

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:	PROGETTISTA:	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE
RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO PROGETTISTI	Ing. Geol. Massimo Pietrantoni	Ing. Piergiorgio GRASSO
		Responsabile integrazione fra le varie prestazioni 

## PROGETTO ESECUTIVO

### ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE

Barriere antirumore – Relazione di calcolo Fondazioni

APPALTATORE		SCALA:
IMPRESA PIZZAROTTI & C. S.p.A. Dott. Ing. Sabino Del Balzo IL DIRETTORE TECNICO  24/02/2020		-

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

I	F	2	6	1	2	E	Z	Z	C	L	O	C	0	0	0	0	0	0	1	A
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione	G. Liporace	24/02/2020	A. Tagliaferri	24/02/2020	P. Grasso	24/02/2020	M.PIETRANTONI

File: IF26.1.2.E.ZZ.CL.OC.00.0.0.001.A.doc

n. Elab.:

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI  RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO  II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO  1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE  PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Muro di sostegno - Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>OC0000 001</td> <td>A</td> <td>2 di 194</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	OC0000 001	A	2 di 194
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	OC0000 001	A	2 di 194								

## Indice

<b>1. GENERALITA' .....</b>	<b>8</b>
1.1 DESCRIZIONE DELLE OPERE .....	8
1.2 UNITÀ DI MISURA .....	10
<b>2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>11</b>
<b>3. MATERIALI.....</b>	<b>12</b>
3.1 CALCESTRUZZO PER ELEVAZIONI E FONDAZIONE ( C 28/35).....	12
3.2 MISCELA CEMENTIZIA PER PALI (C 25/30).....	13
3.3 CALCESTRUZZO NON STRUTTURALE (C12/15).....	14
3.4 ACCIAIO IN BARRE D'ARMATURA PER C.A. (B450C) .....	14
3.5 ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA .....	16
3.5.1 PROFILI E LAMIERE NON SALDATE .....	16
3.5.2 TRAVI ED ELEMENTI SALDATI, TIRAFONDI E TUBI DELLA SELLA.....	16
<b>4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO .....</b>	<b>17</b>
<b>5. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA .....</b>	<b>17</b>
<b>6. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO .....</b>	<b>20</b>
<b>7. DESCRIZIONE DELLE AZIONI TRASMESSE DALLA BARRIERA.....</b>	<b>21</b>
7.1 SOLLECITAZIONI ELEMENTARI .....	22
7.2 COMBINAZIONI DI CARICO .....	24
7.3 SOLLECITAZIONI TRASMESSE IN TESTA AL PALO .....	28
<b>8. METODI DI VERIFICA DELLE FONDAZIONI PROFONDE .....</b>	<b>30</b>
8.1 VERIFICHE STRUTTURALI .....	30
8.1.1 CRITERI DI VERIFICA DELLE SEZIONI IN C.A.....	30
8.1.2 VERIFICHE PER GLI STATI LIMITE ULTIMI A FLESSIONE-PRESSOFLESSIONE .....	30
8.1.3 VERIFICA AGLI STATI LIMITE ULTIMI A TAGLIO .....	30
8.1.4 VERIFICA AGLI STATI LIMITE D'ESERCIZIO .....	31
8.1.5 VERIFICA DI DEFORMABILITA' .....	32

8.1.6	LUNGHEZZA DI ANCORAGGIO DEL PALO ALL'INTERNO DELLA TRAVE DI FONDAZIONE .....	32
8.2	VERIFICHE GEOTECNICHE .....	34
8.3	CAPACITÀ PORTANTE DEI PALI NEI CONFRONTI DEI CARICHI ASSIALI .....	35
<b>FIGURA 4: VALORI DEL FATTORE NQ PER PALI DI MEDIO DIAMETRO .....</b>		<b>36</b>
8.3.1	CAPACITÀ PORTANTE DEI PALI NEI CONFRONTI DEI CARICHI ORIZZONTALI .....	37
<b>9.</b>	<b>RIEPILOGO VERIFICHE E GEOMETRIA PALI DI FONDAZIONE .....</b>	<b>41</b>
<b>10.</b>	<b>SEZIONE DI CALCOLO N. 1 - BA01.....</b>	<b>42</b>
10.1	DETERMINAZIONE DELLE SOLLECITAZIONI LUNGO IL PALO .....	42
10.2	VERIFICHE STRUTTURALI .....	43
10.2.1	VERIFICA A PRESSOFLESSIONE SEZIONE IN C.A.....	43
10.2.2	VERIFICA A TAGLIO.....	44
10.2.3	VERIFICA A FESSURAZIONE.....	45
10.3	VERIFICA A DEFORMABILITÀ.....	46
10.4	VERIFICHE GEOTECNICHE .....	47
10.4.1	VERIFICA A PORTANZA .....	47
10.4.2	VERIFICA NEI CONFRONTI DEI CARICHI ORIZZONTALI.....	49
<b>11.</b>	<b>SEZIONE DI CALCOLO N. 2 - BA03-BA04 .....</b>	<b>51</b>
11.1	DETERMINAZIONE DELLE SOLLECITAZIONI LUNGO IL PALO .....	51
11.2	VERIFICHE STRUTTURALI .....	52
11.2.1	VERIFICA A PRESSOFLESSIONE SEZIONE IN C.A.....	52
11.2.2	VERIFICA A TAGLIO.....	53
11.2.3	VERIFICA A FESSURAZIONE.....	54
11.3	VERIFICA A DEFORMABILITÀ.....	55
11.4	VERIFICHE GEOTECNICHE .....	56
11.4.1	VERIFICA A PORTANZA .....	56
11.4.2	VERIFICA NEI CONFRONTI DEI CARICHI ORIZZONTALI.....	58
<b>12.</b>	<b>SEZIONE DI CALCOLO N. 3 - BA05-BA06 .....</b>	<b>60</b>
12.1	DETERMINAZIONE DELLE SOLLECITAZIONI LUNGO IL PALO .....	60
12.2	VERIFICHE STRUTTURALI .....	61
12.2.1	VERIFICA A PRESSOFLESSIONE SEZIONE IN C.A.....	61
12.2.2	VERIFICA A TAGLIO.....	62

12.2.3	VERIFICA A FESSURAZIONE.....	63
12.3	VERIFICA A DEFORMABILITÀ.....	64
12.4	VERIFICHE GEOTECNICHE .....	65
12.4.1	VERIFICA A PORTANZA .....	65
12.4.2	VERIFICA NEI CONFRONTI DEI CARICHI ORIZZONTALI.....	67
<b>13.</b>	<b>SEZIONE DI CALCOLO N. 4 - BA06A-BA06B .....</b>	<b>69</b>
13.1	DETERMINAZIONE DELLE SOLLECITAZIONI LUNGO IL PALO .....	69
13.2	VERIFICHE STRUTTURALI .....	70
13.2.1	VERIFICA A PRESSOFLESSIONE SEZIONE IN C.A.....	70
13.2.2	VERIFICA A TAGLIO.....	71
13.2.3	VERIFICA A FESSURAZIONE.....	72
13.3	VERIFICA A DEFORMABILITÀ.....	73
13.4	VERIFICHE GEOTECNICHE .....	74
13.4.1	VERIFICA A PORTANZA .....	74
13.4.2	VERIFICA NEI CONFRONTI DEI CARICHI ORIZZONTALI.....	76
<b>14.</b>	<b>SEZIONE DI CALCOLO N. 5 - BA07.....</b>	<b>78</b>
14.1	DETERMINAZIONE DELLE SOLLECITAZIONI LUNGO IL PALO .....	78
14.2	VERIFICHE STRUTTURALI .....	79
14.2.1	VERIFICA A PRESSOFLESSIONE SEZIONE IN C.A.....	79
14.2.2	VERIFICA A TAGLIO.....	80
14.2.3	VERIFICA A FESSURAZIONE.....	81
14.2.4	VERIFICA A DEFORMABILITÀ .....	82
14.3	VERIFICHE GEOTECNICHE .....	83
14.3.1	VERIFICA A PORTANZA .....	83
14.3.2	VERIFICA NEI CONFRONTI DEI CARICHI ORIZZONTALI.....	85
<b>15.</b>	<b>SEZIONE DI CALCOLO N. 6 - BA08 - BA09 - BA10 .....</b>	<b>87</b>
15.1	DETERMINAZIONE DELLE SOLLECITAZIONI LUNGO IL PALO .....	87
15.2	VERIFICHE STRUTTURALI .....	88
15.2.1	VERIFICA A PRESSOFLESSIONE SEZIONE IN C.A.....	88
15.2.2	VERIFICA A TAGLIO.....	89
15.2.3	VERIFICA A FESSURAZIONE.....	90
15.3	VERIFICA A DEFORMABILITÀ.....	91

<b>15.4 VERIFICHE GEOTECNICHE .....</b>	<b>92</b>
15.4.1 VERIFICA A PORTANZA .....	92
15.4.2 VERIFICA NEI CONFRONTI DEI CARICHI ORIZZONTALI.....	94
<b>16. SEZIONE DI CALCOLO N. 7 – BA11.....</b>	<b>96</b>
16.1 DETERMINAZIONE DELLE SOLLECITAZIONI LUNGO IL PALO .....	96
16.2 VERIFICHE STRUTTURALI .....	97
16.2.1 VERIFICA A PRESSOFLESSIONE SEZIONE IN C.A.....	97
16.2.2 VERIFICA A TAGLIO.....	98
16.2.3 VERIFICA A FESSURAZIONE.....	99
16.3 VERIFICA A DEFORMABILITÀ.....	100
16.4 VERIFICHE GEOTECNICHE .....	101
16.4.1 VERIFICA A PORTANZA .....	101
16.4.2 VERIFICA NEI CONFRONTI DEI CARICHI ORIZZONTALI.....	103
<b>17. SEZIONE DI CALCOLO N. 8 – BA12 – BA13.....</b>	<b>105</b>
17.1 DETERMINAZIONE DELLE SOLLECITAZIONI LUNGO IL PALO .....	105
17.2 VERIFICHE STRUTTURALI .....	106
17.2.1 VERIFICA A PRESSOFLESSIONE SEZIONE IN C.A.....	106
17.2.2 VERIFICA A TAGLIO.....	107
17.2.3 VERIFICA A FESSURAZIONE.....	108
17.3 VERIFICA A DEFORMABILITÀ.....	109
17.4 VERIFICHE GEOTECNICHE .....	110
17.4.1 VERIFICA A PORTANZA .....	110
17.4.2 VERIFICA NEI CONFRONTI DEI CARICHI ORIZZONTALI.....	112
<b>18. SEZIONE DI CALCOLO N. 9 – BA14.....</b>	<b>114</b>
18.1 DETERMINAZIONE DELLE SOLLECITAZIONI LUNGO IL PALO .....	114
18.2 VERIFICHE STRUTTURALI .....	115
18.2.1 VERIFICA A PRESSOFLESSIONE SEZIONE IN C.A.....	115
18.2.2 VERIFICA A TAGLIO.....	116
18.2.3 VERIFICA A FESSURAZIONE.....	117
18.3 VERIFICA A DEFORMABILITÀ.....	118
18.4 VERIFICHE GEOTECNICHE .....	119
18.4.1 VERIFICA A PORTANZA .....	119

18.4.2	VERIFICA NEI CONFRONTI DEI CARICHI ORIZZONTALI.....	121
<b>19.</b>	<b>SEZIONE DI CALCOLO N. 10 – BA16.....</b>	<b>123</b>
19.1	DETERMINAZIONE DELLE SOLLECITAZIONI LUNGO IL PALO.....	123
19.2	VERIFICHE STRUTTURALI .....	124
19.2.1	VERIFICA A PRESSOFLESSIONE SEZIONE IN C.A.....	124
19.2.2	VERIFICA A TAGLIO.....	125
19.2.3	VERIFICA A FESSURAZIONE.....	126
19.3	VERIFICA A DEFORMABILITÀ.....	127
19.4	VERIFICHE GEOTECNICHE .....	128
19.4.1	VERIFICA A PORTANZA .....	128
19.4.2	VERIFICA NEI CONFRONTI DEI CARICHI ORIZZONTALI.....	130
<b>20.</b>	<b>SEZIONE DI CALCOLO N. 11 – BA26-28.....</b>	<b>132</b>
20.1	DETERMINAZIONE DELLE SOLLECITAZIONI LUNGO IL PALO.....	132
20.2	VERIFICHE STRUTTURALI .....	133
20.2.1	VERIFICA A PRESSOFLESSIONE SEZIONE IN C.A.....	133
20.2.2	VERIFICA A TAGLIO.....	134
20.2.3	VERIFICA A FESSURAZIONE.....	135
20.3	VERIFICA A DEFORMABILITÀ.....	136
20.4	VERIFICHE GEOTECNICHE .....	137
20.4.1	VERIFICA A PORTANZA .....	137
20.4.2	VERIFICA NEI CONFRONTI DEI CARICHI ORIZZONTALI.....	139
<b>21.</b>	<b>SEZIONE DI CALCOLO N. 12 – BA29 – BA30 – BA31 – BA32 .....</b>	<b>141</b>
21.1	DETERMINAZIONE DELLE SOLLECITAZIONI LUNGO IL PALO.....	141
21.2	VERIFICHE STRUTTURALI .....	142
21.2.1	VERIFICA A PRESSOFLESSIONE SEZIONE IN C.A.....	142
21.2.2	VERIFICA A TAGLIO.....	143
21.2.3	VERIFICA A FESSURAZIONE.....	144
21.3	VERIFICA A DEFORMABILITÀ.....	145
21.4	VERIFICHE GEOTECNICHE .....	146
21.4.1	VERIFICA A PORTANZA .....	146
21.4.2	VERIFICA NEI CONFRONTI DEI CARICHI ORIZZONTALI.....	148
<b>22.</b>	<b>SEZIONE DI CALCOLO N. 13 – BA33.....</b>	<b>150</b>

<b>22.1</b>	<b>DETERMINAZIONE DELLE SOLLECITAZIONI LUNGO IL PALO .....</b>	<b>150</b>
<b>22.2</b>	<b>VERIFICHE STRUTTURALI .....</b>	<b>151</b>
22.2.1	VERIFICA A PRESSOFLESSIONE SEZIONE IN C.A.....	151
22.2.2	VERIFICA A TAGLIO.....	152
22.2.3	VERIFICA A FESSURAZIONE.....	153
<b>22.3</b>	<b>VERIFICA A DEFORMABILITÀ.....</b>	<b>154</b>
<b>22.4</b>	<b>VERIFICHE GEOTECNICHE .....</b>	<b>155</b>
22.4.1	VERIFICA A PORTANZA .....	155
22.4.2	VERIFICA NEI CONFRONTI DEI CARICHI ORIZZONTALI.....	157
<b>23.</b>	<b>MURO ANTISVIO.....</b>	<b>159</b>
23.1	DESCRIZIONE DELL'OPERA .....	159
23.2	AZIONI ECCEZIONALI DA URTO.....	161
23.2.1	MURO DI PROTEZIONE TIPO A (D ≤ 5M).....	162
23.3	VERIFICA PALI DI FONDAZIONE A CARICO LIMITE ORIZZONTALE.....	163
23.4	VERIFICA MURO ELEVAZIONE .....	166
23.4.1	MURO DI PROTEZIONE TIPO A (D ≤ 5M).....	166
23.5	PROGETTO GEOTECNICO DEI PALI OPERE DI SCAVALCO .....	167
23.5.1	TRAVE DI SCAVALCO: TIPO A .....	168
23.5.2	TRAVE DI SCAVALCO: TIPO B .....	175
<b>24.</b>	<b>INCIDENZE .....</b>	<b>194</b>

## 1. GENERALITA'

Il presente documento si inserisce nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici di progetto esecutivo del

### 1.1 DESCRIZIONE DELLE OPERE

Di seguito si riportano in tabella le opere oggetto di dimensionamento presenti sulla linea e le relative sezioni di calcolo riportate in relazione per le verifiche delle fondazioni:

Lotto	codice BA	lato	pk inizio	pk fine	Sezione di calcolo	BARRIERA ANTIRUMORE				
						Tipologia di riferimento	Base	Sezione tipologica	Altezza acustica da P.F.	
LOTTO 1	BA01	Pari	16+770	16+930	1	H0	BT-95	H0	_R	2
	BA03	Dispari	17+206	17+387	2	H4	BM-110	H4	_R	4.44
	BA03 BA04	Dispari Pari	17+435	17+469	2	H4	BM-110	H4	_R	4.44 3.95
			17+469	17+569	2	H4	BM-110	H4	_R	
			17+586	17+629	2	H4	BM-110	H4	_R	
			17+659	17+706	2	H4	BM-110	H4	_R	
			18+049	18+263	2	H3	BM-110	H3	_R	
	BA05	Dispari	18+662	18+753	3	H4	BM-110	H4	_R	4.44
	BA6a	Pari	18+465	18+636	4	H4	BM-110	H4	_R	4.44 2
	BA6a BA6b	Pari Pari	18+662	18+717	3	H4	BM-110	H4	_R	
			18+940	18+995	4	H4	BM-110	H4	_R	
			19+005	19+164	4	H4	BM-110	H4	_R	
	BA07	Pari	19+285	19+385	5	H0	BT-95	H0	_R	
	BA08	Pari	19+435	19+496	6	H4	BM-110	H4	_R	4.44
	BA09	Pari	19+496	19+623	6	H6	BM-110	H6	_R	5.42
	BA10	Pari	19+623	19+735	6	H3	BM-110	H3	_R	3.95
	BA10	Pari	19+782	19+849	6	H3	BM-110	H3	_R	3.95
	BA11	Pari	19+840	20+067	7	H0	BT-95	H0	_R	2
	BA12	Pari	20+061	20+257	8	H3	BM-110	H3	_R	3.95
	BA13	Pari	20+257	20+369	8	H6	BM-110	H6	_R	5.42
	BA14	Pari	20+369	20+460	9	H8	BM-130	H8	_R	6.4
	BA16	Dispari	21+368	21+795	10	H4	BM-110	H4	_R	4.44
	BA26	Dispari	26+046	26+300	11	H10	BM-130	H10	_R	7.38
			26+688	26+954	11	H10	BM-130	H10	_R	7.38 3.95
BA28	Pari	26+065	26+944	11	H10	BM-130	H10	_R		
BA29	Dispari	26+969	27+095	12	H3	BM-110	H3	_R	3.95	
BA30	Dispari	27+095	27+331	12	H3	BM-110	H3	_R	3.95	
BA31	Dispari	27+331	27+624	12	H5	BM-110	H5	_R	4.93	
BA32	Dispari	27+624	27+700	12	H6	BM-110	H6	_R	5.42	
BA33	Pari	27+330	27+582	13	H8	BM-130	H8	_R	6.4	
BA33	Pari	27+582	27+700	13	H8	BM-130	H8	_R	6.4	

Tabella 1 – Elenco opere.

**Barriere antirumore – Relazione di calcolo  
Fondazioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	OC0000 001	A	9 di 194

Per tali barriere si prevedono delle fondazioni profonde realizzate con micropali dotati di armatura tubolare in acciaio; sulla testa dei micropali verrà poi realizzato un cordolo in conglomerato cementizio armato al quale vengono poi ancorate le basi delle barriere antirumore in calcestruzzo prefabbricato mediante appositi tirafondi.

In funzione della tipologia di barriera da porre in opera, delle caratteristiche del sottosuolo e dal livello di falda sono stati identificati quattro tipologici di progetto a cui tutte le barriere presenti lungo il tracciato possono far riferimento, come riepilogato in tabella 1.

Tipo Barriera	MONTANTE	Tipo Cordolo
H0 ÷ H2	BM95	105x45
H3 ÷ H7	BM110	120x55
H8 ÷ H10	BM130	140x65

**Tabella 1 –Tipologici di progetto**

Si rimanda agli elaborati grafici per il dimensionamento completo delle fondazioni.

Nei seguenti paragrafi sono riportate le normative di riferimento, le caratteristiche dei materiali impiegati, i metodi di analisi utilizzati ed i risultati delle verifiche effettuate.

## 1.2 UNITÀ DI MISURA

Nel seguito si adotteranno le seguenti unità di misura:

- per le lunghezze ⇒ m, mm
- per i carichi ⇒ kN, kN/m<sup>2</sup>, kN/m<sup>3</sup>
- per le azioni di calcolo ⇒ kN, kNm
- per le tensioni ⇒ MPa

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>Barriere antirumore – Relazione di calcolo Fondazioni</b>	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A	FOGLIO 11 di 194

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Di seguito si riporta l'elenco generale delle Normative Nazionali ed internazionali vigenti alla data di redazione del presente documento, quale riferimento per la redazione degli elaborati tecnici e/o di calcolo dell'intero progetto nell'ambito della quale si inserisce l'opera oggetto della presente relazione:

Ministero delle Infrastrutture, DM 14 gennaio 2008, «Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni»

Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, circolare 2 febbraio 2009, n. 617 C.S.LL.PP., «Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008»

Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE I / Aspetti Generali (RFI DTC SI MA IFS 001 A)

Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 1 / Ambiente e Geologia (RFI DTC SI AG MA IFS 001 A – rev 30/12/2016)

Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 2 / Ponti e Strutture ( RFI DTC SI PS MA IFS 001 A– rev 30/12/2016 )

Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 3 / Corpo Stradale (RFI DTC SI CS MA IFS 001 A– rev 30/12/2016)

Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 4 / Gallerie (RFI DTC SI GA MA IFS 001 A– rev 30/12/2016)

Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 5 / Prescrizioni per i Marciapiedi e le Pensiline delle Stazioni Ferroviarie a servizio dei Viaggiatori (RFI DTC SI CS MA IFS 002 A– rev 30/12/2016)

Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 6 / Sagome e Profilo minimo degli ostacoli (RFI DTC SI CS MA IFS 003 A– rev 30/12/2016)

Regolamento (UE) N.1299/2014 della Commissione del 18 Novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell'Unione europea  
Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture, Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento (UNI EN 1991-1-4)

UNI 11104: Calcestruzzo: Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1

### 3. MATERIALI

Di seguito si riportano le caratteristiche dei materiali previsti per la realizzazione delle strutture oggetto di calcolo nell'ambito del presente documento:

#### 3.1 CALCESTRUZZO PER ELEVAZIONI E FONDAZIONE ( C 28/35)

Valore caratteristico della resistenza a compressione cubica a 28 gg:

$$R_{ck} = 35 \text{ MPa}$$

Valore caratteristico della resistenza a compressione cilindrica a 28 gg:

$$f_{ck} = 29.1 \text{ MPa} \quad (0,83 \cdot R_{ck})$$

Resistenza a compressione cilindrica media:

$$f_{cm} = 37.1 \text{ MPa} \quad (f_{ck} + 8)$$

Resistenza a trazione assiale:

$$f_{ctm} = 2.83 \text{ MPa} \quad \text{Valore medio}$$

$$f_{ctk,0,05} = 1.98 \text{ MPa} \quad \text{Valore caratteristico frattile 5\%}$$

Resistenza a trazione per flessione:

$$f_{ctm} = 3.4 \text{ MPa} \quad \text{Valore medio}$$

$$f_{ctk,0,05} = 2.4 \text{ MPa} \quad \text{Valore caratteristico frattile 5\%}$$

Coefficiente parziale per le verifiche agli SLU:

$$\gamma_c = 1.5$$

*Per situazioni di carico eccezionali, tale valore va considerato pari ad 1,0*

Resistenza di calcolo a compressione allo SLU:

$$f_{cd} = 16.5 \text{ MPa} \quad (0,85 \cdot f_{ck} / \gamma_s)$$

Resistenza di calcolo a trazione diretta allo SLU:

$$f_{ctd} = 1.32 \text{ MPa} \quad (f_{ctk,0,05} / \gamma_s)$$

Resistenza di calcolo a trazione per flessione SLU:

$$f_{ctd f} = 1.59 \text{ MPa} \quad 1,2 \cdot f_{ctd}$$

*Per spessori minori di 50mm e calcestruzzi ordinari, tale valore va ridotto del 20%*

Modulo di elasticità normale :

$$E_{cm} = 32588 \text{ MPa}$$

Modulo di elasticità tangenziale:

$$G_{cm} = 13578 \text{ MPa}$$

Modulo di Poisson:

$$\nu = 0.2$$

□

Coefficiente di dilatazione lineare

$$\alpha = 0.00001 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

**Barriere antirumore – Relazione di calcolo  
Fondazioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	OC0000 001	A	13 di 194

**Tensione di aderenza di calcolo acciaio-calcestruzzo**

$\eta = 1.00$

$f_{bd} = 2.98 \text{ MPa} \quad (2,25 \cdot f_{ctk} \cdot \eta / \gamma_s)$

*Nel caso di armature molto addensate, o ancoraggi in zona tesa tale valore va diviso per 1,5*

**Tensioni massime per la verifica agli SLE (Prescrizioni Manuale RFI Parte 2-Sezione 2)**

$\sigma_{cmax \text{ QP}} = (0,40 f_{ck}) = 11.62 \text{ MPa} \quad (\text{Combinazione di Carico Quasi Permanente})$

$\sigma_{cmax \text{ R}} = (0,55 f_{ck}) = 15.98 \text{ MPa} \quad (\text{Combinazione di Carico Caratteristica - Rara})$

*Per spessori minori di 50mm e calcestruzzi ordinari, tale valori vanno ridotti del 20%*

Di seguito si riportano le caratteristiche dei materiali previsti per la realizzazione delle strutture oggetto di calcolo nell'ambito del presente documento:

**3.2 MISCELA CEMENTIZIA PER PALI (C 25/30)**

**Valore caratteristico della resistenza a compressione cubica a 28 gg:**

$R_{ck} = 30 \text{ MPa}$

**Valore caratteristico della resistenza a compressione cilindrica a 28 gg:**

$f_{ck} = 24.9 \text{ MPa} \quad (0,83 \cdot R_{ck})$

**Resistenza a compressione cilindrica media:**

$f_{cm} = 32.9 \text{ MPa} \quad (f_{ck} + 8)$

**Resistenza a trazione assiale:**

$f_{ctm} = 2.56 \text{ MPa} \quad \text{Valore medio}$

$f_{ctk,0,05} = 1.79 \text{ MPa} \quad \text{Valore caratteristico frattile 5\%}$

**Resistenza a trazione per flessione:**

$f_{ctfm} = 3.1 \text{ MPa} \quad \text{Valore medio}$

$f_{ctk,0,05} = 2.1 \text{ MPa} \quad \text{Valore caratteristico frattile 5\%}$

**Coefficiente parziale per le verifiche agli SLU:**

$\gamma_c = 1.5$

*Per situazioni di carico eccezionali, tale valore va considerato pari ad 1,0*

**Resistenza di calcolo a compressione allo SLU:**

$f_{cd} = 14.1 \text{ MPa} \quad (0,85 \cdot f_{ck} / \gamma_s)$

**Resistenza di calcolo a trazione diretta allo SLU:**

$f_{ctd} = 1.19 \text{ MPa} \quad (f_{ctk,0,05} / \gamma_s)$

**Resistenza di calcolo a trazione per flessione SLU:**

**Barriere antirumore – Relazione di calcolo  
Fondazioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	OC0000 001	A	14 di 194

$$f_{ctd} = 1.43 \text{ MPa} \quad 1,2 \cdot f_{ctd}$$

*Per spessori minori di 50mm e calcestruzzi ordinari, tale valore va ridotto del 20%*

**Modulo di elasticità normale :**

$$E_{cm} = 31447 \text{ MPa}$$

**Modulo di elasticità tangenziale:**

$$G_{cm} = 13103 \text{ MPa}$$

**Modulo di Poisson:**

$$\nu = 0.2$$

□

**Coefficiente di dilatazione lineare**

$$\alpha = 0.00001 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

**Tensione di aderenza di calcolo acciaio-calcestruzzo**

$$\eta = 1.00$$

$$f_{bd} = 2.69 \text{ MPa} \quad (2,25 \cdot f_{ctk} \cdot \eta / \gamma_s)$$

*Nel caso di armature molto addensate, o ancoraggi in zona tesa tale valore va diviso per 1,5*

**Tensioni massime per la verifica agli SLE** (Prescrizioni Manuale RFI Parte 2-Sezione 2)

$$\sigma_{cmax \text{ QP}} = (0,40 f_{ck}) = 9.96 \text{ MPa} \quad (\text{Combinazione di Carico Quasi Permanente})$$

$$\sigma_{cmax \text{ R}} = (0,55 f_{ck}) = 13.70 \text{ MPa} \quad (\text{Combinazione di Carico Caratteristica - Rara})$$

*Per spessori minori di 50mm e calcestruzzi ordinari, tale valori vanno ridotti del 20%*

### 3.3 CALCESTRUZZO NON STRUTTURALE (C12/15)

**Valore caratteristico della resistenza a compressione cubica a 28 gg:**

$$R_{ck} = 15 \text{ MPa}$$

**Valore caratteristico della resistenza a compressione cilindrica a 28 gg:**

$$f_{ck} = 12.5 \text{ MPa} \quad (0,83 \cdot R_{ck})$$

**Resistenza a compressione cilindrica media:**

$$f_{cm} = 20.5 \text{ MPa} \quad (f_{ck} + 8)$$

Si omettono resistenze e/o tensioni di calcolo, essendo tale conglomerato previsto per parti d'opera senza funzioni strutturali.

### 3.4 ACCIAIO IN BARRE D'ARMATURA PER C.A. (B450C)

**Tensione caratteristica di rottura:**

$$f_{tk} = 540 \text{ MPa} \quad (\text{frattile al 5\%})$$

**Barriere antirumore – Relazione di calcolo  
Fondazioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	OC0000 001	A	15 di 194

**Tensione caratteristica allo snervamento:**

$$f_{yk} = \boxed{450} \text{ MPa (frattile al 5\%)}$$

**Fattore di sovraresistenza** (nel caso di impiego di legame costitutivo tipo bilineare con incrudimento)

$$k = f_{tk}/f_{yk} = \boxed{1.20} \text{ MPa}$$

**Allungamento a rottura** (nel caso di impiego di legame costitutivo tipo bilineare con incrudimento)

$$(A_{gt})_k = \quad \varepsilon_{uk} = \boxed{7.5} \%$$

$$\varepsilon_{ud} = \quad 0,9 \varepsilon_{uk} = \boxed{6.75} \%$$

**Coefficiente parziale per le verifiche agli SLU:**

$$\gamma_c = \quad \mathbf{1.15}$$

Per situazioni di carico eccezionali, tale valore va considerato pari ad 1,0

**Resistenza di calcolo allo SLU:**

$$f_{yd} = \boxed{391.3} \text{ MPa } (f_{yk}/\gamma_s)$$

**Modulo di elasticità :**

$$E_f = \boxed{210000} \text{ MPa}$$

**Tensione massima per la verifica agli SLE (Prescrizioni Manuale RFI Parte 2-Sezione 2)**

$$\sigma_{s \max} = (0,75 f_{yk}) = \boxed{360} \text{ MPa} \quad \text{Combinazione di Carico Caratteristica(Rara)}$$

Barriere antirumore – Relazione di calcolo  
Fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	OC0000 001	A	16 di 194

### 3.5 ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA

Peso per unità di volume

$$\gamma = 78.5 \text{ kN/m}^3$$

Modulo elastico

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

Coefficiente di Poisson

$$\nu = 0.3$$

Coefficiente di espansione termica lineare

$$\alpha = 12 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

Coefficiente di sicurezza per la resistenza delle  
membrature

$$\gamma_{M0} = 1.05$$

#### 3.5.1 PROFILI E LAMIERE NON SALDATE

Nome e qualità dell'acciaio S 275 J0

Spessore nominale dell'elemento			
t ≤ 40 mm		40 < t ≤ 80 mm	
$f_{yk}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_{tk}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_{yk}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_{tk}$ (N/mm <sup>2</sup> )
275	430	255	410

#### 3.5.2 TRAVI ED ELEMENTI SALDATI, TIRAFONDI E TUBI DELLA SELLA

Nome e qualità dell'acciaio S 275 J2

Spessore nominale dell'elemento			
t ≤ 40 mm		40 < t ≤ 80 mm	
$f_{yk}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_{tk}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_{yk}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_{tk}$ (N/mm <sup>2</sup> )
275	430	255	410

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>Barriere antirumore – Relazione di calcolo Fondazioni</b>	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A	FOGLIO 17 di 194

## 4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

La caratterizzazione geologica - geotecnica è stata definita sulla base di quanto riportato nella “Relazione geotecnica generale di linea delle opere all’aperto” (rif. Elab. IF26 12 E ZZ RB GE00 0 5 001). Ai paragrafi seguenti si riportano le stratigrafie adottate per ciascuna sezione di calcolo ed i parametri geotecnici di ciascuno strato ottenuti dalla relazione geotecnica ed i relativi sondaggi a cui è stato fatto riferimento.

Nei tratti in cui le barriere antirumore si trovano in corrispondenza del rilevato ferroviario, non si tiene conto dei primi due metri di palo ed i parametri geotecnici del rilevato sono stati definiti secondo le indicazioni fornite dalla specifica RFI DTC INC CS SP IFS 001 A del 21.12.2011 - “Specificazione per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie”:

$\gamma = 20 \text{ kN/mc}$       peso di volume

$\varphi' = 38^\circ$       angolo di attrito

$c' = 0$       coesione efficace

## 5. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Le opere in esame ricade nell’ambito del 1° Lotto Funzionale Frasso-Telese, individuato dalle pk 16+500 – 27+700.

La definizione del modello geotecnico di sottosuolo di riferimento per il dimensionamento delle strutture di fondazione dell’opera, è trattata diffusamente nella specifica sezione dedicata all’opera in esame nell’ambito del seguente documento di progetto:

A seguire si riportano gli schemi geotecnici associati alle sezioni di calcolo impiegate per il dimensionamento e la verifica delle fondazioni delle barriere oggetto della presente relazione.

**Barriere antirumore – Relazione di calcolo  
Fondazioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	OC0000 001	A	18 di 194

BA01						
STRATO	SPESSORE [m]	DESCRIZIONE	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$	c' [kPa]	E [Mpa]
1	1	Rilevato ferroviario	20	38	-	50
2	>14	TGC1	18.5	32	-	200

$z_w$  10.0 m da p.c.

BA03 - BA04						
STRATO	SPESSORE [m]	DESCRIZIONE	$\gamma$	$\phi$	c'	E
			[kN/m <sup>3</sup> ]			
1	3	Rilevato ferroviario	20	38	-	50
2	>12	TGC1	18.5	32	-	200

$z_w$  12.0 m da p.c.

BA05 - BA06						
STRATO	SPESSORE [m]	DESCRIZIONE	$\gamma$	$\phi$	c'	E
			[kN/m <sup>3</sup> ]			
1	1	Rilevato ferroviario	20	38	-	50
2	>11	TGC2	18.5	32	-	200

$z_w$  12.0 m da p.c.

BA06A - BA06B								
STRATO	SPESSORE [m]	DESCRIZIONE	$\gamma$	$\phi$	c'	c <sub>u</sub>	E	
			[kN/m <sup>3</sup> ]					
1	5	Rilevato ferroviario	20	38	-	-	50	
2	>6	ba3	19	25	5	125	200	

$z_w$  14.0 m da p.c.

BA07 - BA08 - BA09 - BA10					
STRATO	SPESSORE [m]	DESCRIZIONE	$\gamma$	$\phi$	E
			[kN/m <sup>3</sup> ]		
1	10	TGC2	18.5	32	50
2	>5	MDL1	20	38	500

$z_w$  10.0 m da p.c.

ITINERARIO NAPOLI – BARI  
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO  
II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO  
1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE  
PROGETTO ESECUTIVO

Barriere antirumore – Relazione di calcolo  
Fondazioni

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
IF26 12 E ZZ CL OC0000 001 A 19 di 194

BA11 (da km 19+782 a km 19+849)					
STRATO	SPESSORE [m]	DESCRIZIONE	$\gamma$	$\varphi$	E
			[kN/m <sup>3</sup> ]		[Mpa]
1	-	TGC2	18.5	32	200

$z_w$  10.0 m da p.c.

BA12 - BA13 - BA14							
STRATO	SPESSORE [m]	DESCRIZIONE	$\gamma$	$\varphi$	c'	cu	E
			[kN/m <sup>3</sup> ]		[kPa]	[kPa]	[Mpa]
1	6	Rilevato ferroviario	20	38	-	-	50
2	2	b2	19	24	5	100	200
3	>2	TGC2	18.5	32	-	-	200

$z_w$  12.0 m da p.c.

BA12 - BA13 - BA14							
STRATO	SPESSORE [m]	DESCRIZIONE	$\gamma$	$\varphi$	c'	cu	E
			[kN/m <sup>3</sup> ]		[kPa]	[kPa]	[Mpa]
1	6	Rilevato ferroviario	20	38	-	-	50
2	2	b2	19	24	5	100	200
3	>2	TGC2	18.5	32	-	-	200

$z_w$  12.0 m da p.c.

BA14							
STRATO	SPESSORE [m]	DESCRIZIONE	$\gamma$	$\varphi$	c'	cu	E
			[kN/m <sup>3</sup> ]		[kPa]	[kPa]	[Mpa]
1	6	Rilevato ferroviario	20	38	-	-	50
2	>10	bc3	19.5	26	10	100	100

$z_w$  12.0 m da p.c.

BA26-28							
STRATO	SPESSORE [m]	DESCRIZIONE	$\gamma$	$\varphi$	c'	cu	E
			[kN/m <sup>3</sup> ]		[kPa]	[kPa]	[Mpa]
1	1	b2	19	23	5	100	150
2	>15	bc2	19.5	32	-	-	200

$z_w$  5.0 m da p.c.

BA30 – BA31 – BA32							
STRATO	SPESSORE [m]	DESCRIZIONE	$\gamma$	$\varphi$	c'	cu	E
			[kN/m <sup>3</sup> ]		[kPa]	[kPa]	[Mpa]
1	1	Ripporto antropico	20	35	-	-	35
2	1	b2	19	23	5	100	150
3	4	bc3	19.5	26	10	100	120
4	>10	bc2	19.5	32	-	-	200

$z_w$  5.0 m da p.c.

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Barriere antirumore – Relazione di calcolo Fondazioni</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>OC0000 001</td> <td>A</td> <td>20 di 194</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	OC0000 001	A	20 di 194
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	OC0000 001	A	20 di 194								

## 6. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

Nel presente paragrafo si riporta una valutazione delle sollecitazioni sismiche sulle barriere antirumore che, come esposto di seguito, generano effetti meno gravosi di quelle indotte dalle azioni statiche (vento e sovrappressione aerodinamiche combinate) con le quali non va comunque combinata.

Il confronto è effettuato considerando la massima accelerazione presente lungo l'intero tracciato di progetto in considerazione della massima accelerazione al suolo e dei coefficienti stratigrafici e topografici:

comune	ag/g	Ss	St	<b>a<sub>max</sub></b>
PONTE	0.367	1.184	1.00	<b>0.435</b>

In particolare, in considerazione della variabilità delle barriere antirumore previste lungo la linea, sono state analizzate due situazioni di calcolo rappresentative, ovvero per la barriera H5 ,avente altezza intermedia, e per la barriera H10 di altezza massima:

CONDIZIONE SISMICA (Forze di inerzia)

		PESO PROPRI ELEMENTI A METRO LINEARE				zona S3	FORZE DI INERZIA (applicate ai baricentri degli elementi)			
Tipo BA	i [m]	P.P.cordolo	P.P.montante	P.P.barriera	P.P.pannello	a <sub>max</sub>	F <sub>i,cordolo</sub>	F <sub>i,montante</sub>	F <sub>i,barriera</sub>	F <sub>i,pannello</sub>
		[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[-]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
H5	1.5	16.50	37.38	2.13	1.96	0.43	7.17	16.24	0.93	0.85
H10	1.5	22.75	39.12	4.40	2.69	0.43	9.89	17.00	1.91	1.17

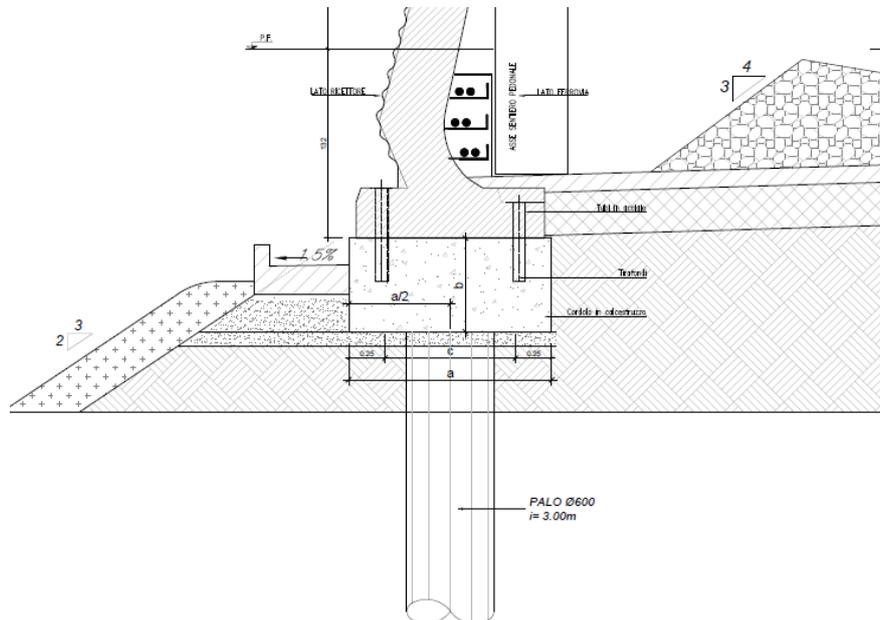
*Forze di inerzia e momenti ad intradosso fondazione (quota testa micropali) – tab 1/2*

Dall'esame dei risultati esposti nelle precedenti tabelle per i due casi statico e sismico, risulta che i momenti agenti ad intradosso fondazione (quota testa micropali), dimensionanti per le fondazioni, risultano, per il caso sismico, sempre inferiori a quelli relativi alla condizione statica.

Ai fini dei dimensionamenti di seguito esposti si è pertanto fatto riferimento alle sole combinazioni di carico statiche.

## 7. DESCRIZIONE DELLE AZIONI TRASMESSE DALLA BARRIERA

Per il progetto in oggetto, si definisce una fondazione su cordoli continui su pali  $\phi 600$  allineati, posti ad interasse longitudinale  $i=3.0$  m, in corrispondenza di ogni montante delle BA. Le sezioni dei cordoli e le lunghezze dei pali sono variabili a seconda della tipologia di barriera che verrà installata.



Per il sistema in elevazione, si prevede di mantenere le caratteristiche del “Tipologico RFI Barriere Antirumore - Barriera antirumore standard tipo HS” pertanto, di seguito, ci si riferirà alle tipologie di montanti da H2 ad H10, con i rispettivi manufatti di base BM.

I moduli standard della base della barriera, denominati BM95 (fino a H2), BM110 (fino a H7), BM130 (fino a H10) e BT95 sono manufatti in calcestruzzo armato prefabbricato sagomato ad L da posizionare a  $-1.31$  m dal piano ferro.

Il progetto barriere utilizza i montanti da H4 a H10 su manufatti rispettivamente BM110 e BM130 per i tipologici su rilevato e trincea; sui viadotti invece, si prevedono montanti H2 e H4 direttamente ancorati sull'opera.

Nei successivi paragrafi si suddivideranno gli interventi in due intervalli, rispettivamente per barriere basse con  $H4 \leq h \leq H7$  su BM110 e barriere alte con Barriere  $H8 \leq h \leq H10$  su BM130.

In favore di sicurezza, si farà riferimento alle altezze maggiori dei suddetti intervalli, definendo quindi i tre tipologici di fondazioni:

- Barriere H2 su BT95;
- Barriere H7 su BM110;
- Barriere H10 su BM130.

Nel calcolo e verifica delle lunghezze dei pali realizzati su rilevato ferroviario non si tiene conto dei primi due metri di palo.

## 7.1 SOLLECITAZIONI ELEMENTARI

Dal modello ad elementi finiti (riportato in RFI DTC ICI AM ST 01 2010) si ricavano le seguenti sollecitazioni in corrispondenza della sezione d'incastro della mensola sullo zoccolo di base:

A tali sollecitazioni vanno aggiunte le sollecitazioni trasmesse dal modulo "tappo" BT95 contiguo, determinate utilizzando un modello di calcolo distinto. Infine vanno sommati i pesi dello zoccolo di base relativo ad entrambi i moduli e del cordolo di fondazione.

### Barriere H2

BARRIERE H2_V300 - Sollecitazioni all'incastro						
Caso di carico	N	V	M*	e <sub>x</sub>	e <sub>y</sub>	M
[-]	[N]	[N]	[N*m]	[m]	[m]	[N*m]
Peso proprio	-42657	0	3667	0,8	0,035	2174
Peso pannello asciutto	-1507	0	823	0,8	0,035	770
Peso pannello bagnato	-4520	0	2468	0,8	0,035	2310
Vento	-2516	14320	33225	0,8	0,035	44593
S300	-795	4527	10502	0,8	0,035	14096
BARRIERE H2_V300 - Modulo tappo						
Peso proprio	-41739	0	3346	0,8	0,035	1885
Peso pannello asciutto	0	0	0	0,8	0,035	0
Peso pannello bagnato	0	0	0	0,8	0,035	0
Vento	-1286	8580	12881	0,8	0,035	19700
S300	-407	2712	4072	0,8	0,035	6227
FONDAZIONI						
Zoccolo di base BT95	-12470	0	0	0	0	0
Zoccolo di base BT95	-12470	0	0	0	0,035	-436
Cordolo di fondazione	-35438	0	0	0	0	0

I momenti flettenti riportati nell'ultima colonna tengono conto dell'eccentricità tra la retta d'azione del carico trasmesso ed il baricentro della sezione di base:

$$e_x = 80 \text{ cm} \quad e_y = 3.5 \text{ cm}$$

### Barriere H7

BARRIERE H7_V200 - Sollecitazioni all'incastro						
Caso di carico	N	V	M*	e <sub>x</sub>	e <sub>y</sub>	M
[-]	[N]	[N]	[N*m]	[m]	[m]	[N*m]
Peso proprio	-86177	0	8683	0,9	0,06	3512
Peso pannello asciutto	-6008	0	5704	0,9	0,06	5344
Peso pannello bagnato	-18023	0	17112	0,9	0,06	16031
Vento	-9246	39208	139462	0,9	0,06	174194

Barriere antirumore – Relazione di calcolo  
Fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	OC0000 001	A	23 di 194

S200	-1841	7808	27776	0,9	0,06	34693
BARRIERE H7_V200 - Modulo tappo						
Peso proprio	-41273	0	3143	0,9	0,06	667
Peso pannello asciutto	0	0	0	0,9	0,06	0
Peso pannello bagnato	0	0	0	0,9	0,06	0
Vento	-1258	8461	12520	0,9	0,06	20059
S200	-250	1684	2492	0,9	0,06	3993
FONDAZIONI						
Zoccolo di base BM110	-14440	0	0	0	0	0
Zoccolo di base BT95	-12470	0	0	0	0,075	-935
Cordolo di fondazione	-49500	0	0	0	0	0

I momenti flettenti riportati nell'ultima colonna tengono conto dell'eccentricità tra la retta d'azione del carico trasmesso ed il baricentro della sezione di base:

$$ex = 90 \text{ cm} \quad ey = 7.5 \text{ cm}$$

Barriere H10

BARRIERE H10_V200 - Sollecitazioni all'incastro						
Caso di carico	N	V	M*	$e_x$	$e_y$	M
[-]	[N]	[N]	[N*m]	[m]	[m]	[N*m]
Peso proprio	-89303	0	11992	1	0,16	-2296
Peso pannello asciutto	-8320	0	8959	1	0,16	7628
Peso pannello bagnato	-24959	0	26877	1	0,16	22884
Vento	-9262	48625	209634	1	0,16	256777
S200	-1652	8776	34853	1	0,16	43365
BARRIERE H10_V200 - Modulo tappo						
Peso proprio	-41273	0	3143	1	0,16	-3461
Peso pannello asciutto	0	0	0	1	0,16	0
Peso pannello bagnato	0	0	0	1	0,16	0
Vento	-1258	8461	12520	1	0,16	20780
S200	-250	1684	2492	1	0,16	4136
FONDAZIONI						
Zoccolo di base BM130	-17060	0	0	0	0	0
Zoccolo di base BT95	-12470	0	0	0	0,175	-2182
Cordolo di fondazione	-68250	0	0	0	0	0

I momenti flettenti riportati nell'ultima colonna tengono conto dell'eccentricità tra la retta d'azione del carico trasmesso ed il baricentro della sezione di base:

$$ex = 100 \text{ cm} \quad ey = 16 \text{ cm}$$

## 7.2 COMBINAZIONI DI CARICO

Le azioni elementari vengono combinate come prescritto dalla Normativa di riferimento:

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione caratteristica rara, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche delle tensioni d'esercizio:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} \dots;$$

Combinazione caratteristica frequente, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili, da utilizzarsi nelle verifiche a fessurazione:

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

Combinazione quasi permanente, impiegata per gli effetti a lungo termine, da utilizzarsi nelle verifiche a fessurazione:

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

I coefficienti  $\gamma$  e  $\psi$  sono riportati nelle tabelle seguenti:

**Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.**

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali <sup>(1)</sup>	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Q1}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

**Tabella 5.2.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU, eccezionali e sismica**

		Coefficiente	EQU <sup>(1)</sup>	A1 STR	A2 GEO	Combinazione eccezionale	Combinazione Sismica
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00	1,00	1,00
Carichi permanenti non strutturali <sup>(2)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Ballast <sup>(3)</sup>	favorevoli	$\gamma_B$	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Carichi variabili da traffico <sup>(4)</sup>	favorevoli	$\gamma_Q$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25	0,20 <sup>(5)</sup>	0,20 <sup>(5)</sup>
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	0,00
Precompressione	favorevole	$\gamma_P$	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 <sup>(6)</sup>	1,00 <sup>(7)</sup>	1,00	1,00	1,00

<sup>(1)</sup> Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.  
<sup>(2)</sup> Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.  
<sup>(3)</sup> Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.  
<sup>(4)</sup> Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico  $g_r$  della Tab. 5.2.IV.  
<sup>(5)</sup> Aliquota di carico da traffico da considerare.  
<sup>(6)</sup> 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna  
<sup>(7)</sup> 1,20 per effetti locali

**Tabella 5.2.VI - Coefficienti di combinazione  $\psi$  delle azioni.**

Azioni		$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Azioni singole da traffico	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
Gruppi di carico	$g_{r1}$	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	0,0
	$g_{r2}$	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	-
	$g_{r3}$	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	0,0
	$g_{r4}$	1,00	1,00 <sup>(1)</sup>	0,0
Azioni del vento	$F_{Wk}$	0,60	0,50	0,0
Azioni da neve	in fase di esecuzione	0,80	0,0	0,0
	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
Azioni termiche	$T_k$	0,60	0,60	0,50

(1) 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

(2) Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti  $\psi_0$  relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

Si utilizza l'Approccio 1 che consta di due combinazioni di carico:

- Combinazione 1: (A1+M1+R1)
- Combinazione 2: (A2+M1+R2)

Si ottengono 4 combinazioni di carico agli SLU:

CASO DI CARICO	1 - (A1+M1+R1)		2 - (A1+M1+R1)		3 - (A2+M1+R2)		4 - (A2+M1+R2)	
	$\gamma$	$\psi$	$\gamma$	$\psi$	$\gamma$	$\psi$	$\gamma$	$\psi$
Peso proprio	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Peso pannello asciutto	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00
Peso pannello bagnato	1.30	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00
Vento	1,50	1.00	-1,50	1.00	1.30	1.00	-1.30	1.00
S200	$\Phi*1,45$	0,80	$-\Phi*1,45$	0,80	$\Phi*1,25$	0,80	$-\Phi*1,25$	0,80
Peso zoccolo montante	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Peso zoccolo tappo	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Cordolo di base	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

CASO DI CARICO	1 - (SLE RARA)		2 - (SLE RARA)		3 - (A2+M1+R2)		4 - (A2+M1+R2)	
	$\gamma$	$\psi$	$\gamma$	$\psi$	$\gamma$	$\psi$	$\gamma$	$\psi$
Peso proprio	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Peso pannello asciutto	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00
Peso pannello bagnato	1.30	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00
Vento	1,50	1.00	-1,50	1.00	1.30	1.00	-1.30	1.00
S200	$\Phi*1,45$	0,80	$-\Phi*1,45$	0,80	$\Phi*1,25$	0,80	$-\Phi*1,25$	0,80
Peso zoccolo montante	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Peso zoccolo tappo	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Cordolo di base	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Nelle combinazioni riportate in tabella, il coefficiente  $\Phi$  è il coefficiente di amplificazione che tiene conto della natura dinamica dell'azione legata al passaggio del convoglio ferroviario. I valori del coefficiente  $\Phi$  sono:

$\Phi = 1.07$  per barriere H2 e velocità  $v = 300$  km/h

$\Phi = 1.80$  per barriere H7 e velocità  $v = 200$  km/h

$\Phi = 2.26$  per barriere H10 e velocità  $v = 200$  km/h

Si ottengono 4 combinazioni di carico agli SLU:

CASO DI CARICO	rara_v		rara_200	
	$\gamma$	$\psi$	$\gamma$	$\psi$
Peso proprio	1.00	1.00	1.00	1.00
Peso pannello asciutto	0.00	0.00	1.00	1.00
Peso pannello bagnato	1.00	1.00	0.00	1.00
Vento	1.00	1.00	1.00	0.60
S200	1.00	1.44	1.00	1.80
Peso zoccolo montante	1.00	1.00	1.00	1.00
Peso zoccolo tappo	1.00	1.00	1.00	1.00
Cordolo di base	1.00	1.00	1.00	1.00

CASO DI CARICO	frequente_v		frequente_200	
	$\gamma$	$\psi$	$\gamma$	$\psi$
Peso proprio	1.00	1.00	1.00	1.00
Peso pannello asciutto	0.00	0.00	1.00	1.00
Peso pannello bagnato	1.00	1.00	0.00	1.00
Vento	1.00	0.50	1.00	0.00
S200	1.00	0.00	-1.00	1.13
Peso zoccolo montante	1.00	1.00	1.00	1.00
Peso zoccolo tappo	1.00	1.00	1.00	1.00
Cordolo di base	1.00	1.00	1.00	1.00

CASO DI CARICO	quasi permanente	
	$\gamma$	$\psi$
Peso proprio	1.00	1.00
Peso pannello asciutto	0.00	0.00
Peso pannello bagnato	1.00	1.00
Vento	1.00	0.00
S200	1.00	0.00
Peso zoccolo montante	1.00	1.00
Peso zoccolo tappo	1.00	1.00
Cordolo di base	1.00	1.00

### 7.3 SOLLECITAZIONI TRASMESSE IN TESTA AL PALO

Con riferimento alle 4 SLU combinazioni di carico descritte al paragrafo precedente, si ottengono le sollecitazioni riportate nelle tabelle seguenti, che rappresentano il carico in testa ad ogni mediopalo.

#### Barriere H2

COMBINAZIONE	N	V	M
[-]	[N]	[N]	[N*m]
1	-201277	43335	129377
2	-139086	-43335	-117272
3	-155523	37516	111259
4	-140052	-37516	-100934

#### Barriere H7

COMBINAZIONE	N	V	M
[-]	[N]	[N]	[N*m]
1	-252506	75115	357920
2	-150882	-75115	-325809
3	-195944	65025	307507
4	-153261	-65025	-280979

#### Barriere H10

COMBINAZIONE	N	V	M
[-]	[N]	[N]	[N*m]
1	-293878	95945	522777
2	-177179	-95945	-495701
3	-227816	83046	450219
4	-179629	-83046	-428665

Si segnala che le azioni calcolate in fase sismica generano delle sollecitazioni minori rispetto a quelle calcolate con la combinazione fondamentale allo S.L.U., pertanto saranno trascurate in quanto non dimensionanti.

Con riferimento alle 5 SLE combinazioni di carico descritte al paragrafo precedente, si ottengono le sollecitazioni riportate nelle tabelle seguenti, che rappresentano il carico in testa ad ogni mediopalo.

#### Barriere H2

COMBINAZIONE	N	V	M
[-]	[N]	[N]	[N*m]
rara_v	-153096	22900	70226
rara_200	-152861	18048.93	66254.41

**Barriere antirumore – Relazione di calcolo  
Fondazioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	OC0000 001	A	29 di 194

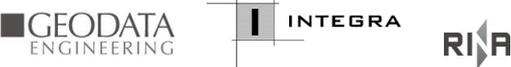
COMBINAZIONE	N	V	M
[-]	[N]	[N]	[N*m]
frequente_v	-151195	11450	38079.5
frequente_200	-150652	8180.07	28897.99
COMBINAZIONE	N	V	M
[-]	[N]	[N]	[N*m]
quasi_permanete	-149294	0	5933

*Barriere H7*

COMBINAZIONE	N	V	M
[-]	[N]	[N]	[N*m]
rara_v	-232387	47669	213528
rara_200	-231949	36277.08	205461.6
COMBINAZIONE	N	V	M
[-]	[N]	[N]	[N*m]
frequente_v	-227135	23834.5	116401.5
frequente_200	-224246	10725.96	62990.18
COMBINAZIONE	N	V	M
[-]	[N]	[N]	[N*m]
quasi_permanente	-221883	0	19275

*Barriere H10*

COMBINAZIONE	N	V	M
[-]	[N]	[N]	[N*m]
rara_v	-263835	57086	292502
rara_200	-263926	46221.2	288831.5
COMBINAZIONE	N	V	M
[-]	[N]	[N]	[N*m]
frequente_v	-258575	28543	153723.5
frequente_200	-255464	11819.8	68621.13
COMBINAZIONE	N	V	M
[-]	[N]	[N]	[N*m]
quasi_permanete	-253315	0	14945

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>Barriere antirumore – Relazione di calcolo Fondazioni</b>	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A	FOGLIO 30 di 194

## 8. METODI DI VERIFICA DELLE FONDAZIONI PROFONDE

### 8.1 VERIFICHE STRUTTURALI

Le verifiche di resistenza delle sezioni sono eseguite secondo il metodo semiprobabilistico agli stati limite. I coefficienti di sicurezza adottati sono i seguenti:

- coefficiente parziale di sicurezza per il calcestruzzo: 1.50;
- coefficiente parziale di sicurezza per l'acciaio in barre: 1.15;

Il paragrafo in oggetto illustra nel dettaglio i criteri generali adottati per le verifiche Strutturali e geotecniche condotte nel progetto. Ulteriori dettagli di carattere specifico, laddove impiegati, sono dichiarati e motivati nelle relative risultanze delle verifiche.

#### 8.1.1 CRITERI DI VERIFICA DELLE SEZIONI IN C.A.

Per le sezioni in cemento armato si effettuano:

- verifiche per gli stati limite ultimi a presso-flessione;
- verifiche per gli stati limite ultimi a taglio;
- verifiche per gli stati limite di esercizio.

#### 8.1.2 VERIFICHE PER GLI STATI LIMITE ULTIMI A FLESSIONE-PRESSOFLESSIONE

Allo stato limite ultimo, le verifiche a flessione o presso-flessione vengono condotte confrontando (per le sezioni più significative) le resistenze ultime e le sollecitazioni massime agenti, valutando di conseguenza il corrispondente fattore di sicurezza.

#### 8.1.3 VERIFICA AGLI STATI LIMITE ULTIMI A TAGLIO

La verifica allo stato limite ultimo per azioni di taglio è condotta secondo quanto prescritto dal DM14/01/2008, per elementi con armatura a taglio verticali.

Si fa, pertanto, riferimento ai seguenti valori della resistenza di calcolo:

- $V_{Rd,c} = \max \left\{ \left[ \frac{0.18}{\gamma_c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d; (v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d \right\}$ , resistenza di calcolo dell'elemento privo di armatura a taglio
- $V_{Rd,s} = 0.9 \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot (\cot \alpha + \cot \vartheta) \cdot \sin \alpha$ , valore di progetto dello sforzo di taglio che può essere sopportato dall'armatura a taglio alla tensione di snervamento
- $V_{Rd,max} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\cot \alpha + \cot \vartheta) / (1 + \cot^2 \vartheta)$ , valore di progetto del massimo sforzo di taglio che può essere sopportato dall'elemento, limitato dalla rottura delle bielle compresse.

Nelle espressioni precedenti, i simboli hanno i seguenti significati:

**Barriere antirumore – Relazione di calcolo  
Fondazioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	OC0000 001	A	31 di 194

- $k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2$  con d in mm;
- $\rho_1 = \frac{A_{sl}}{b_w \cdot d} \leq 0.02$ ;
- $A_{sl}$  è l'area dell'armatura tesa;
- $b_w$  è la larghezza minima della sezione in zona tesa;
- $\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} < 0.2 \cdot f_{cd}$ ;
- $N_{Ed}$  è la forza assiale nella sezione dovuta ai carichi;
- $A_c$  è l'area della sezione di calcestruzzo;
- $v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$ ;
- $1 \leq \cot \vartheta \leq 2.5$  è l'inclinazione dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave
- $A_{sw}$  è l'area della sezione trasversale dell'armatura a taglio;
- s è il passo delle staffe;
- $f_{ywd}$  è la tensione di snervamento di progetto dell'armatura a taglio;
- $f'_{cd} = 0.5 \cdot f_{cd}$  è la resistenza ridotta a compressione del calcestruzzo d'anima;
- $\alpha_{cw} = 1$  è un coefficiente che tiene conto dell'interazione tra la tensione nel corrente compresso e qualsiasi tensione di compressione assiale.

