










S.S. N. 9 "VIA EMILIA"

VARIANTE DI CASALPUSTERLENGO ED ELIMINAZIONE PASSAGGIO A LIVELLO SULLA S.P. EX S.S. N.234

PROGETTO ESECUTIVO

 Ing. Renato Vaira <small>(Ordine degli Ingg. di Torino e Provincia n° 4863 W)</small>	ING. RENATO DEL PRETE Ing. Renato Del Prete <small>Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 5073</small>	DOTT. GEOL. DANILO GALLO Dott. Geol. Danilo Gallo <small>Ordine dei Geologi della Regione Puglia n° 588</small>	INTEGRAZIONE PRESTAZIONI Ing. Renato Del Prete	PROGETTISTA Ing. Valerio Bajetti <small>(I.T. S.r.l.)</small>
			PROGETTAZIONE STRADALE Ing. Gaetano Ranieri <small>(Ga&M S.r.l.)</small>	PROGETTAZIONE IDRAULICA Ing. Fabrizio Bajetti <small>(I.T. S.r.l.)</small>
 Ing. Valerio Bajetti <small>Ordine degli Ingg. di Roma e provincia n° A-26211</small>	SETAC Srl Servizi & Engineering Trasporti Ambiente Costruzioni Prof. Ing. Luigi Monterisi <small>Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 1771</small>	 Ing. Gabriele Incecchi <small>Ordine degli Ingg. di Roma e provincia n° A-12102</small>	PROGETTAZIONE OPERE D'ARTE MAGGIORI Ing. Renato Vaira <small>(Studio Corona S.r.l.)</small>	PROGETTAZIONE OPERE D'ARTE MINORI Ing. Nicola Ligas <small>(I.T. S.r.l.)</small>
			COMPUTI Ing. Valerio Bajetti <small>(I.T. S.r.l.)</small>	CANTIERISTICA Ing. Gaetano Ranieri <small>(Ga&M S.r.l.)</small>
 Prof. Ing. Matteo Ranieri <small>Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 1137</small>	ECOPLAN <small>Società di Ingegneria e Architettura</small> Arch. Nicoletta Frattini <small>Ordine degli Arch. di Torino e provincia n° A-8433</small>	ARKE' INGEGNERIA s.r.l. <small>Via Ingegnarile Preparata 4 - 70126 Bari</small> Ing. Gioacchino Angarano <small>Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 5970</small>	GEOLOGIA Dott. Danilo Gallo	GEOTECNICA Ing. Gianfranco Sodero <small>(Studio Corona S.r.l.)</small>
			AMBIENTE Dott. Emilio Macchi <small>(ECOPLAN S.r.l.)</small>	SICUREZZA Ing. Gaetano Ranieri <small>(Ga&M S.r.l.)</small>
VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO  Dott. Ing. Fabrizio CARDONE	IL RESPONSABILE DELLA INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE  Ing. Renato DEL PRETE	PROGETTISTA  Ing. Valerio BAJETTI	GEOLOGO  Dott. Danilo GALLO	IL COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE  Ing. Gaetano RANIERI

HM04

H - PROGETTO STRUTTURALE OPERE PRINCIPALI

PO03 - PONTE SUL BREMBIOLO 02 SU ASSE 02.02

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

CODICE PROGETTO PROGETTO LIV. PROG. N. PROG. <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> COMI E 1701 </div>	NOME FILE HM04-S02PO03STRRE04_B.dwg CODICE ELAB. S02PO03STRRE04	REVISIONE B	SCALA: -----
D			
C			
B	EMISSIONE A SEGUITO DI ISTRUTTORIA	LUGLIO 2018	ING. NICOLA LIGAS
A	EMISSIONE	DICEMBRE 2017	ING. NICOLA LIGAS
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO VERIFICATO APPROVATO

SOMMARIO

1	PREMESSA	2
2	NORMATIVA.....	2
3	MATERIALI	2
3.1	Calcestruzzo pali	2
3.2	Armature ordinarie c.a.	2
3.3	Caratteristiche di durabilità e copriferri	3
4	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE	3
5	GENERALITÀ SULLE VERIFICHE GEOTECNICHE E STRUTTURALI DEI PALI	4
5.1	Verifiche di resistenza assiale (verticale)	4
5.2	Verifiche di resistenza ai carichi trasversali (orizzontali).....	7
5.3	Verifiche di deformazione	8
6	PALI SPALLE.....	8
6.1	Sollecitazioni di progetto alla testa dei pali.....	8
6.2	Calcolo delle caratteristiche di sollecitazione e deformazione del palo.....	10
6.3	Verifica dei pali soggetti a carico verticale.....	15
6.4	Pali soggetti a carico orizzontale - Verifica di resistenza del terreno	15
6.5	Verifiche di deformazione palo.....	17
6.6	Verifiche strutturali palo	17
6.6.1	Verifiche di resistenza allo stato limite ultimo	17
6.6.2	Verifiche tensionali allo stato limite di esercizio – Combinazioni rare	17
6.6.3	Verifiche di fessurazione – Combinazioni frequenti.....	18
6.6.4	Verifiche di fessurazione – Combinazioni quasi permanenti	18
6.6.5	Tabulato di calcolo.....	18

1 PREMESSA

La presente relazione riporta i calcoli statici e geotecnici necessari per la progettazione esecutiva dei pali di fondazione del Ponte sul Torrente Brembiolo posto sull' asse 2 della Variante di Casalpusterlengo alla S.S. n. 9 "Via Emilia". L'opera in oggetto presenta uno schema statico di trave semplicemente appoggiata con luceluci tra gli assi di appoggio pari a 42 m.

I pali di fondazione delle spalle sono trivellati in cls. armato, di diametro 1200 mm e hanno la seguente disposizione:

- numero pali: $N = 4$
- interasse trasv.: $l_t = 3.60 \text{ m}$
- lunghezza: $L = 26.00 \text{ m}$

2 NORMATIVA

Nella redazione dei calcoli statici ci si è attenuti alle prescrizioni della Normativa vigente; in particolare:

- Legge n°1086 del 05/11/1971

"Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica"

- Legge n°64 del 02/02/1974:

"Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"

- Decreto Ministeriale 14/01/2008

"Norme tecniche per le costruzioni"

- Circolare Min. 02/02/2009, n° 617

"Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14/01/2008"

3 MATERIALI

3.1 CALCESTRUZZO PALI

classe C25/30

resistenza caratteristica cubica $R_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$

resistenza caratteristica cilindrica $f_{ck} \geq 25 \text{ N/mm}^2$

resistenza allo stato limite ultimo: $f_{cd} = 25 \times 0.85 / 1.5 = 14.17 \text{ N/mm}^2$

tensione limite per combinazioni caratteristiche (rare): $s_1 = 0.6 \times 25 = 15.00 \text{ N/mm}^2$

tensione limite per combinazioni quasi permanenti: $s_2 = 0.45 \times 25 = 11.25 \text{ N/mm}^2$

3.2 ARMATURE ORDINARIE C.A.

acciaio tipo: B450C

tensione caratteristica di snervamento: $f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$
 tensione caratteristica di rottura: $f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$
 tensione limite per combinazioni caratteristiche (rare): $s_3 = 0.8 \times 450 = 360 \text{ N/mm}^2$

3.3 CARATTERISTICHE DI DURABILITÀ E COPRIFERRI

Le caratteristiche minime di resistenza dei calcestruzzi per la durabilità e i copriferri vengono definiti in accordo con la Circolare 02/02/2009 n.617 e con UNI EN 206-1 per una vita nominale di 50 anni.

- Classe di esposizione ambientale: XC2 (cond. amb. ordinarie)
- Copriferro nominale: $C_{nom} = C_{min} + \Delta c$ $C_{nom} = 80 \text{ mm}$
- Valori limite di apertura fessure: comb. frequenti: $w_3 = 0.4 \text{ mm}$
 comb. quasi perm.: $w_2 = 0.3 \text{ mm}$

4 CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Si adottano le seguenti caratteristiche derivate dalla Relazione geotecnica:

a) Unità geotecnica U1: terreni prevalentemente incoerenti (sabbie)

- Peso specifico: $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$
- Peso specifico efficace: $\gamma' = 9 \text{ kN/m}^3$
- Angolo di attrito interno: $\phi = 32^\circ$
- Coesione drenata: $c' = 0$
- Coefficiente di reazione laterale: $K_h = \frac{\beta \cdot Z}{D}$ in cui:

Z: profondità

D: diametro del palo

β : coefficiente come da tabella seguente

Coefficiente β [MN/m^3]	Coefficiente β [MN/m^3]	
	Secco / umido	Saturo
Sabbia soffice ($Dr < 30\%$)	2.24	1.24
Sabbia media ($30 < Dr < 70\%$)	6.72	4.48
Sabbia e ghiaia ($Dr > 70\%$)	17.92	10.88

b) Unità geotecnica U2: terreni prevalentemente coesivi (limi)

- Peso specifico: $\gamma = 19.5 \text{ kN/m}^3$
- Peso specifico efficace: $\gamma' = 9.7 \text{ kN/m}^3$
- Angolo di attrito interno: $\phi = 27^\circ$
- Coesione drenata: $c' = 17 \text{ kN/m}^2$
- Coefficiente di reazione laterale (Bowles): c_u : coesione non drenata

$$K_h \quad [\text{MN/m}^3]$$

	minimo	massimo
$c_u \leq 100 \text{ kN/m}^2$	12.2	24.5
$c_u \leq 200 \text{ kN/m}^2$	24.5	48.9
$c_u > 200 \text{ kN/m}^2$	48.9	490

Nella tabella seguente sono riportati i valori c_u e K_h in funzione della profondità.

