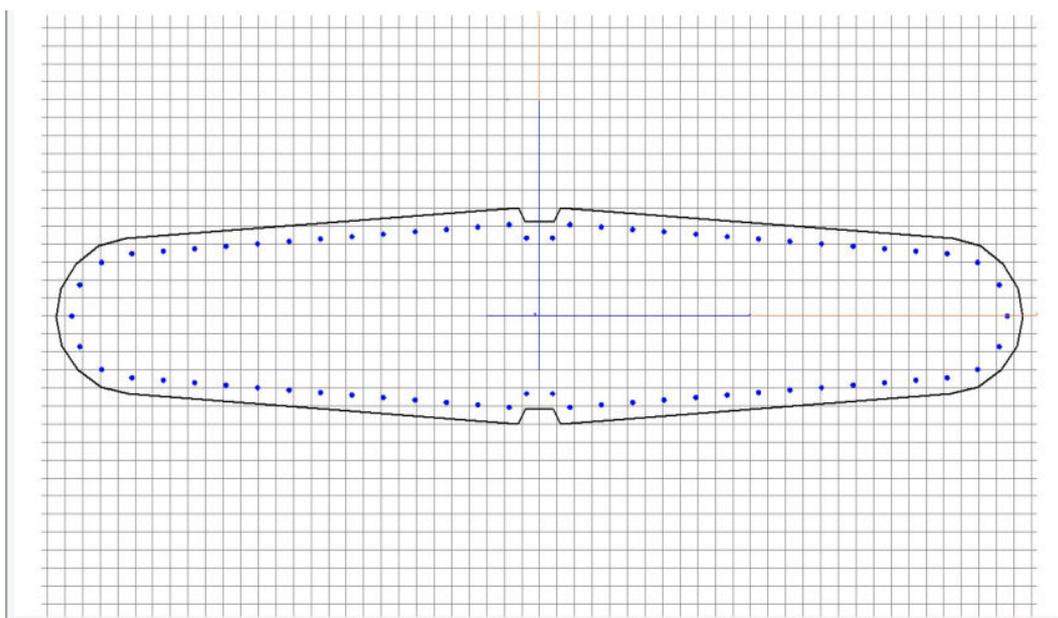
Come si evidenzia il coefficiente di sicurezza minimo è pari a 2.279

## 5.2 VERIFICA ELEVAZIONE PILE - PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

### 5.2.1 VERIFICA A PRESSOFLESSIONE SEZIONE DI BASE

Di seguito si esplica la verifica dell'armatura di spiccato del fusto pila così come prevista nel Progetto Esecutivo di dettaglio ma con le sollecitazioni ricavate dal Progetto Esecutivo:

Le pile presentano le medesime dimensioni in pianta di 5.50 m x 1.20 m e armatura verticale composta da 66 $\varnothing$ 26 per una area di acciaio  $A_s = 350.46 \text{ cm}^2$ .



#### DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: Pila\_S\_Venerio\_I\_sez\_base.sezfrp

(Percorso File:

C:\Users\fpiccal\Documents\LAVORI\_Infraengineering\La\_Spezia\Viadotto\_S.Venerio\_I\Verifica\_pila\_RC\_SEC\Pila\_S\_Venerio\_I\_sez\_base.sezfrp)

Descrizione Sezione:	S.venerio 1 - Sez. pila
Tipologia sezione iniziale pre-rinforzo:	Sezione generica
Normativa di riferimento:	NTC 2008
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia sezione iniziale
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica
Posizione sezione nell'asta:	In zona nodale (di estremità)

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Sezione iniziale pre-rinforzo:	C28/35	
	Modulo Elastico secante $E_{cm}$ :	323080	daN/cm <sup>2</sup>
	Fattore di Confidenza FC assunto:	1.00	
	Resistenza media a compressione $f_{cm}$ (nei calcoli di duttilità):	360.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Resistenza caratteristica del calcestruzzo:	280.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Resistenza di progetto $f_{cd} = f_{cm} / (FC * 1.5)$ :	158.60	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. unitaria alla max resistenza $ep_{c0}$ :	0.0020	
	Deform. unitaria ultima $ep_{cu}$ :	0.0035	daN/cm <sup>2</sup>
	Legge tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico secante $E_{cm}$ :	323080	daN/cm <sup>2</sup>
ACCIAIO -	Barre Sez. Iniziale pre-rinforzo	Tipo:	B450C

Fattore di Confidenza FC assunto:	1.00	
Resistenza media a snervamento/FC = $f_{ym}/FC$ :	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
Resist. media a rottura/FC = $f_{tm}/FC$ :	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
Resist. a snervamento di progetto $f_{yd}=f_{ym}/(FC*1.15)$ :	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
Deform. unitaria ultima di progetto Epu:	0.068	
Modulo Elastico Es	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
Legge tensione-deformaz.:	Bilineare finito	

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

##### DOMINIO SEZ. INIZIALE N° 1

Forma del Dominio: Poligonale  
 Classe Conglomerato: C28/35

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-8.0	-52.0
2	-12.0	-60.0
3	-233.8	-43.2
4	-249.5	-39.4
5	-262.8	-30.1
6	-271.7	-16.5
7	-275.0	-0.7
8	-272.2	15.3
9	-263.7	29.1
10	-250.7	38.8
11	-235.1	43.1
12	-12.0	60.0
13	-8.0	52.0
14	8.0	52.0
15	12.0	60.0
16	235.1	43.1
17	250.7	38.8
18	263.7	29.1
19	272.2	15.3
20	275.0	-0.7
21	271.7	-16.5
22	262.8	-30.1
23	249.5	-39.4
24	233.8	-43.2
25	12.0	-60.0
26	8.0	-52.0

##### DATI BARRE ISOLATE SEZ. INIZIALE (Acciaio B450C)

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-7.5	-43.2	26.0
2	-17.2	-50.8	26.0
3	-35.1	-49.4	26.0
4	-53.0	-48.1	26.0
5	-70.9	-46.7	26.0
6	-88.8	-45.3	26.0
7	-106.7	-44.0	26.0
8	-124.6	-42.6	26.0
9	-142.5	-41.3	26.0
10	-160.4	-39.9	26.0
11	-178.3	-38.6	26.0
12	-196.2	-37.2	26.0
13	-214.1	-35.8	26.0
14	-232.0	-34.5	26.0
15	-249.1	-29.7	26.0
16	-261.6	-17.2	26.0
17	-266.2	0.0	26.0

18	7.5	-43.2	26.0
19	17.2	-50.8	26.0
20	35.1	-49.4	26.0
21	53.0	-48.1	26.0
22	70.9	-46.7	26.0
23	88.8	-45.3	26.0
24	106.7	-44.0	26.0
25	124.6	-42.6	26.0
26	142.5	-41.3	26.0
27	160.4	-39.9	26.0
28	178.3	-38.6	26.0
29	196.2	-37.2	26.0
30	214.1	-35.8	26.0
31	232.0	-34.5	26.0
32	249.1	-29.7	26.0
33	261.6	-17.2	26.0
34	-7.5	43.2	26.0
35	-17.2	50.8	26.0
36	-35.1	49.4	26.0
37	-53.0	48.1	26.0
38	-70.9	46.7	26.0
39	-88.8	45.3	26.0
40	-106.7	44.0	26.0
41	-124.6	42.6	26.0
42	-142.5	41.3	26.0
43	-160.4	39.9	26.0
44	-178.3	38.6	26.0
45	-196.2	37.2	26.0
46	-214.1	35.8	26.0
47	-232.0	34.5	26.0
48	-249.1	29.7	26.0
49	-261.6	17.2	26.0
50	7.5	43.2	26.0
51	17.2	50.8	26.0
52	35.1	49.4	26.0
53	53.0	48.1	26.0
54	70.9	46.7	26.0
55	88.8	45.3	26.0
56	106.7	44.0	26.0
57	124.6	42.6	26.0
58	142.5	41.3	26.0
59	160.4	39.9	26.0
60	178.3	38.6	26.0
61	196.2	37.2	26.0
62	214.1	35.8	26.0
63	232.0	34.5	26.0
64	249.1	29.7	26.0
65	261.6	17.2	26.0
66	266.2	0.0	26.0

#### SFORZI DI ESERCIZIO PRESENTI ALL'ATTO DEL RINFORZO

Sforzo normale [daN] preesistente applicato nel baricentro	0
Momento flettente Mx [daNm] preesistente al rinforzo	0
Momento flettente My [daNm] preesistente al rinforzo	0