#### 8.1.4 VERIFICA AGLI STATI LIMITE D'ESERCIZIO

Si effettuano le seguenti verifiche agli stati limite di esercizio:

- stato limite delle tensioni in esercizio;
- stato limite di fessurazione.

Nel primo caso, si esegue il controllo delle tensioni nei materiali supponendo una legge costitutiva tensioni-deformazioni di tipo lineare. In particolare si controlla la tensione massima di compressione del calcestruzzo e di trazione dell'acciaio, verificando che:

- $\sigma_c < 0.60 f_{ck} = 15.0 \text{ N/mm}^2$  per combinazione di carico caratteristica (rara);
- $\sigma_c < 0.45 f_{ck} = 11.25 \text{ N/mm}^2$  per combinazione di carico quasi permanente;
- $\sigma_s < 0.80 f_{yk} = 360 \text{ N/mm}^2$  per combinazione di carico caratteristica (rara).

Nel secondo caso, si assume che le condizioni ambientali del sito in cui sorge l'opera siano ordinarie e si verifica che il valore limite di apertura della fessura, calcolato per armature sensibili, sia al più pari al seguente valore nominale (§4.1.2.2.4.1 NTC2008):

w<sub>2</sub>=0.3 mm per condizioni ambientali ordinarie, in particolare per le zone a permanente contatto con il terreno (frequente);

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Barriere antirumore – Relazione di calcolo Fondazioni</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF26</td> <td style="text-align: center;">12 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">OC0000 001</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">32 di 194</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	OC0000 001	A	32 di 194
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	OC0000 001	A	32 di 194								

**Tabella 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali**

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

**Tabella 4.1.IV – Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione**

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	$w_d$	Stato limite	$w_d$
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
c	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

### 8.1.5 VERIFICA DI DEFORMABILITA'

Il comportamento dei pali in condizioni di esercizio è stato studiato nella condizione SLE frequente. La verifica globale di deformabilità nell'allegato A10 al Manuale di progettazione delle opere civili (RFI DTC SI AG MA IFS 001 A) riporta che "la verifica globale di deformabilità consiste nel verificare che lo spostamento in sommità nella peggiore condizione di carico possibile sia inferiore a  $L/150$ , essendo L l'altezza del montante".

Così allo spostamento  $y$  calcolato nel manuale per le barriere H2, H7 e H10 si sommerà lo spostamento presente in testa palo.

	L (mm)	$f_{max}$ (mm)	y (mm)
BM95	4028	26.85	1.16
BM110	6750	45.00	19.8
BM130	8210	54.73	32.1

**Tabella 2 – Spostamenti massimi ottenuti in testa alla barriera calcolati nel Manuale di progettazione delle opere civili (RFI DTC SI AG MA IFS 001 A)**

Inserendo una forza orizzontale e una coppia in testa (combinazione frequente) si ottiene nell'ipotesi cautelativa di palo libero uno spostamento in testa al palo  $d_y$  e una rotazione  $\alpha$  che generano uno spostamento  $D_y$  in testa alla barriera che va sommato a quello ottenuto dal modello di calcolo nel manuale di progettazione RFI.

### 8.1.6 LUNGHEZZA DI ANCORAGGIO DEL PALO ALL'INTERNO DELLA TRAVE DI FONDAZIONE

La lunghezza di ancoraggio è valutata tramite l'Eurocodice 2.

Assumendo che la tensione di lavoro della barra sia pari alla tensione di snervamento di progetto, si ottiene la lunghezza di ancoraggio di base.

$$l_b = (\Phi / 4) \times (f_{yd} / f_{bd}) = 36 \Phi = 720 \text{ mm}$$

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Barriere antirumore – Relazione di calcolo Fondazioni</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>OC0000 001</td> <td>A</td> <td>33 di 194</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	OC0000 001	A	33 di 194
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	OC0000 001	A	33 di 194								

Avendo preso in considerazione un acciaio tipo B450C, per cui si ha che  $f_{yd} = 391,304$  MPa e un calcestruzzo C(25/30) per il quale  $f_{bd} = 2.69$  MPa.

La lunghezza di ancoraggio di progetto  $l_{bd}$  risulta:

$$l_{bd} = \alpha_1 \times \alpha_2 \times \alpha_3 \times \alpha_4 \times \alpha_5 \times l_b \geq l_{b,min}$$

I coefficienti  $\alpha_i$  assumono valori minori o uguale a 1 e tengono conto dei seguenti fattori:

- $\alpha_1$  tiene conto dell'effetto della forma delle barre
- $\alpha_2$  tiene conto dell'effetto del ricoprimento minimo di calcestruzzo
- $\alpha_3$  tiene conto dell'effetto di confinamento dovuto ad armatura trasversale
- $\alpha_4$  tiene conto dell'influenza di una o più barre trasversali saldate
- $\alpha_5$  tiene conto della pressione trasversale al piano di spacco lungo l'ancoraggio

Il prodotto  $\alpha_2 \times \alpha_3 \times \alpha_5$  deve essere maggiore o uguale a 0,7

Per assegnare i valori ai coefficienti  $\alpha_i$  si deve definire il valore del ricoprimento minimo del calcestruzzo.

Assunto i significati dei seguenti parametri:

$a$  = distanza tra le barre longitudinali

$c_1$  = copriferro laterale della barra

$c$  = copriferro inferiore o superiore della barra

si assume per il valore del ricoprimento minimo il seguente valore:

$c_d = \min\{a/2; c_1; c\}$  - per barre con ancoraggi dritti

$c_d = \min\{a/2; c_1\}$  - per barre con ancoraggi piegati o con uncini

$c_d = c_1$  - per barre ancorate con forcelle.

I valori dei coefficienti  $\alpha_i$  sono i seguenti:

$\alpha_1 = 1$  per ancoraggi dritti;  $\alpha_1 = 0,7$  per ancoraggi diversi se è  $c_d > 3 \times \Phi$ , altrimenti  $\alpha_1 = 1$ ;

$\alpha_2 = 1 - 0,15 \times (c_d - \Phi) / \Phi$  con valori leciti compresi tra 0,7 e 1 ;

$\alpha_3 = 1 - k \times \lambda$  , con valori compresi tra 0,7 e 1. Con :

$k = 0,1$  se la barra da ancorare è in corrispondenza di una piega delle barre trasversali

$k = 0,05$  se la barra è all'interno della massa di calcestruzzo rispetto alle barre trasversali

$k = 0$  se la barra è all'esterno delle barre trasversali

Il valore di  $\lambda$  è dato dalla formula:

$$\lambda = (A_{st} - A_{st,min}) / A_s \text{ dove:}$$

$A_{st}$  = Area totale delle armature trasversali poste nel tratto di ancoraggio

$A_{st,min} = 0,25 \times A_s$  nelle travi e 0 nelle solette

$A_s$  è l'area della singola barra da ancorare

$\alpha_4 = 0,7$  nel caso di presenza di barre trasversali saldate, altrimenti  $\alpha_4 = 1$

$\alpha_5 = 1 - 0,004 \times p$  , con valori compresi tra 0,7 e 1. Con:  $p$  = pressione trasversale nel tratto di ancoraggio.

La lunghezza di ancoraggio di progetto minima è fornita dalle seguenti relazioni:

per barre in trazione

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Barriere antirumore – Relazione di calcolo</b> <b>Fondazioni</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF26</td> <td style="text-align: center;">12 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">OC0000 001</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">34 di 194</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	OC0000 001	A	34 di 194
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	OC0000 001	A	34 di 194								

$$l_{b,min} = \max \{0,3 \times l_b ; 10 \times \Phi ; 100 \text{ mm}\}$$

per barre in compressione

$$l_{b,min} = \max \{0,6 \times l_b ; 10 \times \Phi ; 100 \text{ mm}\}$$

## 8.2 VERIFICHE GEOTECNICHE

Le verifiche geotecniche sono fatte con le combinazioni GEO.

Le opere in oggetto presentano una fondazione indiretta costituita da pali trivellati, il cui valore di progetto Rd della resistenza a carichi assiali dei singoli pali si ottiene a partire dal valore caratteristico Rk applicando i coefficienti parziali  $\gamma_R$  riportati nella tabella successiva:

	Coefficiente Parziale ( $\gamma_R$ )	Pali trivellati		
		R1	R2	R3
Base	$\gamma_b$	1.0	1.7	1.35
Laterale in compressione	$\gamma_s$	1.0	1.45	1.15
Laterale in trazione	$\gamma_{st}$	1.0	1.6	1.25

**Tabella 3 - Coefficienti parziali di sicurezza per le resistenze**

I coefficienti parziali di sicurezza utilizzati sono: R1 per le combinazioni di carico STR; R2 per le combinazioni di carico GEO; R3 per le combinazioni sismiche.

La resistenza caratteristica Rk del singolo palo è determinata mediante metodi di calcolo analitici, dove Rk è calcolata a partire da valori caratteristici dei parametri geotecnici e/o mediante l'impiego di relazioni empiriche che utilizzano direttamente i risultati di prove in situ. La normativa vigente definisce per tali procedure, il valore caratteristico della resistenza Rc,k (o Rt,k) come il valore minore tra quelli ottenuti applicando alle resistenze calcolate Rc,calc (Rt,calc) i fattori di correlazione  $\xi$  riportati nella tabella seguente, in funzione del numero n di verticali di indagini:

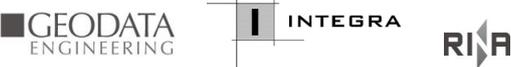
$$R_{c,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{c,calc})_{media}}{\xi_3}; \frac{(R_{c,calc})_{min}}{\xi_4} \right\}$$

$$R_{t,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{t,calc})_{media}}{\xi_3}; \frac{(R_{t,calc})_{min}}{\xi_4} \right\}$$

n	1	2	3	4	5	7	$\geq 10$
$\xi_3$	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
$\xi_4$	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

**Tabella 4 - Fattori di correlazione  $\xi$**

La campagna di indagine condotta permette di assumere in sede di calcolo un fattore di correlazione a favore di sicurezza pari a  $\xi_3 = \xi_4 = 1.70$ .

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>Barriere antirumore – Relazione di calcolo Fondazioni</b>	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A	FOGLIO 35 di 194

### 8.3 CAPACITÀ PORTANTE DEI PALI NEI CONFRONTI DEI CARICHI ASSIALI

Il calcolo della capacità portante dei pali di fondazione è condotto con i coefficienti parziali da applicare alla resistenza laterale e alla punta che tengono conto del fattore di correlazione  $\xi$ .

In ciascuna combinazione prevista deve risultare:

$$Q_{Rd} \geq Q_{Sd}$$

dove:

$$Q_{Rd} = \frac{1}{\xi} \left( \frac{Q_s}{R^s_i} + \frac{Q_b}{R^b_i} \right) - W_{palo}$$

Nelle espressioni precedenti, i simboli hanno i seguenti significati:

$$Q_b = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot q_b;$$

$$Q_s = \pi \cdot D \cdot L \cdot \tau_s;$$

D = diametro del palo;

L = lunghezza del palo;

qb = pressione limite alla base del palo;

$\tau_s$  = pressione laterale lungo il palo;

Ri e  $\xi$  = coefficienti di abbattimento delle resistenze;

Wpalo = peso caratteristico del palo al netto del peso del terreno asportato;

In particolare,

– per terreni coesivi:

$$q_b = 9 \cdot c_{ub} + \sigma_{v0}$$

$$\tau_s = \alpha \cdot c_u$$

– per terreni incoerenti:

$$q_b = N_q \cdot \sigma_{v0}$$

$$q_s = k_i \cdot \tan \phi' \cdot \sigma_{v0}$$

dove:

**Barriere antirumore – Relazione di calcolo  
Fondazioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	OC0000 001	A	36 di 194

$c_u$  = coesione non drenata;

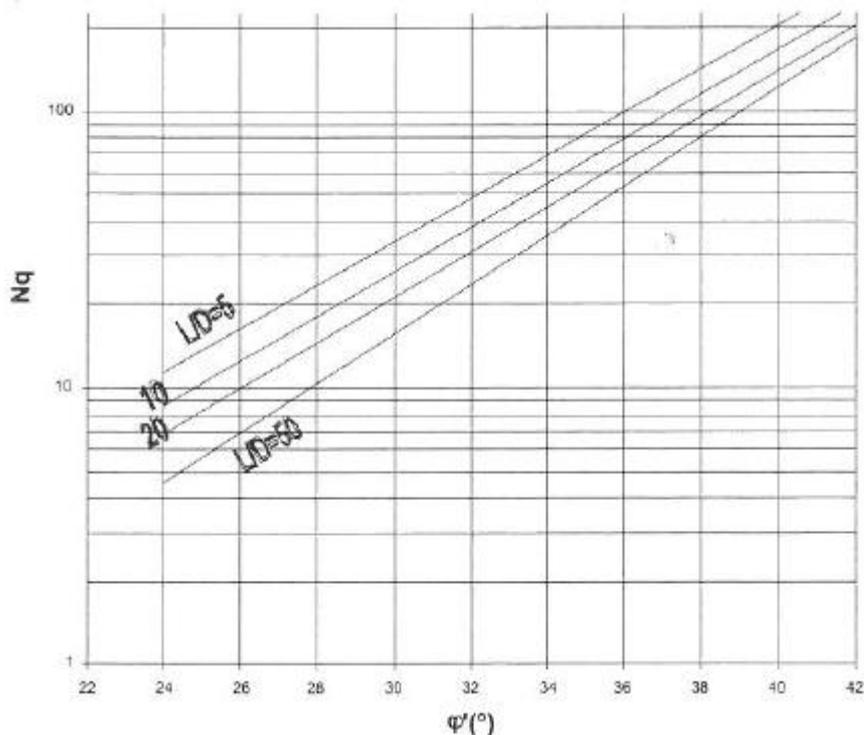
$c_{ub}$  = coesione non drenata alla base del palo;

$\sigma_{v0}$  = tensione litostatica totale;

$\alpha$  = coefficiente empirico;

$k_i = 0.5$ ;

$N_q$  = fattore di capacità portante, valutato secondo le indicazioni di Berezantzev, di seguito riportate:



**Figura 4: Valori del fattore  $N_q$  per pali di medio diametro**

Per quanto riguarda il coefficiente empirico  $\alpha$ , possono considerarsi i valori della tabella seguente:

$c_u$ (kPa)	$\alpha$
$\leq 25$	0.9
Da 25 a 50	0.8
Da 50 a 75	0.6
$\geq 75$	0.4

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>Barriere antirumore – Relazione di calcolo Fondazioni</b>	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A	FOGLIO 37 di 194

### 8.3.1 CAPACITÀ PORTANTE DEI PALI NEI CONFRONTI DEI CARICHI ORIZZONTALI

#### ➤ *CARICO ORIZZONTALE LIMITE*

Il carico orizzontale limite  $H_{lim}$  è stato calcolato in accordo alla teoria proposta da Broms (1984).

Le ipotesi assunte da Broms sono le seguenti:

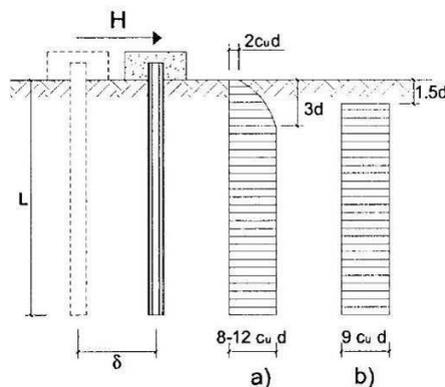
- Terreno omogeneo;
- Comportamento dell'interfaccia palo-terreno di tipo rigido-perfettamente plastico;
- la forma del palo è ininfluyente e l'interazione palo-terreno è determinata solo dalla dimensione caratteristica  $D$  della sezione del palo (il diametro per sezioni circolari, il lato per sezioni quadrate, etc.) misurata normalmente alla direzione del movimento;
- il palo ha comportamento rigido-perfettamente plastico, cioè si considerano trascurabili le deformazioni elastiche del palo.

Questa ultima ipotesi comporta che il palo abbia solo moti rigidi finché non si raggiunge il momento di plasticizzazione  $M_y$  del palo. A questo punto si ha la formazione di una cerniera plastica in cui la rotazione continua indefinitamente con momento costante.

In accordo alla condizione di vincolo dei pali nei plinti di fondazione, il palo è considerato impedito di ruotare in testa.

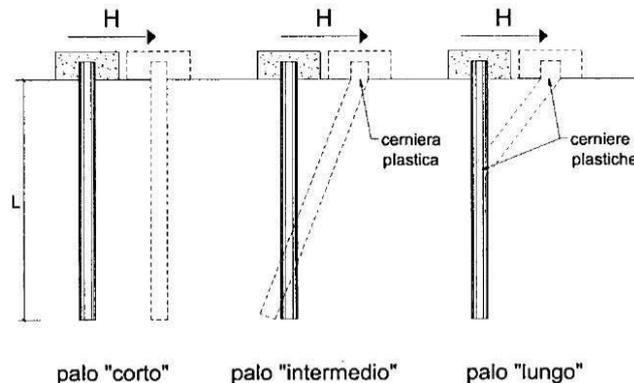
#### ➤ *UNITÀ A COMPORTAMENTO COESIVO*

Il diagramma di distribuzione della resistenza  $p$  offerta dal terreno lungo il fusto del palo è quello riportato in Figura 1– (a). Broms adotta al fine delle analisi una distribuzione semplificata (b) con reazione nulla fino a  $1.5 \varnothing$  e costante con valore  $9 \cdot c_u \cdot \varnothing$  per profondità maggiori.



**Figura 1 – distribuzione della resistenza offerta dal terreno a carichi orizzontali per pali impediti di ruotare alla testa (Broms, 1984).**

I meccanismi di rottura del complesso palo-terreno sono condizionati dalla lunghezza del palo, dal momento di plasticizzazione della sezione e dalla resistenza esercitata dal terreno. I possibili meccanismi di rottura sono riportati nella figura seguente e sono solitamente indicati come "palo corto", "intermedio" e "lungo".



**Figura 2 – meccanismi di rottura del complesso palo-terreno per pali impediti di ruotare alla testa soggetti a carichi orizzontali (Broms, 1984).**

Facendo ricorso a semplici equazioni di equilibrio ed imponendo la formazione di una cerniera plastica nelle sezioni che raggiungono un momento pari a  $M_y$ , è possibile calcolare il carico limite orizzontale corrispondente ai tre meccanismi di rottura:

$$H \text{ lim} = 9c_u D^2 \left( \frac{L}{D} - 1.5 \right) \quad \text{palo corto}$$

$$H \text{ lim} = -9c_u D^2 \left( \frac{L}{D} - 1.5 \right) + 9c_u D^2 \sqrt{2 \left( \frac{L}{D} \right)^2 + \frac{4}{9} \frac{M_y}{c_u D^3} + 4.5} \quad \text{palo intermedio}$$

$$H \text{ lim} = -13.5c_u D^2 + c_u D^2 \sqrt{182.25 + 36 \frac{M_y}{c_u D^3}} \quad \text{palo lungo}$$

Con riferimento ai casi in oggetto, il meccanismo di rottura è sempre quello di palo lungo.

Nel caso di palo scalzato e per il caso di palo lungo, il valore di  $H_{lim}$  si ottiene risolvendo le seguenti equazioni:

$$H \text{ lim} = 9c_u D \times (f - 1.5D)$$

$$H \text{ lim} \times (d_s + f) - 4.5c_u D (f - 1.5D)^2 - 2M_y = 0$$

Essendo:

f la profondità della cerniera plastica dal piano di campagna;

$d_s$  l'altezza della testa del palo rispetto al piano di campagna.

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>Barriere antirumore – Relazione di calcolo Fondazioni</b>	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO OC0000 001	REV. A	FOGLIO 39 di 194

➤ **UNITÀ A COMPORTAMENTO INCOERENTE**

Per un terreno incoerente si assume che la resistenza opposta dal terreno alla traslazione del palo vari linearmente con la profondità con legge:

$p = 3 k_p \gamma z D$  essendo:

$k_p$  il coefficiente di spinta passiva;

$z$  la profondità da piano campagna;

$\gamma$  il peso di volume del terreno, nel caso in cui il terreno sia sotto falda si assume  $\gamma'$ .

I valori del carico limite corrispondenti ai diversi meccanismi di rottura sono di seguito riportati:

$$H_{lim} = 1.5 k_p \gamma D^3 \left( \frac{L}{D} \right)^2 \quad \text{palo corto}$$

$$H_{lim} = \frac{1}{2} k_p \gamma D^3 \left( \frac{L}{D} \right)^2 + \frac{M_y}{L} \quad \text{palo intermedio}$$

$$H_{lim} = k_p \gamma D^3 \sqrt[3]{\left( 3.676 \frac{M_y}{k_p \gamma D^4} \right)^2} \quad \text{palo lungo}$$

Con riferimento ai casi in oggetto, il meccanismo di rottura è sempre quello di palo lungo.

Nel caso di palo scalzato e per il caso di palo lungo, il valore di  $H_{lim}$  si ottiene risolvendo le seguenti equazioni:

$$H_{lim} = 1.5 k_p \gamma D f^2$$

$$f^3 + 1.5 D f^2 - \left( \frac{2 M_y}{\gamma k_p D} \right) = 0$$

Essendo:

$f$  la profondità della cerniera plastica dal piano di campagna;

$ds$  l'altezza della testa del palo rispetto al piano di campagna.

➤ **CARICO ORIZZONTALE RESISTENTE**

Il valore di progetto  $R_d$  della resistenza a carichi assiali dei singoli pali si ottiene a partire dal valore caratteristico  $R_k$  applicando i coefficienti parziali  $\gamma_R$  riportati nella tabella successiva:

Coefficiente Parziale		
R1	R2	R3
1.0	1.6	1.3

**Tabella 5 - Coefficienti parziali di sicurezza per le resistenze**

**Barriere antirumore – Relazione di calcolo  
Fondazioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	OC0000 001	A	40 di 194

I coefficienti parziali di sicurezza utilizzati sono: R1 per le combinazioni di carico STR; R2 per le combinazioni di carico GEO; R3 per le combinazioni sismiche.

La resistenza caratteristica  $R_k$  del singolo palo è determinata mediante metodi di calcolo analitici, dove  $R_k$  è calcolata a partire da valori caratteristici dei parametri geotecnici e/o mediante l'impiego di relazioni empiriche che utilizzano direttamente i risultati di prove in situ. La normativa vigente definisce per tali procedure, il valore caratteristico della resistenza  $R_{c,k}$  (o  $R_{t,k}$ ) come il valore minore tra quelli ottenuti applicando alle resistenze calcolate  $R_{c,calc}$  ( $R_{t,calc}$ ) i fattori di correlazione  $\xi$  riportati nella tabella seguente, in funzione del numero  $n$  di verticali di indagini:

$$R_{c,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{c,calc})_{media}}{\xi_3}; \frac{(R_{c,calc})_{min}}{\xi_4} \right\}$$

$$R_{t,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{t,calc})_{media}}{\xi_3}; \frac{(R_{t,calc})_{min}}{\xi_4} \right\}$$

n	1	2	3	4	5	7	≥ 10
$\xi_3$	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
$\xi_4$	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

**Tabella 6 -Fattori di correlazione  $\xi$**

## 9. RIEPILOGO VERIFICHE E GEOMETRIA PALI DI FONDAZIONE

Si riportano a seguire in forma tabellare, le armature, i coefficienti di sicurezza delle verifiche geotecniche e le lunghezze dei pali  $\phi 600$  delle fondazioni oggetto della presente relazione.

Sezione di calcolo	codice BA	pk inizio	pk fine	Base	FS vert	FS orizz	L palo	armatura longitudinale	staffe
1	BA01	16+770	16+930	BT-95	2.03	2.94	9	16 $\phi$ 20	$\phi 16/20$
2	BA03	17+206	17+387	BM-110	2.07	1.34	11	16 $\phi$ 20	$\phi 16/20$
2	BA03	17+435	17+469	BM-110	2.07	1.34	11	16 $\phi$ 20	$\phi 16/20$
2	BA04	17+469	17+569	BM-110	2.07	1.34	11	16 $\phi$ 20	$\phi 16/20$
2		17+586	17+629	BM-110	2.07	1.34	11	16 $\phi$ 20	$\phi 16/20$
2		17+659	17+706	BM-110	2.07	1.34	11	16 $\phi$ 20	$\phi 16/20$
2		18+049	18+263	BM-110	2.07	1.34	11	16 $\phi$ 20	$\phi 16/20$
3	BA05	18+662	18+753	BM-110	2.33	1.27	11	16 $\phi$ 20	$\phi 16/20$
4	BA6a	18+465	18+636	BM-110	1.96	1.41	11	16 $\phi$ 20	$\phi 16/20$
3	BA6a	18+662	18+717	BM-110	2.33	1.27	11	16 $\phi$ 20	$\phi 16/20$
4	BA6b	18+940	18+995	BM-110	1.96	1.41	11	16 $\phi$ 20	$\phi 16/20$
4		19+005	19+164	BM-110	1.96	1.41	11	16 $\phi$ 20	$\phi 16/20$
5	BA07	19+285	19+385	BT-95	3	2.76	9	16 $\phi$ 20	$\phi 16/20$
6	BA08	19+435	19+496	BM-110	2.3	1.24	9	16 $\phi$ 20	$\phi 16/20$
6	BA09	19+496	19+623	BM-110	2.3	1.24	9	16 $\phi$ 20	$\phi 16/20$
6	BA10	19+623	19+735	BM-110	2.3	1.24	9	16 $\phi$ 20	$\phi 16/20$
6	BA10	19+782	19+849	BM-110	2.3	1.24	9	16 $\phi$ 20	$\phi 16/20$
7	BA11	19+840	20+067	BT-95	3	2.76	9	16 $\phi$ 20	$\phi 16/20$
8	BA12	20+061	20+257	BM-110	2.74	1.41	11	16 $\phi$ 20	$\phi 16/20$
8	BA13	20+257	20+369	BM-110	2.74	1.41	11	16 $\phi$ 20	$\phi 16/20$
9	BA14	20+369	20+460	BM-130	2.72	1.49	12	20 $\phi$ 24	$\phi 16/20$
10	BA16	21+368	21+795	BM-110	1.58	1.41	11	16 $\phi$ 20	$\phi 16/20$
11	BA26	26+046	26+300	BM-130	2.52	1.74	10	20 $\phi$ 24	$\phi 16/20$
11		26+688	26+954	BM-130	2.52	1.74	10	20 $\phi$ 24	$\phi 16/20$
11	BA28	26+065	26+944	BM-130	2.52	1.74	10	20 $\phi$ 24	$\phi 16/20$
12	BA29	26+969	27+095	BM-110	2.76	1.63	9	16 $\phi$ 20	$\phi 16/20$
12	BA30	27+095	27+331	BM-110	2.76	1.63	9	16 $\phi$ 20	$\phi 16/20$
12	BA31	27+331	27+624	BM-110	2.76	1.63	9	16 $\phi$ 20	$\phi 16/20$
12	BA32	27+624	27+700	BM-110	2.76	1.63	9	16 $\phi$ 20	$\phi 16/20$
13	BA33	27+330	27+582	BM-130	2.64	1.8	10	20 $\phi$ 24	$\phi 16/20$
13	BA33	27+582	27+700	BM-130	2.64	1.8	10	20 $\phi$ 24	$\phi 16/20$

## 10. SEZIONE DI CALCOLO N. 1 - BA01

La sezione è identificativa delle barriere BA-01, i carichi massimi trasmessi alle fondazioni fanno riferimento ad una barriera del tipo H2

La barriera è sia su rilevato ferroviario che su tratto in trincea, pertanto cautelativamente si assumerà uno schema di riferimento con un rilevato di altezza massima 1 m. A favore di sicurezza si trascureranno, nella verifica a capacità portante per azioni verticali, i primi 2m di palo.

La stratigrafia già riportata al capitolo 4 è riassunta di seguito.

BA01						
STRATO	SPESSORE [m]	DESCRIZIONE	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$	c' [kPa]	E [Mpa]
1	1	Rilevato ferroviario	20	38	-	50
2	>14	TGC2	18.5	32	-	200

$z_w$  10.0 m da p.c.

### 10.1 DETERMINAZIONE DELLE SOLLECITAZIONI LUNGO IL PALO

Le sollecitazioni sono state determinate a partire dalle ipotesi assunte nel capitolo 8. Di seguito di riportano in forma tabellare le sollecitazioni massime ottenute per ciascuna combinazione di carico.

	N	V_max	M_Max
	[kN]	[kN]	[kN*m]
SLU A2	-201.27	43.3	129.37
SLU A1	-155.52	37.5	111.1
SLE rara	-153.01	22.9	70.26
SLE freq	-151.12	11.01	38.08

## 10.2 VERIFICHE STRUTTURALI

### 10.2.1 VERIFICA A PRESSOFLESSIONE SEZIONE IN C.A.

Verifica C.A. S.L.U. - File: BA01 SLU

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: DM 1996 ?

Titolo: \_\_\_\_\_

Sezione circolare cava

Raggio esterno: 300 [mm]  
Raggio interno: 0 [mm]  
N° barre uguali: 0  
Diametro barre: 0 [mm]  
Copriferro (baric.): 0 [mm]

N° barre: 16 Zoom

N°	As [mm²]	x [mm]	y [mm]
12	314	-194.01	-80.36
13	314	-210	0
14	314	-194	80.36
15	314	-148.49	148.49
16	314	-80.36	194.01

Tipo Sezione:  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

Diagramma della sezione circolare con 16 barre distribuite.

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub>: 202 kN  
M<sub>Ed</sub>: 130 kNm  
M<sub>yEd</sub>: 0

P.to applicazione N:  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord. [mm] xN: 0 yN: 0

Tipo rottura: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo:  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

Tipo flessione:  
 Retta  Deviata

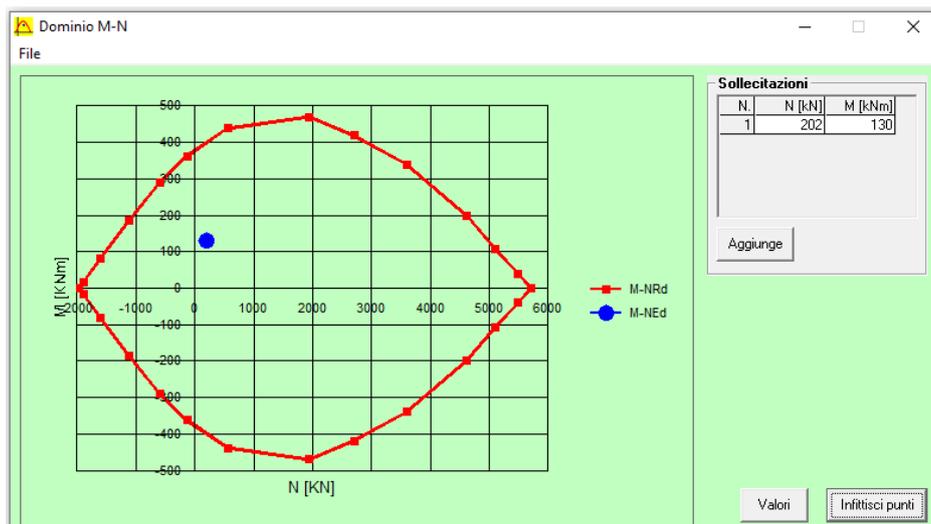
Vertici: 50 N° rett. 100  
Calcola MRd Dominio M-N  
L<sub>0</sub>: 0 mm Col. modello

Precompresso

Materiali: B450C C25/30

ε<sub>su</sub>: 10 ‰ ε<sub>c2</sub>: 2 ‰  
f<sub>yd</sub>: 391.3 N/mm² ε<sub>cu</sub>: 3.5 ‰  
E<sub>s</sub>: 200,000 N/mm² f<sub>cd</sub>: 13.28 ‰  
E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>: 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub>: 0.8  
ε<sub>syd</sub>: 1.957 ‰ σ<sub>c,adm</sub>: 9.75 ‰  
σ<sub>s,adm</sub>: 255 N/mm² τ<sub>co</sub>: 0.6  
τ<sub>c1</sub>: 1.829

M<sub>xRd</sub>: 379.8 kNm  
σ<sub>c</sub>: -13.28 N/mm²  
σ<sub>s</sub>: 391.3 N/mm²  
ε<sub>c</sub>: 3.5 ‰  
ε<sub>s</sub>: 5.213 ‰  
d: 510 mm  
x: 204.9 x/d: 0.4017  
δ: 0.9421



## 10.2.2 VERIFICA A TAGLIO

### Verifica a taglio per sezioni circolari armate a taglio (D.M. 14/01/2008)

classe cls	$R_{ck}$	30	N/mm <sup>2</sup>
resist. Caratteristica cilindrica	$f_{ck}$	25	N/mm <sup>2</sup>
	$f_{cd}$	14	N/mm <sup>2</sup>
diámetro	$\Phi$	600	mm
Area sezione	A	282743	mm <sup>2</sup>
copriferro	c	80	mm
Area sezione rettangolare equivalente	$A_{eq}$	222244	mm <sup>2</sup>
altezza utile equivalente	d	440	mm
larghezza equivalente	$b_w$	505	mm
altezza equivalente	$h_{eq}$	559.8476	mm
sforzo assiale dovuto ai carichi o precompressione	N	0	N
	$\sigma_{cp}$	0.000	N/mm <sup>2</sup>
	$\alpha_{cp}$	1.00	

Acciaio	$f_{yk}$	450	N/mm <sup>2</sup>
B450C	$f_{yd}$	391	N/mm <sup>2</sup>
diámetro staffe (spille)	$\varnothing_w$	16	mm
Area staffa (spilla)	$A_{\varnothing_w}$	201	mm <sup>2</sup>
0.9 d	z	396	mm
passo spirale	$s_w$	200	mm
	n° bracci	2	
angolo di inclinazione biella compressa	$\theta$	45.0	°
deve essere compreso tra 1 e 2.5	$\cot(\theta)$	1.00	
angolo di inclinazione armatura rispetto asse palo	$\alpha$	90	°
	$\cot(\alpha)$	0.00	
	$As_w / s_w$	2.011	mm <sup>2</sup> /mm

Taglio resistente per "taglio trazione"	$V_{Rsd}$	312	kN
Taglio resistente per "taglio compressione"	$V_{Rcd}$	706	kN

taglio sollecitante	$V_{Ed}$	44	kN
fattore di sicurezza per GR (par. 7.9.5.2.2)	$\gamma_{Rd}$	1	
taglio resistente	$V_{Rd}$	312	kN

$$V_{Ed} < V_{Rd}$$

verifica

### 10.2.3 VERIFICA A FESSURAZIONE

Verifica C.A. S.L.U. - File: BA01 SLE

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: DM 1996 ?

Titolo: \_\_\_\_\_

Tipo Sezione:  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

Sezione circolare cava  
 Raggio esterno: 300 [mm]  
 Raggio interno: 0 [mm]  
 N° barre uguali: 0  
 Diametro barre: 0 [mm]  
 Copriferro (baric.): 0 [mm]

N° barre: 16 Zoom

N°	As [mm²]	x [mm]	y [mm]
1	314	0	230
2	314	80.36	212.49
3	314	148.49	162.63
4	314	194.01	88.02
5	314	210	0
6	314	194.01	-88.02

Sollecitazioni:  
 S.L.U. Metodo n  
 N<sub>Ed</sub>: 153 kN  
 M<sub>xEd</sub>: 70 kNm  
 M<sub>yEd</sub>: 0

P.to applicazione N:  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[mm] xN: 0 yN: 0

Metodo di calcolo:  
 S.L.U.  S.L.U.  Metodo n

Materiali:  
 B450C C25/30  
 ε<sub>su</sub>: 10 ‰ ε<sub>c2</sub>: 2 ‰  
 f<sub>yd</sub>: 391.3 N/mm² ε<sub>cu</sub>: 3.5 ‰  
 E<sub>s</sub>: 200.000 N/mm² f<sub>cd</sub>: 13.28  
 E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>: 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub>: 0.8  
 ε<sub>syd</sub>: 1.957 ‰ σ<sub>c,adm</sub>: 9.75  
 σ<sub>s,adm</sub>: 255 N/mm² τ<sub>co</sub>: 0.6  
 τ<sub>c1</sub>: 1.029

σ<sub>c</sub>: -4.093 N/mm²  
 σ<sub>s</sub>: 63.86 N/mm²  
 ε<sub>s</sub>: 0.3193 ‰  
 d: 530 mm  
 x: 259.8 w/d: 0.4901  
 δ: 1

Vertici: 50  
 Verifica  
 N° iterazioni: 4  
 Precompresso

	INPUT	
Rck	30	Mpa
diametro palo D	600	mm
copriferro 1° strato C <sub>1</sub>	70	mm
diametro barre 1° strato φ <sub>1</sub>	20	mm
numero barre 1° strato n <sub>1</sub>	16	
copriferro 2° strato (baricentro barre) C <sub>2</sub>		mm
diametro barre 2° strato φ <sub>2</sub>		mm
numero barre 2° strato n <sub>2</sub>		
distanza lembo compresso-lembo teso della sezione d	530	mm
b <sub>eff</sub>	90.3	mm
posizione asse neutro da lembo compresso x	259.8	mm
Tensione massima barre 1° strato σ <sub>s_max1</sub>	63.86	Mpa
Tensione massima barre 2° strato σ <sub>s_max2</sub>		Mpa
altezza efficace h <sub>c,eff</sub>	113.4	mm
area efficace relativamente ad una singola barre A <sub>c,eff</sub>	10242	mm <sup>2</sup>
percentuale di armatura relativa a A <sub>c,eff</sub> ρ <sub>p,eff</sub>	0.031	
(0.6 carichi brevi; 0.4 lunga durata) kt	0.6	
(0.8 barre ad. migliorata; 1.6 liscie) k1	0.8	
(0.5 per flessione; 1 trazione) k2	0.5	
k3	3.4	
k4	0.425	

OUTPUT	
diff. def. armature-cls	
ε <sub>sm</sub> - ε <sub>cm</sub>	1.86E-04 -
distanza max fessure	
s <sub>r, max</sub>	3.15E+02 mm
ampiezza fessure:	
wk	0.059 mm
LIMITE	0.30 mm
Sez. verificata	

### 10.3 VERIFICA A DEFORMABILITÀ

Secondo quanto illustrato al paragrafo 8.1.5 la deformazione attesa in sommità alla barriera è pari a 19.8 mm, a questa va sommato lo spostamento ottenuto dalla deformazione del cordolo nella combinazione frequente:

Spostamenti, Rotazioni, Pressione				
nodo	z	y(z)	$\alpha(z)$	p(z)
	quota (m)	(mm)	(rad)	(kPa)
1	0.00	-0.21	-0.00031	-0.14

Lo spostamento e rotazione in testa al palo corrisponde a uno spostamento in testa alla barriera di 0.46 mm valutato come:

$$y_{\text{testa\_barriera}} = y + H \tan(\alpha) = 0.21 + 4028 \cdot \tan(0.0003) = 1.41 \text{ mm}$$

$$y_{\text{tot}} = 1.41 + 1.16 = 2.65 < f_{\text{max}} = 26.85 \text{ mm}$$

scala grafico

strati terreno	descrizione	quote (m)	$k_h$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma_h$ (kN/m <sup>3</sup> )
p.c.=strato 1	RILEVATO	0.00		8000
<input checked="" type="checkbox"/> strato 2	TGC2	-1.00		10000
<input checked="" type="checkbox"/> strato 3	TGC2	-9.00		10000
<input type="checkbox"/> strato 4				
<input type="checkbox"/> strato 5				
<input type="checkbox"/> strato 6				

Diametro del palo: 0.6 (m)

J palo: 0.00636 (m<sup>4</sup>)

Lunghezza del palo: 9 (m)

Forza orizzontale in testa: 11.1 (kN)

Momento in testa: 38.1 (kNm)

E cls: 31447 (Mpa)

dimensione elementi: 0.2 (m)

palo impedito di ruotare

palo impedito di traslare

palo libero

**Calcolo**

$M_0 = \alpha_m \cdot H$ : 38 (kNm)

$\alpha_m$ : 3.43 (m)

## 10.4 VERIFICHE GEOTECNICHE

### 10.4.1 VERIFICA A PORTANZA

**CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DI UN PALO TRIVELLATO DI GRANDE DIAMETRO**  
ai sensi del D.M. 14/01/2008 - Approccio 2 (A1+M1+R3)  
OPERA: BAO1

Diametro del palo (D): 0.6 (m)  
Quota testa palo dal p.c. (z<sub>p</sub>): 0 (m)  
Area del palo (A<sub>p</sub>): 0.283 (m<sup>2</sup>)  
quota della falda dal p.c. (z<sub>w</sub>): 10 (m)

**CARICO ASSIALE DI COMPRESSIONE SUL SINGOLO PALO:**  
§6.4.3.1 D.M. 14/01/2008  
Approccio 2: (A1+M1+R3)  
Carico assiale di compressione di progetto  
N<sub>d</sub> (SLU) 201 (kN)  
N<sub>d</sub> (SLV) (kN)  
N<sub>d</sub> (SLE) (kN)  
N<sub>d</sub> (SLD) (kN)

**CARICO ASSIALE DI TRAZIONE SUL SINGOLO PALO:**  
§6.4.3.1 D.M. 14/01/2008  
Approccio 2: (A1+M1+R3)  
Carico assiale di trazione di progetto  
N<sub>d</sub> (SLU) (kN)  
N<sub>d</sub> (SLV) (kN)

Numero di strati 3

**CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI**

Strato	Stratigrafia		Spess.	Tipo di terreno	Parametri del terreno						τ <sub>lim</sub>	N <sub>q</sub>	q <sub>b, max</sub>	k <sub>comp</sub>	k <sub>traz</sub>
	da	a			γ	c'	φ'	c <sub>u</sub>	α	a					
(-)	(m)	(m)	(m)		(kN/m <sup>3</sup> )	(kPa)	(°)	(kPa)	(-)	(-)	(kPa)	(-)	(kPa)	(-)	(-)
1	0.00	1.00	1.00	RILEVATO FERROVIARIO	0	0	0	0	0	0	100	25	5800	0.6	0.5
2	1.00	2.00	1.00	TGC	0	0	0	0	0	0	100	25	4300		
3	2.00	60.00	58.00	TGC	18.5		32				150	17	4300		

**Fattori di correlazione per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate**

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	>= 10
ξ <sub>3</sub>	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
ξ <sub>4</sub>	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

n°1 verticale  Peso del palo depurato W<sub>p, dep</sub>

**Lunghezza del palo (L<sub>p</sub>)** 9 (m)  
**Peso del palo depurato W<sub>p, dep</sub>** 27 (kN)  
**Peso palo alleggerito W<sub>p, all</sub>** 64 (kN)  
**Profondità punta palo:** 9 (m)

Strato	Spess. Strati_palo	F <sub>SL, compr</sub>	F <sub>SL, traz</sub>	F <sub>SB</sub>
(-)	(m)	ξ <sub>3</sub> <sup>*</sup> γ <sub>s</sub>	ξ <sub>3</sub> <sup>*</sup> γ <sub>s</sub>	ξ <sub>3</sub> <sup>*</sup> γ <sub>s</sub>
1	1.00	2.0	2.1	2.3
2	1.00			
3	7.00			

F<sub>SL, compr</sub>: Fattore di sicurezza per resistenza laterale - compressione  
F<sub>SL, traz</sub>: Fattore di sicurezza per resistenza laterale - trazione  
F<sub>SB</sub>: Fattore di sicurezza per resistenza alla base

**CAPACITA' PORTANTE CARATTERISTICA**

Resistenza alla base:	R <sub>b</sub> =	622 (kN)
Resistenza laterale a compressione:	R <sub>l, compr</sub> =	320 (kN)
Resistenza laterale a trazione:	R <sub>l, traz</sub> =	267 (kN)
Resistenza totale a compressione:	R <sub>t, compr</sub> =	943 (kN)
Resistenza totale a trazione:	R <sub>t, traz</sub> =	267 (kN)

**CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO**  
Approccio 2: (A1+M1+R3)\_§6.4.3.1 D.M. 14/01/2008

Resistenza alla base:	R <sub>b, c</sub> =	271 (kN)
Resistenza laterale a compressione:	R <sub>l, c</sub> =	164 (kN)
Resistenza totale a compressione:	R <sub>t, c</sub> = R <sub>b, c</sub> + R <sub>l, c</sub> - W <sub>p, dep</sub> =	408 (kN)

**CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO A TRAZIONE**  
Approccio 2: (A1+M1+R3)\_§6.4.3.1 D.M. 14/01/2008

Resistenza totale a trazione:	R <sub>t, t</sub> = R <sub>l, t</sub> + W <sub>p, dep</sub> =	-189 (kN)
-------------------------------	---	-----------

**VERIFICA A COMPRESSIONE**

	N <sub>d, c</sub> (kN)	R <sub>b, c</sub> (kN)	FS (-)
SLU - (A1+M1+R3)	201	408	2.03
SLV - (EQK+M1+R3)			-

R<sub>d, c</sub>/N<sub>d</sub> ≥ 1

**VERIFICA A TRAZIONE**

	N <sub>d, t</sub> (kN)	R <sub>b, t</sub> (kN)	FS (-)
SLU - (A1+M1+R3)			-
SLV - (EQK+M1+R3)			-

R<sub>d, t</sub>/N<sub>d, t</sub> ≥ 1

**SLE**  
**SLD**

	N <sub>d</sub> (kN)	R <sub>b, c</sub> (kN)	FS (-)
SLE			-
SLD			-

R<sub>d, c</sub>/N<sub>d</sub> ≥ 1.25

Barriere antirumore – Relazione di calcolo  
Fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	OC0000 001	A	48 di 194

DIAGRAMMI CAPACITA' PORTANTE A FORZE ASSIALI DI COMPRESIONE

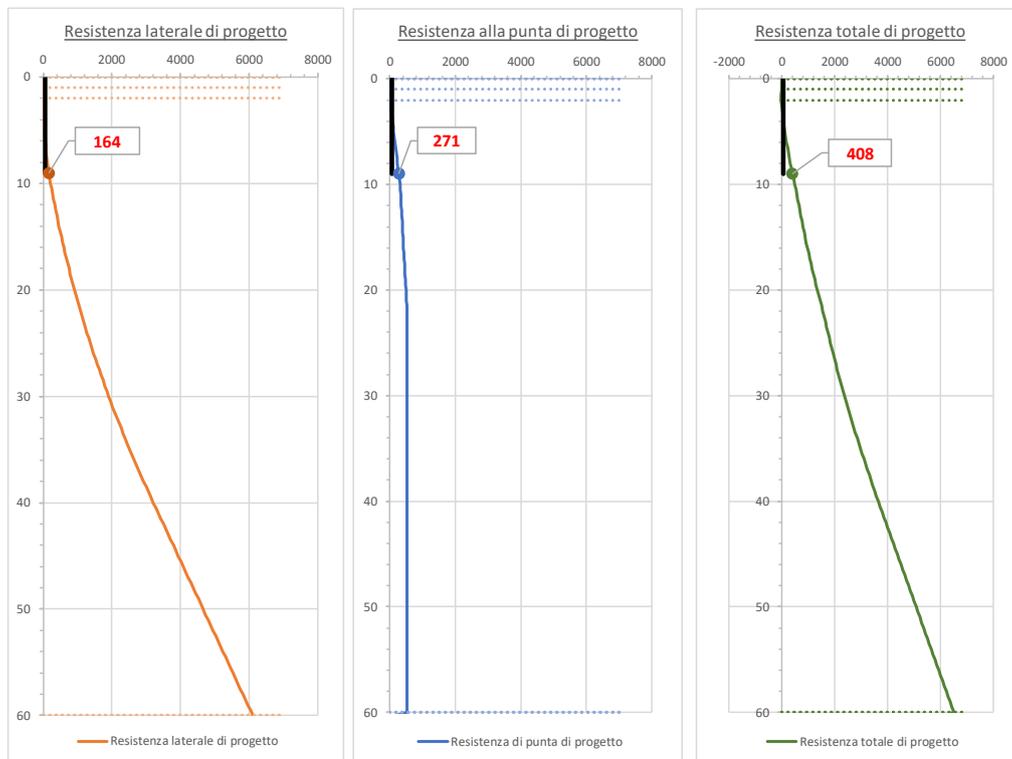
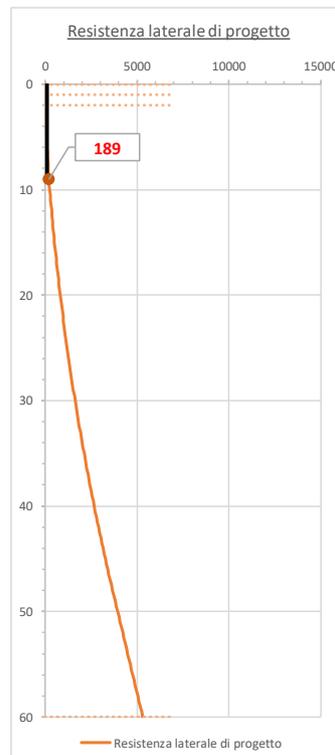


DIAGRAMMA CAPACITA' PORTANTE A FORZE ASSIALI DI TRAZIONE



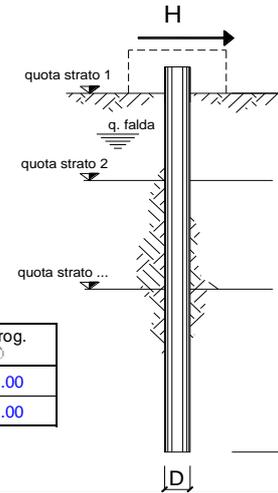
Barriere antirumore – Relazione di calcolo  
Fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	OC0000 001	A	49 di 194

10.4.2 VERIFICA NEI CONFRONTI DEI CARICHI ORIZZONTALI

opera BA01

coefficienti parziali Metodo di calcolo			A		M		R	
			permanenti $\gamma_G$	variabili $\gamma_Q$	$\gamma_{\psi}$	$\gamma_{cu}$	$\gamma_T$	
SLU	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00	
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1.00	1.30	1.00	1.00	1.60	
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.30	
	SISMA	<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30	
DM88		<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
definiti dal progettista			<input checked="" type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
$\xi_3$	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
$\xi_4$	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

strati terreno	descrizione	quote (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma'$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi$ (°)	Parametri medi		Parametri minimi		
						$k_p$	$c_u$ (kPa)	$\phi$ (°)	$k_p$	$c_u$ (kPa)
p.c.=strato 1		100.00	20	20	38	4.20		38	4.20	
☑ strato 2		99.00	18.5	8.5	32	3.25		32	3.25	
☑ strato 3		68.00	18.5	8.5	32	3.25		32	3.25	
☐ strato 4						1.00			1.00	
☐ strato 5						1.00			1.00	
☐ strato 6						1.00			1.00	

Quota falda 88 (m)  
 Diametro del palo D 0.60 (m)  
 Lunghezza del palo L 9.00 (m)  
 Momento di plasticizzazione palo  $M_y$  395.54 (kNm)  
 Step di calcolo 0.01 (m)

palo impedito di ruotare  
 palo libero

Calcolo  
(ctrl+r)

	<b>H medio</b>			<b>H minimo</b>	
Palo lungo	285.7 (kN)			285.7 (kN)	
Palo corto	1187.0 (kN)			1187.0 (kN)	
	<b>H<sub>med</sub></b>	<b>285.7 (kN)</b>	<b>Palo lungo</b>	<b>H<sub>min</sub></b>	<b>285.7 (kN)</b>
	<b>H<sub>k</sub> = Min(H<sub>med</sub>/ξ<sub>3</sub> ; R<sub>min</sub>/ξ<sub>4</sub>)</b>			168.07	(kN)
	<b>H<sub>d</sub> = H<sub>k</sub>/γ<sub>T</sub></b>			<b>129.28</b>	<b>(kN)</b>
	Carico Assiale Permanente (G):	G =	44	(kN)	
	Carico Assiale variabile (Q):	Q =	(kN)		
	<b>F<sub>d</sub> = G · γ<sub>G</sub> + Q · γ<sub>Q</sub> =</b>		<b>44.00</b>	<b>(kN)</b>	
	<b>FS = H<sub>d</sub> / F<sub>d</sub> =</b>		<b>2.94</b>		

**Calcolo del momento di plasticizzazione di una sezione circolare**

Diametro = 600 (mm)

Raggio = 300 (mm)

Sforzo Normale = 0 (kN)

**Caratteristiche dei Materiali**

calcestruzzo

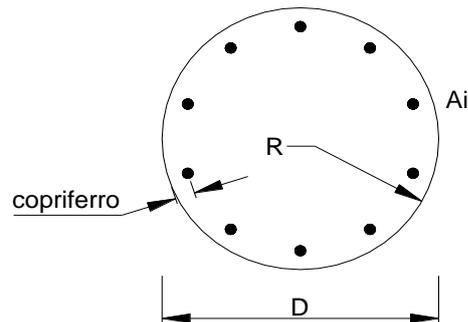
Rck = 30 (Mpa)

fck = 25 (Mpa)

$\gamma_c$  = 1.5

$\alpha_{cc}$  = 0.85

$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 14.17$  (Mpa)



**Acciaio**

tipo di acciaio

$f_{yk}$  = 450 (Mpa)

$\gamma_s$  = 1.15

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s / \gamma_E = 391.3$  (Mpa)

$E_s$  = 206000 (Mpa)

$\epsilon_{ys}$  = 0.190%

$\epsilon_{uk}$  = 10.000%

**Armature**

numero	diametro (mm)	area (mm <sup>2</sup> )	copriferro (mm)
16	$\phi$ 20	5026.55	60
	$\phi$	0.00	
	$\phi$	0.00	

calcolo

**Momento di Plasticizzazione**

$M_y = 395.5$  (kN m)

Inserisci

## 11. SEZIONE DI CALCOLO N. 2 - BA03-BA04

La sezione è identificativa delle barriere BA-03 e BA-04, i carichi massimi trasmessi alle fondazioni fanno riferimento ad una barriera del tipo H7

Le barriere si sviluppano lungo tratti in rilevato, si assumerà uno schema di riferimento con un rilevato di altezza pari a 3 m. A favore di sicurezza si trascureranno, nella verifica a capacità portante per azioni verticali, i primi 2m di palo.

La stratigrafia già riportata al capitolo 4 è riassunta di seguito.

BA03 – BA04						
STRATO	SPESSORE [m]	DESCRIZIONE	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$	c' [kPa]	E [Mpa]
1	3	Rilevato ferroviario	20	38	-	50
2	>12	TGC2	18.5	32	-	200

z<sub>w</sub> 12.0 m da p.c.

### 11.1 DETERMINAZIONE DELLE SOLLECITAZIONI LUNGO IL PALO

Le sollecitazioni sono state determinate a partire dalle ipotesi assunte nel capitolo 7. Di seguito di riportano in forma tabellare le sollecitazioni massime ottenute per ciascuna combinazione di carico.

	N	V_max	M_Max
	[kN]	[kN]	[kN*m]
SLU A2	-252.506	95.5	377.88
SLU A1	-195.944	82.1	324.88
SLE rara	-232.387	47.7	226.82
SLE freq	-227.135	23.8	122.6

## 11.2 VERIFICHE STRUTTURALI

### 11.2.1 VERIFICA A PRESSOFLESSIONE SEZIONE IN C.A.

Verifica C.A. S.L.U. - File: BA03-04 SLU

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: DM 1996 ?

