

REGIONE PIEMONTE  
**CITTA' DI BIELLA**



**"COMPLESSO SPORTIVO DI CHIAVAZZA - VIALE VENEZIA - RISTRUTTURAZIONE E  
POTENZIAMENTO: LOTTO B - CAMPO GIOCO E IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE"**

CIG:719999491E0 - CUP: I47B17000250005

**PROGETTO ESECUTIVO**

**Stazione appaltante:**

**Comune di Biella**

Via Battistero n.4  
13900 - Biella (BI)  
Telefono: +39 015 35071  
Fax: +39 015 3507417  
pec istituzionale: protocollo.comunebiella@pec.it  
Indirizzo Internet (URL): www.comune.biella.it  
e-mail: ediliziapubblica@comune.biella.it

*Responsabile  
del procedimento:  
Arch. Graziano Patergnani*

**R.T.P. di progettazione:**



**3TI PROGETTI ITALIA**

INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.  
Lgt. V. Gassman 22, 00146 ROMA - ITALIA  
tel +39 0655301518 fax +39 0655301522  
www.3tiprogetti.it - info@3tiprogetti.it

**3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.**

Lungotevere Vittorio Gassman n.22 - 00146 Roma  
C.F. e P.IVA n° 07025291001  
Mandataria

*Responsabile dell'integrazione  
prestazioni specialistiche:  
Ing. Alfredo Ingletti*

*Coordinatore della sicurezza in  
fase di progettazione:  
Ing. Giovanni Maria Cepparotti*



**DOTT. GEOL. ANDREA VALENTE ARNALDI**

Via Denina n.3 - 10124 - TORINO - Tel./Fax +39 011 6960115  
Via Manzoni n.61 - 18038 - SANREMO (IM) - Tel./Fax +39 0184 570051  
Strada San Michele n.14 - 12042 - BRA (CN) - Tel./Fax +39 0172 44016  
C.F. VLNDR64S03L219Y - P.IVA n° 01169280086  
Mandante

**Descrizione elaborato:**

**04 - PROGETTO STRUTTURALE**

**04.01 - ELABORATI GENERALI**

**Relazione di calcolo delle opere strutturali**

Data:	Scala:	Codice elaborato:	Revisione:
Dicembre 2018	-	PE.STR.00.RC.001	A.02

A.02	Dic 2018	EMISSIONE PROGETTO ESECUTIVO
A.01	Set 2018	EMISSIONE PROGETTO ESECUTIVO
<b>Revisione</b>	<b>Data</b>	<b>Descrizione</b>

## Sommario

<b>1.</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>2</b>
<b>2.</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b>	<b>3</b>
<b>3.</b>	<b>MODELLO GEOTECNICO</b>	<b>5</b>
<b>4.</b>	<b>MATERIALI UTILIZZATI</b>	<b>6</b>
<b>4.1.</b>	<b>Calcestruzzo per magrone di sottofondazione</b>	<b>6</b>
<b>4.2.</b>	<b>Calcestruzzo per opere di fondazione</b>	<b>6</b>
<b>4.3.</b>	<b>Acciaio per barre da C.A. e reti elettrosaldate</b>	<b>8</b>
<b>4.4.</b>	<b>Torre Faro</b>	<b>9</b>
4.4.1.	Analisi dei carichi	9
4.4.2.	Verifica equilibrio	11
4.4.3.	Verifica plinto	13
<b>4.5.</b>	<b>Verifica parapetto</b>	<b>38</b>
<b>4.6.</b>	<b>Fondazione recinzione</b>	<b>42</b>
4.6.1.	Analisi dei carichi	42
4.6.2.	Verifica equilibrio	43
4.6.3.	Verifiche portata terreno	44
4.6.4.	Verifiche strutturali	47
<b>4.7.</b>	<b>Dichiarazioni secondo N.T.C. 2008 (punto 10.2)</b>	<b>50</b>

PE	PROGETTO ESECUTIVO								
	PROGETTO STRUTTURALE				Elaborati Genarali				
	Relazione di calcolo delle opere strutturali				PE	STR	00	RC	001

# 1. PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto il dimensionamento e la verifica delle opere strutturali del progetto della realizzazione del "Complesso sportivo di Chiavazza" lotto B e C.

Nel dettaglio sono da dimensionare:

- Fondazione torre Faro;
- Fondazione rete di recinzione campo da gioco;

COMPLESSO SPORTIVO DI CHIAVAZZA - VIALE VENEZIA - RISTRUTTURAZIONE E POTENZIAMENTO: LOTTO B - CAMPO GIOCO E IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE			
Stazione Appaltante		R.T.P.di progettazione	
 <p>Regione Piemonte Comune di Biella</p> <p>RUP: Arch. Graziano Patergnani</p>		 <p><b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.</p> <p>Mandataria</p>	
		 <p><b>AA</b> Andrea Valente Arnaldi</p> <p>Mandante</p>	

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Nella redazione del presente progetto strutturale si è fatto riferimento alla normativa vigente in Italia in materia di costruzioni. Si riporta di seguito l'elenco delle principali normative a cui si è fatto riferimento nell'elaborazione del presente progetto strutturale.

- D.M. dell'11/03/88	Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione – e relative istruzioni emanate con circ. n. 30483 del 24/09/88.
- D. Min. LLPP 09/01/96	Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D. Min. LLPP 16/01/96	Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi.
- D. Min. LLPP 16/01/96	Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche
- Circ. Min. LLPP. 04/07/96, n°156 AA.GG./S.T.C.	Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi".
- Circ. Min. LLPP. 15/10/96, n°252	Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche".
– LEGGE 2 FEBBRAIO 1974, n. 64	Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
–DECRETO MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI 16/01/1996	Norme Tecniche relative alle costruzioni in zone sismiche.
– D.M. del 14/01/2008	Norme Tecniche per le costruzioni
- Circ. Min. Infrastrutture e Trasporti 02/02/2009, n°617	Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni"
UNI EN 199 2-1-1: 2005	Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – parte I-I: Regole generali e regole per gli edifici

PE	PROGETTO ESECUTIVO							
	PROGETTO STRUTTURALE			Elaborati Genarali				
	Relazione di calcolo delle opere strutturali			PE	STR	00	RC	001

DM 16-02-2007	Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione
– D.M. del 17/01/2018	Norme Tecniche per le costruzioni

Per la redazione della presente relazione si fa esplicito riferimento alle istruzioni CNR 10024/86 sulle "Analisi delle strutture mediante elaboratore: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo".

COMPLESSO SPORTIVO DI CHIAVAZZA - VIALE VENEZIA - RISTRUTTURAZIONE E POTENZIAMENTO: LOTTO B - CAMPO GIOCO E IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE			
Stazione Appaltante		R.T.P. di progettazione	
	Regione Piemonte Comune di Biella	 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.	 <b>AA</b> Andrea Valente Arnaldi
	RUP: Arch. Graziano Patergnani		
		Mandataria	Mandante

### 3. MODELLO GEOTECNICO

Le indagini di superficie e di profondità eseguite hanno evidenziato la presenza in sito di un livello di terreni alluvionali grossolani, aventi potenza compresa tra 2 e 4,5 m, caratterizzati da un basso grado d'addensamento (Unità geotecnica 1). Al di sotto di questi si ritrova un livello di materiali incoerenti da moderatamente addensati ad addensati, asseribili alla parte inferiore del materasso alluvionale e quella superiore del substrato roccioso (fortemente alterato e fratturato), la cui potenza varia da un minimo di 3 m fino a un massimo di 12 m (Unità geotecnica 2). Infine, alla base dell'intera sequenza si ritrovano i termini litoidi del substrato roccioso, mediamente integri e compatti e con un buon grado di consistenza (Unità geotecnica 3). Al fine della ricostruzione del modello geotecnico dell'area d'intervento, finalizzato a fornire tutti i dati geotecnici necessari per il progetto e le verifiche di stabilità e delle fondazioni, nonché per l'impostazione delle successive attività di monitoraggio, sulla base della stratigrafia ottenuta dalle indagini e prove eseguite, è stato possibile individuare le seguenti *unità litologiche* aventi caratteristiche geotecniche omogenee:

Unità litologica	Litologia	Profondità media	Tipo	Classificazione A.G.I.	VALORI MEDI		
					$\gamma_m$	$\varphi'_m$	$Cu_m$
		m da p.c.			t/m <sup>3</sup>	°	kg/cm <sup>2</sup>
1	Depositi alluvionali superficiali	0,0 – 3,5	Incoerente	Sciolti - Poco addensato	1,8	25	0,0
2	Depositi alluvionali e substrato roccioso fortemente alterato e fratturato	3,5 – 12,5	Incoerente	Moderatamente addensato - Addensato	2,2	32	0,0
3	Substrato roccioso mediamente integro e compatto	> 12,5	Coesivo	Consistente – Molto consistente	2,6	40	2,0

dove:

- $\gamma_m$ : peso di volume;
- $\varphi'_m$ : angolo di attrito interno efficace;
- $Cu_m$ : coesione non drenata.

Lo schema geotecnico valido per l'area d'intervento, dedotto dalle indagini eseguite è il seguente:

- piano campagna di riferimento locale: sub - orizzontale;
- profondità della falda: - 4 m da p.c. (riferimento: quota del campo sportivo attuale);
- terreno di fondazione: Unità litologica 1;
- volume significativo: Unità litologica 1+2+3;
- valori medi parametri: vedasi tabella precedente.



## 4. MATERIALI UTILIZZATI

### caratteristiche dei Materiali Impiegati

In ottemperanza alla Legge 5/11/71 n.1086 e alle prescrizioni delle NTC 2008, si redige la presente relazione sulla qualità, sulle caratteristiche e sui dosaggi dei materiali impiegati per la realizzazione delle strutture in oggetto.

### 4.1. Calcestruzzo per magrone di sottofondazione

#### CALCESTRUZZO MAGRO classe C12/15

Resistenza caratteristica cubica	$R_{ck} = 150 \text{ daN/cm}^2$
----------------------------------	---------------------------------

### 4.2. Calcestruzzo per opere di fondazione

Per le strutture di fondazione considerate in condizioni ambientali ordinarie si impiega calcestruzzo di classe C25/30

#### CALCESTRUZZO classe C25/30

Resistenza caratteristica cubica	30 MPa
Classe di esposizione	XC2
Rapporto acqua/cemento max	0.55
Dose minima cemento	280 kg/m <sup>3</sup>
Consistenza	S3-S4
Diametro massimo degli aggregati	30 mm
Copriferro	40 mm

#### **Tensioni di progetto del calcestruzzo per opere di fondazione allo S.L.U.**

Prendendo un calcestruzzo con  $R_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$  che appartiene alla classe C25/30 abbiamo:

$$f_{ck} = R_{ck} \times 0.83 = 30 \times 0.83 = 24.90 \text{ N/mm}^2 = f_{ck}$$

Compressione

$$f_{cd} = f_{ck} \times \alpha_{cc} / \gamma_c = 24.90 \times 0.85 / 1.5 = \mathbf{14.1 \text{ N/mm}^2} = \mathbf{f_{cd} \text{ resistenza di progetto del CLS a compressione.}}$$

Trazione

$$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c \quad \gamma_c = 1.5$$

COMPLESSO SPORTIVO DI CHIAVAZZA - VIALE VENEZIA - RISTRUTTURAZIONE E POTENZIAMENTO: LOTTO B - CAMPO GIOCO E IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

Stazione Appaltante

R.T.P.di progettazione



Regione Piemonte  
Comune di Biella

RUP:  
Arch. Graziano Patergnani



Mandataria



Andrea Valente Arnaldi

Mandante



PE	PROGETTO ESECUTIVO						
	PROGETTO STRUTTURALE				Elaborati Generali		
	Relazione di calcolo delle opere strutturali				PE	STR	00 RC 001 pag. 7/51

Dal paragrafo 11.2.10.2 del D.M.'08

Per classi  $\leq$  C 50/60

$$f_{ctm} = 0.30 f_{ck}^{(2/3)} = 0.30 \times 33.20^{(2/3)} = 2.55 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctk} = 0.7 f_{ctm} = 0.7 \times 2.55 = 1.79 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.79 / 1.5 = \mathbf{1.19 \text{ N/mm}^2} = \mathbf{f_{ctd} \text{ resistenza di progetto del CLS a trazione}}$$

#### Tensione tangenziale di ancoraggio

$$f_{bd} = f_{bk} / \gamma_c \quad \gamma_c = 1.5$$

$$f_{bk} = 2.25 \eta f_{ctk}$$

$\eta = 1.0$  per barre di diametro inferiore a 32 mm

$$f_{bk} = 2.25 \times 1.0 \times 1.79 = 4.02 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{bd} = 4.02 / 1.5 = \mathbf{2.68 \text{ N/mm}^2} = \mathbf{f_{bd} \text{ resistenza ultima del CLS a scorrimento}}$$

Nel caso di elementi piani (solette, pareti, ...) gettati in opera con calcestruzzi ordinari e con spessori di calcestruzzo minori di 50 mm i valori limite sopra scritti vanno ridotti del 20%.

#### Tensioni di progetto del cls allo S.L.E.

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

$$\sigma_c < 0.60 f_{ck} \text{ per combinazione caratteristica (rara)}$$

$$\sigma_c < 0.45 f_{ck} \text{ per combinazione quasi permanente.}$$

Nel caso di elementi piani (solette, pareti, ...) gettati in opera con calcestruzzi ordinari e con spessori di calcestruzzo minori di 50 mm i valori limite sopra scritti vanno ridotti del 20%.

Nel caso di combinazione rara

$$\sigma_c < 0.60 f_{ck} = 0.60 \times 24.90 = 14.94 \text{ N/mm}^2 = \sigma_c = \text{tensione massima di esercizio per il cls con comb rara}$$

Nel caso di combinazione quasi permanente

$$\sigma_c < 0.45 f_{ck} = 0.45 \times 24.90 = 11.20 \text{ N/mm}^2 = \sigma_c = \text{tensione massima di esercizio per il cls con comb quasi}$$

perm

#### Modulo elastico del calcestruzzo

$$E_{cm} = 22.000 \times [f_{cm} / 10]^{0.3} \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$f_{cm} = f_{ck} + 8 \text{ [N/mm}^2\text{]} \rightarrow f_{cm} = 24.90 + 8 = 32.90 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{cm} = 22000 \times [32.90 / 10]^{0.3} = 31447 \text{ N/mm}^2 = E_{cm}$$

COMPLESSO SPORTIVO DI CHIAVAZZA - VIALE VENEZIA - RISTRUTTURAZIONE E POTENZIAMENTO: LOTTO B - CAMPO GIOCO E IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE			
Stazione Appaltante		R.T.P. di progettazione	
	Regione Piemonte Comune di Biella	 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.	 <b>AA</b> Andrea Valente Arnaldi
	RUP: Arch. Graziano Patergnani		
		Mandataria	Mandante

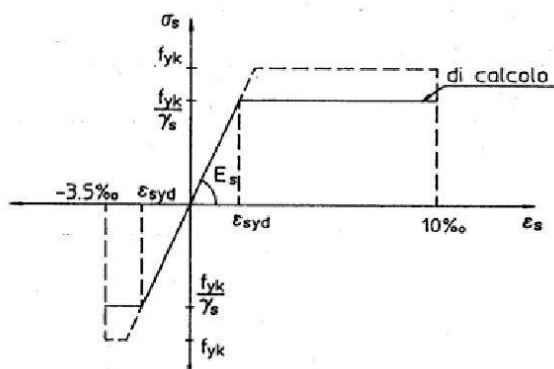
### 4.3. Acciaio per barre da C.A. e reti elettrosaldate

#### ACCIAIO B450C

Caratteristiche di resistenza adoperati nelle verifiche

$$f_{y,nom} = 450 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{t,nom} = 540 \text{ N/mm}^2$$



Modulo elastico	E	210000 N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente di Poisson	ν	0.3
Modulo di elasticità tangenziale $E/[2 \times (1 + \nu)]$	G	80769.23 N/mm <sup>2</sup>
Peso specifico	δ	7850.00 kg/m <sup>3</sup>

#### Tensioni di progetto dell'acciaio allo S.L.U.

Il D.M. '08 prescrive che gli acciai da cemento armato devono essere del tipo B 450 C

$$f_{yd} = f_{yk}/1,15 = 450/1,15 = \mathbf{391 \text{ N/mm}^2} = \mathbf{fyd \text{ resistenza di calcolo dell'acciaio.}}$$

#### Tensioni di progetto dell'acciaio allo S.L.E.

Per l'acciaio avente caratteristiche corrispondenti a quanto indicato al Cap. 11, la tensione massima,  $\sigma_s$  per effetto delle azioni dovute alla combinazione caratteristica deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_s < 0,8 f_{yk} = 450 \times 0,8 = \mathbf{360 \text{ N/mm}^2} = \mathbf{\text{tensione massima di esercizio per l'acciaio}}$$

PE	PROGETTO ESECUTIVO					
	PROGETTO STRUTTURALE			Elaborati Generali		
	Relazione di calcolo delle opere strutturali			PE	STR	00 RC 001 pag. 9/51

#### 4.4. Torre Faro

Il presente capitolo tratta il dimensionamento del plinto di fondazione delle quattro torri faro presenti a bordo campo. La torre faro in oggetto ha le seguenti dimensioni:

- $H_{tot} = 24.0m$  ;
- $\Phi$  base: 430mm;
- $\Phi$  base: 180mm;
- Spessori: 5mm a 4mm;

##### 4.4.1. Analisi dei carichi

###### Carichi permanenti

In fase di analisi sono stati considerati i seguenti pesi propri

Calcestruzzo armato 25.00 kN/mc

Acciaio 78.50 kN/mc

###### Azione del vento

Valutazione  $C_p$ :

###### **Palo:**

Circolare 02/02/2009 - C.3.3.10.5 "Torri con elementi tubolari a sezione circolare"

$C_p = 2.40$

###### **Apparecchiatura illuminante:**

In testa al palo sono presenti 18 apparecchi illuminanti disposti in 2 file fda 9 elementi. Gli elementi hanno le seguenti caratteristiche:

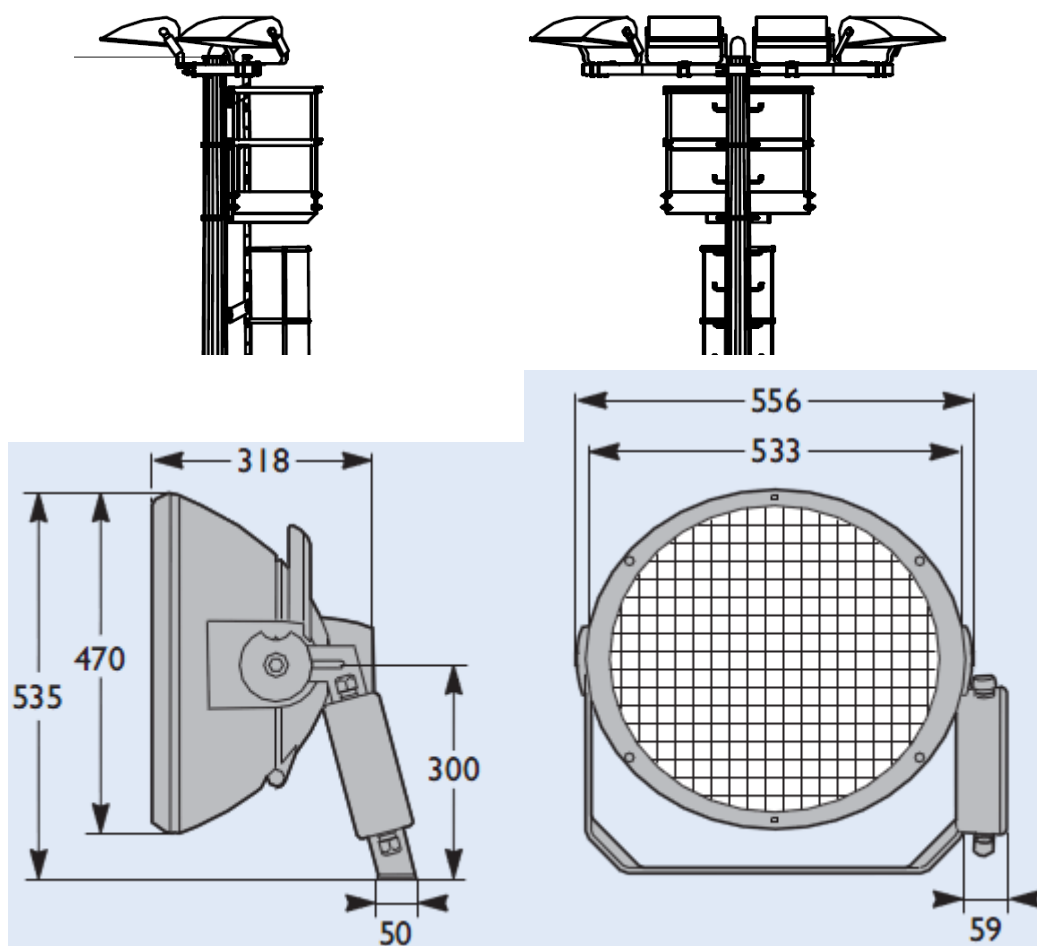
- Peso: 15 kg
- Altezza 532mm
- Lunghezza: 530mm
- Spessore: 80mm

Gli apparecchi illuminanti posti in testa al palo sono assimilati a insegne pertanto è presa a riferimento la trattazione descritta al punto G.7 della norma CNR DT207/2008 per "Insegne e tabelloni" per determinare il coefficiente di forza da considerare:

$c_f = 1,80$

La forza risultante dell'azione del vento sarà applicata con una eccentricità sull'orizzontale pari a  $b/4$ . Dove  $b$  è la dimensione orizzontale del pannello preso a riferimento.