Terreno coesivo U2		
Profondità [m]	C_u [kN/m ²]	K_h [MN/m ³]
2.00	5.40	12.86
4.00	15.60	14.12
6.00	25.90	15.39
8.00	36.20	16.65
10.00	46.40	17.91
12.00	56.70	19.17
14.00	67.00	20.44
16.00	77.20	21.70
18.00	87.50	22.96
20.00	97.80	24.23
22.00	108.00	26.45
24.00	118.30	28.97
26.00	128.60	31.48
28.00	138.80	33.97
30.00	149.10	36.48

Falda: il terreno in situ si considera saturo a partire da 1.5 m di profondità.

5 GENERALITÀ SULLE VERIFICHE GEOTECNICHE E STRUTTURALI DEI PALI

Le verifiche sono state eseguite con l'ausilio dei seguenti programmi di calcolo:

- RC-Sec, realizzato da "GeoStru Software S.a.s., Lungomare snc, 89032 – Bianco (RC)", utilizzato per la verifica a pressoflessione e taglio delle sezioni in calcestruzzo armato agli stati limite.
- AllPile, realizzato da "CivilTech Software, Bellevue, WA U.S.A."; utilizzato per le verifiche geotecniche dei pali.

5.1 VERIFICHE DI RESISTENZA ASSIALE (VERTICALE)

La verifica di resistenza assiale dei pali viene svolta allo stato limite ultimo; facendo riferimento alle NTC 2008 si segue:

- Approccio 2: Combinazione: (A1/M1/R3)

Coefficienti parziali delle resistenze γ_R : segue estratto Tabella 6.4.II, NTC 2008, con i coefficienti parziali adottati evidenziati.

Tabella 6.4.II – Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche.

Resistenza	Simbolo	Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
		(R1)	(R2)	(R3)	(R1)	(R2)	(R3)	(R1)	(R2)	(R3)
Base	γ_b	1,0	1,45	1,15	1,0	1,7	1,35	1,0	1,6	1,3
Laterale in compressione	γ_s	1,0	1,45	1,15	1,0	1,45	1,15	1,0	1,45	1,15
Totale (*)	γ_t	1,0	1,45	1,15	1,0	1,6	1,30	1,0	1,55	1,25
Laterale in trazione	γ_{st}	1,0	1,6	1,25	1,0	1,6	1,25	1,0	1,6	1,25

(*) da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto

Fattore di correlazione (1 indagine): ξ_4 : segue estratto Tabella 6.4.IV, NTC 2008, con i coefficienti parziali adottati evidenziati.

Tabella 6.4.IV – Fattori di correlazione ξ 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_3	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40
ξ_4	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21

La verifica viene eseguita tramite il programma di calcolo "AllPile", versione 7.12, prodotto da CivilTech Software, Bellevue, WA USA, il programma utilizza le procedure descritte in "Foundation & Earth Structures, Design Manual 7.02", pubblicato da "Department of Navy, Naval Facilities Engineering Command (NAVFAC, USA)".

La resistenza ultima del palo per sforzo assiale è la somma delle resistenze di punta e laterale:

$$Q_{ult} = Q_{tip} + Q_{side}$$

Da cui deriva la resistenza di calcolo:

$$R_d = \frac{Q_{tip}}{\gamma_b \times \xi} + \frac{Q_{side}}{\gamma_s \times \xi} = \frac{Q_{tip}}{1,35 \times 1,70} + \frac{Q_{side}}{1,15 \times 1,70}$$

La resistenza ultima di base vale:

$$Q_{tip} = A_{tip} \times (N_q \times S_v + N_c \times C) \text{ in cui:}$$

A_{tip} : area sezione del palo alla punta

N_q : fattore di portanza per terreni sciolti, tabellato in funzione dell'angolo di attrito e del tipo di palo (infisso o trivellato) (ved. Tabella 4.1 seguente)

Table 4-1. Bearing Capacity Factor, N_q

Φ (Internal friction)	N_q (Displacement pile)	N_q (Non-Displacement pile)
26	11.0	5.6
28	15.2	7.6
30	21.0	10.3
31	24.6	12.1
32	29.1	14.2
33	34.5	16.9
34	41.3	20.3
35	49.9	24.6
36	60.9	30.1
37	75.0	37.1
38	93.0	46.1
39	116.	57.7
40	145.	72.3

S_v : tensione verticale (efficace) alla punta palo, salvo le limitazioni:

$$S_v < q_{limit} = 7.2 \text{ N/mm}^2$$

N_c : fattore di portanza per terreni coesivi, tabellato in funzione della profondità relativa della punta palo Z/D (ved. Tabella 4.2 seguente)

Table 4-2. Bearing Capacity Factor, N_c

z/B (Depth/Width)	N_c
0	6.3
1	7.8
2	8.4
3	8.8
4	9
>4	9

C: coesione terreno

In presenza di discontinuità stratigrafiche nel tratto inferiore alla punta, si tiene conto delle caratteristiche dei terreni sottostanti interpolando per una profondità di 4 volte il diametro del palo.

La resistenza ultima laterale vale:

$$Q_{side} = \sum S_f \times P \times \Delta L = \sum (f_0 + C_a) \times P \times \Delta L \text{ in cui:}$$

$$f_0 = K_{down} \times S_v \times \tan \delta \text{ (in compressione)}$$

$$f_0 = K_{up} \times S_v \times \tan \delta \quad (\text{in trazione})$$

$$K_{down} = S_h / S_v = 0.7 : (\text{in compressione})$$

$$K_{up} = S_h / S_v = 0.4 : (\text{in trazione})$$

S_h : tensione orizzontale (efficace) lungo il palo:

S_v : tensione verticale (efficace) lungo il palo, salvo le limitazioni:

$$S_f < (f_0 + C_a)_{limit} = 0.20 \text{ N/mm}^2 : \text{portanza laterale limite}$$

$$\delta = 0.8 \times \varphi : \text{angolo di attrito calcestruzzo/terreno}$$

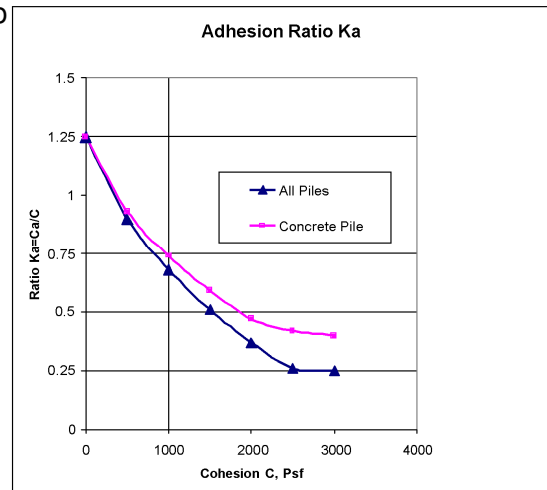
$$C_a = K_c \times K_a \times C$$

$K_c = 1$: fattore di adesione

K_a : rapporto di adesione (vedi figura a lato)

P : perimetro palo

ΔL : lunghezza tratto di palo



Il cedimento del palo viene calcolato secondo Reese e O'Neil (1988).

5.2 VERIFICHE DI RESISTENZA AI CARICHI TRASVERSALI (ORIZZONTALI)

La verifica di resistenza laterale dei pali viene svolta allo stato limite ultimo; facendo riferimento alle NTC 2008 si segue:

- Approccio 2: Combinazione: (A1/M1/R3)

Coefficienti parziali delle resistenze γ_T : segue estratto Tabella 6.4.VI, NTC 2008, con i coefficienti parziali adottati evidenziati.

Tabella 6.4.VI - Coefficienti parziali γ_T per le verifiche agli stati limite ultimi di pali soggetti a carichi trasversali.

COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
$\gamma_T = 1,0$	$\gamma_T = 1,6$	$\gamma_T = 1,3$

La determinazione delle sollecitazioni lungo il palo viene eseguita tramite il programma di calcolo "AllPile" applicando direttamente il codice COM624P (FHWA-SA-91-048, COM624P – Laterally Loaded Pile Program for the Microcomputer, Version 2.0, Wang and Reese, 1993).

Il codice risolve l'analisi laterale nell'ipotesi che il modulo di deformazione sia proporzionale alla profondità, con l'integrazione iterativa alle differenze finite delle seguenti equazioni differenziali non lineari:

$$1) \quad EI \frac{d^4 Y}{dZ^4} + Q \frac{d^2 Y}{dZ^2} - R - P_q = 0$$

$$2) \quad EI \left(\frac{d^3 Y}{dZ^3} \right) + Q \left(\frac{dY}{dZ} \right) - T = 0$$

$$3) \quad EI \left(\frac{d^2 Y}{dZ^2} \right) - M = 0$$

$$4) \quad \frac{dY}{dZ} - S_t = 0$$

In cui:

Q: carico assiale sul palo

Y: freccia laterale del palo alla profondità Z dalla testa palo

R: reazione del suolo per unità di lunghezza

E: modulo di elasticità del palo

I: momento d'inerzia del palo

P_q : carico laterale distribuito lungo il palo

T: sforzo di taglio

M: momento flettente

S_t : rotazione del palo

5.3 VERIFICHE DI DEFORMAZIONE

Per i pali si assumono le seguenti deformazioni limite ammissibili, allo SLU:

- deformazione orizzontale massima: 50 mm
- deformazione verticale massima: 20 mm

6 PALI SPALLE

6.1 SOLLECITAZIONI DI PROGETTO ALLA TESTA DEI PALI

Seguono tabelle delle sollecitazioni alla testa dei pali ricavate dalla Relazione di calcolo delle sovrastrutture per le diverse combinazioni di carico.