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

N	Gli sforzi sono quelli finali comprensivi di quelli preesistenti al rinforzo.
Mx	Sforzo normale [daN] applicato nel Baric. (+ se di compressione) Coppia concentrata [daNm] applicata all'asse x princ. d'inerzia

My	con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez. Coppia concentrata [daNm] applicata all'asse y princ. d'inerzia
Vy	con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez. Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx	Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	1877500	111200	867100	0	0
2	974600	205800	131100	0	0
3	1757300	110900	1130900	0	0
4	1044800	491100	131100	0	0

## RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [daN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [daNm] rif. asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mx ult. sez. iniz.)
My ult	Momento flettente ultimo [daNm] rif. asse y princ. d'inerzia (tra parentesi My ult. sez. iniz.)
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

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	S	1877500	111200	867100	1877528	640936 (640936)	4856001 (4856001)	5.603
2	S	974600	205800	131100	974595	1001087 (1001087)	631642 (631642)	4.851
3	S	1757300	110900	1130900	1757309	488478 (488478)	5118652 (5118652)	4.525
4	S	1044800	491100	131100	1044828	1029484 (1029484)	278812 (278812)	2.098

### 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 max	Deform. massima in compressione nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. minima in trazione nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es max	Xs max	Ys max	es min	Xs min	Ys min
1	0.00350	-0.00033	250.7	38.8	0.00316	249.1	29.7	-0.00508	-249.1	-29.7
2	0.00350	-0.00232	12.0	60.0	0.00248	17.2	50.8	-0.00905	-17.2	-50.8
3	0.00350	-0.00049	250.7	38.8	0.00321	249.1	29.7	-0.00553	-249.1	-29.7
4	0.00350	-0.00217	12.0	60.0	0.00249	17.2	50.8	-0.00872	-17.2	-50.8

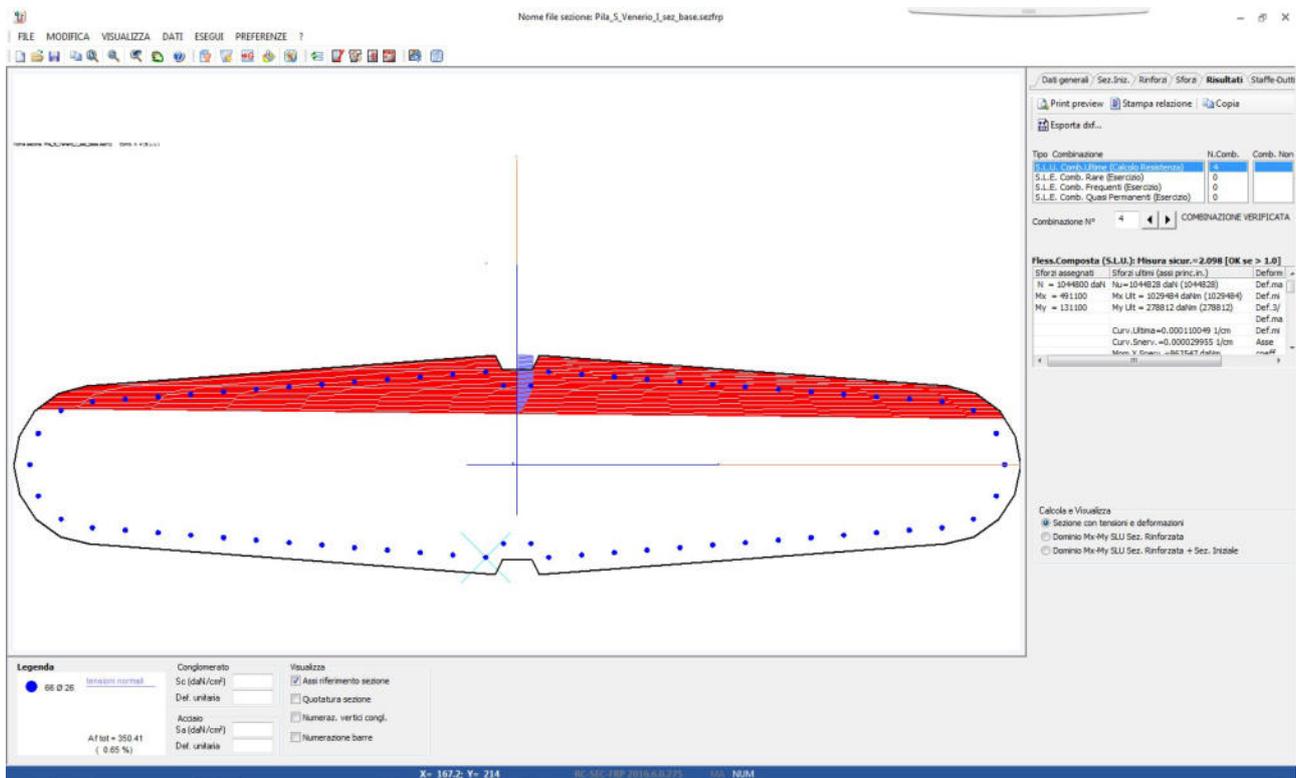
### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.

N°Comb	a	b	c
1	0.000012416	0.000034693	-0.000960066
2	0.000002721	0.000112553	-0.003285829

Variante alla S.S.1 "Via Aurelia" Viabilità di accesso all'hub di La Spezia  
 Lavori di costruzione della variante alla S.S.1 Aurelia – 3° Lotto  
 2° Stralcio funzionale B dallo Svincolo di Buon Viaggio allo Svincolo di S. Venerio  
 Completamento – PE  
 Viadotto San VENERIO I – Armatura Elevazione Pile – Nota tecnica

3	0.000014081	0.000029000	-0.001156344
4	0.000001158	0.000110043	-0.003116470



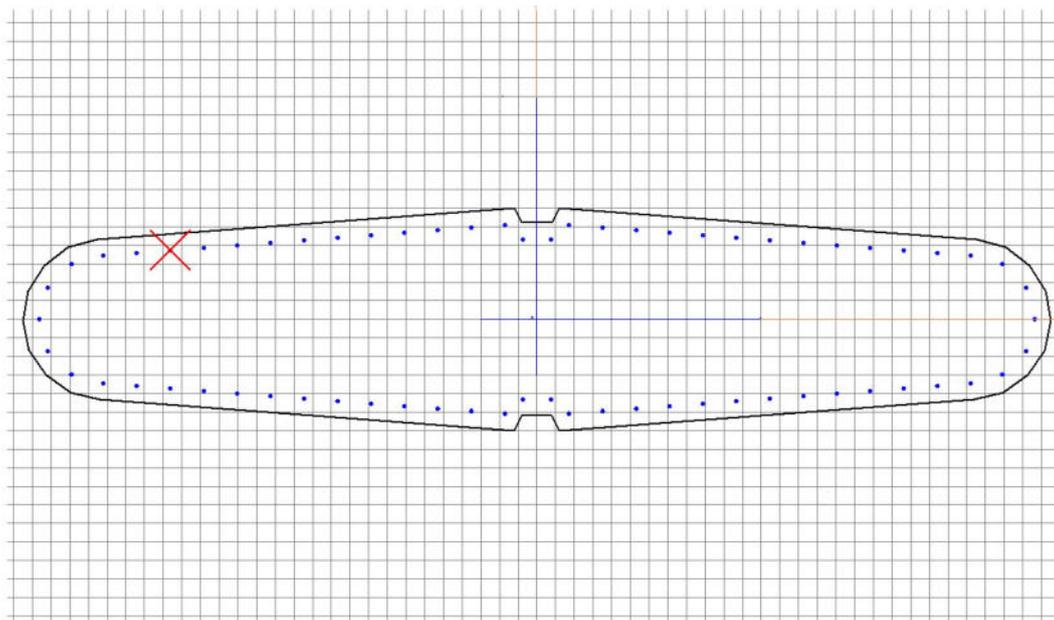
Il coefficiente di sicurezza minimo allo stato limite ultimo è pari a : C.S. = 2.098

La verifica a pressoflessione risulta soddisfatta.

## 5.2.2 VERIFICA A PRESSOFLESSIONE SEZIONE IN ELEVAZIONE

Di seguito si esplica la verifica dell'armatura di elevazione ( $H > 2.00$  m) del fusto pila così come prevista nel Progetto Esecutivo di dettaglio ma con le sollecitazioni ricavate dal Progetto Esecutivo e relative allo spiccato, quindi a favore di sicurezza:

Le pile presentano le medesime dimensioni in pianta di 5.50 m x 1.20 m e armatura verticale composta da 66 $\varnothing$ 20 per una area di acciaio  $A_s = 207.24$  cm<sup>2</sup>.



### DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: Pila\_S\_Venerio\_I\_sez\_H=2m.sezfrp

(Percorso File:

C:\Users\l.piccalDocuments\LAVORI\_Infraengineering\La\_Spezia\Viadotto\_S.Venerio\_I\Verifica\_pila\_RC\_SEC\Pila\_S\_Venerio\_I\_sez\_H=2m.sezfrp)

Descrizione Sezione:	S.venerio 1 - Sez. pila
Tipologia sezione iniziale pre-rinforzo:	Sezione generica
Normativa di riferimento:	NTC 2008
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia sezione iniziale
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica
Posizione sezione nell'asta:	In zona nodale (di estremità)

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Sezione iniziale pre-rinforzo:	C28/35	
	Modulo Elastico secante $E_{cm}$ :	323080	daN/cm <sup>2</sup>
	Fattore di Confidenza FC assunto:	1.00	
	Resistenza media a compressione $f_{cm}$ (nei calcoli di duttilità):	360.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Resistenza caratteristica del calcestruzzo:	280.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Resistenza di progetto $f_{cd}=f_{cm}/(FC*1.5)$ :	158.60	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. unitaria alla max resistenza $ε_{pc0}$ :	0.0020	
	Deform. unitaria ultima $ε_{pcu}$ :	0.0035	daN/cm <sup>2</sup>
	Legge tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico secante $E_{cm}$ :	323080	daN/cm <sup>2</sup>

ACCIAIO - Barre Sez. Iniziale pre-rinforzo Tipo: B450C

Fattore di Confidenza FC assunto:	1.00	
Resistenza media a snervamento/FC = $f_{ym}/FC$ :	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
Resist. media a rottura/FC = $f_{tm}/FC$ :	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
Resist. a snervamento di progetto $f_{yd}=f_{ym}/(FC*1.15)$ :	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
Deform. unitaria ultima di progetto Epu:	0.068	
Modulo Elastico Es	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
Legge tensione-deformaz.:	Bilineare finito	

### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

#### DOMINIO SEZ. INIZIALE N° 1

Forma del Dominio: Poligonale  
 Classe Conglomerato: C28/35

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-8.0	-52.0
2	-12.0	-60.0
3	-233.8	-43.2
4	-249.5	-39.4
5	-262.8	-30.1
6	-271.7	-16.5
7	-275.0	-0.7
8	-272.2	15.3
9	-263.7	29.1
10	-250.7	38.8
11	-235.1	43.1
12	-12.0	60.0
13	-8.0	52.0
14	8.0	52.0
15	12.0	60.0
16	235.1	43.1
17	250.7	38.8
18	263.7	29.1
19	272.2	15.3
20	275.0	-0.7
21	271.7	-16.5
22	262.8	-30.1
23	249.5	-39.4
24	233.8	-43.2
25	12.0	-60.0
26	8.0	-52.0

#### DATI BARRE ISOLATE SEZ. INIZIALE (Acciaio B450C)

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-7.5	-43.2	20
2	-17.2	-50.8	20
3	-35.1	-49.4	20
4	-53.0	-48.1	20
5	-70.9	-46.7	20
6	-88.8	-45.3	20
7	-106.7	-44.0	20
8	-124.6	-42.6	20
9	-142.5	-41.3	20
10	-160.4	-39.9	20
11	-178.3	-38.6	20
12	-196.2	-37.2	20
13	-214.1	-35.8	20
14	-232.0	-34.5	20
15	-249.1	-29.7	20
16	-261.6	-17.2	20
17	-266.2	0.0	20

18	7.5	-43.2	20
19	17.2	-50.8	20
20	35.1	-49.4	20
21	53.0	-48.1	20
22	70.9	-46.7	20
23	88.8	-45.3	20
24	106.7	-44.0	20
25	124.6	-42.6	20
26	142.5	-41.3	20
27	160.4	-39.9	20
28	178.3	-38.6	20
29	196.2	-37.2	20
30	214.1	-35.8	20
31	232.0	-34.5	20
32	249.1	-29.7	20
33	261.6	-17.2	20
34	-7.5	43.2	20
35	-17.2	50.8	20
36	-35.1	49.4	20
37	-53.0	48.1	20
38	-70.9	46.7	20
39	-88.8	45.3	20
40	-106.7	44.0	20
41	-124.6	42.6	20
42	-142.5	41.3	20
43	-160.4	39.9	20
44	-178.3	38.6	20
45	-196.2	37.2	20
46	-214.1	35.8	20
47	-232.0	34.5	20
48	-249.1	29.7	20
49	-261.6	17.2	20
50	7.5	43.2	20
51	17.2	50.8	20
52	35.1	49.4	20
53	53.0	48.1	20
54	70.9	46.7	20
55	88.8	45.3	20
56	106.7	44.0	20
57	124.6	42.6	20
58	142.5	41.3	20
59	160.4	39.9	20
60	178.3	38.6	20
61	196.2	37.2	20
62	214.1	35.8	20
63	232.0	34.5	20
64	249.1	29.7	20
65	261.6	17.2	20
66	266.2	0.0	20

#### SFORZI DI ESERCIZIO PRESENTI ALL'ATTO DEL RINFORZO

Sforzo normale [daN] preesistente applicato nel baricentro	0
Momento flettente Mx [daNm] preesistente al rinforzo	0
Momento flettente My [daNm] preesistente al rinforzo	0

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

N	Gli sforzi sono quelli finali comprensivi di quelli preesistenti al rinforzo. Sforzo normale [daN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
---	---

Mx	Coppia concentrata [daNm] applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My	Coppia concentrata [daNm] applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy	Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx	Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	1877500	111200	867100	0	0
2	974600	205800	131100	0	0
3	1757300	110900	1130900	0	0
4	1044800	491100	131100	0	0

## RISULTATI DEL CALCOLO

### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [daN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [daNm] rif. asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mx ult. sez. iniz.)
My ult	Momento flettente ultimo [daNm] rif. asse y princ. d'inerzia (tra parentesi My ult. sez. iniz.)
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

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	S	1877500	111200	867100	1877472	529135 (529135)	4188208 (4188208)	4.829
2	S	974600	205800	131100	974610	773623 (773623)	493734 (493734)	3.761
3	S	1757300	110900	1130900	1757290	438023 (438023)	4284184 (4284184)	3.790
4	S	1044800	491100	131100	1044808	802054 (802054)	211251 (211251)	1.632

#### 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 max	Deform. massima in compressione nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. minima in trazione nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)

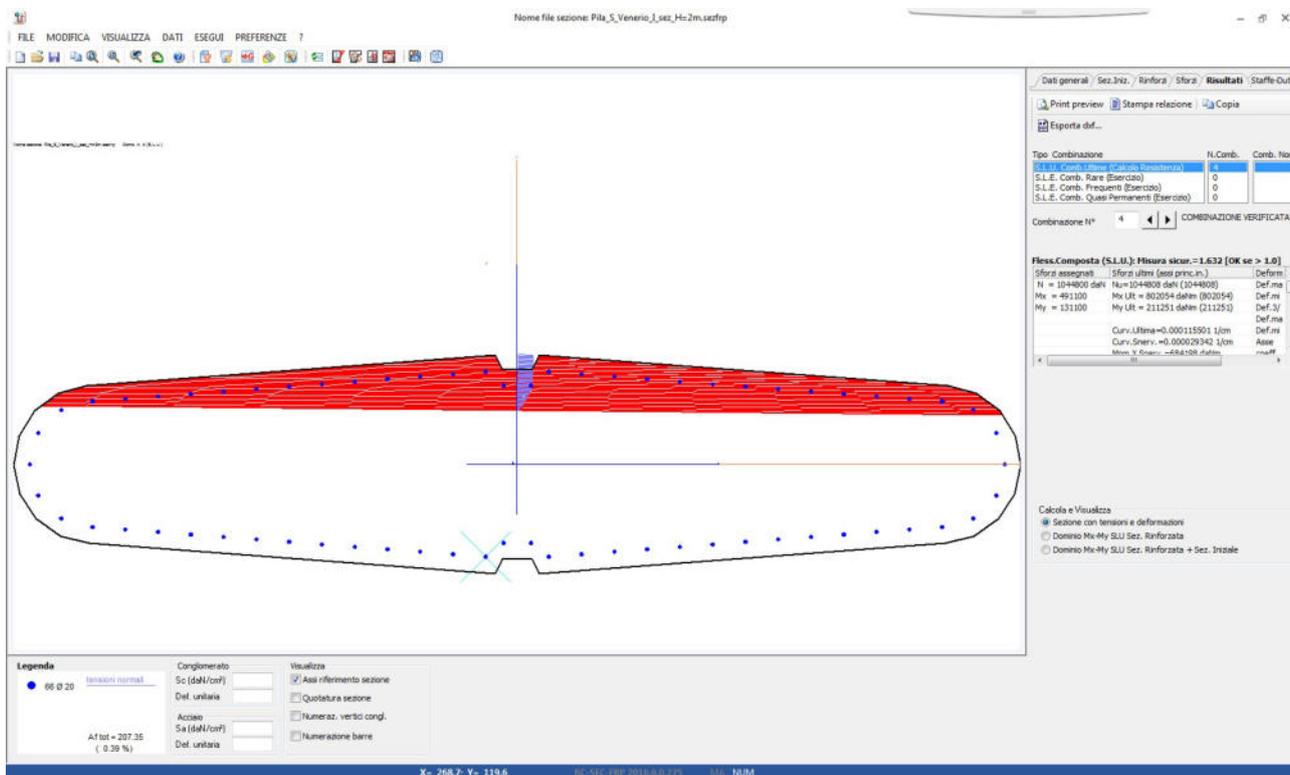
N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es max	Xs max	Ys max	es min	Xs min	Ys min
1	0.00350	-0.00045	250.7	38.8	0.00315	249.1	29.7	-0.00536	-249.1	-29.7
2	0.00350	-0.00264	12.0	60.0	0.00242	17.2	50.8	-0.00974	-17.2	-50.8
3	0.00350	-0.00062	250.7	38.8	0.00318	249.1	29.7	-0.00580	-249.1	-29.7
4	0.00350	-0.00245	12.0	60.0	0.00244	17.2	50.8	-0.00933	-17.2	-50.8