COMPLESSO SPORTIVO DI CHIAVAZZA - VIALE VENEZIA - RISTRUTTURAZIONE E POTENZIAMENTO: LOTTO B - CAMPO GIOCO E IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE				
Stazione Appaltante		R.T.P.di progettazione		
	Regione Piemonte			
	Comune di Biella			
	RUP:			Mandataria
	Arch. Graziano Patergnani			



La configurazione dei proiettori è assimilabile come 1 pannello di altezza 0.55m e lunghezza 1.10m.

Zona vento = 1

Velocità base della zona,  $V_{b.o} = 25 \text{ m/s}$  (Tab. 3.3.I)

Altitudine base della zona,  $A_o = 1000 \text{ m}$  (Tab. 3.3.I)

Altitudine del sito,  $A_s = 420 \text{ m}$

Velocità di riferimento,  $V_b = 25.00 \text{ m/s}$  ( $V_b = V_{b.o}$  per  $A_s \leq A_o$ )

Periodo di ritorno,  $T_r = 50 \text{ anni}$

$C_r = 1$  per  $T_r = 50 \text{ anni}$

Velocità riferita al periodo di ritorno di progetto,  $V_r = V_b C_r = 25.00 \text{ m/s}$

Classe di rugosità del terreno: D

COMPLESSO SPORTIVO DI CHIAVAZZA - VIALE VENEZIA - RISTRUTTURAZIONE E POTENZIAMENTO: LOTTO B - CAMPO GIOCO E IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

Stazione Appaltante



Regione Piemonte  
Comune di Biella

RUP:  
Arch. Graziano Patergnani

R.T.P. di progettazione



3TI PROGETTI ITALIA  
INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.

Mandataria



Andrea Valente Arnaldi

Mandante

[Aree prive di ostacoli o con al di più rari ostacoli isolati (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, mare, laghi,...)]

Categoria esposizione: (Entroterra fino a 500 m di altitudine) tipo II

( $K_r = 0.19$ ;  $Z_o = 0.05$  m;  $Z_{min} = 4$  m)

Pressione cinetica di riferimento,  $q_b = 39$  daN/mq

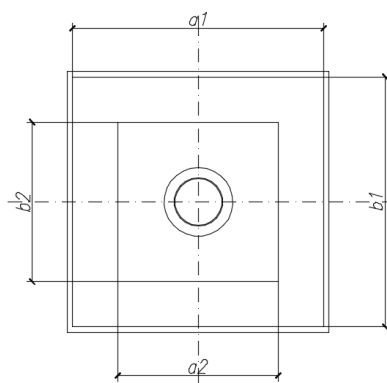
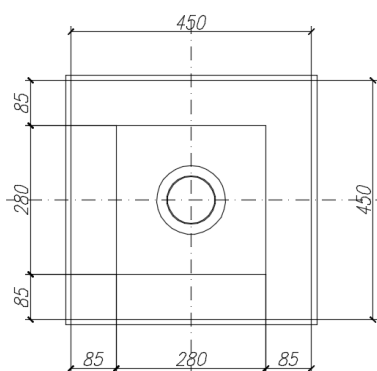
AZIONE DEL VENTO SULLA TORRE

VALORI PRESSIONE DEL VENTO SU PALO								
Quota dal p.c (m)	C <sub>p</sub>	C <sub>d</sub>	C <sub>e</sub>	q <sub>b</sub>	C <sub>t</sub>	P (daN/mq)	Sezione palo alla quota (m)	Azione (daN/m)
FINO A 4m	1.2	1	1.8	39	1	84.2	0.40	34.0
8	1.2	1	2.21	39	1	103.4	0.31	32.5
12	1.2	1	2.47	39	1	115.6	0.27	31.2
16	1.2	1	2.66	39	1	124.5	0.22	28.0
20	1.2	1	2.81	39	1	131.5	0.18	23.7
20	1.2	1	2.81	39	1	131.5	0.18	23.7
VALORI PRESSIONE DEL VENTO SU CORPO ILLUMINANTE								
Quota dal p.c (m)	C <sub>p</sub>	C <sub>d</sub>	C <sub>e</sub>	q <sub>b</sub>	C <sub>t</sub>	P (daN/mq)	Area tot corpo illuminante (mq)	Azione (daN)
21.5	1.8	1	2.81	39	1	197.3	1.1	217.0

#### 4.4.2. Verifica equilibrio

##### Verifica equilibrio

*PIANTA*  
1:100



COMPLESSO SPORTIVO DI CHIAVAZZA - VIALE VENEZIA - RISTRUTTURAZIONE E POTENZIAMENTO: LOTTO B - CAMPO GIOCO E IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

Stazione Appaltante



Regione Piemonte  
Comune di Biella

RUP:  
Arch. Graziano Patergnani

R.T.P. di progettazione



3TI PROGETTI ITALIA  
INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.

Mandataria



Andrea Valente Arnaldi

Mandante

VALORI PRESSIONE DEL VENTO SU PALO									
Quota dal p.c (m)	Cp	Cd	Ce	qb	Ct	P (daN/mq)	Sezione palo alla quota (m)	Azione (daN/m)	Mr (daNm)
FINO A 4m	1.2	1	1.8	39	1	84.2	0.40	34.0	
8	1.2	1	2.21	39	1	103.4	0.31	32.5	
12	1.2	1	2.47	39	1	115.6	0.27	31.2	
16	1.2	1	2.66	39	1	124.5	0.22	28.0	
20	1.2	1	2.81	39	1	131.5	0.18	23.7	
20	1.2	1	2.81	39	1	131.5	0.18	23.7	5770.4
VALORI PRESSIONE DEL VENTO SU CORPO ILLUMINANTE									
Quota dal p.c (m)	Cp	Cd	Ce	qb	Ct	P (daN/mq)	Area tot corpo illuminante (mq)	Azione (daN)	Mr (daNm)
20	1.8	1	2.81	39	1	197.3	1.1	217.0	4339.8

$\gamma_{equ}$	Mr
1.5	15165.3

PLINTO - CALCOLO AZIONE STABILIZZANTE									
a1	b1	h1	a2	b2	h2	$\gamma_{cls}$ (daN/M)	Ptot (daN)	$\gamma_{equ}$	Mst
4.5	4.5	1	2.8	2.8	1	2500	70225	0.9	142205.6
Verifica									
Mst/Mr									9.4

COMPLESSO SPORTIVO DI CHIAVAZZA - VIALE VENEZIA - RISTRUTTURAZIONE E POTENZIAMENTO: LOTTO B - CAMPO GIOCO E IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

Stazione Appaltante



Regione Piemonte  
Comune di Biella

RUP:  
Arch. Graziano Patergnani

R.T.P. di progettazione



Mandataria



Andrea Valente Arnaldi

Mandante

PE	PROGETTO ESECUTIVO						
	PROGETTO STRUTTURALE				Elaborati Generali		
	Relazione di calcolo delle opere strutturali				PE	STR	00 RC 001 pag. 13/51

#### 4.4.3. Verifica plinto

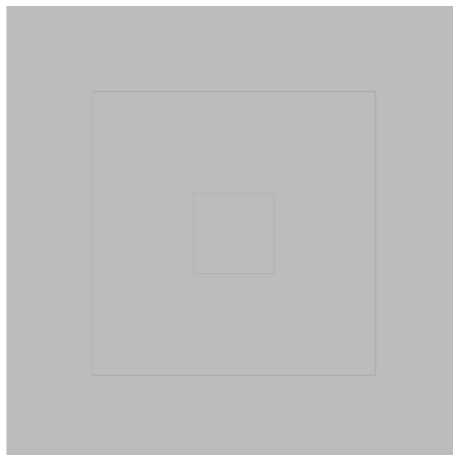
Nella modellazione si è considerata la presenza di fondazioni superficiali, schematizzando il suolo con un letto di molle elastiche di assegnata rigidezza. In direzione orizzontale si è considerata la struttura bloccata.

Per elementi nei quali si sono valutati i parametri geotecnici in funzione della stratigrafia sottostante si sono adottate le seguenti formulazioni di letteratura:

Metodo di calcolo della K verticale	Vesic
Metodo di calcolo della capacità portante	Vesic
Metodo di calcolo della pressione limite punta palo	Vesic

La resistenza limite offerta dai pali in direzione orizzontale e verticale è funzione dell'attrito e della coesione che si può sviluppare all'interfaccia con il terreno. Oltre ai dati del suolo, descritti nelle seguenti stratigrafie, hanno influenza anche i seguenti parametri:

Coefficiente di sicurezza per carico limite (fondazioni superficiali)	2.3
Coefficiente di sicurezza per scorrimento (fondazioni superficiali)	1.1



Rappresentazione in pianta di tutti gli elementi strutturali di fondazione.

COMPLESSO SPORTIVO DI CHIAVAZZA - VIALE VENEZIA - RISTRUTTURAZIONE E POTENZIAMENTO: LOTTO B - CAMPO GIOCO E IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE			
Stazione Appaltante		R.T.P. di progettazione	
	Regione Piemonte Comune di Biella	 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.	 <b>AA</b> Andrea Valente Arnaldi
	RUP: Arch. Graziano Patergnani		
		Mandataria	Mandante

## Elementi di fondazione

Fondazioni di plinti superficiali

**Descrizione breve:** descrizione breve usata nelle tabelle dei capitoli di plinti superficiali.

**Stratigrafia:** stratigrafia del terreno nel punto medio in pianta dell'elemento.

**Sondaggio:** è possibile indicare esplicitamente un sondaggio definito nelle preferenze oppure richiedere di estrapolare il sondaggio dalla definizione del sito espressa nelle preferenze.

**Estradosso:** distanza dalla quota superiore del sondaggio misurata in verticale con verso positivo verso l'alto.  
[cm]

**Deformazione volumetrica:** valore della deformazione volumetrica impiegato nel calcolo della pressione limite a rottura con la formula di Vesic. Il valore è adimensionale. Accetta anche il valore di default espresso nelle preferenze.

**Angolo pendio:** angolo del pendio rispetto l'orizzontale; il valore deve essere positivo per opere in sommità di un pendio mentre deve essere negativo per opere al piede di un pendio. [deg]

**K verticale:** coefficiente di sottofondo verticale del letto di molle. [kN/cm<sup>3</sup>]

**Limite compressione:** pressione limite di plasticizzazione a compressione del letto di molle. [kN/cm<sup>2</sup>]

**Limite trazione:** pressione limite di plasticizzazione a trazione del letto di molle. [kN/cm<sup>2</sup>]

Descrizione breve	Stratigrafia			Angolo pendio	K verticale	Limite compressione	Limite trazione
	Sondaggio	Estradosso	Deformazione volumetrica				
FP1	Biella	0		0	Da Stratigrafia (0.01571)	Da Stratigrafia (0.17997)	Da Stratigrafia (0)

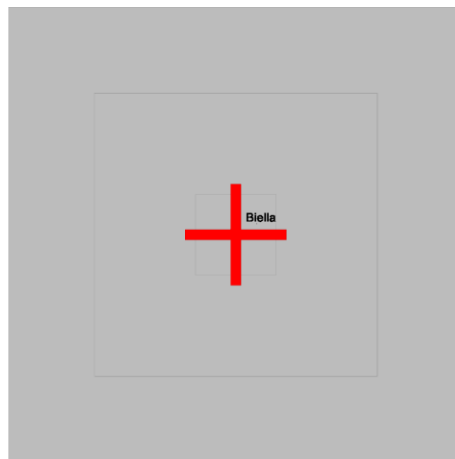


Immagine: planimetria della zona con indicate le posizioni delle verticali di indagine

<testo utente: si consiglia l'inserimento del programma delle indagini e delle prove geotecniche, i tipi di indagine condotte e le caratteristiche delle attrezzature impiegate (clic dx per modificare il paragrafo)>



PE	PROGETTO ESECUTIVO								
	PROGETTO STRUTTURALE				Elaborati Genarali				
	Relazione di calcolo delle opere strutturali				PE	STR	00	RC	001

## Sondaggi del sito

Vengono elencati in modo sintetico tutti i sondaggi risultanti dalle verticali di indagine condotte in sito, con l'indicazione dei terreni incontrati, degli spessori e dell'eventuale falda acquifera.

Nome attribuito al sondaggio: Biella

Coordinate planimetriche del sondaggio nel sistema globale scelto: 0, 0

Quota della sommità del sondaggio (P.C.) nel sistema globale scelto: 200

I valori sono espressi in cm

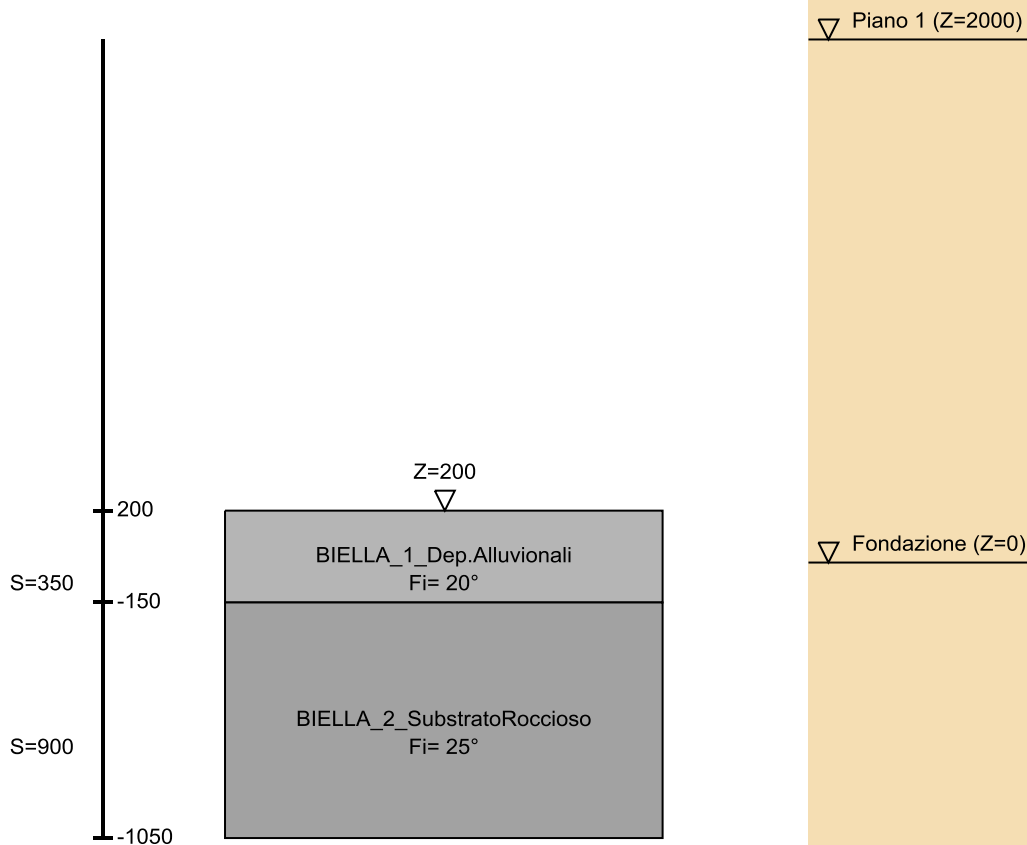


Immagine: Biella

## Stratigrafie

**Terreno:** terreno mediamente uniforme presente nello strato.

**Sp.:** spessore dello strato. [cm]

**Liqf:** indica se considerare lo strato come liquefacibile nelle combinazioni sismiche.

**Kor,i:** coefficiente K orizzontale al livello inferiore dello strato per modellazione palo. [kN/cm<sup>3</sup>]

**Kor,s:** coefficiente K orizzontale al livello superiore dello strato per modellazione palo. [kN/cm<sup>3</sup>]

**Kve,i:** coefficiente K verticale al livello inferiore dello strato per modellazione palo. [kN/cm<sup>3</sup>]

**Kve,s:** coefficiente K verticale al livello superiore dello strato per modellazione palo. [kN/cm<sup>3</sup>]

**Eel,s:** modulo elastico al livello superiore dello strato per calcolo cedimenti istantanei; 0 per non calcolarli. [kN/cm<sup>2</sup>]

**Eel,i:** modulo elastico al livello inferiore dello strato per calcolo cedimenti istantanei; 0 per non calcolarli. [kN/cm<sup>2</sup>]

COMPLESSO SPORTIVO DI CHIAVAZZA - VIALE VENEZIA - RISTRUTTURAZIONE E POTENZIAMENTO: LOTTO B - CAMPO GIOCO E IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE			
Stazione Appaltante		R.T.P.di progettazione	
	Regione Piemonte Comune di Biella		
	RUP: Arch. Graziano Patergnani		
		Mandataria	Mandante

PE	PROGETTO ESECUTIVO															
	PROGETTO STRUTTURALE								Elaborati Generali							
	Relazione di calcolo delle opere strutturali								PE	STR	00	RC	001	pag. 16/51		

**Eed,s:** modulo edometrico al livello superiore per calcolo cedimenti complessivi; 0 per non calcolarli. [kN/cm<sup>2</sup>]

**Eed,i:** modulo edometrico al livello inferiore per calcolo cedimenti complessivi; 0 per non calcolarli. [kN/cm<sup>2</sup>]

**CC,s:** coefficiente di compressione vergine CC al livello superiore per calcolo cedimenti di consolidazione; 0 per non calcolarli. Il valore è adimensionale.