COMBINAZIONE	PALO 1	PALO 2	PALO 3	PALO 4	M _{Sd} [kNm]	V _{Sd} [kN]
	N _{Sd,1} [kN]	N _{Sd,2} [kN]	N _{Sd,3} [kN]	N _{Sd,4} [kN]		
SLE - QUASI PERMANENTE	1861.17	1850.06	1838.95	1827.84	-561.41	381.48
SLE - FREQUENTE 01	2461.64	2309.57	2157.49	2005.42	-159.08	543.94
SLE - FREQUENTE 02	2282.19	2294.82	2307.44	2320.06	-159.97	543.53
SLE - FREQUENTE 03	1968.18	2151.67	2335.15	2518.63	-159.31	543.83
SLE - FREQUENTE 04	1925.65	1903.05	1880.46	1857.86	-165.42	541.05
SLE - FREQUENTE 05	1922.11	1901.87	1881.64	1861.41	-560.20	382.11
SLE - CARATTERISTICA 01	2651.17	2459.19	2267.22	2075.24	-24.97	598.57
SLE - CARATTERISTICA 02	2411.90	2439.53	2467.15	2494.77	-26.16	598.03
SLE - CARATTERISTICA 03	1993.23	2248.66	2504.09	2759.52	-25.28	598.43
SLE - CARATTERISTICA 04	1936.51	1917.17	1897.84	1878.50	-33.43	594.73
SLE - CARATTERISTICA 05	2386.53	2253.03	2119.53	1986.02	-160.29	543.92
SLE - CARATTERISTICA 06	2207.09	2238.28	2269.48	2300.67	-161.18	543.51
SLE - CARATTERISTICA 07	1893.08	2095.13	2297.18	2499.23	-160.52	543.81
SLE - CARATTERISTICA 08	1850.54	1846.52	1842.49	1838.47	-166.63	541.04
SLE - CARATTERISTICA 09	2386.55	2253.04	2119.52	1986.01	-290.46	484.82
SLE - CARATTERISTICA 10	2207.10	2238.29	2269.47	2300.65	-291.35	484.42
SLE - CARATTERISTICA 11	1893.09	2095.14	2297.18	2499.22	-290.69	484.72
SLE - CARATTERISTICA 12	1850.56	1846.52	1842.49	1838.45	-296.80	481.94
SLE - CARATTERISTICA 13	2465.42	2321.33	2177.23	2033.14	-158.68	545.59
SLE - CARATTERISTICA 14	2285.97	2306.58	2327.18	2347.79	-159.57	545.18
SLE - CARATTERISTICA 15	1971.96	2163.43	2354.89	2546.35	-158.91	545.48
SLE - CARATTERISTICA 16	1929.43	1914.81	1900.20	1885.59	-165.02	542.71
SLU - STR 01	3632.71	3370.64	3108.57	2846.51	-26.57	811.17
SLU - STR 02	3309.71	3344.09	3378.48	3412.87	-28.18	810.43
SLU - STR 03	2744.49	3086.42	3428.36	3770.29	-26.99	810.98
SLU - STR 04	2667.93	2638.92	2609.91	2580.91	-37.99	805.98
SLU - STR 05	3262.56	3081.73	2900.89	2720.06	-209.49	737.29
SLU - STR 06	3020.31	3061.82	3103.32	3144.83	-210.70	736.74
SLU - STR 07	2596.40	2868.56	3140.73	3412.90	-209.81	737.15
SLU - STR 08	2538.97	2532.94	2526.90	2520.86	-218.06	733.40
SLU - STR 09	3262.58	3081.74	2900.89	2720.04	-404.75	648.67
SLU - STR 10	3020.33	3061.82	3103.32	3144.81	-405.96	648.12
SLU - STR 11	2596.42	2868.57	3140.72	3412.87	-405.06	648.53
SLU - STR 12	2539.00	2532.94	2526.89	2520.84	-413.31	644.79
SLU - STR 13	3380.89	3184.17	2987.45	2790.74	-207.07	739.94
SLU - STR 14	3138.63	3164.26	3189.88	3215.51	-208.28	739.40
SLU - STR 15	2714.72	2971.00	3227.29	3483.57	-207.39	739.80
SLU - STR 16	2657.30	2635.38	2613.46	2591.54	-215.64	736.06
SLV 01	1867.19	1878.83	1890.46	1902.10	470.70	854.82
SLV 02	1823.45	1835.10	1846.75	1858.40	524.76	854.73
SLV 03	1914.37	1881.04	1847.71	1814.37	470.60	854.72
SLV 04	1870.62	1837.31	1803.99	1770.68	524.67	854.63
SLV 05	1851.72	1862.82	1873.91	1885.00	-995.53	183.88
SLV 06	1807.98	1819.09	1830.19	1841.30	-941.46	183.80
SLV 07	1898.90	1865.02	1831.15	1797.28	-995.63	184.10
SLV 08	1855.15	1821.30	1787.44	1753.58	-941.56	184.02
SLV 09	1806.74	1870.65	1934.55	1998.46	-270.56	562.51
SLV 10	1763.00	1826.92	1890.84	1954.76	-216.49	562.43
SLV 11	1802.10	1865.84	1929.58	1993.33	-710.42	380.43
SLV 12	1758.36	1822.11	1885.87	1949.63	-656.36	380.35
SLV 13	1963.99	1878.01	1792.03	1706.05	-270.88	562.29
SLV 14	1920.24	1834.28	1748.32	1662.35	-216.81	562.21
SLV 15	1959.35	1873.21	1787.06	1700.92	-710.74	380.43
SLV 16	1915.60	1829.48	1743.35	1657.22	-656.68	380.36
SLV 17	1912.81	1924.24	1935.67	1947.09	-333.75	526.64
SLV 18	1959.99	1926.45	1892.91	1859.37	-333.84	526.57
SLV 19	1908.17	1919.44	1930.70	1941.97	-773.62	325.12
SLV 20	1955.35	1921.65	1887.95	1854.24	-773.71	325.12
SLV 21	1767.00	1778.48	1789.96	1801.43	-153.52	526.35
SLV 22	1814.17	1780.69	1747.20	1713.71	-153.62	526.28
SLV 23	1762.36	1773.67	1784.99	1796.31	-593.39	324.84
SLV 24	1809.53	1775.88	1742.23	1708.58	-593.48	324.84

Nella tabella successiva sono riepilogati i valori massimi e minimi delle azioni agenti sui pali di fondazione:

MASSIMI / MINIMI	$N_{Sd,max}$ [kN]	$N_{Sd,min}$ [kN]	M_{Sd} [kNm]	V_{Sd} [kN]
SLE - QUASI PERMANENTE	1 861.17	1 827.84	-561.41	381.48
SLE - FREQUENTI	2 518.63	1 857.86	-560.20	543.94
SLE - CARATTERISTICHE	2 759.52	1 838.45	-296.80	598.57
SLU - STR	3 770.29	2 520.84	-413.31	811.17
SLV	1 998.46	1 657.22	524.76	854.82