#### 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.

N°Comb	a	b	c
1	0.000012817	0.000035812	-0.001103957

2	0.000002653	0.000118789	-0.003659182
3	0.000014168	0.000032355	-0.001308522
4	0.000001074	0.000115496	-0.003442632



Il coefficiente di sicurezza allo stato limite ultimo è pari a : C.S. = 1.63

La verifica a pressoflessione risulta soddisfatta.

### 5.2.3 VERIFICA A TAGLIO

La verifica di resistenza a taglio si pone con:

$$VRd \geq VSd$$

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

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

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\operatorname{ctg}\alpha + \operatorname{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha \quad (4.1.18)$$

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

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\operatorname{ctg}\alpha + \operatorname{ctg}\theta) / (1 + \operatorname{ctg}^2\theta) \quad (4.1.19)$$

La resistenza a taglio è la minore tra le due sopra definite:

$$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}, V_{Rcd}) \quad (4.1.20)$$

Si riporta di seguito, la verifica a taglio delle pile (per entrambe le direzioni):

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

**Per assorbire le sollecitazioni di taglio si dispongono 10 ganci  $\phi 12/20$  alla base della pila in direzione longitudinale e 2 ganci  $\phi 12/20$  in direzione trasversale:**

Il taglio massimo agente in direzione trasversale è pari a  $T_x = 157$  kN

Il taglio massimo agente in direzione longitudinale è pari a  $T_y = 558$  kN

**VERIFICA A TAGLIO**

**S.VENERIO I**  
**Direzione Trasversale**

N.B: in rosso i valori da inserire manualmente

<b>Verifica D.M. 2008</b>	Grandezza	valore	unità
Taglio agente	$V_{sd} =$	157	kN
Classe calcestruzzo		C28/35	
Resistenza cubica caratteristica	$R_{ck} =$	35	MPa
Resistenza cilindrica caratteristica	$f_{ck} =$	28	MPa
Armatura :			
Tipologia acciaio	acciaio =	B450C	
Diametro staffa	$\phi =$	12	mm
Passo delle staffe	$s =$	200	mm
Larghezza min sezione	$b_w =$	700	mm
Altezza sezione	$h =$	5500	mm
Corpiferro	$c =$	50	mm
Altezza utile sezione	$d =$	5450	
Area staffa	$A_s =$	113.1	mm <sup>2</sup>
numero bracci	$n_b =$	2	-
Area totale staffe	$A_{sw} =$	226.2	mm <sup>2</sup>
Resistenza a compressione cls	$f_{cd} =$	15.87	MPa
Resistenza a snervamento acciaio	$f_{yd} =$	391	MPa
Inclinazione puntone compresso (variabile tra 45° e 21.8°)	$\Theta =$	21.8	°
	$ctg\Theta =$	2.50	-
Angolo tra le staffe e l'asse della trave ( $\alpha=90^\circ$ per staffe verticali)	$\alpha =$	90	°
	$ctg\alpha =$	0.000	-
Resistenza a taglio dovuta all'armatura	$V_{rsd} =$	5424.5	kN
Sforzo normale	$N =$	0	kN
Area della sezione di calcestruzzo	$A_c =$	3.85	m <sup>2</sup>
Tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp} = N/A_c =$	0.00	MPa
Coefficiente maggiorativo	$\alpha_c =$	1.000	
Resistenza a taglio dovuta al calcestruzzo	$V_{rcd} =$	9395.75	kN
Valore di resistenza a taglio	$V_{rd} =$	5424	kN
Coefficiente di sicurezza	$C.S. =$	34.55	-
<b>VERIFICA</b>			