Titolo: \_\_\_\_\_

Sezione circolare cava

Raggio esterno: 300 [mm]  
Raggio interno: 0 [mm]  
N° barre uguali: 0  
Diametro barre: 0 [mm]  
Copriferro (baric.): 0 [mm]

N° barre: 16 Zoom

N°	As [mm²]	x [mm]	y [mm]
1	314	0	230
2	314	80.36	212.49
3	314	148.49	162.63
4	314	194.01	88.02
5	314	210	0
6	314	194.01	-88.02

Tipo Sezione:  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub>: 252 kN  
M<sub>xEd</sub>: 377.88 kNm  
M<sub>yEd</sub>: 0

P.to applicazione N:  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[mm] xN: 0 yN: 0

Tipo rottura: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo:  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

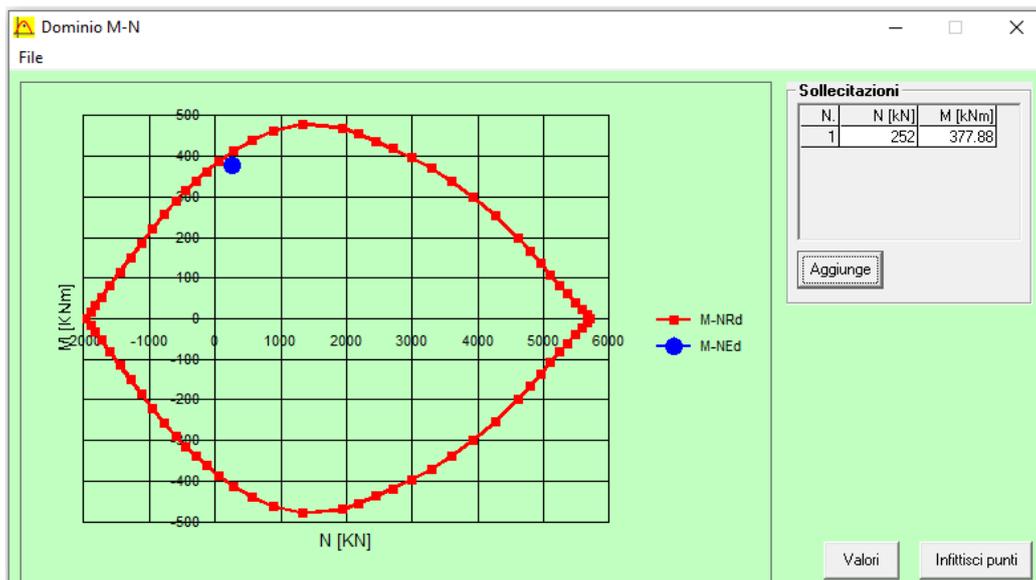
Tipo flessione:  
 Retta  Deviate

Vertici: 50 N° rett.: 100  
Calcola MRd Dominio M-N  
L<sub>0</sub>: 0 mm Col. modello  
 Precompresso

Materiali: B450C C25/30

ε<sub>su</sub>: 10 ‰ ε<sub>c2</sub>: 2 ‰  
f<sub>yd</sub>: 391.3 N/mm² ε<sub>cu</sub>: 3.5 ‰  
E<sub>s</sub>: 200,000 N/mm² f<sub>cd</sub>: 13.28  
E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>: 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub>: 0.8  
ε<sub>syd</sub>: 1.957 ‰ σ<sub>c,adm</sub>: 9.75  
σ<sub>s,adm</sub>: 255 N/mm² τ<sub>co</sub>: 0.6  
τ<sub>c1</sub>: 1.829

M<sub>xRd</sub>: 410.6 kN m  
σ<sub>c</sub>: -13.28 N/mm²  
σ<sub>s</sub>: 391.3 N/mm²  
ε<sub>c</sub>: 3.5 ‰  
ε<sub>s</sub>: 5.662 ‰  
d: 530 mm  
x: 202.5 x/d: 0.382  
δ: 0.9175



## 11.2.2 VERIFICA A TAGLIO

### Verifica a taglio per sezioni circolari armate a taglio (D.M. 14/01/2008)

classe cls	$R_{ck}$	30	$N/mm^2$
resist. Caratteristica cilindrica	$f_{ck}$	25	$N/mm^2$
	$f_{cd}$	14	$N/mm^2$
diametro	$\Phi$	600	mm
Area sezione	A	282743	$mm^2$
copriferro	c	60	mm
Area sezione rettangolare equivalente	$A_{eq}$	228911	$mm^2$
altezza utile equivalente	d	453	mm
larghezza equivalente	$b_w$	506	mm
altezza equivalente	$h_{eq}$	559.2692	mm
sforzo assiale dovuto ai carichi o precompressione	N	0	N
	$\sigma_{cp}$	0.000	$N/mm^2$
	$\alpha_{cp}$	1.00	

Acciaio	$f_{yk}$	450	$N/mm^2$
B450C	$f_{yd}$	391	$N/mm^2$
diametro staffe (spille)	$\varnothing_w$	16	mm
Area staffa (spilla)	$A_{\varnothing_w}$	201	$mm^2$
0.9 d	z	408	mm
passo spirale	$s_w$	200	mm
	n° bracci	2	
angolo di inclinazione biella compressa	$\theta$	45.0	°
deve essere compreso tra 1 e 2.5	$\cot(\theta)$	1.00	
angolo di inclinazione armatura rispetto asse palo	$\alpha$	90	°
	$\cot(\alpha)$	0.00	
	$As_w / s_w$	2.011	$mm^2/mm$

Taglio resistente per "taglio trazione"	$V_{Rsd}$	321	kN
Taglio resistente per "taglio compressione"	$V_{Rcd}$	727	kN

taglio sollecitante	$V_{Ed}$	96	kN
fattore di sicurezza per GR (par. 7.9.5.2.2)	$\gamma_{Rd}$	1	
taglio resistente	$V_{Rd}$	321	kN

$$V_{Ed} < V_{Rd}$$

verifica

### 11.2.3 VERIFICA A FESSURAZIONE

	INPUT	
diametro palo	Rck	30 Mpa
copriferro 1° strato	D	600 mm
diametro barre 1° strato	C <sub>1</sub>	70 mm
numero barre 1° strato	ø <sub>1</sub>	20 mm
copriferro 2° strato (baricentro barre)	n <sub>1</sub>	16
diametro barre 2° strato	C <sub>2</sub>	mm
numero barre 2° strato	ø <sub>2</sub>	mm
distanza lembo compresso-lembo teso della sezione	n <sub>2</sub>	mm
	d	530 mm
	b <sub>eff</sub>	90.3 mm
posizione asse neutro da lembo compresso	x	228.7 mm
Tensione massima barre 1° strato	σ <sub>s_max1</sub>	120.2 Mpa
Tensione massima barre 2° strato	σ <sub>s_max2</sub>	Mpa
altezza efficace	h <sub>c,eff</sub>	123.8 mm
area efficace relativamente ad una singola barre	A <sub>c,eff</sub>	11179 mm <sup>2</sup>
percentuale di armatura relativa a A <sub>c,eff</sub>	p <sub>p,eff</sub>	0.028
(0.6 carichi brevi; 0.4 lunga durata)	kt	0.6
(0.8 barre ad. migliorata; 1.6 lisce)	k1	0.8
(0.5 per flessione; 1 trazione)	k2	0.5
	k3	3.4
	k4	0.425

OUTPUT	
diff. def. armature-clc	ε <sub>sm</sub> - ε <sub>cm</sub> 3.50E-04
distanza max fessure	s <sub>r, max</sub> 3.25E+02 mm
ampiezza fessure:	w <sub>k</sub> 0.114 mm
LIMITE	0.30 mm
Sez. verificata	

### 11.3 VERIFICA A DEFORMABILITÀ

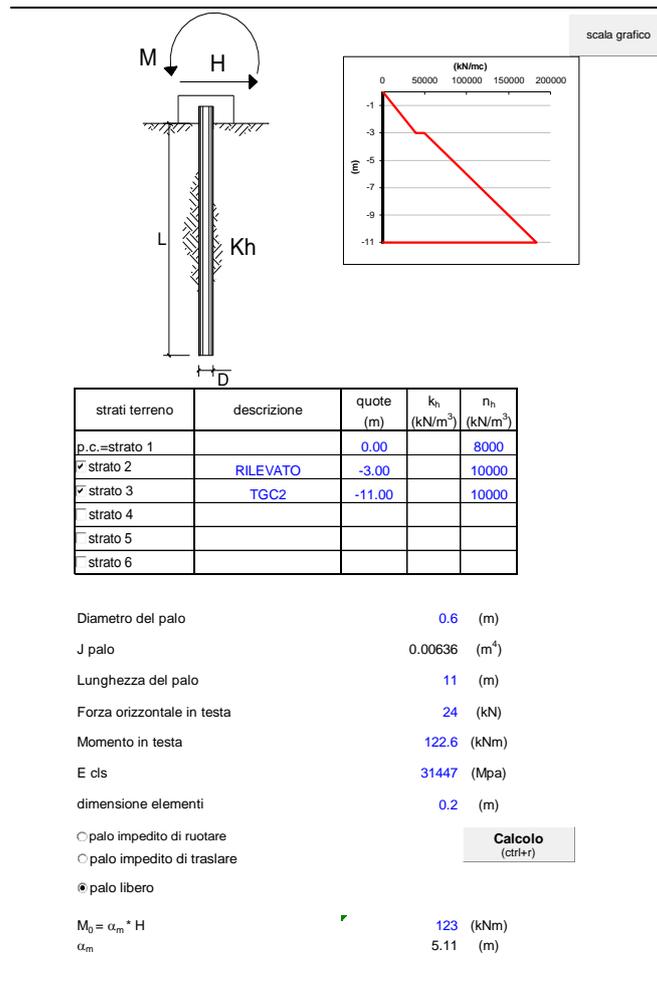
Secondo quanto illustrato al paragrafo 8.1.5 la deformazione attesa in sommità alla barriera è pari a 19.8 mm, a questa va sommato lo spostamento ottenuto dalla deformazione del cordolo nella combinazione frequente:

Spostamenti, Rotazioni, Pressione				
nodo	z	y(z)	$\alpha(z)$	p(z)
	quota (m)	(mm)	(rad)	(kPa)
1	0.00	-1.59	-0.00133	-1.06

Lo spostamento e rotazione in testa al palo corrisponde a uno spostamento in testa alla barriera di 10.97 mm valutato come:

$$y_{\text{testa\_barriera}} = y + H \tan(\alpha) = 1.59 + 6750 \cdot \tan(0.00133) = 10.57 \text{ mm}$$

$$y_{\text{tot}} = 10.57 + 19.8 = 30.37 < f_{\text{max}} = 45.0 \text{ mm}$$



## 11.4 VERIFICHE GEOTECNICHE

### 11.4.1 VERIFICA A PORTANZA

**CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DI UN PALO TRIVELLATO DI GRANDE DIAMETRO**  
ai sensi del D.M. 14/01/2008 - Approccio 2 (A1+M1+R3)

OPERA: BA03 - BA04

Diametro del palo (D): 0.6 (m)  
Quota testa palo dal p.c. (z<sub>p</sub>): 0 (m)  
Area del palo (A<sub>p</sub>): 0.283 (m<sup>2</sup>)  
quota della falda dal p.c. (z<sub>w</sub>): 10 (m)

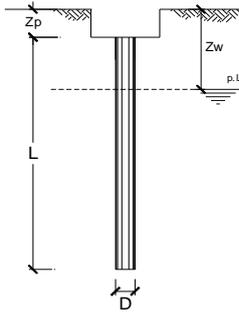
**CARICO ASSIALE DI COMPRESSIONE SUL SINGOLO PALO:**  
§6.4.3.1 D.M. 14/01/2008  
Approccio 2: (A1+M1+R3)

Carico assiale di compressione di progetto	N <sub>d</sub> (SLU)	253 (kN)
	N <sub>d</sub> (SLV)	(kN)
	N <sub>d</sub> (SLE)	(kN)
	N <sub>d</sub> (SLD)	(kN)

Numero di strati: 2

**CARICO ASSIALE DI TRAZIONE SUL SINGOLO PALO:**  
§6.4.3.1 D.M. 14/01/2008  
Approccio 2: (A1+M1+R3)

Carico assiale di trazione di progetto	N <sub>d</sub> (SLU)	(kN)
	N <sub>d</sub> (SLV)	(kN)



**CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI**

Strato	Stratigrafia		Spess. (m)	Tipo di terreno	Parametri del terreno											
	da (m)	a (m)			γ (kN/m <sup>3</sup> )	c' (kPa)	φ' (°)	c <sub>u</sub> (kPa)	α (-)	a (-)	τ <sub>lim</sub> (kPa)	N <sub>a</sub> (-)	q <sub>u, max</sub> (kPa)	k <sub>compr</sub> (-)	k <sub>traz</sub> (-)	
1	0.00	3.00	3.00	RILEVATO FERROVIARIO	0	0	0	0	0			100	25	5800	0.6	0.5
2	3.00	60.00	57.00	TGC	18.5		32					150	17	4300		

Fattori di correlazione per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	≥ 10
ξ <sub>3</sub>	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
ξ <sub>4</sub>	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

n°1 verticale | Peso del palo depurato W<sub>p, dep</sub>

Lunghezza del palo (L <sub>p</sub> )	11 (m)
Peso del palo depurato W <sub>p, dep</sub>	33 (kN)
Peso palo alleggerito W <sub>p, all</sub>	75 (kN)
Profondità punta palo:	11 (m)

**CAPACITA' PORTANTE CARATTERISTICA**

Resistenza alla base:	R <sub>b</sub> =	708 (kN)
Resistenza laterale a compressione:	R <sub>s, compr.</sub> =	486 (kN)
Resistenza laterale a trazione:	R <sub>s, traz.</sub> =	405 (kN)
Resistenza totale a compressione:	R <sub>t</sub> = R <sub>b</sub> + R <sub>s, compr.</sub> =	1193 (kN)
Resistenza totale a trazione:	R <sub>t</sub> = R <sub>b</sub> + R <sub>s, traz.</sub> =	405 (kN)

**CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO**  
Approccio 2: (A1+M1+R3) §6.4.3.1 D.M. 14/01/2008

Resistenza alla base:	R <sub>d, c</sub> =	308 (kN)
Resistenza laterale a compressione:	R <sub>s, c</sub> =	248 (kN)
Resistenza totale a compressione:	R <sub>d, c</sub> = R <sub>b, c</sub> + R <sub>s, c</sub> - W <sub>p</sub> =	523 (kN)

**CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO A TRAZIONE**  
Approccio 2: (A1+M1+R3) §6.4.3.1 D.M. 14/01/2008

Resistenza totale a trazione:	R <sub>d, t</sub> = R <sub>b, t</sub> + W <sub>p</sub> =	-265 (kN)
-------------------------------	--	-----------

**VERIFICA A COMPRESSIONE**

	N <sub>d,c</sub> (kN)	R <sub>d,c</sub> (kN)	FS (-)
SLU - (A1+M1+R3)	253	523	2.07
SLV - (EQK+M1+R3)			-

R<sub>d,c</sub>/N<sub>d,c</sub> ≥ 1

	N <sub>c</sub> (kN)	R <sub>s,c</sub> (kN)	FS (-)
SLE			-
SLD			-

R<sub>s,c</sub>/N<sub>c</sub> ≥ 1.25

**VERIFICA A TRAZIONE**

	N <sub>d,t</sub> (kN)	R <sub>d,t</sub> (kN)	FS (-)
SLU - (A1+M1+R3)			-
SLV - (EQK+M1+R3)			-

R<sub>d,t</sub>/N<sub>d,t</sub> ≥ 1

Barriere antirumore – Relazione di calcolo  
Fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	OC0000 001	A	57 di 194

DIAGRAMMI CAPACITA' PORTANTE A FORZE ASSIALI DI COMPRESIONE

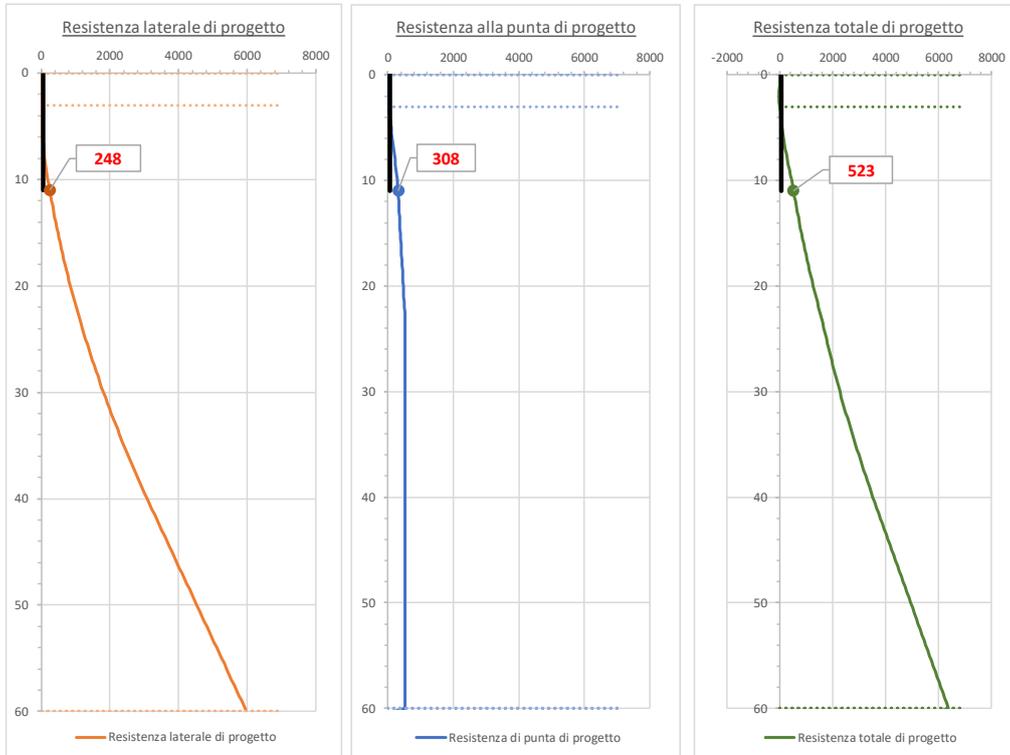
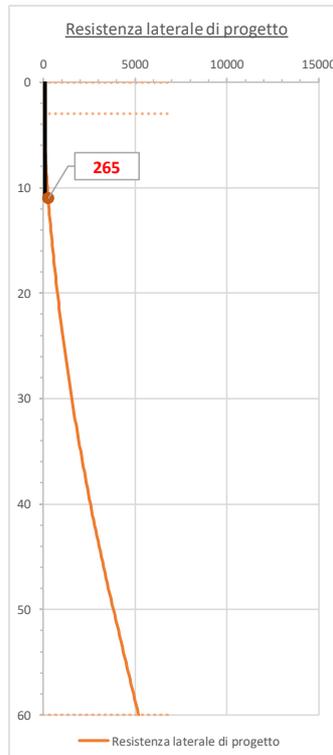


DIAGRAMMA CAPACITA' PORTANTE A FORZE ASSIALI DI TRAZIONE

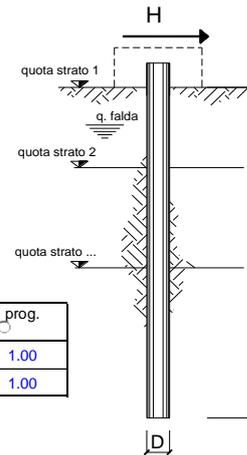


## 11.4.2 VERIFICA NEI CONFRONTI DEI CARICHI ORIZZONTALI

opera BA03 - BA04

coefficienti parziali			A		M		R	
Metodo di calcolo			permanenti $\gamma_G$	variabili $\gamma_Q$	$\gamma_w$	$\gamma_{cu}$	$\gamma_r$	
SLU	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00	
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1.00	1.30	1.00	1.00	1.60	
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.30	
	SISMA	<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30	
DM88		<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
definiti dal progettista			<input checked="" type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30

n	<input checked="" type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 7	$\geq 10$	T.A.	prog.
$\xi_3$	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
$\xi_4$	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00



strati terreno	descrizione	quote (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma'$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\varphi$ (°)	Parametri medi		Parametri minimi		
						$k_p$	$c_u$ (kPa)	$\varphi$ (°)	$k_p$	$c_u$ (kPa)
p.c.=strato 1		100.00	20	20	38	4.20		38	4.20	
<input checked="" type="checkbox"/> strato 2	Rilevato	97.00	18.5	8.5	32	3.25		32	3.25	
<input checked="" type="checkbox"/> strato 3	TGC2	88.00	18.5	8.5	32	3.25		32	3.25	
<input type="checkbox"/> strato 4						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 5						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 6						1.00			1.00	

Quota falda **88** (m)  
 Diametro del palo D **0.50** (m)  
 Lunghezza del palo L **11.00** (m)  
 Momento di plasticizzazione palo My **395.54** (kNm)  
 Step di calcolo **0.01** (m)

palo impedito di ruotare  
 palo libero

**Calcolo**  
(ctrl+f)

	<b>H medio</b>		<b>H minimo</b>	
Palo lungo	282.1 (kN)		282.1 (kN)	
Palo corto	1599.6 (kN)		1599.6 (kN)	
	<b>H<sub>med</sub> 282.1 (kN)</b>	<b>Palo lungo</b>	<b>H<sub>min</sub> 282.1 (kN)</b>	<b>Palo lungo</b>
	$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3 ; R_{min}/\xi_4)$		165.92 (kN)	
	$H_d = H_k/\gamma_r$		<b>127.63 (kN)</b>	
	Carico Assiale Permanente (G):	G =	<b>95.5 (kN)</b>	
	Carico Assiale variabile (Q):	Q =	(kN)	
	$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q =$		<b>95.50 (kN)</b>	
	$FS = H_d / F_d =$		<b>1.34</b>	

**Calcolo del momento di plasticizzazione di una sezione circolare**

Diametro = 600 (mm)

Raggio = 300 (mm)

Sforzo Normale = (kN)

**Caratteristiche dei Materiali**

calcestruzzo

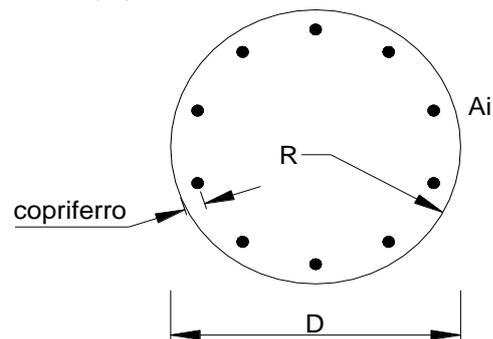
Rck = 30 (Mpa)

fck = 25 (Mpa)

$\gamma_c$  = 1.5

$\alpha_{cc}$  = 0.85

$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 14.17$  (Mpa)



**Acciaio**

tipo di acciaio

fyk = 450 (Mpa)

$\gamma_s$  = 1.15

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s / \gamma_E = 391.3$  (Mpa)

Es = 206000 (Mpa)

$\epsilon_{ys}$  = 0.190%

$\epsilon_{uk}$  = 10.000%

**Armature**

numero	diametro (mm)	area (mm <sup>2</sup> )	copriferro (mm)
16	$\phi$ 20	5026.55	60
	$\phi$	0.00	
	$\phi$	0.00	

calcolo

**Momento di Plasticizzazione**

My = 395.5 (kN m)

Inserisci

## 12. SEZIONE DI CALCOLO N. 3 - BA05-BA06

La sezione è identificativa delle barriere BA-05 e BA-06, i carichi massimi trasmessi alle fondazioni fanno riferimento ad una barriera del tipo H7

Le barriere si sviluppano lungo tratti in rilevato, si assumerà uno schema di riferimento con un rilevato di altezza pari a 1 m. A favore di sicurezza si trascureranno, nella verifica a capacità portante per azioni verticali, i primi 2m di palo.

La stratigrafia già riportata al capitolo 4 è riassunta di seguito.

BA05 - BA06						
STRATO	SPESSORE [m]	DESCRIZIONE	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$	c' [kPa]	E [Mpa]
1	1	Rilevato ferroviario	20	38	-	50
2	>11	TGC2	18.5	32	-	200

z<sub>w</sub> 12.0 m da p.c.

### 12.1 DETERMINAZIONE DELLE SOLLECITAZIONI LUNGO IL PALO

Le sollecitazioni sono state determinate a partire dalle ipotesi assunte nel capitolo 7. Di seguito di riportano in forma tabellare le sollecitazioni massime ottenute per ciascuna combinazione di carico.

	N	V_max	M_Max
	[kN]	[kN]	[kN*m]
SLU A2	-252.506	95.5	377.88
SLU A1	-195.944	82.1	324.88
SLE rara	-232.387	47.7	226.82
SLE freq	-227.135	23.8	122.6

## 12.2 VERIFICHE STRUTTURALI

### 12.2.1 VERIFICA A PRESSOFLESSIONE SEZIONE IN C.A.

Verifica C.A. S.L.U. - File: BA06-05 SLU

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: DM 1996 ?

Titolo :

Sezione circolare cava

Raggio esterno 300 [mm]  
Raggio interno 0 [mm]  
N° barre uguali 0  
Diametro barre 0 [mm]  
Copriferro (baric.) 0 [mm]

N° barre 16 Zoom

N°	As [mm²]	x [mm]	y [mm]
1	314	0	230
2	314	80.36	212.49
3	314	148.49	162.63
4	314	194.01	88.02
5	314	210	0
6	314	194.01	-88.02

P.to applicazione N  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[mm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

Tipo flessione  
 Retta  Deviata

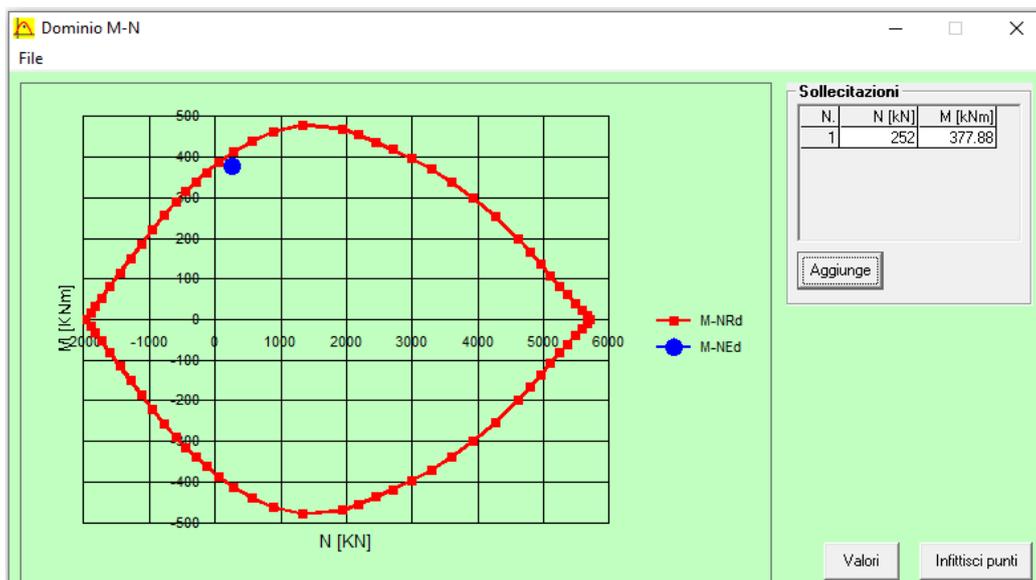
Vertici: 50 N° rett. 100  
 Calcola MRd Dominio M-N  
 L<sub>0</sub> 0 mm Col. modello  
 Precompresso

Materiali

B450C C25/30

$\epsilon_{su}$  10 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm<sup>2</sup>  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200.000 N/mm<sup>2</sup>  $f_{cd}$  13.28  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8 ?  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  9.75  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm<sup>2</sup>  $\tau_{co}$  0.6  
 $\tau_{c1}$  1.829

$M_{xRd}$  410.6 kN m  
 $\sigma_c$  -13.28 N/mm<sup>2</sup>  
 $\sigma_s$  391.3 N/mm<sup>2</sup>  
 $\epsilon_c$  3.5 ‰  
 $\epsilon_s$  5.662 ‰  
 $d$  530 mm  
 $x$  202.5  $x/d$  0.382  
 $\delta$  0.9175



## 12.2.2 VERIFICA A TAGLIO

### Verifica a taglio per sezioni circolari armate a taglio (D.M. 14/01/2008)

classe cls	$R_{ck}$	30	$N/mm^2$
resist. Caratteristica cilindrica	$f_{ck}$	25	$N/mm^2$
	$f_{cd}$	14	$N/mm^2$
diametro	$\Phi$	600	mm
Area sezione	A	282743	$mm^2$
copriferro	c	60	mm
Area sezione rettangolare equivalente	$A_{eq}$	228911	$mm^2$
altezza utile equivalente	d	453	mm
larghezza equivalente	$b_w$	506	mm
altezza equivalente	$h_{eq}$	559.2692	mm
sforzo assiale dovuto ai carichi o precompressione	$N$	0	N
	$\sigma_{cp}$	0.000	$N/mm^2$
	$\alpha_{cp}$	1.00	

Acciaio	$f_{yk}$	450	$N/mm^2$
B450C	$f_{yd}$	391	$N/mm^2$
diametro staffe (spille)	$\varnothing_w$	16	mm
Area staffa (spilla)	$A_{\varnothing_w}$	201	$mm^2$
0.9 d	z	408	mm
passo spirale	$s_w$	200	mm
n° bracci		2	
angolo di inclinazione biella compressa	$\theta$	45.0	°
deve essere compreso tra 1 e 2.5	$\cot(\theta)$	1.00	
angolo di inclinazione armatura rispetto asse palo	$\alpha$	90	°
	$\cot(\alpha)$	0.00	
	$A_{s_w} / s_w$	2.011	$mm^2/mm$

Taglio resistente per "taglio trazione"	$V_{Rsd}$	321	kN
Taglio resistente per "taglio compressione"	$V_{Rcd}$	727	kN

taglio sollecitante	$V_{Ed}$	96	kN
fattore di sicurezza per GR (par. 7.9.5.2.2)	$\gamma_{Rd}$	1	
taglio resistente	$V_{Rd}$	321	kN

$$V_{Ed} < V_{Rd}$$

verifica

### 12.2.3 VERIFICA A FESSURAZIONE

Verifica C.A. S.L.U. - File: BA06-05 SLE

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: DM 1996 ?

Titolo : \_\_\_\_\_

Sezione circolare cava

Raggio esterno 300 [mm]  
Raggio interno 0 [mm]  
N° barre uguali 0  
Diametro barre 0 [mm]  
Copriferro (baric.) 0 [mm]

N° barre 16 Zoom

N°	As [mm²]	x [mm]	y [mm]
1	314	0	230
2	314	80.36	212.49
3	314	148.49	162.63
4	314	194.01	88.02
5	314	210	0
6	314	194.01	-88.02

Tipo Sezione  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

Sollecitazioni  
S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0 227 kN  
M<sub>xEd</sub> 0 122.6 kNm  
M<sub>yEd</sub> 0 0

P.to applicazione N  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[mm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

Vertici: 50  
Verifica  
N° iterazioni: 4  
 Precompresso

Materiali

B450C C25/30

ε<sub>su</sub> 10 ‰ ε<sub>c2</sub> 2 ‰  
f<sub>yd</sub> 391.3 N/mm² ε<sub>cu</sub> 3.5 ‰  
E<sub>s</sub> 200.000 N/mm² f<sub>cd</sub> 13.28  
E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> 0.8  
ε<sub>syd</sub> 1.957 ‰ σ<sub>c,adm</sub> 9.75  
σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0.6  
τ<sub>c1</sub> 1.829

σ<sub>c</sub> -7.172 N/mm²  
σ<sub>s</sub> 120.2 N/mm²  
ε<sub>s</sub> 0.6009 ‰  
d 530 mm  
x 250.3 x/d 0.4724  
δ 1

	INPUT	
Rck	30	Mpa
diametro palo D	600	mm
copriferro 1° strato C <sub>1</sub>	70	mm
diametro barre 1° strato ø <sub>1</sub>	20	mm
numero barre 1° strato n <sub>1</sub>	16	
copriferro 2° strato (baricentro barre) C <sub>2</sub>		mm
diametro barre 2° strato ø <sub>2</sub>		mm
numero barre 2° strato n <sub>2</sub>		
distanza lembo compresso-lembo teso della sezione d	530	mm
b <sub>eff</sub>	90.3	mm
posizione asse neutro da lembo compresso x	228.7	mm
Tensione massima barre 1° strato σ <sub>s_max1</sub>	120.2	Mpa
Tensione massima barre 2° strato σ <sub>s_max2</sub>		Mpa
altezza efficace h <sub>c,eff</sub>	123.8	mm
area efficace relativamente ad una singola barre A <sub>c,eff</sub>	11179	mm²
percentuale di armatura relativa a A <sub>c,eff</sub> p <sub>p,eff</sub>	0.028	
(0.6 carichi brevi; 0.4 lunga durata) kt	0.6	
(0.8 barre ad. migliorata; 1.6 lisce) k1	0.8	
(0.5 per flessione; 1 trazione) k2	0.5	
k3	3.4	
k4	0.425	

OUTPUT	
diff. def. armature-cls	
ε <sub>sm</sub> -ε <sub>cm</sub>	3.50E-04
distanza max fessure s <sub>r, max</sub>	3.25E+02 mm
ampiezza fessure:	
wk	0.114 mm
LIMITE	0.30 mm
Sez. verificata	

### 12.3 VERIFICA A DEFORMABILITÀ

Secondo quanto illustrato al paragrafo 8.1.5 la deformazione attesa in sommità alla barriera è pari a 19.8 mm, a questa va sommato lo spostamento ottenuto dalla deformazione del cordolo nella combinazione frequente:

Spostamenti, Rotazioni, Pressione				
nodo	z	y(z)	$\alpha(z)$	p(z)
	quota (m)	(mm)	(rad)	(kPa)
1	0.00	-1.59	-0.00133	-1.06

Lo spostamento e rotazione in testa al palo corrisponde a uno spostamento in testa alla barriera di 11.09 mm valutato come:

$$y_{\text{testa\_barriera}} = y + H \tan(\alpha) = 1.59 + 6750 \cdot \tan(0.00133) = 10.57 \text{ mm}$$

$$y_{\text{tot}} = 10.57 + 19.8 = 30.37 < f_{\text{max}} = 45.0 \text{ mm}$$

scala grafico

strati terreno	descrizione	quote (m)	$k_n$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\eta_n$ (kN/m <sup>3</sup> )
p.c.=strato 1		0.00		8000
✓ strato 2	RILEVATO	-1.00		10000
✓ strato 3	TGC2	-11.00		10000
strato 4				
strato 5				
strato 6				

Diametro del palo 0.6 (m)

J palo 0.00636 (m<sup>4</sup>)

Lunghezza del palo 11 (m)

Forza orizzontale in testa 24 (kN)

Momento in testa 123 (kNm)

E cls 31447 (Mpa)

dimensione elementi 0.2 (m)

palo impedito di ruotare  
 palo impedito di traslare  
 palo libero

Calcolo (ctrl+r)

$M_0 = \alpha_m \cdot H$  123 (kNm)

$\alpha_m$  5.13 (m)

## 12.4 VERIFICHE GEOTECNICHE

### 12.4.1 VERIFICA A PORTANZA

**CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DI UN PALO TRIVELLATO DI GRANDE DIAMETRO**  
ai sensi del D.M. 14/01/2008 - Approccio 2 (A1+M1+R3)  
OPERA: BA05-BA06

Diametro del palo (D): 0.6 (m)  
Quota testa palo dal p.c. (z<sub>p</sub>): 0 (m)  
Area del palo (A<sub>p</sub>): 0.283 (m<sup>2</sup>)  
quota della falda dal p.c. (z<sub>w</sub>): 12 (m)

**CARICO ASSIALE DI COMPRESIONE SUL SINGOLO PALO:**  
§6.4.3.1 D.M. 14/01/2008  
Approccio 2: (A1+M1+R3)

Carico assiale di compressione di progetto	N <sub>d</sub> (SLU)	253 (kN)
	N <sub>d</sub> (SLV)	(kN)
	N <sub>d</sub> (SLE)	(kN)
	N <sub>d</sub> (SLD)	(kN)

**CARICO ASSIALE DI TRAZIONE SUL SINGOLO PALO:**  
§6.4.3.1 D.M. 14/01/2008  
Approccio 2: (A1+M1+R3)

Carico assiale di trazione di progetto	N <sub>d</sub> (SLU)	(kN)
	N <sub>d</sub> (SLV)	(kN)

Numero di strati: 3

**CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI**

Strato	Stratigrafia		Spess. (m)	Tipo di terreno	Parametri del terreno							τ <sub>lim</sub> (kPa)	N <sub>d</sub> (-)	q <sub>b,max</sub> (kPa)	k <sub>compr</sub> (-)	k <sub>traz</sub> (-)
	da (m)	a (m)			γ (kN/m <sup>3</sup> )	c' (kPa)	φ' (°)	c <sub>u</sub> (kPa)	α (-)	a (-)						
1	0.00	1.00	1.00	RILEVATO FERROVIARIO	0	0	0	0	0	0	100	25	5800	0.6	0.5	
2	1.00	2.00	1.00	TGC	0	0	0	0	0	0	100	25	4300			
3	2.00	60.00	58.00	TGC	18.5		32				150	17	4300			

**Fattori di correlazione per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate**

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	>= 10
ξ <sub>3</sub>	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
ξ <sub>4</sub>	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

n°1 verticale:  Peso del palo depurato W<sub>p,dep</sub>:

Lunghezza del palo (L <sub>p</sub> )	11 (m)
Peso del palo depurato W <sub>p,dep</sub>	31 (kN)
Peso palo alleggerito W <sub>p,all</sub>	78 (kN)
Profondità punta palo:	11 (m)

**CAPACITA' PORTANTE CARATTERISTICA**

Resistenza alla base:	R <sub>b</sub> =	800 (kN)
Resistenza laterale a compressione:	R <sub>s,compr.</sub> =	530 (kN)
Resistenza laterale a trazione:	R <sub>s,traz.</sub> =	441 (kN)
Resistenza totale a compressione:	R <sub>t</sub> = R <sub>b</sub> + R <sub>s,compr.</sub> =	1330 (kN)
Resistenza totale a trazione:	R <sub>t</sub> = R <sub>b</sub> + R <sub>s,traz.</sub> =	441 (kN)

**CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO**  
Approccio 2: (A1+M1+R3)\_§6.4.3.1 D.M. 14/01/2008

Resistenza alla base:	R <sub>b,c</sub> =	349 (kN)
Resistenza laterale a compressione:	R <sub>s,c</sub> =	271 (kN)
Resistenza totale a compressione:	R <sub>d,c</sub> = R <sub>b,c</sub> + R <sub>s,c</sub> - W <sub>p</sub> =	589 (kN)

**CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO A TRAZIONE**  
Approccio 2: (A1+M1+R3)\_§6.4.3.1 D.M. 14/01/2008

Resistenza totale a trazione:	R <sub>d,t</sub> = R <sub>s,t</sub> + W <sub>p</sub> =	-285 (kN)
-------------------------------	--	-----------

**VERIFICA A COMPRESIONE**

	N <sub>d,c</sub> (kN)	R <sub>d,c</sub> (kN)	FS (-)
SLU - (A1+M1+R3)	253	589	2.33
SLV - (EQK+M1+R3)			-

R<sub>d,c</sub>/N<sub>d</sub> ≥ 1

**VERIFICA A TRAZIONE**

	N <sub>d,t</sub> (kN)	R <sub>d,t</sub> (kN)	FS (-)
SLU - (A1+M1+R3)			-
SLV - (EQK+M1+R3)			-

R<sub>d,t</sub>/N<sub>d,t</sub> ≥ 1

Barriere antirumore – Relazione di calcolo  
Fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	OC0000 001	A	66 di 194

DIAGRAMMI CAPACITA' PORTANTE A FORZE ASSIALI DI COMPRESIONE

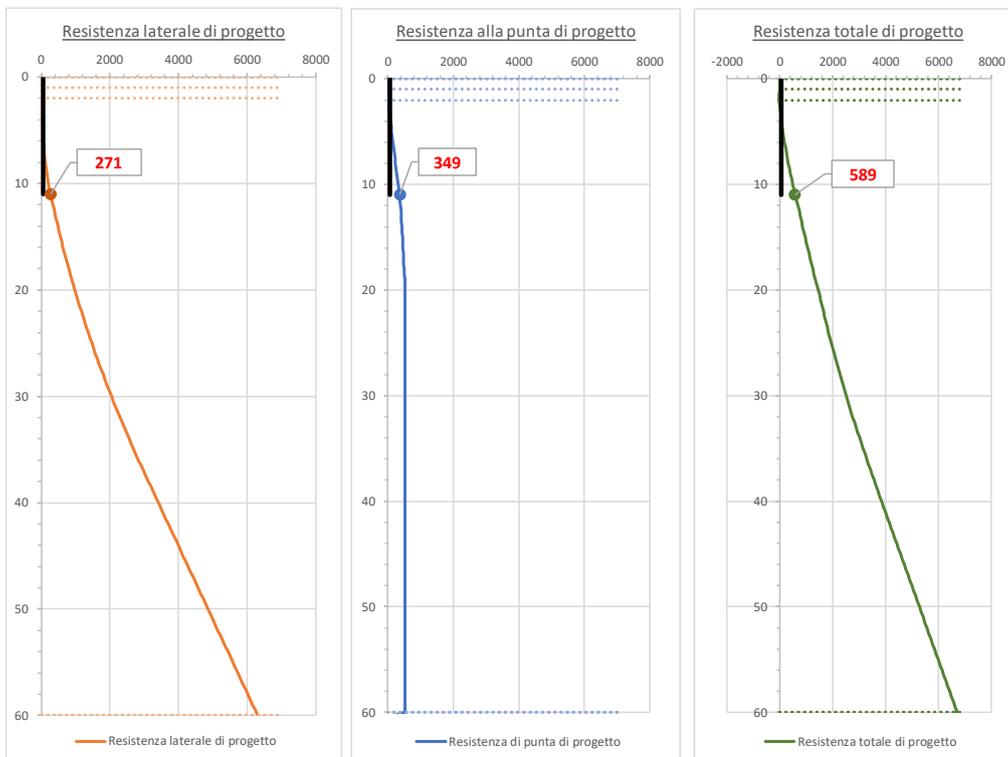
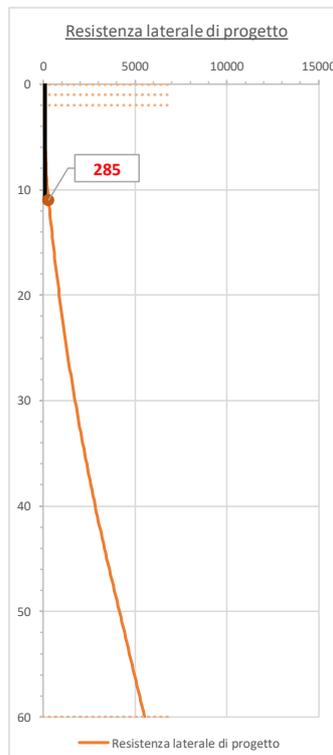


DIAGRAMMA CAPACITA' PORTANTE A FORZE ASSIALI DI TRAZIONE



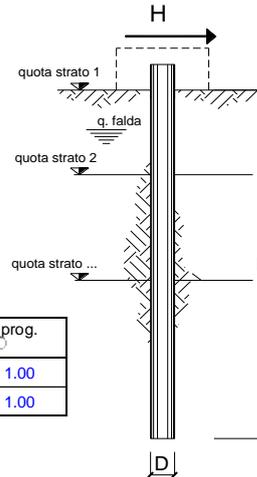
Barriere antirumore – Relazione di calcolo  
Fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	OC0000 001	A	67 di 194

12.4.2 VERIFICA NEI CONFRONTI DEI CARICHI ORIZZONTALI

opera BA05 - BA06

coefficienti parziali			A		M		R
			permanenti	variabili	$\gamma_p$	$\gamma_{cu}$	$\gamma_T$
Metodo di calcolo			$\gamma_G$	$\gamma_Q$			
SLS	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1.00	1.30	1.00	1.00	1.60
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.30
	SISMA	<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30
DM88		<input checked="" type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista			1.00	1.00	1.00	1.00	1.30



n	1	2	3	4	5	7	$\geq 10$	T.A.	prog.
$\xi_3$	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
$\xi_4$	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

strati terreno	descrizione	quote (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma'$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\varphi$ (°)	Parametri medi		Parametri minimi		
						$k_p$	$c_u$ (kPa)	$\varphi$ (°)	$k_p$	$c_u$ (kPa)
p.c.=strato 1		100.00	20	20	38	4.20		38	4.20	
<input checked="" type="checkbox"/> strato 2	Rilevato	99.00	18.5	8.5	32	3.25		32	3.25	
<input checked="" type="checkbox"/> strato 3	TGC2	88.00	18.5	8.5	32	3.25		32	3.25	
<input type="checkbox"/> strato 4						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 5						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 6						1.00			1.00	

Quota falda 88 (m)  
 Diametro del palo D 0.50 (m)  
 Lunghezza del palo L 11.00 (m)  
 Momento di plasticizzazione palo  $M_y$  395.54 (kNm)  
 Step di calcolo 0.01 (m)

palo impedito di ruotare  
 palo libero

Calcolo  
(ctrl+f)

Palo lungo	<b>H medio</b>	267.4 (kN)	<b>H minimo</b>	267.4 (kN)
Palo corto		1469.0 (kN)		1469.0 (kN)
	<b>H<sub>med</sub></b>	<b>267.4 (kN)</b>	<b>H<sub>min</sub></b>	<b>267.4 (kN)</b>
		<b>Palo lungo</b>		<b>Palo lungo</b>
	$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3 ; R_{min}/\xi_4)$		157.28	(kN)
	$H_d = H_k/\gamma_T$		120.99	(kN)
	Carico Assiale Permanente (G):	G =	95.5	(kN)
	Carico Assiale variabile (Q):	Q =		(kN)
	$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q =$		95.50	(kN)
	$FS = H_d / F_d =$		1.27	

**Calcolo del momento di plasticizzazione di una sezione circolare**

Diametro = 600 (mm)

Raggio = 300 (mm)

Sforzo Normale = (kN)

**Caratteristiche dei Materiali**

calcestruzzo

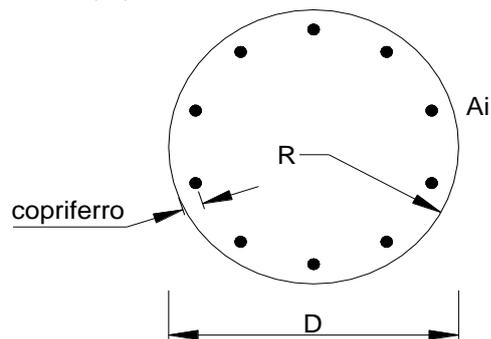
Rck = 30 (Mpa)

fck = 25 (Mpa)

$\gamma_c$  = 1.5

$\alpha_{cc}$  = 0.85

$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 14.17$  (Mpa)



**Acciaio**

tipo di acciaio

fyk = 450 (Mpa)

$\gamma_s$  = 1.15

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s / \gamma_E = 391.3$  (Mpa)

Es = 206000 (Mpa)

$\epsilon_{ys}$  = 0.190%

$\epsilon_{uk}$  = 10.000%

**Armature**

numero	diametro (mm)	area (mm <sup>2</sup> )	copriferro (mm)
16	$\phi$ 20	5026.55	60
	$\phi$	0.00	
	$\phi$	0.00	

calcolo

**Momento di Plasticizzazione**

My = 395.5 (kN m)

Inserisci

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Barriere antirumore – Relazione di calcolo Fondazioni</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>OC0000 001</td> <td>A</td> <td>69 di 194</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	OC0000 001	A	69 di 194
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	OC0000 001	A	69 di 194								

### 13. SEZIONE DI CALCOLO N. 4 - BA06A-BA06B

La sezione è identificativa delle barriere BA-06A e BA-06B, i carichi massimi trasmessi alle fondazioni fanno riferimento ad una barriera del tipo H7

Le barriere si sviluppano lungo tratti in rilevato, si assumerà uno schema di riferimento con un rilevato di altezza pari a 5 m. A favore di sicurezza si trascureranno, nella verifica a capacità portante per azioni verticali, i primi 2m di palo.

La stratigrafia già riportata al capitolo 4 è riassunta di seguito.

BA06A - BA06B							
STRATO	SPESSORE [m]	DESCRIZIONE	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$	c' [kPa]	cu [kPa]	E [Mpa]
1	5	Rilevato ferroviario	20	38	-	-	50
2	>6	ba3	19	25	5	125	200

z<sub>w</sub> 14.0 m da p.c.

#### 13.1 DETERMINAZIONE DELLE SOLLECITAZIONI LUNGO IL PALO

Le sollecitazioni sono state determinate a partire dalle ipotesi assunte nel capitolo 78.1.5. Di seguito di riportano in forma tabellare le sollecitazioni massime ottenute per ciascuna combinazione di carico.

	N	V_max	M_Max
	[kN]	[kN]	[kN*m]
SLU A2	-252.506	95.5	377.88
SLU A1	-195.944	82.1	324.88
SLE rara	-232.387	47.7	226.82
SLE freq	-227.135	23.8	122.6

## 13.2 VERIFICHE STRUTTURALI

### 13.2.1 VERIFICA A PRESSOFLESSIONE SEZIONE IN C.A.

Verifica C.A. S.L.U. - File: BA06A-06B SLU

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: DM 1996 ?

Titolo :

Sezione circolare cava

Raggio esterno 300 [mm]  
Raggio interno 0 [mm]  
N° barre uguali 0  
Diametro barre 0 [mm]  
Copriferro (baric.) 0 [mm]

N° barre 16 Zoom

N°	As [mm²]	x [mm]	y [mm]
1	314	0	230
2	314	80.36	212.49
3	314	148.49	162.63
4	314	194.01	88.02
5	314	210	0
6	314	194.01	-88.02

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 252 0 kN  
M<sub>xEd</sub> 377.88 0 kNm  
M<sub>yEd</sub> 0 0

P.to applicazione N  
Centro Baricentro cls  
Coord.[mm] xN 0 yN 0

Tipo rottura  
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali

B450C C25/30

E<sub>su</sub> 10 ‰ ε<sub>c2</sub> 2 ‰  
f<sub>yd</sub> 391.3 N/mm² ε<sub>cu</sub> 3.5 ‰  
E<sub>s</sub> 200.000 N/mm² f<sub>cd</sub> 13.28 ‰  
E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> 0.8  
ε<sub>syd</sub> 1.957 ‰ σ<sub>c,adm</sub> 9.75  
σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0.6  
τ<sub>c1</sub> 1.829

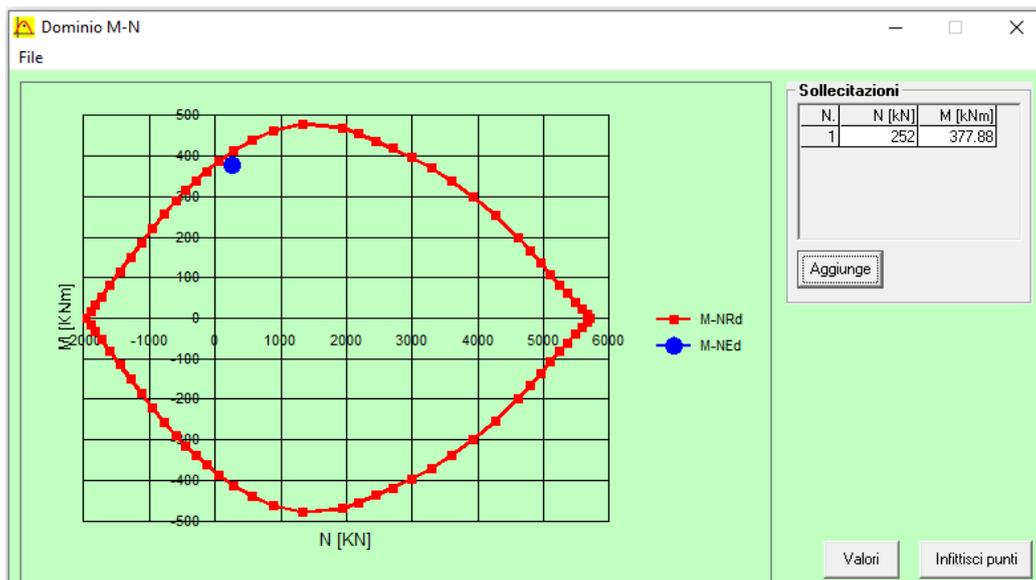
M<sub>xRd</sub> 410.6 kNm  
σ<sub>c</sub> -13.28 N/mm²  
σ<sub>s</sub> 391.3 N/mm²  
ε<sub>c</sub> 3.5 ‰  
ε<sub>s</sub> 5.662 ‰  
d 530 mm  
x 202.5 x/d 0.382  
δ 0.9175

Tipo Sezione  
Rettan.re Trapezi  
a T Circolare  
Rettangoi Coord.

Metodo di calcolo  
S.L.U.+ S.L.U.-  
Metodo n

Tipo flessione  
Retta Deviata

Vertici: 50 N° rett. 100  
Calcola MRd Dominio M-N  
L<sub>0</sub> 0 mm Col. modello  
Precompresso



### 13.2.2 VERIFICA A TAGLIO

Verifica a taglio per sezioni circolari armate a taglio (D.M. 14/01/2008)

classe cls	$R_{ck}$	30	N/mm <sup>2</sup>
resist. Caratteristica cilindrica	$f_{ck}$	25	N/mm <sup>2</sup>
	$f_{cd}$	14	N/mm <sup>2</sup>
diametro	$\Phi$	600	mm
Area sezione	A	282743	mm <sup>2</sup>
copriferro	c	60	mm
Area sezione rettangolare equivalente	$A_{eq}$	228911	mm <sup>2</sup>
altezza utile equivalente	d	453	mm
larghezza equivalente	$b_w$	506	mm
altezza equivalente	$h_{eq}$	559.2692	mm
sforzo assiale dovuto ai carichi o precompressione	N	0	N
	$\sigma_{cp}$	0.000	N/mm <sup>2</sup>
	$\alpha_{cp}$	1.00	

Acciaio	$f_{yk}$	450	N/mm <sup>2</sup>
B450C	$f_{yd}$	391	N/mm <sup>2</sup>
diametro staffe (spille)	$\varnothing_w$	16	mm
Area staffa (spilla)	$A_{\varnothing_w}$	201	mm <sup>2</sup>
0.9 d	z	408	mm
passo spirale	$s_w$	200	mm
	n° bracci	2	
angolo di inclinazione biella compressa	$\theta$	45.0	°
deve essere compreso tra 1 e 2.5	$\cot(\theta)$	1.00	
angolo di inclinazione armatura rispetto asse palo	$\alpha$	90	°
	$\cot(\alpha)$	0.00	
	$As_w / s_w$	2.011	mm <sup>2</sup> /mm

Taglio resistente per "taglio trazione"	$V_{Rsd}$	321	kN
Taglio resistente per "taglio compressione"	$V_{Rcd}$	727	kN

taglio sollecitante	$V_{Ed}$	96	kN
fattore di sicurezza per GR (par. 7.9.5.2.2)	$\gamma_{Rd}$	1	
taglio resistente	$V_{Rd}$	321	kN

$V_{Ed} < V_{Rd}$   
verifica

### 13.2.3 VERIFICA A FESSURAZIONE

Verifica C.A. S.L.U. - File: BA06A-06B SLE

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: DM 1996 ?

Titolo: \_\_\_\_\_

Sezione circolare cava

Raggio esterno: 300 [mm]  
Raggio interno: 0 [mm]  
N° barre uguali: 0  
Diametro barre: 0 [mm]  
Copriferro (baric.): 0 [mm]

N° barre: 16 Zoom

N°	As [mm²]	x [mm]	y [mm]
1	314	0	230
2	314	80.36	212.49
3	314	148.49	162.63
4	314	194.01	88.02
5	314	210	0
6	314	194.01	-88.02

Tipo Sezione:  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

Metodo di calcolo:  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

Vertici: 50  
Verifica  
N° iterazioni: 4  
 Precompresso

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub>: 0 227 kN  
M<sub>xEd</sub>: 0 122.6 kNm  
M<sub>yEd</sub>: 0 0

P.to applicazione N  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[mm] xN: 0 yN: 0

Materiali

B450C C25/30

ε<sub>su</sub>: 10 ‰ ε<sub>c2</sub>: 2 ‰  
f<sub>yd</sub>: 391.3 N/mm² ε<sub>cu</sub>: 3.5 ‰  
E<sub>s</sub>: 200,000 N/mm² f<sub>cd</sub>: 13.28  
E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>: 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub>: 0.8  
ε<sub>syd</sub>: 1.957 ‰ σ<sub>c,adm</sub>: 9.75  
σ<sub>s,adm</sub>: 255 N/mm² τ<sub>co</sub>: 0.6  
τ<sub>c1</sub>: 1.829

σ<sub>c</sub>: -7.172 N/mm²  
σ<sub>s</sub>: 120.2 N/mm²  
ε<sub>s</sub>: 0.6009 ‰  
d: 530 mm  
x: 250.3 x/d: 0.4724  
δ: 1

	INPUT	
Rck	30	Mpa
D	600	mm
diametro palo		
copriferro 1° strato	C <sub>1</sub>	70 mm
diametro barre 1° strato	∅ <sub>1</sub>	20 mm
numero barre 1° strato	n <sub>1</sub>	16
copriferro 2° strato (baricentro barre)	C <sub>2</sub>	mm
diametro barre 2° strato	∅ <sub>2</sub>	mm
numero barre 2° strato	n <sub>2</sub>	mm
distanza lembo compresso-lembo teso della sezione	d	530 mm
	b <sub>eff</sub>	90.3 mm
posizione asse neutro da lembo compresso	x	228.7 mm
Tensione massima barre 1° strato	σ <sub>s,max1</sub>	120.2 Mpa
Tensione massima barre 2° strato	σ <sub>s,max2</sub>	Mpa
altezza efficace	h <sub>c,eff</sub>	123.8 mm
area efficace relativamente ad una singola barre	A <sub>c,eff</sub>	11179 mm²
percentuale di armatura relativa a A <sub>c,eff</sub>	ρ <sub>p,eff</sub>	0.028
(0.6 carichi brevi; 0.4 lunga durata)	kt	0.6
(0.8 barre ad. migliorata; 1.6 lisce)	k1	0.8
(0.5 per flessione; 1 trazione)	k2	0.5
	k3	3.4
	k4	0.425

OUTPUT	
diff. def. armature-cls	
ε <sub>sm</sub> -ε <sub>cm</sub>	3.50E-04
distanza max fessure	
s <sub>r, max</sub>	3.25E+02 mm
ampiezza fessure:	
w <sub>k</sub>	0.114 mm
LIMITE	0.30 mm
Sez. verificata	

### 13.3 VERIFICA A DEFORMABILITÀ

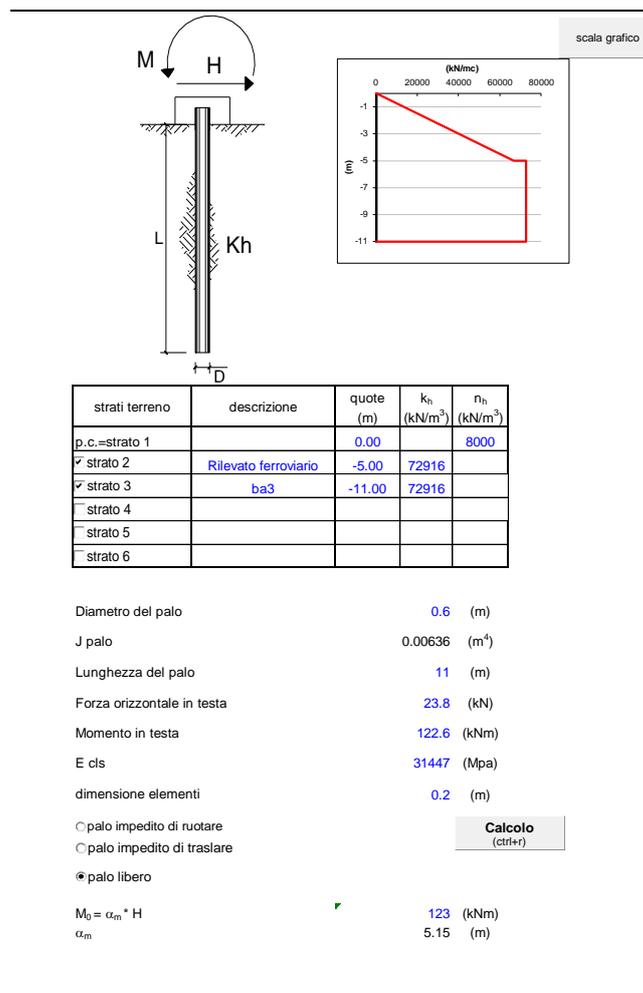
Secondo quanto illustrato al paragrafo 8.1.5 la deformazione attesa in sommità alla barriera è pari a 19.8 mm, a questa va sommato lo spostamento ottenuto dalla deformazione del cordolo nella combinazione frequente:

Spostamenti, Rotazioni, Pressione				
nodo	z	y(z)	$\alpha(z)$	p(z)
	quota (m)	(mm)	(rad)	(kPa)
1	0.00	-1.60	-0.00134	-1.00

Lo spostamento e rotazione in testa al palo corrisponde a uno spostamento in testa alla barriera di 10.64 mm valutato come:

$$y_{\text{testa\_barriera}} = y + H \tan(\alpha) = 1.6 + 6750 \cdot \tan(0.00134) = 10.64 \text{ mm}$$

$$y_{\text{tot}} = 10.64 + 19.8 = 30.44 < f_{\text{max}} = 45.0 \text{ mm}$$



## 13.4 VERIFICHE GEOTECNICHE

### 13.4.1 VERIFICA A PORTANZA

**CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DI UN PALO TRIVELLATO DI GRANDE DIAMETRO**  
ai sensi del D.M. 14/01/2008 - Approccio 2 (A1+M1+R3)  
OPERA: BA06A - BA06B

Diametro del palo (D): 0.6 (m)  
Quota testa palo dal p.c. (z<sub>p</sub>): 0 (m)  
Area del palo (A<sub>p</sub>): 0.283 (m<sup>2</sup>)  
quota della falda dal p.c. (z<sub>w</sub>): 14 (m)

**CARICO ASSIALE DI COMPRESIONE SUL SINGOLO PALO:**  
§6.4.3.1 D.M. 14/01/2008  
Approccio 2: (A1+M1+R3)  
Carico assiale di compressione di progetto  
N<sub>q</sub> (SLU) 253 (kN)  
N<sub>q</sub> (SLV) (kN)  
N<sub>q</sub> (SLE) (kN)  
N<sub>q</sub> (SLD) (kN)

**CARICO ASSIALE DI TRAZIONE SUL SINGOLO PALO:**  
§6.4.3.1 D.M. 14/01/2008  
Approccio 2: (A1+M1+R3)  
Carico assiale di trazione di progetto  
N<sub>t</sub> (SLU) (kN)  
N<sub>t</sub> (SLV) (kN)

Numero di strati 3

**CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI**

Strato	Stratigrafia		Spess. (m)	Tipo di terreno	Parametri del terreno											
	da (m)	a (m)			γ (kN/m <sup>3</sup> )	c' (kPa)	φ' (°)	c <sub>u</sub> (kPa)	α (-)	a (-)	τ <sub>lim</sub> (kPa)	N <sub>q</sub> (-)	q <sub>b_max</sub> (kPa)	k <sub>comp</sub> (-)	k <sub>traz</sub> (-)	
1	0.00	2.00	2.00	RILEVATO FERROVIARIO	20	0	38	0	0			100	25	5800	0.6	0.5
2	2.00	5.00	3.00	RILEVATO FERROVIARIO	20	0	38	0	0			100	25	5800		
3	5.00	60.00	55.00	ba3	19	5	25	125	0			100	17	4300		

Fattori di correlazione per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	≥ 10
ξ <sub>3</sub>	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
ξ <sub>4</sub>	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

n°1 verticale  Peso del palo depurato W<sub>p\_dep</sub>

Lunghezza del palo (L<sub>p</sub>) 11 (m)  
Peso del palo depurato W<sub>p\_dep</sub> 17 (kN)  
Peso palo alleggerito W<sub>p\_all</sub> 78 (kN)  
Profondità punta palo: 11 (m)

Strato	Spess. Strati_palo (m)	F <sub>SL_comp</sub> (kN)	F <sub>SL_traz</sub> (kN)	F <sub>SB</sub> (kN)
1	2.00	ξ <sub>3</sub> <sup>3</sup> ·γ <sub>s</sub>	ξ <sub>3</sub> <sup>3</sup> ·γ <sub>s</sub>	ξ <sub>3</sub> <sup>3</sup> ·γ <sub>b</sub>
2	3.00	2.0	2.1	2.3
3	6.00			

F<sub>SL\_comp</sub>: Fattore di sicurezza per resistenza laterale - compressione  
F<sub>SL\_traz</sub>: Fattore di sicurezza per resistenza laterale - trazione  
F<sub>SB</sub>: Fattore di sicurezza per resistenza alla base

**CAPACITA' PORTANTE CARATTERISTICA**

Resistenza alla base:	R <sub>b,c</sub> =	379	(kN)
Resistenza laterale a compressione:	R <sub>s,comp</sub> =	678	(kN)
Resistenza laterale a trazione:	R <sub>s,traz</sub> =	641	(kN)
Resistenza totale a compressione:	R <sub>t,c</sub> = R <sub>b,c</sub> + R <sub>s,comp</sub> =	1057	(kN)
Resistenza totale a trazione:	R <sub>t,t</sub> = R <sub>s,traz</sub> =	641	(kN)

**CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO**  
Approccio 2: (A1+M1+R3)\_§6.4.3.1 D.M. 14/01/2008

Resistenza alla base:	R <sub>b,d</sub> =	165	(kN)
Resistenza laterale a compressione:	R <sub>s,c</sub> =	347	(kN)
Resistenza totale a compressione:	R <sub>d,c</sub> = R <sub>b,c</sub> + R <sub>s,c</sub> + W <sub>p</sub> =	495	(kN)

**CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO A TRAZIONE**  
Approccio 2: (A1+M1+R3)\_§6.4.3.1 D.M. 14/01/2008

Resistenza totale a trazione:	R <sub>d,t</sub> = R <sub>s,t</sub> + W <sub>p</sub> =	-380	(kN)
-------------------------------	--	------	------

**VERIFICA A COMPRESIONE**

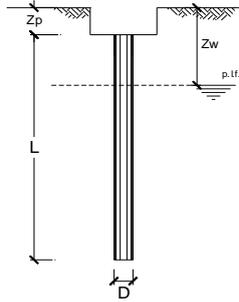
	N <sub>d,c</sub> (kN)	R <sub>d,c</sub> (kN)	FS (-)
SLU - (A1+M1+R3)	253	495	1.96
SLV - (EQK+M1+R3)			

R<sub>d,c</sub>/N<sub>d,c</sub> ≥ 1

**VERIFICA A TRAZIONE**

	N <sub>d,t</sub> (kN)	R <sub>d,t</sub> (kN)	FS (-)
SLU - (A1+M1+R3)			
SLV - (EQK+M1+R3)			

R<sub>d,t</sub>/N<sub>d,t</sub> ≥ 1



Barriere antirumore – Relazione di calcolo  
Fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	OC0000 001	A	75 di 194

DIAGRAMMI CAPACITA' PORTANTE A FORZE ASSIALI DI COMPRESIONE

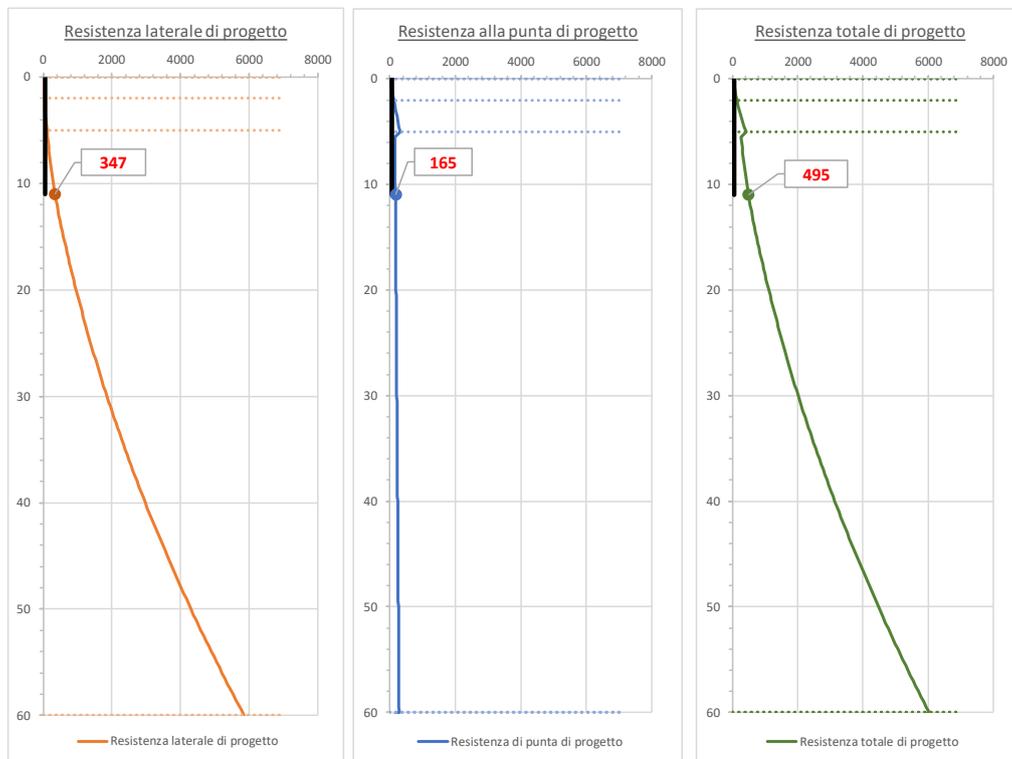
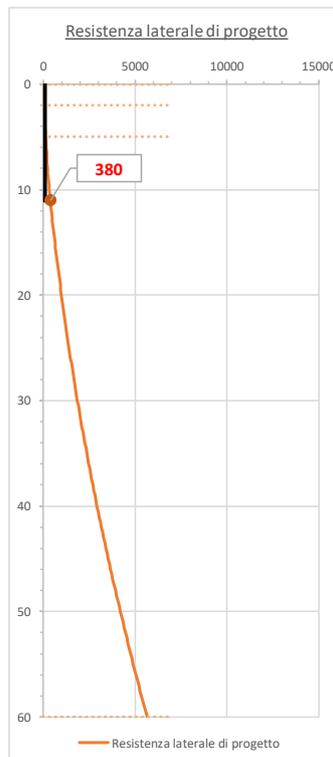


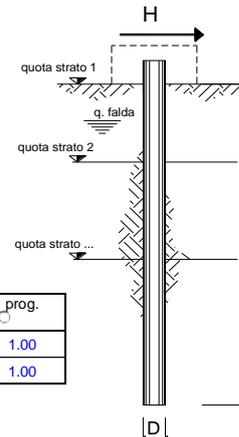
DIAGRAMMA CAPACITA' PORTANTE A FORZE ASSIALI DI TRAZIONE



### 13.4.2 VERIFICA NEI CONFRONTI DEI CARICHI ORIZZONTALI

opera BA06A - BA06B

coefficienti parziali Metodo di calcolo			A		M		R
			permanenti $\gamma_G$	variabili $\gamma_Q$	$\gamma_{\psi}$	$\gamma_{cu}$	$\gamma_r$
SLU	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1.00	1.30	1.00	1.00	1.60
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.30
	SISMA	<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30
DM88		<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista			<input checked="" type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.30



n	1	2	3	4	5	7	$\geq 10$	T.A.	prog.
$\xi_3$	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
$\xi_4$	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

strati terreno	descrizione	quote (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma'$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi$ (°)	Parametri medi		Parametri minimi		
						$k_p$	$c_u$ (kPa)	$\phi$ (°)	$k_p$	$c_u$ (kPa)
p.c.=strato 1	Rilevato	100.00	20	20	38	4.20		38	4.20	
<input checked="" type="checkbox"/> strato 2	ba3	95.00	19	9	25	2.46		25	2.46	
<input checked="" type="checkbox"/> strato 3		88.00	19	9	25	2.46		25	2.46	
<input type="checkbox"/> strato 4						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 5						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 6						1.00			1.00	

Quota falda **86** (m)  
 Diametro del palo D **0.60** (m)  
 Lunghezza del palo L **11.00** (m)  
 Momento di plasticizzazione palo  $M_y$  **395.54** (kNm)  
 Step di calcolo **0.01** (m)

palo impedito di ruotare  
 palo libero

**Calcolo**  
(ctrl+r)

	<u>H medio</u>		<u>H minimo</u>	
Palo lungo	298.1 (kN)		298.1 (kN)	
Palo corto	1858.1 (kN)		1858.1 (kN)	
	$H_{med}$ <b>298.1 (kN)</b>	<b>Palo lungo</b>	$H_{min}$ <b>298.1 (kN)</b>	<b>Palo lungo</b>
	$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3 ; R_{min}/\xi_4)$		175.38 (kN)	
	$H_d = H_k/\gamma_r$		<b>134.91 (kN)</b>	
Carico Assiale Permanente (G):	G =		<b>95.5 (kN)</b>	
Carico Assiale variabile (Q):	Q =		(kN)	
	$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q =$		<b>95.50 (kN)</b>	
	$FS = H_d / F_d =$		<b>1.41</b>	

**Calcolo del momento di plasticizzazione di una sezione circolare**

Diametro = 600 (mm)

Raggio = 300 (mm)

Sforzo Normale = (kN)

**Caratteristiche dei Materiali**

calcestruzzo

C25/30

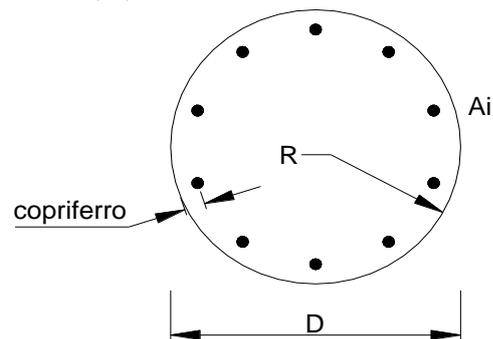
Rck = 30 (Mpa)

fck = 25 (Mpa)

$\gamma_c$  = 1.5

$\alpha_{cc}$  = 0.85

$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 14.17$  (Mpa)



**Acciaio**

tipo di acciaio

B450C

fyk = 450 (Mpa)

$\gamma_s$  = 1.15

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s / \gamma_E = 391.3$  (Mpa)

Es = 206000 (Mpa)

$\epsilon_{ys}$  = 0.190%

$\epsilon_{uk}$  = 10.000%

**Armature**

numero	diametro (mm)	area (mm <sup>2</sup> )	copriferro (mm)
16	$\phi$ 20	5026.55	60
	$\phi$	0.00	
	$\phi$	0.00	

calcolo

**Momento di Plasticizzazione**

My = 395.5 (kN m)

Inserisci

## 14. SEZIONE DI CALCOLO N. 5 - BA07

La sezione è identificativa delle barriere BA-07, i carichi massimi trasmessi alle fondazioni fanno riferimento ad una barriera del tipo H2

Le barriere si sviluppano lungo tratti in trincea.