**CC,i:** coefficiente di compressione vergine CC al livello inferiore per calcolo cedimenti di consolidazione; 0 per non calcolarli. Il valore è adimensionale.

**CR,s:** coefficiente di ricomprensione CR al livello superiore per calcolo cedimenti di consolidazione; 0 per non calcolarli. Il valore è adimensionale.

**CR,i:** coefficiente di ricomprensione CR al livello inferiore per calcolo cedimenti di consolidazione; 0 per non calcolarli. Il valore è adimensionale.

**E0,s:** indice dei vuoti E0 al livello superiore per calcolo cedimenti di consolidazione. Il valore è adimensionale.

**E0,i:** indice dei vuoti E0 al livello inferiore per calcolo cedimenti di consolidazione. Il valore è adimensionale.

**OCR,s:** indice di sovraconsolidazione OCR al livello superiore per calcolo cedimenti di consolidazione; 1 per terreno NC. Il valore è adimensionale.

**OCR,i:** indice di sovraconsolidazione OCR al livello inferiore per calcolo cedimenti di consolidazione; 1 per terreno NC. Il valore è adimensionale.

Terreno	Sp.	Liqf	Kor,i	Kor,s	Kve,i	Kve,s	Eel,s	Eel,i	Eed,s	Eed,i	CC,s	CC,i	CR,s	CR,i	E0,s	E0,i	OCR,s	OCR,i
BIELLA 1 Dep.Alluvionali	350	No	0.015	0.01	0.01	0.01	9	9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
BIELLA 2 SubstratoRoccioso	900	No	0.015	0.01	0.01	0.01	9	9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1

## Terreni

**Descrizione:** descrizione o nome assegnato all'elemento.

**Coesione:** coesione efficace del terreno. [kN/cm<sup>2</sup>]

**Coesione non drenata:** coesione non drenata (Cu) del terreno, per terreni eminentemente coesivi. [kN/cm<sup>2</sup>]

**Attrito interno:** angolo di attrito interno del terreno. [deg]

**δ:** angolo di attrito all'interfaccia terreno-cla. [deg]

**Coeff. di Adesione:** coeff. di adesione della coesione all'interfaccia terreno-cla, compreso tra 0 ed 1. Il valore è adimensionale.

**Coeff. di spinta K0:** coefficiente di spinta a riposo del terreno. Il valore è adimensionale.

**γ naturale:** peso specifico naturale del terreno in sito, assegnato alle zone non immerse. [kN/cm<sup>3</sup>]

**γ saturo:** peso specifico saturo del terreno in sito, assegnato alle zone immerse. [kN/cm<sup>3</sup>]

**E:** modulo elastico longitudinale del terreno. [kN/cm<sup>2</sup>]

**v:** coefficiente di Poisson del terreno. Il valore è adimensionale.

**Rqd:** rock quality degree. Per roccia assume valori nell'intervallo (0;1]. Il valore convenzionale 0 indica che si tratta di un terreno sciolto. Il valore è adimensionale.

**Permeabilità Kh:** permeabilità orizzontale. Permeabilità orizzontale del terreno. [cm/s]

**Permeabilità Kv:** permeabilità verticale. Permeabilità verticale del terreno. [cm/s]

Descrizione	Coesione	Coesione non drenata	Attrito interno	δ	Coeff. di Adesione	Coeff. di spinta K0	γ naturale	γ saturo	E	v	Rqd	Permeabilità Kh	Permeabilità Kv
Ghiaia	0	0	38	25	1	0.38	1.95E-5	2.15E-5	9	0.3	0	0.1	0.01
BIELLA 1 Dep.Alluvionali	0	0	20	20	1	0.66	1.80E-5	2.15E-5	9	0.3	0	0.1	0.01
BIELLA 2 SubstratoRoccioso	0	0	25	25	1	0.58	2.20E-5	2.30E-5	9	0.3	0	0.1	0.01

## Modellazione del sottosuolo e metodi di analisi e di verifica

Modellazione del sottosuolo e metodi di analisi e di verifica: contiene la descrizione del modello di calcolo adottato per il suolo, con i relativi parametri di modellazione; sono indicati anche gli eventuali metodi adottati per ricavare i parametri di modellazione ed i metodi e le condizioni con cui sono condotte le verifiche geotecniche.

## Modello di fondazione

Le travi di fondazione sono modellate tramite uno specifico elemento finito che gestisce il suolo elastico alla Winkler. Le fondazioni a plinto superficiale sono modellate con un numero elevato di molle verticali elastiche agenti su nodi collegati rigidamente al nodo centrale. Le fondazioni a platea sono modellate con l'inserimento di molle verticali elastiche agenti nei nodi delle mesh.

COMPLESSO SPORTIVO DI CHIAVAZZA - VIALE VENEZIA - RISTRUTTURAZIONE E POTENZIAMENTO: LOTTO B - CAMPO GIOCO E IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE															
Stazione Appaltante								R.T.P. di progettazione							
				Regione Piemonte Comune di Biella											
RUP: Arch. Graziano Patergnani								Mandataria				Mandante			

PE	PROGETTO ESECUTIVO						
	PROGETTO STRUTTURALE				Elaborati Generali		
	Relazione di calcolo delle opere strutturali				PE	STR	00 RC 001 pag. 17/51

### Verifica di scorrimento

La verifica di scorrimento della fondazione superficiale viene eseguita considerando le caratteristiche del terreno immediatamente sottostante al piano di posa della fondazione, ricavato in base alla stratigrafia associata all'elemento, e trascurando, a favore di sicurezza, l'eventuale spinta passiva laterale.

Qualora l'elemento in verifica sia formato da parti non omogenee tra loro, ad esempio una travata in cui le singole travi di fondazione siano associate ad un differente sondaggio, verranno condotte verifiche geotecniche distinte sui singoli tratti.

Lo scorrimento di una fondazione avviene nel momento in cui le componenti delle forze parallele al piano di contatto tra fondazione e terreno vincono l'attrito e la coesione terreno-fondazione e, qualora fosse presente, la spinta passiva laterale.

Il coefficiente di sicurezza a scorrimento si ottiene dal rapporto tra le forze stabilizzanti di progetto ( $R_d$ ) e quelle instabilizzanti ( $E_d$ ):

$$R_d = (N \cdot \tan(\varphi) + c_a \cdot B \cdot L + \alpha \cdot S_p) / \gamma_{Rs}$$

$$E_d = \sqrt{T_x^2 + T_y^2}$$

dove:

$N$  = risultante delle forze normali al piano di scorrimento;

$T_x, T_y$  = componenti delle forze tangenziali al piano di scorrimento;

$\tan(\varphi)$  = coefficiente di attrito terreno-fondazione;

$c_a$  = aderenza alla base, pari alla coesione del terreno di fondazione o ad una sua frazione;

$B, L$  = dimensioni della fondazione;

$\alpha$  = fattore di riduzione della spinta passiva;

$S_p$  = spinta passiva dell'eventuale terreno laterale;

$\gamma_{rs}$  = fattore di sicurezza parziale per lo scorrimento;

Le normative prevedono che il fattore di sicurezza a scorrimento  $FS=R_d/E_d$  sia non minore di un prefissato limite.

COMPLESSO SPORTIVO DI CHIAVAZZA - VIALE VENEZIA - RISTRUTTURAZIONE E POTENZIAMENTO: LOTTO B - CAMPO GIOCO E IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE			
Stazione Appaltante		R.T.P. di progettazione	
	Regione Piemonte Comune di Biella	 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.	 <b>AA</b> Andrea Valente Arnaldi
	RUP: Arch. Graziano Patergnani		
		Mandataria	Mandante

PE	PROGETTO ESECUTIVO						
	PROGETTO STRUTTURALE				Elaborati Generali		
	Relazione di calcolo delle opere strutturali				PE	STR	00 RC 001 pag. 18/51

### Verifica di capacità portante

La verifica di capacità portante della fondazione superficiale viene eseguita mediante formulazioni di letteratura geotecnica considerando le caratteristiche dei terreni sottostanti al piano di posa della fondazione, ricavati in base alla stratigrafia associata all'elemento.

Qualora l'elemento in verifica sia formato da parti non omogenee tra loro, ad esempio una travata in cui le singole travi di fondazione siano associate ad un differente sondaggio, verranno condotte verifiche geotecniche distinte sui singoli tratti.

La verifica viene fatta raffrontando la portanza di progetto ( $R_d$ ) con la sollecitazione di progetto ( $E_d$ ); la prima deriva dalla portanza calcolata con metodi della letteratura geotecnica, ridotta da opportuni fattori di sicurezza parziali; la seconda viene valutata ricavando la risultante della sollecitazione scaricata al suolo con una integrazione delle pressioni nel tratto di calcolo. Le normative prevedono che il fattore di sicurezza alla capacità portante, espresso come rapporto tra il carico ultimo di progetto della fondazione ( $R_d$ ) ed il carico agente ( $E_d$ ), sia non minore di un prefissato limite.

La portanza di una fondazione rappresenta il carico ultimo trasmissibile al suolo prima di arrivare alla rottura del terreno. Le formule di calcolo presenti in letteratura sono nate per la fondazione nastriforme indefinita ma aggiungono una serie di termini correttivi per considerare le effettive condizioni al contorno della fondazione, esprimendo la capacità portante ultima in termini di pressione limite agente su di una fondazione equivalente soggetta a carico centrato.

La determinazione della capacità portante ai fini della verifica è stata condotta secondo il metodo di Vesic, che viene descritto nei paragrafi successivi.

### Metodo di Vesic

La capacità portante valutata attraverso la formula di Vesic risulta, nel caso generale:

$$Q_{lim} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + \frac{1}{2} \gamma' \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot b_\gamma \cdot g_\gamma$$

Nel caso di terreno eminentemente coesivo ( $\phi = 0$ ) tale relazione diventa:

$$Q_{lim} = (2 + \pi) \cdot c_u \cdot (1 + s'_c + d'_c - i'_c - b'_c - g'_c) + q$$

COMPLESSO SPORTIVO DI CHIAVAZZA - VIALE VENEZIA - RISTRUTTURAZIONE E POTENZIAMENTO: LOTTO B - CAMPO GIOCO E IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE			
Stazione Appaltante		R.T.P. di progettazione	
 <p>Regione Piemonte Comune di Biella</p> <p>RUP: Arch. Graziano Patergnani</p>		 <p>3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.</p> <p>Mandataria</p>	
		 <p>Andrea Valente Arnaldi Mandante</p>	

PE	PROGETTO ESECUTIVO								
	PROGETTO STRUTTURALE				Elaborati Genarali				
	Relazione di calcolo delle opere strutturali				PE	STR	00	RC	001

dove:

$\gamma$  = peso di volume efficace dello strato di fondazione;

$B$  = larghezza efficace della fondazione ( $B = B_f - 2e$ );

$L$  = lunghezza efficace della fondazione ( $L = L_f - 2e$ );

$c$  = coesione dello strato di fondazione;

$c_u$  = coesione non drenata dello strato di fondazione;

$q$  = sovraccarico del terreno sovrastante il piano di fondazione;

$N_c, N_q, N_\gamma$  = fattori di capacità portante;

$s_c, s_q, s_\gamma$  = fattori di forma della fondazione;

$d_c, d_q, d_\gamma$  = fattori di profondità del piano di posa della fondazione;

$i_c, i_q, i_\gamma$  = fattori di inclinazione del carico;

$b_c, b_q, b_\gamma$  = fattori di inclinazione della base della fondazione;

$g_c, g_q, g_\gamma$  = fattori di inclinazione del piano campagna;

Nel caso di piano di campagna inclinato ( $\beta > 0$ ) e  $\phi = 0$ , Vesic propone l'aggiunta, nella formula sopra definita, del termine

$0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma$  con  $N_\gamma = -2 \cdot \tan \beta$

Per la teoria di Vesic i coefficienti sopra definiti assumono le espressioni che seguono:

COMPLESSO SPORTIVO DI CHIAVAZZA - VIALE VENEZIA - RISTRUTTURAZIONE E POTENZIAMENTO: LOTTO B - CAMPO GIOCO E IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE			
Stazione Appaltante		R.T.P. di progettazione	
	Regione Piemonte Comune di Biella	 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.	 <b>AA</b> Andrea Valente Arnaldi
	RUP: Arch. Graziano Patergnani		
		Mandataria	Mandante

PE	PROGETTO ESECUTIVO								
	PROGETTO STRUTTURALE				Elaborati Genarali				
	Relazione di calcolo delle opere strutturali				PE	STR	00	RC	001

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \text{ctg} \phi; \quad N_q = \text{tg}^2 \left( 45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \cdot e^{(\pi \cdot \text{tg} \phi)}; \quad N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \text{tg} \phi$$

$$s_c = 1 + \frac{B}{L} \cdot \frac{N_q}{N_c}; \quad s'_c = 0.2 \cdot \frac{B}{L}; \quad s_q = 1 + \frac{B}{L} \cdot \text{tg} \phi; \quad s_\gamma = 1 - 0.4 \cdot \frac{B}{L}$$

$$d_c = 1 + 0.4 \cdot k; \quad d'_c = 0.4 \cdot k; \quad d_q = 1 + 2 \cdot k \cdot \text{tg} \phi \cdot (1 - \sin \phi)^2; \quad d_\gamma = 1$$

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}; \quad i'_c = \frac{m \cdot H}{B \cdot L \cdot c_a \cdot N_c}; \quad i_q = \left( 1 - \frac{H}{V + B \cdot L \cdot c_a \cdot \text{ctg} \phi} \right)^m;$$

$$i_\gamma = \left( 1 - \frac{H}{V + B \cdot L \cdot c_a \cdot \text{ctg} \phi} \right)^{m+1}$$

$$g_c = 1 - \frac{\beta^o}{147^o}; \quad g'_c = \frac{\beta^o}{147^o}; \quad g_q = (1 - \text{tg} \beta)^2; \quad g_\gamma = g_q$$

$$b_c = 1 - \frac{\eta^o}{147^o}; \quad b'_c = \frac{\eta^o}{147^o}; \quad b_q = (1 - \eta \cdot \text{tg} \phi)^2; \quad b_\gamma = b_q$$

$$k = \frac{D}{B_f} \quad (\text{se } \frac{D}{B_f} \leq 1); \quad k = \arctg \left( \frac{D}{B_f} \right) \quad (\text{se } \frac{D}{B_f} > 1); \quad m = \frac{2 + \frac{B}{L}}{1 + \frac{B}{L}}$$

nelle quali si sono considerati i seguenti dati:

phi = angolo di attrito dello strato di fondazione;

ca = aderenza alla base della fondazione;

nu = inclinazione del piano di posa della fondazione sull'orizzontale (nu = 0 se orizzontale);

beta = inclinazione del pendio;

H = componente orizzontale del carico trasmesso sul piano di posa della fondazione;

V = componente verticale del carico trasmesso sul piano di posa della fondazione;

D = profondità del piano di posa della fondazione dal piano campagna;

#### Influenza degli strati sulla capacità portante

Le formulazioni utilizzate per la portanza prevedono la presenza di uno stesso terreno nella zona interessata dalla potenziale rottura. In prima approssimazione lo spessore di tale zona è pari a:

$$H = \frac{1}{2} \cdot B \cdot \tan(45^\circ + \phi / 2)$$

COMPLESSO SPORTIVO DI CHIAVAZZA - VIALE VENEZIA - RISTRUTTURAZIONE E POTENZIAMENTO: LOTTO B - CAMPO GIOCO E IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE			
Stazione Appaltante		R.T.P. di progettazione	
 Regione Piemonte Comune di Biella  RUP: Arch. Graziano Patergnani		 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.  Mandataria	
		 <b>AA</b> Andrea Valente Arnaldi Mandante	

PE	PROGETTO ESECUTIVO						
	PROGETTO STRUTTURALE				Elaborati Generali		
	Relazione di calcolo delle opere strutturali				PE	STR	00 RC 001 pag. 21/51

In presenza di stratificazioni di terreni diversi all'interno di tale zona, il calcolo diventa più complesso; non esiste una metodologia univoca per questi casi, differenti autori hanno proposto soluzioni diverse a seconda dei casi che si possono presentare. In prima approssimazione, nel caso di stratificazioni, viene trovata una media delle caratteristiche dei terreni, pesata sullo spessore degli strati interessati. Nel caso in cui il primo strato incontrato sia coesivo viene anche verificato che la compressione media agente sulla fondazione non superi la tensione limite di espulsione, circostanza che provocherebbe il rifluimento del terreno da sotto la fondazione, rendendo impossibile la portanza.

La tensione limite di espulsione  $q_{ult}$  per terreno coesivo viene calcolata come:

$$q_{ult} = 4c + q$$

dove  $c$  è la coesione e  $q$  è il sovraccarico agente sul piano di posa.

#### Influenza del sisma sulla capacità portante

La capacità portante nelle combinazioni sismiche viene valutata mediante l'estensione di procedure classiche al caso di azione sismica.

L'**effetto inerziale** prodotto dalla struttura in elevazione sulla fondazione può essere considerato tenendo conto dell'effetto dell'inclinazione (rapporto tra forze  $T$  parallele al piano di posa e carico normale  $N$ ) e dell'eccentricità (rapporto tra momento  $M$  e carico normale  $N$ ) delle azioni in fondazione, e produce variazioni di tutti i coefficienti di capacità portante del carico limite, oltre alla riduzione dell'area efficace.

L'**effetto cinematico** si manifesta per effetto dell'inerzia delle masse del suolo sotto la fondazione come una riduzione della resistenza teorica calcolata in condizioni statiche; tale riduzione è in funzione del coefficiente sismico orizzontale  $k_h$ , cioè dell'accelerazione normalizzata massima attesa al suolo, e delle caratteristiche del suolo. L'effetto è più marcato su terreni granulari, mentre nei suoli coesivi è poco rilevante.