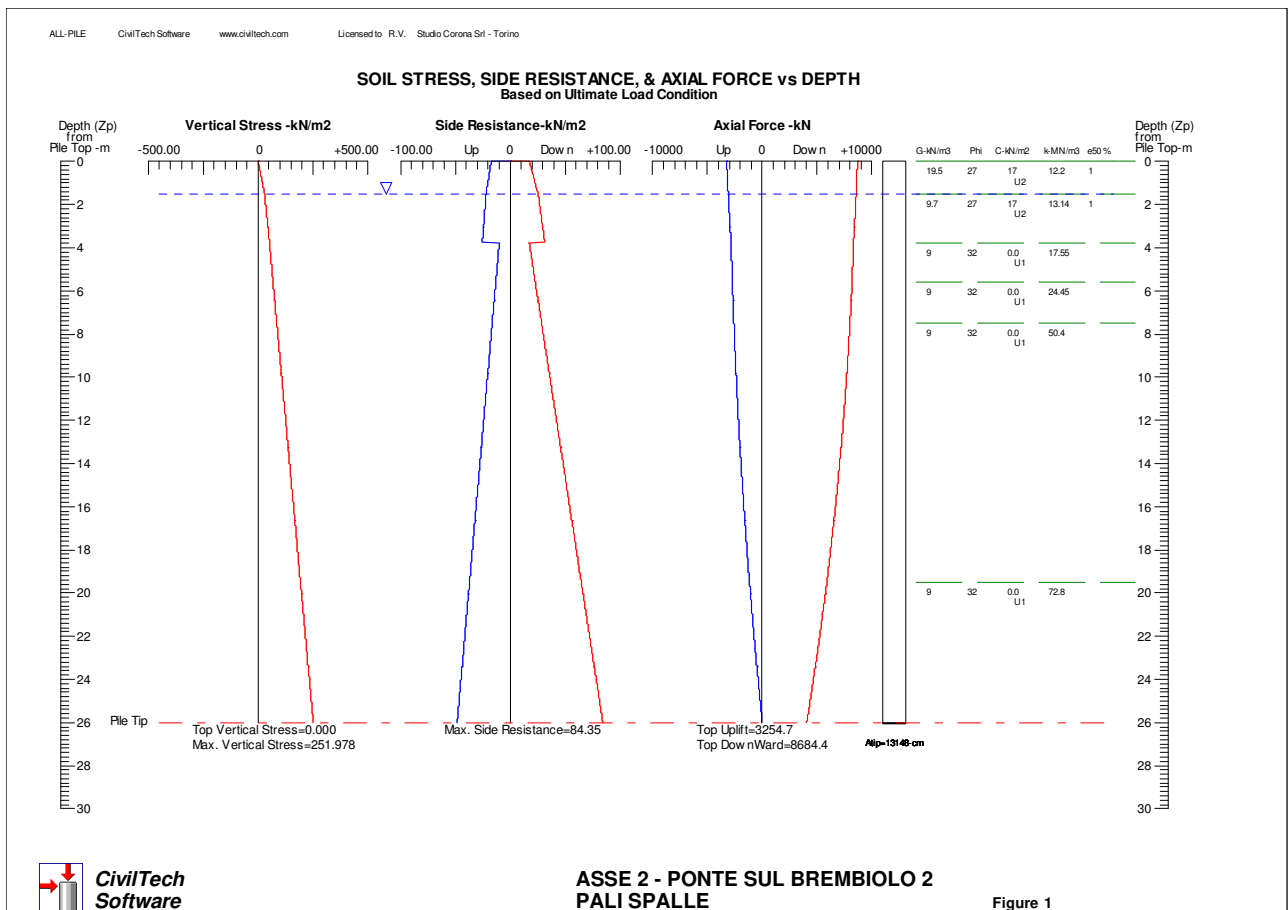
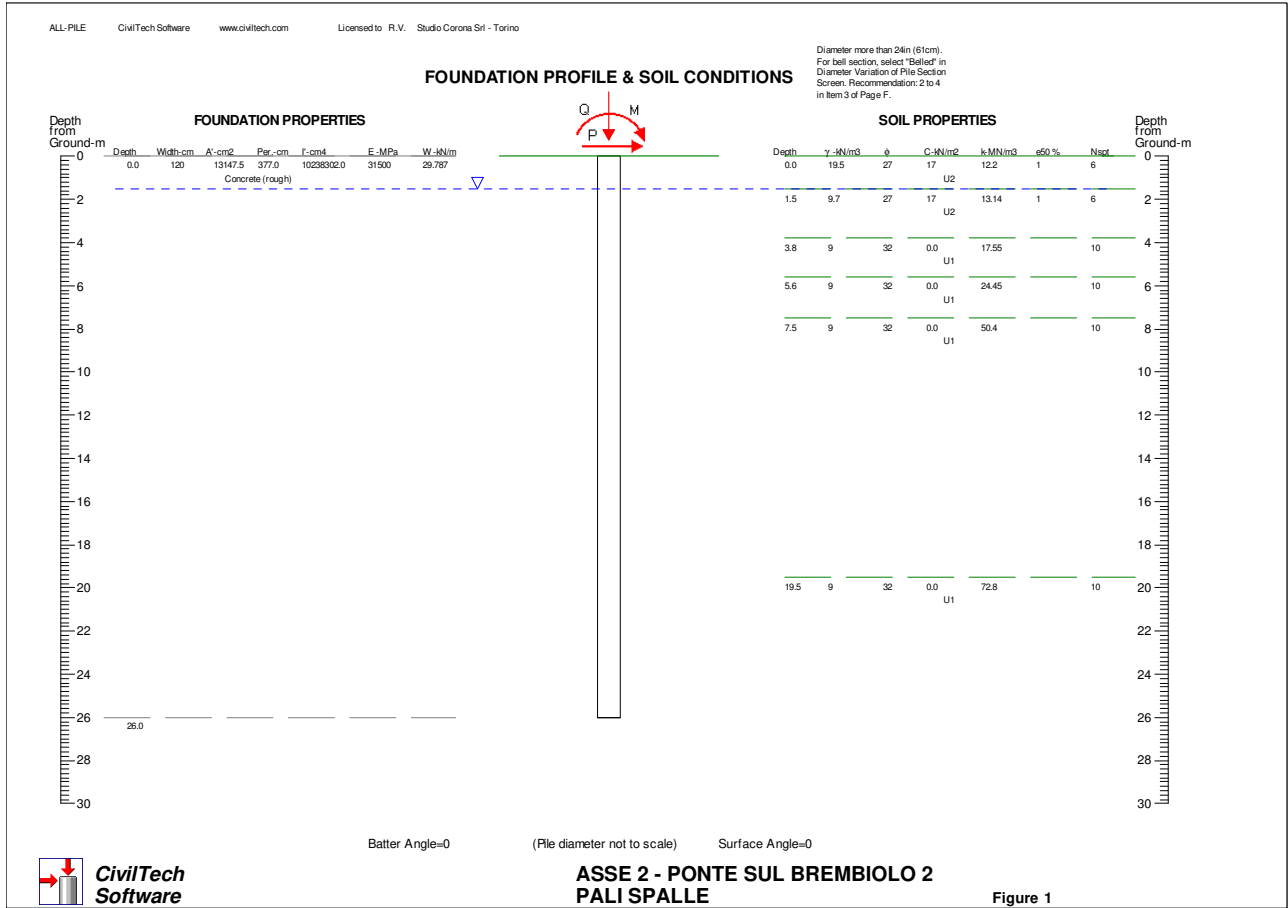
6.2 CALCOLO DELLE CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE E DEFORMAZIONE DEL PALO

Il calcolo delle caratteristiche di sollecitazione e deformazione del palo viene effettuato mediante il programma di calcolo "Allpile", vers. 7.12, CivilTech Software, Bellevue, WA USA.

La testa del palo risulta circa coincidente con il piano di campagna.

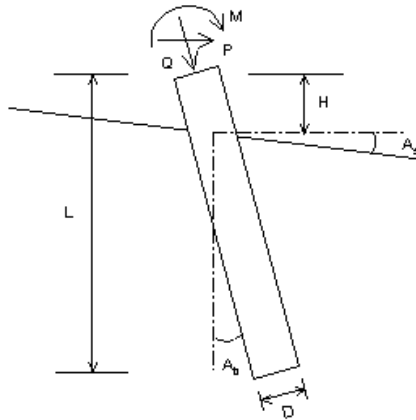
Seguono i diagrammi risultanti dalle analisi verticale e laterale del palo.

Si omettono i tabulati in quanto i risultati grafici del programma AllPile sono completamente esaustivi.



VERTICAL ANALYSIS

Figure 1



Loads:

Load Factor for Vertical Loads= 1.0
 Load Factor for Lateral Loads= 1.0
 Loads Supported by Pile Cap= 0 %
 Shear Condition: Cyclic
 Number of Cycles: 2
 Vertical Load, Q= 3770.3 -kN
 Shear Load, P= 854.8 -kN
 Moment, M= 524.8 -kN-m

Profile:

Pile Length, L= 26.0 -m
 Top Height, H= 0 -m
 Slope Angle, As= 0
 Batter Angle, Ab= 0

Drilled Shaft (dia >24 in. or 61 cm)

Soil Data:							Pile Data:						
Depth -m	Gamma -kN/m ³	Phi	C -kN/m ²	K -MN/m ³	e50 or Dr %	Nspt	Depth -m	Width -cm	Area -cm ²	Per. -cm	I -cm ⁴	E -MPa	Weight -kN/m
0	19.5	27	17	12.2	1	6	0.0	120	13147.5	377.0	10238302.0	1500	29.787
1.5	9.7	27	17	13.14	1	6	26.0						
3.8	9	32	0.0	17.55	60	10							
5.6	9	32	0.0	24.45	60	10							
7.5	9	32	0.0	50.4	60	10							
19.5	9	32	0.0	72.8	60	10							

Vertical capacity:

Weight above Ground= 0.00 Total Weight= 503.04-kN *Soil Weight is not included
 Side Resistance (Down)= 4630.146-kN Side Resistance (Up)= 2751.701-kN
 Tip Resistance (Down)= 4054.236-kN Tip Resistance (Up)= 0.000-kN
 Total Ultimate Capacity (Down)= 8684.382-kN Total Ultimate Capacity (Up)= 3254.737-kN
 Total Allowable Capacity (Down)= 4077.784-kN Total Allowable Capacity (Up)= 1813.370-kN
 OK! Qallow > Q

Settlement Calculation:

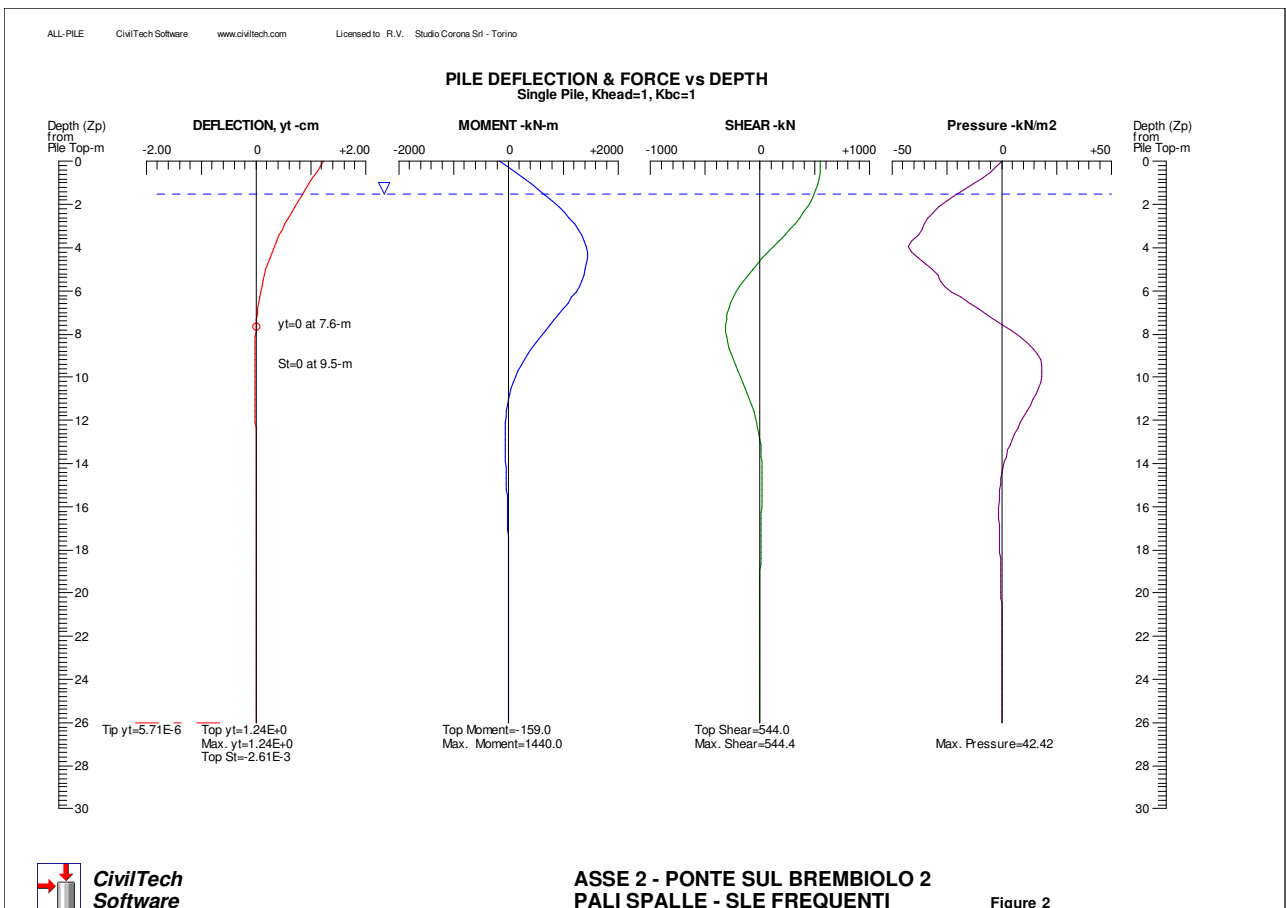
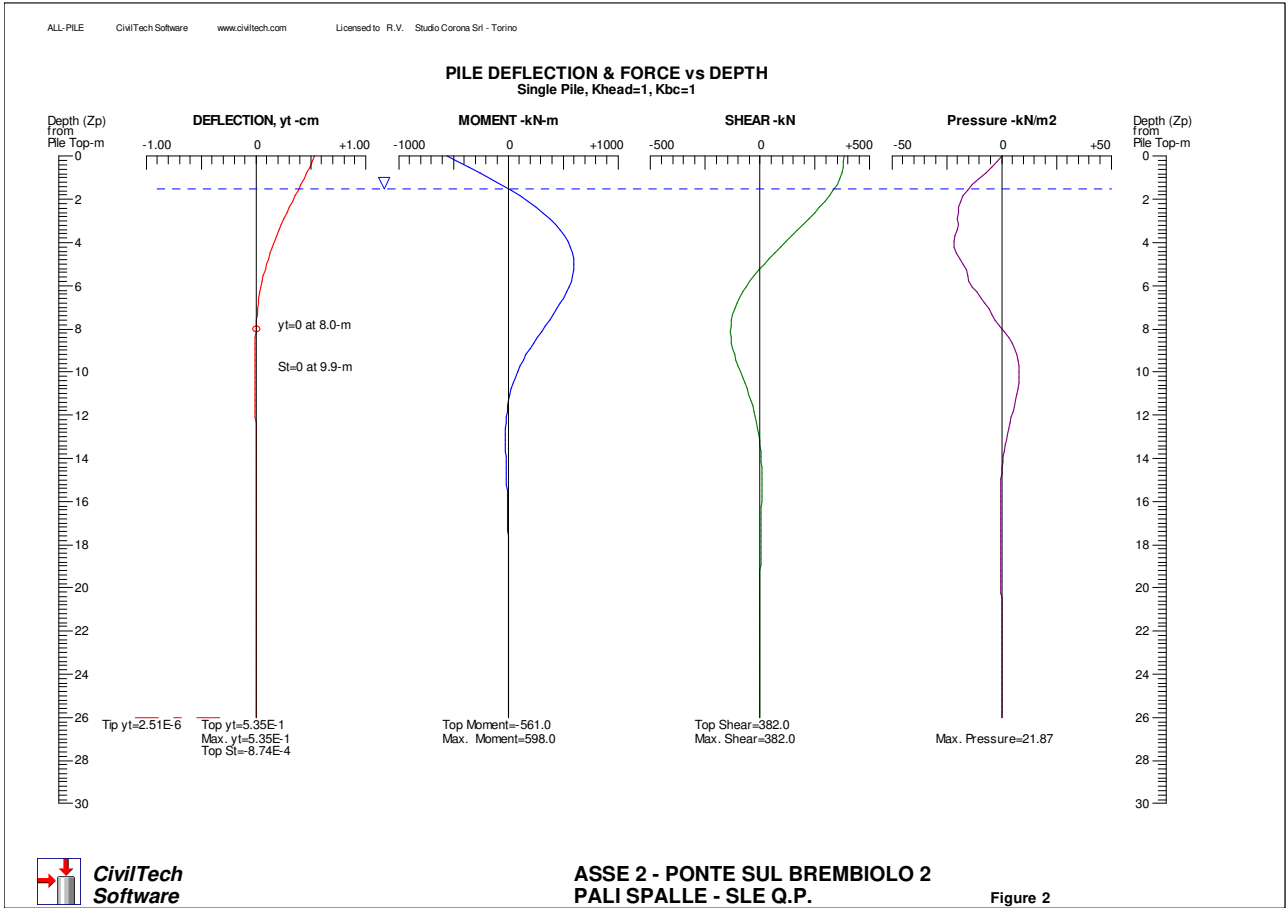
At Q= 3770.30-kN Settlement= 0.64798-cm
 At Xallow= 2.00-cm Qallow= 5739.69043-kN

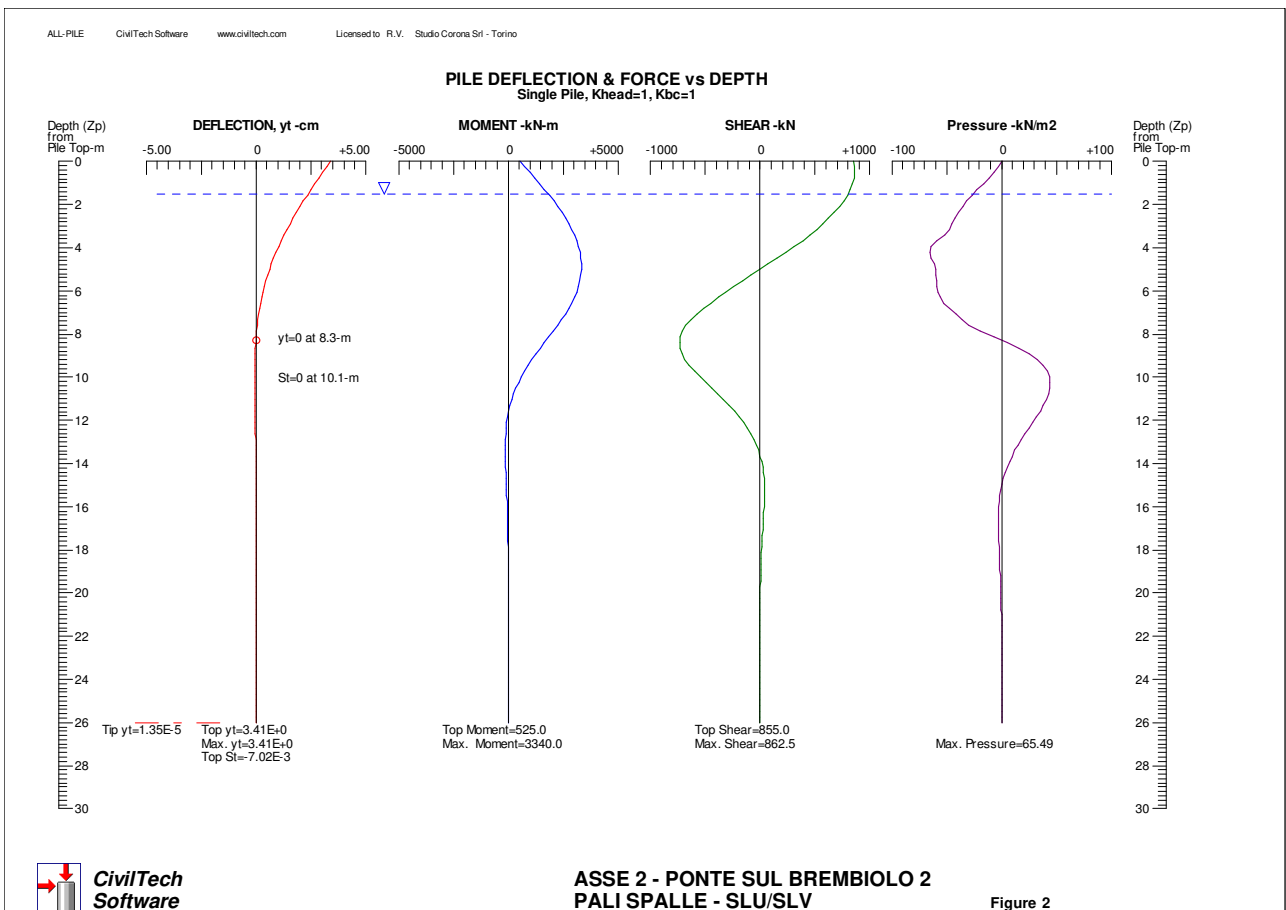
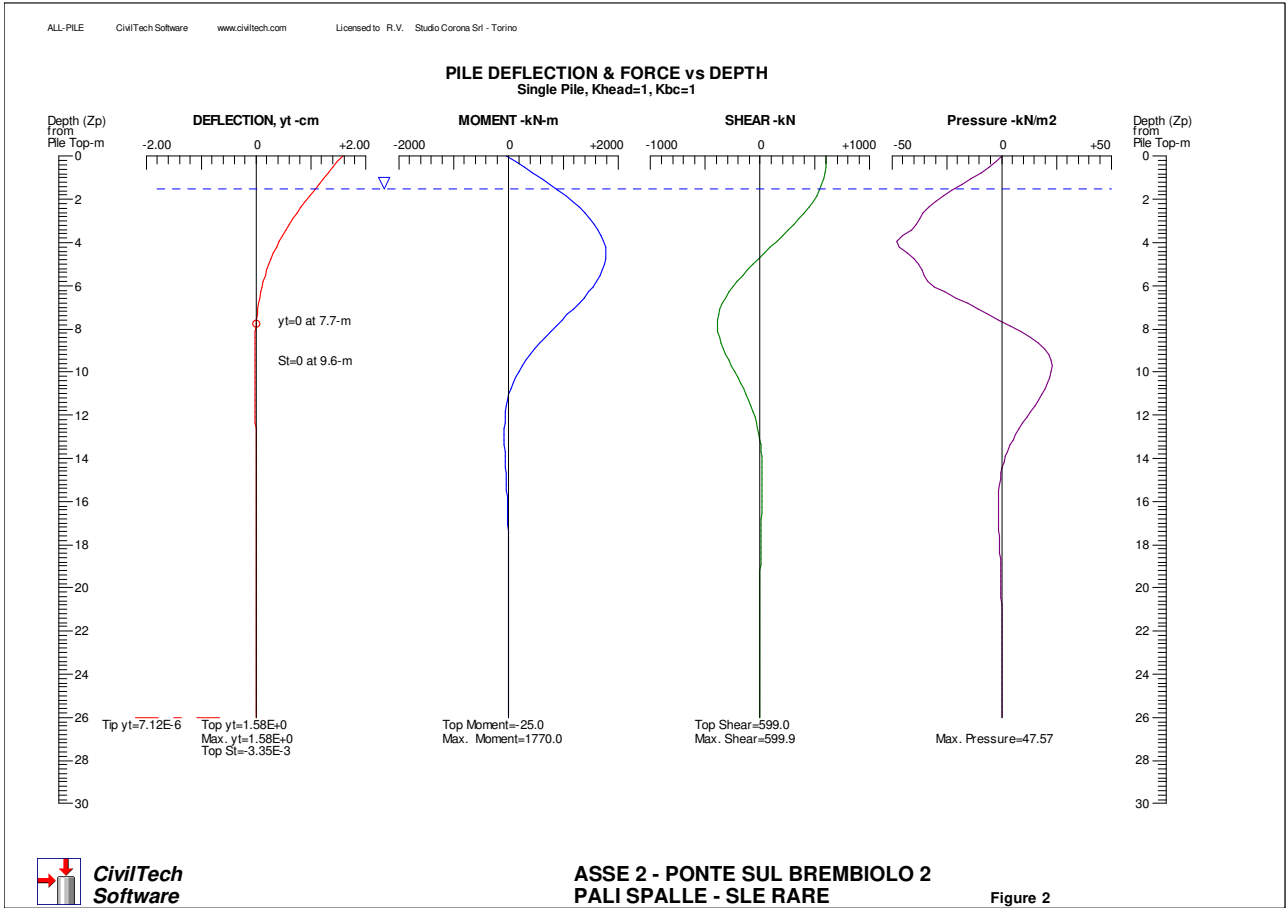
Note: If the program cannot find a result or the result exceeds the upper limit. The result will be displayed as 99999.