La stratigrafia già riportata al capitolo 4 è riassunta di seguito.

STRATO	SPESSORE [m]	DESCRIZIONE	BA07		
			$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$	E [Mpa]
1	10	TGC2	18.5	32	50
2	>5	MDL1	20	38	500

$z_w$  10.0 m da p.c.

### 14.1 DETERMINAZIONE DELLE SOLLECITAZIONI LUNGO IL PALO

Le sollecitazioni sono state determinate a partire dalle ipotesi assunte nel capitolo 7. Di seguito di riportano in forma tabellare le sollecitazioni massime ottenute per ciascuna combinazione di carico.

	N	V_max	M_Max
	[kN]	[kN]	[kN*m]
SLU A2	-201.27	43.3	129.37
SLU A1	-155.52	37.5	111.1
SLE rara	-153.01	22.9	70.26
SLE freq	-151.12	11.1	38.08

## 14.2 VERIFICHE STRUTTURALI

### 14.2.1 VERIFICA A PRESSOFLESSIONE SEZIONE IN C.A.

Verifica C.A. S.L.U. - File: BA07 SLU

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: DM 1996 ?

Titolo :

Sezione circolare cava

Raggio esterno 300 [mm]  
Raggio interno 0 [mm]  
N° barre uguali 0  
Diametro barre 0 [mm]  
Copriferro (baric.) 0 [mm]

N° barre 16 Zoom

N°	As [mm²]	x [mm]	y [mm]
1	314	0	230
2	314	80.36	212.49
3	314	148.49	162.63
4	314	194.01	88.02
5	314	210	0
6	314	194.01	-88.02

Tipo Sezione  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

Sollecitazioni  
S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 202 kN  
M<sub>xEd</sub> 130 kNm  
M<sub>yEd</sub> 0

P.to applicazione N  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[mm] xN 0 yN 0

Tipo rottura  
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M<sub>xRd</sub> 405.9 kNm

Materiali  
B450C C25/30

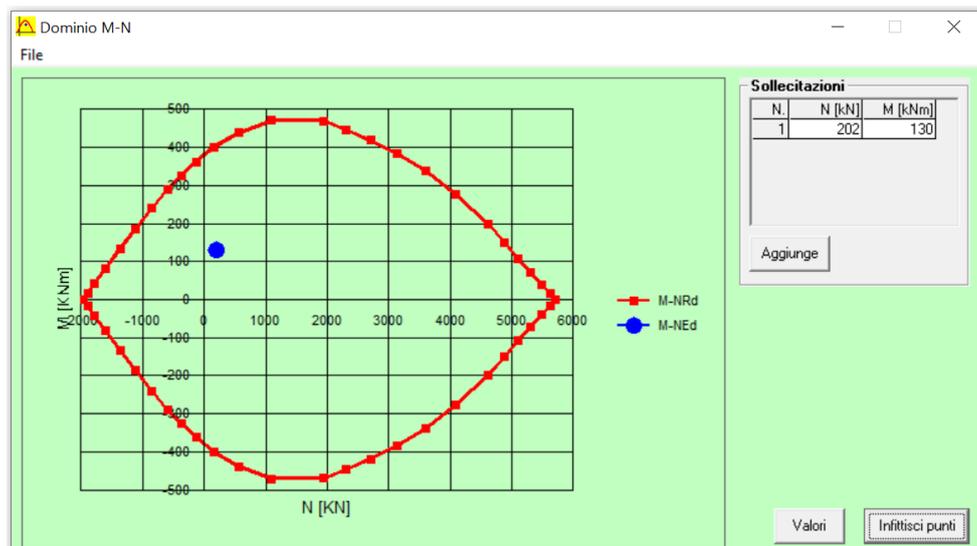
ε<sub>su</sub> 10 ‰ ε<sub>c2</sub> 2 ‰  
f<sub>yd</sub> 391.3 N/mm² E<sub>cu</sub> 3.5 ‰  
E<sub>s</sub> 200,000 N/mm² f<sub>cd</sub> 13.28 ‰  
E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> 0.8  
ε<sub>syd</sub> 1.957 ‰ σ<sub>c,adm</sub> 9.75 ‰  
σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0.6  
τ<sub>c1</sub> 1.829

σ<sub>c</sub> -13.28 N/mm²  
σ<sub>s</sub> 391.3 N/mm²  
ε<sub>c</sub> 3.5 ‰  
ε<sub>s</sub> 5.842 ‰  
d 530 mm  
x 198.6 x/d 0.3746  
δ 0.9083

Metodo di calcolo  
 S.L.U. +  S.L.U.  
 Metodo n

Tipo flessione  
 Retta  Deviata

Vertici: 50 N° rett. 100  
Calcola MRd Dominio M-N  
L<sub>0</sub> 0 mm Col. modello  
 Precompresso



## 14.2.2 VERIFICA A TAGLIO

Verifica a taglio per sezioni circolari armate a taglio (D.M. 14/01/2008)

classe cls	$R_{ck}$	30	N/mm <sup>2</sup>
resist. Caratteristica cilindrica	$f_{ck}$	25	N/mm <sup>2</sup>
	$f_{cd}$	14	N/mm <sup>2</sup>
diametro	$\Phi$	600	mm
Area sezione	A	282743	mm <sup>2</sup>
copriferro	c	80	mm
Area sezione rettangolare equivalente	$A_{eq}$	222244	mm <sup>2</sup>
altezza utile equivalente	d	440	mm
larghezza equivalente	$b_w$	505	mm
altezza equivalente	$h_{eq}$	559.8476	mm
sforzo assiale dovuto ai carichi o precompressione	N	0	N
	$\sigma_{cp}$	0.000	N/mm <sup>2</sup>
	$\alpha_{cp}$	1.00	

Acciaio	$f_{yk}$	450	N/mm <sup>2</sup>
B450C	$f_{yd}$	391	N/mm <sup>2</sup>
diametro staffe (spille)	$\sigma_w$	16	mm
Area staffa (spilla)	$A_{\sigma_w}$	201	mm <sup>2</sup>
0.9 d	z	396	mm
passo spirale	$s_w$	200	mm
n° bracci		2	
angolo di inclinazione biella compressa	$\theta$	45.0	°
deve essere compreso tra 1 e 2.5	$\cot(\theta)$	1.00	
angolo di inclinazione armatura rispetto asse palo	$\alpha$	90	°
	$\cot(\alpha)$	0.00	
	$A_{s_w} / s_w$	2.011	mm <sup>2</sup> /mm

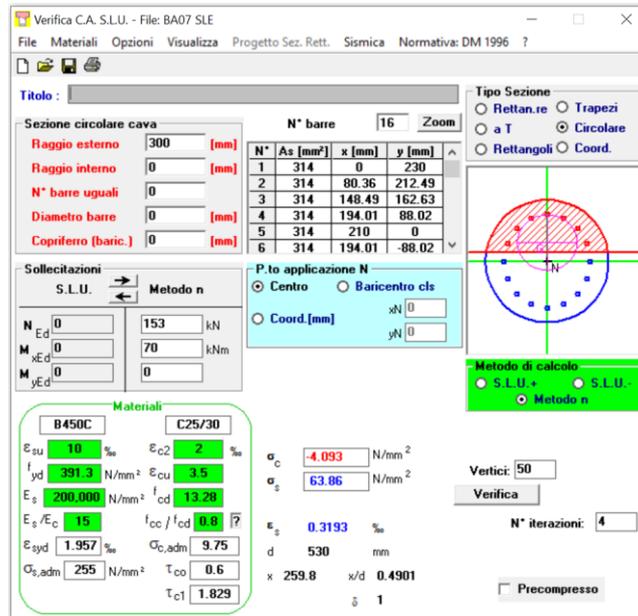
Taglio resistente per "taglio trazione"	$V_{Rd}$	312	kN
Taglio resistente per "taglio compressione"	$V_{Rd}$	706	kN

taglio sollecitante	$V_{Ed}$	44	kN
fattore di sicurezza per GR (par. 7.9.5.2.2)	$\gamma_{Rd}$	1	
taglio resistente	$V_{Rd}$	312	kN

$$V_{Ed} < V_{Rd}$$

verifica

### 14.2.3 VERIFICA A FESSURAZIONE



	INPUT	
Rck	30	Mpa
diametro palo D	600	mm
copriferro 1° strato C <sub>1</sub>	70	mm
diametro barre 1° strato Ø <sub>1</sub>	20	mm
numero barre 1° strato n <sub>1</sub>	16	
copriferro 2° strato (baricentro barre) C <sub>2</sub>		mm
diametro barre 2° strato Ø <sub>2</sub>		mm
numero barre 2° strato n <sub>2</sub>		
distanza lembo compresso-lembo teso della sezione d	530	mm
b <sub>eff</sub>	90.3	mm
posizione asse neutro da lembo compresso x	259.8	mm
Tensione massima barre 1° strato σ <sub>s_max1</sub>	63.86	Mpa
Tensione massima barre 2° strato σ <sub>s_max2</sub>		Mpa
altezza efficace h <sub>c,eff</sub>	113.4	mm
area efficace relativamente ad una singola barre A <sub>c,eff</sub>	10242	mm <sup>2</sup>
percentuale di armatura relativa a A <sub>c,eff</sub> ρ <sub>p,eff</sub>	0.031	
(0.6 carichi brevi; 0.4 lunga durata)	kt	0.6
(0.8 barre ad. migliorata; 1.6 liscie)	k1	0.8
(0.5 per flessione; 1 trazione)	k2	0.5
	k3	3.4
	k4	0.425

OUTPUT	
diff. def. armature-cls	ε <sub>sm</sub> - ε <sub>cm</sub> 1.86E-04
distanza max fessure	s <sub>r, max</sub> 3.15E+02 mm
ampiezza fessure:	wk 0.059 mm
LIMITE	0.30 mm
Sez. verificata	

Barriere antirumore – Relazione di calcolo  
Fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	OC0000 001	A	82 di 194

### 14.2.4 VERIFICA A DEFORMABILITÀ

Secondo quanto illustrato al paragrafo 8.1.5 la deformazione attesa in sommità alla barriera è pari a 1.16 mm, a questa va sommato lo spostamento ottenuto dalla deformazione del cordolo nella combinazione frequente:

Spostamenti, Rotazioni, Pressione				
nodo	z	y(z)	$\alpha(z)$	p(z)
	quota (m)	(mm)	(rad)	(kPa)
1	0.00	-0.21	-0.00031	-0.17

Lo spostamento e rotazione in testa al palo corrisponde a uno spostamento in testa alla barriera di 1.39 mm valutato come:

$$y_{\text{testa\_barriera}} = y + H \tan(\alpha) = 0.21 + 4028 \cdot \tan(0.00031) = 1.45 \text{ mm}$$

$$y_{\text{tot}} = 1.45 + 1.16 = 2.61 < f_{\text{max}} = 26.85 \text{ mm}$$

scala grafico

strati terreno	descrizione	quote (m)	$k_n$ (kN/m <sup>3</sup> )	$n_n$ (kN/m <sup>3</sup> )
p.c.=strato 1	TGC2	0.00		10000
strato 2	TGC2	-9.00		10000
strato 3				
strato 4				
strato 5				
strato 6				

Diametro del palo: 0.6 (m)

J palo: 0.00636 (m<sup>4</sup>)

Lunghezza del palo: 9 (m)

Forza orizzontale in testa: 11.1 (kN)

Momento in testa: 38.1 (kNm)

E cis: 31447 (Mpa)

dimensione elementi: 0.2 (m)

palo impedito di ruotare

palo impedito di traslare

palo libero

**Calcolo**

$M_0 = \alpha_m \cdot H$ : 38 (kNm)

$\alpha_m$ : 3.43 (m)

## 14.3 VERIFICHE GEOTECNICHE

### 14.3.1 VERIFICA A PORTANZA

**CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DI UN PALO TRIVELLATO DI GRANDE DIAMETRO**  
ai sensi del D.M. 14/01/2008 - Approccio 2 (A1+M1+R3)

OPERA: BA07

Diametro del palo (D): 0.6 (m)  
Quota testa palo dal p.c. (z<sub>p</sub>): 0 (m)  
Area del palo (A<sub>p</sub>): 0.283 (m<sup>2</sup>)  
quota della falda dal p.c. (z<sub>w</sub>): 10 (m)

**CARICO ASSIALE DI COMPRESSIONE SUL SINGOLO PALO:**  
§6.4.3.1 D.M. 14/01/2008  
Approccio 2: (A1+M1+R3)

Carico assiale di compressione di progetto

N<sub>d</sub> (SLU) 201 (kN)  
N<sub>d</sub> (SLV) (kN)  
N<sub>d</sub> (SLE) (kN)  
N<sub>d</sub> (SLD) (kN)

**CARICO ASSIALE DI TRAZIONE SUL SINGOLO PALO:**  
§6.4.3.1 D.M. 14/01/2008  
Approccio 2: (A1+M1+R3)

Carico assiale di trazione di progetto

N<sub>d</sub> (SLU) (kN)  
N<sub>d</sub> (SLV) (kN)

Numero di strati 2

**CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI**

Strato	Stratigrafia			Spess. (m)	Tipo di terreno	Parametri del terreno										
	da (m)	a (m)	Spess. (m)			γ (kN/m <sup>3</sup> )	c' (kPa)	φ' (°)	c <sub>u</sub> (kPa)	α (-)	a (-)	τ <sub>lim</sub> (kPa)	N <sub>s</sub> (-)	q <sub>b, max</sub> (kPa)	k <sub>compr</sub> (-)	k <sub>traz</sub> (-)
1	0.00	10.00	10.00		TGC2	18.5	0	32	0	0		100	17	4300	0.6	0.5
2	10.00	60.00	50.00		MDL1	20	0	38	0	0		100	25	5800		

Fattori di correlazione per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	≥ 10
ξ <sub>3</sub>	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
ξ <sub>4</sub>	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

n°1 verticale  Peso del palo depurato W<sub>p, dep</sub>

Lunghezza del palo (L<sub>p</sub>) 9 (m)  
Peso del palo depurato W<sub>p, dep</sub> 17 (kN)  
Peso palo alleggerito W<sub>p, all</sub> 64 (kN)  
Profondità punta palo: 9 (m)

Strato	Spess. Strati_palo (m)	F <sub>SL, compr</sub>	F <sub>SL, traz</sub>	F <sub>SB</sub>
1	#VALORE!	ξ <sub>3</sub> *γ <sub>s</sub>	ξ <sub>3</sub> *γ <sub>s</sub>	ξ <sub>3</sub> *γ <sub>b</sub>
2		2.0	2.1	2.3

F<sub>SL, compr</sub>: Fattore di sicurezza per resistenza laterale - compressione  
F<sub>SL, traz</sub>: Fattore di sicurezza per resistenza laterale - trazione  
F<sub>SB</sub>: Fattore di sicurezza per resistenza alla base

**CAPACITA' PORTANTE CARATTERISTICA**

Resistenza alla base: R<sub>b</sub> = 800 (kN)  
Resistenza laterale a compressione: R<sub>b, compr</sub> = 530 (kN)  
Resistenza laterale a trazione: R<sub>b, traz</sub> = 441 (kN)

Resistenza totale a compressione: R<sub>c</sub> = R<sub>b</sub> + R<sub>b, compr</sub> = 1330 (kN)  
Resistenza totale a trazione: R<sub>t</sub> = R<sub>b</sub> + R<sub>b, traz</sub> = 441 (kN)

**CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO**  
Approccio 2: (A1+M1+R3)\_§6.4.3.1 D.M. 14/01/2008

Resistenza alla base: R<sub>b, c</sub> = 349 (kN)  
Resistenza laterale a compressione: R<sub>b, c, compr</sub> = 271 (kN)  
Resistenza totale a compressione: R<sub>d, c</sub> = R<sub>b, c</sub> + R<sub>b, c, compr</sub> = 603 (kN)

**CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO A TRAZIONE**  
Approccio 2: (A1+M1+R3)\_§6.4.3.1 D.M. 14/01/2008

Resistenza totale a trazione: R<sub>d, t</sub> = R<sub>b, t</sub> + W<sub>p</sub> = -271 (kN)

**VERIFICA A COMPRESSIONE**

	N <sub>d, c</sub> (kN)	R <sub>d, c</sub> (kN)	FS (-)
SLU - (A1+M1+R3)	201	603	3.00
SLV - (EQ+M1+R3)			

R<sub>d, c</sub>/N<sub>d, c</sub> ≥ 1

**VERIFICA A TRAZIONE**

	N <sub>d, t</sub> (kN)	R <sub>d, t</sub> (kN)	FS (-)
SLU - (A1+M1+R3)			
SLV - (EQ+M1+R3)			

R<sub>d, t</sub>/N<sub>d, t</sub> ≥ 1

Barriere antirumore – Relazione di calcolo  
Fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	OC0000 001	A	84 di 194

DIAGRAMMI CAPACITA' PORTANTE A FORZE ASSIALI DI COMPRESIONE

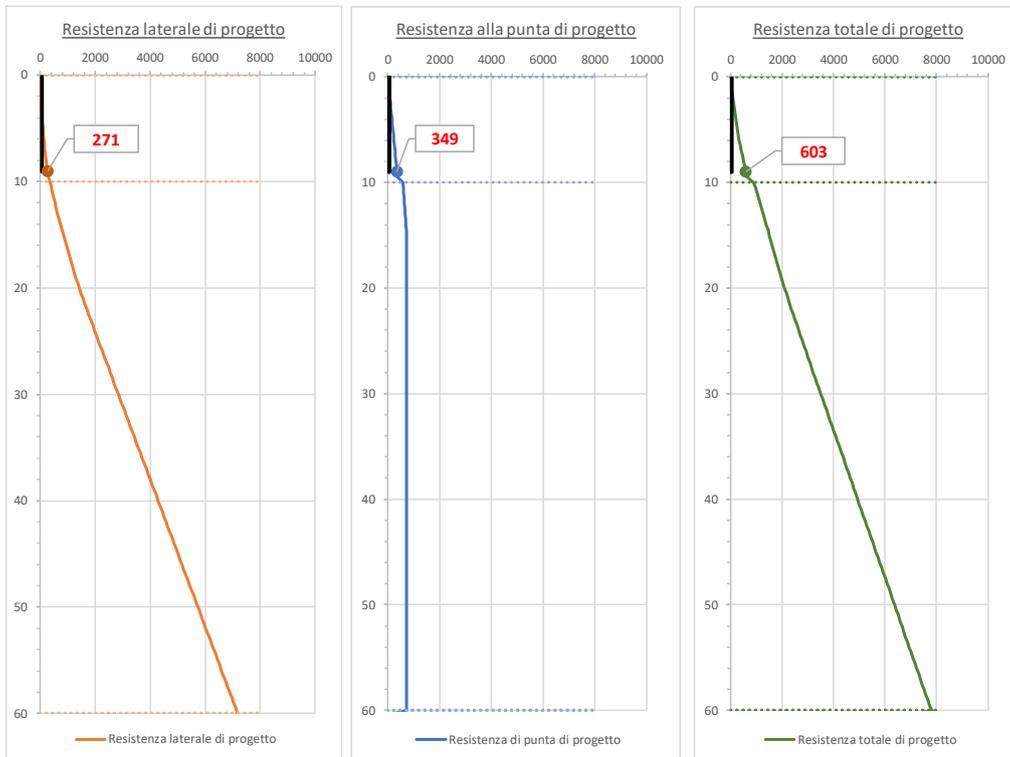
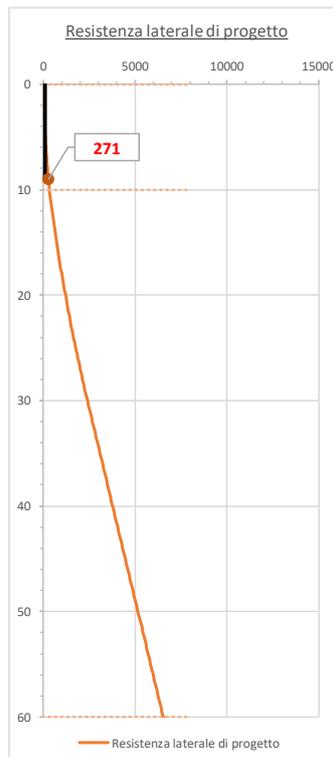


DIAGRAMMA CAPACITA' PORTANTE A FORZE ASSIALI DI TRAZIONE



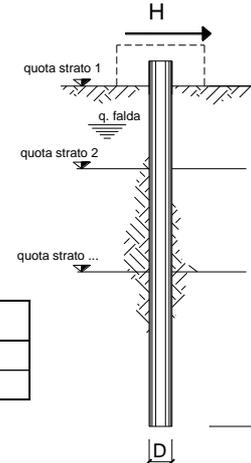
Barriere antirumore – Relazione di calcolo  
Fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	OC0000 001	A	85 di 194

14.3.2 VERIFICA NEI CONFRONTI DEI CARICHI ORIZZONTALI

opera BA07

coefficienti parziali			A		M		R
Metodo di calcolo			permanenti	variabili	$\gamma_{\phi}$	$\gamma_{cu}$	$\gamma_T$
			$\gamma_G$	$\gamma_Q$			
SUD	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1.00	1.30	1.00	1.00	1.60
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.30
	SISMA	<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30
DM88		<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista		<input checked="" type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30



n	1	2	3	4	5	7	$\geq 10$	T.A.	prog.
$\xi_3$	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
$\xi_4$	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

strati terreno	descrizione	quote (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma'$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi$ (°)	Parametri medi		Parametri minimi		
						$k_p$	$c_u$ (kPa)	$\phi$ (°)	$k_p$	$c_u$ (kPa)
p.c.=strato 1	TGC2	100.00	18.5	18.5	32	3.25		32	3.25	
<input checked="" type="checkbox"/> strato 2	MDL1	90.00	20	10	38	4.20		38	4.20	
<input checked="" type="checkbox"/> strato 3		60.00	20	10	38	4.20		38	4.20	
<input type="checkbox"/> strato 4						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 5						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 6						1.00			1.00	

Quota falda 90 (m)  
 Diametro del palo D 0.60 (m)  
 Lunghezza del palo L 9.00 (m)  
 Momento di plasticizzazione palo  $M_y$  395.54 (kNm)  
 Step di calcolo 0.01 (m)

- palo impedito di ruotare  
 palo libero

Calcolo  
(ctrl+r)

	<b>H medio</b>			<b>H minimo</b>	
Palo lungo	268.3 (kN)			268.3 (kN)	
Palo corto	1143.5 (kN)			1143.5 (kN)	
	<b>H<sub>med</sub> 268.3 (kN)</b>	<b>Palo lungo</b>	<b>H<sub>min</sub> 268.3 (kN)</b>	<b>Palo lungo</b>	
	<b>H<sub>k</sub> = Min(H<sub>med</sub>/ξ<sub>3</sub> ; R<sub>min</sub>/ξ<sub>4</sub>)</b>		157.81 (kN)		
	<b>H<sub>d</sub> = H<sub>k</sub>/γ<sub>T</sub></b>		<b>121.39 (kN)</b>		
Carico Assiale Permanente (G):	G =	44 (kN)			
Carico Assiale variabile (Q):	Q =				
	<b>F<sub>d</sub> = G · γ<sub>G</sub> + Q · γ<sub>Q</sub> =</b>		<b>44.00 (kN)</b>		
	<b>FS = H<sub>d</sub> / F<sub>d</sub> =</b>		<b>2.76</b>		

**Calcolo del momento di plasticizzazione di una sezione circolare**

Diametro = 600 (mm)

Raggio = 300 (mm)

Sforzo Normale = (kN)

**Caratteristiche dei Materiali**

calcestruzzo

C25/30

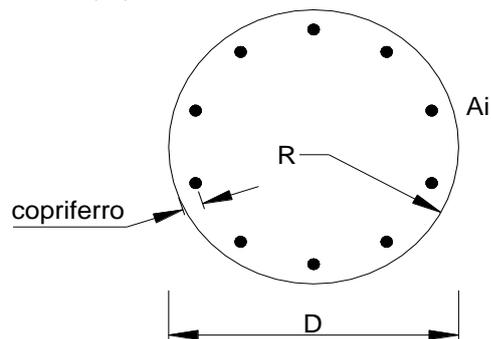
Rck = 30 (Mpa)

fck = 25 (Mpa)

$\gamma_c$  = 1.5

$\alpha_{cc}$  = 0.85

$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 14.17$  (Mpa)



**Acciaio**

tipo di acciaio

B450C

fyk = 450 (Mpa)

$\gamma_s$  = 1.15

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s / \gamma_E = 391.3$  (Mpa)

Es = 206000 (Mpa)

$\epsilon_{ys}$  = 0.190%

$\epsilon_{uk}$  = 10.000%

**Armature**

numero	diametro (mm)	area (mm <sup>2</sup> )	copriferro (mm)
16	$\phi$ 20	5026.55	60
	$\phi$	0.00	
	$\phi$	0.00	

calcolo

**Momento di Plasticizzazione**

My = 395.5 (kN m)

Inserisci

## 15. SEZIONE DI CALCOLO N. 6 - BA08 - BA09 - BA10

La sezione è identificativa delle barriere BA-08, BA-09 e BA-10, i carichi massimi trasmessi alle fondazioni fanno riferimento ad una barriera del tipo H7

Le barriere si sviluppano lungo tratti in trincea.

La stratigrafia già riportata al capitolo 4 è riassunta di seguito.

BA08 - BA09 - BA10					
STRATO	SPESSORE [m]	DESCRIZIONE	$\gamma$	$\varphi$	E
			[kN/m <sup>3</sup> ]		[Mpa]
1	10	TGC2	18.5	30	50
2	>5	MDL1	20	38	500

z<sub>w</sub> 10.0 m da p.c.

### 15.1 DETERMINAZIONE DELLE SOLLECITAZIONI LUNGO IL PALO

Le sollecitazioni sono state determinate a partire dalle ipotesi assunte nel capitolo 7. Di seguito di riportano in forma tabellare le sollecitazioni massime ottenute per ciascuna combinazione di carico.

	N	V_max	M_Max
	[kN]	[kN]	[kN*m]
SLU A2	-252.506	95.5	377.88
SLU A1	-195.944	82.1	324.88
SLE rara	-232.387	47.7	226.82
SLE freq	-227.135	23.8	122.6

## 15.2 VERIFICHE STRUTTURALI

### 15.2.1 VERIFICA A PRESSOFLESSIONE SEZIONE IN C.A.

Verifica C.A. S.L.U. - File: BA07-10 SLU

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: DM 1996 ?

Titolo: \_\_\_\_\_

Sezione circolare cava

Raggio esterno: 300 [mm]  
Raggio interno: 0 [mm]  
N° barre uguali: 0  
Diametro barre: 0 [mm]  
Copriferro (baric.): 0 [mm]

N° barre: 16 Zoom

N°	As [mm²]	x [mm]	y [mm]
1	314	0	230
2	314	80.36	212.49
3	314	148.49	162.63
4	314	194.01	88.02
5	314	210	0
6	314	194.01	-88.02

Tipo Sezione:  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub>: 252 kN  
M<sub>xEd</sub>: 377.88 kNm  
M<sub>yEd</sub>: 0

P.to applicazione N:  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[mm] xN: 0 yN: 0

Tipo rottura: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali: B450C C25/30

$\epsilon_{su}$ : 10 ‰	$\epsilon_{c2}$ : 2 ‰
$f_{yd}$ : 391.3 N/mm²	$\epsilon_{cu}$ : 3.5 ‰
$E_s$ : 200,000 N/mm²	$f_{cd}$ : 13.28
$E_s/E_c$ : 15	$f_{cc}/f_{cd}$ : 0.8
$\epsilon_{syd}$ : 1.957 ‰	$\sigma_{c,adm}$ : 9.75
$\sigma_{s,adm}$ : 255 N/mm²	$\tau_{co}$ : 0.6
	$\tau_{c1}$ : 1.829

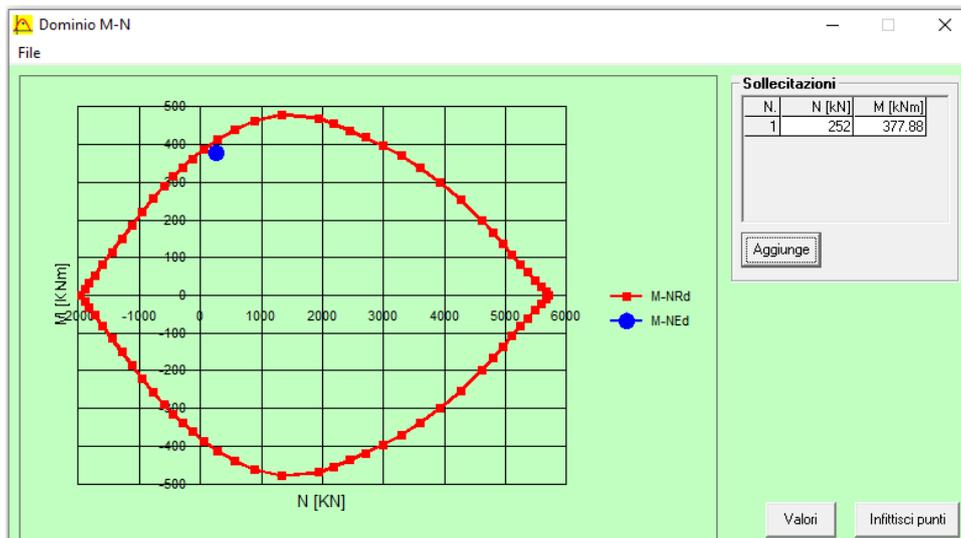
M<sub>xRd</sub>: 410.6 kNm

$\sigma_c$ : -13.28 N/mm²  
 $\sigma_s$ : 391.3 N/mm²  
 $\epsilon_c$ : 3.5 ‰  
 $\epsilon_s$ : 5.662 ‰  
d: 530 mm  
x: 202.5 mm x/d: 0.382  
 $\delta$ : 0.9175

Metodo di calcolo:  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

Tipo flessione:  
 Retta  Deviata

Vertici: 50 N° rett.: 100  
Calcola MRd Dominio M-N  
L<sub>o</sub>: 0 mm Col. modello  
 Precompresso



## 15.2.2 VERIFICA A TAGLIO

### Verifica a taglio per sezioni circolari armate a taglio (D.M. 14/01/2008)

classe cls	$R_{ck}$	30	$N/mm^2$
resist. Caratteristica cilindrica	$f_{ck}$	25	$N/mm^2$
	$f_{cd}$	14	$N/mm^2$
diametro	$\Phi$	600	mm
Area sezione	A	282743	$mm^2$
copriferro	c	60	mm
Area sezione rettangolare equivalente	$A_{eq}$	228911	$mm^2$
altezza utile equivalente	d	453	mm
larghezza equivalente	$b_w$	506	mm
altezza equivalente	$h_{eq}$	559.2692	mm
sforzo assiale dovuto ai carichi o precompressione	N	0	N
	$\sigma_{cp}$	0.000	$N/mm^2$
	$\alpha_{cp}$	1.00	

Acciaio	$f_{yk}$	450	$N/mm^2$
B450C	$f_{yd}$	391	$N/mm^2$
diametro staffe (spille)	$\varnothing_w$	16	mm
Area staffa (spilla)	$A_{\varnothing_w}$	201	$mm^2$
0.9 d	z	408	mm
passo spirale	$s_w$	200	mm
	n° bracci	2	
angolo di inclinazione biella compressa	$\theta$	45.0	°
deve essere compreso tra 1 e 2.5	$\cot(\theta)$	1.00	
angolo di inclinazione armatura rispetto asse palo	$\alpha$	90	°
	$\cot(\alpha)$	0.00	
	$As_w / s_w$	2.011	$mm^2/mm$

Taglio resistente per "taglio trazione"	$V_{Rsd}$	321	kN
Taglio resistente per "taglio compressione"	$V_{Rcd}$	727	kN

taglio sollecitante	$V_{Ed}$	96	kN
fattore di sicurezza per GR (par. 7.9.5.2.2)	$\gamma_{Rd}$	1	
taglio resistente	$V_{Rd}$	321	kN

$$V_{Ed} < V_{Rd}$$

verifica

### 15.2.3 VERIFICA A FESSURAZIONE

Verifica C.A. S.L.U. - File: BA07-10 SLE

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: DM 1996 ?

Titolo :

Sezione circolare cava

Raggio esterno 300 [mm]  
Raggio interno 0 [mm]  
N° barre uguali 0  
Diametro barre 0 [mm]  
Copriferro (baric.) 0 [mm]

N° barre 16 Zoom

N°	As [mm²]	x [mm]	y [mm]
1	314	0	230
2	314	80.36	212.49
3	314	148.49	162.63
4	314	194.01	88.02
5	314	210	0
6	314	194.01	-88.02

Tipologia Sezione:  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

Metodo di calcolo:  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

Vertici: 50  
Verifica  
N° iterazioni: 4  
 Precompresso

Materiali

B450C C25/30

$\epsilon_{su}$  10 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm²  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200,000 N/mm²  $f_{cd}$  13.28  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  9.75  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²  $\tau_{co}$  0.6  
 $\tau_{c1}$  1.829

P.to applicazione N  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[mm] xN 0 yN 0

$\sigma_c$  -7.172 N/mm²  
 $\sigma_s$  120.2 N/mm²  
 $\epsilon_s$  0.6009 ‰  
d 530 mm  
x 250.3 x/d 0.4724  
 $\delta$  1

	INPUT	
Rck	30	Mpa
diametro palo D	600	mm
copriferro 1° strato C <sub>1</sub>	70	mm
diametro barre 1° strato $\phi_1$	20	mm
numero barre 1° strato n <sub>1</sub>	16	
copriferro 2° strato (baricentro barre) C <sub>2</sub>		mm
diametro barre 2° strato $\phi_2$		mm
numero barre 2° strato n <sub>2</sub>		
distanza lembo compresso-lembo teso della sezione d	530	mm
posizione asse neutro da lembo compresso b <sub>eff</sub>	90.3	mm
Tensione massima barre 1° strato x	228.7	mm
Tensione massima barre 2° strato $\sigma_{s,max1}$	120.2	Mpa
altezza efficace $\sigma_{s,max2}$		Mpa
area efficace relativamente ad una singola barre h <sub>c,eff</sub>	123.8	mm
percentuale di armatura relativa a A <sub>c,eff</sub> A <sub>c,eff</sub>	11179	mm²
(0.6 carichi brevi; 0.4 lunga durata) $\rho_{p,eff}$	0.028	
(0.8 barre ad. migliorata; 1.6 lisce) kt	0.6	
(0.5 per flessione; 1 trazione) k1	0.8	
k2	0.5	
k3	3.4	
k4	0.425	

OUTPUT
diff. def. armature-cls
$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$ 3.50E-04
distanza max fessure
s r, max 3.25E+02 mm
ampiezza fessure:
wk 0.114 mm
LIMITE 0.30 mm
Sez. verificata

### 15.3 VERIFICA A DEFORMABILITÀ

Secondo quanto illustrato al paragrafo 8.1.5 la deformazione attesa in sommità alla barriera è pari a 19.8 mm, a questa va sommato lo spostamento ottenuto dalla deformazione del cordolo nella combinazione frequente:

Spostamenti, Rotazioni, Pressione				
nodo	z	y(z)	$\alpha(z)$	p(z)
	quota (m)	(mm)	(rad)	(kPa)
1	0.00	-1.55	-0.00131	-1.29

Lo spostamento e rotazione in testa al palo corrisponde a uno spostamento in testa alla barriera di 11.17 mm valutato come:

$$y_{\text{testa\_barriera}} = y + H \tan(\alpha) = 1.55 + 6750 \cdot \tan(0.00131) = 10.39 \text{ mm}$$

$$y_{\text{tot}} = 10.39 + 19.8 = 30.19 < f_{\text{max}} = 45.0 \text{ mm}$$

scala grafico

strati terreno	descrizione	quote (m)	$k_h$ (kN/m³)	$n_h$ (kN/m³)
p.c.=strato 1	TGC2	0.00		10000
✓ strato 2	TGC2	-9.00		10000
✓ strato 3	MDL1	-11.00		10000
strato 4				
strato 5				
strato 6				

Diametro del palo: 0.6 (m)

J palo: 0.00636 (m<sup>4</sup>)

Lunghezza del palo: 9 (m)

Forza orizzontale in testa: 23.8 (kN)

Momento in testa: 122.6 (kNm)

E cis: 31447 (Mpa)

dimensione elementi: 0.2 (m)

palo impedito di ruotare

palo impedito di traslare

palo libero

**Calcolo**

$M_0 = \alpha_m \cdot H$ : 123 (kNm)

$\alpha_m$ : 5.15 (m)

## 15.4 VERIFICHE GEOTECNICHE

### 15.4.1 VERIFICA A PORTANZA

**CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DI UN PALO TRIVELLATO DI GRANDE DIAMETRO**  
ai sensi del D.M. 14/01/2008 - Approccio 2 (A1+M1+R3)

OPERA: BA06A\_BA06B

Diametro del palo (D): 0.6 (m)  
Quota testa palo dal p.c. (z<sub>p</sub>): 0 (m)  
Area del palo (A<sub>p</sub>): 0.283 (m<sup>2</sup>)  
quota della falda dal p.c. (z<sub>w</sub>): 10 (m)

**CARICO ASSIALE DI COMPRESIONE SUL SINGOLO PALO:**  
§6.4.3.1 D.M. 14/01/2008  
Approccio 2: (A1+M1+R3)

Carico assiale di compressione di progetto

N <sub>q</sub> (SLU)	253 (kN)
N <sub>q</sub> (SLV)	(kN)
N <sub>q</sub> (SLE)	(kN)
N <sub>q</sub> (SLD)	(kN)

**CARICO ASSIALE DI TRAZIONE SUL SINGOLO PALO:**  
§6.4.3.1 D.M. 14/01/2008  
Approccio 2: (A1+M1+R3)

Carico assiale di trazione di progetto

N <sub>t</sub> (SLU)	(kN)
N <sub>t</sub> (SLV)	(kN)

Numero di strati: 3

**CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI**

Strato	Stratigrafia		Spess. (m)	Tipo di terreno	Parametri del terreno						γ <sub>lim</sub> (kPa)	N <sub>q</sub> (-)	q <sub>b, max</sub> (kPa)	k <sub>comp</sub> (-)	k <sub>traz</sub> (-)
	da (m)	a (m)			γ (kN/m <sup>3</sup> )	c' (kPa)	φ' (°)	c <sub>u</sub> (kPa)	α (-)	a (-)					
1	0.00	10.00	10.00	TGC2	18.5	0	30	0	0	100	17	4300	0.6	0.5	
2	10.00	60.00	50.00	MDL1	20	0	38	0	0	100	25	5800			
3															

Fattori di correlazione per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	≥ 10
ξ <sub>3</sub>	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
ξ <sub>6</sub>	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

n° verticale: 1 | Peso del palo depurato W<sub>p, dep</sub>: 17 (kN)

Lunghezza del palo (L<sub>p</sub>): 9 (m)

Peso del palo depurato W<sub>p, dep</sub>: 17 (kN)

Peso palo alleggerito W<sub>p, all</sub>: 64 (kN)

Profondità punta palo: 9 (m)

Strato	Spess. Strati_palo (m)	F <sub>30, comp</sub>	F <sub>30, traz</sub>	F <sub>30</sub>
1	#VALORE!	2.0	2.1	2.3
2				
3				

F<sub>30, comp</sub>: Fattore di sicurezza per resistenza laterale - compressione  
F<sub>30, traz</sub>: Fattore di sicurezza per resistenza laterale - trazione  
F<sub>30</sub>: Fattore di sicurezza per resistenza alla base

**CAPACITA' PORTANTE CARATTERISTICA**

Resistenza alla base:	R <sub>b</sub> =	800 (kN)
Resistenza laterale a compressione:	R <sub>l, comp</sub> =	489 (kN)
Resistenza laterale a trazione:	R <sub>l, traz</sub> =	408 (kN)
Resistenza totale a compressione:	R <sub>30</sub> = R <sub>b</sub> + R <sub>l, comp</sub>	1290 (kN)
Resistenza totale a trazione:	R <sub>30</sub> = R <sub>b</sub> + R <sub>l, traz</sub>	408 (kN)

**CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO**  
Approccio 2: (A1+M1+R3)\_§6.4.3.1 D.M. 14/01/2008

Resistenza alla base:	R <sub>30</sub> =	349 (kN)
Resistenza laterale a compressione:	R <sub>l, c</sub> =	250 (kN)
Resistenza totale a compressione:	R <sub>30</sub> = R <sub>b</sub> + R <sub>l, c</sub> + W <sub>p, dep</sub>	582 (kN)

**CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO A TRAZIONE**  
Approccio 2: (A1+M1+R3)\_§6.4.3.1 D.M. 14/01/2008

Resistenza totale a trazione:	R <sub>30</sub> = R <sub>b</sub> + R <sub>l, t</sub> + W <sub>p, dep</sub>	-255 (kN)
-------------------------------	--	-----------

**VERIFICA A COMPRESIONE**

	N <sub>q</sub> (kN)	R <sub>30</sub> (kN)	FS (-)
SLU - (A1+M1+R3)	253	582	2.30
SLV - (EQK+M1+R3)			

R<sub>30</sub>/N<sub>q</sub> ≥ 1

**VERIFICA A TRAZIONE**

	N <sub>t</sub> (kN)	R <sub>30</sub> (kN)	FS (-)
SLU - (A1+M1+R3)			
SLV - (EQK+M1+R3)			

R<sub>30</sub>/N<sub>t</sub> ≥ 1.25

Barriere antirumore – Relazione di calcolo  
Fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	OC0000 001	A	93 di 194

DIAGRAMMI CAPACITA' PORTANTE A FORZE ASSIALI DI COMPRESSIONE

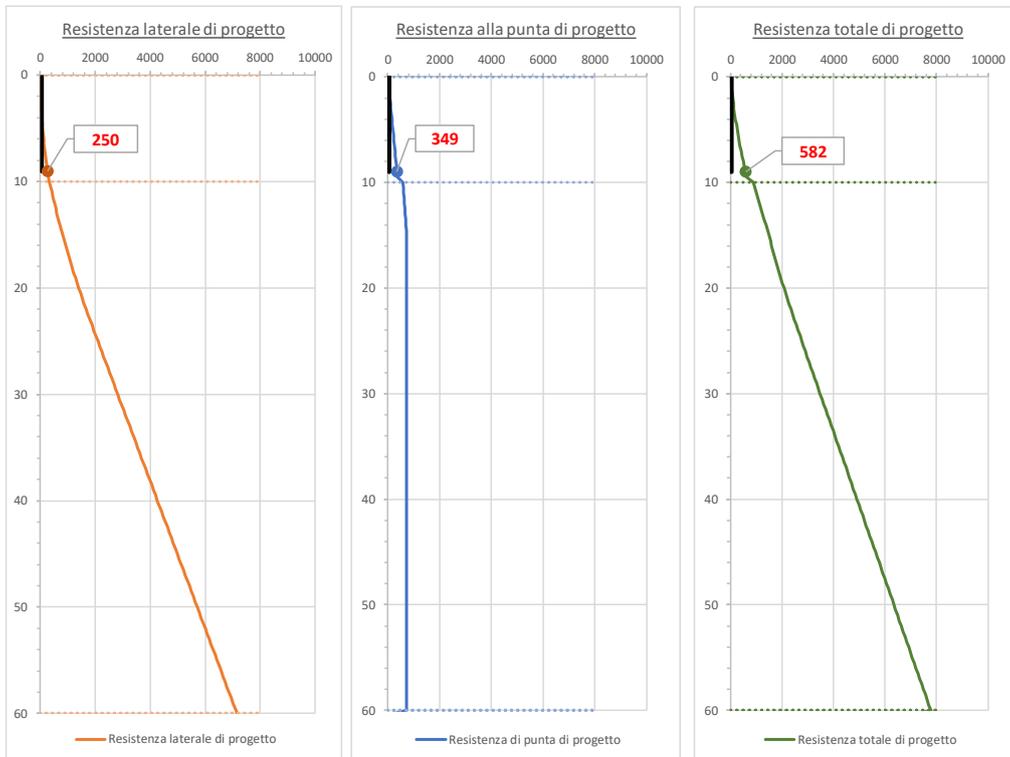
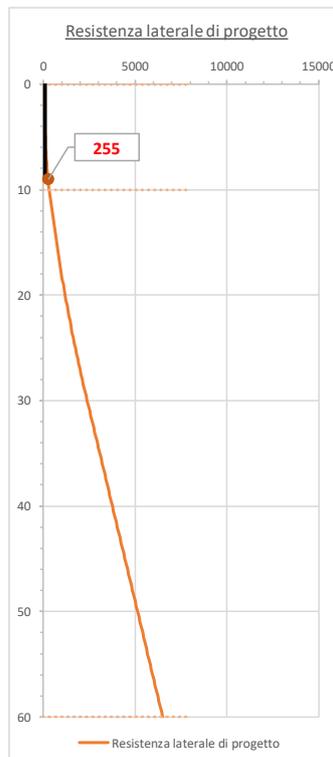


DIAGRAMMA CAPACITA' PORTANTE A FORZE ASSIALI DI TRAZIONE

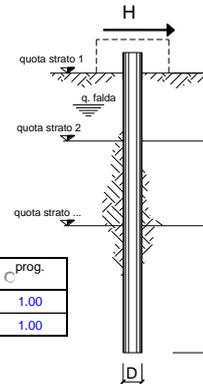


### 15.4.2 VERIFICA NEI CONFRONTI DEI CARICHI ORIZZONTALI

opera BA8 - BA10

coefficienti parziali			A		M		R
Metodo di calcolo			permanenti	variabili	$\gamma_{\phi}$	$\gamma_{cu}$	$\gamma_r$
			$\gamma_G$	$\gamma_Q$			
S.U.	A1+M1+R1	C	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M1+R2	C	1.00	1.30	1.00	1.00	1.60
	A1+M1+R3	C	1.30	1.50	1.00	1.00	1.30
	SISMA	C	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30
DM88		C	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista			1.00	1.00	1.00	1.00	1.30

n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
$\xi_{s1}$	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
$\xi_{s4}$	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00



strati terreno	descrizione	quote (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma'$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi$ (°)	Parametri medi		Parametri minimi		
						$k_p$	$c_u$ (kPa)	$\phi$ (°)	$k_p$	$c_u$ (kPa)
p.c.=Strato 1	TGC2	100.00	18.5	8.5	30	3.00		30	3.00	
□ strato 2	MDL1	90.00	20	10	38	4.20		38	4.20	
□ strato 3		60.00	20	10	38	4.20		38	4.20	
□ strato 4						1.00			1.00	
□ strato 5						1.00			1.00	
□ strato 6						1.00			1.00	

Quota falda 90 (m)  
 Diametro del palo D 0.60 (m)  
 Lunghezza del palo L 9.00 (m)  
 Momento di plasticizzazione palo My 395.54 (kNm)  
 Step di calcolo 0.01 (m)

○ palo impedito di ruotare  
 ⊗ palo libero

Calcolo

Palo lungo	<b>H medio</b>	260.8 (kN)	<b>H minimo</b>	260.8 (kN)
Palo corto		1054.0 (kN)		1054.0 (kN)
	<b>H<sub>med</sub></b>	<b>260.8 (kN)</b>	<b>H<sub>min</sub></b>	<b>260.8 (kN)</b>
		<b>Palo lungo</b>		<b>Palo lungo</b>
	<b>H<sub>k</sub> = Min(H<sub>med</sub>/ξ<sub>s3</sub> ; R<sub>min</sub>/ξ<sub>s4</sub>)</b>		153.41 (kN)	
	<b>H<sub>d</sub> = H<sub>k</sub>/γ<sub>r</sub></b>		<b>118.01 (kN)</b>	
	Carico Assiale Permanente (G):	G =	95.5 (kN)	
	Carico Assiale variabile (Q):	Q =	(kN)	
	<b>F<sub>d</sub> = G · γ<sub>G</sub> + Q · γ<sub>Q</sub> =</b>		<b>95.50 (kN)</b>	
	<b>FS = H<sub>d</sub> / F<sub>d</sub> =</b>		<b>1.24</b>	

**Calcolo del momento di plasticizzazione di una sezione circolare**

Diametro = 600 (mm)

Raggio = 300 (mm)

Sforzo Normale = (kN)

**Caratteristiche dei Materiali**

calcestruzzo

C25/30

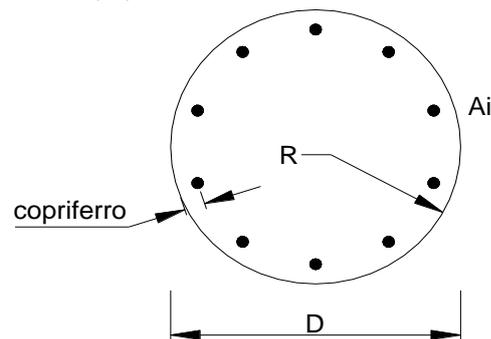
Rck = 30 (Mpa)

fck = 25 (Mpa)

$\gamma_c$  = 1.5

$\alpha_{cc}$  = 0.85

$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 14.17$  (Mpa)



**Acciaio**

tipo di acciaio

B450C

fyk = 450 (Mpa)

$\gamma_s$  = 1.15

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s / \gamma_E = 391.3$  (Mpa)

Es = 206000 (Mpa)

$\epsilon_{ys}$  = 0.190%

$\epsilon_{uk}$  = 10.000%

**Armature**

numero	diametro (mm)	area (mm <sup>2</sup> )	copriferro (mm)
16	$\phi$ 20	5026.55	60
	$\phi$	0.00	
	$\phi$	0.00	

calcolo

**Momento di Plasticizzazione**

My = 395.5 (kN m)

Inserisci

## 16. SEZIONE DI CALCOLO N. 7 – BA11

La sezione è identificativa delle barriere BA-11, i carichi massimi trasmessi alle fondazioni fanno riferimento ad una barriera del tipo H2

Le barriere si sviluppano lungo tratti in trincea.

La stratigrafia già riportata al capitolo 4 è riassunta di seguito.

STRATO	SPESSORE [m]	DESCRIZIONE	BA11		
			$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$	E [Mpa]
1	-	TGC2	18.5	32	200

z<sub>w</sub> 10.0 m da p.c.

### 16.1 DETERMINAZIONE DELLE SOLLECITAZIONI LUNGO IL PALO

Le sollecitazioni sono state determinate a partire dalle ipotesi assunte nel capitolo 78.1.5. Di seguito di riportano in forma tabellare le sollecitazioni massime ottenute per ciascuna combinazione di carico.

	N [kN]	V_max [kN]	M_Max [kN*m]
SLU A2	-201.27	43.3	129.37
SLU A1	-155.52	37.5	111.1
SLE rara	-153.01	22.9	70.26
SLE freq	-151.12	11.01	38.08

## 16.2 VERIFICHE STRUTTURALI

### 16.2.1 VERIFICA A PRESSOFLESSIONE SEZIONE IN C.A.

Verifica C.A. S.L.U. - File: BA11 SLU

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: DM 1996 ?

Titolo: \_\_\_\_\_

Sezione circolare cava

Raggio esterno: 300 [mm]  
Raggio interno: 0 [mm]  
N° barre uguali: 0  
Diametro barre: 0 [mm]  
Copriferro (baric.): 0 [mm]

N° barre: 16 Zoom

N°	As [mm²]	x [mm]	y [mm]
1	314	0	230
2	314	80.36	212.49
3	314	148.49	162.63
4	314	194.01	88.02
5	314	210	0
6	314	194.01	-88.02

Tipologia sezione:  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

Diagramma della sezione circolare con 16 barre distribuite.