Per tener conto nella determinazione del carico limite di tali effetti inerziali vengono introdotti nelle combinazioni sismiche anche i fattori correttivi e (earthquake), valutati secondo **Paolucci e Pecker**:

$$e_q = \left(1 - \frac{k_h}{\lg \phi}\right)^{0.35} ; \quad e_c = 1 - 0.32 \cdot k_h ; \quad e_\gamma = e_q$$

## 8 Verifiche delle fondazioni

COMPLESSO SPORTIVO DI CHIAVAZZA - VIALE VENEZIA - RISTRUTTURAZIONE E POTENZIAMENTO: LOTTO B - CAMPO GIOCO E IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE			
Stazione Appaltante		R.T.P. di progettazione	
	Regione Piemonte Comune di Biella	 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.	 <b>AA</b> Andrea Valente Arnaldi Mandantaria
	RUP: Arch. Graziano Patergnani		

PE	PROGETTO ESECUTIVO					
	PROGETTO STRUTTURALE			Elaborati Generali		
	Relazione di calcolo delle opere strutturali			PE	STR	00 RC 001 pag. 22/51

*Verifiche delle fondazioni: contiene la descrizione degli stati limite considerati, gli approcci e le combinazioni di calcolo adottate; vengono poi elencate le pressioni e gli spostamenti massimi e minimi raggiunti nei diversi SL e le verifiche condotte sulle fondazioni presenti, superficiali e profonde.*

Le verifiche nei confronti degli Stati Limite ultimi SLU strutturali (STR) e geotecnici (GEO) sono state effettuate applicando la combinazione (A1+M1+R3) di coefficienti parziali prevista dall'approccio 2:

DA1.2 - Approccio 2:

- Combinazione 1:(A1+M1+R3)

Le verifiche strutturali delle fondazioni in combinazioni sismiche sono state condotte in campo sostanzialmente elastico.

<testo utente: si consiglia di integrare il paragrafo con la descrizione e la motivazione dell'approccio adottato e degli altri eventuali stati limite considerati nelle verifiche (clic dx per modificare il paragrafo)>

## 8.1 Verifiche plinti superficiali

**Comb.:** combinazione

**$\sigma_{t\ max}$ :** massimo valore della pressione di compressione [kN/cm<sup>2</sup>]

**$\sigma_{t\ min}$ :** minimo valore della pressione di compressione [kN/cm<sup>2</sup>]

**$\sigma_{t\ verifica}$ :** valore di confronto della pressione di compressione [kN/cm<sup>2</sup>]

**Verifica:** stato di verifica

**Asse di rotazione:** asse di rotazione considerato (lato fondazione)

**x1:** ascissa punto 1 [cm]

**y1:** ordinata punto 1 [cm]

**x2:** ascissa punto 2 [cm]

**y2:** ordinata punto 2 [cm]

**$\gamma_R$ :** coefficiente parziale sulla resistenza di progetto

**Mrib:** momento ribaltante rispetto all'asse di rotazione [kN\*cm]

**Mstb:** momento stabilizzante rispetto all'asse di rotazione [kN\*cm]

**c.s.:** coefficiente di sicurezza

**$\sigma_x + \sigma_y$ :** somma delle tensioni nelle due direzioni [kN/cm<sup>2</sup>]

**$\sigma_{limite}$ :** massima tensione di normativa [kN/cm<sup>2</sup>]

**Descrizione:** descrizione del terreno

**$\gamma_{naturale}$ :** peso specifico naturale del terreno [kN/cm<sup>3</sup>]

**$\gamma_{saturo}$ :** peso specifico saturo del terreno [kN/cm<sup>3</sup>]

**Angolo Attrito Interno:** angolo di attrito interno del terreno [deg]

**Angolo Attrito  $\delta$ :** angolo di attrito all'interfaccia fondazione [deg]

**Coesione Efficace:** coesione efficace del terreno [kN/cm<sup>2</sup>]

**Coesione Non Drenata:** coesione non drenata del terreno [kN/cm<sup>2</sup>]

**Coeff. Adesione:** coefficiente di adesione della coesione

COMPLESSO SPORTIVO DI CHIAVAZZA - VIALE VENEZIA - RISTRUTTURAZIONE E POTENZIAMENTO: LOTTO B - CAMPO GIOCO E IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE			
Stazione Appaltante		R.T.P.di progettazione	
	Regione Piemonte Comune di Biella	 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.	 Andrea Valente Arnaldi Mandante
	RUP: Arch. Graziano Patergnani		
		Mandataria	



PE	PROGETTO ESECUTIVO					
	PROGETTO STRUTTURALE			Elaborati Generali		
	Relazione di calcolo delle opere strutturali			PE	STR	00 RC 001 pag. 23/51

**Azione orizz.:** componente orizzontale del carico [kN]  
**Azione vert.:** componente verticale del carico [kN]  
**Cond.:** resistenza valutata a breve o lungo termine (BT - LT)  
**Adesione:** adesione di progetto [kN/cm<sup>2</sup>]  
**Attrito:** angolo di attrito di progetto [deg]  
**Laterale:** resistenza passiva laterale unitaria di progetto [kN/cm<sup>2</sup>]  
**Rd:** resistenza alla traslazione di progetto [kN]  
**Ed:** azione di progetto [kN]  
**Rd/Ed:** coefficiente di sicurezza allo scorrimento  
**Cmb:** combinazione  
**Fx:** componente lungo x del carico [kN]  
**Fy:** componente lungo y del carico [kN]  
**Fz:** componente verticale del carico [kN]  
**Mx:** componente lungo x del momento [kN\*cm]  
**My:** componente lungo y del momento [kN\*cm]  
**B':** larghezza efficace [cm]  
**L':** lunghezza efficace [cm]  
**Cnd:** condizione valutazione resistenza a breve o lungo termine (BT - LT)  
**Coes:** coesione di progetto [kN/cm<sup>2</sup>]  
**Phi:** angolo di attrito di progetto [deg]  
**Peso:** peso specifico del terreno di progetto [kN/cm<sup>3</sup>]  
**Ovl:** sovraccarico laterale da piano di posa [kN/cm<sup>2</sup>]  
**Amax:** accelerazione normalizzata massima attesa al suolo  
**Rd:** resistenza alla rottura del complesso di progetto [kN]  
**Ed:** azione di progetto (sforzo normale al piano di posa) [kN]  
**Rd/Ed:** coefficiente di sicurezza alla capacità portante  
**Note:** note di verifica (1 Ipotesi errate, 2 Espulsione coesivo, 3 Inclinazione eccessiva, 4 Eccentricità eccessiva, 5 Carico eccessivo)  
**N:**  
**Nq:** fattore di capacità portante per il termine di sovraccarico  
**Nc:** fattore di capacità portante per il termine coesivo  
**Ng:** fattore di capacità portante per il termine attritivo  
**S:**  
**Sq:** fattore correttivo di capacità portante per forma (shape), per il termine di sovraccarico  
**Sc:** fattore correttivo di capacità portante per forma (shape), per il termine coesivo  
**Sg:** fattore correttivo di capacità portante per forma (shape), per il termine attritivo  
**D:**  
**Dq:** fattore correttivo di capacità portante per approfondimento (deep), per il termine di sovraccarico  
**Dc:** fattore correttivo di capacità portante per approfondimento (deep), per il termine coesivo  
**Dg:** fattore correttivo di capacità portante per approfondimento (deep), per il termine attritivo  
**I:**  
**Iq:** fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del carico, per il termine di sovraccarico  
**Ic:** fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del carico, per il termine coesivo  
**Ig:** fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del carico, per il termine attritivo  
**G:**  
**Gq:** fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del pendio, per il termine di sovraccarico  
**Gc:** fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del pendio, per il termine coesivo  
**Gg:** fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del pendio, per il termine attritivo  
**P:**  
**Pq:** fattore correttivo di capacità portante per punzonamento, per il termine di sovraccarico  
**Pc:** fattore correttivo di capacità portante per punzonamento, per il termine coesivo  
**Pg:** fattore correttivo di capacità portante per punzonamento, per il termine attritivo  
**E:**  
**Eq:** fattore correttivo di capacità portante per sisma (earthquake) per il termine di sovraccarico  
**Ec:** fattore correttivo di capacità portante per sisma (earthquake) per il termine coesivo  
**Eg:** fattore correttivo di capacità portante per sisma (earthquake) per il termine attritivo  
**Desc.:** descrizione  
**Tipo sez.:** asse o filo pilastro, filo risega  
**M:** momento flettente [kN\*cm]  
**Mu:** momento ultimo [kN\*cm]  
**Fessurata:** stato fessurato o non fessurato  
**σC:** tensione nel calcestruzzo [kN/cm<sup>2</sup>]  
**σF:** tensione nell'acciaio [kN/cm<sup>2</sup>]  
**wd:** apertura delle fessure [cm]  
**Elemento punzonante:** elemento punzonante, pilastro o dado/bicchiera  
**d:** altezza utile [cm]  
**Perimetro:** lunghezza utile del perimetro [cm]

COMPLESSO SPORTIVO DI CHIAVAZZA - VIALE VENEZIA - RISTRUTTURAZIONE E POTENZIAMENTO: LOTTO B - CAMPO GIOCO E IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE				
Stazione Appaltante		R.T.P.di progettazione		
	Regione Piemonte	 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.	 Andrea Valente Arnaldi	
	Comune di Biella			
	RUP: Arch. Graziano Patergnani			Mandataria
				Mandante

PE	PROGETTO ESECUTIVO					
	PROGETTO STRUTTURALE			Elaborati Generali		
	Relazione di calcolo delle opere strutturali			PE	STR	00 RC 001 pag. 24/51

**Perim. minim.:** perimetro critico con lati non attivi  
**N:** carico dal pilastro [kN]  
 **$\beta$ :** coefficiente UNI EN 1992-1-1 (6.38)  
**Peso cono:** peso del cono punzonato e del suolo sovrastante [kN]  
**Reazione suolo:** reazione del suolo di fondazione [kN]  
 **$V_{Ed,red}$ :** tensione tangenziale [kN/cm<sup>2</sup>]  
 **$V_{Rd,max}$ :** resistenza in adiacenza al pilastro [kN/cm<sup>2</sup>]  
**Elem. punz.:** elemento punzonante, pilastro o dado/bicchiere  
**Offset:** distanza dal bordo pilastro del perimetro critico [cm]  
**Perim. utile:** lunghezza utile del perimetro [cm]  
 **$\rho_l$ :** densità di armatura tesa  
 **$V_{Rd}$ :** resistenza in assenza di armature a taglio [kN/cm<sup>2</sup>]  
**Asw:** area efficace di ferri piegati [cm<sup>2</sup>]  
 **$V_{Rd,cs}$ :** resistenza in presenza di armature a taglio [kN/cm<sup>2</sup>]  
**Vert.:** vertice  
**x:** coordinata x [cm]  
**y:** coordinata y [cm]  
**Sezione di normale:** orientamento della sezione  
**N pil.:** sforzo normale dal pilastro nella combinazione [kN]  
**Fx pil.:** taglio X dal pilastro nella combinazione [kN]  
**Fy pil.:** taglio Y dal pilastro nella combinazione [kN]  
**Mx pil.:** momento X dal pilastro nella combinazione [kN\*cm]  
**My pil.:** momento Y dal pilastro nella combinazione [kN\*cm]  
**N par:** sforzo normale nella sezione di verifica della parete [kN]  
**M par:** momento flettente nella sezione di verifica della parete [kN\*cm]  
**Nu par:** sforzo normale ultimo nella sezione di verifica della parete [kN]  
**Mu par:** momento ultimo nella sezione di verifica della parete [kN\*cm]  
**N:** sforzo normale [kN]  
**Direzione X:** direzione di verifica  
 **$\beta$ :** inclinazione sull'orizzontale del puntone [deg]  
**F'sd/2:** risultante applicata C.N.R. 10025/84 2.1.1.2. [kN]  
**Compr.:** sforzo normale in un puntone [kN]  
**Compr. limite:** resistenza di calcolo di un puntone [kN]  
**Trazione:** trazione nel tirante verticale [kN]  
**Area tirante:** area del tirante [cm<sup>2</sup>]  
**Direzione Y:** direzione di verifica  
**Mx:** momento flettente su sezione di base asse x [kN\*cm]  
**My:** momento flettente su sezione di base asse y [kN\*cm]  
**Coeff.s.:** coefficiente di sicurezza a pressoflessione  
**Vx:** sforzo di taglio su sezione di base lungo x [kN]  
**Vy:** sforzo di taglio su sezione di base lungo y [kN]  
**Vrdx:** taglio ultimo x in assenza di staffature [4.1.14] [kN]  
**Vrdy:** taglio ultimo y in assenza di staffature [4.1.14] [kN]  
**Vrsdx:** taglio ultimo x dovuto alla presenza di armatura trasversale [kN]  
**Vrsdy:** taglio ultimo y dovuto alla presenza di armatura trasversale [kN]  
**Vrcdx:** taglio x che produce la rottura delle bielle di calcestruzzo [kN]  
**Vrcdy:** taglio y che produce la rottura delle bielle di calcestruzzo [kN]

Le unità di misura delle verifiche elencate nel capitolo sono in [cm, kN, deg] ove non espressamente specificato.

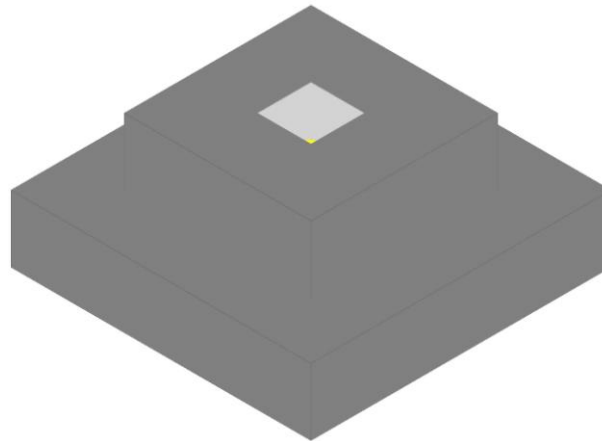
COMPLESSO SPORTIVO DI CHIAVAZZA - VIALE VENEZIA - RISTRUTTURAZIONE E POTENZIAMENTO: LOTTO B - CAMPO GIOCO E IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE				
Stazione Appaltante		R.T.P.di progettazione		
	Regione Piemonte	 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.	 Andrea Valente Arnaldi	
	Comune di Biella			
	RUP: Arch. Graziano Patergnani			Mandataria
				Mandante

PE	PROGETTO ESECUTIVO					
	PROGETTO STRUTTURALE			Elaborati Generali		
	Relazione di calcolo delle opere strutturali			PE	STR	00 RC 001 pag. 25/51

## Plinto (0; 0)

Verifiche condotte secondo D.M. 17 gennaio 2018

### Geometria



### Caratteristiche dei materiali

Calcestruzzo: C25/30; Resistenza cubica caratteristica Rck: 3

Acciaio per armatura: B450C; Fyk: 45

### Caratteristiche geometriche

**Suola:** dimensione x: 450; dimensione y: 450; spessore: 100

**Dado:** dimensione x: 280; dimensione y: 280; spessore: 100

**Bicchiera:** dimensione x: 80; dimensione y: 80; profondità: 150

**Pilastro circolare:** diametro: 43

**Copriferri:** suola: 7.5; dado: 4

### Pressioni raggiunte sul terreno

Famiglia "Limite ultimo"

Coefficiente di sicurezza minimo 4.61

Comb.	ot max	ot min	ot verifica	Verifica
SLU 2	-0.0035	-0.0057	-0.0261	Si
SLU 1	-0.0025	-0.0046	-0.0261	Si

Famiglia "Limite ultimo sismico"

COMPLESSO SPORTIVO DI CHIAVAZZA - VIALE VENEZIA - RISTRUTTURAZIONE E POTENZIAMENTO: LOTTO B - CAMPO GIOCO E IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE			
Stazione Appaltante		R.T.P.di progettazione	
	Regione Piemonte Comune di Biella	 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.	 <b>AA</b> Andrea Valente Arnaldi
	RUP: Arch. Graziano Patergnani		
		Mandataria	Mandante

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica

Coefficiente di sicurezza minimo 6.73

Comb.	ot max	ot min	ot verifica	Verifica
SLV 9	-0.0032	-0.0039	-0.0261	Si
SLV 10	-0.0032	-0.0039	-0.0261	Si
SLV 11	-0.0032	-0.0039	-0.0261	Si
SLV 12	-0.0032	-0.0039	-0.0261	Si
SLV 13	-0.0032	-0.0039	-0.0261	Si

### Verifiche a ribaltamento

Famiglia "Equilibrio", Famiglia "Limite ultimo", Famiglia "Limite ultimo sismico"

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica

Coefficiente di sicurezza minimo 8.57

Comb.	Asse di rotazione					yR	Mrib	Mstb	c.s.	Verifica
	x1	y1	x2	y2						
SLU 1	225	-225	225	225	225	1.15	16296	139721.31	8.57	Si
SLU 1	225	-225	225	225	225	1.15	16296	139721.31	8.57	Si
SLU 2	225	-225	225	225	225	1.15	16296	181555.52	11.14	Si
SLU 2	225	-225	225	225	225	1.15	16296	181555.52	11.14	Si
SLV 16	225	-225	225	225	225	1	5245.09	160589.5	30.62	Si

### Verifiche geotecniche di scorrimento e capacità portante

Caratteristiche del terreno a contatto con il piano di posa della fondazione

Descrizione	y naturale	y saturo	Angolo Attrito Interno	Angolo Attrito δ	Coesione Efficace	Coesione Non Drenata	Coeff. Adesione
BIELLA 2 SubstratoRoccioso	0.000022	0.000023	25	25	0	0	1

Caratteristiche del terreno di progetto per la capacità portante della fondazione

Descrizione	y naturale	y saturo	Angolo Attrito Interno	Angolo Attrito δ	Coesione Efficace	Coesione Non Drenata	Coeff. Adesione
Suolo medio nel bulbo di influenza	0.000022	0.000023	25	25	0	0	1

### Verifica di scorrimento

Famiglia "Limite ultimo"

Coefficiente di sicurezza minimo a scorrimento 26.37

Comb.	Azione orizz.	Azione vert.	Cond.	Adesione	Attrito	Laterale	yR	Rd	Ed	Rd/Ed	Verifica
SLU 1	11.48	-714.13	LT	0	25	0	1.1	302.73	11.48	26.37	Si
SLU 2	11.48	-927.95	LT	0	25	0	1.1	393.37	11.48	34.27	Si

Famiglia "Limite ultimo sismico"

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica

Coefficiente di sicurezza minimo a scorrimento 120.33

Comb.	Azione orizz.	Azione vert.	Cond.	Adesione	Attrito	Laterale	yR	Rd	Ed	Rd/Ed	Verifica
SLV 13	2.51	-713.73	LT	0	25	0	1.1	302.56	2.51	120.33	Si
SLV 14	2.51	-713.73	LT	0	25	0	1.1	302.56	2.51	120.33	Si
SLV 15	2.51	-713.73	LT	0	25	0	1.1	302.56	2.51	120.33	Si

COMPLESSO SPORTIVO DI CHIAVAZZA - VIALE VENEZIA - RISTRUTTURAZIONE E POTENZIAMENTO: LOTTO B - CAMPO GIOCO E IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

Stazione Appaltante

R.T.P.di progettazione



Regione Piemonte  
Comune di Biella

RUP:  
Arch. Graziano Patergnani



3TI PROGETTI ITALIA  
INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.

