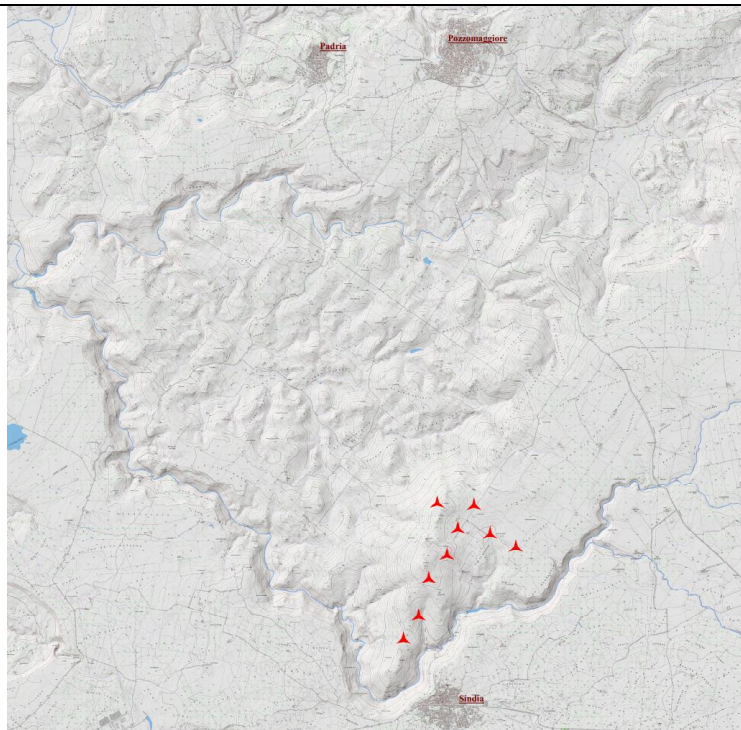




PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA IN LOCALITA' MONTE RUGHE POTENZA DI PICCO 64,8 MWp



VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE

Elaborato:

DIMENSIONAMENTO ARMATURE

Committente:

EOS MONTE RUGHE s.r.l.

Ing. Enrico De Girolamo

Coordinamento

SO.GE.S s.r.l.

Ing. Piero Del Rio

Prog. strutturali:

Ing. Andrea Massa

Studio Anemologico:

Demoenergia 2050 Srls

Studio Acustico

Ing. Federico Miscali

Prog. opere civili - elettriche:

Studio Ing. Nicola Curreli

Ing. Nicola Curreli
Arch. Deidda Carla
Dott. Arch. Pala Nicola
Dott. Arch. Ginevra Fois
SEI Impianti s.r.l.

Studio V.I.A.:

SIGEA s.r.l.

Dott. Geol. Luigi Maccioni: Coordinamento
Ing. Manuela Maccioni - Paesaggistico
Dott. Agr. Vincenzo Satta - Agron. flora, fauna
Dott. Salvatore Ladinetti - Archeologia
Dott. Geol. Valentino Demurtas Georisorse
Dott. Geol. Stefano Demontis - Geotecnica
Dott. Michele Orrù - GIS

Tavola:

R.G._11

Data:

DICEMBRE 2023

Rev:

Scala

INDICE

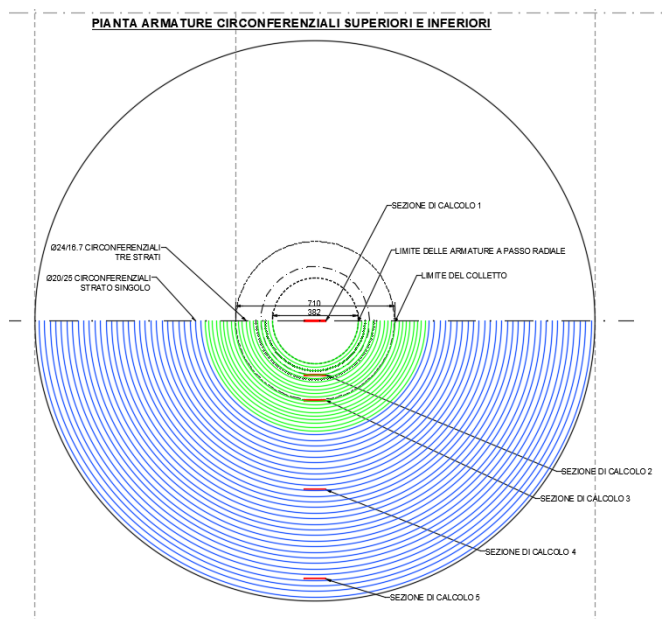
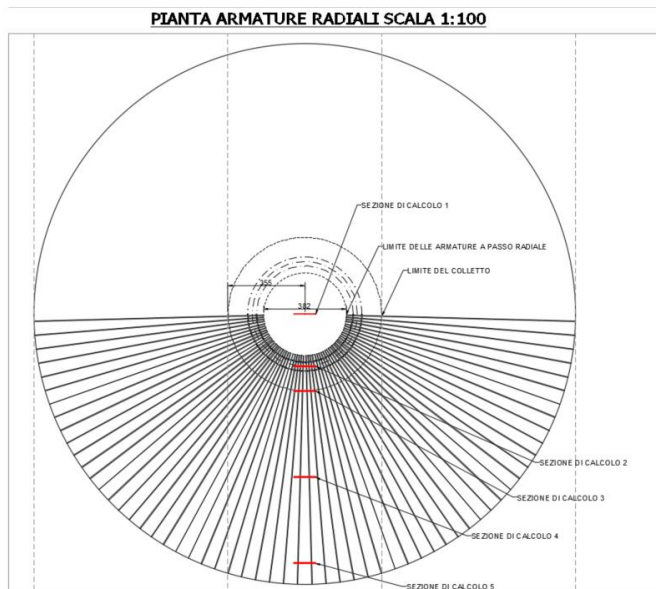
1.0 PREMESSE	3
1.1 Legislazione di carattere generale	6
1.2 Norme UNI	7
1.3 Norme emanate dal C.N.R.....	7
2.0 BIBLIOGRAFIA	8
3.0 PROGRAMMI PER L'ANALISI	9
4.0 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	10
4.1 Calcestruzzo per strutture di fondazione	10
4.2 Calcestruzzo per il colletto.....	10
4.3 Calcestruzzo magro per sottofondazioni	10
4.4 Acciaio per barre filettate cl. 8.8.....	10
4.5 Acciaio per armature metalliche	10
5.0 VERIFICHE FONDAZIONE DI TIPO 1	11
6.0 RISULTATI FONDAZIONE DI TIPO 2	28
7.0 RISULTATI FONDAZIONE DI TIPO 3	38
8.0 RISULTATI VERIFICHE A TAGLIO	43

1.0 Premesse

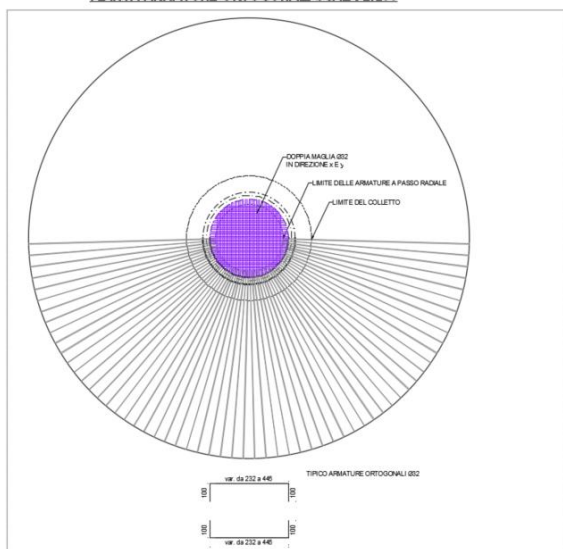
Come indicato nei documenti della relazione di calcolo strutturale e geotecnica, si è effettuato un dimensionamento delle fondazioni sulla base di ipotesi cautelative riguardanti le caratteristiche meccaniche dei terreni.

All'interno della presente relazione si procederà con la valutazione dei quantitativi di armatura necessari, rimandando al progetto esecutivo per un maggiore livello di dettaglio nell'estensione delle verifiche.

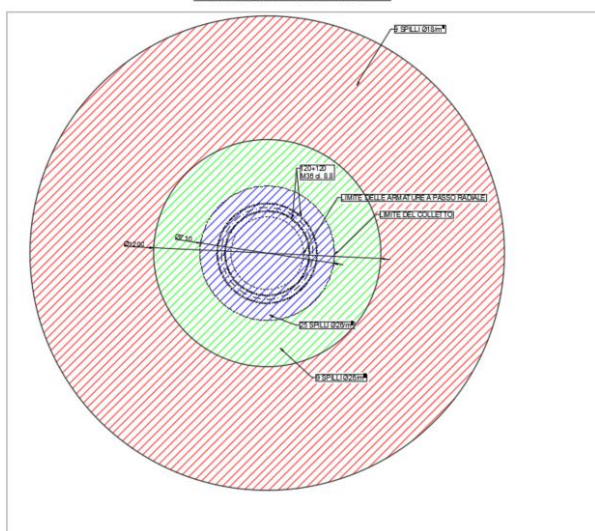
Sulla base della geometria della fondazione, data anche la possibilità dell'aerogeneratore di ruotare attorno al proprio asse, è naturale scegliere una disposizione radiale e circonferenziale delle armature. In questo modo, qualunque sia l'effettiva posizione dell'aerogeneratore, il soddisfacimento delle verifiche è soddisfatto in virtù della simmetria radiale e circonferenziale con cui verranno disposte le armature.



PIANTA ARMATURE ORTOGONALI SCALA 1:100



PIANTA SPILLI SCALA 1:100



Vengono quindi scelte 5 sezioni di calcolo, di larghezza pari ad un metro, atte a valutare le sollecitazioni di progetto nelle armature.

Si considerano infine sezioni di calcolo aventi larghezza un metro e altezza pari all'altezza della sezione.

Documenti di riferimento

Costituiscono documenti di riferimento i seguenti documenti:

a007-0592_R1.pdf – Dati riguardanti le barre di collegamento tra aerogenerazione e fondazione, fornita da Vestas Wind Systems A/S

0096-8470_V04 - Foundation Loads EV150-EV162 5.4-5.6-6.0-6.2 MW HH125 IECS TA27D00 – Carichi in fondazione, in accordo con la IEC61400-1 Edizione 4, e fornito da Vestas Wind Systems A/S

1.1 Legislazione di carattere generale

Legge nr. 1086 del 05/11/1971, Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.

Legge nr. 64 del 02/02/1974, Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

D.M. LL.PP. del 11/03/1988, Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

D.M. LL.PP. del 14/02/1992, Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

D.M. 9 Gennaio 1996, Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche

D.M. 16 Gennaio 1996, Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'

D.M. 16 Gennaio 1996, Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche

Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C., Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996

Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG. Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996

Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018)

CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP., Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.