**CivilTech
 Software**

**ASSE 2 - PONTE SUL BREMBIOLO 2
 PALI SPALLE**





6.3 VERIFICA DEI PALI SOGGETTI A CARICO VERTICALE

La verifica viene svolta allo stato limite ultimo; in riferimento alle NTC 2008, si sceglie l'approccio 2, con le combinazioni A1/M1/R3 in cui si applicano i coefficienti parziali alle caratteristiche resistenti del palo:

- resistenza laterale in compressione: $\gamma_s = 1.15$
- resistenza alla base: $\gamma_b = 1.35$
- fattore di correlazione: $\xi_4 = 1.70$

Si ottiene:

- Sforzo verticale di progetto: $N_{sd} = 3770.3 \text{ kN}$
- Resistenza di progetto: $R_{sd} = 4077.8 \text{ kN}$ ($R_{sd} > N_{sd}$)
- Cedimento verticale: $DZ = 6.48 \text{ mm}$ (<20 mm: ammissibile)

6.4 PALI SOGGETTI A CARICO ORIZZONTALE - VERIFICA DI RESISTENZA DEL TERRENO

I coefficienti parziali (A1/M1/R3) risultano:

- resistenza laterale terreno: $\gamma_t = 1.30$
- fattore di correlazione: $\xi_4 = 1.70$

La resistenza di progetto del terreno si ottiene dalla formula:

$$R_{sd} = \alpha \frac{\lambda_p \times \sigma_v + 2 \times c' \times \sqrt{\lambda_p}}{\gamma_t \times \xi_3} \quad \text{in cui:}$$

$\alpha = 3$: coefficiente correttivo per tener conto dell'effetto arco

λ_p : coefficiente di spinta passiva

σ_v : pressione geostatica efficace

c' : coesione drenata

Segue il tabulato del calcolo svolto.

Il minimo coefficiente di sicurezza (resistenza / pressione) si ottiene a $Z_p = 3.90 \text{ m}$ e vale:

$$R_{sd} / P_d = 222.8 / 64.3 = 3.46 \quad (>1: \text{verificato})$$

6.5 VERIFICHE DI DEFORMAZIONE PALO

- Cedimento verticale: $DZ = 6.48 \text{ mm}$ ($< 20 \text{ mm}$: ammissibile)
- Deformazione orizzontale massima: $DZ = 34.1 \text{ mm}$ ($< 50 \text{ mm}$: ammissibile)

6.6 VERIFICHE STRUTTURALI PALO

Si effettuano le verifiche a pressoflessione e taglio allo stato limite ultimo (verifiche di resistenza) e agli stati limite di esercizio (limitazione tensioni e fessurazione).

La sezione ha le seguenti caratteristiche:

- raggio: $r = 60 \text{ cm}$
- armature long.: $16 \text{ } \varnothing 30, r = 60 - 8 - 1.2 - 3/2 = 49.3 \text{ cm}$
 $16 \text{ } \varnothing 30, r = 49.3 - 2 \times 3 = 43.3 \text{ cm}$
- spirale: $\varnothing 12, \text{ passo } 20 \text{ cm.}$

6.6.1 VERIFICHE DI RESISTENZA ALLO STATO LIMITE ULTIMO

6.6.1.1 Massimo sforzo assiale

	Sollecitazioni	Resistenze		
Sforzo assiale:	$N_{Sd} = 3770 \text{ kN}$			
Momento flettente:	$M_{Sd} = 3340 \text{ kN.m}$	$M_{Rd} = 4195 \text{ kN.m}$	\rightarrow	Verificato: $M_{Rd} > M_{Sd}$
Sforzo tagliante:	$V_{Sd} = 863 \text{ kN}$	$V_{Rd} = 2950 \text{ kN}$	\rightarrow	Verificato: $V_{Rd} > V_{Sd}$

6.6.1.2 Minimo sforzo assiale

	Sollecitazioni	Resistenze		
Sforzo assiale:	$N_{Sd} = 1657 \text{ kN}$			
Momento flettente:	$M_{Sd} = 3340 \text{ kN.m}$	$M_{Rd} = 3826 \text{ kN.m}$	\rightarrow	Verificato: $M_{Rd} > M_{Sd}$
Sforzo tagliante:	$V_{Sd} = 863 \text{ kN}$	$V_{Rd} = 2616 \text{ kN}$	\rightarrow	Verificato: $V_{Rd} > V_{Sd}$

6.6.2 VERIFICHE TENSIONALI ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO – COMBINAZIONI RARE

6.6.2.1 Massimo sforzo assiale

	Sollecitazioni			
Sforzo assiale:	$N_{Sd} = 2760 \text{ kN}$			
Momento flettente:	$M_{Sd} = 1770 \text{ kN.m}$			
Tensione massima cls.:	$s_c = 12.15 \text{ N/mm}^2$	\rightarrow	Verificato: $s_c < s_1 = 15 \text{ N/mm}^2$	
Tensione massima ferri:	$s_f = 156.16 \text{ N/mm}^2$	\rightarrow	Verificato: $s_f < s_3 = 360 \text{ N/mm}^2$	

6.6.2.2 Minimo sforzo assiale

	Sollecitazioni			
Sforzo assiale:	$N_{Sd} = 1838 \text{ kN}$			
Momento flettente:	$M_{Sd} = 1770 \text{ kN.m}$			
Tensione massima cls.:	$s_c = 12.12 \text{ N/mm}^2$	\rightarrow	Verificato: $s_c < s_1 = 15 \text{ N/mm}^2$	
Tensione massima ferri:	$s_f = 196.46 \text{ N/mm}^2$	\rightarrow	Verificato: $s_f < s_3 = 360 \text{ N/mm}^2$	

6.6.3 VERIFICHE DI FESSURAZIONE – COMBINAZIONI FREQUENTI

6.6.3.1 Massimo sforzo assiale

	Sollecitazioni	
Sforzo assiale:	$N_{Sd} = 2519 \text{ kN}$	
Momento flettente:	$M_{Sd} = 1440 \text{ kN.m}$	
Tensione massima cls.:	$s_c = 9.89 \text{ N/mm}^2$	
Tensione massima ferri:	$s_f = 115.93 \text{ N/mm}^2$	
Apertura fessure:	$w = 0.212 \text{ mm}$	→ Verificato: $w < w_3 = 0.4 \text{ mm}$