Mandataria



Andrea Valente Arnaldi

Mandante

Comb.	Azione orizz.	Azione vert.	Cond.	Adesione	Attrito	Laterale	yR	Rd	Ed	Rd/Ed	Verifica
SLV 16	2.51	-713.73	LT	0	25	0	1.1	302.56	2.51	120.33	Si
SLV 9	2.32	-713.73	LT	0	25	0	1.1	302.56	2.32	130.68	Si

### Verifica di capacità portante

Famiglia "Limite ultimo"

Coefficiente di sicurezza minimo per portanza 2.66

Cmb	Fx	Fy	Fz	Mx	My	B'	L'	Cnd	Coes	Phi	Peso	Ovl	Amax	yR	Rd	Ed	Rd/Ed	Note	Verifica
SLV 2	11.48	0	-927.95	0	16296	415	450	LT	0	25	0.000022	0	0	2.3	2464.64	927.95	2.66		Si
SLV 1	11.48	0	-714.13	0	16296	404	450	LT	0	25	0.000022	0	0	2.3	2353.31	714.13	3.3		Si

Fattori di capacità portante in Famiglia "Limite ultimo"

N			S			D			I			G			P			E		
Nq	Nc	Ng	Sq	Sc	Sg	Dq	Dc	Dg	Iq	Ic	Ig	Gq	Gc	Gg	Pq	Pc	Pg	Eq	Ec	Eg
10.7	20.7	10.9	1.43	1.47	0.63	1	1	1	0.98	0.98	0.97	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10.7	20.7	10.9	1.42	1.46	0.64	1	1	1	0.98	0.97	0.96	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Famiglia "Limite ultimo sismico"

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica

Coefficiente di sicurezza minimo per portanza 3.73

Cmb	Fx	Fy	Fz	Mx	My	B'	L'	Cnd	Coes	Phi	Peso	Ovl	Amax	yR	Rd	Ed	Rd/Ed	Note	Verifica
SLV 16	2.51	0.09	-713.73	-121.68	5245.09	435	450	LT	0	25	0.000022	0	0.01	2.3	2661.43	713.73	3.73		Si
SLV 14	2.51	-0.09	-713.73	121.68	5245.09	435	450	LT	0	25	0.000022	0	0.01	2.3	2661.43	713.73	3.73		Si
SLV 13	2.51	-0.09	-713.73	121.68	5245.09	435	450	LT	0	25	0.000022	0	0.01	2.3	2661.43	713.73	3.73		Si
SLV 15	2.51	0.09	-713.73	-121.68	5245.09	435	450	LT	0	25	0.000022	0	0.01	2.3	2661.43	713.73	3.73		Si
SLV 12	2.29	0.32	-713.73	-405.59	4961.53	436	449	LT	0	25	0.000022	0	0.01	2.3	2662.24	713.73	3.73		Si

Fattori di capacità portante in Famiglia "Limite ultimo sismico"

N			S			D			I			G			P			E		
Nq	Nc	Ng	Sq	Sc	Sg	Dq	Dc	Dg	Iq	Ic	Ig	Gq	Gc	Gg	Pq	Pc	Pg	Eq	Ec	Eg
10.7	20.7	10.9	1.45	1.5	0.61	1	1	1	0.99	0.99	0.99	1	1	1	1	1	1	0.99	1	0.99
10.7	20.7	10.9	1.45	1.5	0.61	1	1	1	0.99	0.99	0.99	1	1	1	1	1	1	0.99	1	0.99
10.7	20.7	10.9	1.45	1.5	0.61	1	1	1	0.99	0.99	0.99	1	1	1	1	1	1	0.99	1	0.99
10.7	20.7	10.9	1.45	1.5	0.61	1	1	1	0.99	0.99	0.99	1	1	1	1	1	1	0.99	1	0.99
10.7	20.7	10.9	1.45	1.5	0.61	1	1	1	0.99	0.99	0.99	1	1	1	1	1	1	0.99	1	0.99

### Verifiche della suola

Superficie su cui è valutata la pressione del suolo: rettangolare a filo pilastro e a filo dado

Non sono state richieste le verifiche a taglio della suola.

Armatura inferiore in direzione X 10 diam. 16 mm Armatura superiore in direzione X 7 diam. 16 mm

Armatura inferiore in direzione Y 10 diam. 16 mm Armatura superiore in direzione Y 7 diam. 16 mm

Famiglia "Limite ultimo"

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica

COMPLESSO SPORTIVO DI CHIAVAZZA - VIALE VENEZIA - RISTRUTTURAZIONE E POTENZIAMENTO: LOTTO B - CAMPO GIOCO E IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

Stazione Appaltante

R.T.P. di progettazione



Regione Piemonte  
Comune di Biella

RUP:  
Arch. Graziano Patergnani



3TI PROGETTI ITALIA  
INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.

Mandataria



Andrea Valente Arnaldi

Mandante

Coefficiente di sicurezza minimo a flessione 15.72

Desc.	Tipo sez.	Comb.	M	Mu	Verifica
norm.X+	filo pil.	SLU 2	13010.09	204553.26	Si
norm.X+	filo pil.	SLU 1	11634.25	204553.26	Si
norm.X+	filo ris.	SLU 2	3690.72	71345.48	Si
norm.X-	filo pil.	SLU 1	-2333.1	-50624.08	Si
norm.X+	filo ris.	SLU 1	3193.45	71345.48	Si

Famiglia "Esercizio rara"

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica

Valori limite: oc lim. 1.494 of lim. 36

Coefficiente di sicurezza minimo per verifica tensioni 335.63

Desc.	Tipo sez.	Comb.	M	Fessurata	$\sigma C$	$\sigma F$	Verifica
norm.X+	filo pil.	SLE RA 1	9329.09	no	-0.004	0.021	Si
norm.X+	filo ris.	SLE RA 1	2691.01	no	-0.004	0.019	Si
norm.Y+	filo pil.	SLE RA 1	4632.17	no	-0.002	0.01	Si
norm.Y-	filo pil.	SLE RA 1	4632.17	no	-0.002	0.01	Si
norm.Y+	filo ris.	SLE RA 1	1665.61	no	-0.002	0.012	Si

Famiglia "Esercizio frequente"

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica

Valori limite di apertura fessure: w lim. 0.04

Coefficiente di sicurezza minimo per apertura fessure 999

Desc.	Tipo sez.	Comb.	M	Fessurata	wd	Verifica
norm.X+	filo pil.	SLE FR 1	9329.09	no	0	Si
norm.X+	filo ris.	SLE FR 1	2691.01	no	0	Si
norm.Y+	filo pil.	SLE FR 1	4632.17	no	0	Si
norm.Y+	filo ris.	SLE FR 1	1665.61	no	0	Si
norm.X-	filo pil.	SLE FR 1	-64.76	no	0	Si

Famiglia "Esercizio quasi permanente"

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica

Valori limite: oc lim. 1.121 w lim. 0.03

Coefficiente di sicurezza minimo per verifica tensioni 350.17

Coefficiente di sicurezza minimo per apertura fessure 999

Desc.	Tipo sez.	Comb.	M	Fessurata	$\sigma C$	wd	Verifica
norm.X+	filo pil.	SLE QP 1	6706.36	no	-0.003	0	Si
norm.X+	filo pil.	SLE QP 2	6706.36	no	-0.003	0	Si
norm.X+	filo ris.	SLE QP 1	2118.43	no	-0.003	0	Si
norm.X+	filo ris.	SLE QP 2	2118.43	no	-0.003	0	Si
norm.Y+	filo pil.	SLE QP 1	4632.17	no	-0.002	0	Si

Famiglia "Limite ultimo sismico"

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica

Coefficiente di sicurezza minimo a flessione 24.76

Desc.	Tipo sez.	Comb.	M	Mu	Verifica
norm.X+	filo pil.	SLV 16	6879.96	170377.63	Si
norm.X+	filo pil.	SLV 15	6879.96	170377.63	Si
norm.X+	filo pil.	SLV 14	6879.96	170377.63	Si
norm.X+	filo pil.	SLV 13	6879.96	170377.63	Si
norm.X+	filo pil.	SLV 12	6758.44	170377.63	Si

COMPLESSO SPORTIVO DI CHIAVAZZA - VIALE VENEZIA - RISTRUTTURAZIONE E POTENZIAMENTO: LOTTO B - CAMPO GIOCO E IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

Stazione Appaltante

R.T.P.di progettazione



Regione Piemonte  
Comune di Biella

RUP:  
Arch. Graziano Patergnani



3TI PROGETTI ITALIA  
INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.

Mandataria



Andrea Valente Arnaldi

Mandante

PE	PROGETTO ESECUTIVO								
	PROGETTO STRUTTURALE				Elaborati Genarali				
	Relazione di calcolo delle opere strutturali				PE	STR	00	RC	001

## Verifiche a punzonamento

Famiglia "Limite ultimo"

Verifiche in adiacenza all'elemento punzonante (perimetro U0)

Coefficiente di sicurezza minimo 15.78

Comb.	Elemento punzonante	d	Perimetro	Perim. minim.	N	$\beta$	Peso cono	Reazione suolo	VEd,red	VRd,max	Verifica
SLU 2	pilastro	40.9	135	no	-15.03	9.17	1.8	6.61	0.0179	0.2822	Si
SLU 1	pilastro	40.9	135	no	-11.88	11.33	1.8	5.09	0.0177	0.2822	Si

Verifiche a distanza  $\leq 2d$  dall'elemento punzonante (perimetro U1)

Coefficiente di sicurezza minimo 57.76

Comb.	Elem. punz.	d	Offset	Perim. utile	Perim. minim.	N	$\beta$	Peso cono	Reazione suolo	VEd,red	p_l	VRd	Asw	VRd,cs	Verifica
SLU 1	pilastro	40.9	6.5	176	no	-11.88	10.74	2.41	8.68	0.0084	0.0013	0.4836	0	0	Si
SLU 2	pilastro	40.9	6.5	176	no	-15.03	8.7	2.41	11.27	0.0083	0.0013	0.4836	0	0	Si

Coordinate del perimetro del cono punzonante a distanza 6.5 dal pilastro

Vert.	x	y	Vert.	x	y	Vert.	x	y	Vert.	x	y	Vert.	x	y	Vert.	x	y
1	28.1	0	2	27.5	5.5	3	25.9	10.7	4	23.3	15.6	5	19.9	19.9	6	15.6	23.3
7	10.7	25.9	8	5.5	27.5	9	0	28.1	10	-5.5	27.5	11	-10.7	25.9	12	-15.6	23.3
13	-19.9	19.9	14	-23.3	15.6	15	-25.9	10.7	16	-27.5	5.5	17	-28.1	0	18	-27.5	-5.5
19	-25.9	-10.7	20	-23.3	-15.6	21	-19.9	-19.9	22	-15.6	-23.3	23	-10.7	-25.9	24	-5.5	-27.5
25	0	-28.1	26	5.5	-27.5	27	10.7	-25.9	28	15.6	-23.3	29	19.9	-19.9	30	23.3	-15.6
31	25.9	-10.7	32	27.5	-5.5												

Famiglia "Limite ultimo sismico"

Verifiche in adiacenza all'elemento punzonante (perimetro U0)

Coefficiente di sicurezza minimo 41.06

Comb.	Elemento punzonante	d	Perimetro	Perim. minim.	N	$\beta$	Peso cono	Reazione suolo	VEd,red	VRd,max	Verifica
SLV 13	pilastro	40.9	135	no	-11.48	4.62	1.8	5.09	0.0069	0.2822	Si
SLV 14	pilastro	40.9	135	no	-11.48	4.62	1.8	5.09	0.0069	0.2822	Si
SLV 15	pilastro	40.9	135	no	-11.48	4.62	1.8	5.09	0.0069	0.2822	Si
SLV 16	pilastro	40.9	135	no	-11.48	4.62	1.8	5.09	0.0069	0.2822	Si
SLV 9	pilastro	40.9	135	no	-11.48	4.45	1.8	5.09	0.0066	0.2822	Si

Verifiche a distanza  $\leq 2d$  dall'elemento punzonante (perimetro U1)

Coefficiente di sicurezza minimo 151.14

Comb.	Elem. punz.	d	Offset	Perim. utile	Perim. minim.	N	$\beta$	Peso cono	Reazione suolo	VEd,red	p_l	VRd	Asw	VRd,cs	Verifica
SLV 13	pilastro	40.9	6.5	176	no	-11.48	4.41	2.41	8.67	0.0032	0.0013	0.4836	0	0	Si
SLV 14	pilastro	40.9	6.5	176	no	-11.48	4.41	2.41	8.67	0.0032	0.0013	0.4836	0	0	Si
SLV 15	pilastro	40.9	6.5	176	no	-11.48	4.41	2.41	8.67	0.0032	0.0013	0.4836	0	0	Si
SLV 16	pilastro	40.9	6.5	176	no	-11.48	4.41	2.41	8.67	0.0032	0.0013	0.4836	0	0	Si
SLV 9	pilastro	40.9	6.5	176	no	-11.48	4.25	2.41	8.67	0.0031	0.0013	0.4836	0	0	Si

Coordinate del perimetro del cono punzonante a distanza 6.5 dal pilastro

Vert.	x	y	Vert.	x	y	Vert.	x	y	Vert.	x	y	Vert.	x	y	Vert.	x	y
1	28.1	0	2	27.5	5.5	3	25.9	10.7	4	23.3	15.6	5	19.9	19.9	6	15.6	23.3

COMPLESSO SPORTIVO DI CHIAVAZZA - VIALE VENEZIA - RISTRUTTURAZIONE E POTENZIAMENTO: LOTTO B - CAMPO GIOCO E IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

Stazione Appaltante



Regione Piemonte  
Comune di Biella

RUP:  
Arch. Graziano Patergnani

R.T.P. di progettazione



3TI PROGETTI ITALIA  
INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.



Andrea Valente Arnaldi

Mandataria

Mandante

Vert.	x	y	Vert.	x	y	Vert.	x	y	Vert.	x	y	Vert.	x	y	Vert.	x	y
7	10.7	25.9	8	5.5	27.5	9	0	28.1	10	-5.5	27.5	11	-10.7	25.9	12	-15.6	23.3
13	-19.9	19.9	14	-23.3	15.6	15	-25.9	10.7	16	-27.5	5.5	17	-28.1	0	18	-27.5	-5.5
19	-25.9	-10.7	20	-23.3	-15.6	21	-19.9	-19.9	22	-15.6	-23.3	23	-10.7	-25.9	24	-5.5	-27.5
25	0	-28.1	26	5.5	-27.5	27	10.7	-25.9	28	15.6	-23.3	29	19.9	-19.9	30	23.3	-15.6
31	25.9	-10.7	32	27.5	-5.5												

### Verifiche del bicchiere

Verifiche delle pareti per tensoflessione e taglio del bordo superiore

Sezione B=50 H=100

Armatura interna 5 diam.12 armatura esterna 5 diam.12

Famiglia "Limite ultimo"

Coefficiente di sicurezza minimo a tensoflessione 3.54

Sezione di normale	Comb.	N pil.	Fx pil.	Fy pil.	Mx pil.	My pil.	N par	M par	Nu par	Mu par	Verifica
X	SLU 1	-11.88	11.48	0	0	14000	77.89	2149.05	275.6	7603.74	Si
X	SLU 2	-15.03	11.48	0	0	14000	77.89	2149.05	275.6	7603.74	Si
Y	SLU 1	-11.88	11.48	0	0	14000	0	2149.05	0	20465.16	Si
Y	SLU 2	-15.03	11.48	0	0	14000	0	2149.05	0	20465.16	Si

Famiglia "Esercizio rara"

Valori limite:  $\sigma_c$  lim. 1.494  $\sigma_f$  lim. 36

Coefficiente di sicurezza minimo per verifica tensioni 89.23

Sezione di normale	Comb.	N	M	Fessurata	$\sigma_c$	$\sigma_f$	Verifica
Y	SLE RA 1	0	1446.41	no	-0.017	0.1	Si
X	SLE RA 1	52.43	1446.41	no	-0.006	0.167	Si

Famiglia "Esercizio frequente"

Valori limite di apertura fessure: w lim. 0.04

Coefficiente di sicurezza minimo per apertura fessure 999

Sezione di normale	Comb.	N	M	Fessurata	wd	Verifica
X	SLE FR 1	52.43	1446.41	no	0	Si
Y	SLE FR 1	0	1446.41	no	0	Si

Famiglia di combinazioni Famiglia "Esercizio quasi permanente"

Si stampano le situazioni più gravose per tipo di verifica

Valori limite:  $\sigma_c$  lim. 1.121 w lim. 0.03

Coefficiente di sicurezza minimo per verifica tensioni 149.21

Coefficiente di sicurezza minimo per verifica apertura fessure 999

Sezione di normale	Comb.	N	M	Fessurata	$\sigma_c$	wd	Verifica
Y	SLE QP 1	0	648.71	no	-0.008	0	Si
Y	SLE QP 2	0	648.71	no	-0.008	0	Si
X	SLE QP 1	23.51	648.71	no	-0.003	0	Si
X	SLE QP 2	23.51	648.71	no	-0.003	0	Si

Famiglia "Limite ultimo sismico"

COMPLESSO SPORTIVO DI CHIAVAZZA - VIALE VENEZIA - RISTRUTTURAZIONE E POTENZIAMENTO: LOTTO B - CAMPO GIOCO E IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

Stazione Appaltante

R.T.P.di progettazione



Regione Piemonte  
Comune di Biella

RUP:  
Arch. Graziano Patergnani



3TI PROGETTI ITALIA  
INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.

Mandataria



Andrea Valente Arnaldi

Mandante



<b>PE</b>	PROGETTO ESECUTIVO										
	PROGETTO STRUTTURALE							Elaborati Generali			
	Relazione di calcolo delle opere strutturali							PE	STR	00	RC 001 pag. 31/51

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica

Coefficiente di sicurezza minimo a tensoflessione 10.77

Sezione di normale	Comb.	N pil.	Fx pil.	Fy pil.	Mx pil.	My pil.	N par	M par	Nu par	Mu par	Verifica
X	SLV 16	-11.48	2.37	0.05	-102.77	4742.57	25.34	714.37	273.03	7696.24	Si
X	SLV 15	-11.48	2.37	0.05	-102.77	4742.57	25.34	714.37	273.03	7696.24	Si
X	SLV 14	-11.48	2.37	-0.05	102.77	4742.57	25.34	714.37	273.03	7696.24	Si
X	SLV 13	-11.48	2.37	-0.05	102.77	4742.57	25.34	714.37	273.03	7696.24	Si
X	SLV 9	-11.48	2.25	-0.17	342.57	4502.77	24.06	714.37	267.58	7944.06	Si

Verifiche delle pareti nel funzionamento tirante-puntone

Non solo le armature di spigolo sono prese in conto in verifica.