1.2 Norme UNI

Tutte le Norme UNI richiamate nei D.M. , Istruzioni, Circolari di cui si fa menzione e in particolare:

UNI EN 197-1: “Cemento. Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni.

UNI EN 206-1: “Calcestruzzo. Specificazioni, prestazioni, produzione e conformità”.

UNI 11104-2004: “Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità – Istruzioni complementari per l’applicazione della EN 206-1”.

UNI EN 1992-1-1:2005: Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici

1.3 Norme emanate dal C.N.R.

CNR 10012: “Istruzioni per la valutazione delle azioni sulle costruzioni”.

CNR 10024: “Analisi di strutture mediante elaboratore. Impostazione e redazione delle relazioni di calcolo”.

2.0 Bibliografia

Migliacci – F. Mola: **Progetto agli stati limite delle strutture in c.a.** -
Masson Italia Editori

C. Cestelli Guidi: **Geotecnica e tecnica delle fondazioni** -
Ulrico Hoepli Editore

Bowles J.E. - **Foundations Analysis and Design 4th edition** -
McGraw-Hill

Toniolo – **Tecnica delle costruzioni Vol. 2B**
Zanichelli

Lancellotta – **Geotecnica**
Zanichelli

Gherzi – **Il cemento armato**
Dario Flaccovio editore

Gherzi – **Edifici antisismici in cemento armato**
Dario Flaccovio editore

Belluzzi – **Scienza delle costruzioni vol. 3**
Zanichelli

Giuliani – **Costruzioni in calcestruzzo armato**
Ulrico Hoepli Editore

3.0 Programmi per l'analisi

Si utilizzano i software Idea Statica RCS e ed il software VCASLU edito dal prof. Ing. P. Gelfi

4.0 Caratteristiche dei materiali

4.1 Calcestruzzo per strutture di fondazione

Classe di esposizione	XC1
Classe di resistenza	C50/60
Tipo di cemento	CEM I÷II
Slump	S4
Diametro massimo inerte	32 mm

4.2 Calcestruzzo per il colletto

Classe di esposizione	XC1
Classe di resistenza	C50/60
Tipo di cemento	CEM I÷II
Slump	S4
Diametro massimo inerte	20 mm

4.3 Calcestruzzo magro per sottofondazioni

Classe di esposizione	X0
Rapporto massimo acqua/cemento	-
Classe di resistenza	C12/15
Contenuto minimo di cemento	-
Tipo di cemento	CEM I÷V
Slump	-
Diametro massimo inerte	32 m

4.4 Acciaio per barre filettate cl. 8.8

Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} =$	800.00 N/mm ²
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} =$	640.00 N/mm ²
Stato Limite Ultimo		
Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_s =$	1.25 -
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s =$	512.00 N/mm ²

4.5 Acciaio per armature metalliche

Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} =$	- N/mm ²
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} =$	450.00 N/mm ²
Stato Limite Ultimo		
Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_s =$	1.15 -
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s =$	391.30 N/mm ²

5.0 Verifiche fondazione di tipo 1

Piastra

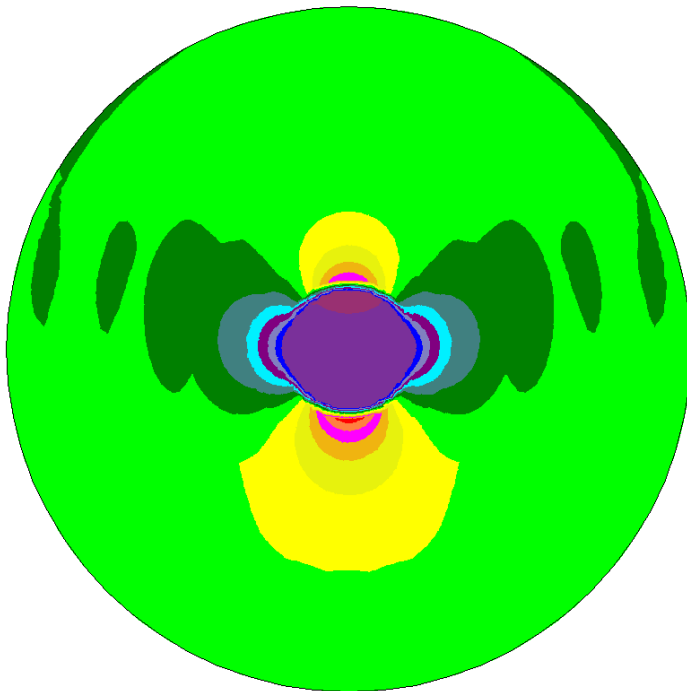
Sollecitazioni massime e minime piastra

Simbologia adottata

In	Indice nodo modello
Mx	Momento X espresso in [kNm]
My	Momento Y espresso in [kNm]
Mxy	Momento XY espresso in [kNm]
Tx	Taglio X, espresso in [kN]
Ty	Taglio Y, espresso in [kN]
Nx	Tensione normale X espressa in [N/mmq]
Ny	Tensione normale Y espressa in [N/mmq]
Nxy	Tensione tangenziale XY espressa in [N/mmq]

In	X [m]	Y [m]		Valore	UM	Cmb	
2325	0.00	-2.33	Mx	9055.0369	[kNm]	2	MAX
2767	0.00	2.33		-5278.9184		7	MIN
2325	0.00	-2.33	My	16774.4838	[kNm]	7	MAX
2767	0.00	2.33		-9251.7007		2	MIN
1381	2.80	0.06	Mxy	3301.4547	[kNm]	7	MAX
3724	-2.80	-0.06		-3293.0795		7	MIN
2817	-0.13	2.11	Tx	6931.3329	[kN]	7	MAX
2256	0.16	-2.54		-6508.4545		7	MIN
2817	-0.13	2.11	Ty	6931.3329	[kN]	7	MAX
2361	-0.10	-2.54		-6524.3755		7	MIN
1656	1.62	-1.89	Nx	0.146	[N/mmq]	9	MAX
3157	-1.74	-1.74		-0.133		8	MIN
3395	-1.58	1.92	Ny	0.068	[N/mmq]	2	MAX
2718	0.11	2.10		-0.106		10	MIN
1410	2.52	-0.37	Nxy	0.095	[N/mmq]	9	MAX
2361	-0.10	-2.54		-0.099		9	MIN

Verifica sezione 1 combinazione 7



Sollecitazioni nodali [7]	
Nodo 2477 (X = -7.91 Y = -11.12 cm)	
Mx =	1878.4535 kNm
My =	4912.2891 kNm
Mxy =	-107.0917 kNm
Tx =	1.5635 kN
Ty =	6742.4977 kN

Verifica a flessione

Armatura superiore: 2 strati composti da 8Φ32/m in direzione radiale

Armatura inferiore: Come armatura superiore

Armatura intermedia: 8 Φ20/m alle quote +100, +200 e +800

Altezza sezione: 425 cm

$M_d = 4912 \text{ kNm}$
 $M_{rd} = 26091 \text{ kNm}$
 $CS = 5.312$

Verifica soddisfatta

Titolo : Sezioni 1 e 2

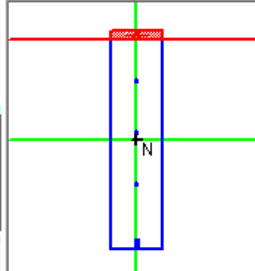
N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 7 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	425

N°	As [cm²]	d [cm]
1	64.34	6.6
2	64.34	13.2
3	25.13	100
4	25.13	200
5	25.13	300
6	64.34	409.8

Tipo Sezione

- Rettan.re
- Trapezi
- a T
- Circolare
- Rettangoli
- Coord.
- DXF



Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
 M_{xEd} 0 kNm
 M_{yEd} 0 kNm

P.to applicazione N

- Centro
- Baricentro cls
- Coord.[cm]
 - xN 0
 - yN 0

Tipo rottura

Lato acciaio - Acciaio snervato

Metodo di calcolo

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

Tipo flessione

- Retta
- Deviata

Materiali

B450C C50/60

ϵ_{su} 67.5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ϵ_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200,000 N/mm² f_{cd} 28.33 N/mm²
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ϵ_{syd} 1.957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 17.25 N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 1 N/mm²
 τ_{c1} 2.686 N/mm²

M_{xRd} 26,091 kNm
 σ_c -28.33 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ϵ_c 3.18 ‰
 ϵ_s 67.5 ‰
 d 418.4 cm
 x 18.83 x/d 0.045
 δ 0.7

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L_0 0 cm Col. modello

M-curvatura

Precompresso

Verifica sezione 2 combinazione 7 (M_{max})

In	X [m]	Y [m]		Valore	UM	Cmb	
2325	0.00	-2.33	Mx	9055.0369	[kNm]	2	MAX
2767	0.00	2.33		-5278.9184		7	MIN
2325	0.00	-2.33	My	16774.4838	[kNm]	7	MAX
2767	0.00	2.33		-9251.7007		2	MIN

Verifica a flessione

Armatura superiore: 2 strati composti da $8\Phi 32/m$ in direzione radiale, 3 strati da $6\Phi 24/m$ in direzione circonferenziale

Armatura inferiore: Come armatura superiore

Armatura intermedia radiale: $8\Phi 20/m$ alle quote +100, +200 e +300

Armatura intermedia circonferenziale: $4\Phi 20/m$

Altezza sezione: 425 cm

$M_d = 16774$ kNm

$M_{rd+} = 26091$ kNm

CS = 1.56

Verifica soddisfatta

Titolo : Sezioni 1 e 2

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 7 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	425	1	64.34	6.6
			2	64.34	13.2
			3	25.13	100
			4	25.13	200
			5	25.13	300
			6	64.34	409.8

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} 0 kNm
M_{yEd} 0 kNm

P.to applicazione N
 Centro Baicentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura
Lato acciaio - Acciaio snervato

Materiali
 B450C C50/60
 ϵ_{su} 67.5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ϵ_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 28.33
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ϵ_{syd} 1.957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 17.25
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 1
 τ_{c1} 2.686

M_{xRd} 26.091 kN m
 σ_c -28.33 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ϵ_c 3.18 ‰
 ϵ_s 67.5 ‰
d 418.4 cm
 λ 18.83 λ/d 0.045
 δ 0.7

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

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett 100
Calcola MRd Dominio M-N
L₀ 0 cm Col. modello
M-curvatura
 Precompresso

Valutando la sezione 2 “bis”, avente momento negativo pari a -9251.7 kNm, si ha momento resistente $M_{rd-} = -26853$ kNm \approx

M_{rd+}

Verifica soddisfatta

In direzione x si ha:

N° figure elementari Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	425

N° strati barre Zoom

N°	As [cm²]	d [cm]
5	12.57	302
6	27.14	406.6
7	27.14	415.2
8	27.14	403.3
9	27.14	19.6

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
M_{xEd} kNm
M_{yEd}

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

Tipo rottura
Lato acciaio - Acciaio snervato

Materiali
B450C C50/60
E_{su} 67.5 % E_{c2} 2 %
f_{yd} 391.3 N/mm² E_{cu} 3.5
E_s 200,000 N/mm² f_{cd} 28.33
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
E_{syd} 1.957 % σ_{c,adm} 17.25
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 1
τ_{c1} 2.686