6.6.3.2 Minimo sforzo assiale

	Sollecitazioni	
Sforzo assiale:	$N_{Sd} = 1858 \text{ kN}$	
Momento flettente:	$M_{Sd} = 1440 \text{ kN.m}$	
Tensione massima cls.:	$s_c = 9.87 \text{ N/mm}^2$	
Tensione massima ferri:	$s_f = 143.60 \text{ N/mm}^2$	
Apertura fessure:	$w = 0.269 \text{ mm}$	→ Verificato: $w < w_3 = 0.4 \text{ mm}$

6.6.4 VERIFICHE DI FESSURAZIONE – COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI

6.6.4.1 Massimo sforzo assiale

	Sollecitazioni	
Sforzo assiale:	$N_{Sd} = 1861 \text{ kN}$	
Momento flettente:	$M_{Sd} = 598 \text{ kN.m}$	
Tensione massima cls.:	$s_c = 4.18 \text{ N/mm}^2$	→ Verificato: $s_c < s_2 = 11.25 \text{ N/mm}^2$
Tensione massima ferri:	$s_f = 21.87 \text{ N/mm}^2$	
Apertura fessure:	$w = 0.018 \text{ mm}$	→ Verificato: $w < w_2 = 0.3 \text{ mm}$

6.6.4.2 Minimo sforzo assiale

	Sollecitazioni	
Sforzo assiale:	$N_{Sd} = 1829 \text{ kN}$	
Momento flettente:	$M_{Sd} = 598 \text{ kN.m}$	
Tensione massima cls.:	$s_c = 4.17 \text{ N/mm}^2$	→ Verificato: $s_c < s_2 = 11.25 \text{ N/mm}^2$
Tensione massima ferri:	$s_f = 22.70 \text{ N/mm}^2$	
Apertura fessure:	$w = 0.019 \text{ mm}$	→ Verificato: $w < w_2 = 0.3 \text{ mm}$

6.6.5 TABULATO DI CALCOLO

Segue tabulato di calcolo eseguito con il programma "RC-Sec", realizzato da GeoStru Software S.a.s., Lungomare snc, 89032 – Bianco (RC).

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: BR-2 SPALLE

(Percorso File: D:\Documenti_Lavori\A819 -Casalbusterlengo\Ponti
Brembiolo\PALI\BR-2 SPALLE.sez)

Descrizione Sezione: PONTE SUL BREMBIOLO 2 - PALI SPALLE
Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione: Sezione generica
Normativa di riferimento: N.T.C.
Percorso sollecitazione: A rapporto M/N costante
Condizioni Ambientali: Poco aggressive
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inertzia
Riferimento alla sismicit : Zona non sismica
Posizione sezione nell'asta: In zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C25/30
Resis. compr. di calcolo fcd : 141.60 daN/cm²
Resis. compr. ridotta fcd' : 70.80 daN/cm²
Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020
Def.unit. ultima ecu : 0.0035
Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec : 314750 daN/cm²
Coeff. di Poisson : 0.20
Resis. media a trazione fctm : 25.60 daN/cm²
Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0
Combinazioni Rare in Esercizio (Tens.Limite):
Sc Limite : 150.00 daN/cm²
Apert.Fess.Limite : Non prevista
Combinazioni Frequenti in Esercizio (Tens.Limite):
Sc Limite : 150.00 daN/cm²
Apert.Fess.Limite : 0.400 mm
Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio (Tens.Limite):
Sc Limite : 112.50 daN/cm²
Apert.Fess.Limite : 0.300 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C
Resist. caratt. snervam. fyk : 4500.0 daN/cm²
Resist. caratt. rottura ftk : 4500.0 daN/cm²
Resist. snerv. di calcolo fyd : 3913.0 daN/cm²
Resist. ultima di calcolo ftd : 3913.0 daN/cm²
Deform. ultima di calcolo Epu : 0.068
Modulo Elastico Ef : 2100000 daN/cm²
Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito
Coeff. Aderenza ist. β1*β2 : 1.00 daN/cm²
Coeff. Aderenza diff. β1*β2 : 0.50 daN/cm²
Comb.Rare Sf Limite : 3600.0 daN/cm²

CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO

DOMINIO N° 1
Forma del Dominio: Circolare
Classe Conglomerato: C25/30

Raggio circonferenza: 60.00 cm
Ascissa X centro circ.: 0.00 cm
Ordinata Y centro circ.: 0.00 cm

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N.Gen. Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre
 Xcentro Ascissa del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le
 barre gen.
 Ycentro Ordinata del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le
 barre gen.
 Raggio Raggio in cm della circonferenza lungo cui sono disposte le
 barre gen.
 N.Barre Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonfer.
 Diam. Diametro in mm della singola barra generata

N.Gen.	Xcentro,cm	Ycentro,cm	Raggio,cm	N.Barre	Diam.Ø,mm
1	0.00	0.00	49.30	16	30
2	0.00	0.00	43.30	16	30

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N.Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	377029	334000	0	86250	0
2	165722	334000	0	86250	0

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

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

N.Comb.	N	Mx	My
1	275962	177000	0
2	183845	177000	0

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di
 compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ.
 d'inerzia

della sez. con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ.
 d'inerzia
 della sez. con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro

N.Comb.	N	Mx	My
1	251863	144000	0
2	185786	144000	0

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

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

N.Comb.	N	Mx	My
1	186117	59800	0
2	182784	59800	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 9.2 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 3.0 cm
 Copriferro netto minimo staffe: 7.8 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

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

N.Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult
Mis.Sic.							

1.256	1	S	377029	334000	0	473606	419539	0
1.146	2	S	165722	334000	0	189817	382615	0

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI – DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	ef min	Xf min	Yf min	ef max
1	0.00350	0.00021	0.0	60.0	0.00282	0.0	49.3	-0.00348
2	0.00350	-0.00059	0.0	60.0	0.00265	0.0	49.3	-0.00520

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N.Comb.	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000063891	-0.000333472		
2	0.000000000	0.000079620	-0.001277225		

ARMATURE A TAGLIO

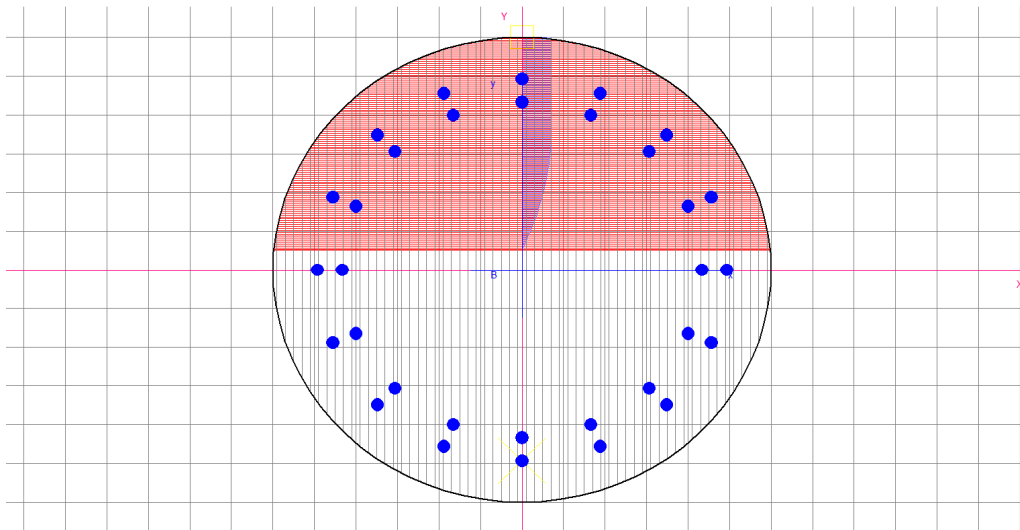
Diametro staffe:	14 mm
Passo staffe:	20.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]
N.Bracci staffe:	2

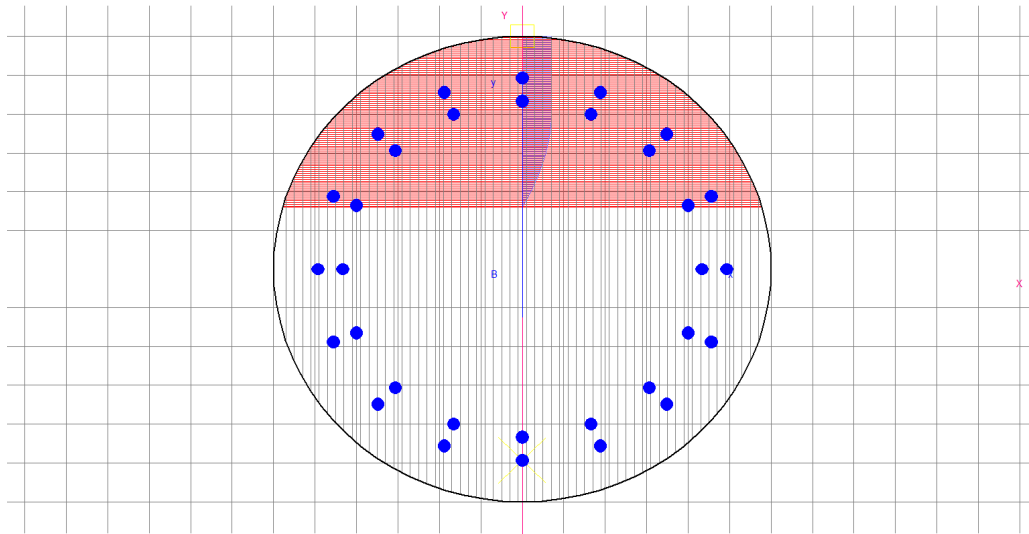
METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI – VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Vsdu	Taglio agente [daN] = proiez. di V_x e V_y sulla normale all'asse neutro