Armatura verticale 40 diam.16 mm ( 24 di spigolo 8 di parete X 8 di parete Y)

Spessore puntoni 100

Famiglia "Limite ultimo"

Coefficiente di sicurezza minimo 13.5

					Direzione X						Direzione Y								Verifica
Comb.	Fx pil.	Fy pil.	Mx pil.	My pil.	β	F'sd/2	Compr.	Compr. limite	Trazione	Area tirante	β	F'sd/2	Compr.	Compr. limite	Trazione	Area tirante	αx+αy	σ limite	
SLV 1	11.48	0	0	14000	31	77.89	90.77	6086.07	46.61	16.08	31	0	0	6086.07	0	16.08	2.9	39.13	Si
SLV 2	11.48	0	0	14000	31	77.89	90.77	6086.07	46.61	16.08	31	0	0	6086.07	0	16.08	2.9	39.13	Si

Famiglia "Limite ultimo sismico"

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica

Coefficiente di sicurezza minimo 40.62

					Direzione X						Direzione Y								Verifica
Comb.	Fx pil.	Fy pil.	Mx pil.	My pil.	β	F'sd/2	Compr.	Compr. limite	Trazione	Area tirante	β	F'sd/2	Compr.	Compr. limite	Trazione	Area tirante	αx+αy	σ limite	
SLV 9	2.25	-0.17	342.57	4502.77	31	24.06	28.04	6086.07	14.4	16.08	31	1.83	2.13	6086.07	1.1	16.08	0.96	39.13	Si
SLV 10	2.25	-0.17	342.57	4502.77	31	24.06	28.04	6086.07	14.4	16.08	31	1.83	2.13	6086.07	1.1	16.08	0.96	39.13	Si
SLV 11	2.25	0.17	-342.57	4502.77	31	24.06	28.04	6086.07	14.4	16.08	31	1.83	2.13	6086.07	1.1	16.08	0.96	39.13	Si
SLV 12	2.25	0.17	-342.57	4502.77	31	24.06	28.04	6086.07	14.4	16.08	31	1.83	2.13	6086.07	1.1	16.08	0.96	39.13	Si
SLV 13	2.37	-0.05	102.77	4742.57	31	25.34	29.53	6086.07	15.17	16.08	31	0.55	0.64	6086.07	0.33	16.08	0.96	39.13	Si

Verifiche della sezione anulare di base

Armature verticali 40 diam.16 mm

Famiglia "Limite ultimo"

Coefficiente di sicurezza minimo a pressoflessione 256.27

Coefficiente di sicurezza minimo a taglio 85.51

Comb.	N	Mx	My	Coeff.s.	Vx	Vy	Vrdx	Vrddy	Vrsdx	Vrsdy	Vrcdx	Vrcdy	Verifica
SLV 1	-182.38	0	15148	256.27	11.48	0	981.68	981.68	955.92	955.92	11449.62	11449.62	Si
SLV 2	-183.01	0	15148	256.33	11.48	0	981.73	981.73	955.92	955.92	11449.69	11449.69	Si

Famiglia "Esercizio rara"

Valori limite: oc lim. 1.494 of lim. 36

COMPLESSO SPORTIVO DI CHIAVAZZA - VIALE VENEZIA - RISTRUTTURAZIONE E POTENZIAMENTO: LOTTO B - CAMPO GIOCO E IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE										
Stazione Appaltante					R.T.P.di progettazione					
 Regione Piemonte Comune di Biella  RUP: Arch. Graziano Patergnani					 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.					 <b>AA</b> Andrea Valente Arnaldi
					Mandataria					Mandante

PE	PROGETTO ESECUTIVO								
	PROGETTO STRUTTURALE				Elaborati Genarali				
	Relazione di calcolo delle opere strutturali				PE	STR	00	RC	001

Coefficiente di sicurezza minimo per verifica tensioni 282.06

Comb.	N	Mx	My	Fessurata	$\sigma C$	$\sigma F$	Verifica
SLE RA 1	-182.3	0	10200	no	-0.005	0.001	Si

Famiglia "Esercizio frequente"

Valori limite di apertura fessure: w lim. 0.04

Coefficiente minimo per verifica apertura fessure 999

Comb.	N	Mx	My	Fessurata	wd	Verifica
SLE FR 1	-182.3	0	10200	no	0	Si

Famiglia "Esercizio quasi permanente"

Valori limite:  $\sigma c$  lim. 1.121 w lim. 0.03

Coefficiente di sicurezza minimo per verifica tensioni 296.89

Coefficiente di sicurezza minimo per verifica apertura fessure 999

Comb.	N	Mx	My	Fessurata	$\sigma C$	wd	Verifica
SLE QP 1	-182.3	0	4620	no	-0.004	0	Si
SLE QP 2	-182.3	0	4620	no	-0.004	0	Si

Famiglia "Limite ultimo sismico"

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica

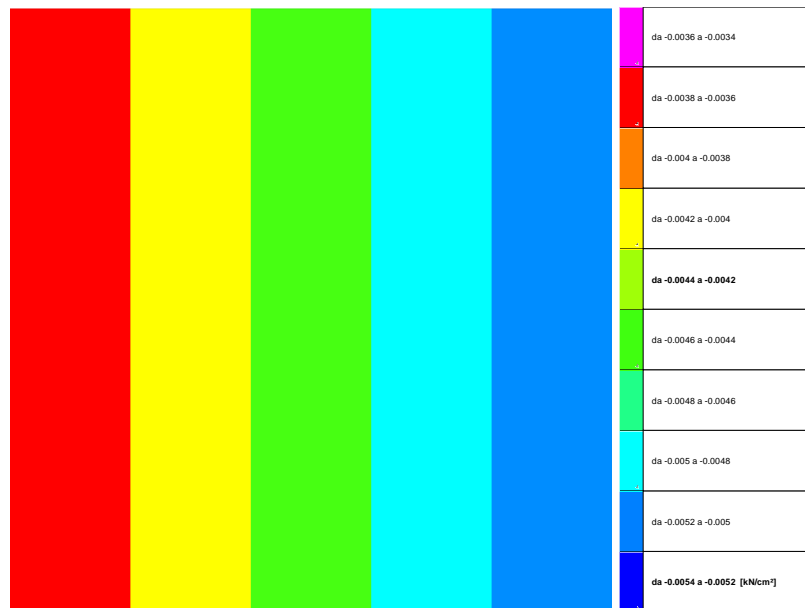
Coefficiente di sicurezza minimo a pressoflessione 418

Coefficiente di sicurezza minimo a taglio 413.99

Comb.	N	Mx	My	Coeff.s.	Vx	Vy	Vrdx	Vrdy	Vrsdx	Vrsdy	Vrcdx	Vrcdy	Verifica
SLV 13	-182.3	97.63	4979.7	418	2.37	-0.05	981.68	981.68	955.92	955.92	11449.61	11449.61	Si
SLV 14	-182.3	97.63	4979.7	418	2.37	-0.05	981.68	981.68	955.92	955.92	11449.61	11449.61	Si
SLV 15	-182.3	-97.63	4979.7	418	2.37	0.05	981.68	981.68	955.92	955.92	11449.61	11449.61	Si
SLV 16	-182.3	-97.63	4979.7	418	2.37	0.05	981.68	981.68	955.92	955.92	11449.61	11449.61	Si
SLV 9	-182.3	325.44	4727.91	421.06	2.25	-0.17	981.68	981.68	955.92	955.92	11449.61	11449.61	Si

COMPLESSO SPORTIVO DI CHIAVAZZA - VIALE VENEZIA - RISTRUTTURAZIONE E POTENZIAMENTO: LOTTO B - CAMPO GIOCO E IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE			
Stazione Appaltante		R.T.P.di progettazione	
	Regione Piemonte Comune di Biella	 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.	 Andrea Valente Arnaldi Mandante
	RUP: Arch. Graziano Patergnani		
		Mandataria	

## Pressioni terreno in SLU



Rappresentazione in pianta delle massime compressioni sul terreno in famiglia SLU.

**Nodo:** Nodo che interagisce col terreno.

**Ind.:** indice del nodo.

**Pressione minima:** situazione in cui si verifica la pressione minima nel nodo.

**Cont.:** nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce la pressione minima.

**uz:** spostamento massimo verticale del nodo. [cm]

**Valore:** pressione minima sul terreno del nodo. [kN/cm²]

**Pressione massima:** situazione in cui si verifica la pressione massima nel nodo.

**Cont.:** nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce la pressione massima.

**uz:** spostamento minimo verticale del nodo. [cm]

**Valore:** pressione massima sul terreno del nodo. [kN/cm²]

Compressione estrema massima -0.0051966 al nodo di indice 6, di coordinate x = 180, y = -180, z = 0, nel contesto SLU 2.

Spostamento estremo minimo -0.33077 al nodo di indice 6, di coordinate x = 180, y = -180, z = 0, nel contesto SLU 2.

Spostamento estremo massimo -0.16803 al nodo di indice 2, di coordinate x = -180, y = -180, z = 0, nel contesto SLU 1.

Nodo	Pressione minima			Pressione massima		
Ind.	Cont.	uz	Valore	Cont.	uz	Valore
2	SLU 2	-0.23298	-0.0036602	SLU 1	-0.16803	-0.0026399
3	SLU 2	-0.25743	-0.0040443	SLU 1	-0.19248	-0.003024
4	SLU 2	-0.28187	-0.0044284	SLU 1	-0.21693	-0.0034081
5	SLU 2	-0.30632	-0.0048125	SLU 1	-0.24138	-0.0037921
6	SLU 2	-0.33077	-0.0051966	SLU 1	-0.26582	-0.0041762
7	SLU 2	-0.23298	-0.0036602	SLU 1	-0.16803	-0.0026399
8	SLU 2	-0.25743	-0.0040443	SLU 1	-0.19248	-0.003024
9	SLU 2	-0.28187	-0.0044284	SLU 1	-0.21693	-0.0034081
10	SLU 2	-0.30632	-0.0048125	SLU 1	-0.24138	-0.0037921

COMPLESSO SPORTIVO DI CHIAVAZZA - VIALE VENEZIA - RISTRUTTURAZIONE E POTENZIAMENTO: LOTTO B - CAMPO GIOCO E IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

Stazione Appaltante

R.T.P. di progettazione



Regione Piemonte  
Comune di Biella

RUP:  
Arch. Graziano Patergnani



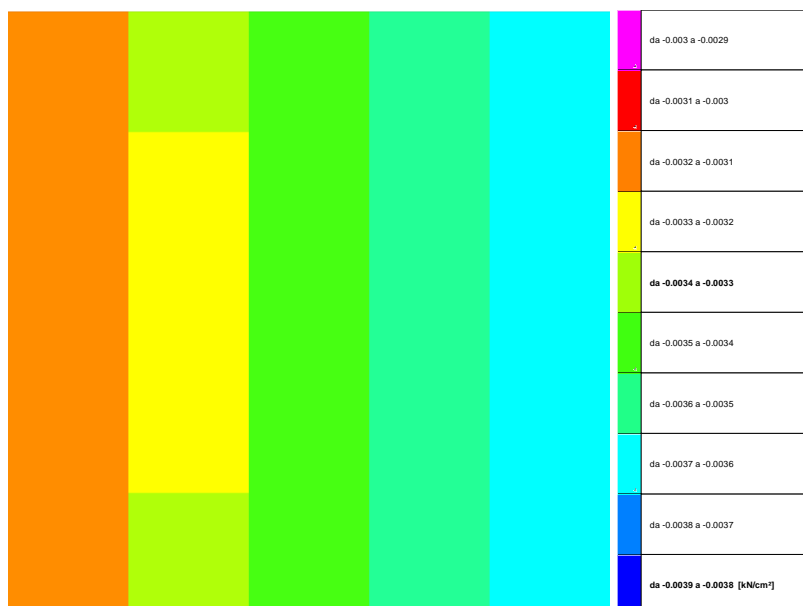
Mandataria



Mandante

Nodo	Pressione minima			Pressione massima		
Ind.	Cont.	uz	Valore	Cont.	uz	Valore
11	SLU 2	-0.33077	-0.0051966	SLU 1	-0.26582	-0.0041762
12	SLU 2	-0.23298	-0.0036602	SLU 1	-0.16803	-0.0026399
13	SLU 2	-0.25743	-0.0040443	SLU 1	-0.19248	-0.003024
14	SLU 2	-0.28187	-0.0044284	SLU 1	-0.21693	-0.0034081
15	SLU 2	-0.30632	-0.0048125	SLU 1	-0.24138	-0.0037921
16	SLU 2	-0.33077	-0.0051966	SLU 1	-0.26582	-0.0041762
17	SLU 2	-0.23298	-0.0036602	SLU 1	-0.16803	-0.0026399
18	SLU 2	-0.25743	-0.0040443	SLU 1	-0.19248	-0.003024
19	SLU 2	-0.28187	-0.0044284	SLU 1	-0.21693	-0.0034081
20	SLU 2	-0.30632	-0.0048125	SLU 1	-0.24138	-0.0037921
21	SLU 2	-0.33077	-0.0051966	SLU 1	-0.26582	-0.0041762
22	SLU 2	-0.23298	-0.0036602	SLU 1	-0.16803	-0.0026399
23	SLU 2	-0.25743	-0.0040443	SLU 1	-0.19248	-0.003024
24	SLU 2	-0.28187	-0.0044284	SLU 1	-0.21693	-0.0034081
25	SLU 2	-0.30632	-0.0048125	SLU 1	-0.24138	-0.0037921
26	SLU 2	-0.33077	-0.0051966	SLU 1	-0.26582	-0.0041762

### 8.3 Pressioni terreno in SLV/SLVf/SLUEcc



Rappresentazione in pianta delle massime compressioni sul terreno in famiglie SLV/SLVf/SLUEcc.

**Nodo:** Nodo che interagisce col terreno.

**Ind.:** indice del nodo.

**Pressione minima:** situazione in cui si verifica la pressione minima nel nodo.

**Cont.:** nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce la pressione minima.

**uz:** spostamento massimo verticale del nodo. [cm]

**Valore:** pressione minima sul terreno del nodo. [kN/cm²]

**Pressione massima:** situazione in cui si verifica la pressione massima nel nodo.

**Cont.:** nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce la pressione massima.

**uz:** spostamento minimo verticale del nodo. [cm]

**Valore:** pressione massima sul terreno del nodo. [kN/cm²]

Compressione estrema massima -0.0036719 al nodo di indice 6, di coordinate x = 180, y = -180, z = 0, nel contesto SLV 9.

Spostamento estremo minimo -0.23372 al nodo di indice 6, di coordinate x = 180, y = -180, z = 0, nel contesto

COMPLESSO SPORTIVO DI CHIAVAZZA - VIALE VENEZIA - RISTRUTTURAZIONE E POTENZIAMENTO: LOTTO B - CAMPO GIOCO E IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

Stazione Appaltante

R.T.P. di progettazione



Regione Piemonte  
Comune di Biella

RUP:  
Arch. Graziano Patergnani



3TI PROGETTI ITALIA  
INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.

Mandataria



Andrea Valente Arnaldi

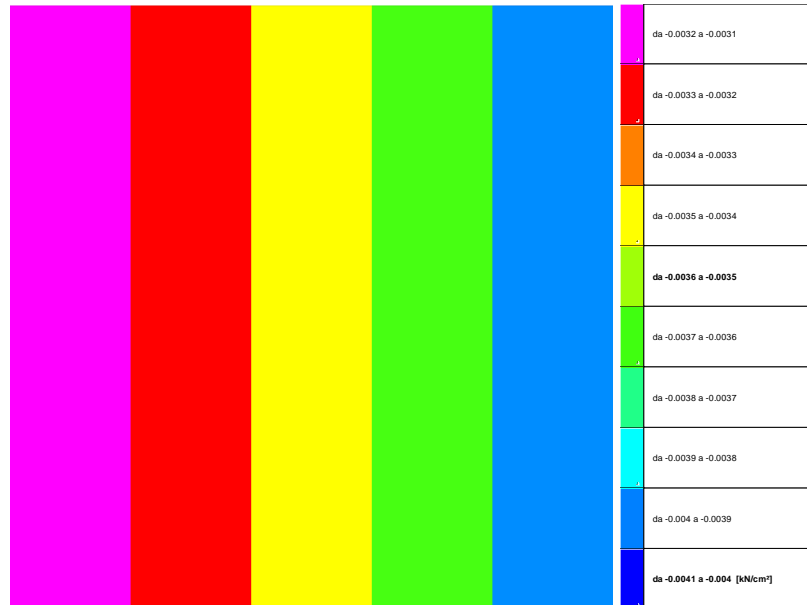
Mandante

SLV 9.

Spostamento estremo massimo -0.19988 al nodo di indice 2, di coordinate x = -180, y = -180, z = 0, nel contesto SLV 11.

Nodo Ind.	Pressione minima			Pressione massima		
	Cont.	uz	Valore	Cont.	uz	Valore
2	SLV 1	-0.20299	-0.0031891	SLV 11	-0.19988	-0.0031402
3	SLV 5	-0.21049	-0.003307	SLV 11	-0.20774	-0.0032638
4	SLV 5	-0.218	-0.0034249	SLV 7	-0.21561	-0.0033873
5	SLV 9	-0.22586	-0.0035484	SLV 7	-0.22311	-0.0035052
6	SLV 9	-0.23372	-0.0036719	SLV 3	-0.23061	-0.0036231
7	SLV 1	-0.20281	-0.0031863	SLV 15	-0.20006	-0.003143
8	SLV 1	-0.2099	-0.0032976	SLV 11	-0.20834	-0.0032731
9	SLV 5	-0.2174	-0.0034155	SLV 7	-0.2162	-0.0033967
10	SLV 9	-0.22526	-0.003539	SLV 3	-0.22371	-0.0035146
11	SLV 13	-0.23354	-0.0036691	SLV 3	-0.23079	-0.0036259
12	SLV 1	-0.20263	-0.0031834	SLV 13	-0.20024	-0.0031459
13	SLV 1	-0.20972	-0.0032948	SLV 13	-0.20852	-0.003276
14	SLV 1	-0.2168	-0.0034061	SLV 1	-0.2168	-0.0034061
15	SLV 13	-0.22508	-0.0035362	SLV 1	-0.22389	-0.0035174
16	SLV 13	-0.23337	-0.0036663	SLV 1	-0.23097	-0.0036287
17	SLV 3	-0.20281	-0.0031863	SLV 13	-0.20006	-0.003143
18	SLV 3	-0.2099	-0.0032976	SLV 9	-0.20834	-0.0032731
19	SLV 7	-0.2174	-0.0034155	SLV 5	-0.2162	-0.0033967
20	SLV 11	-0.22526	-0.003539	SLV 1	-0.22371	-0.0035146
21	SLV 15	-0.23354	-0.0036691	SLV 1	-0.23079	-0.0036259
22	SLV 3	-0.20299	-0.0031891	SLV 9	-0.19988	-0.0031402
23	SLV 7	-0.21049	-0.003307	SLV 9	-0.20774	-0.0032638
24	SLV 7	-0.218	-0.0034249	SLV 5	-0.21561	-0.0033873
25	SLV 11	-0.22586	-0.0035484	SLV 5	-0.22311	-0.0035052
26	SLV 11	-0.23372	-0.0036719	SLV 1	-0.23061	-0.0036231

## Pressioni terreno in SLE/SLD



Rappresentazione in pianta delle massime compressioni sul terreno in famiglie SLE/SLD.