M_{xRd} 15,639 kNm
σ_c -28.33 N/mm²
ε_c 3.022 %
ε_s 67.5 %
d 415.2 cm
x 17.79 x/d 0.04285
δ 0.7

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett. 100
Calcola MRd Dominio M-N
L₀ 0 cm Col. modello
M-curvatura
 Precompresso

$$M_d = 9055 \text{ kNm}$$

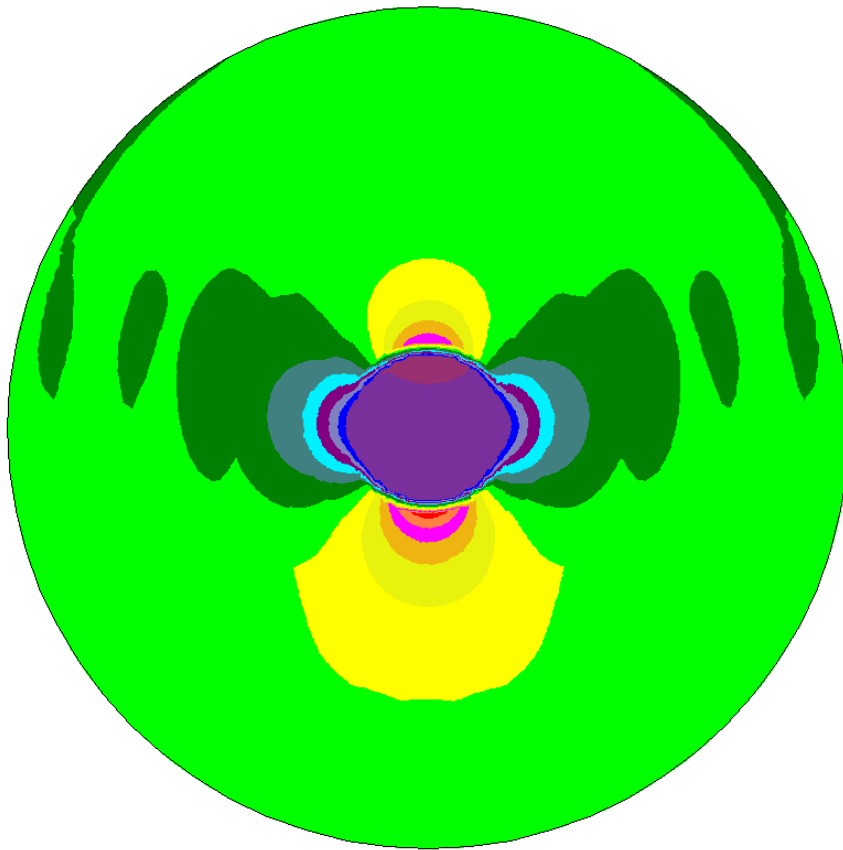
$$M_{rd+} = 15639 \text{ kNm}$$

$$CS = 1.727$$

Verifica soddisfatta

Avendosi poi $M_{rd-} \approx M_{rd+}$, la verifica è soddisfatta anche per i momenti negativi

Verifica sezione 3 combinazione 7 (bordo colto)



Sollecitazioni nodali [7]	
Nodo 2262 (X = -0.03 Y = -353.86 cm)	
Mx	= 6568.4935 kNm
My	= 10209.0608 kNm
Mxy	= -11.0581 kNm
Tx	= -59.3812 kN
Ty	= -3684.7656 kN

Verifica a flessione

Armatura superiore: 2 strati composti da 6Φ32/m in direzione radiale, 2 strati da 6Φ24/m in direzione circonferenziale

Armatura inferiore: Come armatura superiore

Armatura intermedia: 6 Φ20/m alle quote +100, +200 e +300

Armatura intermedia circonferenziale: 4 Φ20/m

Altezza sezione: 425 cm

Verifica in direzione y

$M_d = 10209 \text{ kNm}$

$M_{rd+} = 19616 \text{ kNm}$

$CS = 1.921$

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	425	1	48.255	6.6
			2	48.255	13.2
			3	18.85	100
			4	18.85	200
			5	18.85	300
			6	48.255	409.8

Sollecitazioni	
N _{Ed}	0 kN
M _{xEd}	0 kNm
M _{yEd}	0 kNm

Materiali	
B450C	C50/60
ϵ_{su}	67.5 ‰
f_{yd}	391.3 N/mm²
E_s	200.000 N/mm²
ϵ_{syd}	1.957 ‰
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm²
ϵ_{c2}	2 ‰
ϵ_{cu}	3.5 ‰
f_{cd}	28.33 N/mm²
f_{cc}/f_{cd}	0.8
$\sigma_{c,adm}$	17.25 N/mm²
τ_{co}	1 N/mm²
τ_{c1}	2.686 N/mm²

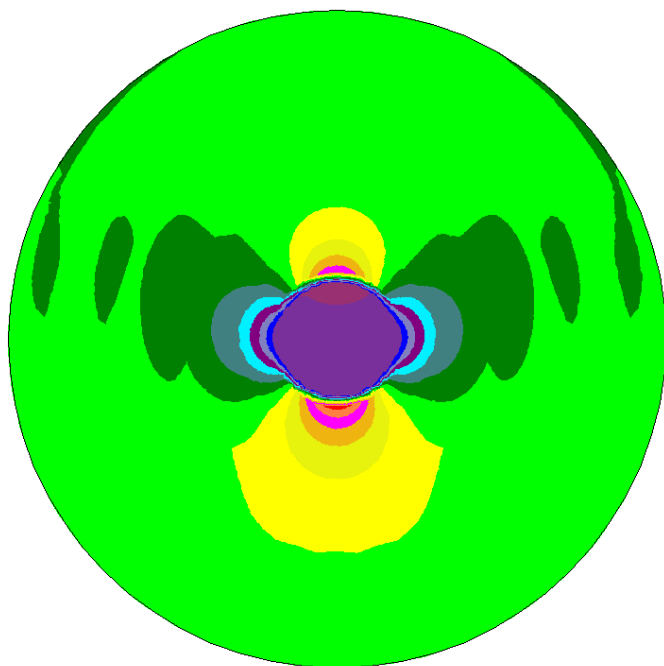
P.to applicazione N	
<input checked="" type="radio"/> Centro	<input type="radio"/> Baricentro cls
Coord. [cm]	
xN	0
yN	0

Metodo di calcolo	
<input checked="" type="radio"/> S.L.U. +	<input type="radio"/> S.L.U. -
<input checked="" type="radio"/> Metodo n	
Tipo flessione	
<input checked="" type="radio"/> Retta	<input type="radio"/> Deviata
N° rett. 100	
Calcola MRd	
Dominio M-N	
L ₀	0 cm
Col. modello	
M-curvatura	
<input type="checkbox"/> Precompresso	

Lato acciaio - Acciaio snervato	
M _{xRd}	19.616 kNm
σ_c	-28.33 N/mm²
σ_s	391.3 N/mm²
ϵ_c	2.846 ‰
ϵ_s	67.5 ‰
d	418.4 cm
x	16.93 x/d
	0.04045
δ	0.7

Essendo M_{rdx} pari a quello calcolato per la sezione 2, la verifica in direzione x è automaticamente soddisfatta

Verifica sezione 4 combinazione 7 (punto di coordinate (0;-753)).



Sollecitazioni nodali [7]

Nodo 2464 (X = 11.39 Y = -745.59 cm)

Mx = 1908.4443 kNm
 My = 2701.5944 kNm
 Mxy = -1.3445 kNm
 Tx = 15.0115 kN
 Ty = -1152.4128 kN

Armatura superiore: 1 strati composto da 2Φ32/m + 3 Φ/20m in direzione radiale, 1 strato da 4Φ24/m in direzione circonferenziale

Armatura inferiore: Come armatura superiore

Armatura intermedia: 5 Φ20/m alle quote +100, +200 e +300

Armatura intermedia circonferenziale: 4 Φ20/m

Altezza sezione: 258 cm

Verifica in direzione y

Md = 2701 kNm

Mrd = 4301 kNm

CS = 1.592

Verifica soddisfatta

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 5 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	258

N°	As [cm²]	d [cm]
1	25.51	6.6
2	15.71	0
3	15.71	100
4	15.71	200
5	25.51	251.4

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
 M_{xEd} 0 kNm
 M_{yEd} 0 kNm

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

Tipo rottura
 Lato acciaio - Acciaio snervato

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ 0 cm Col. modello

M-curvatura

Precompresso

Materiali
 B450C C50/60
 ε_{su} 67.5‰ ε_{c2} 2‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 28.33
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ε_{syd} 1.957‰ σ_{c,adm} 17.25
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 1
 τ_{c1} 2.686

M_{xRd} 4,301 kNm
 σ_c -28.33 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ε_c 2.09‰
 ε_s 67.5‰
 d 251.4 cm
 x 7.551 x/d 0.03004
 δ 0.7

Verifica in direzione x

Md = 1908 kNm

Mrd = 3213 kNm

CS = 1.684

Verifica soddisfatta

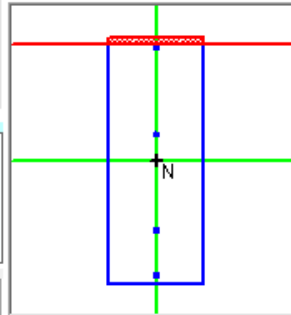
N° figure elementari Zoom

N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	258

N°	As [cm²]	d [cm]
1	18.10	9.8
2	12.57	102
3	12.57	202
4	18.1	249.8

- Rettan.re Trapezi
- a T Circolare
- Rettangoli Coord.
- DXF



Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN

M_{xEd} kNm

M_{yEd} kNm

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls

Coord.[cm] xN yN

Tipo rottura

Lato acciaio - Acciaio snervato

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-

Metodo n

Tipo flessione

Retta Deviata

Materiali

ϵ_{su} ‰ ϵ_{c2} ‰

f_{yd} N/mm² ϵ_{cu} ‰

E_s N/mm² f_{cd}

E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} [?]

ϵ_{syd} ‰ $\sigma_{c,adm}$

$\sigma_{s,adm}$ N/mm² τ_{co}

τ_{c1}

M_{xRd} kN m

σ_c N/mm²

σ_s N/mm²

ϵ_c ‰

ϵ_s ‰

d cm

x x/d

δ

N° rett.

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ cm Col. modello

M-curvatura

Precompresso

Verifica sezione 5 combinazione 7 (punto di coordinate (0;-1150)).