Vcd Taglio resistente ultimo [daN] lato conglomerato compresso
 Vwd Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe
 Dmed Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog.
 all'asse neutro. Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo
 compresso. I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze
 delle strisce.
 bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel.
 all'asse neutro. E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce
 resistenti e Dmed.
 Teta Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di
 conglomerato
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per
 compressione
 Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro
 di pil.[cm²/m]
 A_Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di
 combinaz.[cm²/m]
 (Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle
 sole legature. L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con
 L=lungh.legat.proietta- ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile
 nella direz.del taglio)

N.Comb.	Ver	Vsdu	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Teta	Acw	Ast
1	S	86250	295018	132602	97.8	111.1	21.80°	1.235	10.0
15.4(0.0)									
2	S	86250	261609	133408	98.4	109.6	21.80°	1.103	10.0
15.4(0.0)									

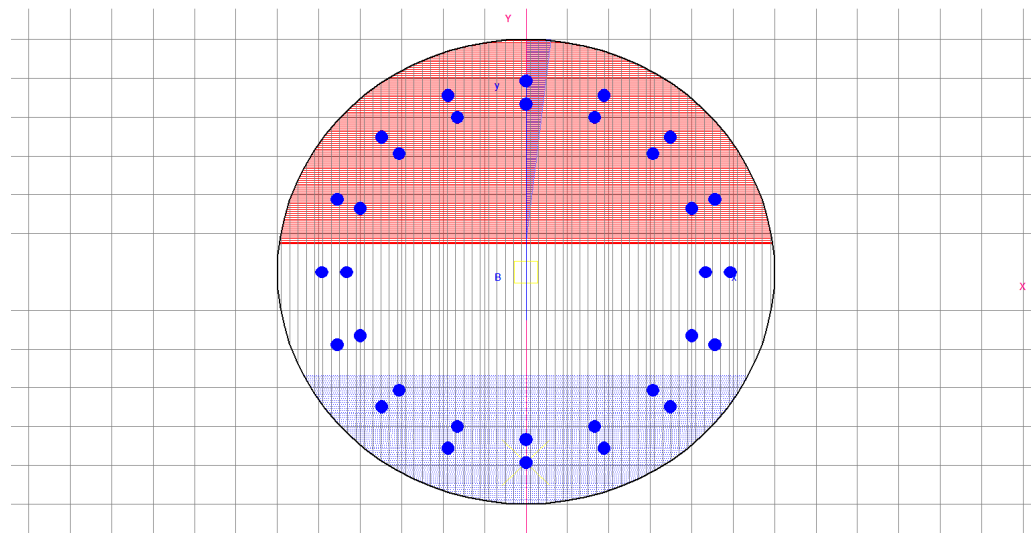
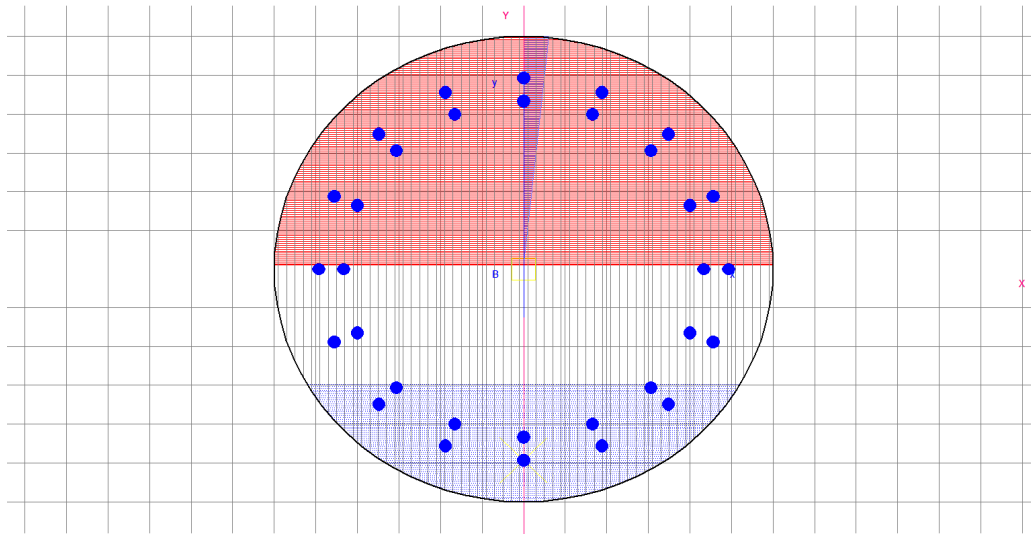




COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

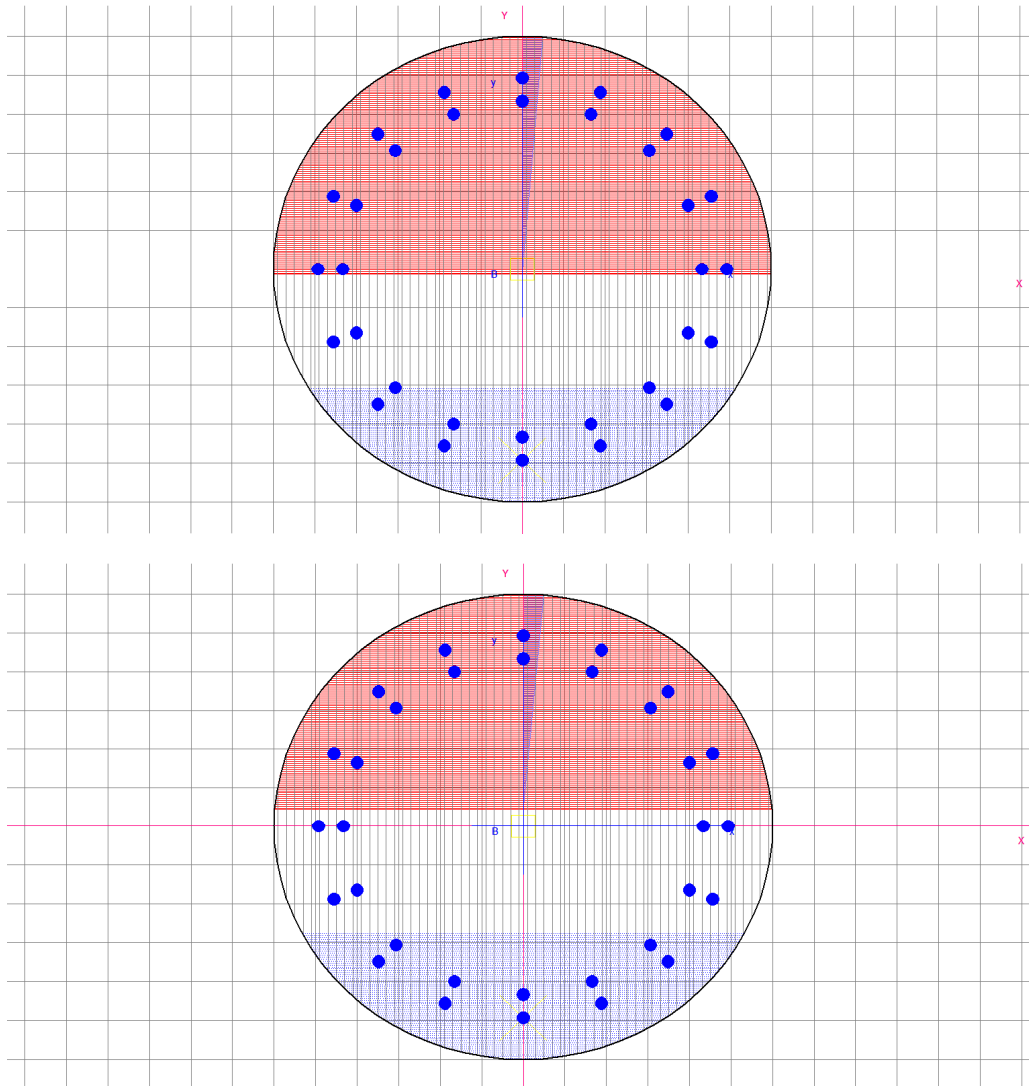
Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 Sc max Massima tensione positiva di compressione nel conglomerato
 [daN/cm²]
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif.
 X, Y, 0)
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif.
 X, Y, 0)
 Sf min Minima tensione negativa di trazione nell'acciaio [daN/cm²]
 Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif.
 X, Y, 0)
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif.
 X, Y, 0)
 Ac eff. Area di conglomerato [cm²] in zona tesa considerata aderente
 alle barre
 D fess. Distanza calcolata tra le fessure espressa in mm
 K3 Coeff. di normativa dipendente dalla forma del diagramma
 delle tensioni
 Ap.fess. Apertura calcolata delle fessure espressa in mm

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min
1	S	121.5	0.0	0.0	-1562	0.0	-49.3
2	S	121.2	0.0	0.0	-1965	0.0	-49.3



COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO – MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.
K3	Ap.Fess.								
1	S	98.9	0.0	0.0	-1159	0.0	-49.3	2160	269
0.159	0.212								
2	S	98.7	0.0	0.0	-1436	0.0	-49.3	2475	266
0.167	0.269								



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

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.
K3	Ap.Fess.								
1	S	41.8	0.0	0.0	-219	0.0	-49.3	1173	258
0.125	0.018								
2	S	41.7	0.0	0.0	-227	0.0	-49.3	1212	260
0.125	0.019								