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub>: 202 kN  
M<sub>xEd</sub>: 130 kNm  
M<sub>yEd</sub>: 0 kNm

P.to applicazione N:  Centro  Baricentro cls  
 Coord.[mm] xN: 0 yN: 0

Tipologia rottura: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M<sub>xRd</sub>: 405.9 kNm

Materiali: B450C C25/30

$\epsilon_{su}$ : 10 ‰	$\epsilon_{c2}$ : 2 ‰	$\sigma_c$ : -13.28 N/mm²
$f_{yd}$ : 391.3 N/mm²	$\epsilon_{cu}$ : 3.5 ‰	$\sigma_s$ : 391.3 N/mm²
$E_s$ : 200,000 N/mm²	$f_{cd}$ : 13.28	$\epsilon_c$ : 3.5 ‰
$E_s/E_c$ : 15	$f_{cc}/f_{cd}$ : 0.8	$\epsilon_s$ : 5.842 ‰
$\epsilon_{syd}$ : 1.957 ‰	$\sigma_{c,adm}$ : 9.75	d: 530 mm
$\sigma_{s,adm}$ : 255 N/mm²	$\tau_{co}$ : 0.6	x: 198.6 x/d: 0.3746
$\tau_{c1}$ : 1.829		$\delta$ : 0.9083

Metodo di calcolo:  S.L.U.+  S.L.U.-  Metodo n

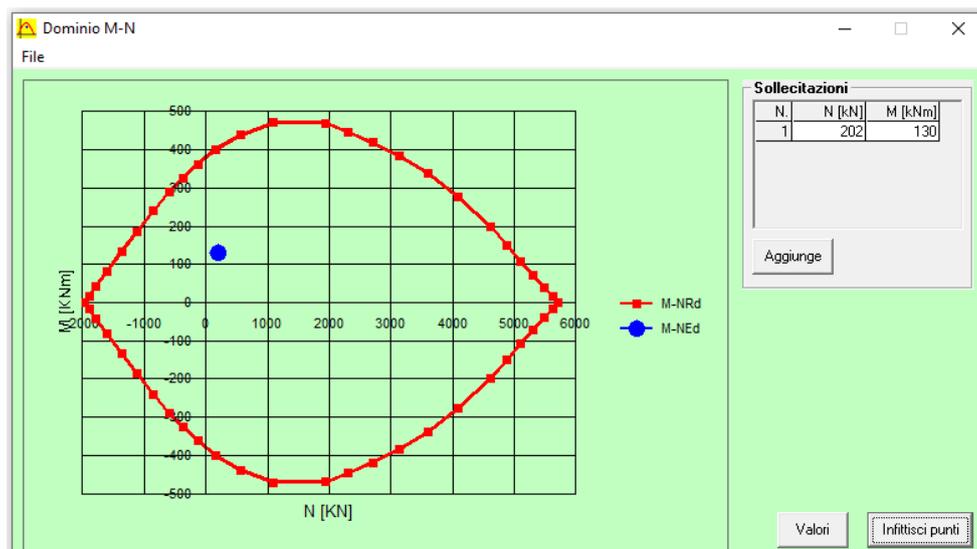
Tipologia flessione:  Retta  Deviata

Vertici: 50 N° rett.: 100

Calcola MRd Dominio M-N

L<sub>0</sub>: 0 mm Col. modello

Precompresso



## 16.2.2 VERIFICA A TAGLIO

Verifica a taglio per sezioni circolari armate a taglio (D.M. 14/01/2008)

classe cls	$R_{ck}$	30	N/mm <sup>2</sup>
resist. Caratteristica cilindrica	$f_{ck}$	25	N/mm <sup>2</sup>
	$f_{cd}$	14	N/mm <sup>2</sup>
diametro	$\Phi$	600	mm
Area sezione	A	282743	mm <sup>2</sup>
copriferro	c	80	mm
Area sezione rettangolare equivalente	$A_{eq}$	222244	mm <sup>2</sup>
altezza utile equivalente	d	440	mm
larghezza equivalente	$b_w$	505	mm
altezza equivalente	$h_{eq}$	559.8476	mm
sforzo assiale dovuto ai carichi o precompressione	N	0	N
	$\sigma_{cp}$	0.000	N/mm <sup>2</sup>
	$\alpha_{cp}$	1.00	

Acciaio	$f_{yk}$	450	N/mm <sup>2</sup>
B450C	$f_{yd}$	391	N/mm <sup>2</sup>
diametro staffe (spille)	$\phi_w$	16	mm
Area staffa (spilla)	$A_{\phi_w}$	201	mm <sup>2</sup>
0.9 d	z	396	mm
passo spirale	$s_w$	200	mm
n° bracci		2	
angolo di inclinazione biella compressa	$\theta$	45.0	°
deve essere compreso tra 1 e 2.5	$\cot(\theta)$	1.00	
angolo di inclinazione armatura rispetto asse palo	$\alpha$	90	°
	$\cot(\alpha)$	0.00	
	$A_{s_w} / s_w$	2.011	mm <sup>2</sup> /mm

Taglio resistente per "taglio trazione"	$V_{Rtd}$	312	kN
Taglio resistente per "taglio compressione"	$V_{Rcd}$	706	kN

taglio sollecitante	$V_{Ed}$	44	kN
fattore di sicurezza per GR (par. 7.9.5.2.2)	$\gamma_{Rd}$	1	
taglio resistente	$V_{Rd}$	312	kN

$$V_{Ed} < V_{Rd}$$

verifica

### 16.2.3 VERIFICA A FESSURAZIONE

**Sezione circolare cava**

Raggio esterno: 300 [mm]  
Raggio interno: 0 [mm]  
N° barre uguali: 0  
Diametro barre: 0 [mm]  
Coprifero (baric.): 0 [mm]

N° barre: 16

N°	As [mm²]	x [mm]	y [mm]
1	314	0	230
2	314	80.36	212.49
3	314	148.49	162.63
4	314	194.01	88.02
5	314	210	0
6	314	194.01	-88.02

**Materiali**

B450C:  $\epsilon_{su}$  10 ‰,  $f_{yd}$  391.3 N/mm²,  $E_s$  200,000 N/mm²,  $E_s/E_c$  15,  $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰,  $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²  
C25/30:  $\epsilon_{c2}$  2 ‰,  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰,  $f_{cd}$  13.28 N/mm²,  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8,  $\sigma_{c,adm}$  9.75 N/mm²,  $\tau_{co}$  0.6,  $\tau_{c1}$  1.829

**P.to applicazione N**

Centro (selezionato), Baricentro cls, Coord.[mm]  
xN: 0, yN: 0

**Metodo di calcolo**

S.L.U.+, S.L.U.-, Metodo n (selezionato)

Vertici: 50  
N° iterazioni: 4

**Verifica**

Precompresso:

	INPUT	OUTPUT
	Rck	30 Mpa
	D	600 mm
diametro palo	C <sub>1</sub>	70 mm
coprifero 1° strato	$\phi_1$	20 mm
diametro barre 1° strato	n <sub>1</sub>	16
numero barre 1° strato	C <sub>2</sub>	mm
coprifero 2° strato (baricentro barre)	$\phi_2$	mm
diametro barre 2° strato	n <sub>2</sub>	mm
numero barre 2° strato	d	530 mm
distanza lembo compresso-lembo teso della sezione	b <sub>eff</sub>	90.3 mm
	x	259.8 mm
posizione asse neutro da lembo compresso	$\sigma_{s,max1}$	63.86 Mpa
Tensione massima barre 1° strato	$\sigma_{s,max2}$	Mpa
Tensione massima barre 2° strato	h <sub>c,eff</sub>	113.4 mm
altezza efficace	A <sub>c,eff</sub>	10242 mm²
area efficace relativamente ad una singola barre	$\rho_{p,eff}$	0.031
percentuale di armatura relativa a A <sub>c,eff</sub>	kt	0.6
(0.6 carichi brevi; 0.4 lunga durata)	k1	0.8
(0.8 barre ad. migliorata; 1.6 liscie)	k2	0.5
(0.5 per flessione; 1 trazione)	k3	3.4
	k4	0.425
		diff. def. armature-cls
		$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$ 1.86E-04 -
		distanza max fessure
		s r, max 3.15E+02 mm
		ampiezza fessure:
		wk 0.059 mm
		LIMITE 0.30 mm
		Sez. verificata

### 16.3 VERIFICA A DEFORMABILITÀ

Secondo quanto illustrato al paragrafo 8.1.5 la deformazione attesa in sommità alla barriera è pari a 1.16 mm, a questa va sommato lo spostamento ottenuto dalla deformazione del cordolo nella combinazione frequente:

Spostamenti, Rotazioni, Pressione				
nodo	z	y(z)	$\alpha(z)$	p(z)
	quota (m)	(mm)	(rad)	(kPa)
1	0.00	-0.08	-0.00030	-0.03

Lo spostamento e rotazione in testa al palo corrisponde a uno spostamento in testa alla barriera di 1.28 mm valutato come:

$$y_{\text{testa\_barriera}} = y + H \tan(\alpha) = 0.08 + 4028 \cdot \tan(0.00141) = 1.28 \text{ mm}$$

$$y_{\text{tot}} = 1.28 + 1.16 = 2.44 < f_{\text{max}} = 26.85 \text{ mm}$$

scala grafico

strati terreno	descrizione	quote (m)	$k_h$ (kN/m <sup>3</sup> )	$n_h$ (kN/m <sup>3</sup> )
p.c.=strato 1	TGC2	0.00		4300
✓ strato 2	TGC2	-9.00		4300
strato 3				
strato 4				
strato 5				
strato 6				

Diametro del palo: 0.6 (m)

J palo: 0.00636 (m<sup>4</sup>)

Lunghezza del palo: 9 (m)

Forza orizzontale in testa: 11.1 (kN)

Momento in testa: 38.1 (kNm)

E cls: 31447 (Mpa)

dimensione elementi: 0.2 (m)

palo impedito di ruotare

palo impedito di traslare

palo libero

**Calcolo**

$M_0 = \alpha_m \cdot H$ : 38 (kNm)

$\alpha_m$ : 3.43 (m)

## 16.4 VERIFICHE GEOTECNICHE

### 16.4.1 VERIFICA A PORTANZA

**CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DI UN PALO TRIVELLATO DI GRANDE DIAMETRO**  
ai sensi del D.M. 14/01/2008 - Approccio 2 (A1+M1+R3)

OPERA: BA11

Diametro del palo (D): 0.6 (m)  
Quota testa palo dal p.c. (z<sub>p</sub>): 0 (m)  
Area del palo (A<sub>p</sub>): 0.283 (m<sup>2</sup>)  
quota della falda dal p.c. (z<sub>w</sub>): 10 (m)

**CARICO ASSIALE DI COMPRESSIONE SUL SINGOLO PALO:**  
§6.4.3.1 D.M. 14/01/2008  
Approccio 2: (A1+M1+R3)

Carico assiale di compressione di progetto

N <sub>d</sub> (SLU)	201	(kN)
N <sub>d</sub> (SLV)		(kN)
N <sub>d</sub> (SLE)		(kN)
N <sub>d</sub> (SLD)		(kN)

Numero di strati: 1

**CARICO ASSIALE DI TRAZIONE SUL SINGOLO PALO:**  
§6.4.3.1 D.M. 14/01/2008  
Approccio 2: (A1+M1+R3)

Carico assiale di trazione di progetto

N <sub>d</sub> (SLU)		(kN)
N <sub>d</sub> (SLV)		(kN)

**CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI**

Strato	Stratigrafia		Spess.	Tipo di terreno	Parametri del terreno							τ <sub>lim</sub>	N <sub>d</sub>	q <sub>p,max</sub>	k <sub>compr</sub>	k <sub>traz</sub>
	da	a			γ	c'	φ'	c <sub>u</sub>	α	a						
(-)	(m)	(m)	(m)		(kN/m <sup>3</sup> )	(kPa)	(°)	(kPa)	(-)	(-)	(kPa)	(-)	(kPa)	(-)	(-)	(-)
1	0.00	60.00	60.00	TGC2	18.5		32	0	0		100	17	5800	0.6	0.5	

Fattori di correlazione per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	≥ 10
ξ <sub>3</sub>	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
ξ <sub>4</sub>	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

n°1 verticale | Peso del palo depurato W<sub>p,dep</sub>

Lunghezza del palo (L <sub>p</sub> )	9	(m)
Peso del palo depurato W <sub>p,dep</sub>	17	(kN)
Peso palo alleggerito W <sub>p,all</sub>	64	(kN)
Profondità punta palo:	9	(m)

**CAPACITA' PORTANTE CARATTERISTICA**

Resistenza alla base:	R <sub>b</sub> =	800	(kN)
Resistenza laterale a compressione:	R <sub>l,compr.</sub> =	530	(kN)
Resistenza laterale a trazione:	R <sub>l,traz.</sub> =	441	(kN)

Resistenza totale a compressione: R<sub>t</sub>=R<sub>b</sub>+R<sub>l,compr.</sub> = 1330 (kN)  
Resistenza totale a trazione: R<sub>t</sub>=R<sub>b</sub>+R<sub>l,traz.</sub> = 441 (kN)

**CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO**  
Approccio 2: (A1+M1+R3) §6.4.3.1 D.M. 14/01/2008

Resistenza alla base:	R <sub>b,c</sub> =	349	(kN)
Resistenza laterale a compressione:	R <sub>l,c</sub> =	271	(kN)
Resistenza totale a compressione:	R <sub>d,c</sub> =R <sub>b,c</sub> +R <sub>l,c</sub> -W <sub>p</sub> =	603	(kN)

**CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO A TRAZIONE**  
Approccio 2: (A1+M1+R3) §6.4.3.1 D.M. 14/01/2008

Resistenza totale a trazione:	R <sub>d,t</sub> =R <sub>b,t</sub> +W <sub>p</sub> =	-271	(kN)
-------------------------------	--	------	------

**VERIFICA A COMPRESSIONE**

	N <sub>d,c</sub> (kN)	R <sub>d,c</sub> (kN)	FS (-)
SLU - (A1+M1+R3)	201	603	3.00
SLV - (EQK+M1+R3)			-

R<sub>d,t</sub>/N<sub>d,t</sub> ≥ 1

**VERIFICA A TRAZIONE**

	N <sub>d,t</sub> (kN)	R <sub>d,t</sub> (kN)	FS (-)
SLU - (A1+M1+R3)			-
SLV - (EQK+M1+R3)			-

R<sub>d,t</sub>/N<sub>d,t</sub> ≥ 1

Barriere antirumore – Relazione di calcolo  
Fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	OC0000 001	A	102 di 194

DIAGRAMMI CAPACITA' PORTANTE A FORZE ASSIALI DI COMPRESIONE

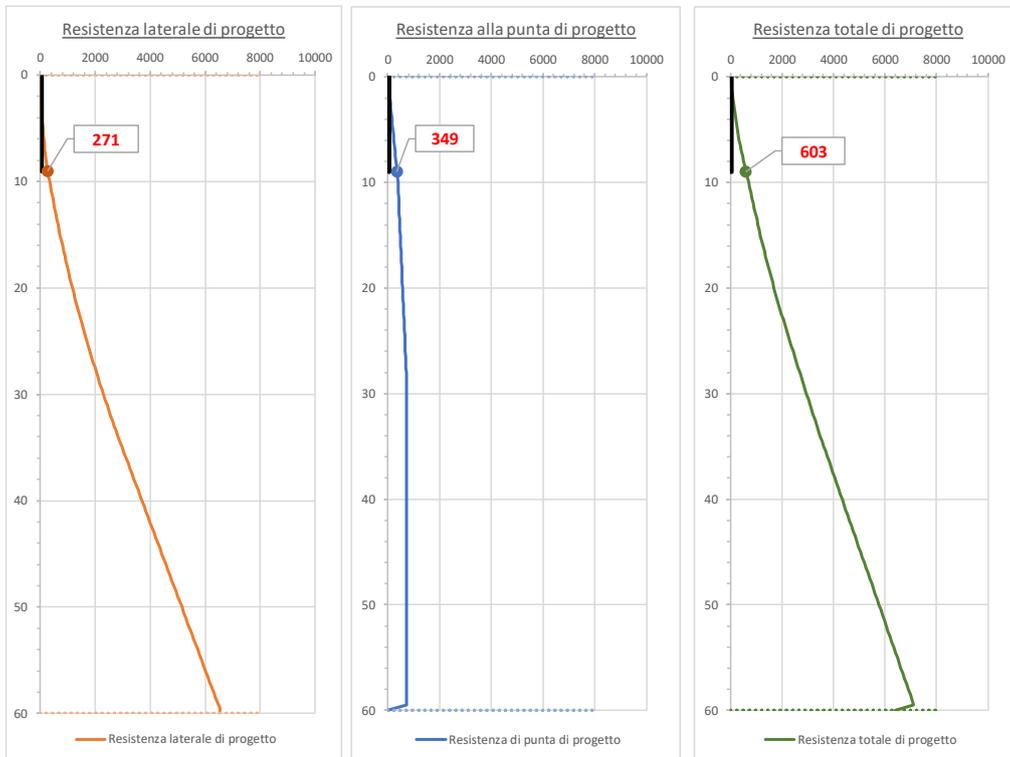
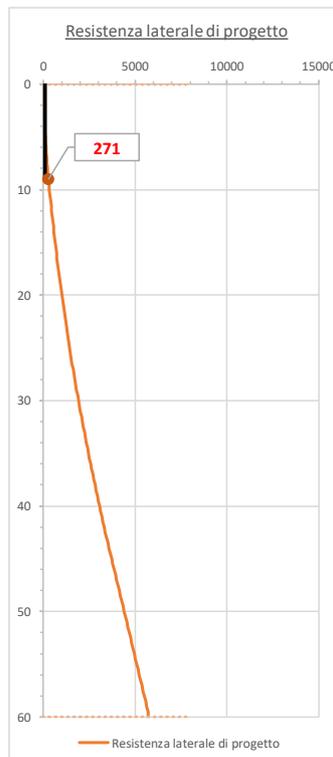


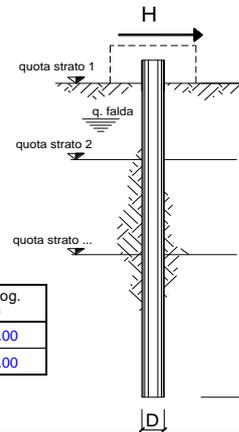
DIAGRAMMA CAPACITA' PORTANTE A FORZE ASSIALI DI TRAZIONE



## 16.4.2 VERIFICA NEI CONFRONTI DEI CARICHI ORIZZONTALI

opera BA11

coefficienti parziali Metodo di calcolo			A		M		R
			permanenti $\gamma_G$	variabili $\gamma_Q$	$\gamma_\varphi$	$\gamma_{cu}$	$\gamma_r$
SUD	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1.00	1.30	1.00	1.00	1.60
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.30
	SISMA	<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30
DM88		<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista		<input checked="" type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
$\xi_3$	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
$\xi_4$	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

strati terreno	descrizione	quote (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma'$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\varphi$ (°)	Parametri medi		Parametri minimi		
						$k_p$	$c_u$ (kPa)	$\varphi$ (°)	$k_p$	$c_u$ (kPa)
p.c.=strato 1		100.00	18.5	8.5	32	3.25		32	3.25	
✓ strato 2		60.00	18.5	8.5	32	3.25		32	3.25	
□ strato 3									1.00	
□ strato 4						1.00			1.00	
□ strato 5						1.00			1.00	
□ strato 6						1.00			1.00	

Quota falda **88** (m)  
 Diametro del palo D **0.60** (m)  
 Lunghezza del palo L **9.00** (m)  
 Momento di plasticizzazione palo  $M_y$  **395.54** (kNm)  
 Step di calcolo **0.01** (m)

palo impedito di ruotare  
 palo libero

**Calcolo**  
(ctrl+r)

Palo lungo	<b>H medio</b>	268.3 (kN)	<b>H minimo</b>	268.3 (kN)
Palo corto	1143.5 (kN)		1143.5 (kN)	
	$H_{med}$	268.3 (kN)	$H_{min}$	268.3 (kN)
			<b>Palo lungo</b>	
	$H_k = \min(H_{med}/\xi_3 ; R_{min}/\xi_4)$		157.81 (kN)	
	$H_d = H_k/\gamma_r$		121.39 (kN)	
Carico Assiale Permanente (G):	G =	44 (kN)		
Carico Assiale variabile (Q):	Q =			
	$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q =$	44.00 (kN)		
	$FS = H_d / F_d =$	2.76		

**Calcolo del momento di plasticizzazione di una sezione circolare**

Diametro = 600 (mm)

Raggio = 300 (mm)

Sforzo Normale = (kN)

**Caratteristiche dei Materiali**

calcestruzzo

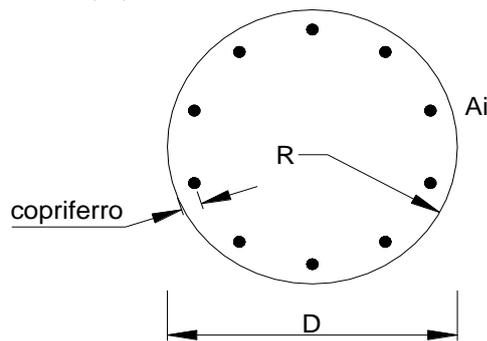
Rck = 30 (Mpa)

fck = 25 (Mpa)

$\gamma_c$  = 1.5

$\alpha_{cc}$  = 0.85

$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 14.17$  (Mpa)



**Acciaio**

tipo di acciaio

fyk = 450 (Mpa)

$\gamma_s$  = 1.15

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s / \gamma_E = 391.3$  (Mpa)

Es = 206000 (Mpa)

$\epsilon_{ys} = 0.190\%$

$\epsilon_{uk} = 10.000\%$

**Armature**

numero	diametro (mm)	area (mm <sup>2</sup> )	copriferro (mm)
16	φ 20	5026.55	60
	φ	0.00	
	φ	0.00	

calcolo

**Momento di Plasticizzazione**

My = 395.5 (kN m)

Inserisci

## 17. SEZIONE DI CALCOLO N. 8 – BA12 – BA13

La sezione è identificativa delle barriere BA-12 e BA-13, i carichi massimi trasmessi alle fondazioni fanno riferimento ad una barriera del tipo H7

Le barriere si sviluppano lungo tratti in rilevato, si assumerà uno schema di riferimento con un rilevato di altezza pari a 6 m. A favore di sicurezza si trascureranno, nella verifica a capacità portante per azioni verticali, i primi 2m di palo.

La stratigrafia già riportata al capitolo 4 è riassunta di seguito.

STRATO	BA12 - BA13						
	SPESSORE [m]	DESCRIZIONE	$\gamma$	$\phi$	$c'$	$c_u$	$E$
			[kN/m <sup>3</sup> ]		[kPa]	[kPa]	[Mpa]
1	6	Rilevato ferroviario	20	38	-	-	50
2	2	b2	19	24	5	100	200
3	>2	TGC2	18.5	32	-	-	200

$z_w$  12.0 m da p.c.

### 17.1 DETERMINAZIONE DELLE SOLLECITAZIONI LUNGO IL PALO

Le sollecitazioni sono state determinate a partire dalle ipotesi assunte nel capitolo 7. Di seguito di riportano in forma tabellare le sollecitazioni massime ottenute per ciascuna combinazione di carico.

	N	V_max	M_Max
	[kN]	[kN]	[kN*m]
SLU A2	-252.506	95.5	377.88
SLU A1	-195.944	82.1	324.88
SLE rara	-232.387	47.7	226.82
SLE freq	-227.135	23.8	122.6

## 17.2 VERIFICHE STRUTTURALI

### 17.2.1 VERIFICA A PRESSOFLESSIONE SEZIONE IN C.A.

Verifica C.A. S.L.U. - File: BA12 - BA13 SLU

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: DM 1996 ?

Titolo: \_\_\_\_\_

Sezione circolare cava

Raggio esterno: 300 [mm]

Raggio interno: 0 [mm]

N° barre uguali: 0

Diametro barre: 0 [mm]

Copriferro (baric.): 0 [mm]

N° barre: 16 Zoom

N°	As [mm²]	x [mm]	y [mm]
1	314	0	230
2	314	80.36	212.49
3	314	148.49	162.63
4	314	194.01	88.02
5	314	210	0
6	314	194.01	-88.02

P.to applicazione N

Centro  Baricentro cls

Coord. [mm] xN 0 yN 0

Tipo rottura

Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo

S.L.U.+  S.L.U.-

Metodo n

Tipo flessione

Retta  Deviata

Vertici: 50 N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L<sub>0</sub> 0 mm Col. modello

Precompresso

Materiali

B450C C25/30

$\epsilon_{su}$  10 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰

$f_{yd}$  391.3 N/mm<sup>2</sup>  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰

$E_s$  200,000 N/mm<sup>2</sup>  $f_{cd}$  13.28

$E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8

$\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  9.75

$\sigma_{s,adm}$  255 N/mm<sup>2</sup>  $\tau_{co}$  0.6

$\tau_{c1}$  1.829

M<sub>xRd</sub> 410.6 kNm

$\sigma_c$  -13.28 N/mm<sup>2</sup>

$\sigma_s$  391.3 N/mm<sup>2</sup>

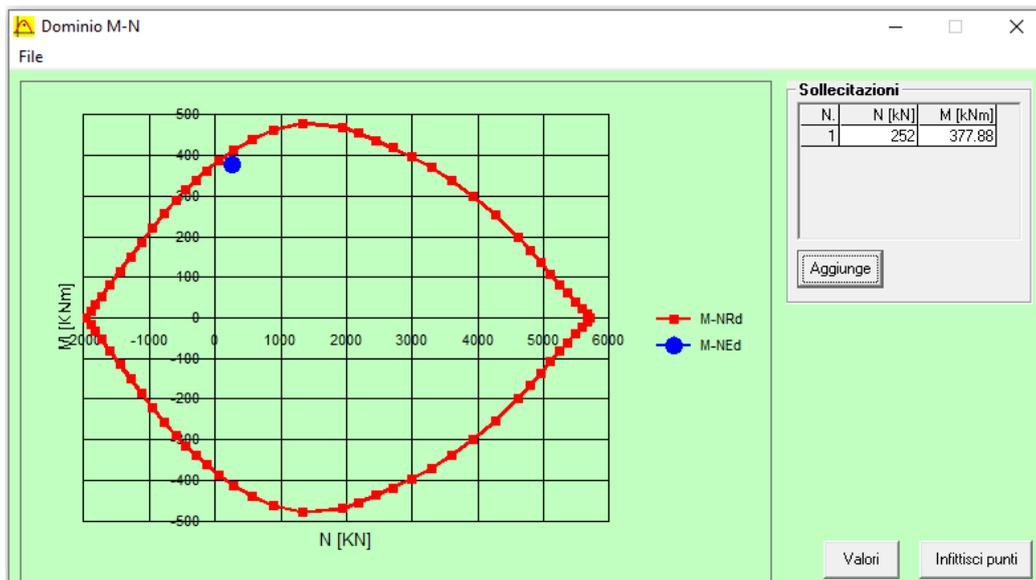
$\epsilon_c$  3.5 ‰

$\epsilon_s$  5.662 ‰

d 530 mm

x 202.5 x/d 0.382

$\delta$  0.9175



## 17.2.2 VERIFICA A TAGLIO

### Verifica a taglio per sezioni circolari armate a taglio (D.M. 14/01/2008)

classe cls	$R_{ck}$	30	$N/mm^2$
resist. Caratteristica cilindrica	$f_{ck}$	25	$N/mm^2$
	$f_{cd}$	14	$N/mm^2$
diametro	$\Phi$	600	mm
Area sezione	A	282743	$mm^2$
copriferro	c	60	mm
Area sezione rettangolare equivalente	$A_{eq}$	228911	$mm^2$
altezza utile equivalente	d	453	mm
larghezza equivalente	$b_w$	506	mm
altezza equivalente	$h_{eq}$	559.2692	mm
sforzo assiale dovuto ai carichi o precompressione	N	0	N
	$\sigma_{cp}$	0.000	$N/mm^2$
	$\alpha_{cp}$	1.00	

Acciaio	$f_{yk}$	450	$N/mm^2$
B450C	$f_{yd}$	391	$N/mm^2$
diametro staffe (spille)	$\varnothing_w$	16	mm
Area staffa (spilla)	$A_{\varnothing_w}$	201	$mm^2$
0.9 d	z	408	mm
passo spirale	$s_w$	200	mm
	n° bracci	2	
angolo di inclinazione biella compressa	$\theta$	45.0	°
deve essere compreso tra 1 e 2.5	$\cot(\theta)$	1.00	
angolo di inclinazione armatura rispetto asse palo	$\alpha$	90	°
	$\cot(\alpha)$	0.00	
	$As_w / s_w$	2.011	$mm^2/mm$

Taglio resistente per "taglio trazione"	$V_{Rsd}$	321	kN
Taglio resistente per "taglio compressione"	$V_{Rcd}$	727	kN

taglio sollecitante	$V_{Ed}$	96	kN
fattore di sicurezza per GR (par. 7.9.5.2.2)	$\gamma_{Rd}$	1	
taglio resistente	$V_{Rd}$	321	kN

$$V_{Ed} < V_{Rd}$$

verifica

### 17.2.3 VERIFICA A FESSURAZIONE

Verifica C.A. S.L.U. - File: BA12 - BA13 SLE

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: DM 1996 ?

Titolo : \_\_\_\_\_

Sezione circolare cava

Raggio esterno 300 [mm]

Raggio interno 0 [mm]

N° barre uguali 0

Diametro barre 0 [mm]

Copriferro (baric.) 0 [mm]

N° barre 16 Zoom

N°	As [mm²]	x [mm]	y [mm]
1	314	0	230
2	314	80.36	212.49
3	314	148.49	162.63
4	314	194.01	88.02
5	314	210	0
6	314	194.01	-88.02

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0 227 kN

M<sub>xEd</sub> 0 122.6 kNm

M<sub>yEd</sub> 0 0

Materiali

B450C C25/30

ε<sub>su</sub> 10 ‰ ε<sub>c2</sub> 2 ‰

f<sub>yd</sub> 391.3 N/mm² ε<sub>cu</sub> 3.5 ‰

E<sub>s</sub> 200,000 N/mm² f<sub>cd</sub> 13.20 ‰

ε<sub>s</sub>·E<sub>c</sub> 15 ‰ f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> 0.9

ε<sub>syd</sub> 1.957 ‰ σ<sub>c,adm</sub> 9.75

σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0.6

τ<sub>c1</sub> 1.829

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls

Coord.[mm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo

S.L.U. + S.L.U. -

Metodo n

Vertici: 50

Verifica

N° iterazioni: 4

Precompresso

	INPUT	
	Rck	30 Mpa
	D	600 mm
diametro palo	C <sub>1</sub>	70 mm
copriferro 1° strato	∅ <sub>1</sub>	20 mm
diametro barre 1° strato	n <sub>1</sub>	16
numero barre 1° strato	C <sub>2</sub>	mm
copriferro 2° strato (baricentro barre)	∅ <sub>2</sub>	mm
diametro barre 2° strato	n <sub>2</sub>	mm
numero barre 2° strato	d	530 mm
distanza lembo compresso-lembo teso della sezione	b <sub>eff</sub>	90.3 mm
	x	228.7 mm
posizione asse neutro da lembo compresso	σ <sub>s,max1</sub>	120.2 Mpa
Tensione massima barre 1° strato	σ <sub>s,max2</sub>	Mpa
Tensione massima barre 2° strato	h <sub>c,eff</sub>	123.8 mm
altezza efficace	A <sub>c,eff</sub>	11179 mm²
area efficace relativamente ad una singola barre	p·p <sub>eff</sub>	0.028
percentuale di armatura relativa a A <sub>c,eff</sub>	kt	0.6
(0.6 carichi brevi; 0.4 lunga durata)	k1	0.8
(0.8 barre ad. migliorata; 1.6 liscie)	k2	0.5
(0.5 per flessione; 1 trazione)	k3	3.4
	k4	0.425

OUTPUT	
diff. def. armature-cls	ε <sub>sm</sub> -ε <sub>cm</sub> 3.50E-04
distanza max fessure	s <sub>r,max</sub> 3.25E+02 mm
ampiezza fessure:	w <sub>k</sub> 0.114 mm
LIMITE	0.30 mm
Sez. verificata	

### 17.3 VERIFICA A DEFORMABILITÀ

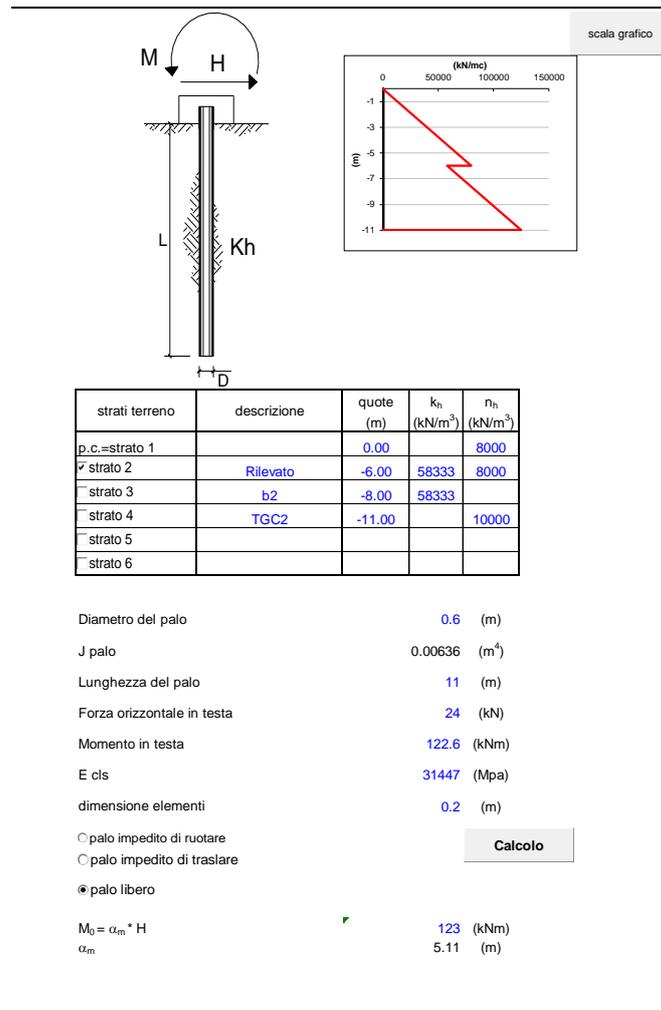
Secondo quanto illustrato al paragrafo 8.1.5 la deformazione attesa in sommità alla barriera è pari a 19.8 mm, a questa va sommato lo spostamento ottenuto dalla deformazione del cordolo nella combinazione frequente:

Spostamenti, Rotazioni, Pressione				
nodo	z	y(z)	$\alpha(z)$	p(z)
	quota (m)	(mm)	(rad)	(kPa)
1	0.00	-1.59	-0.00134	-1.06

Lo spostamento e rotazione in testa al palo corrisponde a uno spostamento in testa alla barriera di 10.64 mm valutato come:

$$y_{\text{testa\_barriera}} = y + H \tan(\alpha) = 1.59 + 6750 \cdot \tan(0.00134) = 10.64 \text{ mm}$$

$$y_{\text{tot}} = 10.64 + 19.8 = 30.44 < f_{\text{max}} = 45.0 \text{ mm}$$



## 17.4 VERIFICHE GEOTECNICHE

### 17.4.1 VERIFICA A PORTANZA

**CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DI UN PALO TRIVELLATO DI GRANDE DIAMETRO**  
ai sensi del D.M. 14/01/2008 - Approccio 2 (A1+M1+R3)  
OPERA: BA12-BA13

Diametro del palo (D): 0.6 (m)  
Quota testa palo dal p.c. (z<sub>p</sub>): 0 (m)  
Area del palo (A<sub>p</sub>): 0.283 (m<sup>2</sup>)  
quota della falda dal p.c. (z<sub>w</sub>): 12 (m)

**CARICO ASSIALE DI COMPRESSIONE SUL SINGOLO PALO:**  
§6.4.3.1 D.M. 14/01/2008  
Approccio 2: (A1+M1+R3)

Carico assiale di compressione di progetto

N <sub>d</sub> (SLU)	253 (kN)
N <sub>d</sub> (SLV)	(kN)
N <sub>d</sub> (SLE)	(kN)
N <sub>d</sub> (SLD)	(kN)

**CARICO ASSIALE DI TRAZIONE SUL SINGOLO PALO:**  
§6.4.3.1 D.M. 14/01/2008  
Approccio 2: (A1+M1+R3)

Carico assiale di trazione di progetto

N <sub>d</sub> (SLU)	(kN)
N <sub>d</sub> (SLV)	(kN)

Numero di strati: 4

**CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI**

Strato	Stratigrafia		Spess.	Tipo di terreno	Parametri del terreno									
	da	a			γ	c'	φ'	c <sub>u</sub>	α	a	τ <sub>lim</sub>	N <sub>q</sub>	q <sub>b,max</sub>	k <sub>compr</sub>
(-)	(m)	(m)	(m)		(kN/m <sup>3</sup> )	(kPa)	(°)	(kPa)	(-)	(-)	(kPa)	(kPa)	(-)	(-)
1	0.00	2.00	2.00	RILEVATO	0	0	0			150	0	0	0.6	0.5
2	2.00	6.00	4.00	RILEVATO	20		38				25	5800		
3	6.00	8.00	2.00	b2	18.5	5	32	100	0.4		17	4300		
4	8.00	60.00	52.00	TGC2	18.5		32				17	4300		

Fattori di correlazione per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	≥ 10
ξ <sub>3</sub>	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
ξ <sub>4</sub>	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

n°1 verticale:  Peso del palo depurato W<sub>p,dep</sub>:

Lunghezza del palo (L <sub>p</sub> )	11 (m)
Peso del palo depurato W <sub>p,dep</sub>	26 (kN)
Peso palo alleggerito W <sub>p,all</sub>	78 (kN)
Profondità punta palo:	11 (m)

**CAPACITA' PORTANTE CARATTERISTICA**

Resistenza alla base:	R <sub>b</sub> = 877 (kN)
Resistenza laterale a compressione:	R <sub>s,compr</sub> = 658 (kN)
Resistenza laterale a trazione:	R <sub>s,traz</sub> = 573 (kN)
Resistenza totale a compressione:	R <sub>t</sub> = R <sub>b</sub> + R <sub>s,compr</sub> = 1535 (kN)
Resistenza totale a trazione:	R <sub>t</sub> = R <sub>b</sub> + R <sub>s,traz</sub> = 573 (kN)

**CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO**  
Approccio 2: (A1+M1+R3)\_§6.4.3.1 D.M. 14/01/2008

Resistenza alla base:	R <sub>b,d</sub> = 382 (kN)
Resistenza laterale a compressione:	R <sub>s,d</sub> = 336 (kN)
Resistenza totale a compressione:	R <sub>d,c</sub> = R <sub>b,c</sub> + R <sub>s,c</sub> - W <sub>p</sub> = 693 (kN)

**CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO A TRAZIONE**  
Approccio 2: (A1+M1+R3)\_§6.4.3.1 D.M. 14/01/2008

Resistenza totale a trazione:	R <sub>d,t</sub> = R <sub>b,t</sub> + W <sub>p</sub> = -348 (kN)
-------------------------------	--

**VERIFICA A COMPRESSIONE**

	N <sub>d,c</sub> (kN)	R <sub>d,c</sub> (kN)	FS (-)
SLU - (A1+M1+R3)	253	693	2.74
SLV - (EQK+M1+R3)			-

R<sub>d,c</sub>/N<sub>d,c</sub> ≥ 1

**VERIFICA A TRAZIONE**

	N <sub>d,t</sub> (kN)	R <sub>d,t</sub> (kN)	FS (-)
SLU - (A1+M1+R3)			-
SLV - (EQK+M1+R3)			-

R<sub>d,t</sub>/N<sub>d,t</sub> ≥ 1

Barriere antirumore – Relazione di calcolo  
Fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	OC0000 001	A	111 di 194

DIAGRAMMI CAPACITA' PORTANTE A FORZE ASSIALI DI COMPRESIONE

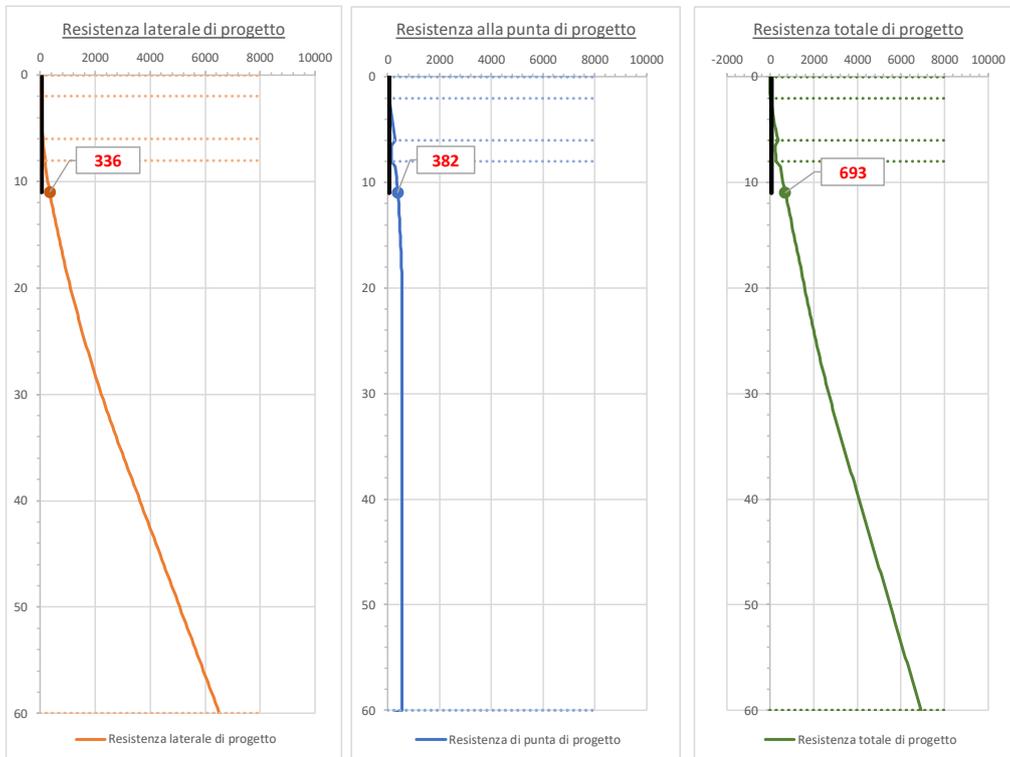
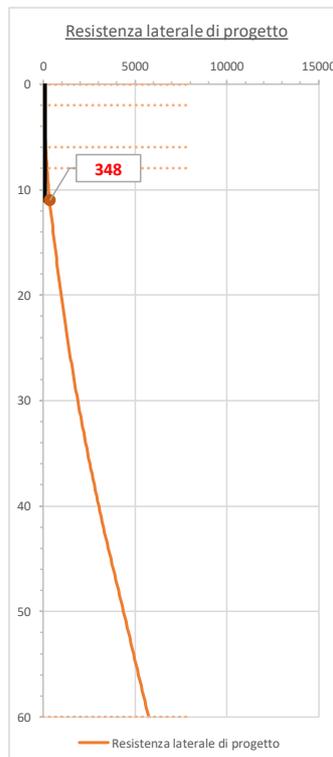


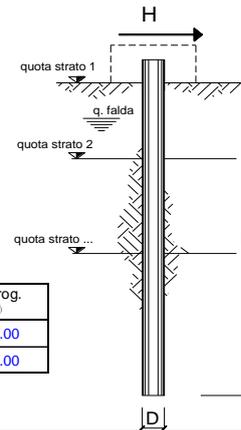
DIAGRAMMA CAPACITA' PORTANTE A FORZE ASSIALI DI TRAZIONE



### 17.4.2 VERIFICA NEI CONFRONTI DEI CARICHI ORIZZONTALI

opera BA12-BA13

coefficienti parziali Metodo di calcolo			A		M		R
			permanenti $\gamma_G$	variabili $\gamma_Q$	$\gamma_G$	$\gamma_{Qu}$	$\gamma_T$
SUD	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1.00	1.30	1.00	1.00	1.60
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.30
	SISMA	<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30
DM88			<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista			<input checked="" type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.30



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
$\xi_3$	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
$\xi_4$	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

strati terreno	descrizione	quote (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma'$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi$ (°)	Parametri medi		Parametri minimi		
						$k_p$	$c_u$ (kPa)	$\phi$ (°)	$k_p$	$c_u$ (kPa)
p.c.=strato 1	Rilevato	100.00	20	10	38	4.20		38	4.20	
<input checked="" type="checkbox"/> strato 2	b2	94.00	19	9	24	2.37		24	2.37	
<input type="checkbox"/> strato 3	TGC2	92.00	18.5	8.5	32	3.25		32	3.25	
<input type="checkbox"/> strato 4		60.00	18.5	8.5	32	3.25		32	3.25	
<input type="checkbox"/> strato 5						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 6						1.00			1.00	

Quota falda **88** (m)  
 Diametro del palo D **0.60** (m)  
 Lunghezza del palo L **11.00** (m)  
 Momento di plasticizzazione palo  $M_y$  **395.54** (kNm)  
 Step di calcolo **0.01** (m)

palo impedito di ruotare  
 palo libero

Calcolo  
(ctrl+I)

Palo lungo	<b>H medio</b>	298.1 (kN)	<b>H minimo</b>	298.1 (kN)
Palo corto		1969.5 (kN)		1969.5 (kN)
	<b>H<sub>med</sub></b>	<b>298.1 (kN)</b>	<b>H<sub>min</sub></b>	<b>298.1 (kN)</b>
			<b>Palo lungo</b>	
	<b>H<sub>k</sub> = Min(H<sub>med</sub>/ξ<sub>3</sub> ; R<sub>min</sub>/ξ<sub>4</sub>)</b>		175.38	(kN)
	<b>H<sub>d</sub> = H<sub>k</sub>/γ<sub>T</sub></b>		<b>134.91</b>	<b>(kN)</b>
	Carico Assiale Permanente (G):	G =	<b>95.5</b>	(kN)
	Carico Assiale variabile (Q):	Q =		(kN)
	<b>F<sub>d</sub> = G · γ<sub>G</sub> + Q · γ<sub>Q</sub> =</b>		<b>95.50</b>	<b>(kN)</b>
	<b>FS = H<sub>d</sub> / F<sub>d</sub> =</b>		<b>1.41</b>	

**Calcolo del momento di plasticizzazione di una sezione circolare**

Diametro = 600 (mm)

Raggio = 300 (mm)

Sforzo Normale = (kN)

**Caratteristiche dei Materiali**

calcestruzzo

C25/30

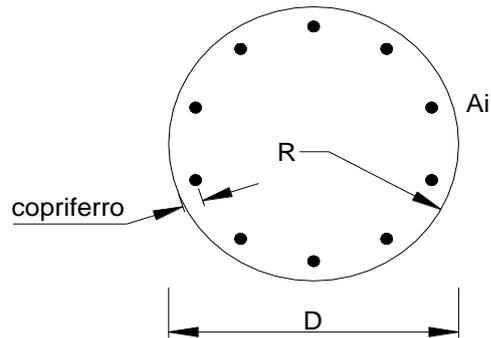
Rck = 30 (Mpa)

fck = 25 (Mpa)

$\gamma_c$  = 1.5

$\alpha_{cc}$  = 0.85

fcd =  $\alpha_{cc}$  fck /  $\gamma_c$  = 14.17 (Mpa)



**Acciaio**

tipo di acciaio

B450C

fyk = 450 (Mpa)

$\gamma_s$  = 1.15

fyd = fyk /  $\gamma_s$  /  $\gamma_E$  = 391.3 (Mpa)

Es = 206000 (Mpa)

$\epsilon_{ys}$  = 0.190%

$\epsilon_{uk}$  = 10.000%

**Armature**

numero	diametro (mm)	area (mm <sup>2</sup> )	copriferro (mm)
16	$\phi$ 20	5026.55	60
	$\phi$	0.00	
	$\phi$	0.00	

calcolo

**Momento di Plasticizzazione**

My = 395.5 (kN m)

Inserisci

## 18. SEZIONE DI CALCOLO N. 9 – BA14

La sezione è identificativa delle barriere BA-14, i carichi massimi trasmessi alle fondazioni fanno riferimento ad una barriera del tipo H10

Le barriere si sviluppano lungo tratti in rilevato, si assumerà uno schema di riferimento con un rilevato di altezza pari a 6 m. A favore di sicurezza si trascureranno, nella verifica a capacità portante per azioni verticali, i primi 2m di palo.

La stratigrafia già riportata al capitolo 4 è riassunta di seguito.

BA14							
STRATO	SPESSORE [m]	DESCRIZIONE	$\gamma$	$\varphi$	$c'$	$c_u$	$E$
			[kN/m <sup>3</sup> ]		[kPa]	[kPa]	[Mpa]
1	6	Rilevato ferroviario	20	38	-	-	50
2	2	b2	19	24	5	100	200
3	>2	TGC2	18.5	32	-	-	200

$z_w$  12.0 m da p.c.

### 18.1 DETERMINAZIONE DELLE SOLLECITAZIONI LUNGO IL PALO

Le sollecitazioni sono state determinate a partire dalle ipotesi assunte nel capitolo 7. Di seguito di riportano in forma tabellare le sollecitazioni massime ottenute per ciascuna combinazione di carico.

	N	V_max	M_Max
	[kN]	[kN]	[kN*m]
SLU A2	-293.878	125.85	553.75
SLU A1	-227.816	108.44	477.14
SLE rara	-263.835	57.08	311.78
SLE freq	-258.575	28.54	163.01

## 18.2 VERIFICHE STRUTTURALI

### 18.2.1 VERIFICA A PRESSOFLESSIONE SEZIONE IN C.A.

Verifica C.A. S.L.U. - File: BA14 SLU

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: DM 1996 ?

Titolo: \_\_\_\_\_

Sezione circolare cava

Raggio esterno: 300 [mm]  
Raggio interno: 0 [mm]  
N° barre uguali: 0  
Diametro barre: 0 [mm]  
Copriferro (baric.): 0 [mm]

N° barre: 20 Zoom

N°	As [mm²]	x [mm]	y [mm]
16	452	-240.0	0
17	452	-228.25	74.16
18	452	-194.16	141.07
19	452	-141.07	194.16
20	452	-74.16	228.25

Tipo Sezione  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

Sollecitazioni  
S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub>: 294 kN  
M<sub>xEd</sub>: 554 kNm  
M<sub>yEd</sub>: 0

P.to applicazione N  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[mm] xN: 0 yN: 0

Tipo rottura  
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M<sub>xRd</sub>: 672.3 kNm

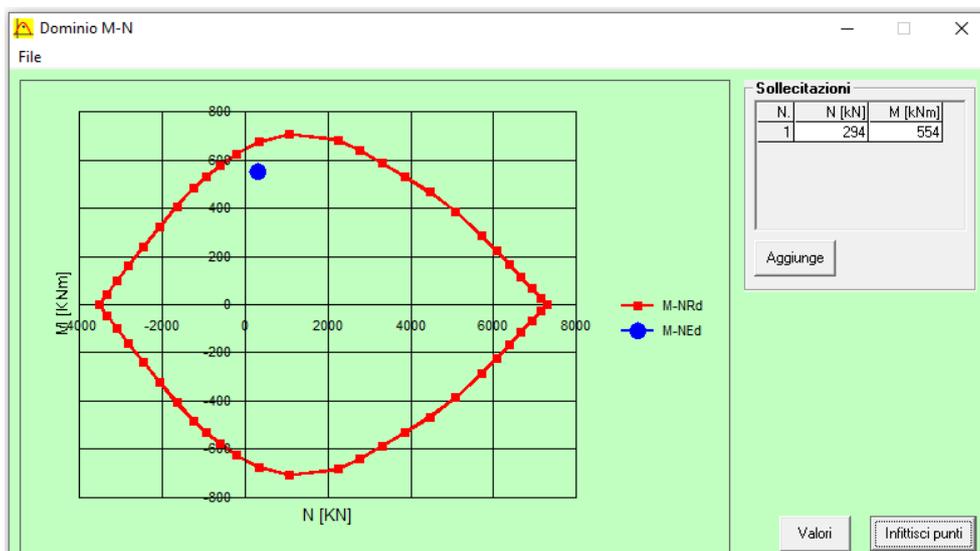
Materiali  
B450C C25/30  
ε<sub>su</sub>: 10 ‰ ε<sub>c2</sub>: 2 ‰  
f<sub>yd</sub>: 391.3 N/mm² ε<sub>cu</sub>: 3.5 ‰  
E<sub>s</sub>: 200,000 N/mm² f<sub>cd</sub>: 13.28  
E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>: 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub>: 0.8  
ε<sub>syd</sub>: 1.957 ‰ σ<sub>c,adm</sub>: 9.75  
σ<sub>s,adm</sub>: 255 N/mm² τ<sub>co</sub>: 0.6  
τ<sub>c1</sub>: 1.829

σ<sub>c</sub>: -13.28 N/mm²  
σ<sub>s</sub>: 391.3 N/mm²  
ε<sub>s</sub>: 3.5 ‰  
ε<sub>s</sub>: 4.71 ‰  
d: 540 mm  
x: 230.2 x/d: 0.4263  
δ: 0.9729

Metodo di calcolo  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

Tipo flessione  
 Retta  Deviata

Vertici: 50 N° rett.: 100  
Calcola MRd Dominio M-N  
L<sub>0</sub>: 0 mm Col. modello  
 Precompresso



## 18.2.2 VERIFICA A TAGLIO

### Verifica a taglio per sezioni circolari armate a taglio (D.M. 14/01/2008)

classe cls	$R_{ck}$	30	N/mm <sup>2</sup>
resist. Caratteristica cilindrica	$f_{ck}$	25	N/mm <sup>2</sup>
	$f_{cd}$	14	N/mm <sup>2</sup>
diametro	$\Phi$	600	mm
Area sezione	A	282743	mm <sup>2</sup>
copriferro	c	72	mm
Area sezione rettangolare equivalente	$A_{eq}$	224933	mm <sup>2</sup>
altezza utile equivalente	d	445	mm
larghezza equivalente	$b_w$	505	mm
altezza equivalente	$h_{eq}$	559.5582	mm
sforzo assiale dovuto ai carichi o precompressione	N	0	N
	$\sigma_{cp}$	0.000	N/mm <sup>2</sup>
	$\alpha_{cp}$	1.00	

Acciaio	$f_{yk}$	450	N/mm <sup>2</sup>
B450C	$f_{yd}$	391	N/mm <sup>2</sup>
diametro staffe (spille)	$\varnothing_w$	16	mm
Area staffa (spilla)	$A_{\varnothing_w}$	201	mm <sup>2</sup>
0.9 d	z	401	mm
passo spirale	$s_w$	200	mm
n° bracci		2	
angolo di inclinazione biella compressa	$\theta$	45.0	°
deve essere compreso tra 1 e 2.5	$\cot(\theta)$	1.00	
angolo di inclinazione armatura rispetto asse palo	$\alpha$	90	°
	$\cot(\alpha)$	0.00	
	$A_{s_w} / s_w$	2.011	mm <sup>2</sup> /mm

Taglio resistente per "taglio trazione"	$V_{Rsd}$	315	kN
Taglio resistente per "taglio compressione"	$V_{Rcd}$	714	kN

taglio sollecitante	$V_{Ed}$	126	kN
fattore di sicurezza per GR (par. 7.9.5.2.2)	$\gamma_{Rd}$	1	
taglio resistente	$V_{Rd}$	315	kN

$$V_{Ed} < V_{Rd}$$

### 18.2.3 VERIFICA A FESSURAZIONE

Verifica C.A. S.L.U. - File: BA14 SLE

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: DM 1996 ?