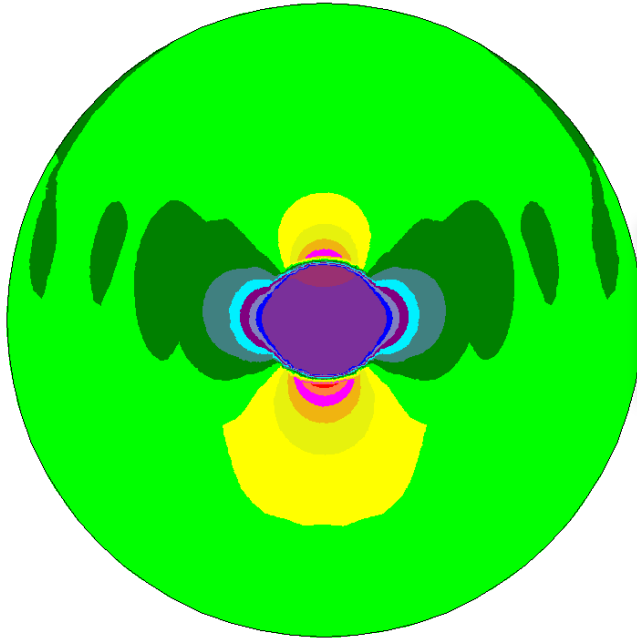
Armatura superiore: 1 strati composto da 1Φ32/m + 2 Φ/20m in direzione radiale, 1 strato da 4Φ24/m in direzione circonferenziale

Armatura inferiore: Come armatura superiore

Armatura intermedia: assente

Armatura intermedia circonferenziale: assente

Altezza sezione: 92 cm



Sollecitazioni nodali [7]	
Nodo 2890 (X = 17.71 Y = -1136.79 cm)	
Mx	= 84.7353 kNm
My	= 106.7340 kNm
Mxy	= -1.1918 kNm
Tx	= 3.3314 kN
Ty	= -208.8076 kN

Verifica in direzione y

$M_d = 106.7$ kNm

$M_{rd} = 491.6$ kNm

CS = 4.607

Verifica soddisfatta

N° figure elementari Zoom

N*	b [cm]	h [cm]
1	100	92

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN

M_{xEd} 0 kNm

M_{yEd} 0 kNm

Materiali

B450C	C50/60
ϵ_{su} 67.5 ‰	ϵ_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391.3 N/mm ²	ϵ_{cu} 3.5 ‰
E_s 200,000 N/mm ²	f_{cd} 28.33
E_s/E_c 15	f_{cc}/f_{cd} 0.8
ϵ_{syd} 1.957 ‰	$\sigma_{c,adm}$ 17.25
$\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm ²	τ_{co} 1
	τ_{c1} 2.686

N° strati barre Zoom

N*	As [cm ²]	d [cm]
1	14.362	6.6
2	14.362	85.4

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

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ 0 cm Col. modello

M-curvatura

Precompresso

M_{xRd} 491.6 kNm

σ_c -28.33 N/mm²

σ_s 391.3 N/mm²

ϵ_c 3.5 ‰

ϵ_s 63.14 ‰

d 85.4 cm

x 4.485 x/d 0.05252

δ 0.7

Verifica in direzione x

Md = 84.7 kNm

Mrd = 615 kNm

CS = 7.261

Verifica soddisfatta

PROLO.

N° figure elementari Zoom

N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	92

N°	As [cm²]	d [cm]
1	18.10	9.8
2	18.10	82.2

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN

M_{xEd} kNm

M_{yEd} kNm

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls

Coord.[cm] xN yN

Tipo rottura

Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali

B450C C50/60

ϵ_{su} ‰ ϵ_{c2} ‰

f_{yd} N/mm² ϵ_{cu} ‰

E_s N/mm² f_{cd} N/mm²

E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?

ϵ_{syd} ‰ $\sigma_{c,adm}$ N/mm²

$\sigma_{s,adm}$ N/mm² τ_{co} N/mm²

τ_{c1} N/mm²

M_{xRd} kN m

σ_c N/mm²

σ_s N/mm²

ϵ_c ‰

ϵ_s ‰

d cm

x x/d

δ

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-

Metodo n

Tipo flessione

Retta Deviata

N° rett.

Calcola MRd Dominio M-N

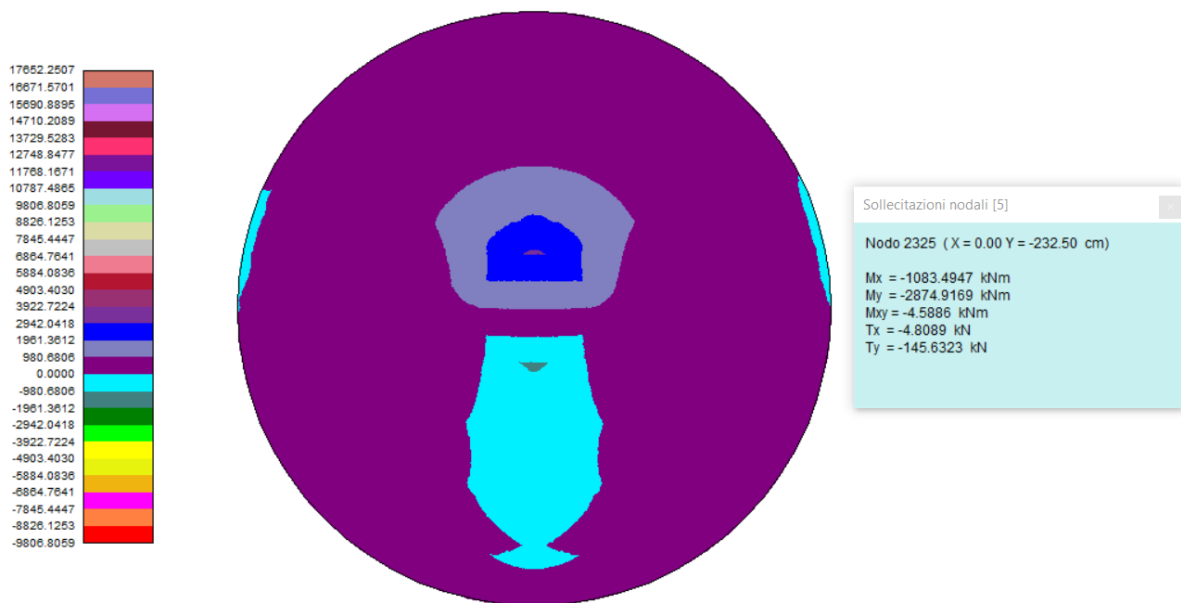
L₀ cm Col. modello

M-curvatura

Precompresso

Verifica delle escursioni tensionali

Sollecitazioni da carico medio, punto di coordinate (0;-232.5)



Sollecitazioni per range m=7, punto di coordinate (0;-232.5)



	Mx	My
Max positivo	2355 kNm	3538 kNm
Max negativo	-1083 kNm	-2874 kNm

Si valuta sulla base della tabella sopra riportata il $\Delta\sigma$

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	425

N°	As [cm²]	d [cm]
1	64.34	6.6
2	64.34	13.2
3	25.13	100
4	25.13	200
5	25.13	300
6	64.34	409.8

Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.
 DXF

File

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

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
 M_{xEd} kNm
 M_{yEd} kNm

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

Materiali
 B450C C50/60
 ε_{su} 67.5 % ε_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200,000 N/mm² f_{cd} 28.33 N/mm²
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ε_{syd} 1.957 ‰ σ_{c,adm} 17.25 N/mm²
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 1
 τ_{c1} 2.686

σ_c -1.411 N/mm²
 σ_s 64.83 N/mm²
 ε_s 0.3241 ‰
 d 418.4 cm
 x 103 x/d 0.2462
 δ 0.7477

Verifica
 N° iterazioni:

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	425

N°	As [cm²]	d [cm]
1	64.34	6.6
2	64.34	13.2
3	25.13	100
4	25.13	200
5	25.13	300
6	64.34	409.8

Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.
 DXF

File

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

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
 M_{xEd} kNm
 M_{yEd} kNm

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

Materiali
 B450C C50/60
 ε_{su} 67.5 % ε_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200,000 N/mm² f_{cd} 28.33 N/mm²
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ε_{syd} 1.957 ‰ σ_{c,adm} 17.25 N/mm²
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 1
 τ_{c1} 2.686

σ_c -1.139 N/mm²
 σ_s 50.94 N/mm²
 ε_s 0.2547 ‰
 d 418.4 cm
 x 105.1 x/d 0.2512
 δ 0.754

Verifica
 N° iterazioni:

Precompresso

|σ₁₋| = 18.46 MPa
 |σ₂₊| = 64.83 MPa
 |σ₁₊| = 50.94 MPa
 |σ₂₋| = 16.01 MPa

Δσ₁ = 69.4 MPa < 109.4 MPa (cfr. Cap. 6, §c della relazione R.S.01) *Verifica soddisfatta*

Δσ₂ = 80.84 MPa < 109.4 MPa

Verifica soddisfatta

N° figure elementari Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	425

N° strati barre Zoom

N°	As [cm²]	d [cm]
5	12.57	302
6	27.14	406.6
7	27.14	415.2
8	27.14	403.3
9	27.14	19.6

Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.
 DXF

File

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

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
M_{Ed} kNm
M_{yEd} kNm

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

Materiali

B450C C50/60

ϵ_{su} ‰ ϵ_{c2} ‰
 f_{yd} N/mm² ϵ_{cu} ‰
 E_s N/mm² f_{cd} N/mm²
 E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?
 ϵ_{syd} ‰ $\sigma_{c,adm}$ N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$ N/mm² τ_{co} N/mm²
 τ_{c1} N/mm²

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²

ϵ_s ‰
d cm
x x/d
 δ

Verifica N° iterazioni:

Precompresso

Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.
 DXF

File

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

Verifica N° iterazioni:

Precompresso

N° figure elementari Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	425

N° strati barre Zoom

N°	As [cm²]	d [cm]
5	12.57	302
6	27.14	406.6
7	27.14	415.2
8	27.14	403.3
9	27.14	19.6

Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.
 DXF

File

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

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
M_{Ed} kNm
M_{yEd} kNm

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

Materiali

B450C C50/60

ϵ_{su} ‰ ϵ_{c2} ‰
 f_{yd} N/mm² ϵ_{cu} ‰
 E_s N/mm² f_{cd} N/mm²
 E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?
 ϵ_{syd} ‰ $\sigma_{c,adm}$ N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$ N/mm² τ_{co} N/mm²
 τ_{c1} N/mm²