**VERIFICA A TAGLIO**

**S.VENERIO I**  
**Direzione Longitudinale**

N.B: in rosso i valori da inserire manualmente

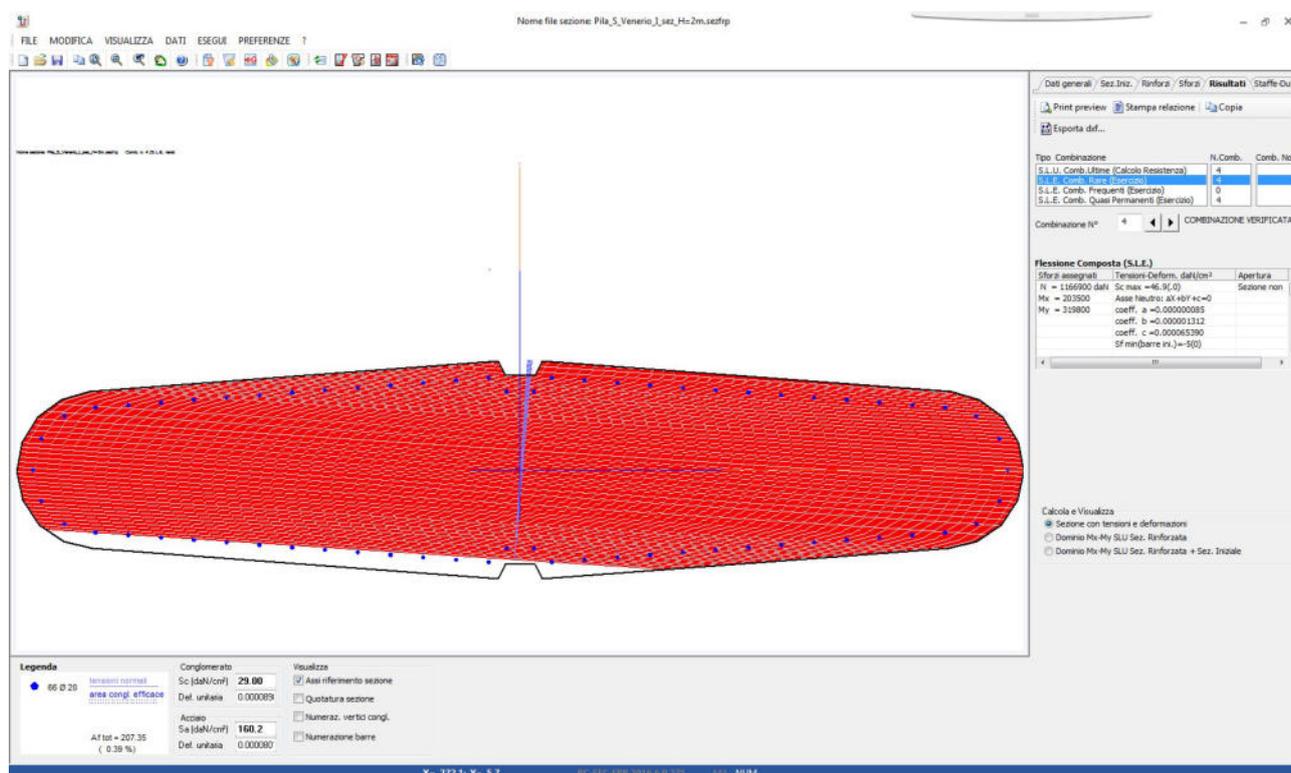
**Verifica D.M. 2008**

Grandezza	valore	unità
Taglio agente	$V_{sd} =$ <b>558</b>	kN
Classe calcestruzzo	<b>C28/35</b>	
Resistenza cubica caratteristica	$R_{ck} =$ 35	MPa
Resistenza cilindrica caratteristica	$f_{ck} =$ 28	MPa
Armatura :		
Tipologia acciaio	acciaio = <b>B450C</b>	
Diametro staffa	$\phi =$ <b>12</b>	mm
Passo delle staffe	$s =$ <b>200</b>	mm
Larghezza min sezione	$b_w =$ <b>5500</b>	mm
Altezza sezione	$h =$ <b>1200</b>	mm
Corpiferro	$c =$ <b>50</b>	mm
Altezza utile sezione	$d =$ 1150	
Area staffa	$A_s =$ 113.1	mm <sup>2</sup>
numero bracci	$n_b =$ <b>10</b>	-
Area totale staffe	$A_{sw} =$ 1131.0	mm <sup>2</sup>
Resistenza a compressione cls	$f_{cd} =$ 15.87	MPa
Resistenza a snervamento acciaio	$f_{yd} =$ 391	MPa
Inclinazione puntone compresso (variabile tra 45° e 21.8°)	$\Theta =$ <b>21.8</b>	°
	$ctg\Theta =$ 2.50	-
Angolo tra le staffe e l'asse della trave ( $\alpha=90^\circ$ per staffe verticali)	$\alpha =$ <b>90</b>	°
	$ctg\alpha =$ 0.000	-
Resistenza a taglio dovuta all'armatura	$V_{rsd} =$ 5723.1	kN
Sforzo normale	$N =$ <b>0</b>	kN
Area della sezione di calcestruzzo	$A_c =$ 6.60	m <sup>2</sup>
Tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp} = N/A_c =$ 0.00	MPa
Coefficiente maggiorativo	$\alpha_c =$ 1.000	
Resistenza a taglio dovuta al calcestruzzo	$V_{rcd} =$ 15577.49	kN
Valore di resistenza a taglio	$V_{rd} =$ <b>5723</b>	kN
Coefficiente di sicurezza	$C.S. =$ 10.26	-
<b>VERIFICA</b>		

## 5.2.4 VERIFICA TENSIONALE E DI FESSURAZIONE

Per la verifica allo SLE si elencano le tensioni limite da prendere in considerazione :

- Tensione massima nel calcestruzzo (per combinazione rara) :  $\sigma_c < 0.60f_{ck} = 16.8 \text{ MPa}$
- Tensione massima nel calcestruzzo (per combinazione quasi permanente) :  $\sigma_c < 0.45f_{ck} = 12.6 \text{ MPa}$
- Tensione massima nelle barre di armatura :  $\sigma_s < 0.80f_{yk} = 360 \text{ MPa}$



### SFORZI DI ESERCIZIO PRESENTI ALL'ATTO DEL RINFORZO

Sforzo normale [daN] preesistente applicato nel baricentro	0
Momento flettente Mx [daNm] preesistente al rinforzo	0
Momento flettente My [daNm] preesistente al rinforzo	0

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

N	Gli sforzi sono quelli finali comprensivi di quelli preesistenti al rinforzo.
Mx	Sforzo normale [daN] applicato nel Baric. (+ se di compressione) Coppia concentrata [daNm] applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My	Coppia concentrata [daNm] applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy	Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx	Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
---------	---	----	----	----	----

1	1877500	111200	867100	0	0
2	974600	205800	131100	0	0
3	1757300	110900	1130900	0	0
4	1044800	491100	131100	0	0

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

N	Sforzo normale finale [daN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx	Coppia concentrata finale [daNm] applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Coppia concentrata finale [daNm] applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	1369600	86700	626800
2	1050300	87100	171700
3	1280500	86500	822200
4	1166900	203500	319800

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

N	Sforzo normale finale [daN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx	Coppia concentrata finale [daNm] applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Coppia concentrata finale [daNm] applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	1229600	82300	290700
2	1061100	82500	19900
3	1189800	82100	359400
4	1167200	83800	180000

#### RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [daN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [daNm] rif. asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mx ult. sez. iniz.)
My ult	Momento flettente ultimo [daNm] rif. asse y princ. d'inerzia (tra parentesi My ult. sez. iniz.)
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult, My ult) e (N, Mx, My) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	S	1877500	111200	867100	1877472	529135 (529135)	4188208 (4188208)	4.829
2	S	974600	205800	131100	974610	773623 (773623)	493734 (493734)	3.761
3	S	1757300	110900	1130900	1757290	438023 (438023)	4284184 (4284184)	3.790
4	S	1044800	491100	131100	1044808	802054 (802054)	211251 (211251)	1.632

#### 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 max	Deform. massima in compressione nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. minima in trazione nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es max	Xs max	Ys max	es min	Xs min	Ys min
1	0.00350	-0.00045	250.7	38.8	0.00315	249.1	29.7	-0.00536	-249.1	-29.7
2	0.00350	-0.00264	12.0	60.0	0.00242	17.2	50.8	-0.00974	-17.2	-50.8
3	0.00350	-0.00062	250.7	38.8	0.00318	249.1	29.7	-0.00580	-249.1	-29.7
4	0.00350	-0.00245	12.0	60.0	0.00244	17.2	50.8	-0.00933	-17.2	-50.8

#### 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.

N°Comb	a	b	c
1	0.000012817	0.000035812	-0.001103957
2	0.000002653	0.000118789	-0.003659182
3	0.000014168	0.000032355	-0.001308522
4	0.000001074	0.000115496	-0.003442632

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - POSIZIONE ASSE NEUTRO

a1, b1, c1 Sez. Iniziale: Coeff. eq. dell'asse neutro  $a0X+b0Y+c0=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
 a2, b2, c2 Sez. Aggiunta: Coeff. eq. dell'asse neutro  $a1X+b1Y+c1=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
 a0=0.0000000 Sez. Iniziale Pre-Rinforzo: Coeff. eq. dell'asse neutro  $a0X+b0Y+c0=0$   
 b0=0.0000000 Sez. Iniziale Pre-Rinforzo: Coeff. eq. dell'asse neutro  $a0X+b0Y+c0=0$   
 c0=0.0000000 Sez. Iniziale Pre-Rinforzo: Coeff. eq. dell'asse neutro  $a0X+b0Y+c0=0$

N°Comb	a1	b1	c1	a2	b2	c2
1	0.0000002	0.0000006	0.0000771			
2	0.0000000	0.0000006	0.0000591			
3	0.0000002	0.0000006	0.0000721			
4	0.0000001	0.0000013	0.0000654			

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - POSIZIONE ASSE NEUTRO

N°Comb	a1	b1	c1	a2	b2	c2
1	0.0000001	0.0000005	0.0000692			
2	0.0000000	0.0000005	0.0000597			
3	0.0000001	0.0000005	0.0000670			
4	0.0000000	0.0000005	0.0000657			

#### COMBINAZIONI RARE 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 cls. [daN/cm<sup>2</sup>]. In parentesi valori pre-rinforzo.  
 Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
 Ss min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [daN/cm<sup>2</sup>]. In parentesi valori pre-rinforzo.  
 Xs min, Yf min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)  
 Ac eff. Area di calcestruzzo [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerata aderente alle barre  
 Af eff. Area armature in acciaio [cm<sup>2</sup>] ricadente nell'area tesa efficace (per verifica fessurazione)  
 Srm Distanza media tra le fessure espressa in mm (§ B.6.6.3 Istruzioni DM96)  
 K3 Coeff. (§ B.6.6.3 Istruz. DM96) dipendente dalla forma del diagramma tensioni  
 Ap.fess. Apertura fessure in mm. Calcolo secondo § 4.1.2.2.4.6 NTC.