Titolo :

Sezione circolare cava

Raggio esterno: 300 [mm]  
Raggio interno: 0 [mm]  
N° barre uguali: 0  
Diametro barre: 0 [mm]  
Coprifero (baric.): 0 [mm]

N° barre: 20 Zoom

N°	As [mm²]	x [mm]	y [mm]
1	452	0	240
2	452	74.16	228.25
3	452	141.07	194.16
4	452	194.16	141.07
5	452	228.25	74.16
6	452	240	0

P.to applicazione N  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[mm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo  
 S.L.U.+  S.L.U.-  Metodo n

Vertici: 50  
Verifica  
N° iterazioni: 3  
 Precompresso

Materiali

B450C		C25/30	
$\epsilon_{su}$	10 ‰	$\epsilon_{c2}$	2 ‰
$f_{yd}$	391.3 N/mm²	$\epsilon_{cu}$	3.5 ‰
$E_s$	200.000 N/mm²	$f_{cd}$	13.28
$E_s/E_c$	15	$f_{cc}/f_{cd}$	0.8
$\epsilon_{syd}$	1.957 ‰	$\sigma_{c,adm}$	9.75
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm²	$\tau_{co}$	0.6
		$\tau_{c1}$	1.829

$\sigma_c$  -6.749 N/mm²  
 $\sigma_s$  99.69 N/mm²  
 $\epsilon_s$  0.4984 ‰  
d 540 mm  
x 272.1 x/d 0.5039  
 $\delta$  1

	INPUT	
	Rck	30 Mpa
	D	600 mm
diametro palo	C <sub>1</sub>	72 mm
coprifero 1° strato	$\phi_1$	24 mm
diametro barre 1° strato	n <sub>1</sub>	20
numero barre 1° strato	C <sub>2</sub>	mm
coprifero 2° strato (baricentro barre)	$\phi_2$	mm
diametro barre 2° strato	n <sub>2</sub>	mm
numero barre 2° strato	d	528 mm
distanza lembo compresso-lembo teso della sezione	b <sub>eff</sub>	71.6 mm
	x	272.1 mm
posizione asse neutro da lembo compresso	$\sigma_{s,max1}$	99.69 Mpa
Tensione massima barre 1° strato	$\sigma_{s,max2}$	Mpa
Tensione massima barre 2° strato	h <sub>c,eff</sub>	109.3 mm
altezza efficace	A <sub>c,eff</sub>	7829 mm²
area efficace relativamente ad una singola barre	p p <sub>eff</sub>	0.058
percentuale di armatura relativa a A <sub>c,eff</sub>	kt	0.6
(0.6 carichi brevi; 0.4 lunga durata)	k1	0.8
(0.8 barre ad. migliorata; 1.6 liscie)	k2	0.5
(0.5 per flessione; 1 trazione)	k3	3.4
	k4	0.425

OUTPUT	
diff. def. armature-cls	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$ 3.06E-04
distanza max fessure	s r, max 2.75E+02 mm
ampiezza fessure:	wk 0.084 mm
LIMITE	0.30 mm
Sez. verificata	

### 18.3 VERIFICA A DEFORMABILITÀ

Secondo quanto illustrato al paragrafo 8.1.5 la deformazione attesa in sommità alla barriera è pari a 32.1 mm, a questa va sommato lo spostamento ottenuto dalla deformazione del cordolo nella combinazione frequente:

Spostamenti, Rotazioni, Pressione				
nodo	z	y(z)	$\alpha(z)$	p(z)
	quota (m)	(mm)	(rad)	(kPa)
1	0.00	-2.40	-0.00187	-1.60

Lo spostamento e rotazione in testa al palo corrisponde a uno spostamento in testa alla barriera di 17.75 mm valutato come:

$$y_{\text{testa\_barriera}} = y + H \tan(\alpha) = 2.40 + 8210 \cdot \tan(0.00133) = 17.75 \text{ mm}$$

$$y_{\text{tot}} = 17.75 + 32.1 = 49.85 < f_{\text{max}} = 54.73 \text{ mm}$$

scala grafico

strati terreno	descrizione	quote (m)	$k_h$ (kN/m <sup>3</sup> )	$n_h$ (kN/m <sup>3</sup> )
p.c.=strato 1		0.00		8000
✓ strato 2	Rilevato	-6.00	58333	8000
☐ strato 3	b2	-8.00	58333	
☐ strato 4	TGC2	-12.00		10000
☐ strato 5				
☐ strato 6				

Diametro del palo: 0.6 (m)

J palo: 0.00636 (m<sup>4</sup>)

Lunghezza del palo: 12 (m)

Forza orizzontale in testa: 28.5 (kN)

Momento in testa: 163 (kNm)

E cls: 31447 (Mpa)

dimensione elementi: 0.2 (m)

palo impedito di ruotare

palo impedito di traslare

palo libero

$M_0 = \alpha_m \cdot H$ : 163 (kNm)

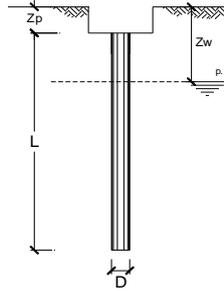
$\alpha_m$ : 5.72 (m)

## 18.4 VERIFICHE GEOTECNICHE

### 18.4.1 VERIFICA A PORTANZA

**CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DI UN PALO TRIVELLATO DI GRANDE DIAMETRO**  
ai sensi del D.M. 14/01/2008 - Approccio 2 (A1+M1+R3)  
OPERA: BA14

Diametro del palo (D): 0.6 (m)  
Quota testa palo dal p.c. (z<sub>p</sub>): 0 (m)  
Area del palo (A<sub>p</sub>): 0.283 (m<sup>2</sup>)  
quota della falda dal p.c. (z<sub>w</sub>): 12 (m)



**CARICO ASSIALE DI COMPRESSIONE SUL SINGOLO PALO:**  
§6.4.3.1 D.M. 14/01/2008  
Approccio 2: (A1+M1+R3)

N <sub>d</sub> (SLU)	294 (kN)
N <sub>d</sub> (SLV)	(kN)
N <sub>d</sub> (SLE)	(kN)
N <sub>d</sub> (SLD)	(kN)

**CARICO ASSIALE DI TRAZIONE SUL SINGOLO PALO:**  
§6.4.3.1 D.M. 14/01/2008  
Approccio 2: (A1+M1+R3)

N <sub>t</sub> (SLU)	(kN)
N <sub>t</sub> (SLV)	(kN)

Numero di strati: 4

**CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI**

Strato	Stratigrafia			Tipo di terreno	Parametri del terreno										
	da	a	Spess.		γ	c'	φ'	c <sub>u</sub>	α	a	τ <sub>lim</sub>	N <sub>q</sub>	q <sub>b, max</sub>	k <sub>compr</sub>	k <sub>traz</sub>
(-)	(m)	(m)	(m)	(kN/m <sup>3</sup> )	(kPa)	(°)	(kPa)	(-)	(-)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(-)	(-)	
1	0.00	2.00	2.00	RILEVATO	0		0		0		150	0	0	0.6	0.5
2	2.00	6.00	4.00	RILEVATO	20		38				25	5800			
3	6.00	8.00	2.00	b2	18.5	5	32	100	0.4		17	4300			
4	8.00	60.00	52.00	TGC2	18.5		32				17	4300			

Fattori di correlazione per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	≥ 10
ξ <sub>3</sub>	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
ξ <sub>4</sub>	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

n°1 verticale | Peso del palo depurato W<sub>p, dep</sub>

Lunghezza del palo (L <sub>p</sub> )	12 (m)
Peso del palo depurato W <sub>p, dep</sub>	28 (kN)
Peso palo alleggerito W <sub>p, all</sub>	85 (kN)
Profondità punta palo:	12 (m)

**CAPACITA' PORTANTE CARATTERISTICA**

Resistenza alla base:	R <sub>b</sub> = 966 (kN)
Resistenza laterale a compressione:	R <sub>s, compr</sub> = 793 (kN)
Resistenza laterale a trazione:	R <sub>s, traz</sub> = 686 (kN)
Resistenza totale a compressione:	R <sub>t</sub> = R <sub>b</sub> + R <sub>s, compr</sub> = 1759 (kN)
Resistenza totale a trazione:	R <sub>t</sub> = R <sub>b</sub> + R <sub>s, traz</sub> = 686 (kN)

**CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO**  
Approccio 2: (A1+M1+R3)\_§6.4.3.1 D.M. 14/01/2008

Resistenza alla base:	R <sub>b,c</sub> = 421 (kN)
Resistenza laterale a compressione:	R <sub>s,c</sub> = 406 (kN)
Resistenza totale a compressione:	R <sub>t,c</sub> = R <sub>b,c</sub> + R <sub>s,c</sub> = 799 (kN)

**CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO A TRAZIONE**  
Approccio 2: (A1+M1+R3)\_§6.4.3.1 D.M. 14/01/2008

Resistenza totale a trazione:	R <sub>t,t</sub> = R <sub>b,t</sub> + W <sub>p</sub> = -408 (kN)
-------------------------------	--

**VERIFICA A COMPRESSIONE**

N <sub>d,c</sub> (kN)	R <sub>b,c</sub> (kN)	FS (-)	
SLU - (A1+M1+R3)	294	799	2.72
SLV - (EQK+M1+R3)			

R<sub>d</sub>/N<sub>d</sub> ≥ 1

**VERIFICA A TRAZIONE**

N <sub>d,t</sub> (kN)	R <sub>b,t</sub> (kN)	FS (-)	
SLU - (A1+M1+R3)			
SLV - (EQK+M1+R3)			

R<sub>d</sub>/N<sub>d</sub> ≥ 1

Barriere antirumore – Relazione di calcolo  
Fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	OC0000 001	A	120 di 194

DIAGRAMMI CAPACITA' PORTANTE A FORZE ASSIALI DI COMPRESIONE

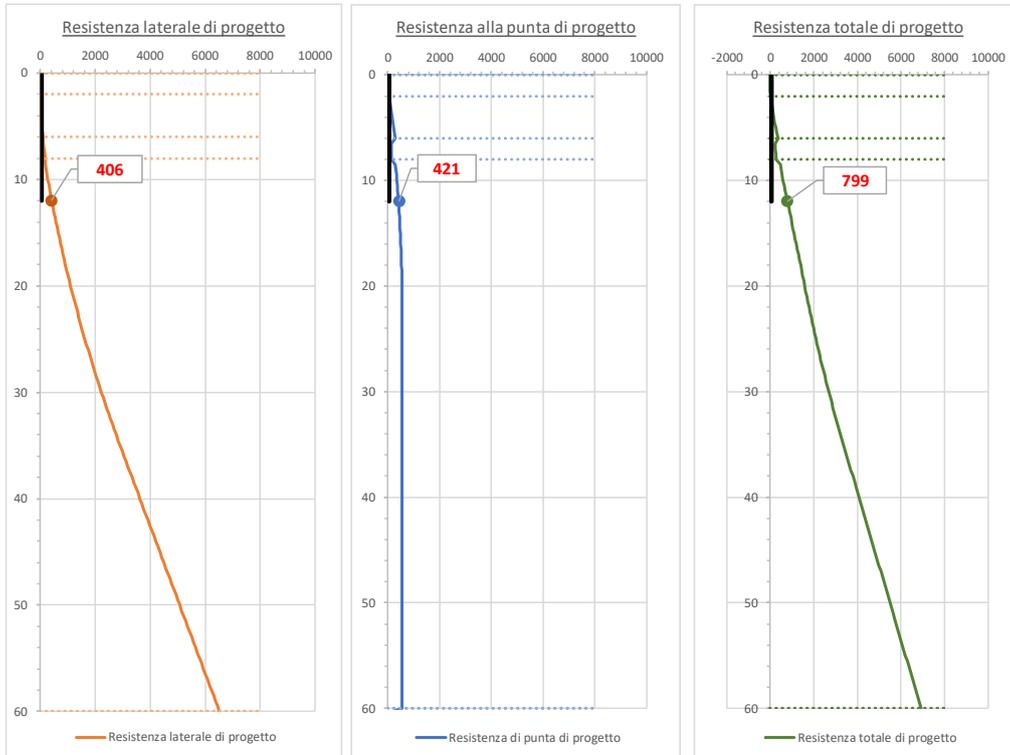
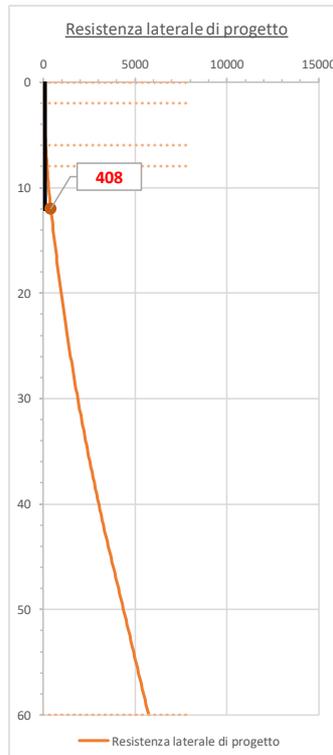


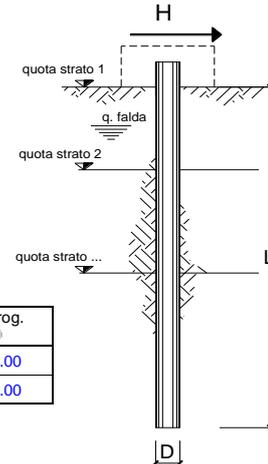
DIAGRAMMA CAPACITA' PORTANTE A FORZE ASSIALI DI TRAZIONE



### 18.4.2 VERIFICA NEI CONFRONTI DEI CARICHI ORIZZONTALI

opera BA14

coefficienti parziali			A		M		R
Metodo di calcolo			permanenti	variabili	$\gamma_{\psi}$	$\gamma_{cu}$	$\gamma_r$
			$\gamma_G$	$\gamma_Q$			
SLU	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1.00	1.30	1.00	1.00	1.60
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.30
	SISMA	<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30
DM88		<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista			<input checked="" type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.30



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
$\xi_3$	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
$\xi_4$	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

strati terreno	descrizione	quote (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma'$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi$ (°)	Parametri medi		Parametri minimi		
						$k_p$	$c_u$ (kPa)	$\phi$ (°)	$k_p$	$c_u$ (kPa)
p.c.=strato 1	Rilevato	100.00	20	10	38	4.20		38	4.20	
<input checked="" type="checkbox"/> strato 2	b2	94.00	19	9	24	2.37		24	2.37	
<input type="checkbox"/> strato 3	TGC2	92.00	18.5	8.5	32	3.25		32	3.25	
<input type="checkbox"/> strato 4		60.00	18.5	8.5	32	3.25		32	3.25	
<input type="checkbox"/> strato 5						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 6						1.00			1.00	

Quota falda 88 (m)  
 Diametro del palo D 0.60 (m)  
 Lunghezza del palo L 12.00 (m)  
 Momento di plasticizzazione palo  $M_y$  654.21 (kNm)  
 Step di calcolo 0.01 (m)

palo impedito di ruotare  
 palo libero

Calcolo  
(ctrl+r)

	<u>H medio</u>		<u>H minimo</u>	
Palo lungo	416.1 (kN)		416.1 (kN)	
Palo corto	2261.1 (kN)		2261.1 (kN)	
	$H_{med}$	416.1 (kN)	$H_{min}$	416.1 (kN)
		<b>Palo lungo</b>		<b>Palo lungo</b>
	$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3 ; R_{min}/\xi_4)$		244.76	(kN)
	$H_d = H_k/\gamma_r$		<b>188.28</b>	<b>(kN)</b>
Carico Assiale Permanente (G):	G =	126	(kN)	
Carico Assiale variabile (Q):	Q =		(kN)	
	$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q =$	126.00	(kN)	
	$FS = H_d / F_d =$	1.49		

**Calcolo del momento di plasticizzazione di una sezione circolare**

Diametro = 600 (mm)

Raggio = 300 (mm)

Sforzo Normale = (kN)

**Caratteristiche dei Materiali**

calcestruzzo

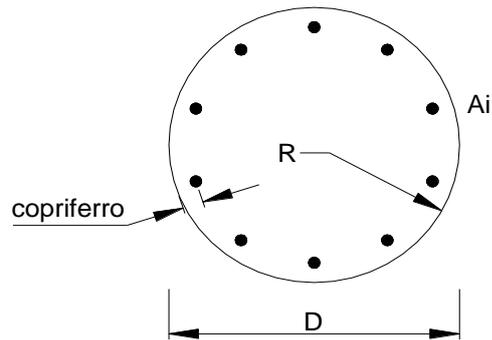
Rck = 30 (Mpa)

fck = 25 (Mpa)

$\gamma_c$  = 1.5

$\alpha_{cc}$  = 0.85

$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 14.17$  (Mpa)



**Acciaio**

tipo di acciaio

fyk = 450 (Mpa)

$\gamma_s$  = 1.15

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s / \gamma_E = 391.3$  (Mpa)

Es = 206000 (Mpa)

$\epsilon_{ys}$  = 0.190%

$\epsilon_{uk}$  = 10.000%

**Armature**

numero	diametro (mm)	area (mm <sup>2</sup> )	copriferro (mm)
20	$\phi$ 24	9047.79	60
	$\phi$	0.00	
	$\phi$	0.00	

calcolo

**Momento di Plasticizzazione**

My = 654.2 (kN m)

Inserisci

## 19. SEZIONE DI CALCOLO N. 10 – BA16

La sezione è identificativa delle barriere BA-16, i carichi massimi trasmessi alle fondazioni fanno riferimento ad una barriera del tipo H7

Le barriere si sviluppano lungo tratti in rilevato, si assumerà uno schema di riferimento con un rilevato di altezza pari a 6 m. A favore di sicurezza si trascureranno, nella verifica a capacità portante per azioni verticali, i primi 2m di palo.

La stratigrafia già riportata al capitolo 4 è riassunta di seguito.

STRATO	SPESSORE [m]	DESCRIZIONE	BA14				
			$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$	c' [kPa]	cu [kPa]	E [Mpa]
1	6	Rilevato ferroviario	20	38	-	-	50
2	>10	bc3	19.5	26	10	100	100

z<sub>w</sub> 12.0 m da p.c.

### 19.1 DETERMINAZIONE DELLE SOLLECITAZIONI LUNGO IL PALO

Le sollecitazioni sono state determinate a partire dalle ipotesi assunte nel capitolo 7. Di seguito di riportano in forma tabellare le sollecitazioni massime ottenute per ciascuna combinazione di carico.

	N [kN]	V_max [kN]	M_Max [kN*m]
SLU A2	-252.506	95.5	377.88
SLU A1	-195.944	82.1	324.88
SLE rara	-232.387	47.7	226.82
SLE freq	-227.135	23.8	122.6

## 19.2 VERIFICHE STRUTTURALI

### 19.2.1 VERIFICA A PRESSOFLESSIONE SEZIONE IN C.A.

Verifica C.A. S.L.U. - File: BA16 SLU

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: DM 1996 ?

Titolo :

Sezione circolare cava

Raggio esterno: 300 [mm]  
Raggio interno: 0 [mm]  
N° barre uguali: 0  
Diametro barre: 0 [mm]  
Copriferro (baric.): 0 [mm]

N° barre: 16 Zoom

N°	As [mm²]	x [mm]	y [mm]
1	314	0	230
2	314	80.36	212.49
3	314	148.49	162.63
4	314	194.01	88.02
5	314	210	0
6	314	194.01	-88.02

Tipologia sezione:  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

Diagramma della sezione circolare con 16 barre distribuite.

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

$N_{Ed}$ : 252 kN  
 $M_{xEd}$ : 377.88 kNm  
 $M_{yEd}$ : 0 kNm

P.to applicazione N:  Centro  Baricentro cls  
 Coord. [mm] xN: 0 yN: 0

Tipologia rottura: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali: B450C C25/30

$\epsilon_{su}$ : 10 ‰	$\epsilon_{c2}$ : 2 ‰
$f_{yd}$ : 391.3 N/mm²	$\epsilon_{cu}$ : 3.5 ‰
$E_s$ : 200,000 N/mm²	$f_{cd}$ : 13.28
$E_s/E_c$ : 15	$f_{cc}/f_{cd}$ : 0.8
$\epsilon_{syd}$ : 1.957 ‰	$\sigma_{c,adm}$ : 9.75
$\sigma_{s,adm}$ : 255 N/mm²	$\tau_{co}$ : 0.6
	$\tau_{cl}$ : 1.829

$M_{xRd}$ : 410.6 kNm

Metodo di calcolo:  S.L.U.+  S.L.U.-  Metodo n

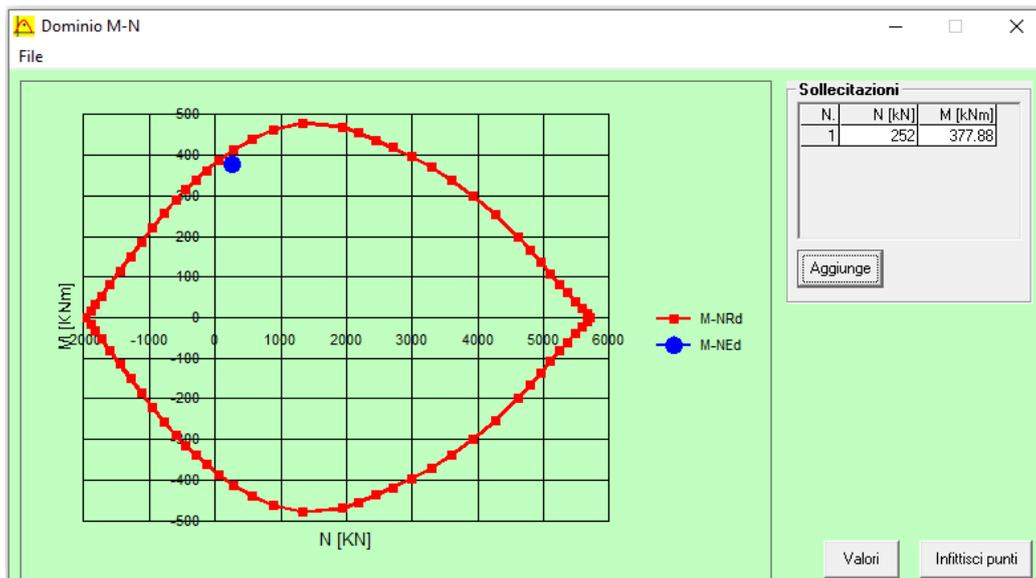
Tipologia flessione:  Retta  Deviata

Vertici: 50 N° rett.: 100

Calcola MRd Dominio M-N

$L_0$ : 0 mm Col. modello

Precompresso



## 19.2.2 VERIFICA A TAGLIO

### Verifica a taglio per sezioni circolari armate a taglio (D.M. 14/01/2008)

classe cls	$R_{ck}$	30	$N/mm^2$
resist. Caratteristica cilindrica	$f_{ck}$	25	$N/mm^2$
	$f_{cd}$	14	$N/mm^2$
diametro	$\Phi$	600	mm
Area sezione	A	282743	$mm^2$
copriferro	c	60	mm
Area sezione rettangolare equivalente	$A_{eq}$	228911	$mm^2$
altezza utile equivalente	d	453	mm
larghezza equivalente	$b_w$	506	mm
altezza equivalente	$h_{eq}$	559.2692	mm
sforzo assiale dovuto ai carichi o precompressione	$N$	0	N
	$\sigma_{cp}$	0.000	$N/mm^2$
	$\alpha_{cp}$	1.00	

Acciaio	$f_{yk}$	450	$N/mm^2$
B450C	$f_{yd}$	391	$N/mm^2$
diametro staffe (spille)	$\varnothing_w$	16	mm
Area staffa (spilla)	$A_{\varnothing_w}$	201	$mm^2$
0.9 d	z	408	mm
passo spirale	$s_w$	200	mm
	n° bracci	2	
angolo di inclinazione biella compressa	$\theta$	45.0	°
deve essere compreso tra 1 e 2.5	$\cot(\theta)$	1.00	
angolo di inclinazione armatura rispetto asse palo	$\alpha$	90	°
	$\cot(\alpha)$	0.00	
	$A_{s_w} / s_w$	2.011	$mm^2/mm$

Taglio resistente per "taglio trazione"	$V_{Rsd}$	321	kN
Taglio resistente per "taglio compressione"	$V_{Rcd}$	727	kN

taglio sollecitante	$V_{Ed}$	96	kN
fattore di sicurezza per GR (par. 7.9.5.2.2)	$\gamma_{Rd}$	1	
taglio resistente	$V_{Rd}$	321	kN

$$V_{Ed} < V_{Rd}$$

verifica

### 19.2.3 VERIFICA A FESSURAZIONE

Verifica C.A. S.L.U. - File: BA16 SLE

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: DM 1996 ?

Titolo: \_\_\_\_\_

Sezione circolare cava

Raggio esterno: 300 [mm]  
Raggio interno: 0 [mm]  
N° barre uguali: 0  
Diametro barre: 0 [mm]  
Copriferro (baric.): 0 [mm]

N° barre: 16 Zoom

N°	As [mm²]	x [mm]	y [mm]
1	314	0	230
2	314	80.36	212.49
3	314	148.49	162.63
4	314	194.01	88.02
5	314	210	0
6	314	194.01	-88.02

Tipologia Sezione:  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

Metodo di calcolo:  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

Vertici: 50  
Verifica  
N° iterazioni: 4  
 Precompresso

Materiali

Parametro	B450C	C25/30
$E_{su}$	10 ‰	2 ‰
$f_{yd}$	391.3 N/mm²	3.5
$E_s$	200.000 N/mm²	13.28
$E_s/E_c$	15	0.8
$E_{syd}$	1.957 ‰	9.75
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm²	0.6
$\tau_{c1}$		1.829

P.to applicazione N:  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[mm] xN: 0 yN: 0

$\sigma_c$ : -7.172 N/mm²  
 $\sigma_s$ : 120.2 N/mm²  
 $\epsilon_s$ : 0.6009 ‰  
d: 530 mm  
x: 250.3 mm x/d: 0.4724  
 $\delta$ : 1

	INPUT	
Rck	30	Mpa
D	600	mm
diametro palo		
copriferro 1° strato	C1	70 mm
diametro barre 1° strato	$\phi_1$	20 mm
numero barre 1° strato	n1	16
copriferro 2° strato (baricentro barre)	C2	mm
diametro barre 2° strato	$\phi_2$	mm
numero barre 2° strato	n2	
distanza lembo compresso-lembo teso della sezione	d	530 mm
	b <sub>eff</sub>	90.3 mm
posizione asse neutro da lembo compresso	x	228.7 mm
Tensione massima barre 1° strato	$\sigma_{s,max1}$	120.2 Mpa
Tensione massima barre 2° strato	$\sigma_{s,max2}$	Mpa
altezza efficace	h <sub>c,eff</sub>	123.8 mm
area efficace relativamente ad una singola barre	A <sub>c,eff</sub>	11179 mm²
percentuale di armatura relativa a A <sub>c,eff</sub>	p <sub>p,eff</sub>	0.028
(0.6 carichi brevi; 0.4 lunga durata)	kt	0.6
(0.8 barre ad. migliorata; 1.6 lisce)	k1	0.8
(0.5 per flessione; 1 trazione)	k2	0.5
	k3	3.4
	k4	0.425

OUTPUT	
diff. def. armature-cls	
$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	3.50E-04
distanza max fessure	s r, max 3.25E+02 mm
ampiezza fessure:	<b>wk 0.114 mm</b>
LIMITE	0.30 mm
Sez. verificata	

### 19.3 VERIFICA A DEFORMABILITÀ

Secondo quanto illustrato al paragrafo 8.1.5 la deformazione attesa in sommità alla barriera è pari a 19.8 mm, a questa va sommato lo spostamento ottenuto dalla deformazione del cordolo nella combinazione frequente:

Spostamenti, Rotazioni, Pressione				
nodo	z	y(z)	$\alpha(z)$	p(z)
	quota (m)	(mm)	(rad)	(kPa)
1	0.00	-1.59	-0.00134	-1.06

Lo spostamento e rotazione in testa al palo corrisponde a uno spostamento in testa alla barriera di 10.64 mm valutato come:

$$y_{\text{testa\_barriera}} = y + H \tan(\alpha) = 1.59 + 6750 \cdot \tan(0.00134) = 10.64 \text{ mm}$$

$$y_{\text{tot}} = 10.64 + 19.8 = 30.44 < f_{\text{max}} = 45.0 \text{ mm}$$

scala grafico

strati terreno	descrizione	quote (m)	$k_h$ (kN/m <sup>3</sup> )	$n_h$ (kN/m <sup>3</sup> )
p.c.=strato 1		0.00		8000
✓ strato 2	Rilevato	-6.00	58333	8000
✓ strato 3	bc3	-11.00	58333	
strato 4				
strato 5				
strato 6				

Diametro del palo	0.6 (m)
J palo	0.00636 (m <sup>4</sup> )
Lunghezza del palo	11 (m)
Forza orizzontale in testa	24 (kN)
Momento in testa	122.6 (kNm)
E cls	31447 (Mpa)
dimensione elementi	0.2 (m)

palo impedito di ruotare  
 palo impedito di traslare  
 palo libero

**Calcolo**

$M_0 = \alpha_m \cdot H$	123 (kNm)
$\alpha_m$	5.11 (m)

## 19.4 VERIFICHE GEOTECNICHE

### 19.4.1 VERIFICA A PORTANZA

**CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DI UN PALO TRIVELLATO DI GRANDE DIAMETRO**  
ai sensi del D.M. 14/01/2008 - Approccio 2 (A1+M1+R3)  
OPERA: BA14

Diametro del palo (D): 0.6 (m)  
Quota testa palo dal p.c. (z<sub>p</sub>): 0 (m)  
Area del palo (A<sub>p</sub>): 0.283 (m<sup>2</sup>)  
quota della falda dal p.c. (z<sub>w</sub>): 12 (m)

**CARICO ASSIALE DI COMPRESIONE SUL SINGOLO PALO:**  
§6.4.3.1 D.M. 14/01/2008  
Approccio 2: (A1+M1+R3)

Carico assiale di compressione di progetto

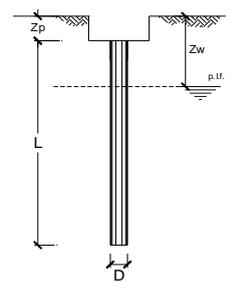
N <sub>d</sub> (SLU)	253 (kN)
N <sub>d</sub> (SLV)	(kN)
N <sub>d</sub> (SLE)	(kN)
N <sub>d</sub> (SLD)	(kN)

Numero di strati: 3

**CARICO ASSIALE DI TRAZIONE SUL SINGOLO PALO:**  
§6.4.3.1 D.M. 14/01/2008  
Approccio 2: (A1+M1+R3)

Carico assiale di trazione di progetto

N <sub>d</sub> (SLU)	(kN)
N <sub>d</sub> (SLV)	(kN)



**CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI**

Strato	Stratigrafia		Spess.	Tipo di terreno	Parametri del terreno						τ <sub>lim</sub>	N <sub>d</sub>	q <sub>s,max</sub>	k <sub>compr</sub>	k <sub>traz</sub>
	da	a			γ	c'	φ'	c <sub>u</sub>	α	a					
(-)	(m)	(m)	(m)		(kN/m <sup>3</sup> )	(kPa)	(°)	(kPa)	(-)	(-)	(kPa)	(-)	(kPa)	(-)	(-)
1	0.00	2.00	2.00	RILEVATO	0		0	0			150	0	0	0.6	0.5
2	2.00	6.00	4.00	RILEVATO	20		38					25	5800		
3	6.00	12.00	6.00	bc3	19.5	10	26	100	0.4			17	4300		

**Fattori di correlazione per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate**

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	≥ 10
ξ <sub>3</sub>	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
ξ <sub>4</sub>	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

n°1 verticale:  Peso del palo depurato W<sub>p,dep</sub>:

Lunghezza del palo (L<sub>p</sub>): 11 (m)  
Peso del palo depurato W<sub>p,dep</sub>: 25 (kN)  
Peso palo alleggerito W<sub>p,all</sub>: 78 (kN)  
Profondità punta palo: 11 (m)

Strato	Spess. Strati_palo	F <sub>3d,compr</sub>	F <sub>3d,traz</sub>	F <sub>3d</sub>
(-)	(m)	E <sub>3d,compr</sub> / ξ <sub>3</sub>	E <sub>3d,compr</sub> / ξ <sub>3</sub>	E <sub>3d,compr</sub> / ξ <sub>3</sub>
1	2.00	2.0	2.1	2.3
2	4.00			
3	5.00			

F<sub>3d,compr</sub>: Fattore di sicurezza per resistenza laterale - compressione  
F<sub>3d,traz</sub>: Fattore di sicurezza per resistenza laterale - trazione  
F<sub>3d</sub>: Fattore di sicurezza per resistenza alla base

**CAPACITA' PORTANTE CARATTERISTICA**

Resistenza alla base:	R <sub>b</sub> =	307 (kN)
Resistenza laterale a compressione:	R <sub>c,compr</sub> =	568 (kN)
Resistenza laterale a trazione:	R <sub>c,traz</sub> =	539 (kN)
Resistenza totale a compressione:	R <sub>t</sub> = R <sub>b</sub> + R <sub>c,compr</sub> =	876 (kN)
Resistenza totale a trazione:	R <sub>t</sub> = R <sub>b</sub> + R <sub>c,traz</sub> =	539 (kN)

**CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO**  
Approccio 2: (A1+M1+R3) §6.4.3.1 D.M. 14/01/2008

Resistenza alla base:	R <sub>b,c</sub> =	134 (kN)
Resistenza laterale a compressione:	R <sub>c,c</sub> =	291 (kN)
Resistenza totale a compressione:	R <sub>d,c</sub> = R <sub>b,c</sub> + R <sub>c,c</sub> =	400 (kN)

**CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO A TRAZIONE**  
Approccio 2: (A1+M1+R3) §6.4.3.1 D.M. 14/01/2008

Resistenza totale a trazione:	R <sub>d,t</sub> = R <sub>b,c</sub> + W <sub>p</sub> =	-331 (kN)
-------------------------------	--	-----------

**VERIFICA A COMPRESIONE**

	N <sub>d,c</sub> (kN)	R <sub>d,c</sub> (kN)	FS (-)
SLU - (A1+M1+R3)	253	400	1.58
SLV - (EQK+M1+R3)			

R<sub>d,c</sub>/N<sub>d,c</sub> ≥ 1

**VERIFICA A TRAZIONE**

	N <sub>d,t</sub> (kN)	R <sub>d,t</sub> (kN)	FS (-)
SLU - (A1+M1+R3)			
SLV - (EQK+M1+R3)			

R<sub>d,t</sub>/N<sub>d,t</sub> ≥ 1

Barriere antirumore – Relazione di calcolo  
Fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	OC0000 001	A	129 di 194

DIAGRAMMI CAPACITA' PORTANTE A FORZE ASSIALI DI COMPRESIONE

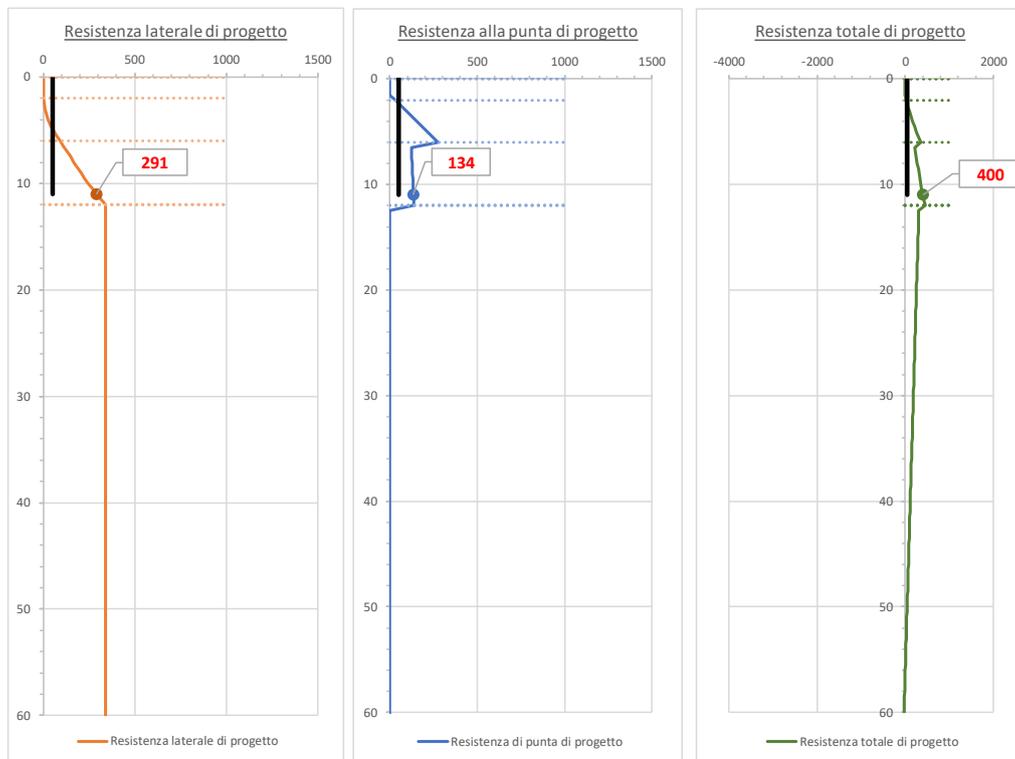
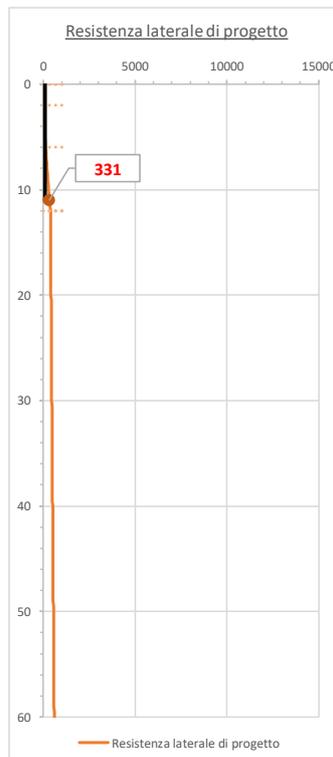


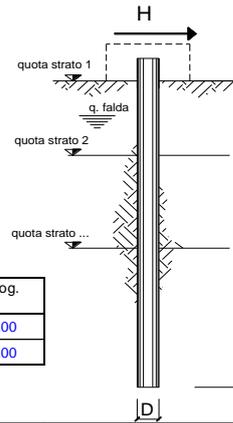
DIAGRAMMA CAPACITA' PORTANTE A FORZE ASSIALI DI TRAZIONE



### 19.4.2 VERIFICA NEI CONFRONTI DEI CARICHI ORIZZONTALI

opera BA14

coefficienti parziali			A		M		R
Metodo di calcolo			permanenti $\gamma_G$	variabili $\gamma_Q$	$\gamma_{\varphi}$	$\gamma_{cu}$	$\gamma_r$
S.U.	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1.00	1.30	1.00	1.00	1.60
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.30
	SISMA	<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30
DM88			<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista			<input checked="" type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.30



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
$\xi_3$	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
$\xi_4$	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

strati terreno	descrizione	quote (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma'$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\varphi$ (°)	Parametri medi		Parametri minimi		
						$k_p$	$c_u$ (kPa)	$\varphi$ (°)	$k_p$	$c_u$ (kPa)
p.c.=strato 1	Rilevato	100.00	20	10	38	4.20		38	4.20	
strato 2	bc3	60.00	19.5	9.5	26	2.56		26	2.56	
strato 3										
strato 4										
strato 5										
strato 6										

Quota falda 88 (m)  
 Diametro del palo D 0.60 (m)  
 Lunghezza del palo L 11.00 (m)  
 Momento di plasticizzazione palo  $M_y$  395.54 (kNm)  
 Step di calcolo 0.01 (m)

palo impedito di ruotare  
 palo libero

Calcolo  
(ctrl+r)

	<u>H medio</u>		<u>H minimo</u>	
Palo lungo	298.1 (kN)		298.1 (kN)	
Palo corto	2391.1 (kN)		2391.1 (kN)	
	$H_{med}$ 298.1 (kN)	Palo lungo	$H_{min}$ 298.1 (kN)	Palo lungo
	$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3 ; R_{min}/\xi_4)$		175.38 (kN)	
	$H_d = H_k/\gamma_r$		134.91 (kN)	
Carico Assiale Permanente (G):	G =	95.5 (kN)		
Carico Assiale variabile (Q):	Q =			
	$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q =$	95.50 (kN)		
	$FS = H_d / F_d =$	1.41		

**Calcolo del momento di plasticizzazione di una sezione circolare**

Diametro = 600 (mm)

Raggio = 300 (mm)

Sforzo Normale = (kN)

**Caratteristiche dei Materiali**

calcestruzzo

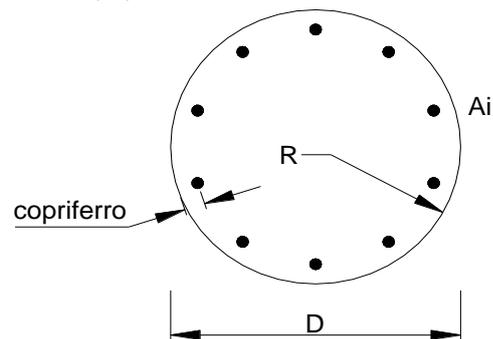
Rck = 30 (Mpa)

fck = 25 (Mpa)

$\gamma_c$  = 1.5

$\alpha_{cc}$  = 0.85

$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 14.17$  (Mpa)



**Acciaio**

tipo di acciaio

fyk = 450 (Mpa)

$\gamma_s$  = 1.15

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s / \gamma_E = 391.3$  (Mpa)

Es = 206000 (Mpa)

$\epsilon_{ys}$  = 0.190%

$\epsilon_{uk}$  = 10.000%

**Armature**

numero	diametro (mm)	area (mm <sup>2</sup> )	copriferro (mm)
16	$\phi$ 20	5026.55	60
	$\phi$	0.00	
	$\phi$	0.00	

calcolo

**Momento di Plasticizzazione**

My = 395.5 (kN m)

Inserisci

## 20. SEZIONE DI CALCOLO N. 11 – BA26-28

La sezione è identificativa delle barriere BA-26-28, i carichi massimi trasmessi alle fondazioni fanno riferimento ad una barriera del tipo H10

Le barriere si sviluppano lungo tratti in trincea.

La stratigrafia già riportata al capitolo 4 è riassunta di seguito.

BA26-28							
STRATO	SPESSORE [m]	DESCRIZIONE	$\gamma$	$\varphi$	$c'$	$c_u$	$E$
			[kN/m <sup>3</sup> ]		[kPa]	[kPa]	[Mpa]
1	1	b2	19	23	5	100	150
2	>15	bc2	19.5	32	-	-	200

$z_w$  5.0 m da p.c.

### 20.1 DETERMINAZIONE DELLE SOLLECITAZIONI LUNGO IL PALO

Le sollecitazioni sono state determinate a partire dalle ipotesi assunte nel capitolo 7. Di seguito di riportano in forma tabellare le sollecitazioni massime ottenute per ciascuna combinazione di carico.

	N	V_max	M_Max
	[kN]	[kN]	[kN*m]
SLU A2	-293.878	125.85	553.75
SLU A1	-227.816	108.44	477.14
SLE rara	-263.835	57.08	311.78
SLE freq	-258.575	28.54	163.01

## 20.2 VERIFICHE STRUTTURALI

### 20.2.1 VERIFICA A PRESSOFLESSIONE SEZIONE IN C.A.

Verifica C.A. S.L.U. - File: BA26-28 SLU

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: DM 1996 ?

Titolo :

Sezione circolare cava

Raggio esterno: 300 [mm]  
Raggio interno: 0 [mm]  
N° barre uguali: 0  
Diametro barre: 0 [mm]  
Copriferro (baric.): 0 [mm]

N° barre: 20 Zoom

N°	As [mm²]	x [mm]	y [mm]
1	452	0	240
2	452	74.16	228.25
3	452	141.07	194.16
4	452	194.16	141.07
5	452	228.25	74.16
6	452	240	0

Tipologia sezione:  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

P.to applicazione N:  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[mm] xN: 0 yN: 0

Tipologia rottura:  
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo:  
 S.L.U. +  S.L.U. -  
 Metodo n

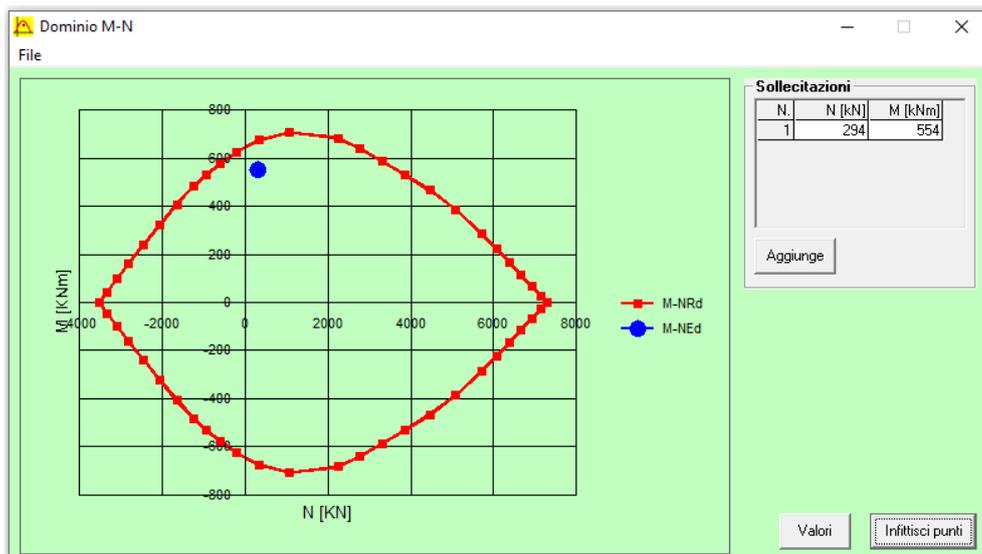
Tipologia flessione:  
 Retta  Deviata

Vertici: 50 N° rett.: 100  
Calcola MRd Dominio M-N  
L<sub>o</sub>: 0 mm Col. modello  
 Precompresso

Materiali: B450C C25/30

$\epsilon_{su}$ : 10 ‰	$\epsilon_{c2}$ : 2 ‰	$\sigma_c$ : -13.28 N/mm²
$f_{yd}$ : 391.3 N/mm²	$\epsilon_{cu}$ : 3.5 ‰	$\sigma_s$ : 391.3 N/mm²
$E_s$ : 200,000 N/mm²	$f_{cd}$ : 13.28	$\epsilon_c$ : 3.5 ‰
$E_s/E_c$ : 15	$f_{cc}/f_{cd}$ : 0.8	$\epsilon_s$ : 4.71 ‰
$\epsilon_{syd}$ : 1.957 ‰	$\sigma_{c,adm}$ : 9.75	d: 540 mm
$\sigma_{s,adm}$ : 255 N/mm²	$\tau_{co}$ : 0.6	x: 230.2 x/d: 0.4263
$\tau_{c1}$ : 1.829		$\delta$ : 0.9729

M<sub>xRd</sub>: 672.3 kNm



## 20.2.2 VERIFICA A TAGLIO

### Verifica a taglio per sezioni circolari armate a taglio (D.M. 14/01/2008)

classe cls	$R_{ck}$	30	N/mm <sup>2</sup>
resist. Caratteristica cilindrica	$f_{ck}$	25	N/mm <sup>2</sup>
	$f_{cd}$	14	N/mm <sup>2</sup>
	diametro	$\Phi$	600
Area sezione	A	282743	mm <sup>2</sup>
copriferro	c	60	mm
Area sezione rettangolare equivalente	$A_{eq}$	228911	mm <sup>2</sup>
altezza utile equivalente	d	453	mm
larghezza equivalente	$b_w$	506	mm
altezza equivalente	$h_{eq}$	559.2692	mm
sforzo assiale dovuto ai carichi o precompressione	$N$	0	N
	$\sigma_{cp}$	0.000	N/mm <sup>2</sup>
	$\alpha_{cp}$	1.00	

Acciaio	$f_{yk}$	450	N/mm <sup>2</sup>
B450C	$f_{yd}$	391	N/mm <sup>2</sup>
diametro staffe (spille)	$\varnothing_w$	16	mm
Area staffa (spilla)	$A_{\varnothing_w}$	201	mm <sup>2</sup>
0.9 d	z	408	mm
passo spirale	$s_w$	200	mm
n° bracci		2	
angolo di inclinazione biella compressa	$\theta$	45.0	°
deve essere compreso tra 1 e 2.5	$\cot(\theta)$	1.00	
angolo di inclinazione armatura rispetto asse palo	$\alpha$	90	°
	$\cot(\alpha)$	0.00	
	$A_{s_w} / s_w$	2.011	mm <sup>2</sup> /mm

Taglio resistente per "taglio trazione"	$V_{Rsd}$	321	kN
Taglio resistente per "taglio compressione"	$V_{Rcd}$	727	kN

taglio sollecitante	$V_{Ed}$	126	kN
fattore di sicurezza per GR (par. 7.9.5.2.2)	$\gamma_{Rd}$	1	
taglio resistente	$V_{Rd}$	321	kN

### 20.2.3 VERIFICA A FESSURAZIONE

Verifica C.A. S.L.U. - File: BA26-28 SLE

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: DM 1996 ?

Titolo :

**Sezione circolare cava**

Raggio esterno: 300 [mm]  
Raggio interno: 0 [mm]  
N° barre uguali: 0  
Diametro barre: 0 [mm]  
Copriferro (baric.): 0 [mm]

N° barre: 20 Zoom

N°	As [mm²]	x [mm]	y [mm]
1	452	0	240
2	452	74.16	228.25
3	452	141.07	194.16
4	452	194.16	141.07
5	452	228.25	74.16
6	452	240	0

**Tipologia Sezione**

Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

**Sollecitazioni**

S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub>: 0 259 kN  
M<sub>xEd</sub>: 0 163 kNm  
M<sub>yEd</sub>: 0 0

**P.to applicazione N**

Centro  Baricentro cls  
 Coord.[mm] xN: 0 yN: 0

**Metodo di calcolo**

S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

**Materiali**

B450C C25/30

E<sub>su</sub>: 10 ‰ E<sub>c2</sub>: 2 ‰  
f<sub>yd</sub>: 391.3 N/mm² E<sub>cu</sub>: 3.5 ‰  
E<sub>s</sub>: 200,000 N/mm² f<sub>cd</sub>: 13.28 ‰  
E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>: 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub>: 0.8  
E<sub>syd</sub>: 1.957 ‰ σ<sub>c,adm</sub>: 9.75 ‰  
σ<sub>s,adm</sub>: 255 N/mm² τ<sub>co</sub>: 0.6  
τ<sub>c1</sub>: 1.829

σ<sub>c</sub>: -6.749 N/mm²  
σ<sub>s</sub>: 99.69 N/mm²  
ε<sub>s</sub>: 0.4984 ‰  
d: 540 mm  
x: 272.1 mm x/d: 0.5039  
δ: 1

Vertici: 50  
Verifica  
N° iterazioni: 3  
 Precompresso

	INPUT	OUTPUT
Rck	30 Mpa	diff. def. armature-cls
D	600 mm	ε <sub>sm</sub> -ε <sub>cm</sub> 3.06E-04
diametro palo		distanza max fessure
copriferro 1° strato	c <sub>1</sub> 72 mm	s <sub>r, max</sub> 2.75E+02 mm
diametro barre 1° strato	φ <sub>1</sub> 24 mm	ampiezza fessure:
numero barre 1° strato	n <sub>1</sub> 20	wk 0.084 mm
copriferro 2° strato (baricentro barre)	C <sub>2</sub> mm	LIMITE 0.30 mm
diametro barre 2° strato	φ <sub>2</sub> mm	Sez. verificata
numero barre 2° strato	n <sub>2</sub> mm	
distanza lembo compresso-lembo teso della sezione	d 528 mm	
	b <sub>eff</sub> 71.6 mm	
posizione asse neutro da lembo compresso	x 272.1 mm	
Tensione massima barre 1° strato	σ <sub>s,max1</sub> 99.69 Mpa	
Tensione massima barre 2° strato	σ <sub>s,max2</sub> Mpa	
altezza efficace	h <sub>c,eff</sub> 109.3 mm	
area efficace relativamente ad una singola barre	A <sub>c,eff</sub> 7829 mm²	
percentuale di armatura relativa a A <sub>c,eff</sub>	ρ <sub>p,eff</sub> 0.058	
(0.6 carichi brevi; 0.4 lunga durata)	kt 0.6	
(0.8 barre ad. migliorata; 1.6 lisce)	k1 0.8	
(0.5 per flessione; 1 trazione)	k2 0.5	
	k3 3.4	
	k4 0.425	

### 20.3 VERIFICA A DEFORMABILITÀ

Secondo quanto illustrato al paragrafo 8.1.5 la deformazione attesa in sommità alla barriera è pari a 32.1 mm, a questa va sommato lo spostamento ottenuto dalla deformazione del cordolo nella combinazione frequente:

Spostamenti, Rotazioni, Pressione				
nodo	z	y(z)	$\alpha(z)$	p(z)
	quota (m)	(mm)	(rad)	(kPa)
1	0.00	-2.40	-0.00187	-1.60

Lo spostamento e rotazione in testa al palo corrisponde a uno spostamento in testa alla barriera di 17.75 mm valutato come:

$$y_{\text{testa\_barriera}} = y + H \tan(\alpha) = 2.40 + 8210 \cdot \tan(0.00133) = 17.75 \text{ mm}$$

$$y_{\text{tot}} = 17.75 + 32.1 = 49.85 < f_{\text{max}} = 54.73 \text{ mm}$$

scala grafico

strati terreno	descrizione	quote (m)	$k_h$ (kN/m <sup>3</sup> )	$n_h$ (kN/m <sup>3</sup> )
p.c.=strato 1		0.00	58333	
strato 2	b2	-1.00	58333	8000
strato 3	bc2	-10.00		10000
strato 4				
strato 5				
strato 6				

Diametro del palo	0.6 (m)
J palo	0.00636 (m <sup>4</sup> )
Lunghezza del palo	10 (m)
Forza orizzontale in testa	28.5 (kN)
Momento in testa	163 (kNm)
E cls	31447 (Mpa)
dimensione elementi	0.2 (m)

palo impedito di ruotare  
 palo impedito di traslare  
 palo libero

$M_0 = \alpha_m \cdot H$	163 (kNm)
$\alpha_m$	5.72 (m)

## 20.4 VERIFICHE GEOTECNICHE

### 20.4.1 VERIFICA A PORTANZA

**CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DI UN PALO TRIVELLATO DI GRANDE DIAMETRO**  
ai sensi del D.M. 14/01/2008 - Approccio 2 (A1+M1+R3)  
OPERA: BA26-BA28

Diametro del palo (D): 0.6 (m)  
Quota testa palo dal p.c. (z<sub>p</sub>): 0 (m)  
Area del palo (A<sub>p</sub>): 0.283 (m<sup>2</sup>)  
quota della falda dal p.c. (z<sub>w</sub>): 5 (m)

**CARICO ASSIALE DI COMPRESIONE SUL SINGOLO PALO:**  
§6.4.3.1 D.M. 14/01/2008  
Approccio 2: (A1+M1+R3)

Carico assiale di compressione di progetto

N <sub>d</sub> (SLU)	294 (kN)
N <sub>d</sub> (SLV)	(kN)
N <sub>d</sub> (SLE)	(kN)
N <sub>d</sub> (SLD)	(kN)

**CARICO ASSIALE DI TRAZIONE SUL SINGOLO PALO:**  
§6.4.3.1 D.M. 14/01/2008  
Approccio 2: (A1+M1+R3)

Carico assiale di trazione di progetto

N <sub>d</sub> (SLU)	(kN)
N <sub>d</sub> (SLV)	(kN)

Numero di strati: 2

**CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI**

Strato	Stratigrafia			Spess.	Tipo di terreno	Parametri del terreno									
	da	a	a			γ	c'	φ'	c <sub>u</sub>	α	a	τ <sub>lim</sub>	N <sub>d</sub>	q <sub>b, max</sub>	k <sub>comp</sub>
(-)	(m)	(m)	(m)	(kN/m <sup>3</sup> )	(kPa)	(°)	(kPa)	(-)	(-)	(kPa)	(-)	(kPa)	(-)	(-)	(-)
1	0.00	1.00	1.00	19	b2	5	23	100	0.4		100	17	4300	0.6	0.5
2	1.00	60.00	59.00	19.5	bc2		32				150	25	5800		

**Fattori di correlazione per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate**

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	≥10
ξ <sub>3</sub>	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
ξ <sub>4</sub>	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

n°1 verticale:  Peso del palo depurato W<sub>p,dep</sub>:

Lunghezza del palo (L <sub>p</sub> )	10 (m)
Peso del palo depurato W <sub>p,dep</sub>	16 (kN)
Peso palo alleggerito W <sub>p,all</sub>	57 (kN)
Profondità punta palo:	10 (m)

**CAPACITA' PORTANTE CARATTERISTICA**

Resistenza alla base:	R <sub>b</sub> = 1023 (kN)
Resistenza laterale a compressione:	R <sub>l,comp</sub> = 610 (kN)
Resistenza laterale a trazione:	R <sub>l,traz</sub> = 509 (kN)
Resistenza totale a compressione:	R <sub>t</sub> = R <sub>b</sub> + R <sub>l,comp</sub> = 1633 (kN)
Resistenza totale a trazione:	R <sub>t</sub> = R <sub>b</sub> + R <sub>l,traz</sub> = 509 (kN)

**CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO**  
Approccio 2: (A1+M1+R3)\_§6.4.3.1 D.M. 14/01/2008

Resistenza alla base:	R <sub>b,c</sub> = 446 (kN)
Resistenza laterale a compressione:	R <sub>l,c</sub> = 312 (kN)
Resistenza totale a compressione:	R <sub>t,c</sub> = R <sub>b,c</sub> + R <sub>l,c</sub> - W <sub>p,c</sub> = 742 (kN)

**CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO A TRAZIONE**  
Approccio 2: (A1+M1+R3)\_§6.4.3.1 D.M. 14/01/2008

Resistenza totale a trazione:	R <sub>t,t</sub> = R <sub>b,t</sub> + W <sub>p,t</sub> = -296 (kN)
-------------------------------	--

**VERIFICA A COMPRESIONE**

	N <sub>d,c</sub> (kN)	R <sub>d,c</sub> (kN)	FS (-)
SLU - (A1+M1+R3)	294	742	2.52
SLV - (EQK+M1+R3)			-

R<sub>d,c</sub>/N<sub>d,c</sub> ≥ 1

	N <sub>c</sub> (kN)	R <sub>d,c</sub> (kN)	FS (-)
SLE			-
SLD			-

R<sub>d,c</sub>/N<sub>c</sub> ≥ 1.25

**VERIFICA A TRAZIONE**

	N <sub>d,t</sub> (kN)	R <sub>d,t</sub> (kN)	FS (-)
SLU - (A1+M1+R3)			-
SLV - (EQK+M1+R3)			-

R<sub>d,t</sub>/N<sub>d,t</sub> ≥ 1

Barriere antirumore – Relazione di calcolo  
Fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	OC0000 001	A	138 di 194

DIAGRAMMI CAPACITA' PORTANTE A FORZE ASSIALI DI COMPRESIONE

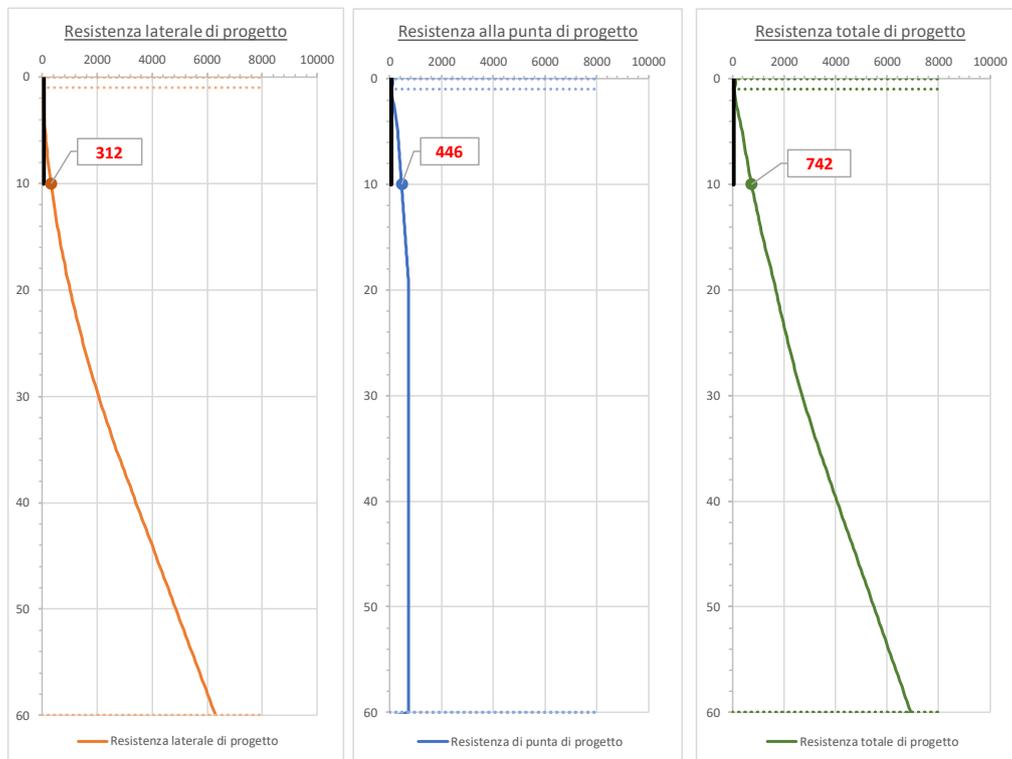
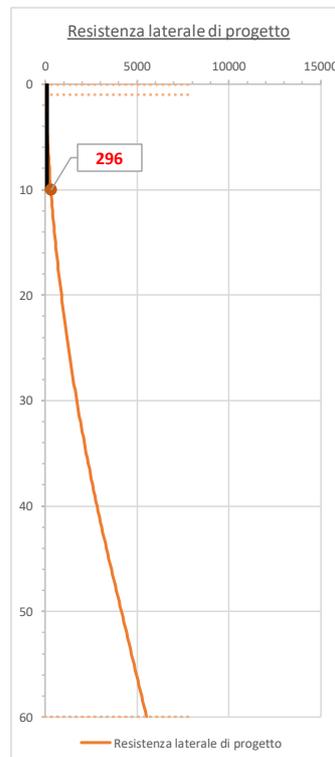


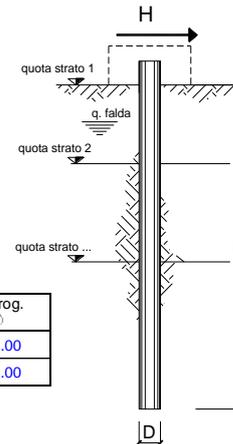
DIAGRAMMA CAPACITA' PORTANTE A FORZE ASSIALI DI TRAZIONE



## 20.4.2 VERIFICA NEI CONFRONTI DEI CARICHI ORIZZONTALI

opera **BA26-28**

coefficienti parziali			A		M		R
Metodo di calcolo			permanenti $\gamma_G$	variabili $\gamma_Q$	$\gamma_{eff}$	$\gamma_{cu}$	$\gamma_T$
SU	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1.00	1.30	1.00	1.00	1.60
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.30
	SISMA	<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30
DM88		<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista		<input checked="" type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30



n	1	2	3	4	5	7	$\geq 10$	T.A.	prog.
$\xi_3$	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
$\xi_4$	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

strati terreno	descrizione	quote (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma'$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\varphi$ (°)	Parametri medi		Parametri minimi		
						$k_p$	$c_u$ (kPa)	$\varphi$ (°)	$k_p$	$c_u$ (kPa)
p.c.=strato 1	b2	100.00	19	9	23	2.28		23	2.28	
<input checked="" type="checkbox"/> strato 2	bc2	99.00	19.5	9.5	32	3.25	100	32	3.25	100
<input checked="" type="checkbox"/> strato 3	bc2	60.00	19.5	9.5	32	3.25	100	32	3.25	100
<input type="checkbox"/> strato 4										
<input type="checkbox"/> strato 5										
<input type="checkbox"/> strato 6										

Quota falda **95** (m)  
 Diametro del palo **D** **0.60** (m)  
 Lunghezza del palo **L** **10.00** (m)  
 Momento di plasticizzazione palo **My** **654.21** (kNm)  
 Step di calcolo **0.01** (m)

- palo impedito di ruotare  
 palo libero

**Calcolo**  
(ctrl+I)

	<b>H medio</b>		<b>H minimo</b>	
Palo lungo	484.5 (kN)		484.5 (kN)	
Palo corto	1772.4 (kN)		1772.4 (kN)	
	<b>H<sub>med</sub> 484.5 (kN)</b>	<b>Palo lungo</b>	<b>H<sub>min</sub> 484.5 (kN)</b>	<b>Palo lungo</b>
	<b>H<sub>k</sub> = Min(H<sub>med</sub>/ξ<sub>3</sub> ; R<sub>min</sub>/ξ<sub>4</sub>)</b>		285.02 (kN)	
	<b>H<sub>d</sub> = H<sub>k</sub>/γ<sub>T</sub></b>		<b>219.25 (kN)</b>	
	Carico Assiale Permanente (G):	G =	126 (kN)	
	Carico Assiale variabile (Q):	Q =	(kN)	
	<b>F<sub>d</sub> = G · γ<sub>G</sub> + Q · γ<sub>Q</sub> =</b>		<b>126.00 (kN)</b>	
	<b>FS = H<sub>d</sub> / F<sub>d</sub> =</b>		<b>1.74</b>	

**Calcolo del momento di plasticizzazione di una sezione circolare**

Diametro = 600 (mm)

Raggio = 300 (mm)

Sforzo Normale = (kN)

**Caratteristiche dei Materiali**

calcestruzzo

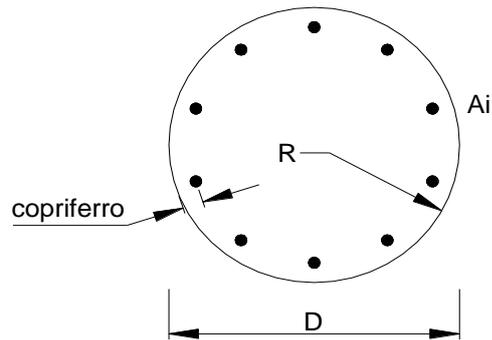
Rck = 30 (Mpa)

fck = 25 (Mpa)

$\gamma_c$  = 1.5

$\alpha_{cc}$  = 0.85

$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 14.17$  (Mpa)



**Acciaio**

tipo di acciaio

$f_{yk}$  = 450 (Mpa)

$\gamma_s$  = 1.15

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s / \gamma_E = 391.3$  (Mpa)

$E_s$  = 206000 (Mpa)

$\epsilon_{ys}$  = 0.190%

$\epsilon_{uk}$  = 10.000%

**Armature**

numero	diametro (mm)	area (mm <sup>2</sup> )	copriferro (mm)
20	$\phi$ 24	9047.79	60
	$\phi$	0.00	
	$\phi$	0.00	

calcolo

**Momento di Plasticizzazione**

$M_y = 654.2$  (kN m)

Inserisci

## 21. SEZIONE DI CALCOLO N. 12 – BA29 – BA30 – BA31 – BA32

La sezione è identificativa delle barriere BA 29 - BA-30 – BA31 – BA32, i carichi massimi trasmessi alle fondazioni fanno riferimento ad una barriera del tipo H7

La stratigrafia già riportata al capitolo 4 è riassunta di seguito.

STRATO	SPESSORE [m]	DESCRIZIONE	BA30 – BA31 – BA32				
			$\gamma$	$\varphi$	$c'$	$c_u$	$E$
			[kN/m <sup>3</sup> ]		[kPa]	[kPa]	[Mpa]
1	1	Riporto antropico	20	35	-	-	35
2	1	b2	19	23	5	100	150
3	4	bc3	19.5	26	10	100	120
4	>10	bc2	19.5	32	-	-	200

$z_w$  5.0 m da p.c.