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²

ϵ_s ‰
d cm
x x/d
 δ

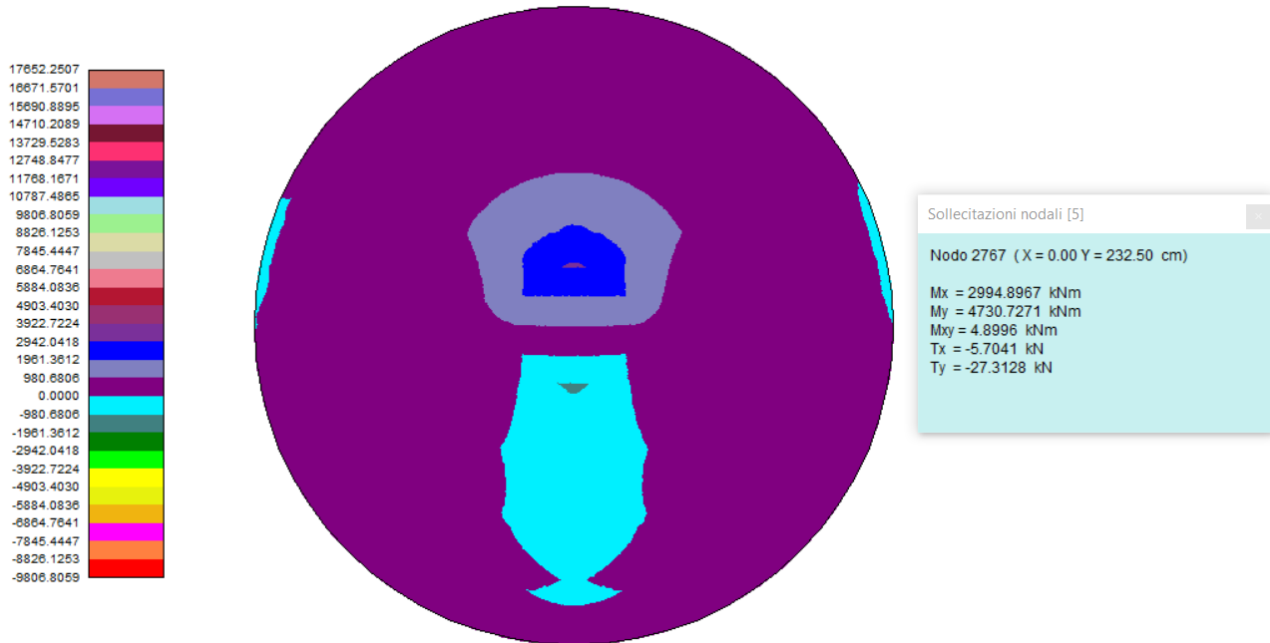
Verifica N° iterazioni:

$|\sigma_{1-}| = 16.31 \text{ MPa}$
 $|\sigma_{2+}| = 70.14 \text{ MPa}$
 $|\sigma_{1+}| = 31.40 \text{ MPa}$
 $|\sigma_{2-}| = 7.454 \text{ MPa}$

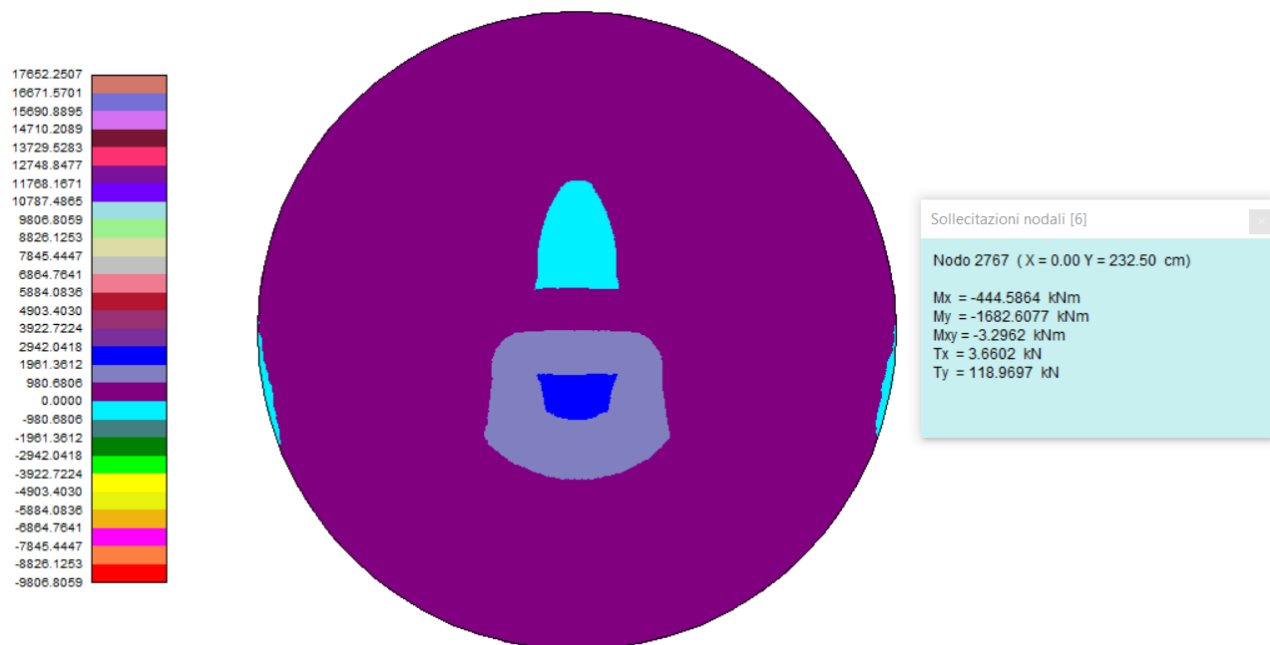
$\Delta\sigma_1 = 47.71 < 109.4 \text{ MPa}$
 $\Delta\sigma_2 = 77.59 \text{ MPa} < 109.4 \text{ MPa}$

Verifica soddisfatta
Verifica soddisfatta

Sollecitazioni da carico medio, punto di coordinate (0;+232.5)



Sollecitazioni per range m=7, punto di coordinate (0;+232.5)



	Mx	My
Max positivo	2994.9 kNm	4730 kNm
Max negativo	-445 kNm	-1682 kNm

N° figure elementari Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	425

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} 0 kNm
M_{yEd} 0 kNm

N° strati barre Zoom

N°	As [cm²]	d [cm]
3	25.13	100
4	25.13	200
5	25.13	300
6	64.34	409.8
7	64.34	418.4

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

Rettan.re Trapezi
a T Circolare
Rettangoli Coord.
DXF

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

Verifica
N° iterazioni: 4

N° figure elementari Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	425

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} -1682 kNm
M_{yEd} 0 kNm

N° strati barre Zoom

N°	As [cm²]	d [cm]
3	25.13	100
4	25.13	200
5	25.13	300
6	64.34	409.8
7	64.34	418.4

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

Rettan.re Trapezi
a T Circolare
Rettangoli Coord.
DXF

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

Verifica
N° iterazioni: 4

Precompresso

$|\sigma_{1-}| = 26.49 \text{ MPa}$
 $|\sigma_{2+}| = 86.67 \text{ MPa}$
 $|\sigma_{1+}| = 29.81 \text{ MPa}$
 $|\sigma_{2-}| = 9.37 \text{ MPa}$

$\Delta\sigma_1 = 56.3 \text{ MPa} < 109.4 \text{ MPa}$
 $\Delta\sigma_2 = 96.04 \text{ MPa} < 109.4 \text{ MPa}$

Verifica soddisfatta
Verifica soddisfatta

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	425

N°	As [cm²]	d [cm]
3	12.57	102
4	12.57	202
5	12.57	302
6	27.14	406.6
7	27.14	415.2
8	27.14	403.3

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} 0 kNm
M_{yEd} 0 kNm

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

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

Verifica N° iterazioni:

Materiali

B450C	C50/60
ϵ_{su} 67.5 ‰	ϵ_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391.3 N/mm ²	ϵ_{cu} 3.5 ‰
E_s 200.000 N/mm ²	f_{cd} 28.33
E_s/E_c 15	f_{cc}/f_{cd} 0.8
ϵ_{syd} 1.957 ‰	$\sigma_{c,adm}$ 17.25
$\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm ²	τ_{co} 1
	τ_{c1} 2.686

σ_c -1.56 N/mm²
 σ_s 89.2 N/mm²
 ϵ_s 0.446 ‰
d 415.2 cm
x 86.27 x/d 0.2078
 δ 0.7

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	425

N°	As [cm²]	d [cm]
3	12.57	102
4	12.57	202
5	12.57	302
6	27.14	406.6
7	27.14	415.2
8	27.14	403.3

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} -445 kNm
M_{yEd} 0 kNm

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

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

Verifica N° iterazioni:

Materiali

B450C	C50/60
ϵ_{su} 67.5 ‰	ϵ_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391.3 N/mm ²	ϵ_{cu} 3.5 ‰
E_s 200.000 N/mm ²	f_{cd} 28.33
E_s/E_c 15	f_{cc}/f_{cd} 0.8
ϵ_{syd} 1.957 ‰	$\sigma_{c,adm}$ 17.25
$\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm ²	τ_{co} 1
	τ_{c1} 2.686

σ_c -0.2299 N/mm²
 σ_s 12.9 N/mm²
 ϵ_s 0.06452 ‰
d 415.2 cm
x 87.57 x/d 0.2109
 δ 0.7036

$$|\sigma_{2+}| = 89.2 \text{ MPa}$$

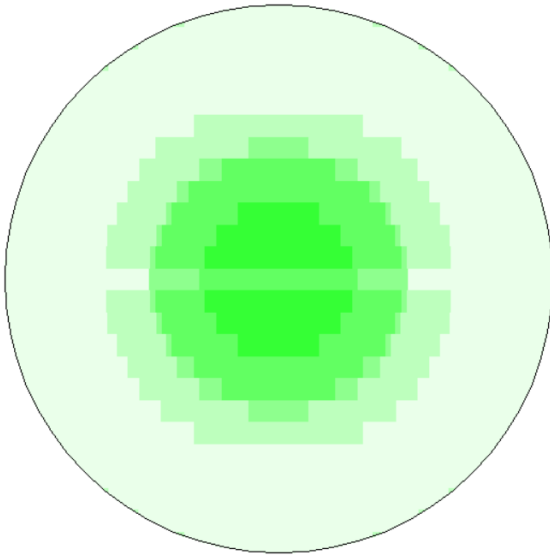
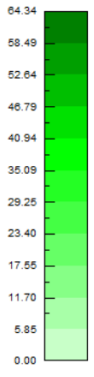
$$|\sigma_{2-}| = 3.06 \text{ MPa}$$

$$\Delta\sigma_2 = 92.26 \text{ MPa} < 109.4 \text{ MPa}$$

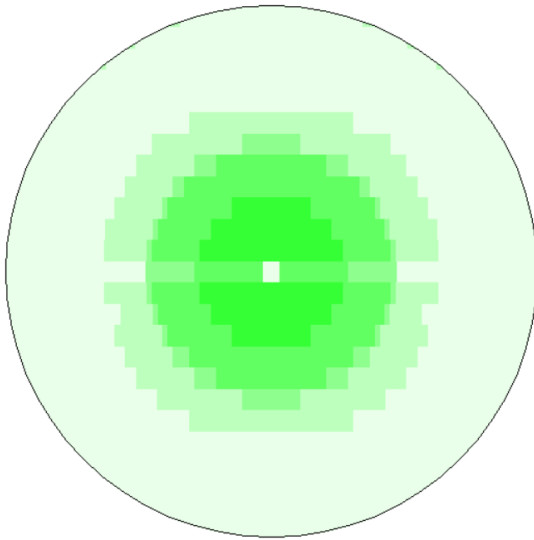
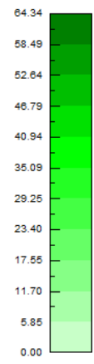
Verifica soddisfatta

Si riportano i minimi di armatura, espressi in cm², per i vari tipi di armature. Essendo i momenti inseriti nel modello lungo l'asse y e passante per il centro della piastra, la corrispondente striscia di larghezza L=100 cm dovrà nell'esecutivo essere riprodotta con simmetria radiale, a causa della possibilità della pala di ruotare attorno al proprio asse.