Comb-Dom	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	Af eff.	Srm	K3	Ap. fess.
----------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------	-----	----	-----------

Variante alla S.S.1 "Via Aurelia" Viabilità di accesso all'hub di La Spezia  
 Lavori di costruzione della variante alla S.S.1 Aurelia – 3° Lotto  
 2° Stralcio funzionale B dallo Svincolo di Buon Viaggio allo Svincolo di S. Venerio  
 Completamento – PE

Viadotto San VENERIO I – Armatura Elevazione Pile – Nota tecnica

27

1 - 1	S	45.1(.0)	250.7	38.8	40(0)	-249.1	-29.7	---	---	---	---	---
2 - 1	S	30.2(.0)	235.1	43.1	59(0)	-232.0	-34.5	---	---	---	---	---
3 - 1	S	47.6(.0)	250.7	38.8	4(0)	-249.1	-29.7	---	---	---	---	---
4 - 1	S	46.9(.0)	12.0	60.0	-5(0)	-17.2	-50.8	---	---	---	---	---

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

Comb-Dom	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	Af eff.	Srm	K3	Ap. fess.
1 - 1	S	35.4(.0)	235.1	43.1	67(0)	-232.0	-34.5	---	---	---	---	---
2 - 1	S	29.5(.0)	12.0	60.0	66(0)	-17.2	-50.8	---	---	---	---	---
3 - 1	S	36.0(.0)	235.1	43.1	54(0)	-232.0	-34.5	---	---	---	---	---
4 - 1	S	32.2(.0)	235.1	43.1	73(0)	-232.0	-34.5	---	---	---	---	---

Tutte le tensioni ricavate risultano inferiori ai valori limite sia per il calcestruzzo che per l'acciaio e le pile risultano non fessurate.

## 6. VERIFICA PULVINO

### 6.1 SOLLECITAZIONE PULVINO DA PROGETTO ESECUTIVO

Di seguito si mostra uno stralcio della relazione di calcolo come da Progetto Esecutivo per estrapolare la massima sollecitazione utilizzata ai fini della verifica dei pulvini:

VIADOTTO S. VENERIO 1 - PILA 1 - Appoggio SX - Comb. Max N								
VIADOTTO S. VENERIO 1	SV1	PILA 1	Appoggio SX		TI [KN]	Tt [KN]	N [KN]	
NUM.LINK		6	Rigid. KN/m	PILA	SLS (MAX) -->	83	60	-5186
POSIZIONE	$\Delta_{SLC} = 85 \text{ mm}$	j	2200		SLS (MIN) -->	31	0	-3159
CARICHI MOBILI		min	P	SV1 - PILA 1 - Appoggio SX	SLU (MAX) -->	174	137	-7146
					SLU (MIN) -->	2	0	-2803

AZIONI TOTALI SULL'APPOGGIO	SOLLECITAZIONI			SPOSTAMENTI		
	P <sub>max</sub> [KN]	Tt [KN]	TI [KN]	Δt [mm]	Δl [mm]	Δ [mm]
Descrizione						
PP	-2640	0	9	0	4	4
PREC	113	0	17	0	8	8
PERM	-634	0	0	0	0	0
RITIRO	0	0	5	0	2	2
TERMICA1	-1	0	15	0	7	7
MOBILI-C	-1959	0	0	0	0	0
MOBILI-F	-1054	0	0	0	0	0
CENTRI	-4	6	0	3	0	3
VENTOS	-112	60	0	27	0	27
VENTOC	-112	60	0	27	0	27
ATTRITO_P	0	0	0	0	0	0
ATTRITO_Q	0	0	0	0	0	0
FRENO	-1	0	43	0	20	20
SISMA-L	-3	0	136	0	62	62
SISMA-T	-49	137	0	62	0	62
SISMA-V	-341	0	0	0	0	0

Come si evince, il massimo carico allo stato limite ultimo sull'appoggio è pari a  $N_{max} = 7146 \text{ kN}$

I pulvini presentano dimensioni in pianta di  $7.50 \text{ m} \times 1.20 \text{ m}$  con rastremazione laterale, come indicato nella figura seguente:

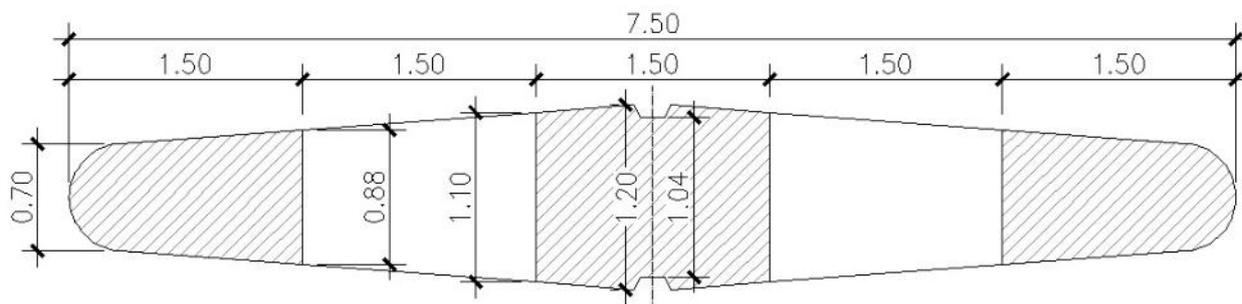


Figura 9 : testa pila – pianta

## 6.2 DIMENSIONAMENTO E VERIFICA ARMATURA PROGETTO COSTRUTTIVO

Si riporta la verifica dell'armatura del pulvino così come prevista nel Progetto Costruttivo ma con le sollecitazioni ricavate dal Progetto Esecutivo:

Come già indicato, il massimo carico derivante dall'impalcato sull'appoggio allo stato limite ultimo è pari a  $N_{max} = 7146$  kN

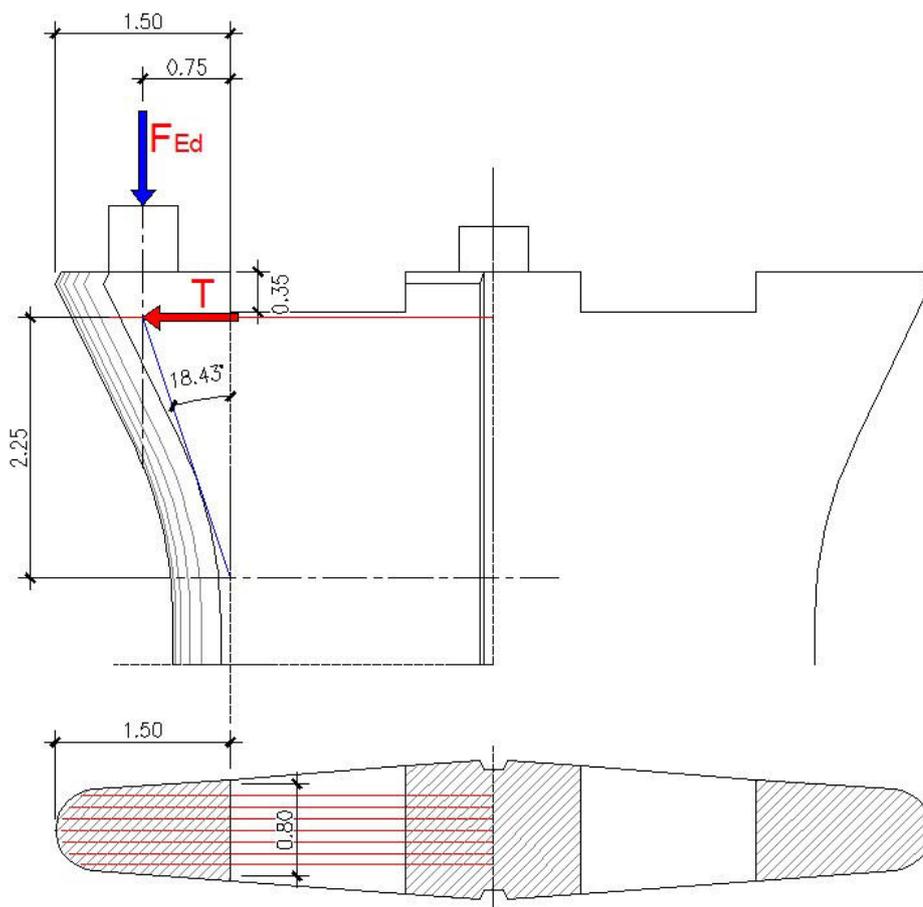
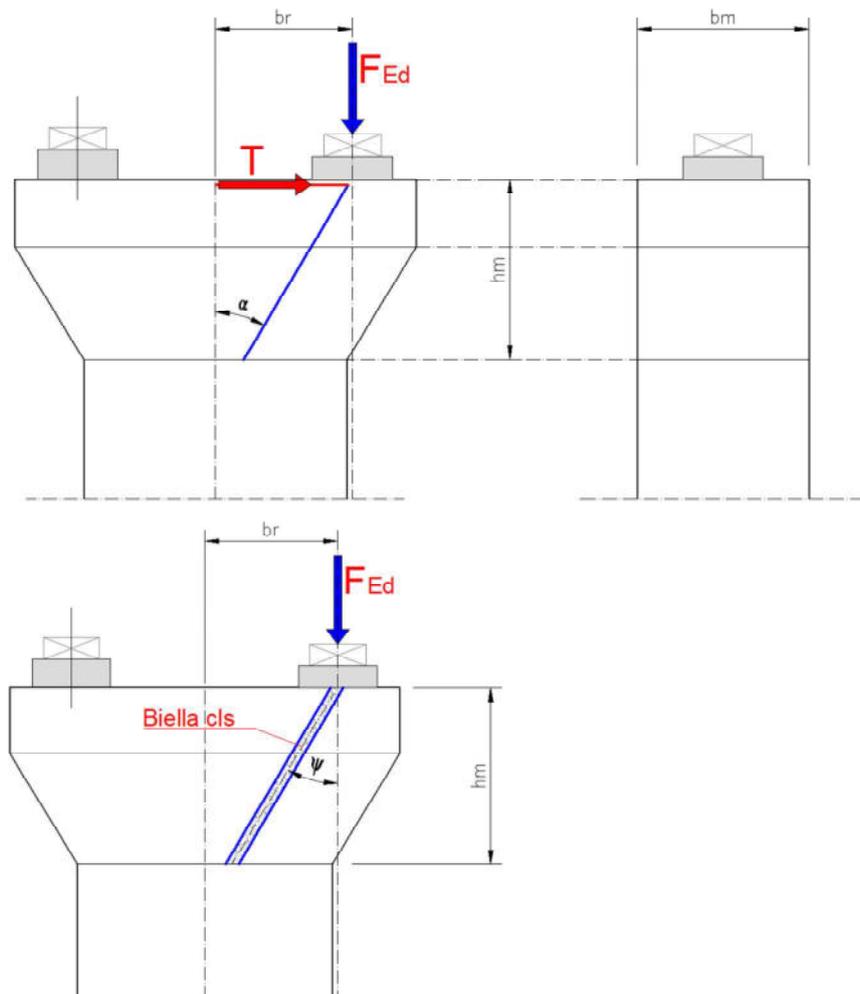