### 21.1 DETERMINAZIONE DELLE SOLLECITAZIONI LUNGO IL PALO

Le sollecitazioni sono state determinate a partire dalle ipotesi assunte nel capitolo 7. Di seguito di riportano in forma tabellare le sollecitazioni massime ottenute per ciascuna combinazione di carico.

	N	V_max	M_Max
	[kN]	[kN]	[kN*m]
SLU A2	-252.506	95.5	377.88
SLU A1	-195.944	82.1	324.88
SLE rara	-232.387	47.7	226.82
SLE freq	-227.135	23.8	122.6

## 21.2 VERIFICHE STRUTTURALI

### 21.2.1 VERIFICA A PRESSOFLESSIONE SEZIONE IN C.A.

Verifica C.A. S.L.U. - File: BA30-31-32 SLU

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: DM 1996 ?

Titolo :

Sezione circolare cava

Raggio esterno: 300 [mm]  
Raggio interno: 0 [mm]  
N° barre uguali: 0  
Diametro barre: 0 [mm]  
Copriferro (baric.): 0 [mm]

N° barre: 16 Zoom

N°	As [mm²]	x [mm]	y [mm]
1	314	0	230
2	314	80.36	212.49
3	314	148.49	162.63
4	314	194.01	88.02
5	314	210	0
6	314	194.01	-88.02

P.to applicazione N  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord. [mm] xN: 0 yN: 0

Tipo rottura  
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo  
 S.L.U. +  S.L.U. -  Metodo n

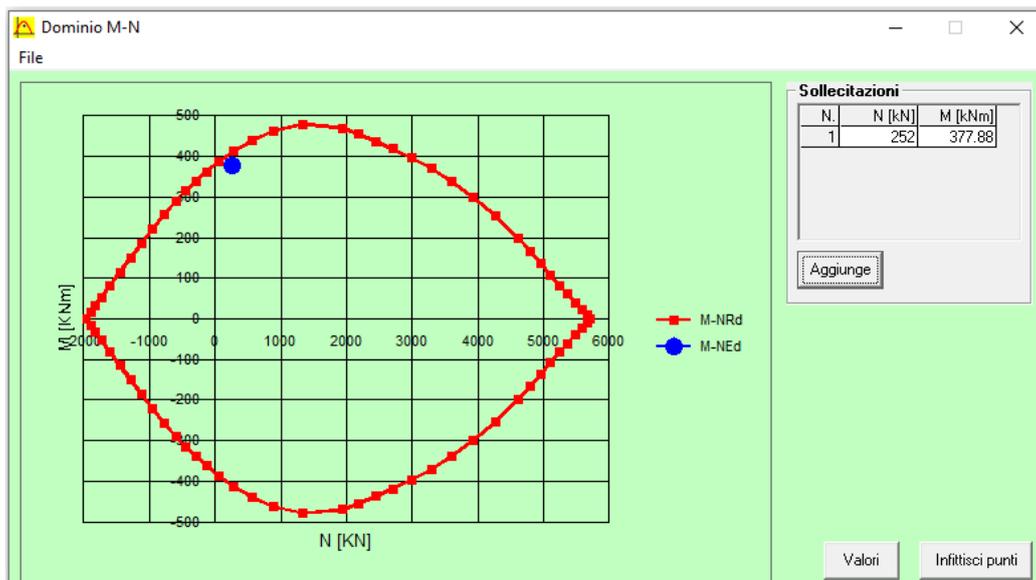
Tipo flessione  
 Retta  Deviata

Vertici: 50 N° rett.: 100  
Calcola MRd Dominio M-N  
L<sub>o</sub>: 0 mm Col. modello  
 Precompresso

Materiali

Proprietà	B450C	C25/30
E <sub>su</sub>	10 ‰	2 ‰
f <sub>yd</sub>	391.3 N/mm²	3.5
E <sub>s</sub>	200,000 N/mm²	f <sub>cd</sub> 13.28
E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub>	15	f <sub>cc</sub> /f <sub>cd</sub> 0.8
E <sub>syd</sub>	1.957 ‰	σ <sub>c,adm</sub> 9.75
σ <sub>s,adm</sub>	255 N/mm²	τ <sub>co</sub> 0.6
		τ <sub>c1</sub> 1.829

M<sub>xRd</sub>: 410.6 kN m  
σ<sub>c</sub>: -13.28 N/mm²  
σ<sub>s</sub>: 391.3 N/mm²  
ε<sub>c</sub>: 3.5 ‰  
ε<sub>s</sub>: 5.662 ‰  
d: 530 mm  
x: 202.5 x/d: 0.382  
δ: 0.9175



## 21.2.2 VERIFICA A TAGLIO

### Verifica a taglio per sezioni circolari armate a taglio (D.M. 14/01/2008)

classe cls	$R_{ck}$	30	$N/mm^2$
resist. Caratteristica cilindrica	$f_{ck}$	25	$N/mm^2$
	$f_{cd}$	14	$N/mm^2$
diametro	$\Phi$	600	mm
Area sezione	A	282743	$mm^2$
copriferro	c	60	mm
Area sezione rettangolare equivalente	$A_{eq}$	228911	$mm^2$
altezza utile equivalente	d	453	mm
larghezza equivalente	$b_w$	506	mm
altezza equivalente	$h_{eq}$	559.2692	mm
sforzo assiale dovuto ai carichi o precompressione	N	0	N
	$\sigma_{cp}$	0.000	$N/mm^2$
	$\alpha_{cp}$	1.00	

Acciaio	$f_{yk}$	450	$N/mm^2$
B450C	$f_{yd}$	391	$N/mm^2$
diametro staffe (spille)	$\varnothing_w$	16	mm
Area staffa (spilla)	$A_{\varnothing_w}$	201	$mm^2$
0.9 d	z	408	mm
passo spirale	$s_w$	200	mm
	n° bracci	2	
angolo di inclinazione biella compressa	$\theta$	45.0	°
deve essere compreso tra 1 e 2.5	$\cot(\theta)$	1.00	
angolo di inclinazione armatura rispetto asse palo	$\alpha$	90	°
	$\cot(\alpha)$	0.00	
	$As_w / s_w$	2.011	$mm^2/mm$

Taglio resistente per "taglio trazione"	$V_{Rsd}$	321	kN
Taglio resistente per "taglio compressione"	$V_{Rcd}$	727	kN

taglio sollecitante	$V_{Ed}$	96	kN
fattore di sicurezza per GR (par. 7.9.5.2.2)	$\gamma_{Rd}$	1	
taglio resistente	$V_{Rd}$	321	kN

$$V_{Ed} < V_{Rd}$$

verifica

### 21.2.3 VERIFICA A FESSURAZIONE

Verifica C.A. S.L.U. - File: BA30-31-32 SLE

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: DM 1996 ?

Titolo : \_\_\_\_\_

Sezione circolare cava

Raggio esterno: 300 [mm]  
Raggio interno: 0 [mm]  
N° barre uguali: 0  
Diametro barre: 0 [mm]  
Copriferro (baric.): 0 [mm]

N° barre: 16 Zoom

N°	As [mm²]	x [mm]	y [mm]
1	314	0	230
2	314	80.36	212.49
3	314	148.49	162.63
4	314	194.01	88.02
5	314	210	0
6	314	194.01	-88.02

P.to applicazione N

Centro  Baricentro cls

Coord. [mm] xN: 0 yN: 0

Metodo di calcolo

S.L.U.+  S.L.U.-  Metodo n

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub>: 0 227 kN  
M<sub>xEd</sub>: 0 122.6 kNm  
M<sub>yEd</sub>: 0 0

Materiali

B450C C25/30

ε<sub>su</sub>: 10 ‰ ε<sub>c2</sub>: 2 ‰  
f<sub>yd</sub>: 391.3 N/mm² ε<sub>cu</sub>: 3.5 ‰  
E<sub>s</sub>: 200,000 N/mm² f<sub>cd</sub>: 13.28  
E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>: 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub>: 0.8  
ε<sub>syd</sub>: 1.957 ‰ σ<sub>c,adm</sub>: 9.75  
σ<sub>s,adm</sub>: 255 N/mm² τ<sub>co</sub>: 0.6  
τ<sub>c1</sub>: 1.829

σ<sub>c</sub>: -7.172 N/mm²  
σ<sub>s</sub>: 120.2 N/mm²  
ε<sub>s</sub>: 0.6009 ‰  
d: 530 mm  
x: 250.3 x/d: 0.4724  
δ: 1

Vertici: 50  
Verifica  
N° iterazioni: 4  
 Precompresso

	INPUT	
Rck	30	Mpa
D	600	mm
diametro palo		
C <sub>1</sub>	70	mm
copriferro 1° strato		
φ <sub>1</sub>	20	mm
diametro barre 1° strato		
n <sub>1</sub>	16	
numero barre 1° strato		
C <sub>2</sub>		mm
copriferro 2° strato (baricentro barre)		
φ <sub>2</sub>		mm
diametro barre 2° strato		
n <sub>2</sub>		
numero barre 2° strato		
d	530	mm
distanza lembo compresso-lembo teso della sezione		
b <sub>eff</sub>	90.3	mm
posizione asse neutro da lembo compresso		
x	228.7	mm
Tensione massima barre 1° strato	σ <sub>s,max1</sub>	120.2 Mpa
Tensione massima barre 2° strato	σ <sub>s,max2</sub>	Mpa
altezza efficace	h <sub>c,eff</sub>	123.8 mm
area efficace relativamente ad una singola barre	A <sub>c,eff</sub>	11179 mm²
percentuale di armatura relativa a A <sub>c,eff</sub>	ρ <sub>p,eff</sub>	0.028
(0.6 carichi brevi; 0.4 lunga durata)	kt	0.6
(0.8 barre ad. migliorata; 1.6 liscie)	k1	0.8
(0.5 per flessione; 1 trazione)	k2	0.5
	k3	3.4
	k4	0.425

OUTPUT
diff. def. armature-cls
ε <sub>sm</sub> - ε <sub>cm</sub> 3.50E-04
distanza max fessure
s <sub>r,max</sub> 3.25E+02 mm
ampiezza fessure:
<b>wk 0.114 mm</b>
LIMITE 0.30 mm
Sez. verificata

### 21.3 VERIFICA A DEFORMABILITÀ

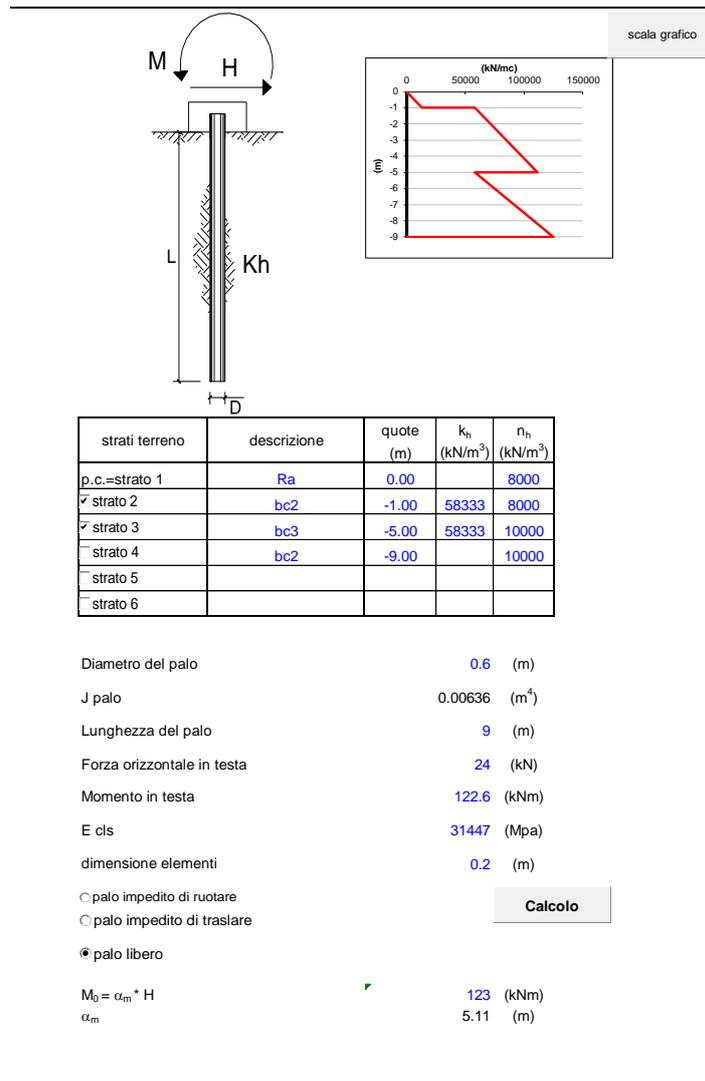
Secondo quanto illustrato al paragrafo 8.1.5 la deformazione attesa in sommità alla barriera è pari a 19.8 mm, a questa va sommato lo spostamento ottenuto dalla deformazione del cordolo nella combinazione frequente:

Spostamenti, Rotazioni, Pressione				
nodo	z	y(z)	$\alpha(z)$	p(z)
	quota (m)	(mm)	(rad)	(kPa)
1	0.00	-1.46	-0.00127	-0.97

Lo spostamento e rotazione in testa al palo corrisponde a uno spostamento in testa alla barriera di 10.64 mm valutato come:

$$y_{\text{testa\_barriera}} = y + H \tan(\alpha) = 1.46 + 6750 \cdot \tan(0.00127) = 10.03 \text{ mm}$$

$$y_{\text{tot}} = 10.03 + 19.8 = 29.83 < f_{\text{max}} = 45.0 \text{ mm}$$



## 21.4 VERIFICHE GEOTECNICHE

### 21.4.1 VERIFICA A PORTANZA

#### CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DI UN PALO TRIVELLATO DI GRANDE DIAMETRO

ai sensi del D.M. 14/01/2008 - Approccio 2 (A1+M1+R3)

OPERA: BA30 - BA31 - BA32

Diametro del palo (D): 0.6 (m)  
Quota testa palo dal p.c. (z<sub>p</sub>): 0 (m)  
Area del palo (A<sub>p</sub>): 0.283 (m<sup>2</sup>)  
quota della falda dal p.c. (z<sub>w</sub>): 5 (m)

#### CARICO ASSIALE DI COMPRESSIONE SUL SINGOLO PALO:

§6.4.3.1 D.M. 14/01/2008

Approccio 2: (A1+M1+R3)

Carico assiale di compressione di progetto

N <sub>d</sub> (SLU)	253	(kN)
N <sub>d</sub> (SLV)		(kN)
N <sub>d</sub> (SLE)		(kN)
N <sub>d</sub> (SLD)		(kN)

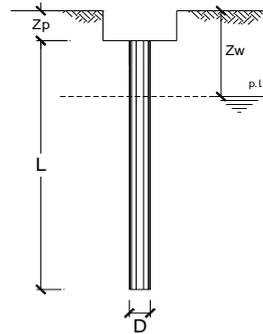
#### CARICO ASSIALE DI TRAZIONE SUL SINGOLO PALO:

§6.4.3.1 D.M. 14/01/2008

Approccio 2: (A1+M1+R3)

Carico assiale di trazione di progetto

N <sub>d</sub> (SLU)		(kN)
N <sub>d</sub> (SLV)		(kN)



Numero di strati 4

#### CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Strato	Stratigrafia		Spess.	Tipo di terreno	Parametri del terreno						τ <sub>lim</sub>	N <sub>q</sub>	q <sub>b, max</sub>	k <sub>compr</sub>	k <sub>traz</sub>
	da	a			γ	c'	φ'	c <sub>u</sub>	α	a					
(-)	(m)	(m)	(m)		(kN/m <sup>3</sup> )	(kPa)	(°)	(kPa)	(-)	(-)	(kPa)	(-)	(kPa)	(-)	(-)
1	0.00	1.00	1.00	RA	20		35				150	25	5800	0.6	0.5
2	1.00	2.00	1.00	b2	19	5	23	100	0.4		100	17	4300		
3	2.00	6.00	4.00	bc3	19.5	10	26	100	0.4		100	17	4300		
4	6.00	60.00	54.00	bc2	19.5		32				150	25	5800		

Fattori di correlazione per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	>= 10
ξ <sub>3</sub>	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
ξ <sub>4</sub>	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

n°1 verticale Peso del palo depurato W<sub>p, dep</sub>

Lunghezza del palo (L <sub>p</sub> )	9	(m)
Peso del palo depurato W <sub>p, dep</sub>	14	(kN)
Peso palo alleggerito W <sub>p, all</sub>	52	(kN)
Profondità punta palo:	9	(m)

Strato	Spess. Strati_palo	F <sub>SL, compr</sub>	F <sub>SL, traz</sub>	F <sub>SB</sub>
(-)	(m)	ξ <sub>3</sub> *γ <sub>s</sub>	ξ <sub>3</sub> *γ <sub>s</sub>	ξ <sub>3</sub> *γ <sub>b</sub>
1	1.00	2.0	2.1	2.3

F<sub>SL, compr</sub>: Fattore di sicurezza per resistenza laterale - compressione

F<sub>SL, traz</sub>: Fattore di sicurezza per resistenza laterale - trazione

F<sub>SB</sub>: Fattore di sicurezza per resistenza alla base

#### CAPACITA' PORTANTE CARATTERISTICA

Resistenza alla base:	R <sub>b</sub> =	954	(kN)
Resistenza laterale a compressione:	R <sub>s, compr.</sub> =	582	(kN)
Resistenza laterale a trazione:	R <sub>s, traz.</sub> =	539	(kN)

Resistenza totale a compressione:	R <sub>t</sub> = R <sub>b</sub> + R <sub>s, compr.</sub> =	1536	(kN)
Resistenza totale a trazione:	R <sub>t</sub> = R <sub>b</sub> + R <sub>s, traz.</sub> =	539	(kN)

#### CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO

Approccio 2: (A1+M1+R3)\_§6.4.3.1 D.M. 14/01/2008

Resistenza alla base:	R <sub>b, c</sub> =	416	(kN)
Resistenza laterale a compressione:	R <sub>s, c</sub> =	298	(kN)
Resistenza totale a compressione:	R <sub>d, c</sub> = R <sub>b, c</sub> + R <sub>s, c</sub> - W <sub>p</sub> =	699	(kN)

#### CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO A TRAZIONE

Approccio 2: (A1+M1+R3)\_§6.4.3.1 D.M. 14/01/2008

Resistenza totale a trazione:	R <sub>d, t</sub> = R <sub>s, t</sub> + W <sub>p</sub> =	-306	(kN)
-------------------------------	--	------	------

#### VERIFICA A COMPRESSIONE

	N <sub>d, c</sub> (kN)	R <sub>d, c</sub> (kN)	FS (-)
SLU - (A1+M1+R3)	253	699	2.76
SLV - (EQ+M1+R3)			-

R<sub>d, c</sub>/N<sub>d</sub> ≥ 1

#### VERIFICA A TRAZIONE

	N <sub>d, t</sub> (kN)	R <sub>d, t</sub> (kN)	FS (-)
SLU - (A1+M1+R3)			-
SLV - (EQ+M1+R3)			-

R<sub>d, t</sub>/N<sub>d, t</sub> ≥ 1

Barriere antirumore – Relazione di calcolo  
Fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	OC0000 001	A	147 di 194

DIAGRAMMI CAPACITA' PORTANTE A FORZE ASSIALI DI COMPRESIONE

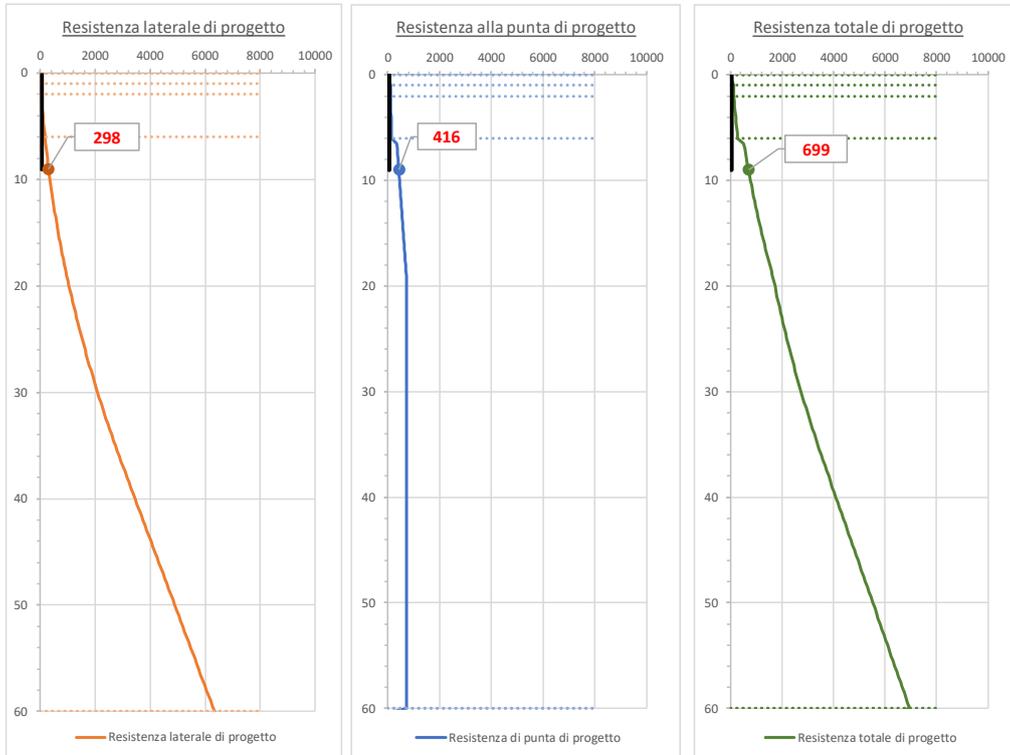
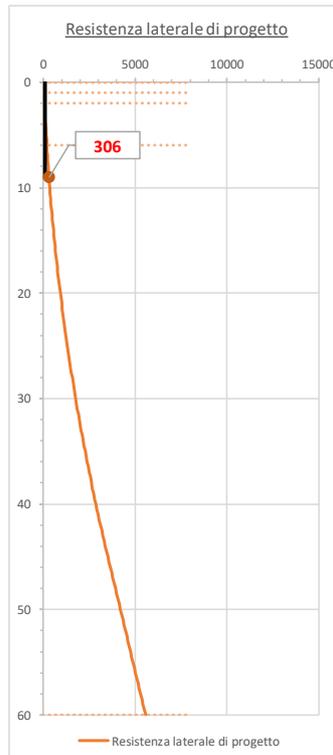


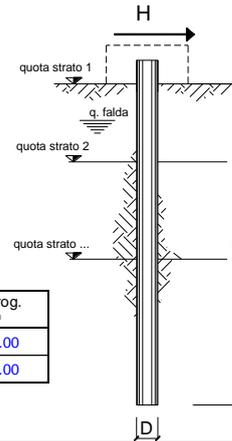
DIAGRAMMA CAPACITA' PORTANTE A FORZE ASSIALI DI TRAZIONE



## 21.4.2 VERIFICA NEI CONFRONTI DEI CARICHI ORIZZONTALI

opera **BA30-BA31-BA32**

coefficienti parziali			A		M		R
Metodo di calcolo			permanenti $\gamma_G$	variabili $\gamma_Q$	$\gamma_{eff}$	$\gamma_{cu}$	$\gamma_r$
SUD	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1.00	1.30	1.00	1.00	1.60
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.30
	SISMA	<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30
DM88		<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista		<input checked="" type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30



n	1	2	3	4	5	7	$\geq 10$	T.A.	prog.
$\xi_3$	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
$\xi_4$	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

strati terreno	descrizione	quote (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma'$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\varphi$ (°)	Parametri medi		Parametri minimi		
						$k_p$	$c_u$ (kPa)	$\varphi$ (°)	$k_p$	$c_u$ (kPa)
p.c.=strato 1	RA	100.00	20	10	35	3.69		35	3.69	
<input checked="" type="checkbox"/> strato 2	b2	99.00	19	9	23	2.28	100	23	2.28	100
<input checked="" type="checkbox"/> strato 3	bc3	98.00	19.5	9.5	26	2.56	100	26	2.56	100
<input checked="" type="checkbox"/> strato 4	bc2	95.00	19.5	9.5	32	3.25		32	3.25	
<input checked="" type="checkbox"/> strato 5		60.00	19.5	9.5	32	3.25		32	3.25	
<input type="checkbox"/> strato 6						1.00			1.00	

Quota falda **95** (m)  
 Diametro del palo **D** **0.60** (m)  
 Lunghezza del palo **L** **9.00** (m)  
 Momento di plasticizzazione palo **My** **395.54** (kNm)  
 Step di calcolo **0.01** (m)

palo impedito di ruotare  
 palo libero

**Calcolo**  
(ctrl+r)

	<b>H medio</b>	<b>344.5</b> (kN)		<b>H minimo</b>	<b>344.5</b> (kN)
Palo lungo					
Palo corto		<b>1672.7</b> (kN)			<b>1672.7</b> (kN)
	<b>H<sub>med</sub></b>	<b>344.5</b> (kN)	<b>Palo lungo</b>	<b>H<sub>min</sub></b>	<b>344.5</b> (kN) <b>Palo lungo</b>
	<b>H<sub>k</sub> = Min(H<sub>med</sub>/ξ<sub>3</sub> ; R<sub>min</sub>/ξ<sub>4</sub>)</b>			<b>202.66</b>	<b>(kN)</b>
	<b>H<sub>d</sub> = H<sub>k</sub>/γ<sub>r</sub></b>			<b>155.89</b>	<b>(kN)</b>
Carico Assiale Permanente (G):	G =	<b>95.5</b>			<b>(kN)</b>
Carico Assiale variabile (Q):	Q =				<b>(kN)</b>
	<b>F<sub>d</sub> = G · γ<sub>G</sub> + Q · γ<sub>Q</sub> =</b>			<b>95.50</b>	<b>(kN)</b>
	<b>FS = H<sub>d</sub> / F<sub>d</sub> =</b>			<b>1.63</b>	

**Calcolo del momento di plasticizzazione di una sezione circolare**

Diametro = 600 (mm)

Raggio = 300 (mm)

Sforzo Normale = (kN)

**Caratteristiche dei Materiali**

calcestruzzo

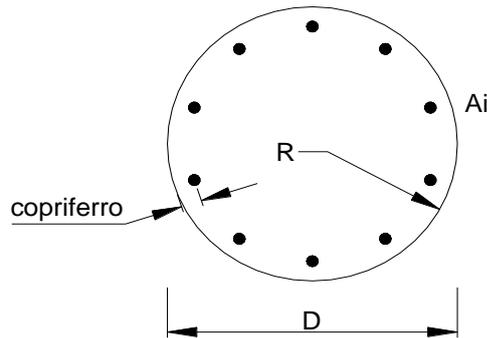
Rck = 30 (Mpa)

fck = 25 (Mpa)

$\gamma_c$  = 1.5

$\alpha_{cc}$  = 0.85

$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 14.17$  (Mpa)



**Acciaio**

tipo di acciaio

fyk = 450 (Mpa)

$\gamma_s$  = 1.15

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s / \gamma_E = 391.3$  (Mpa)

Es = 206000 (Mpa)

$\epsilon_{ys}$  = 0.190%

$\epsilon_{uk}$  = 10.000%

**Armature**

numero	diametro (mm)	area (mm <sup>2</sup> )	copriferrò (mm)
16	φ 20	5026.55	60
	φ	0.00	
	φ	0.00	

calcolo

**Momento di Plasticizzazione**

My = 395.5 (kN m)

Inserisci

## 22. SEZIONE DI CALCOLO N. 13 – BA33

La sezione è identificativa delle barriere BA33, i carichi massimi trasmessi alle fondazioni fanno riferimento ad una barriera del tipo H10

Le barriere si sviluppano lungo tratti in trincea.

La stratigrafia già riportata al capitolo 4 è riassunta di seguito.

BA30 – BA31 – BA32							
STRATO	SPESSORE [m]	DESCRIZIONE	$\gamma$	$\varphi$	$c'$	$c_u$	$E$
			[kN/m <sup>3</sup> ]		[kPa]	[kPa]	[Mpa]
1	1	Riporto antropico	20	35	-	-	35
2	1	b2	19	23	5	100	150
3	4	bc3	19.5	26	10	100	120
4	>10	bc2	19.5	32	-	-	200

$z_w$  5.0 m da p.c.

### 22.1 DETERMINAZIONE DELLE SOLLECITAZIONI LUNGO IL PALO

Le sollecitazioni sono state determinate a partire dalle ipotesi assunte nel capitolo 7. Di seguito di riportano in forma tabellare le sollecitazioni massime ottenute per ciascuna combinazione di carico.

	N	V_max	M_Max
	[kN]	[kN]	[kN*m]
SLU A2	-293.878	125.85	553.75
SLU A1	-227.816	108.44	477.14
SLE rara	-263.835	57.08	311.78
SLE freq	-258.575	28.54	163.01

## 22.2 VERIFICHE STRUTTURALI

### 22.2.1 VERIFICA A PRESSOFLESSIONE SEZIONE IN C.A.

Verifica C.A. S.L.U. - File: BA33 SLU

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: DM 1996 ?

Titolo :

Sezione circolare cava

Raggio esterno: 300 [mm]  
Raggio interno: 0 [mm]  
N° barre uguali: 0  
Diametro barre: 0 [mm]  
Copriferro (baric.): 0 [mm]

N° barre: 20 Zoom

N°	As [mm²]	x [mm]	y [mm]
1	452	0	240
2	452	74.16	228.25
3	452	141.07	194.16
4	452	194.16	141.07
5	452	228.25	74.16
6	452	240	0

Tipologia sezione:  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

Diagramma della sezione circolare con barre distribuite.

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub>: 294 kN  
M<sub>xEd</sub>: 554 kNm  
M<sub>yEd</sub>: 0

P.to applicazione N:  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[mm] xN: 0 yN: 0

Tipologia rottura: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M<sub>xRd</sub>: 672.3 kNm

Materiali: B450C C25/30

$\epsilon_{su}$ : 10 ‰	$\epsilon_{c2}$ : 2 ‰
$f_{yd}$ : 391.3 N/mm²	$\epsilon_{cu}$ : 3.5 ‰
$E_s$ : 200.000 N/mm²	$f_{cd}$ : 13.28
$E_s/E_c$ : 15	$f_{cc}/f_{cd}$ : 0.8
$\epsilon_{syd}$ : 1.957 ‰	$\sigma_{c,adm}$ : 9.75
$\sigma_{s,adm}$ : 255 N/mm²	$\tau_{co}$ : 0.6
	$\tau_{c1}$ : 1.829

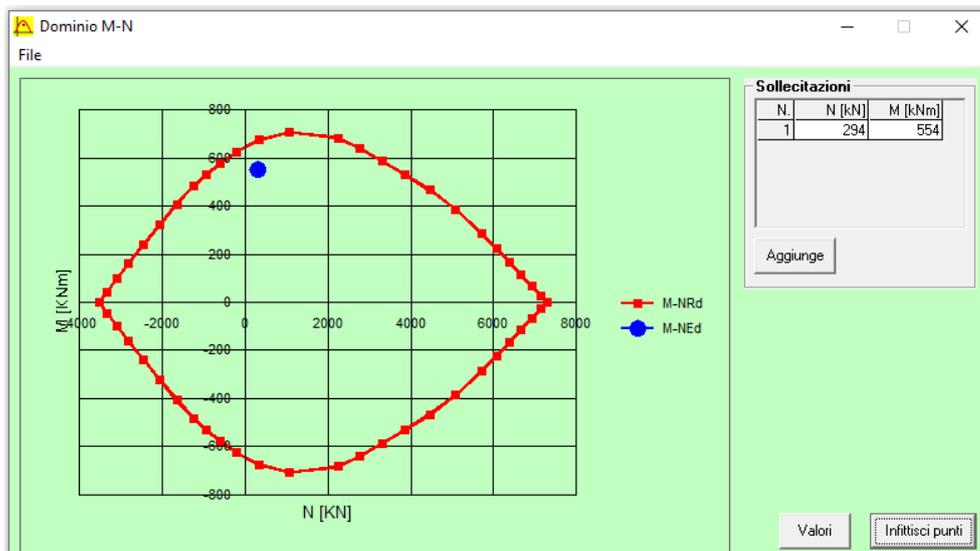
$\sigma_c$ : -13.28 N/mm²  
 $\sigma_s$ : 391.3 N/mm²  
 $\epsilon_c$ : 3.5 ‰  
 $\epsilon_s$ : 4.71 ‰  
d: 540 mm  
x: 230.2 x/d: 0.4263  
 $\delta$ : 0.9729

Metodo di calcolo:  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

Tipologia flessione:  
 Retta  Deviata

Vertici: 50 N° rett.: 100  
 Calcola MRd Dominio M-N  
 L<sub>0</sub>: 0 mm Col. modello

Precompresso



## 22.2.2 VERIFICA A TAGLIO

### Verifica a taglio per sezioni circolari armate a taglio (D.M. 14/01/2008)

classe cls	$R_{ck}$	30	N/mm <sup>2</sup>
resist. Caratteristica cilindrica	$f_{ck}$	25	N/mm <sup>2</sup>
	$f_{cd}$	14	N/mm <sup>2</sup>
diametro	$\Phi$	600	mm
Area sezione	A	282743	mm <sup>2</sup>
copriferro	c	60	mm
Area sezione rettangolare equivalente	$A_{eq}$	228911	mm <sup>2</sup>
altezza utile equivalente	d	453	mm
larghezza equivalente	$b_w$	506	mm
altezza equivalente	$h_{eq}$	559.2692	mm
sforzo assiale dovuto ai carichi o precompressione	$N$	0	N
	$\sigma_{cp}$	0.000	N/mm <sup>2</sup>
	$\alpha_{cp}$	1.00	

Acciaio	$f_{yk}$	450	N/mm <sup>2</sup>
B450C	$f_{yd}$	391	N/mm <sup>2</sup>
diametro staffe (spille)	$\varnothing_w$	16	mm
Area staffa (spilla)	$A_{\varnothing_w}$	201	mm <sup>2</sup>
0.9 d	z	408	mm
passo spirale	$s_w$	200	mm
n° bracci		2	
angolo di inclinazione biella compressa	$\theta$	45.0	°
deve essere compreso tra 1 e 2.5	$\cot(\theta)$	1.00	
angolo di inclinazione armatura rispetto asse palo	$\alpha$	90	°
	$\cot(\alpha)$	0.00	
	$A_{s_w} / s_w$	2.011	mm <sup>2</sup> /mm

Taglio resistente per "taglio trazione"	$V_{Rsd}$	321	kN
Taglio resistente per "taglio compressione"	$V_{Rcd}$	727	kN

taglio sollecitante	$V_{Ed}$	126	kN
fattore di sicurezza per GR (par. 7.9.5.2.2)	$\gamma_{Rd}$	1	
taglio resistente	$V_{Rd}$	321	kN

### 22.2.3 VERIFICA A FESSURAZIONE

Verifica C.A. S.L.U. - File: BA33 SLE

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: DM 1996 ?

Titolo :

Sezione circolare cava

Raggio esterno: 300 [mm]  
Raggio interno: 0 [mm]  
N° barre uguali: 0  
Diametro barre: 0 [mm]  
Copriferro (baric.): 0 [mm]

N° barre: 20 Zoom

N°	As [mm²]	x [mm]	y [mm]
1	452	0	240
2	452	74.16	228.25
3	452	141.07	194.16
4	452	194.16	141.07
5	452	228.25	74.16
6	452	240	0

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub>: 0 259 kN  
M<sub>xEd</sub>: 0 163 kNm  
M<sub>yEd</sub>: 0 0

P.to applicazione N  
Centro Baricentro cls  
Coord.[mm] xN: 0 yN: 0

Metodo di calcolo  
S.L.U.+ S.L.U.- Metodo n

Materiali

B450C		C25/30	
ε <sub>su</sub>	10 ‰	ε <sub>c2</sub>	2 ‰
f <sub>yd</sub>	391.3 N/mm²	ε <sub>cu</sub>	3.5 ‰
E <sub>s</sub>	200,000 N/mm²	f <sub>cd</sub>	13.28
E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub>	15	f <sub>cc</sub> /f <sub>cd</sub>	0.8
ε <sub>syd</sub>	1.957 ‰	σ <sub>c,adm</sub>	9.75
σ <sub>s,adm</sub>	255 N/mm²	τ <sub>co</sub>	0.6
		τ <sub>c1</sub>	1.829

σ<sub>c</sub>: -6.749 N/mm²  
σ<sub>s</sub>: 99.69 N/mm²  
ε<sub>s</sub>: 0.4984 ‰  
d: 540 mm  
x: 272.1 mm x/d: 0.5039  
δ: 1

Vertici: 50  
Verifica  
N° iterazioni: 3  
Precompresso

	INPUT	OUTPUT
Rck	30 Mpa	diff. def. armature-cls
D	600 mm	ε s r -ε cm 3.06E-04 -
diametro palo		distanza max fessure
copriferro 1° strato	C <sub>1</sub> 72 mm	s r, max 2.75E+02 mm
diametro barre 1° strato	φ <sub>1</sub> 24 mm	ampiezza fessure:
numero barre 1° strato	n <sub>1</sub> 20	wk 0.084 mm
copriferro 2° strato (baricentro barre)	C <sub>2</sub> mm	LIMITE 0.30 mm
diametro barre 2° strato	φ <sub>2</sub> mm	Sez. verificata
numero barre 2° strato	n <sub>2</sub> mm	
distanza lembo compresso-lembo teso della sezione	d 528 mm	
posizione asse neutro da lembo compresso	b <sub>eff</sub> 71.6 mm	
Tensione massima barre 1° strato	x 272.1 mm	
Tensione massima barre 2° strato	σ <sub>s,max1</sub> 99.69 Mpa	
altezza efficace	σ <sub>s,max2</sub> Mpa	
area efficace relativamente ad una singola barre	h <sub>c,eff</sub> 109.3 mm	
percentuale di armatura relativa a A <sub>c,eff</sub>	A <sub>c,eff</sub> 7829 mm²	
(0.6 carichi brevi; 0.4 lunga durata)	ρ p,eff 0.058	
(0.8 barre ad. migliorata; 1.6 liscie)	kt 0.6	
(0.5 per flessione; 1 trazione)	k1 0.8	
	k2 0.5	
	k3 3.4	
	k4 0.425	

## 22.3 VERIFICA A DEFORMABILITÀ

Secondo quanto illustrato al paragrafo 8.1.5 la deformazione attesa in sommità alla barriera è pari a 32.1 mm, a questa va sommato lo spostamento ottenuto dalla deformazione del cordolo nella combinazione frequente:

Spostamenti, Rotazioni, Pressione				
nodo	z	y(z)	$\alpha(z)$	p(z)
	quota (m)	(mm)	(rad)	(kPa)
1	0.00	-2.40	-0.00187	-1.60

Lo spostamento e rotazione in testa al palo corrisponde a uno spostamento in testa alla barriera di 17.75 mm valutato come:

$$y_{\text{testa\_barriera}} = y + H \tan(\alpha) = 2.40 + 8210 \cdot \tan(0.00133) = 17.75 \text{ mm}$$

$$y_{\text{tot}} = 17.75 + 32.1 = 49.85 < f_{\text{max}} = 54.73 \text{ mm}$$

scala grafico

strati terreno	descrizione	quote (m)	$k_h$ (kN/m³)	$n_h$ (kN/m³)
p.c.=strato 1		0.00	58333	
strato 2	b2	-1.00	58333	8000
strato 3	bc2	-10.00		10000
strato 4				
strato 5				
strato 6				

Diametro del palo: 0.6 (m)

J palo: 0.00636 (m<sup>4</sup>)

Lunghezza del palo: 10 (m)

Forza orizzontale in testa: 28.5 (kN)

Momento in testa: 163 (kNm)

E cls: 31447 (Mpa)

dimensione elementi: 0.2 (m)

palo impedito di ruotare

palo impedito di traslare

palo libero

**Calcolo**

$M_0 = \alpha_m \cdot H$       163 (kNm)

$\alpha_m$       5.72 (m)

## 22.4 VERIFICHE GEOTECNICHE

### 22.4.1 VERIFICA A PORTANZA

**CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DI UN PALO TRIVELLATO DI GRANDE DIAMETRO**  
ai sensi del D.M. 14/01/2008 - Approccio 2 (A1+M1+R3)  
OPERA: BA33

Diametro del palo (D): 0.6 (m)  
Quota testa palo dal p.c. (z<sub>p</sub>): 0 (m)  
Area del palo (A<sub>p</sub>): 0.283 (m<sup>2</sup>)  
quota della falda dal p.c. (z<sub>w</sub>): 5 (m)

**CARICO ASSIALE DI COMPRESIONE SUL SINGOLO PALO:**  
§6.4.3.1 D.M. 14/01/2008  
Approccio 2: (A1+M1+R3)

N <sub>d</sub> (SLU)	294	(kN)
N <sub>d</sub> (SLV)		(kN)
N <sub>d</sub> (SLE)		(kN)
N <sub>d</sub> (SLD)		(kN)

**CARICO ASSIALE DI TRAZIONE SUL SINGOLO PALO:**  
§6.4.3.1 D.M. 14/01/2008  
Approccio 2: (A1+M1+R3)

N <sub>d</sub> (SLU)		(kN)
N <sub>d</sub> (SLV)		(kN)

Numero di strati: 4

**CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI**

Strato	Stratigrafia			Spess.	Tipo di terreno	Parametri del terreno							N <sub>q</sub>	Q <sub>l, max</sub>	k <sub>comp</sub>	k <sub>traz</sub>
	da	a				γ	c'	φ'	c <sub>u</sub>	α	a	γ <sub>lim</sub>				
1	0.00	1.00	1.00	1.00	RA	20		35				150	25	5800	0.6	0.5
2	1.00	2.00	1.00	1.00	b2	19	5	23	100	0.4		100	17	4300		
3	2.00	6.00	4.00	4.00	bc3	19.5	10	26	100	0.4		100	17	4300		
4	6.00	60.00	54.00	54.00	bc2	19.5		32				150	25	5800		

**Fattori di correlazione per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate**

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	≥ 10
ξ <sub>3</sub>	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
ξ <sub>4</sub>	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

n° verticale:  Peso del palo depurato W<sub>p, dep</sub>:

Lunghezza del palo (L<sub>p</sub>): 10 (m)  
Peso del palo depurato W<sub>p, dep</sub>: 16 (kN)  
Peso palo alleggerito W<sub>p, all</sub>: 57 (kN)  
Profondità punta palo: 10 (m)

Strato	Spess. Strati_palo	F <sub>SL, comp</sub>	F <sub>SL, traz</sub>	F <sub>SB</sub>
1	1.00	ξ <sub>3</sub> *γ <sub>1s</sub>	ξ <sub>3</sub> *γ <sub>1s</sub>	ξ <sub>3</sub> *γ <sub>1b</sub>
2	1.00	2.0	2.1	2.3
3	4.00			
4	4.00			

F<sub>SL, comp</sub>: Fattore di sicurezza per resistenza laterale - compressione  
F<sub>SL, traz</sub>: Fattore di sicurezza per resistenza laterale - trazione  
F<sub>SB</sub>: Fattore di sicurezza per resistenza alla base

**CAPACITA' PORTANTE CARATTERISTICA**

Resistenza alla base:	R <sub>b</sub> =	1021	(kN)
Resistenza laterale a compressione:	R <sub>l, comp</sub> =	681	(kN)
Resistenza laterale a trazione:	R <sub>l, traz</sub> =	621	(kN)
Resistenza totale a compressione:	R <sub>t, comp</sub> =	1702	(kN)
Resistenza totale a trazione:	R <sub>t, traz</sub> =	621	(kN)

**CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO**  
Approccio 2: (A1+M1+R3)\_§6.4.3.1 D.M. 14/01/2008

Resistenza alla base:	R <sub>b, c</sub> =	445	(kN)
Resistenza laterale a compressione:	R <sub>l, c</sub> =	348	(kN)
Resistenza totale a compressione:	R <sub>t, c</sub> =	777	(kN)

**CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO A TRAZIONE**  
Approccio 2: (A1+M1+R3)\_§6.4.3.1 D.M. 14/01/2008

Resistenza totale a trazione:	R <sub>t, t</sub> =	-349	(kN)
-------------------------------	---------------------	------	------

**VERIFICA A COMPRESIONE**

	N <sub>d, c</sub> (kN)	R <sub>t, c</sub> (kN)	FS (-)
SLU - (A1+M1+R3)	294	777	2.64
SLV - (EQK+M1+R3)			-

R<sub>d, c</sub>/N<sub>d, c</sub> ≥ 1

**VERIFICA A TRAZIONE**

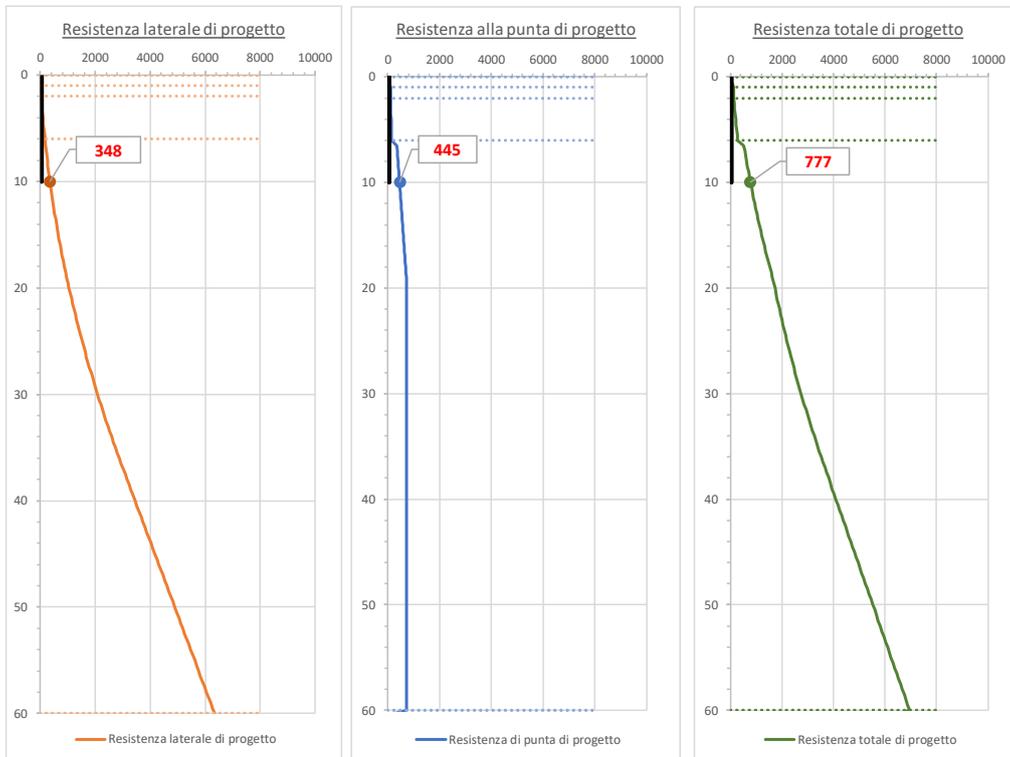
	N <sub>d, t</sub> (kN)	R <sub>t, t</sub> (kN)	FS (-)
SLU - (A1+M1+R3)			-
SLV - (EQK+M1+R3)			-

R<sub>d, t</sub>/N<sub>d, t</sub> ≥ 1

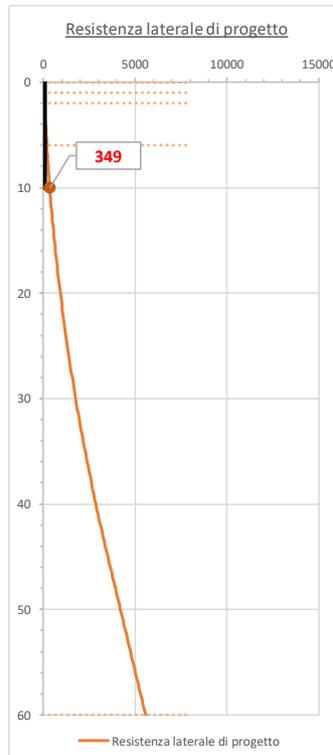
Barriere antirumore – Relazione di calcolo  
Fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	OC0000 001	A	156 di 194

**DIAGRAMMI CAPACITA' PORTANTE A FORZE ASSIALI DI COMPRESSIONE**



**DIAGRAMMA CAPACITA' PORTANTE A FORZE ASSIALI DI TRAZIONE**

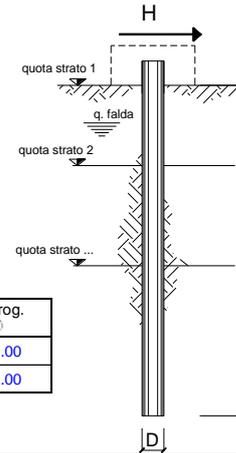


## 22.4.2 VERIFICA NEI CONFRONTI DEI CARICHI ORIZZONTALI

opera **BA33**

coefficienti parziali			A		M		R
Metodo di calcolo			permanenti $\gamma_G$	variabili $\gamma_Q$	$\gamma_w$	$\gamma_{cu}$	$\gamma_r$
SU	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1.00	1.30	1.00	1.00	1.60
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.30
	SISMA	<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30
DM88			1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista			1.00	1.00	1.00	1.00	1.30

n	1	2	3	4	5	7	$\geq 10$	T.A.	prog.
$\xi_3$	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
$\xi_4$	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00



strati terreno	descrizione	quote (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma'$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi$ (°)	Parametri medi		Parametri minimi		
						$k_p$	$c_u$ (kPa)	$\phi$ (°)	$k_p$	$c_u$ (kPa)
p.c.=strato 1	RA	100.00	20	10	35	3.69		35	3.69	
<input checked="" type="checkbox"/> strato 2	b2	99.00	19	9	23	2.28	100	23	2.28	100
<input checked="" type="checkbox"/> strato 3	bc3	98.00	19.5	9.5	26	2.56	100	26	2.56	100
<input checked="" type="checkbox"/> strato 4	bc2	95.00	19.5	9.5	32	3.25		32	3.25	
<input checked="" type="checkbox"/> strato 5		60.00	19.5	9.5	32	3.25		32	3.25	
<input type="checkbox"/> strato 6										

Quota falda **95** (m)  
 Diametro del palo D **0.60** (m)  
 Lunghezza del palo L **10.00** (m)  
 Momento di plasticizzazione palo My **654.21** (kNm)  
 Step di calcolo **0.01** (m)

palo impedito di ruotare  
 palo libero

**Calcolo**  
(ctrl+r)

	<b>H medio</b>		<b>H minimo</b>	
Palo lungo	501.1 (kN)		501.1 (kN)	
Palo corto	1942.6 (kN)		1942.6 (kN)	
	<b>H<sub>med</sub> 501.1 (kN)</b>	<b>Palo lungo</b>	<b>H<sub>min</sub> 501.1 (kN)</b>	<b>Palo lungo</b>
	<b>H<sub>k</sub> = Min(H<sub>med</sub>/ξ<sub>3</sub> ; R<sub>min</sub>/ξ<sub>4</sub>)</b>		294.78 (kN)	
	<b>H<sub>d</sub> = H<sub>k</sub>/γ<sub>r</sub></b>		<b>226.75 (kN)</b>	
Carico Assiale Permanente (G):	G =		<b>126 (kN)</b>	
Carico Assiale variabile (Q):	Q =		(kN)	
	<b>F<sub>d</sub> = G · γ<sub>G</sub> + Q · γ<sub>Q</sub> =</b>		<b>126.00 (kN)</b>	
	<b>FS = H<sub>d</sub> / F<sub>d</sub> =</b>		<b>1.80</b>	

**Calcolo del momento di plasticizzazione di una sezione circolare**

Diametro = 600 (mm)

Raggio = 300 (mm)

Sforzo Normale = (kN)

**Caratteristiche dei Materiali**

calcestruzzo

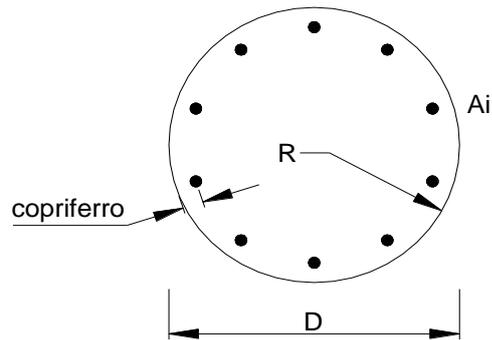
Rck = 30 (Mpa)

fck = 25 (Mpa)

$\gamma_c$  = 1.5

$\alpha_{cc}$  = 0.85

$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 14.17$  (Mpa)



**Acciaio**

tipo di acciaio

fyk = 450 (Mpa)

$\gamma_s$  = 1.15

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s / \gamma_E = 391.3$  (Mpa)

Es = 206000 (Mpa)

$\epsilon_{ys}$  = 0.190%

$\epsilon_{uk}$  = 10.000%

**Armature**

numero	diametro (mm)	area (mm <sup>2</sup> )	copriferro (mm)
20	$\phi$ 24	9047.79	60
	$\phi$	0.00	
	$\phi$	0.00	

calcolo

**Momento di Plasticizzazione**

My = 654.2 (kN m)

Inserisci

## 23. MURO ANTISVIO

### 23.1 DESCRIZIONE DELL'OPERA

Le opere in questione sono elencate nel dettaglio nella tabella seguente e sono suddivise in due tipologie in relazione alla distanza "D" che intercorre tra il paramento del muro e l'asse del binario più vicino. In particolare:

- Tipologia manufatto A:  $D \leq 5m$

Lotto	Lato	pk inizio	pk fine	Lunghezze parziali	Tipologia Manufatto	Barriera antirumore tipologia
1	B.P.	18+717	18+940	223	A	H4

Tabella 7: Elenco opere

Tale distinzione consente di differenziare le azioni eccezionali da urto di progetto in accordo al paragrafo 3.6.3.4 delle NTC2008.

Di seguito si riportano alcune immagini rappresentative delle opere in oggetto. Per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati grafici di riferimento.

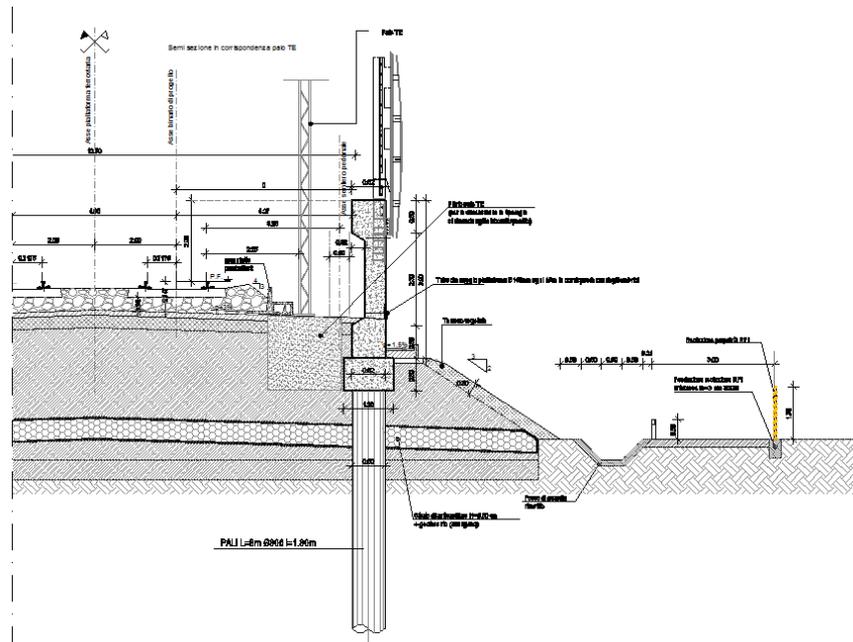


Figura 3 – Sezione trasversale muro di protezione tipo A

PROSPETTO MURO ANTISVIO TIPO "A"

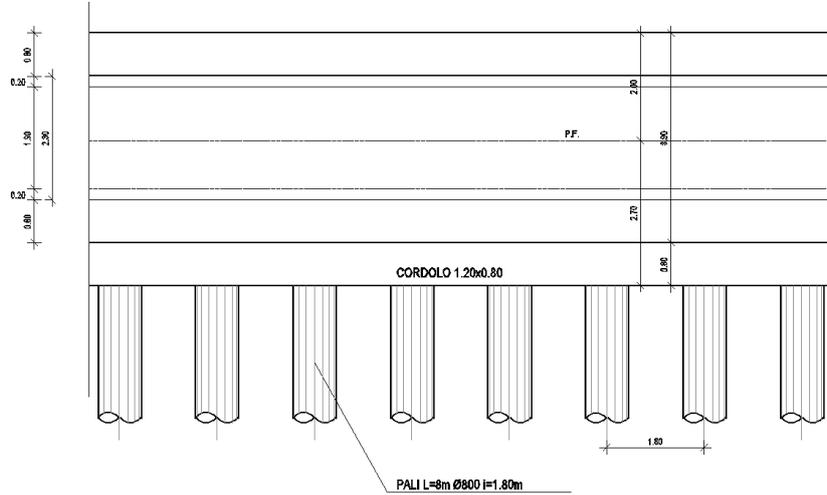


Figura 4 – Prospetto muro di protezione tipo A

Nel seguito della presente relazione è affrontato il dimensionamento strutturale e geotecnico delle opere definite in precedenza.

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI  RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO  II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO  1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE  PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Barriere antirumore – Relazione di calcolo  Fondazioni</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>OC0000 001</td> <td>A</td> <td>161 di 194</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	OC0000 001	A	161 di 194
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	OC0000 001	A	161 di 194								

## 23.2 AZIONI ECCEZIONALI DA URTO

Con riferimento al paragrafo 3.6.3.4 delle NTC il quale afferma che:

“All’occorrenza di un deragliamento può verificarsi il rischio di collisione fra i veicoli deragliati e le strutture adiacenti la ferrovia. Queste ultime dovranno essere progettate in modo da resistere alle azioni conseguenti ad una tale evenienza.

Dette azioni devono determinarsi sulla base di una specifica analisi di rischio, tenendo conto della presenza di eventuali elementi protettivi o sacrificali (respingenti) ovvero di condizioni di impianto che possano ridurre il rischio di accadimento dell’evento (marciapiedi, controrotaie, ecc.).

In mancanza di specifiche analisi di rischio possono assumersi le seguenti azioni statiche equivalenti, in funzione della distanza  $d$  degli elementi esposti dall’asse del binario:

- per  $5\text{ m} < d \leq 15\text{ m}$ :
  - 4000 kN in direzione parallela alla direzione di marcia dei convogli ferroviari;
  - 1500 kN in direzione perpendicolare alla direzione di marcia dei convogli ferroviari;
- per  $5\text{ m} < d \leq 15\text{ m}$ :
  - 2000 kN in direzione parallela alla direzione di marcia dei convogli ferroviari;
  - 750 kN in direzione perpendicolare alla direzione di marcia dei convogli ferroviari;
- per  $d > 15\text{ m}$  pari a zero in entrambe le direzioni.

Queste forze dovranno essere applicate a 1,80 m dal piano del ferro e non dovranno essere considerate agenti simultaneamente”

Per quanto concerne la distribuzione di questa forza sul paramento si è considerata una ripartizione nel paramento secondo un angolo di 45 gradi a partire dal punto di applicazione della forza.