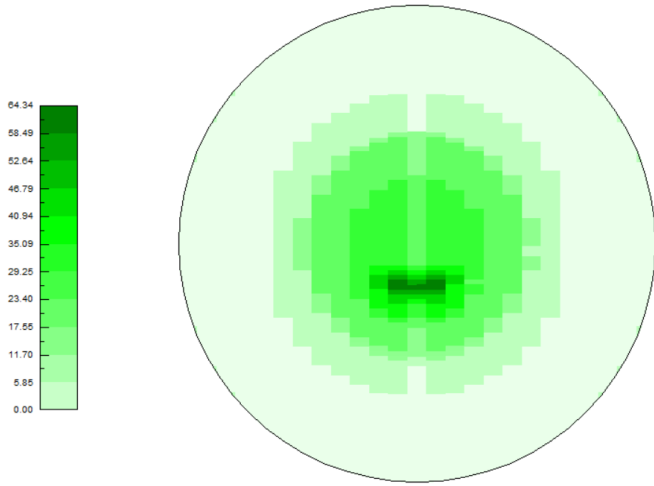
Massimi richiesti allo SLU in direzione X, ferri inferiori



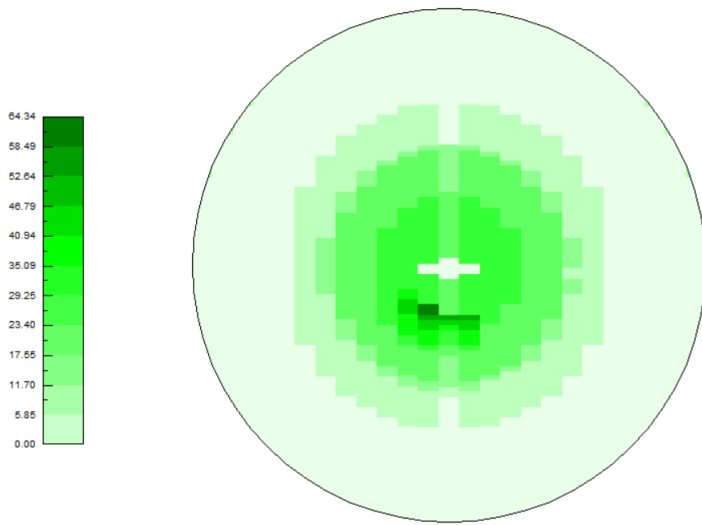
Massimi richiesti allo SLU in direzione X, ferri superiori



Massimi richiesti allo SLU in direzione Y, ferri inferiori



Massimi richiesti allo SLU in direzione Y, ferri superiori



6.0 Risultati fondazione di tipo 2

Risultati inviluppo

Sollecitazioni

Piastra

Sollecitazioni massime e minime piastra

Simbologia adottata

In	Indice nodo modello
Mx	Momento X espresso in [kNm]
My	Momento Y espresso in [kNm]
Mxy	Momento XY espresso in [kNm]
Tx	Taglio X, espresso in [kN]
Ty	Taglio Y, espresso in [kN]
Nx	Tensione normale X espressa in [N/mm ²]
Ny	Tensione normale Y espressa in [N/mm ²]
Nxy	Tensione tangenziale XY espressa in [N/mm ²]

In	X [m]	Y [m]		Valore	UM	Cmb	
2325	0.00	-2.33	Mx	9357.2110	[kNm]	2	MAX
2767	0.00	2.33		-5372.0388		7	MIN
2325	0.00	-2.33	My	17362.5248	[kNm]	7	MAX
2767	0.00	2.33		-9115.5751		2	MIN
1381	2.80	0.06	Mxy	3297.9343	[kNm]	2	MAX
3724	-2.80	-0.06		-3288.0055		2	MIN
2817	-0.13	2.11	Tx	7035.8767	[kN]	7	MAX
3157	-1.74	-1.74		-6457.2656		2	MIN
2817	-0.13	2.11	Ty	7035.8767	[kN]	7	MAX
2361	-0.10	-2.54		-6472.0081		7	MIN
3157	-1.74	-1.74	Nx	0.057	[N/mm ²]	6	MAX
3395	-1.58	1.92		-0.054		6	MIN
3395	-1.58	1.92	Ny	0.069	[N/mm ²]	2	MAX
3157	-1.74	-1.74		-0.071		2	MIN
2708	0.10	2.54	Nxy	0.051	[N/mm ²]	6	MAX
3642	-2.54	0.10		-0.064		2	MIN

Avendosi la medesima disposizione delle armature della fondazione di tipo 1, e dei momenti agenti aventi il medesimo ordine di grandezza, le verifiche vengono condotte nella sola sezione maggiormente sollecitata

Per essa si ha, in direzione y

$$M_d = 17362 \text{ kNm}$$

$$M_{rd+} = 26091 \text{ kNm}$$

$$CS = 1.503$$

Verifica soddisfatta

The screenshot shows the 'Sezioni 1 e 2' window of a software application. It displays the following data:

- Sezioni 1 e 2:** N° figure elementari: 1, N° strati barre: 7.
- Table of Section Properties:**

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm ²]	d [cm]
1	100	425	1	64.34	6.6
			2	64.34	13.2
			3	25.13	100
			4	25.13	200
			5	25.13	300
			6	64.34	409.8
- Sollecitazioni:** S.L.U., Metodo n.
- P.to applicazione N:** Centro.
- Materiali:** B450C, C50/60. Properties: $E_{su} = 67.5$ %, $f_{yd} = 391.3$ N/mm², $E_s = 200,000$ N/mm², $f_{cd} = 28.33$, $E_s / E_c = 15$, $f_{cc} / f_{cd} = 0.8$, $E_{syd} = 1.957$ %, $\sigma_{c,adm} = 17.25$, $\sigma_{s,adm} = 255$ N/mm², $T_{co} = 1$, $T_{c1} = 2.686$.
- Calcolo:** Metodo di calcolo: S.L.U.+, Metodo n. Tipo flessione: Retta.
- Output:** $M_{xRd} = 26,091$ kNm, $\sigma_c = 28.33$ N/mm², $\sigma_s = 391.3$ N/mm², $\epsilon_c = 3.18$ %, $\epsilon_s = 67.5$ %, $d = 418.4$ cm, $x = 18.83$, $x/d = 0.045$, $\delta = 0.7$.

Valutando la sezione 2 "bis", avente momento negativo pari a -9115kNm, si ha momento resistente $M_{rd-} = -26853 \text{ kNm} \approx M_{rd+}$

Verifica soddisfatta

In direzione x si ha:

N° figure elementari Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	425

N° strati barre Zoom

N°	As [cm²]	d [cm]
5	12.57	302
6	27.14	406.6
7	27.14	415.2
8	27.14	403.3
9	27.14	19.6

Rettang. Coord.
 DXF

Hettan.re I trapezi
 a T Circolare

Rettangoli Coord.
 DXF

S.L.U. Metodo n

Centro Baricentro cls
 Coord.[cm]

Tipo rottura
 Lato acciaio - Acciaio snervato

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

Tipo flessione:
 Retta Deviata

N° rett.

L₀ cm

Precompresso

N_{Ed} kN
 M_{xEd} kNm
 M_{yEd} kNm

M_{xRd} kNm
 σ_c N/mm²
 ε_c ‰
 ε_s ‰
 d cm
 x x/d 0.04285
 δ

ε_{su} ‰ ε_{c2} ‰
 f_{yd} N/mm² ε_{cu} ‰
 E_s N/mm² f_{cd} N/mm²
 E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} [?]
 ε_{syd} ‰ σ_{c,adm} N/mm²
 σ_{s,adm} N/mm² τ_{co}
 τ_{c1}

$$M_d = 9357 \text{ kNm}$$

$$M_{rd+} = 15639 \text{ kNm}$$

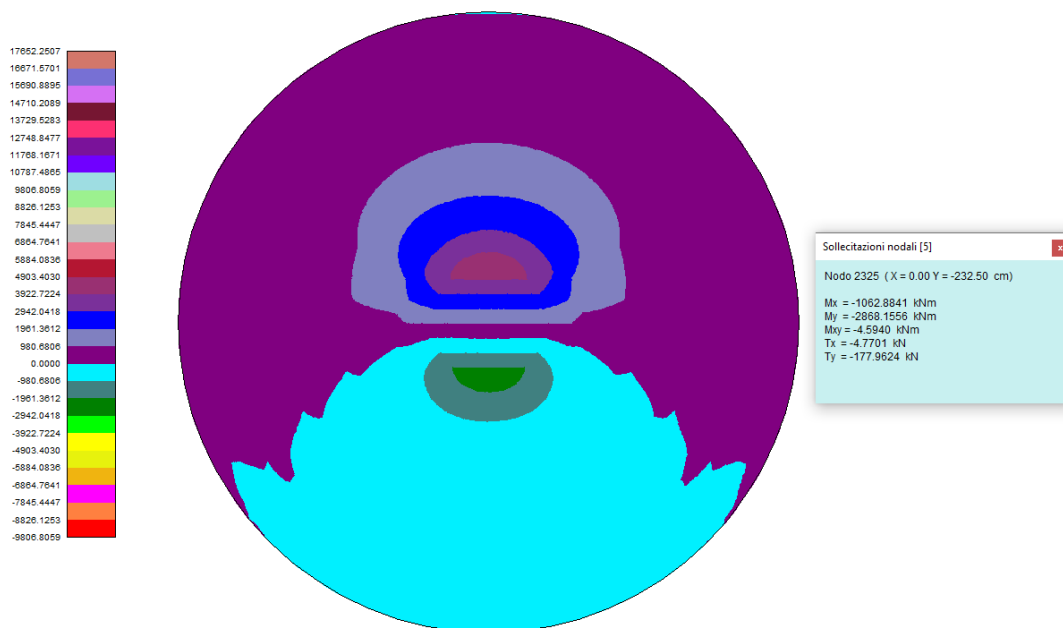
$$CS = 1.671$$

Verifica soddisfatta

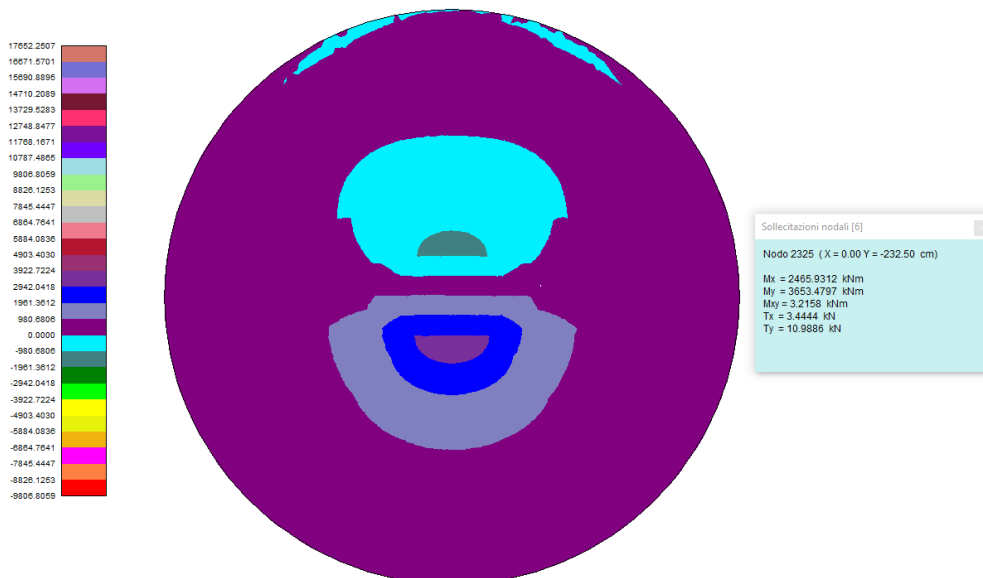
Avendosi poi $M_{rd-} \approx M_{rd+}$, la verifica è soddisfatta anche per i momenti negativi