**Nodo:** Nodo che interagisce col terreno.

**Ind.:** indice del nodo.

**Pressione minima:** situazione in cui si verifica la pressione minima nel nodo.

**Cont.:** nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce la pressione minima.

**uz:** spostamento massimo verticale del nodo. [cm]

**Valore:** pressione minima sul terreno del nodo. [kN/cm²]

**Pressione massima:** situazione in cui si verifica la pressione massima nel nodo.

**Cont.:** nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce la pressione massima.

**uz:** spostamento minimo verticale del nodo. [cm]

**Valore:** pressione massima sul terreno del nodo. [kN/cm²]

Compressione estrema massima -0.003924 al nodo di indice 6, di coordinate x = 180, y = -180, z = 0, nel contesto SLE rara 1.

Spostamento estremo minimo -0.24977 al nodo di indice 6, di coordinate x = 180, y = -180, z = 0, nel contesto SLE rara 1.

Spostamento estremo massimo -0.18383 al nodo di indice 2, di coordinate x = -180, y = -180, z = 0, nel contesto SLE rara 1.

Nodo	Pressione minima			Pressione massima		
Ind.	Cont.	uz	Valore	Cont.	uz	Valore
2	SLD 1	-0.20197	-0.0031731	SLE RA 1	-0.18383	-0.0028881
3	SLD 5	-0.20959	-0.0032928	SLE RA 1	-0.20032	-0.0031471
4	SLD 5	-0.21722	-0.0034126	SLD 7	-0.21639	-0.0033996
5	SLE RA 1	-0.23329	-0.0036651	SLD 7	-0.22401	-0.0035193
6	SLE RA 1	-0.24977	-0.003924	SLD 3	-0.23163	-0.0036391
7	SLD 1	-0.20191	-0.0031721	SLE RA 1	-0.18383	-0.0028881
8	SLD 1	-0.20939	-0.0032896	SLE RA 1	-0.20032	-0.0031471
9	SLD 5	-0.21701	-0.0034093	SLD 7	-0.21659	-0.0034028
10	SLE RA 1	-0.23329	-0.0036651	SLD 3	-0.22422	-0.0035226

COMPLESSO SPORTIVO DI CHIAVAZZA - VIALE VENEZIA - RISTRUTTURAZIONE E POTENZIAMENTO: LOTTO B - CAMPO GIOCO E IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

Stazione Appaltante

R.T.P. di progettazione



Regione Piemonte  
Comune di Biella

RUP:  
Arch. Graziano Patergnani



3TI PROGETTI ITALIA  
INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.

Mandataria



Andrea Valente Arnaldi

Mandante

Nodo Ind.	Pressione minima			Pressione massima		
	Cont.	uz	Valore	Cont.	uz	Valore
11	SLE RA 1	-0.24977	-0.003924	SLD 3	-0.23169	-0.00364
12	SLD 1	-0.20185	-0.0031712	SLE RA 1	-0.18383	-0.0028881
13	SLD 1	-0.20932	-0.0032886	SLE RA 1	-0.20032	-0.0031471
14	SLE RA 1	-0.2168	-0.0034061	SLE RA 1	-0.2168	-0.0034061
15	SLE RA 1	-0.23329	-0.0036651	SLD 1	-0.22428	-0.0035235
16	SLE RA 1	-0.24977	-0.003924	SLD 1	-0.23176	-0.003641
17	SLD 3	-0.20191	-0.0031721	SLE RA 1	-0.18383	-0.0028881
18	SLD 3	-0.20939	-0.0032896	SLE RA 1	-0.20032	-0.0031471
19	SLD 7	-0.21701	-0.0034093	SLD 5	-0.21659	-0.0034028
20	SLE RA 1	-0.23329	-0.0036651	SLD 1	-0.22422	-0.0035226
21	SLE RA 1	-0.24977	-0.003924	SLD 1	-0.23169	-0.00364
22	SLD 3	-0.20197	-0.0031731	SLE RA 1	-0.18383	-0.0028881
23	SLD 7	-0.20959	-0.0032928	SLE RA 1	-0.20032	-0.0031471
24	SLD 7	-0.21722	-0.0034126	SLD 5	-0.21639	-0.0033996
25	SLE RA 1	-0.23329	-0.0036651	SLD 5	-0.22401	-0.0035193
26	SLE RA 1	-0.24977	-0.003924	SLD 1	-0.23163	-0.0036391

—

PE	PROGETTO ESECUTIVO								
	PROGETTO STRUTTURALE				Elaborati Genarali				
	Relazione di calcolo delle opere strutturali				PE	STR	00	RC	001

#### 4.5. Verifica parapetto

Il presente capitolo tratta il dimensionamento della fondazione della recinzione del terreno di gioco. Tale recinzione è Formata da due tipologie di reti. Una Avente altezza di 2.30m un'altra avente la funzione di parapalloni avente un'altezza di 6.0m.

Azione orizzontale:

$$H_k = 3.0 \text{ kN/m}$$

$$H_{montante} = 1.25\text{m}$$

$$Interasse = 1.40\text{m}$$

$$\gamma_q = 1.5$$

$$\gamma_{M0} = 1.05$$

$$\gamma_{M2} = 1.05$$

$$M_{ed} = 3 \times 1.5 \times 1.40 \times 1.25 = 7.875 \text{ kN m}$$

$$W_{min} = M_{ed} \times \gamma_{M0} / f_{yk} = 33.5 \text{ cm}^3$$

Si utilizzano 2 piatti di dimensioni: 1.5cm x 6cm

$$W = 2 \times (1.5 \times 6^3 / 12) = 54 \text{ cm}^3$$

Sezione verificata.

COMPLESSO SPORTIVO DI CHIAVAZZA - VIALE VENEZIA - RISTRUTTURAZIONE E POTENZIAMENTO: LOTTO B - CAMPO GIOCO E IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE			
Stazione Appaltante		R.T.P.di progettazione	
	Regione Piemonte Comune di Biella	 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.	 <b>AA</b> Andrea Valente Arnaldi
	RUP: Arch. Graziano Patergnani		
		Mandataria	Mandante



**Verifica ancoraggio:**

$$\text{Med} = 3 \times 1.5 \times 1.40 \times 1.25 = 7.875 \text{ kN m}$$

$$\text{Ved} = 3 \times 1.5 \times 1.40 = 6.30 \text{ kN m}$$



Profis Anchor 2.7.6

www.hilti.it

Impresa:

Progettista:

Indirizzo:

Telefono / Fax:

E-mail:

Pagina:

Progetto:

Contratto N°:

Data:

1

04/09/2018

Commenti del progettista:

**1 Dati da inserire**

Tipo e dimensione dell'ancorante:

HIT-RE 500 V3 + AM (8.8) M10

Profondità di posa effettiva:

 $h_{eff,req} = 133 \text{ mm}$  ( $h_{eff,lim} = 200 \text{ mm}$ )

Materiale:

8.8

Certificazione No.:

ETA 16/0143

Emesso / Valido:

12/07/2017 | -

Prova:

metodo di calcolo ETAG BOND (EOTA TR 029)

Fissaggio distanziato:

 $e_b = 0 \text{ mm}$  (Senza distanziamento);  $t = 10 \text{ mm}$ 

Piastra d'ancoraggio:

 $l_p \times l_p \times t = 170 \text{ mm} \times 100 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$ ; (Spessore della piastra raccomandato: non calcolato)

Profilo:

Profilo cavo allungato; ( $L \times W \times T$ ) =  $60 \text{ mm} \times 40 \text{ mm} \times 5 \text{ mm}$ 

Materiale base:

non fessurato calcestruzzo, C25/30,  $f_{ct,cube} = 30.00 \text{ N/mm}^2$ ;  $h = 10000 \text{ mm}$ ,  
Temp. Breve/Lungo: 0/0 °C

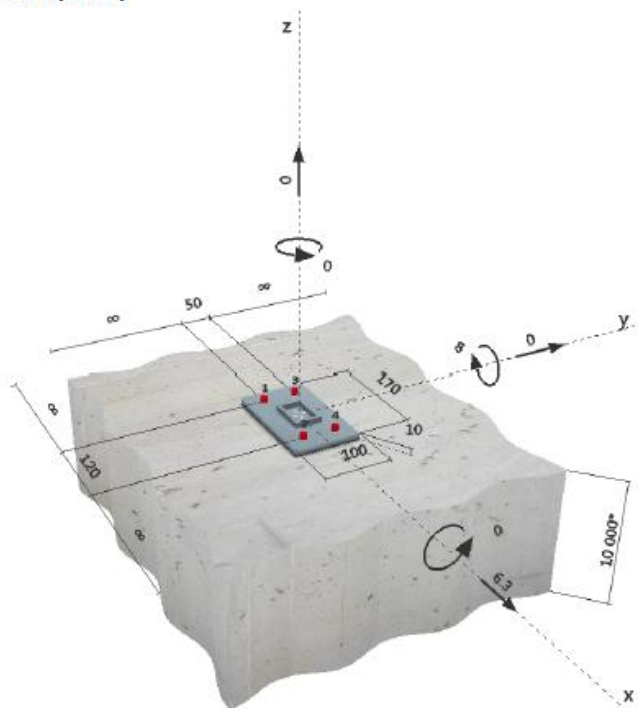
Installazione:

Foro eseguito con perforatore, Condizioni di installazione: asciutto

Armatura:

nessuna armatura o interasse tra le armature  $\geq 150 \text{ mm}$  (qualunque  $\varnothing$ ) o  $\geq 100 \text{ mm}$  ( $\varnothing \leq 10 \text{ mm}$ )  
con armatura di bordo longitudinale  $d \geq 12$ 

Geometria [mm] &amp; Carichi [kN, kNm]



COMPLESSO SPORTIVO DI CHIAVAZZA - VIALE VENEZIA - RISTRUTTURAZIONE E POTENZIAMENTO: LOTTO B - CAMPO GIOCO E IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

Stazione Appaltante

R.T.P. di progettazione

Regione Piemonte  
Comune di BiellaRUP:  
Arch. Graziano Patergnani3TI PROGETTI ITALIA  
INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.

Mandataria



Andrea Valente Arnaldi

Mandante



Profis Anchor 2.7.6

www.hilti.it

Impresa:

Progettista:

Indirizzo:

Telefono / Fax:

E-mail:

Pagina:

Progetto:

Contratto N°:

Data:

2

04/09/2018

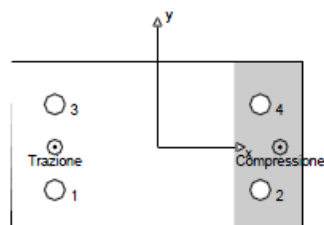
## 2 Condizione di carico/Carichi risultanti sull'ancorante

Condizione di carico: Carichi di progetto

Carichi sull'ancorante [kN]

Trazione: (+ Trazione, - Compressione)

Ancorante	Trazione	Taglio	Taglio in dir. x	Taglio in dir. y
1	30.399	1.575	1.575	0.000
2	0.000	1.575	1.575	0.000
3	30.399	1.575	1.575	0.000
4	0.000	1.575	1.575	0.000



Compressione max. nel calcestruzzo:

1.01 [%]

Max. sforzo di compressione nel calcestruzzo:

30.21 [N/mm²]

risultante delle forze di trazione nel (x/y)=(-60/0):

60.798 [kN]

risultante delle forze di compressione (x/y)=(72/0):

60.798 [kN]

## 3 Carico di trazione (EOTA TR 029, Sezione 5.2.2)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo $\beta_n$ [%]	Stato
Rottura dell'acciaio*	30.399	30.933	99	OK
Rottura combinata conica del calcestruzzo e per sfilamento**	60.798	60.898	100	OK
Rottura conica del calcestruzzo**	60.798	63.656	96	OK
Fessurazione**	N/A	N/A	N/A	N/A

\*ancorante più sollecitato \*\*gruppo di ancoranti (ancoranti sollecitati)

### 3.1 Rottura dell'acciaio

$N_{t,k,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$N_{t,d,s}$ [kN]	$N_{t,d}$ [kN]
46.400	1.500	30.933	30.399

### 3.2 Rottura combinata conica del calcestruzzo e per sfilamento

$A_{c,N}$ [mm²]	$A_{c,N}^0$ [mm²]	$\tau_{R,calcestruzzo}$ [N/mm²]	$s_{cr,Np}$ [mm]	$c_{cr,Np}$ [mm]	$c_{min}$ [mm]
111.492	96.000	18.00	310	156	∞
$\psi_s$	$\tau_{R,calcestruzzo}$ [N/mm²]	$k$	$\psi_{s,Np}^0$	$\psi_{s,Np}$	
1.018	18.33	3.200	1.056	1.027	
$e_{d,N}$ [mm]	$\psi_{sc1,Np}$	$e_{d,N}$ [mm]	$\psi_{sc2,Np}$	$\psi_{s,Np}$	$\psi_{sc,Np}$
0	1.000	0	1.000	1.000	1.000
$N_{t,k,s}$ [kN]	$N_{t,k,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$N_{t,d,s}$ [kN]	$N_{t,d}$ [kN]	
76.594	91.347	1.500	60.898	60.798	

### 3.3 Rottura conica del calcestruzzo

$A_{c,N}$ [mm²]	$A_{c,N}^0$ [mm²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]		
179.151	159.201	200	399		
$e_{d,N}$ [mm]	$\psi_{sc1,N}$	$e_{d,N}$ [mm]	$\psi_{sc2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{sc,N}$
0	1.000	0	1.000	1.000	1.000
$k_1$	$N_{t,k,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$N_{t,d,s}$ [kN]	$N_{t,d}$ [kN]	
10.100	84.851	1.500	63.656	60.798	

COMPLESSO SPORTIVO DI CHIAVAZZA - VIALE VENEZIA - RISTRUTTURAZIONE E POTENZIAMENTO: LOTTO B - CAMPO GIOCO E IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

Stazione Appaltante

R.T.P.di progettazione

Regione Piemonte  
Comune di BiellaRUP:  
Arch. Graziano Patergnani3TI PROGETTI ITALIA  
INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.

Mandataria



Andrea Valente Arnaldi

Mandante



Profis Anchor 2.7.6

www.hilti.it

Impresa:

Progettista:

Indirizzo:

Telefono / Fax:

E-mail:

I

Pagina:

3

Progetto:

Contratto N°:

Data:

04/09/2018

## 4 Carico di taglio (EOTA TR 029, Sezione 5.2.3)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo $\beta_v$ [%]	Stato
Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)*	1.575	18.560	9	OK
Rottura dell'acciaio (con braccio di leva)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura per pryout**	6.300	165.602	4	OK
Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione **	N/A	N/A	N/A	N/A

\*ancorante più sollecitato \*\*gruppo di ancoranti (ancoranti specifici)

## 4.1 Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)

$V_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$V_{Rd,s}$ [kN]	$V_{Ed}$ [kN]
23.200	1.250	18.560	1.575

## 4.2 Rottura per pryout (cono del calcestruzzo)

$A_{c,N}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{c,N}^E$ [mm <sup>2</sup> ]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k-factor	$k_1$
233.031	159.201	200	399	2.000	10.100
$e_{c1,V}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{r,N}$
0	1.000	0	1.000	1.000	1.000
$N_{Rk,c}$ [kN]	$\gamma_{M,c,p}$	$V_{Rd,cs}$ [kN]	$V_{Ed}$ [kN]		
84.851	1.500	165.602	6.300		

## 5 Carichi combinati di trazione e di taglio (EOTA TR 029, Sezione 5.2.4)

$\beta_N$	$\beta_V$	$\alpha$	Utilizzo $\beta_{N,V}$ [%]	Stato
0.998	0.085	1.000	91	OK

 $(\beta_N + \beta_V) / 1.2 \leq 1.0$ 

## 6 Spostamenti (ancorante più sollecitato)

Carichi a breve termine:

$N_{sk}$ = 22.518 [kN]	$\delta_N$ = 0.269 [mm]
$V_{sk}$ = 1.167 [kN]	$\delta_V$ = 0.070 [mm]
	$\delta_{NV}$ = 0.278 [mm]

Carichi a lungo termine:

$N_{sk}$ = 22.518 [kN]	$\delta_N$ = 0.593 [mm]
$V_{sk}$ = 1.167 [kN]	$\delta_V$ = 0.083 [mm]
	$\delta_{NV}$ = 0.600 [mm]

Commenti: Gli spostamenti a trazione risultano validi con metà del valore della coppia di serraggio richiesta per non fessurato calcestruzzo!  
 Gli spostamenti a taglio sono validi trascurando l'attrito tra il calcestruzzo e la piastra d'ancoraggio! Lo spazio derivante dal foro eseguito con perforatore e dalle tolleranze dei fori non viene considerato in questo calcolo!

Gli spostamenti ammissibili dell'ancorante dipendono dalla struttura fissata e devono essere definiti dal progettista!

COMPLESSO SPORTIVO DI CHIAVAZZA - VIALE VENEZIA - RISTRUTTURAZIONE E POTENZIAMENTO: LOTTO B - CAMPO GIOCO E IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

Stazione Appaltante

R.T.P. di progettazione



Regione Piemonte  
Comune di Biella

RUP:  
Arch. Graziano Patergnani



Mandataria



Andrea Valente Arnaldi

Mandante

## 4.6. Fondazione recinzione

Il presente capitolo tratta il dimensionamento della fondazione della recinzione del terreno di gioco. Tale recinzione è Formata da due tipologie di reti. Una Avente altezza di 2.30m un'altra avente la funzione di parapalloni avente un'altezza di 6.0m.

### 4.6.1. Analisi dei carichi

#### Carichi permanenti

In fase di analisi sono stati considerati i seguenti pesi propri

Calcestruzzo armato 25.00 kN/mc

Acciaio 78.50 kN/mc

#### Azione del vento

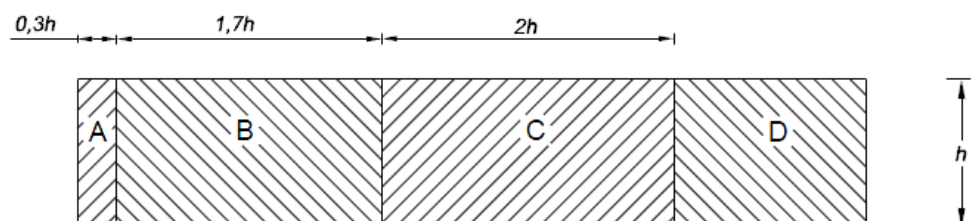
Nella valutazione dell'azione del vento si considera a favore di sicurezza una superficie piena. Il valore del  $C_p$  si prende da:

CNR\_DT207\_2008

Capitolo G.5 – muri e parapetti.