In particolare si ha:

PROSPETTO TIPO MURO ANTISVIO

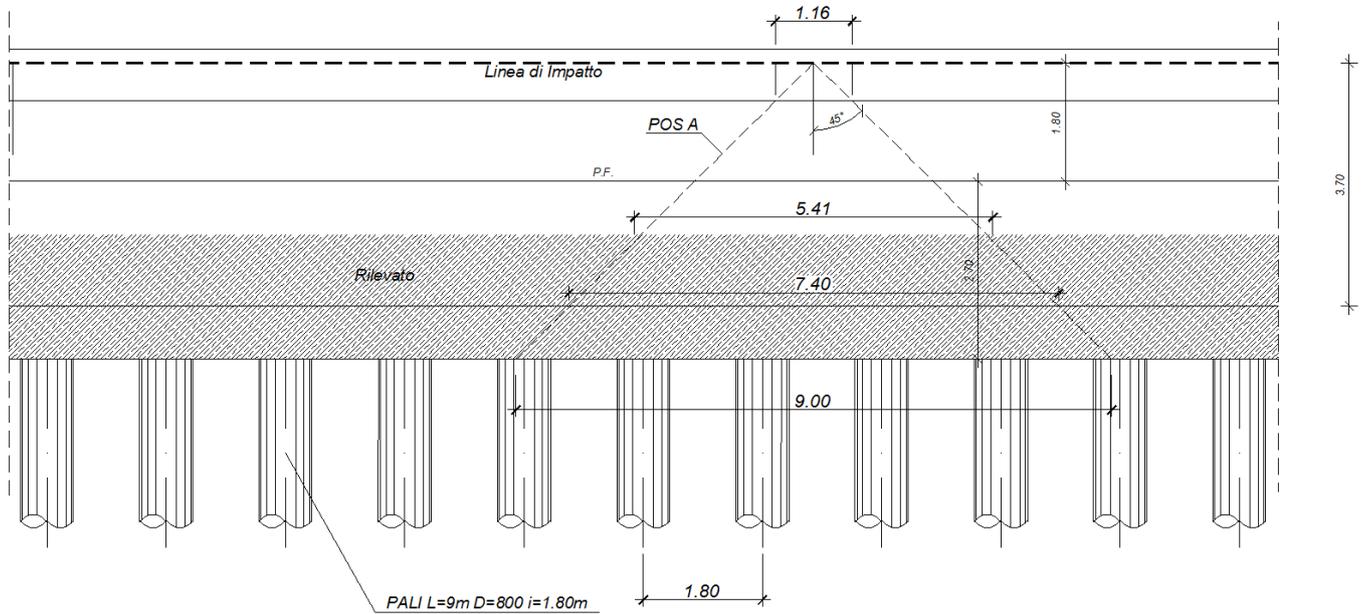


Figura 5: Schema diffusione azione eccezionale da urto sul paramento del muro

Pertanto per le due tipologie di palo definite in premessa si ha:

23.2.1 MURO DI PROTEZIONE TIPO A ( $D \leq 5M$ )

$H_{svio} = 1500.0kN$  (Azione eccezionale da urto da traffico ferroviario par.3.6.3.4 NTC2008)  
 $L_d (m) = 9.0 m$  (lunghezza di diffusione longitudinale del carico da urto)  
 $H_{svio,d} = 166.7 kN/m$  ( $H_{svio} / L_d$ )

### 23.3 VERIFICA PALI DI FONDAZIONE A CARICO LIMITE ORIZZONTALE

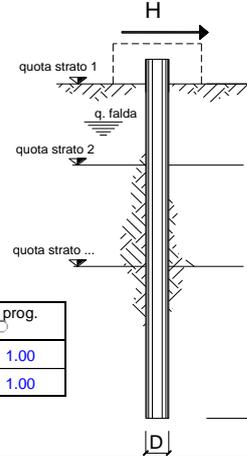
<b>H svio</b> = 1500.0 kN	(Azione eccezionale da urto da traffico ferroviario par.3.6.3.4 NTC2008)
<b>Ld (m)</b> = 9.0 m	(lunghezza di diffusione longitudinale del carico da urto)
<b>Hsvio,d</b> = 166.7 kN/m	(Hsvio/Ld)
<b>ip</b> = 1.8 m	(interasse pali)
<b>ev</b> = 4.5 m	(eccentricità verticale carico-testa palo effettiva)
<b>e</b> = 1.2 m	(eccentricità verticale aggiuntiva fino a quota reazione terreno $\cong 1,5 D$ )
<b>D</b> = 0.8 m	(Diametro palo)
<b>Lp</b> = 8.0 m	(lunghezza effettiva palo)
<b><math>\varphi'</math></b> = 34°	(Angolo di attrito terreno, Unità TGC2)
<b><math>\gamma</math></b> = 17.0 kN/m <sup>3</sup>	(Peso unità volume terreno, Unità TGC2)
<b>H svio p</b> = 300.0 kN	(taglio sul palo)
<b>Mtp</b> = 1710.0 (kN m)	(momento massimo a testa palo)
<b>My</b> = 1760.3 (kNm)	(momento di plasticizzazione)

Barriere antirumore – Relazione di calcolo  
Fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	OC0000 001	A	164 di 194

opera **MURO ANTISVIO TIPO A**

coefficienti parziali			A		M		R
Metodo di calcolo			permanenti	variabili	$\gamma_w$	$\gamma_{cu}$	$\gamma_r$
			$\gamma_G$	$\gamma_Q$			
SU	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1.00	1.30	1.00	1.00	1.60
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.30
	SISMA	<input checked="" type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30
DM88		<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista			1.00	1.00	1.00	1.00	1.30



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
$\xi_3$	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
$\xi_4$	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

strati terreno	descrizione	quote (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma'$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\varphi$ (°)	Parametri medi		Parametri minimi		
						$k_p$	$c_u$ (kPa)	$\varphi$ (°)	$k_p$	$c_u$ (kPa)
p.c.=strato 1	TGC2	100.00	17	7	34	3.54		38	4.20	
<input checked="" type="checkbox"/> strato 2						1.00			1.00	
<input checked="" type="checkbox"/> strato 3						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 4						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 5						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 6						1.00			1.00	

Quota falda	95	(m)
Diametro del palo D	0.80	(m)
Lunghezza del palo L	9.00	(m)
Momento di plasticizzazione palo My	1765.07	(kNm)
Step di calcolo	0.01	(m)

- palo impedito di ruotare  
 palo libero

**Calcolo**  
(ctrl+r)

	<b>H medio</b>		<b>H minimo</b>	
Palo lungo	797.7	(kN)	842.8	(kN)
Palo corto	1423.8	(kN)	1692.1	(kN)
	<b>H<sub>med</sub></b>	<b>797.7 (kN)</b>	<b>H<sub>min</sub></b>	<b>842.8 (kN)</b>
		<b>Palo lungo</b>		<b>Palo lungo</b>
	<b>H<sub>k</sub> = Min(H<sub>med</sub>/ξ<sub>3</sub> ; R<sub>min</sub>/ξ<sub>4</sub>)</b>		469.26	(kN)
	<b>H<sub>d</sub> = H<sub>k</sub>/γ<sub>r</sub></b>		<b>360.97</b>	<b>(kN)</b>
Carico Assiale Permanente (G):	G =	300	(kN)	
Carico Assiale variabile (Q):	Q =		(kN)	
	<b>F<sub>d</sub> = G · γ<sub>G</sub> + Q · γ<sub>Q</sub> =</b>	<b>300.00</b>	<b>(kN)</b>	
	<b>FS = H<sub>d</sub> / F<sub>d</sub> =</b>	<b>1.20</b>		

**Calcolo del momento di plasticizzazione di una sezione circolare**

Diametro = 800 (mm)  
Raggio = 400 (mm)  
Sforzo Normale = 0 (kN)

**Caratteristiche dei Materiali**

calcestruzzo

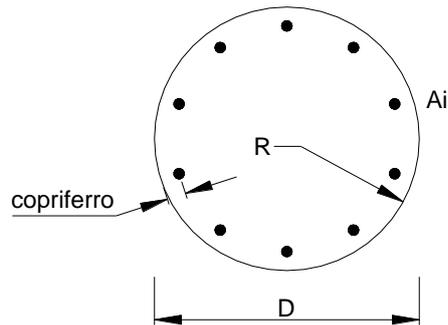
Rck = 30 (Mpa)

fck = 25 (Mpa)

$\gamma_c = 1.5$

$\alpha_{cc} = 0.85$

$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 14.17$  (Mpa)



**Acciaio**

tipo di acciaio

fyk = 450 (Mpa)

$\gamma_s = 1.15$

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s / \gamma_E = 391.3$  (Mpa)

Es = 206000 (Mpa)

$\epsilon_{ys} = 0.190\%$

$\epsilon_{uk} = 10.000\%$

**Armature**

numero	diametro (mm)	area (mm <sup>2</sup> )	copriferro (mm)
36	$\phi$ 26	19113.45	87
	$\phi$	0.00	
	$\phi$	0.00	

calcolo

**Momento di Plasticizzazione**

My = 1765.1 (kN m)

Inserisci

Barriere antirumore – Relazione di calcolo  
Fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	OC0000 001	A	166 di 194

## 23.4 VERIFICA MURO ELEVAZIONE

### 23.4.1 MURO DI PROTEZIONE TIPO A (D ≤ 5M)

#### SEZIONE DI SOMMITA

Ld (m) = 1.0 m (lunghezza di diffusione longitudinale del carico da urto)

V = 1500 KN/m

SLU

CLS : C32/40

B	H	c	Af	Af'	Af t
cm	cm	cm			
100	50	6	10φ24	5 φ 24	1φ12/20x10

M	N	T	Mrd	C.S. NM min	Trd long *	C.S. T min (Trd/T)
kNm	KN	KN	kNm		KN	
0	0	1500	-	-	1685	1.12

\* θ = 21,8

#### SEZIONE DI BASE (ext cordolo pali)

Ld (m) = 4.0 m (lunghezza di diffusione longitudinale del carico da urto)

ev(m) = 3.7 m (eccentricità verticale linea impatto - testa cordolo)

M = 1387.5 KNm/m

CLS : C32/40

B	H	c	Af	Af'	Af t
cm	cm	cm			
100	82	6	10+10 φ24	5 φ 24	1φ12/20x20

M	N	T	Mrd	C.S. NM min	Trd long *	C.S. T min (Trd/T)
kNm	KN	KN	kNm		KN	
1388	0	0	2421	1.74		



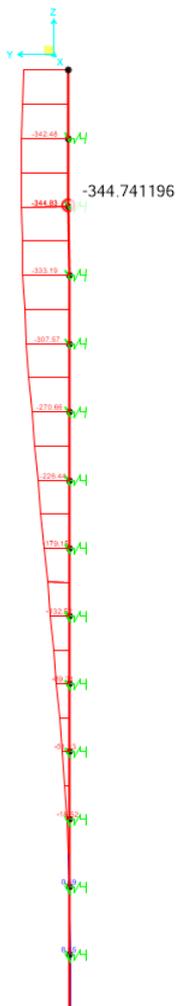
Barriere antirumore – Relazione di calcolo  
Fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	OC0000 001	A	168 di 194

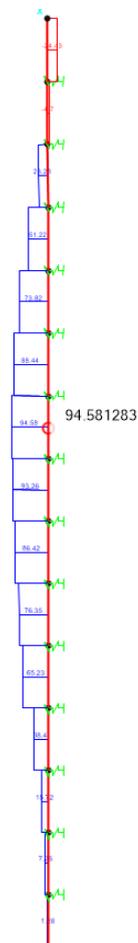
### 23.5.1 TRAVE DI SCAVALCO: TIPO A

#### ➤ VERIFICHE STRUTTURALI: SLU:A1;M1;R1

Le sollecitazioni massime agenti sui pali risultano:



$M_{\max}=344,74 \text{ kNm}$



$V_{\max}=94,58 \text{ kN}$

I valori caratteristici delle azioni trasmesse al singolo palo di fondazione (si considerano le sollecitazioni del palo centrale, ossia quello più sollecitato), risultano:

TESTA PALO [kN]						FUSTO
N (V+P)	N (-V-P)	T (V+P)	T (-V-P)	M (V+P)	M (-V-P)	Mmax
-309.16	-240.88	33.15	-24.43	4.73	-330.26	344.83
-236.86	-177.68	28.24	-21.65	230.67	-284.32	297.44
-230.03	-184.51	22.486	-15.90	171.25	-224.90	234.14

Il palo è lungo 15.00 m ed è armato con ferri longitudinali 24 $\phi$ 24 e staffe  $\phi$ 12/20.

➤ **VERIFICA A FLESSIONE:  $\phi 600$**

Di seguito si riporta la verifica a presso-flessione del palo:

VERIFICA STRUTTURALE PALO-FLESSIONE		
N [kN]	309.16	(Combo str)
T [kN]	33.15	
M [kN]	330.26	
Mmax [kNm]	344.83	
Armatura	24 $\phi$ 24	
M <sub>Rd</sub> [kNm]	803.50	
M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub>	0.43	<1
		<b>VERIFICA SODDISFATTA</b>

➤ **VERIFICA A TAGLIO**

<b>VERIFICA STRUTTURALE PALO-TAGLIO</b>		
N [kN]	309.16	(Combo str)
V [kN]	33.15	
M [kN]	330.26	
Vmax [kN]	94.58	
<b>Caratteristiche sezione rettangolare equivalente</b>		
$\alpha$ (rad)	0.53	
b (mm)	505.56	
h (mm)	559.27	
d (mm)	452.79	
<b>Materiali</b>		
fck (Mpa)	25.00	
$\gamma_c$	1.50	
fcd (Mpa)	14.17	
fyk (Mpa)	450.00	
$\gamma_s$	1.15	
fyd (Mpa)	391.3	
<b>Verifica senza armatura a taglio</b>		
Asl (mm <sup>2</sup> )	10857.00	24 Ø24
$\rho_l$ (%)	0.05	
k	1.44	
vmin	0.30	
Vrd (kN)	586.77	
V <sub>Ed</sub> /V <sub>Rd</sub>	0.16	<1
<b>VERIFICA SODDISFATTA</b>		
<b>Verifica con armatura a taglio</b>		
Asw (mm <sup>2</sup> )	226.00	2 Ø12
s (mm)	200.00	
$\alpha$ (°)	90.00	
cotg $\theta$	2.50	
cotg $\alpha$	0.00	

**Barriere antirumore – Relazione di calcolo  
Fondazioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	OC0000 001	A	171 di 194

$\sigma_{cp}$ (Mpa)	1.09			
$\alpha c$	1.08			
V <sub>r</sub> cd (kN)	402.72			
V <sub>r</sub> sd (kN)	542.05			
V <sub>Ed</sub> /V <sub>Rd</sub>	<b>0.23</b>	<1	<b>VERIFICA SODDISFATTA</b>	

➤ **VERIFICHE STRUTTURALI: SLE**

➤ **VERIFICA TENSIONALE (RARA)**

Verifica C.A. S.L.U. - File: H7\_SCAVALCO

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

TITOLO :

**Sezione circolare cava**

Raggio esterno: 30 [cm]  
 Raggio interno: 0 [cm]  
 N° barre uguali: 24  
 Diametro barre: 2.4 [cm]  
 Copriferro (baric.): 6 [cm]

N° barre: 0 Zoom

**Tipo Sezione**

Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

**Sollecitazioni**

S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub>: 309.16 230.3 kN  
 M<sub>xEd</sub>: 344.83 234.14 kNm  
 M<sub>yEd</sub>: 0 0

**P.to applicazione N**

Centro  Baricentro cls  
 Coord. [cm] xN: 0 yN: 0

**Metodo di calcolo**

S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

**Materiali**

B450C C28/35

$\epsilon_{su}$ : 67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$ : 2 ‰  
 $f_{yd}$ : 391.3 N/mm<sup>2</sup>  $\epsilon_{cu}$ : 3.5 ‰  
 $E_s$ : 200 000 N/mm<sup>2</sup>  $f_{cd}$ : 15.87  
 $E_s/E_c$ : 15  $f_{cc}/f_{cd}$ : 0.8  
 $\epsilon_{syd}$ : 1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$ : 11  
 $\sigma_{s,adm}$ : 255 N/mm<sup>2</sup>  $\tau_{co}$ : 0.6667  
 $\tau_{c1}$ : 1.971

$\sigma_c$ : -8.555 N/mm<sup>2</sup>  
 $\sigma_s$ : 135.2 N/mm<sup>2</sup>  
 $\epsilon_s$ : 0.6762 ‰  
 d: 54 cm  
 x: 26.29 w/d: 0.4869  
 $\delta$ : 1

Vertici: 52  
 Verifica  
 N° iterazioni: 3  
 Precompresso

**VERIFICA TENSIONALE PALO**

N [kN]	230.03	(Combo rara)
T [kN]	230.67	
M [kN]	224.90	
Mmax [kNm]	234.14	
Armatura	24 $\emptyset$ 24	

**Barriere antirumore – Relazione di calcolo  
Fondazioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	OC0000 001	A	172 di 194

$f_{ck}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	28				
$f_{yk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	450				
$\sigma_{cls,max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	8.55	< $\sigma_{cls,amm}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	0,60* $f_{ck}$	16.80	VERIFICA SODDISFATTA
$\sigma_{acc,max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	135.20	< $\sigma_{acc,amm}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	0,8* $f_{yk}$	360.00	VERIFICA SODDISFATTA

➤ **VERIFICA A FESSURAZIONE (FREQUENTE)**

Dati		<u>Verica fessurazione sezione circolare</u>
$\vartheta_s$	65 N/mm <sup>2</sup>	Tensione massima armatura tesa sezione fessurata
Rck	35.0 N/mm <sup>2</sup>	Resistenza caratteristica cubica cls
$\phi_l$	24 mm	Diametro barre longitudinali
$\phi_s$	12 mm	Diametro staffe o spirale
n	24	Numero ferri longitudinali
c	60 mm	Ricoprimento del calcestruzzo
D	600 mm	Diametro
$k_t$	0.4	$k_t=0,6 ; 0,4$ carichi breve durata/lunga durata
$k_2$	0.5	$k_2=0,5 ; 1,0$ caso flessione/trazione semplice
$k_1$	0.8	$k_1=0,8 ; 1,6$ barre aderenza migliorata/lisce
w	0.4 mm	Valore limite apertura fessure
<b>Dati</b>		
fck	29.1 N/mm <sup>2</sup>	Resistenza caratteristica cilindrica cls
i	57 mm	Interasse ferri longitudinali
$A_\phi$	452 mm <sup>2</sup>	Area barra longitudinale
$E_s$	210000.0 N/mm <sup>2</sup>	Modulo elastico acciaio da c.a
$f_{ctm}$	2.8 N/mm <sup>2</sup>	Resistenza a trazione media cls
$E_{cm}$	32588.1 N/mm <sup>2</sup>	Modulo elastico medio cls
$\alpha_e$	6.44	Rapporto $E_s/E_{cm}$
$f_{cm}$	37.1 N/mm <sup>2</sup>	Resistenza media cls
$\rho_{eff}$	0.0556	Rapporto area acciaio/area efficace
$\epsilon_{sm1}$	0.000178	Deformazione unitaria media barre di calcolo
$\epsilon_{sm2}$	0.000186	Deformazione unitaria media barre valore minimo
$\epsilon_{sm}$	0.000186	Deformazione unitaria media
$k_3$	3.4	Coefficiente
$k_4$	0.4	Coefficiente
$\Delta s_{max}$	277.4 mm	Distanza massima tra le fessure
$w_d$	0.090 mm	Valore di calcolo apertura fessure
<b><math>w_d/w</math></b>	<b>0.23</b>	<b>&lt;1</b> VERIFICA SODDISFATTA

➤ **VERIFICHE GEOTECNICHE DEI PALI**

➤ **VERIFICHE DELLA CAPACITÀ PORTANTE**

	MEDIO	MINIMO	
<b>Q<sub>Rm</sub> [kN]</b>	3457.75	3457.75	Valore di calcolo
<b>Q<sub>Rk</sub> [kN]</b>	2033.97	2033.97	Valore caratteristico
<b>Q<sub>Rd comp</sub> [kN]</b>	1550.72	1550.72	Valore di progetto a compressione
<b>Q<sub>Rd traz</sub> [kN]</b>	1733.21	1733.21	Valore di progetto a trazione

PORTANZA IN COMPRESSIONE				
<b>E<sub>c,d</sub> [kN]</b>	236.86	<	1550.72	<b>R<sub>c,d</sub> [kN]</b>
<b>E<sub>c,d</sub>/R<sub>c,d</sub></b>	15.27%	Verificato		

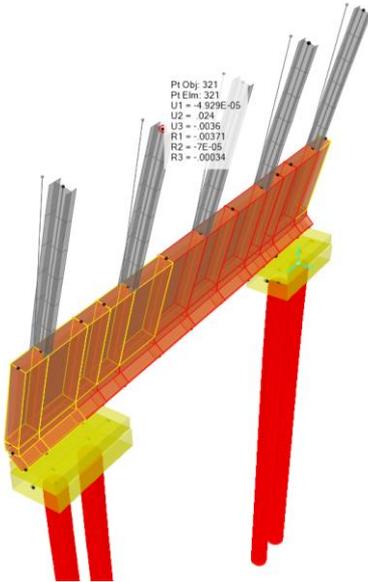
Dalle verifiche risulta che il palo in calcestruzzo armato della lunghezza prevista risulta idoneo ad accogliere tutti i carichi trasmessi dalle barriere.

➤ **VERIFICHE AI CARICHI TRASVERSALI**

VERIFICA BROMS TERRENI GRANULARI					
Terreno:	Coltre Detritica				
Falda:	NO				
<b>Caratteristiche medie del terreno</b>			<b>Caratteristiche minime del terreno</b>		
α	0	inclinazione rilevato	α	0	inclinazione rilevato
φ <sub>medio</sub> [°]	26		φ <sub>min</sub> [°]	26	
kp	2.56		kp	2.56	
γ <sub>medio</sub> [kN/m <sup>3</sup> ]	17		γ <sub>min</sub> [kN/m <sup>3</sup> ]	17	
<b>Palo corto</b>			<b>Palo corto</b>		
H1 [kN]	8816.49		H1 [kN]	8816.49	
Mmax [kNm]	#####	>My	Mmax [kNm]	#####	>My
<b>Palo intermedio</b>			<b>Palo intermedio</b>		
H2 [kN]	2992.40		H2 [kN]	2992.40	
<b>Palo lungo</b>			<b>Palo lungo</b>		
H3 [kN]	610.82		H3 [kN]	610.82	
H <sub>media</sub> [kN]	610.82		H <sub>min</sub> [kN]	610.82	
H <sub>tr,k media</sub> [kN]	359.31		H <sub>tr,k min</sub> [kN]	359.31	

COMBO STR A1+M1+R3	
H <sub>tr,d media</sub> [kN]	276.39
H <sub>tr,d min</sub> [kN]	276.39
H <sub>RES</sub> [kN]	276.39
H <sub>ES</sub> [kN]	33.15
H <sub>ES</sub> /H <sub>RES</sub>	11.99%
Verificato	

➤ VERIFICA DI DEFORMABILITÀ



VERIFICA DI DEFORMABILITA'		
Spostamento testa montante da vento	1.20	cm
Traslazione testa palo	0.295	cm
Rotazione testa palo	0.00151	[rad]
Rotazione testa palo	0.0865	[°]
Spostamento testa montante da rotazione	1.20	cm
Spostamento totale testa montante $E_d$	2.40	cm
Spostamento ammissibile $C_d = H/100$	7.30	cm

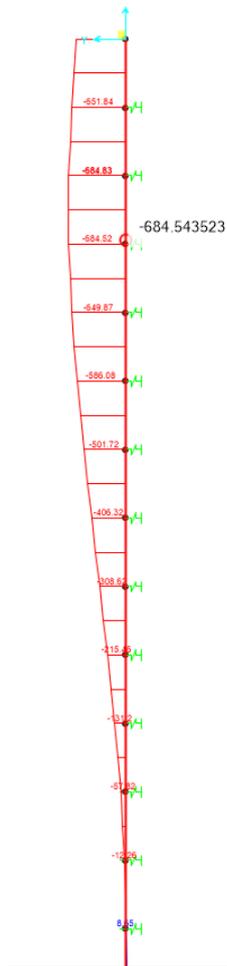
Joint Displacements

Joint Object	71	Joint Element	71
	1	2	3
Trans	-2.061E-04	0.00295	-3.865E-04
Rotn	-0.00151	8.163E-05	1.258E-04

### 23.5.2 TRAVE DI SCAVALCO: TIPO B

#### ➤ VERIFICHE STRUTTURALI: SLU:A1;M1;R1

Le sollecitazioni massime agenti sui pali risultano:



$M_{max} = 684,54 \text{ kNm}$



$V_{max} = 195,38 \text{ kN}$

I valori caratteristici delle azioni trasmesse al singolo palo di fondazione (si considerano le sollecitazioni del palo centrale, ossia quello più sollecitato), risultano:

TESTA PALO [kN]						FUSTO
N (V+P)	N (-V-P)	T (V+P)	T (-V-P)	M (V+P)	M (-V-P)	Mmax
-167.61	-267.54	105.41	-111.79	578.82	-595.95	684.83
-120.21	-206.81	91.72	-96.51	500.30	-517.84	594.50
-130.21	-196.82	70.01	-74.79	382.82	-400.36	541.97

Il palo è lungo 15,00 m ed è armato con ferri longitudinali 24φ24 e staffe φ12/20.

➤ **VERIFICA A FLESSIONE: Ø600**

Di seguito si riporta la verifica a presso-flessione del palo:

Verifica C.A. S.L.U. - File: H7\_SCAVALCO

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo :

Sezione circolare cava

Raggio esterno: 30 [cm]  
Raggio interno: 0 [cm]  
N° barre uguali: 24  
Diametro barre: 2.4 [cm]  
Coprifero (baric.): 6 [cm]

N° barre: 0 Zoom

Tipo Sezione:  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub>: 267.54 196 kN  
M<sub>xEd</sub>: 684.83 541.97 kNm  
M<sub>yEd</sub>: 0 0

P.to applicazione N:  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN: 0 yN: 0

Tipo rottura: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo:  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

Tipo flessione:  
 Retta  Deviata

Vertici: 52 N° rett. 100  
Calcola MRd Dominio M-N  
L<sub>0</sub>: 0 cm Col. modello

Precompresso

Materiali: B450C C28/35

ε<sub>su</sub>: 67.5 ‰ ε<sub>c2</sub>: 2 ‰  
f<sub>yd</sub>: 391.3 N/mm<sup>2</sup> ε<sub>cu</sub>: 3.5 ‰  
E<sub>s</sub>: 200 000 N/mm<sup>2</sup> f<sub>cd</sub>: 15.87 ‰  
E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>: 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub>: 0.8  
ε<sub>syd</sub>: 1.957 ‰ σ<sub>c,adm</sub>: 11  
σ<sub>s,adm</sub>: 255 N/mm<sup>2</sup> τ<sub>co</sub>: 0.6667  
τ<sub>c1</sub>: 1.971

M<sub>xRd</sub>: 800 kN m  
σ<sub>c</sub>: -15.87 N/mm<sup>2</sup>  
σ<sub>s</sub>: 391.3 N/mm<sup>2</sup>  
ε<sub>c</sub>: 3.5 ‰  
ε<sub>s</sub>: 4.839 ‰  
d: 54 cm  
x: 22.66 x/d: 0.4197  
δ: 0.9646

**VERIFICA STRUTTURALE PALO-FLESSIONE**

N [kN]	267.54	(Combo str)	
T [kN]	111.79		
M [kN]	595.95		
Mmax [kNm]	684.83		
Armatura	24 Ø24		
M <sub>Rd</sub> [kNm]	800.00		
M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub>	0.86	<1	<b>VERIFICA SODDISFATTA</b>

➤ **VERIFICA A TAGLIO**

VERIFICA STRUTTURALE PALO-TAGLIO		
N [kN]	267.54	(Combo str)
V [kN]	111.79	
M [kN]	595.95	
Vmax [kN]	195.39	
<b>Caratteristiche sezione rettangolare equivalente</b>		
$\alpha$ (rad)	0.53	
b (mm)	505.56	
h (mm)	559.27	
d (mm)	452.79	
<b>Materiali</b>		
fck (Mpa)	25.00	
$\gamma_c$	1.50	
fcd (Mpa)	14.17	
fyk (Mpa)	450.00	
$\gamma_s$	1.15	
fyd (Mpa)	391.3	
<b>Verifica senza armatura a taglio</b>		
Asl (mm <sup>2</sup> )	10857.00	24 Ø24
$\rho_l$ (%)	0.05	
k	1.44	
vmin	0.30	
Vrd (kN)	581.71	
$V_{Ed}/V_{Rd}$	0.34	<1
<b>VERIFICA SODDISFATTA</b>		
<b>Verifica con armatura a taglio</b>		
Asw (mm <sup>2</sup> )	226.00	2 Ø12
s (mm)	200.00	
$\alpha$ (°)	90.00	
cotg $\theta$	2.50	
cotg $\alpha$	0.00	

**Barriere antirumore – Relazione di calcolo  
Fondazioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	OC0000 001	A	178 di 194

$\sigma_{cp}$ (Mpa)	0.95			
$\alpha_c$	1.07			
V <sub>r</sub> cd (kN)	402.72			
V <sub>r</sub> sd (kN)	536.82			
V <sub>Ed</sub> /V <sub>Rd</sub>	0.49	<1	<b>VERIFICA SODDISFATTA</b>	

➤ **VERIFICHE STRUTTURALI: SLE**

➤ **VERIFICA TENSIONALE (RARA)**

Verifica C.A. S.L.U. - File: H7\_SCAVALCO

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

TITOLO :

**Sezione circolare cava**

Raggio esterno: 30 [cm]  
 Raggio interno: 0 [cm]  
 N° barre uguali: 24  
 Diametro barre: 2.4 [cm]  
 Copriferro (baric.): 6 [cm]

N° barre: 0 Zoom

**Tipo Sezione**

Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

**Sollecitazioni**

S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub>: 267.54 196 kN  
 M<sub>xEd</sub>: 684.83 459.79 kNm  
 M<sub>yEd</sub>: 0 0

**P.to applicazione N**

Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN: 0 yN: 0

**Metodo di calcolo**

S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

**Materiali**

B450C C28/35

$\epsilon_{su}$ : 67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$ : 2 ‰  
 $f_{yd}$ : 391.3 N/mm<sup>2</sup>  $\epsilon_{cu}$ : 3.5 ‰  
 $E_s$ : 200 000 N/mm<sup>2</sup>  $f_{cd}$ : 15.87  
 $E_s/E_c$ : 15  $f_{cc}/f_{cd}$ : 0.8  
 $\epsilon_{syd}$ : 1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$ : 11  
 $\sigma_{s,adm}$ : 255 N/mm<sup>2</sup>  $\tau_{co}$ : 0.6667  
 $\tau_{c1}$ : 1.971

$\sigma_c$ : -16.44 N/mm<sup>2</sup>  
 $\sigma_s$ : 290.2 N/mm<sup>2</sup>  
 $\epsilon_s$ : 1.451 ‰  
 d: 54 cm  
 x: 24.81 x/d: 0.4594  
 $\delta$ : 1

Vertici: 52  
 Verifica  
 N° iterazioni: 3  
 Precompresso

**VERIFICA TENSIONALE PALO**

N [kN]	196.82	(Combo rara)
T [kN]	74.79	
M [kN]	400.36	
Mmax [kNm]	459.79	

**Barriere antirumore – Relazione di calcolo  
Fondazioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	OC0000 001	A	179 di 194

Armatura	24 Ø24				
$f_{ck}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	28				
$f_{yk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	450				
$\sigma_{cls,max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	16.44	< $\sigma_{cls,amm}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	0,60* $f_{ck}$	16.80	VERIFICA SODDISFATTA
$\sigma_{acc,max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	290.20	< $\sigma_{acc,amm}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	0,8* $f_{yk}$	360.00	VERIFICA SODDISFATTA

➤ **VERIFICA A FESSURAZIONE (FREQUENTE)**

Dati		Verica fessurazione sezione circolare
$\vartheta_s$	139 N/mm <sup>2</sup>	Tensione massima armatura tesa sezione fessurata
Rck	35.0 N/mm <sup>2</sup>	Resistenza caratteristica cubica cls
$\phi_l$	24 mm	Diametro barre longitudinali
$\phi_s$	12 mm	Diametro staffe o spirale
n	24	Numero ferri longitudinali
c	60 mm	Ricoprimento del calcestruzzo
D	600 mm	Diametro
$k_t$	0.4	$k_t=0,6 ; 0,4$ carichi breve durata/lunga durata
$k_2$	0.5	$k_2=0,5 ; 1,0$ caso flessione/trazione semplice
$k_1$	0.8	$k_1=0,8 ; 1,6$ barre aderenza migliorata/lisce
w	0.4 mm	Valore limite apertura fessure
Dati		
fck	29.1 N/mm <sup>2</sup>	Resistenza caratteristica cilindrica cls
i	57 mm	Interasse ferri longitudinali
$A_\phi$	452 mm <sup>2</sup>	Area barra longitudinale
$E_s$	210000.0 N/mm <sup>2</sup>	Modulo elastico acciaio da c.a
$f_{ctm}$	2.8 N/mm <sup>2</sup>	Resistenza a trazione media cls
$E_{cm}$	32588.1 N/mm <sup>2</sup>	Modulo elastico medio cls
$\alpha_e$	6.44	Rapporto $E_s/E_{cm}$
$f_{cm}$	37.1 N/mm <sup>2</sup>	Resistenza media cls
$\rho_{eff}$	0.0556	Rapporto area acciaio/area efficace
$\epsilon_{sm1}$	0.000530	Deformazione unitaria media barre di calcolo
$\epsilon_{sm2}$	0.000397	Deformazione unitaria media barre valore minimo
$\epsilon_{sm}$	0.000530	Deformazione unitaria media
$k_3$	3.4	Coefficiente
$k_4$	0.4	Coefficiente
$\Delta s_{max}$	277.4 mm	Distanza massima tra le fessure
$w_d$	0.250 mm	Valore di calcolo apertura fessure

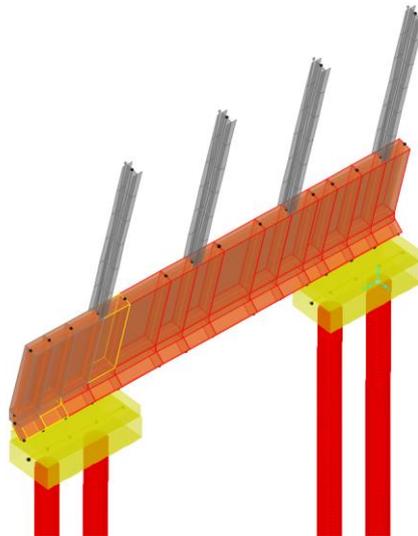


➤ **VERIFICA DI DEFORMABILITÀ**

VERIFICA DI DEFORMABILITÀ'		
Spostamento testa montante da vento	1.80	cm
Traslazione testa palo	0.154	cm
Rotazione testa palo	0.00762	[rad]
Rotazione testa palo	0.4366	[°]
Spostamento testa montante da rotazione	7.96	cm
Spostamento totale testa montante $E_d$	9.76	cm
Spostamento ammissibile $C_d = H/100$	9.80	cm
<b>Verificato <math>E_d &lt; C_d - E_d/C_d = 1.00</math></b>		

✘ Joint Displacements ✘

Joint Object	72	Joint Element	72	
	1	2	3	
Trans	4.731E-04	0.0154	-4.684E-04	
Rotn	-0.00762	-1.136E-04	-8.202E-04	



### ➤ TRAVI DI FONDAZIONE

Per il dimensionamento delle travi di fondazione si farà riferimento alle dimensioni geometriche già utilizzate per le barriere su trincea e rilevato, rispettivamente 120x55cm per BM110 e 140x65 per BM130.

Di seguito si riportano le verifiche allo SLU e allo SLE effettuate sui cordoli di fondazione.

### ➤ TRAVE DI FONDAZIONE PER BM110

DIMENSIONI			
Base sezione	B	[m]	1.20
Altezza sezione	H	[m]	0.75
Lunghezza sezione	L	[m]	-
Copriferro (baricentro barra)	c	[m]	0.05
Altezza utile	d	[m]	0.70
Area	A	[m <sup>2</sup> ]	0.9
Momento d'inerzia orizzontale	I <sub>y</sub>	[m <sup>4</sup> ]	0.042
Momento d'inerzia verticale	I <sub>z</sub>	[m <sup>4</sup> ]	0.108
ARMATURA LONGITUDINALE PER FLESSIONE			
Armatura inferiore tesa	2	∅	20
	2	∅	14
	As	[mm <sup>2</sup> ]	936.19
Armatura superiore compressa	2	∅	20
	2	∅	14
	As'	[mm <sup>2</sup> ]	936.19
ARMATURA TRASVERSALE A TAGLIO (STAFFE)			
Numero di bracci	n	[-]	2
Armatura trasversale (staffe)	Asw	∅	12
		[mm <sup>2</sup> ]	226.19
Passo	s	[cm]	10
ARMATURA LONGITUDINALE PER TORSIONE			
Armatura longitudinale per torsione	8	∅	20
	As	[mm <sup>2</sup> ]	2513
ARMATURA TRASVERSALE A TORSIONE (STAFFE)			
Numero di bracci	n	[-]	2
Armatura trasversale (staffe)	Asw	∅	12
		[mm <sup>2</sup> ]	226.19
Passo	s	[cm]	10

➤ **SOLLECITAZIONI**

SOLLECITAZIONI CORDOLO			
	STR	GEO	SLE
P [kN]	39.78	31.40	28.72
V2 [kN]	151.84	119.43	110.51
V3 [kN]	81.83	68.85	55.09
T [kN*m]	128.56	111.94	86.80
M2 [kN*m]	97.17	80.73	66.34
M3 [kN*m]	128.07	102.51	91.18

➤ **VERIFICHE ALLO SLU**

VERIFICA A FLESSIONE RETTA (METODO ITERATIVO CALCOLO ASSE NEUTRO)			
Armatura tesa	As	[mm <sup>2</sup> ]	936.19
Armatura compressa	As'	[mm <sup>2</sup> ]	936.19
Posizione asse neutro di tentativo	x <sub>1</sub>	[mm]	54.51
Posizione asse neutro di tentativo adimensionale	x <sub>1</sub> /d	[-]	0.078
Campo di rottura	-	-	2
Deformazione acciaio teso	ε <sub>s</sub>	[-]	0.01
Deformazione acciaio compresso	ε <sub>s</sub> '	[-]	0.00007
Tensione acciaio compresso	σ <sub>s</sub> '	[N/mm <sup>2</sup> ]	14.67
Deformazione calcestruzzo	ε <sub>c</sub>	[-]	0.00084
Deformazione calcestruzzo *	ε <sub>c</sub> *	[-]	0.242
Coefficiente riempimento	β	[-]	0.340
Posizione asse neutro reale	x <sub>2</sub>	[mm]	54.51
Coefficiente posizione risultante compressione c <sub>ls</sub>	k	[-]	0.35
Momento resistente di calcolo	M <sub>Rd</sub>	[kNm]	249.08
Verifica	M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub>	[-]	51.42%

**Barriere antirumore – Relazione di calcolo  
Fondazioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	OC0000 001	A	184 di 194

**VERIFICA A PRESSO/TENSO-FLESSIONE RETTA (DOMINIO DI INTERAZIONE CON STRESS-BLOCK)**

Momento resistente di calcolo	$M_{Rd} (N_{ed})$	[kNm]	261.15
Verifica	$M_{Ed}/M_{Rd}$	[-]	49.04%

**VERIFICA A PRESSO/TENSO-FLESSIONE RETTA (DOMINIO DI INTERAZIONE CON PARABOLA-RETTANGOLO)**

Momento resistente di calcolo	$M_{Rd} (N_{ed})$	[kNm]	261.15
Verifica	$M_{Ed}/M_{Rd}$	[-]	49.04%

**VERIFICA A TAGLIO - SENZA ARMATURA**

Coefficiente	k	[-]	1.53
Rapporto geometrico armatura longitudinale	$\rho_l$	[%]	0.11%
Tensione media di compressione	$\sigma_{cp}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	0.04
Taglio adimensionale minimo	$v_{min}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	0.35
Resistenza a taglio di calcolo	$V_{Rd}$	[kN]	301.29
Verifica	$V_{Ed}/V_{Rd}$	[-]	50.40%

**VERIFICA A TAGLIO - CON ARMATURA**

Inclinazione staffe rispetto all'asse	$\alpha$	[°]	90
Inclinazione dei puntoni di calcestruzzo	$\theta$	[°]	45
Cotangente dell'inclinazione dei puntoni di calcestruzzo	$\cotg \theta$	[-]	1
Tensione media di compressione	$\sigma_{cp}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	0.04
Coefficiente maggiorativo	$\alpha_c$	[-]	1.00
Resistenza a taglio di calcolo lato acciaio	$V_{Rsd}$	[kN]	557.62
Resistenza a taglio di calcolo lato calcestruzzo	$V_{Rcd}$	[kN]	3007.15
Resistenza a taglio di calcolo	$V_{Rd}$	[kN]	557.62
Verifica	$V_{Ed}/V_{Rd}$	[-]	27.23%

**VERIFICA A TORSIONE**

Inclinazione delle bielle di calcestruzzo	$\theta$	[°]	45
Cotangente dell'inclinazione delle bielle di calcestruzzo	$\cotg \theta$	[-]	1.00
Area delle staffe	$A_s$	[mm <sup>2</sup> ]	226
Passo delle staffe	s	[mm]	100
Rapporto tra area staffe e passo	$a_s$	[mm]	2.262
Area della sezione	$A_c$	[mm <sup>2</sup> ]	900000
Perimetro della sezione	u	[mm]	3900
Rapporto tra area e perimetro	t	[mm]	230.77

**Barriere antirumore – Relazione di calcolo  
Fondazioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	OC0000 001	A	185 di 194

Area racchiusa dalla fibra media del profilo periferico	A	[mm <sup>2</sup> ]	503254
Perimetro medio del nucleo resistente	U <sub>m</sub>	[mm]	2977
Area complessiva armatura longitudinale	ΣA <sub>l</sub>	[mm <sup>2</sup> ]	2513
Rapporto tra armatura longitudinale e perimetro medio	a <sub>l</sub>	[mm]	0.84
Resistenza a torsione di calcolo lato calcestruzzo	T <sub>Rcd</sub>	[kNm]	921.34
Resistenza a torsione di calcolo lato staffe	T <sub>Rsd</sub>	[kNm]	890.87
Resistenza a torsione di calcolo lato armatura longitudinale	T <sub>Rld</sub>	[kNm]	332.51
Resistenza a torsione di calcolo	T <sub>Rd</sub>	[kNm]	332.51
Verifica	T <sub>Ed</sub> /T <sub>Rd</sub>	[-]	38.66%

VERIFICA COMBINATA TAGLIO E TORSIONE

Resistenza a taglio di calcolo lato calcestruzzo	V <sub>Rcd</sub>	[kN]	3007.15
Resistenza a torsione di calcolo lato calcestruzzo	T <sub>Rcd</sub>	[kNm]	921.34
Verifica	β <sub>T</sub> +β <sub>V</sub>	[-]	19.69%

➤ **VERIFICHE DELLO STATO TENSIONALE (RARA)**

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

TITOLO : \_\_\_\_\_

N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	120	55

N°	As [cm <sup>2</sup> ]	d [cm]
1	12.13	5
2	12.13	50

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0 28.72 kN  
M<sub>xEd</sub> 0 91 kNm  
M<sub>yEd</sub> 0 0

Materiali

B450C C28/35

ε<sub>su</sub> 67.5 ‰ ε<sub>c2</sub> 2 ‰  
f<sub>yd</sub> 391.3 N/mm<sup>2</sup> ε<sub>cu</sub> 3.5 ‰  
E<sub>s</sub> 200 000 N/mm<sup>2</sup> f<sub>cd</sub> 15.87 ‰  
E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> 0.8  
ε<sub>syd</sub> 1.957 ‰ σ<sub>c,adm</sub> 11  
σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm<sup>2</sup> τ<sub>co</sub> 0.6667  
τ<sub>c1</sub> 1.971

σ<sub>c</sub> -2.8 N/mm<sup>2</sup>  
σ<sub>s</sub> 150.3 N/mm<sup>2</sup>  
ε<sub>s</sub> 0.7515 ‰  
d 50 cm  
x 10.92 w/d 0.2184  
δ 0.713

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-  
 Metodo n

Verifica

N° iterazioni: 5

Precompresso

σ <sub>cls,max</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	2.8	<	σ <sub>cls,amm</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	0,60*f <sub>ck</sub>	16.80	<b>VERIFICA SODDISFATTA</b>
---	-----	---	---	----------------------	-------	-----------------------------

**ITINERARIO NAPOLI – BARI  
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO  
II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO  
1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE  
PROGETTO ESECUTIVO**

**Barriere antirumore – Relazione di calcolo  
Fondazioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	OC0000 001	A	186 di 194

$\sigma_{acc,max}$  [N/mm<sup>2</sup>] 150.3 <  $\sigma_{acc,amm}$  [N/mm<sup>2</sup>] 0,8\*f<sub>yk</sub> 360.00

**VERIFICA SODDISFATTA**

**Barriere antirumore – Relazione di calcolo  
Fondazioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	OC0000 001	A	187 di 194

➤ **VERIFICHE A FESSURAZIONE (FREQUENTE)**

Altezza della sezione	h	550 [mm]
Larghezza della sezione	b	1200 [mm]
Altezza utile della sezione	d	500 [mm]
Distanza tra asse armatura e lembo compresso	d'	50 [mm]
Ricoprimento dell'armatura	c	50 [mm]
<a href="#">Armatura tesa ordinaria</a>		
Numero di ferri tesi presenti nella sezione	n <sub>f,1</sub>	5 [-]
Diametro dei ferri tesi presenti nella sezione	f <sub>f,1</sub>	20 [mm]
Area dei ferri tesi presenti nella sezione	A <sub>sf,1</sub>	1571 [mm <sup>2</sup> ]
<a href="#">Armatura tesa di infittimento</a>		
Numero di ferri tesi presenti nella sezione	n <sub>f,2</sub>	2 [-]
Diametro dei ferri tesi presenti nella sezione	f <sub>f,2</sub>	14 [mm]
Area dei ferri tesi presenti nella sezione	A <sub>sf,2</sub>	308 [mm <sup>2</sup> ]
Resistenza caratteristica cilindrica dal calcestruzzo	f <sub>ck</sub>	28 [MPa]
Resistenza a trazione media del calcestruzzo	f <sub>ctm</sub>	2.8 [MPa]
Modulo di elasticità del calcestruzzo	E <sub>cm</sub>	32308 [MPa]
Resistenza a snervamento dell'acciaio	f <sub>yk</sub>	450 [MPa]
Modulo di elasticità dell'acciaio	E <sub>s</sub>	206000 [MPa]
Tensione nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	s <sub>s</sub>	20 [MPa]
Asse neutro della sezione	x	167 [mm]
Tipo e durata dei carichi applicati		
Coefficiente di omogeneizzazione	a <sub>e</sub>	6.38 [-]
Area totale delle armature presenti nella zona tesa	A <sub>s</sub>	1879 [mm <sup>2</sup> ]
Area efficace tesa di calcestruzzo	A <sub>c,eff.1</sub>	125000 [mm <sup>2</sup> ]
	A <sub>c,eff.2</sub>	127667 [mm <sup>2</sup> ]
	A <sub>c,eff.3</sub>	275000 [mm <sup>2</sup> ]
	A <sub>c,eff.min</sub>	125000 [mm <sup>2</sup> ]
Rapporto tra l'area di acciaio teso e quella di calcestruzzo teso	r <sub>p,eff</sub>	0.01503 [-]
Resistenza efficace media del calcestruzzo	f <sub>ct,eff</sub>	2.8 [MPa]
Fattore di durata del carico	k <sub>t</sub>	0.4 [-]
<b>Differenza tra la deformazione nell'acciaio e nel cls</b>	[e <sub>sm</sub> -e <sub>cm</sub> ] <sub>min</sub>	0.000058 [-]
	[e <sub>sm</sub> -e <sub>cm</sub> ] <sub>calc.</sub>	-0.000295 [-]
	<b>[e<sub>sm</sub>-e<sub>cm</sub>]</b>	<b>0.000058 [-]</b>
Spaziatura tra le barre (calcolata tra i baricentri dei ferri)	s	200 [mm]
Diametro equivalente delle barre	f <sub>eq</sub>	18.69 [mm]
Spaziatura massima di riferimento	s <sub>max,rif</sub>	296.7188 [mm]
Coefficienti k per il calcolo dell'ampiezza di fessurazione	k <sub>1</sub>	0.800 [-]

Barriere antirumore – Relazione di calcolo  
Fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	OC0000 001	A	188 di 194

Distanza massima tra le fessure

Ampiezza limite delle fessure per la combinazione di calcolo pertinente

Ampiezza delle fessure (di calcolo)

$k_2$	0.500 [-]
$k_3$	3.400 [-]
$k_4$	0.425 [-]
$S_{r,max.1}$	381 [mm]
$S_{r,max.2}$	498 [mm]
$S_{r,max}$	<b>381 [mm]</b>
$W_{k,lim}$	0.40 [mm]
<b><math>W_k</math></b>	<b>0.02 [mm]</b>

➤ **TRAVE DI FONDAZIONE PER BM130**

DIMENSIONI			
Base sezione	B	[m]	1.40
Altezza sezione	H	[m]	0.65
Lunghezza sezione	L	[m]	-
Copriferro (baricentro barra)	c	[m]	0.06
Altezza utile	d	[m]	0.59
Area	A	[m <sup>2</sup> ]	0.91
Momento d'inerzia orizzontale	$I_y$	[m <sup>4</sup> ]	0.032
Momento d'inerzia verticale	$I_z$	[m <sup>4</sup> ]	0.1486

ARMATURA LONGITUDINALE PER FLESSIONE			
Armatura inferiore tesa	2	∅	20
	3	∅	14
	$A_s$	[mm <sup>2</sup> ]	
Armatura superiore compressa	2	∅	1090.13
	3	∅	20
	$A_{s'}$	[mm <sup>2</sup> ]	14

ARMATURA TRASVERSALE A TAGLIO (STAFFE)			
Numero di bracci	n	[-]	2
Armatura trasversale (staffe)	$A_{sw}$	∅	12
		[mm <sup>2</sup> ]	226.19
Passo	s	[cm]	10

ARMATURA LONGITUDINALE PER TORSIONE			
Armatura longitudinale per torsione	8	∅	20
	$A_s$	[mm <sup>2</sup> ]	2513

ARMATURA TRASVERSALE A TORSIONE (STAFFE)			
--	--	--	--

**Barriere antirumore – Relazione di calcolo  
Fondazioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	OC0000 001	A	189 di 194

Numero di bracci	n	[-]	2
Armatura trasversale (staffe)	Asw	$\varnothing$	12
		[mm <sup>2</sup> ]	226.19
Passo	s	[cm]	10

➤ **SOLLECITAZIONI**

SOLLECITAZIONI CORDOLO			
	STR	GEO	SLE
P [kN]	60.15	50.52	40.92
V2 [kN]	215.22	174.05	152.21
V3 [kN]	109.45	92.83	65.23
T [kN*m]	289.00	290.87	153.18
M2 [kN*m]	115.31	97.82	67.70
M3 [kN*m]	195.74	160.52	135.99

➤ **VERIFICHE ALLO SLU**

VERIFICA A FLESSIONE RETTA (METODO ITERATIVO CALCOLO ASSE NEUTRO)			
Armatura tesa	As	[mm <sup>2</sup> ]	1090.13
Armatura compressa	As'	[mm <sup>2</sup> ]	1090.13
Posizione asse neutro di tentativo	x <sub>1</sub>	[mm]	52.99
Posizione asse neutro di tentativo adimensionale	x <sub>1</sub> /d	[-]	0.090
Campo di rottura	-	-	2
Deformazione acciaio teso	ε <sub>s</sub>	[-]	0.01
Deformazione acciaio compresso	ε <sub>s</sub> '	[-]	-0.00013
Tensione acciaio compresso	σ <sub>s</sub> '	[N/mm <sup>2</sup> ]	-27.42
Deformazione calcestruzzo	ε <sub>c</sub>	[-]	0.00099
Deformazione calcestruzzo *	ε <sub>c</sub> *	[-]	0.282
Coefficiente riempimento	β	[-]	0.388
Posizione asse neutro reale	x <sub>2</sub>	[mm]	52.99
Coefficiente posizione risultante compressione cls	k	[-]	0.35
Momento resistente di calcolo	M <sub>Rd</sub>	[kNm]	245.01
Verifica	M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub>	[-]	79.89%

VERIFICA A PRESSO/TENSO-FLESSIONE RETTA (DOMINIO DI INTERAZIONE CON STRESS-BLOCK)			
Momento resistente di calcolo	M <sub>Rd</sub> (N <sub>ed</sub> )	[kNm]	263.53
Verifica	M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub>	[-]	74.28%

**Barriere antirumore – Relazione di calcolo  
Fondazioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	OC0000 001	A	190 di 194

**VERIFICA A PRESSO/TENSO-FLESSIONE RETTA (DOMINIO DI INTERAZIONE CON PARABOLA-RETTANGOLO)**

Momento resistente di calcolo	$M_{Rd} (N_{ed})$	[kNm]	262.58
Verifica	$M_{Ed}/M_{Rd}$	[-]	74.55%

**VERIFICA A TAGLIO - SENZA ARMATURA**

Coefficiente	k	[-]	1.58
Rapporto geometrico armatura longitudinale	$\rho_l$	[%]	0.13%
Tensione media di compressione	$\sigma_{cp}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	0.07
Taglio adimensionale minimo	$v_{min}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	0.37
Resistenza a taglio di calcolo	$V_{Rd}$	[kN]	312.65
Verifica	$V_{Ed}/V_{Rd}$	[-]	68.84%

**VERIFICA A TAGLIO - CON ARMATURA**

Inclinazione staffe rispetto all'asse	$\alpha$	[°]	90
Inclinazione dei puntoni di calcestruzzo	$\theta$	[°]	45
Cotangente dell'inclinazione dei puntoni di calcestruzzo	$\cotg \theta$	[-]	1
Tensione media di compressione	$\sigma_{cp}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	0.07
Coefficiente maggiorativo	$\alpha_c$	[-]	1.00
Resistenza a taglio di calcolo lato acciaio	$V_{Rsd}$	[kN]	469.99
Resistenza a taglio di calcolo lato calcestruzzo	$V_{Rcd}$	[kN]	2961.10
Resistenza a taglio di calcolo	$V_{Rd}$	[kN]	469.99
Verifica	$V_{Ed}/V_{Rd}$	[-]	45.79%

**Barriere antirumore – Relazione di calcolo  
Fondazioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	OC0000 001	A	191 di 194

VERIFICA A TORSIONE

Inclinazione delle bielle di calcestruzzo	$\theta$	[°]	45
Cotangente dell'inclinazione delle bielle di calcestruzzo	$\cotg \theta$	[-]	1.00
Area delle staffe	$A_s$	[mm <sup>2</sup> ]	226
Passo delle staffe	$s$	[mm]	100
Rapporto tra area staffe e passo	$a_s$	[mm]	2.262
Area della sezione	$A_c$	[mm <sup>2</sup> ]	910000
Perimetro della sezione	$u$	[mm]	4100
Rapporto tra area e perimetro	$t$	[mm]	221.95
Area racchiusa dalla fibra media del profilo periferico	$A$	[mm <sup>2</sup> ]	504262
Perimetro medio del nucleo resistente	$u_m$	[mm]	3212
Area complessiva armatura longitudinale	$\Sigma A_l$	[mm <sup>2</sup> ]	2513
Rapporto tra armatura longitudinale e perimetro medio	$a_l$	[mm]	0.78
Resistenza a torsione di calcolo lato calcestruzzo	$T_{Rcd}$	[kNm]	887.91
Resistenza a torsione di calcolo lato staffe	$T_{Rsd}$	[kNm]	892.65
Resistenza a torsione di calcolo lato armatura longitudinale	$T_{Rld}$	[kNm]	308.77
Resistenza a torsione di calcolo	$T_{Rd}$	[kNm]	308.77
Verifica	$T_{Ed}/T_{Rd}$	[-]	93.60%

VERIFICA COMBINATA TAGLIO E TORSIONE

Resistenza a taglio di calcolo lato calcestruzzo	$V_{Rcd}$	[kN]	2961.10
Resistenza a torsione di calcolo lato calcestruzzo	$T_{Rcd}$	[kNm]	887.91
Verifica	$\beta_T + \beta_V$	[-]	40.70%

➤ VERIFICHE DELLO STATO TENSIONALE

Verifica C.A. S.L.U. - File: H7\_SCAVALCO

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : \_\_\_\_\_

N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	140	65

N°	As [cm²]	d [cm]
1	13.67	5
2	13.67	60

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0 41 kN  
M<sub>xEd</sub> 0 136 kNm  
M<sub>yEd</sub> 0 0

Materiali

B450C C28/35

ε<sub>su</sub> 67.5 ‰ ε<sub>c2</sub> 2 ‰  
f<sub>yd</sub> 391.3 N/mm² ε<sub>cu</sub> 3.5 ‰  
E<sub>s</sub> 200 000 N/mm² f<sub>cd</sub> 15.87  
E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> 0.8  
ε<sub>syd</sub> 1.957 ‰ σ<sub>c,adm</sub> 11  
σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0.6667  
τ<sub>c1</sub> 1.971

σ<sub>c</sub> -2.733 N/mm²  
σ<sub>s</sub> 162.9 N/mm²  
ε<sub>s</sub> 0.8144 ‰  
d 60 cm  
x 12.07 x/d 0.2011  
δ 0.7

Tipo Sezione  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

Metodo di calcolo  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

Verifica  
 N° iterazioni: 5  
 Precompresso

σ <sub>cls,max</sub> [N/mm²]	2.733	<	σ <sub>cls,amm</sub> [N/mm²]	0,60*f <sub>ck</sub>	16.80	VERIFICA SODDISFATTA
σ <sub>acc,max</sub> [N/mm²]	162.9	<	σ <sub>acc,amm</sub> [N/mm²]	0,8*f <sub>yk</sub>	360.00	VERIFICA SODDISFATTA

**Barriere antirumore – Relazione di calcolo  
Fondazioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	OC0000 001	A	193 di 194

➤ **VERIFICHE A FESSURAZIONE (FREQUENTE)**

Altezza della sezione	h	650	[mm]
Larghezza della sezione	b	1400	[mm]
Altezza utile della sezione	d	600	[mm]
Distanza tra asse armatura e lembo compresso	d'	50	50
Ricoprimento dell'armatura	c	50	[mm]
<a href="#">Armatura tesa ordinaria</a>			
Numero di ferri tesi presenti nella sezione	n <sub>f,1</sub>	5	5
Diametro dei ferri tesi presenti nella sezione	f <sub>f,1</sub>	20	20
Area dei ferri tesi presenti nella sezione	A <sub>sf,1</sub>	1571	1571
<a href="#">Armatura tesa di infittimento</a>			
Numero di ferri tesi presenti nella sezione	n <sub>f,2</sub>	2	3
Diametro dei ferri tesi presenti nella sezione	f <sub>f,2</sub>	14	14
Area dei ferri tesi presenti nella sezione	A <sub>sf,2</sub>	308	462
Resistenza caratteristica cilindrica dal calcestruzzo	f <sub>ck</sub>	28	[MPa]
Resistenza a trazione media del calcestruzzo	f <sub>ctm</sub>	2.8	2.8
Modulo di elasticità del calcestruzzo	E <sub>cm</sub>	32308	[MPa]
Resistenza a snervamento dell'acciaio	f <sub>yk</sub>	450	[MPa]
Modulo di elasticità dell'acciaio	E <sub>s</sub>	206000	[MPa]
Tensione nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	s <sub>s</sub>	20	[MPa]
Asse neutro della sezione	x	167	[mm]
Tipo e durata dei carichi applicati			
Coefficiente di omogeneizzazione	a <sub>e</sub>	6.38	[-]
Area totale delle armature presenti nella zona tesa	A <sub>s</sub>	1879	2033
Area efficace tesa di calcestruzzo	A <sub>c,eff.1</sub>	175000	[mm <sup>2</sup> ]
	A <sub>c,eff.2</sub>	225400	[mm <sup>2</sup> ]
	A <sub>c,eff.3</sub>	455000	[mm <sup>2</sup> ]
	A <sub>c,eff.min</sub>	175000	[mm <sup>2</sup> ]
Rapporto tra l'area di acciaio teso e quella di calcestruzzo teso	r <sub>p,eff</sub>	0.01161	[-]
Resistenza efficace media del calcestruzzo	2.8 f <sub>ct,eff</sub>	2.8	[MPa]
Fattore di durata del carico	0.4 k <sub>t</sub>	0.4	[-]
<b>Differenza tra la deformazione nell'acciaio e nel cls</b>		0.000058	0.000058 [-]
		-	
	0.000400	[e <sub>sm</sub> -e <sub>cm</sub> ] <sub>calc.</sub>	-0.000295 [-]
	<b>0.000058</b>	<b>[e<sub>sm</sub>-e<sub>cm</sub>]</b>	<b>0.000058 [-]</b>
Spaziatura tra le barre (calcolata tra i baricentri dei ferri)		200	200 [mm]
Diametro equivalente delle barre	18.23	f <sub>eq</sub>	18.69 [mm]
Spaziatura massima di riferimento	295.5634	s <sub>max,rif</sub>	296.7188 [mm]

**Barriere antirumore – Relazione di calcolo  
Fondazioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	OC0000 001	A	194 di 194

Coefficienti k per il calcolo dell'ampiezza di fessurazione	0.800	0.800 [-]
0.500	$k_2$	0.500 [-]
3.400	$k_3$	3.400 [-]
0.425	$k_4$	0.425 [-]
<b>Distanza massima tra le fessure</b>		
437	$S_{r,max.1}$	381 [mm]
628	$S_{r,max.2}$	498 [mm]
<b>437</b>	<b><math>S_{r,max}</math></b>	<b>381 [mm]</b>
Ampiezza limite delle fessure per la combinazione di calcolo pertinente	$W_{k,lim}$	0.10 [mm]
<b>Ampiezza delle fessure (di calcolo)</b>	<b>0.03 <math>w_k</math></b>	<b>0.02 [mm]</b>

## 24. INCIDENZE

Di seguito il calcolo delle incidenze dei pali di fondazione e dei cordoli di collegamento.

	long	spirale	anello	tot (mc)	$g_s$ (kg/m <sup>3</sup> )	P (kg)	$V_{cls}$ (m <sup>3</sup> )	inc (kg/mc)
pali armati con 16fi20	5,026,548.2	852,733.8	262,768.3	0.00614	7850	48.22	0.282743	<b>170.5</b>
pali armati con 20fi24	9,047,786.8	852,733.8	262,768.3	0.01016	7850	79.78	0.282743	<b>282.2</b>

	principale	secondaria	staffe	tot (mc)	$g_s$ (kg/m <sup>3</sup> )	P (kg)	$V_{cls}$ (m <sup>3</sup> )	inc (kg/mc)
BM110	3,769,911.2	923,628.2	257,861.9	0.00495	7850	38.87	0.66	<b>58.9</b>
BM130	3,769,911.2	923,628.2	285,005.3	0.00498	7850	39.08	0.91	<b>42.9</b>