Figura 10 : pulvino – schema di calcolo armatura superiore

Si dispongono sulla sommità del pulvino 2 strati di 7  $\varnothing 26$  e ad una quota di circa 0.40 m dalla sommità in direzione trasversale.

### 6.2.1 VERIFICA IN DIREZIONE TRASVERSALE

Nel seguito sono esplicate le verifiche del pulvino secondo la direzione trasversale rispetto all'asse dell'impalcato; esse vengono condotte considerando uno schema di tirante-puntone, come descritto nell'immagine seguente:



#### GEOMETRIA DEL PULVINO

Altezza pulvino	hm =	225	[cm]
Larghezza pulvino nella direzione longitudinale	bm =	80	[cm]
Copriferro	c =	5	[cm]
Braccio	br =	75	[cm]
Altezza utile sezione	d =	220	[cm]

### CARATTERISTICHE CALCESTRUZZO

Classe calcestruzzo		<b>C28/35</b>	
Resistenza cubica caratteristica	$R_{ck} =$	35	[MPa]
Resistenza cilindrica caratteristica	$f_{ck} =$	28	[MPa]

### CARATTERISTICHE ACCIAIO

Classe acciaio		<b>B450C</b>	
Resistenza cubica caratteristica	$f_{yk} =$	450.00	[MPa]
Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_s =$	1.15	[-]
Resistenza cilindrica caratteristica	$f_{yd} =$	391.30	[MPa]

### CARICO DI PROGETTO

Massimo carico verticale agente sull'appoggio	$F_{Ed} =$	<b>7146.00</b>	[kN]
---	------------	----------------	------

### PROGETTO DELL'ARMATURA TESA SUPERIORE

Angolo di inclinazione risultante orizzontale	$\alpha =$	<b>18.43</b>	[°]
	$\alpha =$	0.322	[rad]
Risultante orizzontale (trazione nelle barre)	$T =$	2381	[kN]
Area di armatura necessaria	$A_{s,nec} =$	60.9	[cm <sup>2</sup> ]
Diametro ferri	$\phi =$	<b>26</b>	[mm]
Passo dei ferri di armatura	$s =$	<b>10</b>	[cm]
Numero strati di armatura	$n_{strati} =$	<b>2</b>	[-]
Numero ferri impiegati	$nf =$	16	[-]
Area di armatura principale superiore	$A_s =$	85	[cm <sup>2</sup> ]

**$A_s > A_{s,nec} \rightarrow$  Verificato**  
 C.S. = 1.40

### VERIFICA DEL PUNTONE DI CLS COMPRESSO

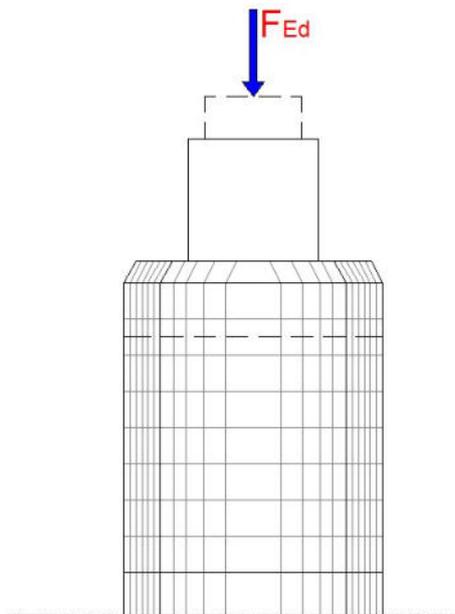
Distanza di applicazione della forza verticale da asse pila	$a =$	0.75	[m]
Larghezza di diffusione del carico (trasversale)	$b =$	0.80	[m]
Altezza utile sezione	$d =$	2.20	[m]
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} =$	15.87	[MPa]
Presenza di staffe		<b>si</b>	
Coefficiente che tiene conto della presenza di staffe	$c =$	1.50	[-]
Lunghezza per il calcolo della pendenza del puntone di cls ( $a+0.2*d$ )	$l =$	1.19	[m]
Pendenza del puntone di calcestruzzo $\approx l/(0.9*d)$	$\lambda = \cotg\psi =$	0.60	[-]
Inclinazione del puntone di calcestruzzo	$\psi =$	59.0	[°]
Tensione di compressione nel puntone	$C =$	8337	[kN]
Portanza del pulvino in termini di resistenza del puntone di calcestruzzo	$P_{Rc} =$	12309	[kN]

$$P_{Rc} = 0,4bdf_{cd} \frac{c}{1+\lambda^2} \geq P_{Rs}$$

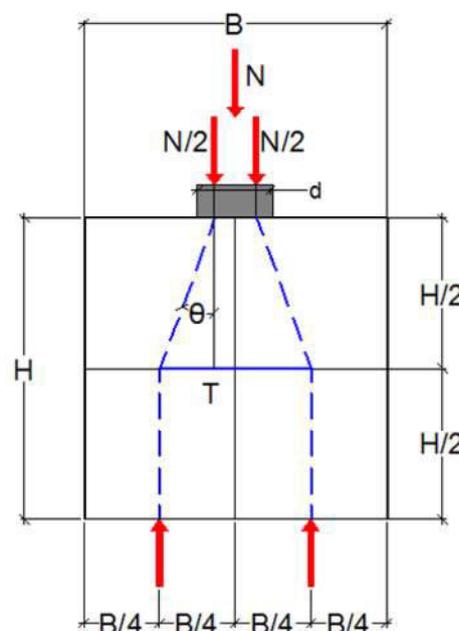
**$P_{Rc} \geq C \rightarrow$  Verificato**  
 C.S. = 1.48

### 6.2.2 VERIFICA IN DIREZIONE LONGITUDINALE

In direzione longitudinale sono previsti 5 strati di 4  $\varnothing 12$  sul lato corto distribuiti a partire da circa 40 cm dalla sommità del testa pila:



Stato limite considerato	SLU
Reazioni massime appoggi	$N_{max} = 7146.0$ [kN]
Larghezza pulvino	$B = 0.80$ [m]
Dimensione in pianta appoggio	$d = 60$ [cm]
Altezza zona diffusiva	$H = 0.80$ [m]
Altezza di diffusione 1	$H/2 = 0.40$ [m]
	$B/4 = 0.20$ [m]
larghezza di diffusione	$b = 0.049$ [m]
Angolo di inclinazione puntone	$\theta = 6.99$ [°]
	$tg\theta = 0.123$ [-]
Trazione nelle barre	$T_{max} = 876.4$ [kN]
Tensione limite nell'acciaio SLU	$f_{yd} = 391.3$ [MPa]
Tensione limite nell'acciaio SLE	$\sigma_s = 220.0$ [MPa]
Area di armatura necessaria	$A_{nec} = 22.4$ [cm <sup>2</sup> ]
Diametro ferri	$\Phi = 12$ [mm]
Area della singola barra	$A_s = 1.13$ [cm <sup>2</sup> ]
Numero di ferri	$n = 20$ [-]
Area totale delle barre	$A_{stot} = 22.62$ [cm <sup>2</sup> ]
Coefficiente di sicurezza	$c.s. = 1.01$ [-]
VERIFICA → OK	



## 7. VERIFICA BAGGIOLO

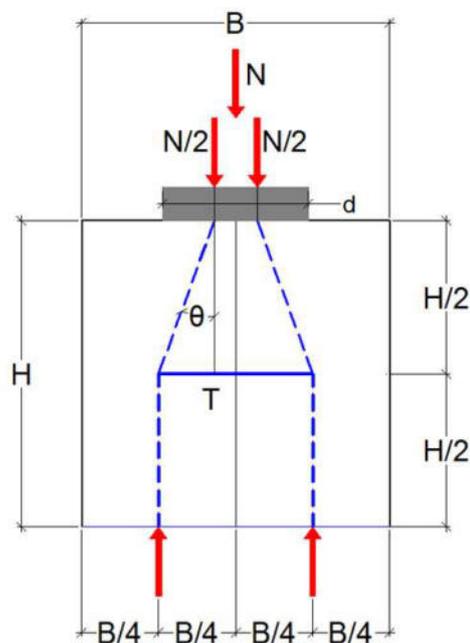
Si procede con la verifica del baggiolo tipo avente altezza massima pari a circa 57 cm e dimensioni in pianta 60 cm x 60 cm.

Il massimo carico verticale allo stato limite ultimo vale :  $N_{max} = 7146 \text{ kN}$

La forza di trazione  $T$  che deve essere assorbita dalle armature in ciascuna direzione è pari a :

$$T_{max} = N_{max} \cdot \tan \theta = 595.5 \text{ kN}$$

Stato limite considerato	SLU
Reazioni massime appoggi	$N_{max} = 7146.0 \text{ [kN]}$
Larghezza baggiolo	$B = 0.600 \text{ [m]}$
Dimensione in pianta appoggio	$d = 50 \text{ [cm]}$
Altezza zona diffusiva	$H = 0.600 \text{ [m]}$
Altezza di diffusione 1	$H/2 = 0.30 \text{ [m]}$
	$B/4 = 0.15 \text{ [m]}$
larghezza di diffusione	$b = 0.025 \text{ [m]}$
Angolo di inclinazione puntone	$\theta = 4.76 \text{ [}^\circ\text{]}$
	$\tan \theta = 0.083 \text{ [-]}$
Trazione nelle barre	$T_{max} = 595.5 \text{ [kN]}$
Tensione limite nell'acciaio SLU	$f_{yd} = 391.3 \text{ [MPa]}$
Tensione limite nell'acciaio SLE	$\sigma_s = 220.0 \text{ [MPa]}$
Area di armatura necessaria	$A_{nec} = 15.22 \text{ [cm}^2\text{]}$
Diametro ferri barra tipo 1	$\Phi 1 = 14 \text{ [mm]}$
Diametro ferri barra tipo 2	$\Phi 2 = \text{ [mm]}$
Area della singola barra 1	$A_{s1} = 1.54 \text{ [cm}^2\text{]}$
Area della singola barra 2	$A_{s1} = 0.00 \text{ [cm}^2\text{]}$
Numero di ferri	$n_1 = 10 \text{ [-]}$
Numero di ferri	$n_2 = \text{ [-]}$
Area totale delle barre	$A_{stot} = 15.39 \text{ [cm}^2\text{]}$
Coefficiente di sicurezza	$c.s = 1.01 \text{ [-]}$
<b>VERIFICA → OK</b>	



Si dispongono staffe  $\Phi 14/10$  a due braccia per tutta l'altezza del baggiolo.

Si verifica il baggiolo allo scorrimento orizzontale (le sollecitazioni riprese dalla relazione del P.E. sono riportate di seguito).

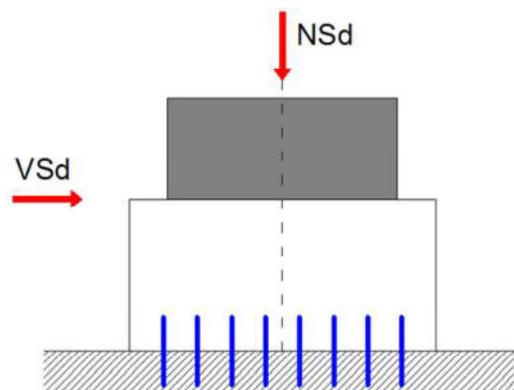
VIADOTTO S. VENERIO 1 - PILA 1 - Appoggio SX - Comb. Min N									
VIADOTTO S. VENERIO 1	SV1	PILA 1	Appoggio SX		TI [KN]	Tt [KN]	N [KN]		
NUM.LINK		6	Rigid. KN/m	PILA	SLS (MAX) -->	83	60	-3270	
POSIZIONE	$\Delta_{slc} = 85 \text{ mm}$	j	2200		SLS (MIN) -->	31	0	-3063	
CARICHI MOBILI		max	P	SV1 - PILA 1 - Appoggio SX	SLU (MAX) -->	174	137	-4566	
					SLU (MIN) -->	2	0	-2802	
<b>AZIONI TOTALI SULL'APPOGGIO</b>				<b>SOLLECITAZIONI</b>			<b>SPOSTAMENTI</b>		
Descrizione		$P_{max}$	$Tt$	$TI$	$\Delta t$	$\Delta l$	$\Delta$		
		[KN]	[KN]	[KN]	[mm]	[mm]	[mm]		
PP		-2640	0	9	0	4	4		
PREC		113	0	17	0	8	8		
PERM		-634	0	0	0	0	0		
RITIRO		0	0	5	0	2	2		
TERMICA1		1	0	15	0	7	7		
MOBILI-C		163	0	0	0	0	0		
MOBILI-F		52	0	0	0	0	0		
CENTRI		-4	6	0	3	0	3		
VENTOS		-112	60	0	27	0	27		
VENTOC		-112	60	0	27	0	27		
ATTRITO_P		0	0	0	0	0	0		
ATTRITO_Q		0	0	0	0	0	0		
FRENO		-1	0	43	0	20	20		
SISMA-L		3	0	136	0	62	62		
SISMA-T		49	137	0	62	0	62		
SISMA-V		341	0	0	0	0	0		

Il taglio agente massimo è pari a :  $T = 174 \text{ kN}$ .

Il carico minimo allo stato limite di esercizio corrispondente vale :

$N_{min} = 3063 \text{ kN}$

Sforzo di taglio massimo nel baggio	$V_{Sd} = 174.0$ [kN]
Carico verticale minimo sul baggio (SLE)	$N_{Sd} = 3063.0$ [kN]
Acciaio per armatura	<b>B450C</b>
Coefficiente d'attrito calcestruzzo-calcestruzzo	$\mu = 0.50$ [-]
Tensione di snervamento nell'acciaio	$f_{yd} = 391.3$ [MPa]
Diametro 1 ferri	$\Phi_1 = 14$ [mm]
Diametro 2 ferri	$\Phi_2 =$ [mm]
Area della singola barra $\Phi_1$	$A_{s1} = 1.54$ [cm <sup>2</sup> ]
Area della singola barra $\Phi_2$	$A_{s2} = 0.00$ [cm <sup>2</sup> ]
Numero di bracci	$n_b = 2$ [-]
Numero di ferri $\Phi_1$	$n_1 = 4$ [-]
Numero di ferri $\Phi_2$	$n_2 = 0$ [-]
Area totale delle barre	$A_{stot} = 12$ [cm <sup>2</sup> ]
Resistenza offerta dall'acciaio	$VR_{ds} = 278$ [kN]
Resistenza offerta dal calcestruzzo	$VR_{dc} = 1531.5$ [kN]
Resistenza a taglio totale	$VR_d = 1810$ [kN]
Coefficiente di sicurezza	$c.s = 10.40$ [-]
<b>VERIFICA <math>V_{Sd} &lt; VR_d \rightarrow</math> OK</b>	



Si dispongono 4 ferri  $\Phi 14$  a due braccia su ogni lato del baggio.