**Tabella G.X – Coefficienti di pressione complessiva per muri e parapetti.**

$\varphi$	Chiusura laterale	$l/h$	A	B	C	D
1,0	no	<3	2,3	1,4	1,2	1,2
		5	2,9	1,8	1,4	
		>10	3,4	2,1	1,7	
	si	tutti	2,1	1,8	1,4	
0,8	si/no	tutti	1,2			



Vista la considerevole lunghezza dell'opera rispetto all'altezza si utilizza  $C_p = 1.70$



## CALCOLO DELLE AZIONI DEL VENTO

Normativa di riferimento:

D.M. 17 gennaio 2018 - NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI

Cap. 3 - AZIONI SULLE COSTRUZIONI - Par. 3.3 e 3.4

Zona vento = 1

Velocità base della zona,  $V_{b.o} = 25 \text{ m/s}$  (Tab. 3.3.I)

Altitudine base della zona,  $A_o = 1000 \text{ m}$  (Tab. 3.3.I)

Altitudine del sito,  $A_s = 420 \text{ m}$

Velocità di riferimento,  $V_b = 25.00 \text{ m/s}$  ( $V_b = V_{b.o}$  per  $A_s \leq A_o$ )

Periodo di ritorno,  $T_r = 50$  anni

$C_r = 1$  per  $T_r = 50$  anni

Velocità riferita al periodo di ritorno di progetto,  $V_r = V_b C_r = 25.00 \text{ m/s}$

Classe di rugosità del terreno: B

[Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive]

Categoria esposizione: (Entroterra fino a 500 m di altitudine) tipo IV

( $K_r = 0.22$ ;  $Z_o = 0.30 \text{ m}$ ;  $Z_{min} = 8 \text{ m}$ )

Pressione cinetica di riferimento,  $q_b = 39 \text{ daN/mq}$

Coefficiente di forma,  $C_p = 1.70$

Coefficiente dinamico,  $C_d = 1.00$

Coefficiente di esposizione,  $C_e = 1.63$

Coefficiente di esposizione topografica,  $C_t = 1.00$

Altezza dell'edificio,  $h = 2.00 \text{ m}$

Pressione del vento,  $p = q_b C_e C_p C_d = 109 \text{ daN/mq}$

## 4.6.2. Verifica equilibrio

$M_r = 1.5 \times 109 \text{ daN/mq} \times 1.0\text{m} \times 2.30\text{m} \times 1.15\text{m} = 432.46 \text{ daNm}$

$M_{st} = 0.9 \times 0.4 \text{ m} \times 1.0\text{m} \times 1.0\text{m} \times 2500 \text{ daN/mc} \times 0.50\text{m} = 450 \text{ daNm}$

$M_{st} > M_r$  ok

COMPLESSO SPORTIVO DI CHIAVAZZA - VIALE VENEZIA - RISTRUTTURAZIONE E POTENZIAMENTO: LOTTO B - CAMPO GIOCO E IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

Stazione Appaltante



Regione Piemonte  
Comune di Biella

RUP:  
Arch. Graziano Patergnani

R.T.P. di progettazione



3TI PROGETTI ITALIA  
INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.

Mandataria



Andrea Valente Arnaldi

Mandante

## 4.6.3. Verifiche portata terreno

Si considera per la verifica del plinto una pressione limite pari a.

**Fondazioni Dirette**  
**Verifica in tensioni efficaci**

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

D = Profondità del piano di appoggio

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

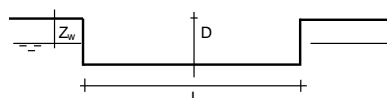
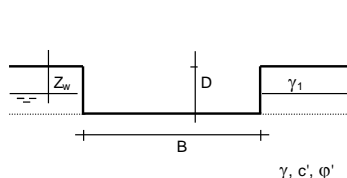
$e_L$  = Eccentricità in direzione L ( $e_L = M_l/N$ ) (per fondazione nastriforme  $e_L = 0$ ;  $L^* = L$ )

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

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

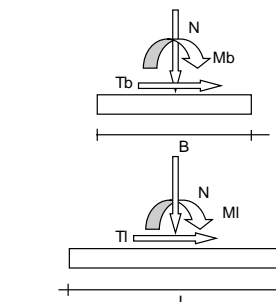
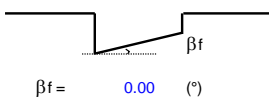
(per fondazione nastriforme le sollecitazioni agenti sono riferite all'unità di lunghezza)

Metodo di calcolo			azioni		coefficienti parziali		resistenze	
			permanenti	temporanee variabili	proprietà del terreno			
					$\tan \phi'$	$c'$	$q_{lim}$	scorr
Stato Limite Ultimo	A1+M1+R1	○	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00
	A2+M2+R2	○	1.00	1.30	1.25	1.25	1.80	1.00
	SISMA	○	1.00	1.00	1.25	1.25	1.80	1.00
	A1+M1+R3	⊗	1.30	1.50	1.00	1.00	2.30	1.10
	SISMA	○	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10
Tensioni Ammissibili			1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	3.00
Definiti dal Progettista			1.00	1.00	1.25	1.25	2.30	1.10



(Per fondazione nastriforme  $L = 100$  m)

B = 4.50 (m)  
L = 100.00 (m)  
D = 2.00 (m)



	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	10.00		13.00
Mb [kNm]	0.00	4.30	6.45
MI [kNm]			0.00
Tb [kN]			0.00
Tl [kN]		1.87	2.80
H [kN]	0.00	1.87	2.80

COMPLESSO SPORTIVO DI CHIAVAZZA - VIALE VENEZIA - RISTRUTTURAZIONE E POTENZIAMENTO: LOTTO B - CAMPO GIOCO E IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

Stazione Appaltante



Regione Piemonte  
Comune di Biella

RUP:  
Arch. Graziano Patergnani

R.T.P. di progettazione



Mandataria



Andrea Valente Arnaldi

Mandante

**Peso unità di volume del terreno**

$$\begin{aligned}\gamma_1 &= 18.00 \quad (\text{kN/mc}) \\ \gamma &= 18.00 \quad (\text{kN/mc})\end{aligned}$$

**Valori caratteristici di resistenza del terreno**

$$\begin{aligned}c' &= 0.00 \quad (\text{kN/mq}) \\ \varphi' &= 25.00 \quad (^\circ)\end{aligned}$$

**Valori di progetto**

$$\begin{aligned}c' &= 0.00 \quad (\text{kN/mq}) \\ \varphi' &= 25.00 \quad (^\circ)\end{aligned}$$

**Profondità della falda**

$$Z_w = 100.00 \quad (\text{m})$$

$$\begin{aligned}e_B &= 0.50 \quad (\text{m}) \\ e_L &= 0.00 \quad (\text{m})\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}B^* &= 3.51 \quad (\text{m}) \\ L^* &= 1.00 \quad (\text{m})\end{aligned}$$

**q : sovraccarico alla profondità D**

$$q = 36.00 \quad (\text{kN/mq})$$

 **$\gamma$  : peso di volume del terreno di fondazione**

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

**Nc, Nq, Ny : coefficienti di capacità portante**

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

$$N_q = 10.66$$

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

$$N_c = 20.72$$

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

$$N_\gamma = 10.88$$

 **$s_c, s_q, s_\gamma$  : fattori di forma**

$$s_c = 1 + B^* N_q / (L^* N_c)$$

$$s_c = 1.00$$

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

$$s_q = 1.00$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \cdot B^* / L^*$$

$$s_\gamma = 1.00$$

 **$z_c, z_q, z_\gamma$  : fattori di inerzia**

$$z_c = 1 - 0.32 \cdot k_h$$

$$z_c = 1.00$$

$$z_q = (1 - k_h / \tan \varphi')^{0.35}$$

$$z_q = 1.00$$

$$z_\gamma = z_q$$

$$z_\gamma = 1.00$$

 **$i_c, i_q, i_\gamma$  : fattori di inclinazione del carico**

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

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 0.00 \quad m = 2.00 \quad (-)$$

$$i_q = (1 - H / (N + B^* L^* c' \cotg \varphi'))^m \quad (m=2 \text{ nel caso di fondazione nastriforme e } m=(m_b \sin^2 \theta + m_l \cos^2 \theta) \text{ in tutti gli altri casi})$$

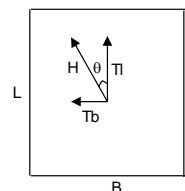
$$i_q = 0.62$$

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

$$i_c = 0.58$$

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

$$i_\gamma = 0.48$$



**$d_c, d_q, d_f$  : fattori di profondità del piano di appoggio**per  $D/B^* \leq 1$ ;  $d_q = 1 + 2 D \tan \varphi' (1 - \sin \varphi')^2 / B^*$ per  $D/B^* > 1$ ;  $d_q = 1 + (2 \tan \varphi' (1 - \sin \varphi')^2) * \arctan (D / B^*)$ 

$$d_q = 1.34$$

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

$$d_c = 1.38$$

$$d_f = 1$$

$$d_f = 1.00$$

 **$b_c, b_q, b_f$  : fattori di inclinazione base della fondazione**

$$b_q = (1 - \beta_f \tan \varphi')^2$$

$$\beta_f + \beta_p =$$

$$0.00$$

$$\beta_f + \beta_p < 45$$

$$b_q = 1.00$$

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

$$b_c = 1.00$$

$$b_f = b_q$$

$$b_f = 1.00$$

 **$g_c, g_q, g_f$  : fattori di inclinazione piano di campagna**

$$g_q = (1 - \tan \beta_p)^2$$

$$\beta_f + \beta_p =$$

$$0.00$$

$$\beta_f + \beta_p < 45$$

$$g_q = 1.00$$

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

$$g_c = 1.00$$

$$g_f = g_q$$

$$g_f = 1.00$$

**Carico limite unitario**

$$q_{lim} = 364.59 \quad (\text{kN/m}^2)$$

**Pressione massima agente**

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

$$q = 3.71 \quad (\text{kN/m}^2)$$

**Verifica di sicurezza capacità portante**

$$q_{lim} / \gamma_R = 158.52 \geq q = 3.71 \quad (\text{kN/m}^2)$$

**VERIFICA A SCORRIMENTO****Carico agente**

$$H_d = 2.80 \quad (\text{kN})$$

**Azione Resistente**

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

$$S_d = 6.06 \quad (\text{kN})$$

**Verifica di sicurezza allo scorrimento**

$$S_d / \gamma_R = 5.51 \geq H_d = 2.80 \quad (\text{kN})$$

COMPLESSO SPORTIVO DI CHIAVAZZA - VIALE VENEZIA - RISTRUTTURAZIONE E POTENZIAMENTO: LOTTO B - CAMPO GIOCO E IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

Stazione Appaltante

Regione Piemonte  
Comune di BiellaRUP:  
Arch. Graziano Patergnani

R.T.P. di progettazione



Mandataria



Andrea Valente Arnaldi

Mandante



<b>PE</b>	PROGETTO ESECUTIVO					
	<b>PROGETTO STRUTTURALE</b>			Elaborati Generali		
	Relazione di calcolo delle opere strutturali			<b>PE</b>	<b>STR</b>	<b>00</b> <b>RC</b> <b>001</b> pag. <b>47/51</b>

#### 4.6.4. Verifiche strutturali

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

**NOME SEZIONE:** recinzione

(Percorso File: \\RM1-prod\PJ\10-12358\W3\PD\04.STR\\_file di lavoro\01.Calcoli\recinzione.sez)

Descrizione Sezione:  
 Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi  
 Normativa di riferimento: N.T.C.  
 Tipologia sezione: Sezione predefinita  
 Forma della sezione: Rettangolare  
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante  
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia  
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica  
 Sezione appartenente a trave di fondazione (arm.minima ex §7.2.5NTC)

##### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

**CALCESTRUZZO -**  
 Classe: C25/30  
 Resistenza compress. di calcolo fcd: 141.60 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resistenza compress. ridotta fcd': 70.80 daN/cm<sup>2</sup>  
 Deform. unitaria max resistenza ec2: 0.0020  
 Deformazione unitaria ultima ecu: 0.0035  
 Diagramma tensioni-deformaz.: Parabola-Rettangolo  
 Modulo Elastico Normale Ec: 314750 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resis. media a trazione fctm: 25.60 daN/cm<sup>2</sup>  
  
**ACCIAIO -**  
 Tipo: B450C  
 Resist. caratt. a snervamento fyk: 4500.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resist. caratt. a rottura ftk: 4500.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resist. a 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 tensioni-deformaz.: Bilineare finito

##### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base: 100.0 cm  
 Altezza: 40.0 cm  
 Barre inferiori: 4Ø12 (4.5 cm<sup>2</sup>)  
 Barre superiori: 4Ø12 (4.5 cm<sup>2</sup>)  
 Coprif.Inf.(dal baric. barre): 4.0 cm  
 Coprif.Sup.(dal baric. barre): 4.0 cm

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

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

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0	10	0	432

COMPLESSO SPORTIVO DI CHIAVAZZA - VIALE VENEZIA - RISTRUTTURAZIONE E POTENZIAMENTO: LOTTO B - CAMPO GIOCO E IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE			
Stazione Appaltante		R.T.P.di progettazione	
 Regione Piemonte Comune di Biella  RUP: Arch. Graziano Patergnani		 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.  Mandataria	
		 <b>AA</b> Andrea Valente Arnaldi Mandante	

PE	PROGETTO ESECUTIVO								
	PROGETTO STRUTTURALE				Elaborati Genarali				
	Relazione di calcolo delle opere strutturali				PE	STR	00	RC	001

## RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.4 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 29.5 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)  
 Mx Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico  
 N ult Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)  
 Mx ult Momento flettente ultimo [daNm] 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 [daNm]  
 x/d Rapp. di duttilità a rottura per sole travi (N = 0)  
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]  
 As Tesa Area armature long. [cm<sup>2</sup>] in zona tesa per sole travi (l'area minima ex (4.1.43)NTC è indicata tra parentesi)  
 Area efficace a flessione barre inf. (per presenza di torsione)= 4.4 cm<sup>2</sup>  
 Area efficace a flessione barre sup. (per presenza di torsione)= 4.4 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	0	10	3	6359	635.853	37.3	5776	0.08	0.70	4.5

## 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	-0.01838	40.0	-0.00161	36.0	-0.04245	4.0

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

Diametro staffe: 10 mm  
 Passo staffe: 20.0 cm  
 N.Bracci staffe: 2  
 Area staffe/m : 7.9 cm<sup>2</sup>/m

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

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata  
 Vsdu Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb.  
 Vrd Taglio resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.14)NTC]  
 Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.19)NTC]  
 Vwd Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.18)NTC]  
 Tsdu Momento torcente assegnato nella combinazione corrente [daNm]  
 Trdu Momento torcente resistente ultimo [daNm] (lato conglomerato)  
 Mis.Sic. Misura sicur. = Vsdu/Vcd + Tsdu/Trdu. Verifica OK se Mis.Sic  $\leq 1$   
 bw Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro

COMPLESSO SPORTIVO DI CHIAVAZZA - VIALE VENEZIA - RISTRUTTURAZIONE E POTENZIAMENTO: LOTTO B - CAMPO GIOCO E IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE										
Stazione Appaltante							R.T.P.di progettazione			
 Regione Piemonte Comune di Biella  RUP: Arch. Graziano Patergnani							 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.  Mandataria			
							 <b>AA</b> Andrea Valente Arnaldi Mandante			

PE	PROGETTO ESECUTIVO								
	PROGETTO STRUTTURALE				Elaborati Genarali				
	Relazione di calcolo delle opere strutturali				PE	STR	00	RC	001

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	0	14527	91758	19279	432	17834	0.024	100.0	26.57	1.000	0.0

#### 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 [daNm]  
 Trsd Momento torc. resist. reso dall'area staffe riservata alla torsione [daNm]  
 Trld Momento torc. resist. reso da apposite barre longitudinali(compresa una aliquota delle barre longitudinali soggette a flessione)

N°Comb	Area Nucl.	Per.Nucl.	Sp.Nucl.	Ast	As long.	Tsdu	Trsd	Trld
1	2204	223	14.3	0.1	1.1	432	432	561

COMPLESSO SPORTIVO DI CHIAVAZZA - VIALE VENEZIA - RISTRUTTURAZIONE E POTENZIAMENTO: LOTTO B - CAMPO GIOCO E IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE											
Stazione Appaltante						R.T.P.di progettazione					
 <p>Regione Piemonte Comune di Biella</p> <p>RUP: Arch. Graziano Patergnani</p>						 <p>3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.</p> <p>Mandataria</p>					
						 <p>AA Andrea Valente Arnaldi</p> <p>Mandante</p>					

PE	PROGETTO ESECUTIVO						
	PROGETTO STRUTTURALE				Elaborati Generali		
	Relazione di calcolo delle opere strutturali				PE	STR	00 RC 001 pag. 50/51

## 4.7. Dichiarazioni secondo N.T.C. 2008 (punto 10.2)

### Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo

Il sottoscritto, in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

#### Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.

Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno
- Verifica a ribaltamento
- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
- Verifica della stabilità globale
- Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 14/01/2008.

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

### Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo	MAX - Analisi e Calcolo Muri di Sostegno
Versione	10.10
Produttore	Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS)
Utente	3TI ITALIA S.P.A.
Licenza	AIR0126UF

### Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice Aztec Informatica srl ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

### Modalità di presentazione dei risultati

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

COMPLESSO SPORTIVO DI CHIAVAZZA - VIALE VENEZIA - RISTRUTTURAZIONE E POTENZIAMENTO: LOTTO B - CAMPO GIOCO E IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE			
Stazione Appaltante		R.T.P. di progettazione	
	Regione Piemonte Comune di Biella	 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.	 <b>AA</b> Andrea Valente Arnaldi
	RUP: Arch. Graziano Patergnani		
		Mandataria	Mandante

PE	PROGETTO ESECUTIVO						
	PROGETTO STRUTTURALE				Elaborati Generali		
	Relazione di calcolo delle opere strutturali				PE	STR	00 RC 001 pag. 51/51

### Informazioni generali sull'elaborazione

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

### Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, io sottoscritto asserisco che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi

COMPLESSO SPORTIVO DI CHIAVAZZA - VIALE VENEZIA - RISTRUTTURAZIONE E POTENZIAMENTO: LOTTO B - CAMPO GIOCO E IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE			
Stazione Appaltante		R.T.P.di progettazione	
	Regione Piemonte Comune di Biella	 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.	 <b>AA</b> Andrea Valente Arnaldi
	RUP: Arch. Graziano Patergnani		
		Mandataria	Mandante