Verifica delle escursioni tensionali

Sollecitazioni da carico medio, punto di coordinate (0;-232.5)



Sollecitazioni per range m=7, punto di coordinate (0;-232.5)



	Mx	My
Max positivo	2465 kNm	3654 kNm
Max negativo	-1052 kNm	-2858 kNm

N° figure elementari Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	425

N° strati barre Zoom

N°	As [cm²]	d [cm]
3	25.13	100
4	25.13	200
5	25.13	300
6	64.34	409.8
7	64.34	418.4

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
M_{xEd} kNm
M_{yEd} kNm

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

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

Materiali

B450C C50/60

ϵ_{su} 67.5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ϵ_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200,000 N/mm² f_{cd} 28.33 N/mm²
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ϵ_{syd} 1.957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 17.25 N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 1 N/mm²
 τ_{c1} 2.686 N/mm²

σ_c -1.458 N/mm²
 σ_s 66.95 N/mm²

ϵ_s 0.3348 ‰
d 418.4 cm
x 103 x/d 0.2462
 δ 0.7477

Verifica
N° iterazioni:

Precompresso
 Hettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.
 DXF

N° figure elementari Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	425

N° strati barre Zoom

N°	As [cm²]	d [cm]
3	25.13	100
4	25.13	200
5	25.13	300
6	64.34	409.8
7	64.34	418.4

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
M_{xEd} kNm
M_{yEd} kNm

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

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

Materiali

B450C C50/60

ϵ_{su} 67.5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ϵ_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200,000 N/mm² f_{cd} 28.33 N/mm²
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ϵ_{syd} 1.957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 17.25 N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 1 N/mm²
 τ_{c1} 2.686 N/mm²

σ_c -1.133 N/mm²
 σ_s 50.65 N/mm²

ϵ_s 0.2533 ‰
d 418.4 cm
x 105.1 x/d 0.2512
 δ 0.754

Verifica
N° iterazioni:

Precompresso
 Precompresso

$|\sigma_{2+}| = 66.95 \text{ MPa}$
 $|\sigma_{2-}| = 16.92 \text{ MPa}$

$\Delta\sigma_2 = 83.87 \text{ MPa} < 109.4 \text{ MPa}$

Verifica soddisfatta

N° figure elementari Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	425

N° strati barre Zoom

N°	As [cm²]	d [cm]
3	12.57	102
4	12.57	202
5	12.57	302
6	27.14	406.6
7	27.14	415.2
8	27.14	403.3

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} 0 kNm
M_{yEd} 0 kNm

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

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

Verifica
N° iterazioni: 5
 Precompresso

Materiali
B450C C50/60
ε_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
E_s 200,000 N/mm² f_{cd} 28.33 N/mm²
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
ε_{syd} 1.957 ‰ σ_{c,adm} 17.25 N/mm²
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 1 N/mm²
τ_{c1} 2.686 N/mm²
σ_c -1.377 N/mm²
σ_s 78.78 N/mm²
ε_s 0.3939 ‰
d 415.2 cm
x 86.27 x/d 0.2078
δ 0.7

N° figure elementari Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	425

N° strati barre Zoom

N°	As [cm²]	d [cm]
3	12.57	102
4	12.57	202
5	12.57	302
6	27.14	406.6
7	27.14	415.2
8	27.14	403.3

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} -1052 kNm
M_{yEd} 0 kNm

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

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

Verifica
N° iterazioni: 5
 Precompresso

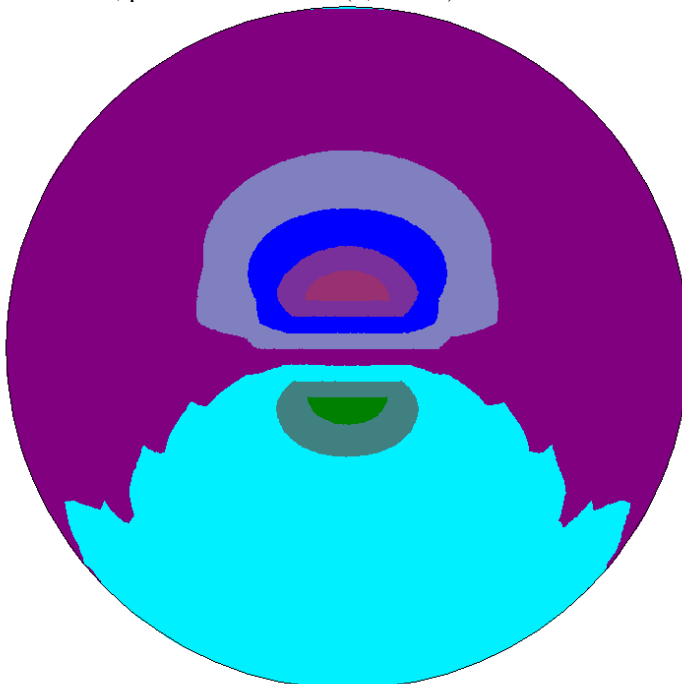
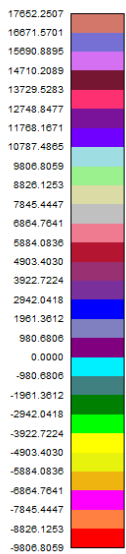
Materiali
B450C C50/60
ε_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
E_s 200,000 N/mm² f_{cd} 28.33 N/mm²
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
ε_{syd} 1.957 ‰ σ_{c,adm} 17.25 N/mm²
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 1 N/mm²
τ_{c1} 2.686 N/mm²
σ_c -0.5436 N/mm²
σ_s 30.5 N/mm²
ε_s 0.1525 ‰
d 415.2 cm
x 87.57 x/d 0.2109
δ 0.7036

$|\sigma_{2+}| = 78.78 \text{ MPa}$
 $|\sigma_{2-}| = 7.2 \text{ MPa}$

$\Delta\sigma_2 = 85.98 \text{ MPa} < 109.4 \text{ MPa}$

Verifica soddisfatta

Sollecitazioni da carico medio, punto di coordinate (0;+232.5)

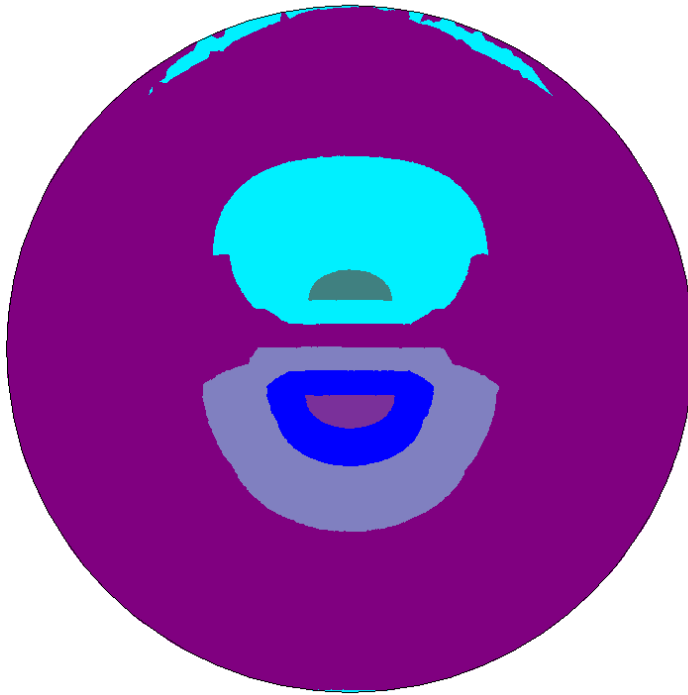
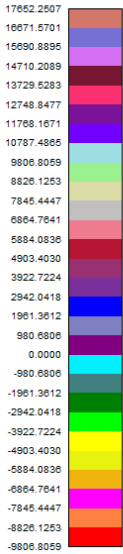


Sollecitazioni nodali [5]

Nodo 2767 (X = 0.00 Y = 232.50 cm)

Mx = 3122.7359 kNm
 My = 4866.3633 kNm
 Mxy = 4.9246 kNm
 Tx = -5.6700 kN
 Ty = -46.7342 kN

Sollecitazioni per range m=7, punto di coordinate (0;+232.5)



Sollecitazioni nodali [6]

Nodo 2767 (X=0.00 Y=232.50 cm)

Mx = -407.1546 kNm
 My = -1655.6415 kNm
 Mxy = -3.2987 kNm
 Tx = 3.6253 kN
 Ty = 143.1882 kN

	Mx	My
Max positivo	3123 kNm	4866 kNm
Max negativo	-407 kNm	-1655 kNm

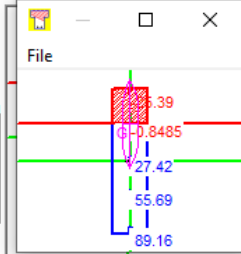
N* figure elementari Zoom

N*	b [cm]	h [cm]
1	100	425

N* strati barre Zoom

N*	As [cm²]	d [cm]
3	25.13	100
4	25.13	200
5	25.13	300
6	64.34	409.8
7	64.34	418.4

- Hettan.re
- Trapezi
- a T
- Circolare
- Rettangoli
- Coord.
- DXF



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

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN

M_{xEd} 4866 kNm

M_{yEd} kNm

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls

Coord.[cm] xN yN

Materiali

B450C C50/60

ϵ_{su} 67.5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰

f_{yd} 391.3 N/mm² ϵ_{cu} 3.5 ‰

E_s 200,000 N/mm² f_{cd} 28.33

E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8

ϵ_{syd} 1.957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 17.25

$\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 1

τ_{c1} 2.686

σ_c -1.941 N/mm²

σ_s 89.16 N/mm²

ϵ_s 0.4458 ‰

d 418.4 cm

x 103 x/d 0.2462

δ 0.7477

Verifica

N* iterazioni:

Precompresso

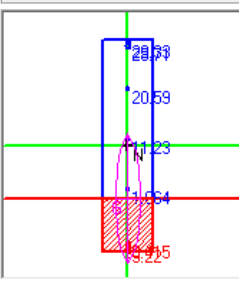
N° figure elementari Zoom

N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	425

N°	As [cm²]	d [cm]
3	25.13	100
4	25.13	200
5	25.13	300
6	64.34	409.8
7	64.34	418.4

- Rettang.re
- a T
- Rettangoli
- DXF
- Trapezi
- Circolare
- Coord.



Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN

M_{xEd} kNm

M_{yEd} kNm

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls

Coord.[cm] xN yN

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-

Metodo n

Materiali

ε_{su} ‰ ε_{c2} ‰

f_{yd} N/mm² ε_{cu} ‰

E_s N/mm² f_{cd} N/mm²

E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?

ε_{syd} ‰ σ_{c,adm} N/mm²

σ_{s,adm} N/mm² τ_{co} N/mm²

τ_{c1} N/mm²

σ_c N/mm²

σ_s N/mm²

ε_s ‰

d cm

x x/d

δ

Verifica

N° iterazioni:

Precompresso

$|\sigma_{2+}| = 89.16 \text{ MPa}$

$|\sigma_{2-}| = 9.22 \text{ MPa}$

$\Delta\sigma_2 = 98.38 \text{ MPa} < 109.4 \text{ MPa}$

Verifica soddisfatta

N° figure elementari Zoom

N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	425

N°	As [cm²]	d [cm]
3	12.57	102
4	12.57	202
5	12.57	302
6	27.14	406.6
7	27.14	415.2
8	27.14	403.3

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
M_{Ed} 3123 kNm
M_{yEd}

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

Materiali

B450C		C50/60	
ε _{su}	67.5 ‰	ε _{c2}	2 ‰
f _{yd}	391.3 N/mm²	ε _{cu}	3.5 ‰
E _s	200.000 N/mm²	f _{cd}	28.33
E _s /E _c	15	f _{cc} /f _{cd}	0.8
ε _{syd}	1.957 ‰	σ _{c,adm}	17.25
σ _{s,adm}	255 N/mm²	τ _{co}	1
		τ _{c1}	2.686

σ_c N/mm²
σ_s N/mm²
ε_s ‰
d cm
x x/d
δ

Hettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.
 DXF

Precompresso

$$|\sigma_{2+}| = 93.01 \text{ MPa}$$

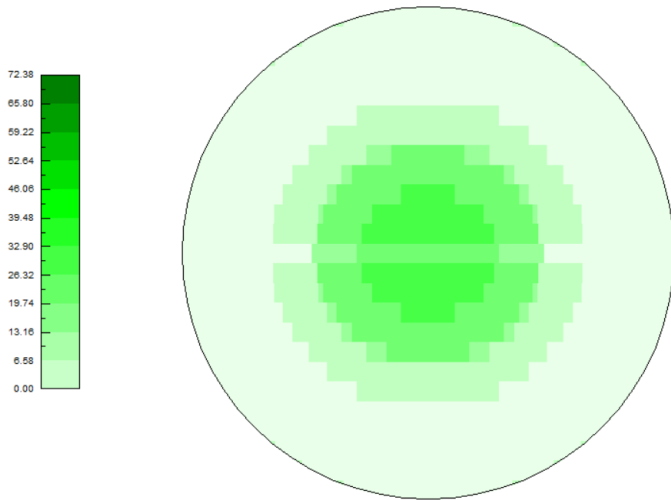
$$|\sigma_{2-}| = 2.8 \text{ MPa}$$

$$\Delta\sigma_2 = 95.81 \text{ MPa} < 109.4 \text{ MPa}$$

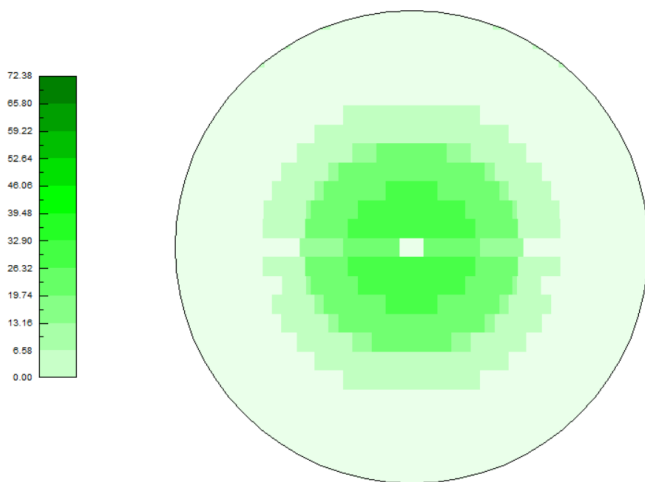
Verifica soddisfatta

Si riportano i minimi di armatura, espressi in cm^2 , per i vari tipi di armature. Essendo le sollecitazioni inserite nel modello lungo una direzione preferenziale (si è considerato il caso della pala che sollecitata a momento flettente lungo attorno all'asse y), si dovrà considerare esclusivamente la striscia di larghezza $L=100$ cm passante per il centro della piastra lungo l'asse y , e tale striscia dovrà essere riprodotta con simmetria radiale, a causa della possibilità della pala di ruotare attorno al proprio asse.

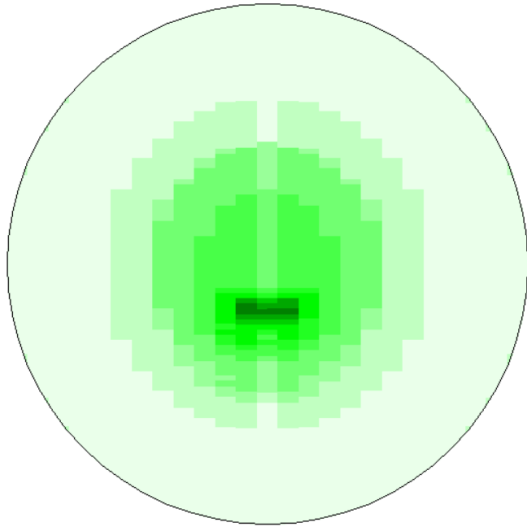
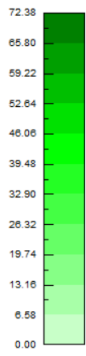
Massimi richiesti allo SLU in direzione X, ferri inferiori



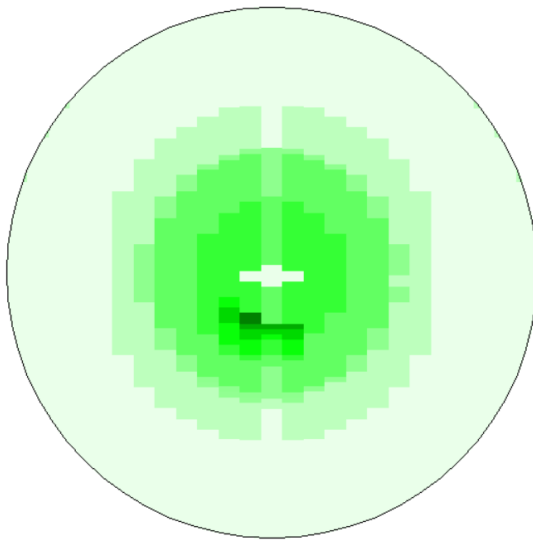
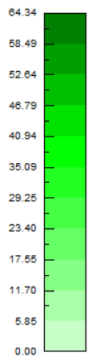
Massimi richiesti allo SLU in direzione X, ferri superiori



Massimi richiesti allo SLU in direzione Y, ferri inferiori



Massimi richiesti allo SLU in direzione Y, ferri superiori



7.0 Risultati fondazione di tipo 3

Avendo la piastra le medesime dimensioni e armature della tipologia 2, e ricevendo delle sollecitazioni inferiori rispetto alla soluzione senza pali, la piastra della tipologia 3 è già implicitamente verificata. Per tale ragione, si riportano qui di seguito le verifiche relative ai pali della fondazione di tipo 3, rimandando al progetto esecutivo la definizione di eventuale armature di dettaglio (p.e. punzonamento)

Simbologia adottata

Y	ordinata della sezione a partire dalla testa positiva verso il basso, espressa in [m]
A _f	Area armatura, espresso in [cmq]
M _u	Momento ultimo, espresso in [kNm]
N _u	Sforzo normale ultimo, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza

Palo n° 1

Y [m]	A _f [cmq]	M _u [kNm]	N _u [kN]	FS
0.00	37.70	128.51	10283.90	9.788
2.00	37.70	18.64	10283.90	9.454
4.00	37.70	20.06	10283.90	9.167
6.00	37.70	23.31	10283.90	8.918
8.00	37.70	15.11	10283.90	8.704
10.00	37.70	6.82	10283.90	8.520
12.00	37.70	1.77	10283.90	8.364
14.00	37.70	0.30	10283.90	8.232
16.00	37.70	0.62	10283.90	8.124
18.00	37.70	0.26	10283.90	8.036
20.00	37.70	0.00	10283.90	7.967

Palo n° 2

Y [m]	A _f [cmq]	M _u [kNm]	N _u [kN]	FS
0.00	37.70	73.81	10283.90	9.953
2.00	37.70	10.70	10283.90	9.608
4.00	37.70	11.51	10283.90	9.311
6.00	37.70	13.36	10283.90	9.054
8.00	37.70	8.66	10283.90	8.832
10.00	37.70	3.91	10283.90	8.642
12.00	37.70	1.02	10283.90	8.480
14.00	37.70	0.17	10283.90	8.343
16.00	37.70	0.35	10283.90	8.230
18.00	37.70	0.15	10283.90	8.137
20.00	37.70	0.00	10283.90	8.065

Palo n° 3

Y [m]	A _f [cmq]	M _u [kNm]	N _u [kN]	FS
0.00	37.70	54.79	-1342.36	1.790
2.00	37.70	9.44	-1453.38	2.053
4.00	37.70	11.23	-1449.21	2.201
6.00	37.70	14.60	-1441.37	2.396
8.00	37.70	10.92	-1449.94	2.697
10.00	37.70	5.85	-1461.71	3.135
12.00	37.70	1.88	-1470.92	3.795
14.00	37.70	0.42	-1474.24	4.887
16.00	37.70	1.25	-1472.34	7.065
18.00	37.70	0.13	10283.90	7.325
20.00	37.70	0.00	10283.90	7.282

Palo n° 4

Y [m]	A _f [cmq]	M _u [kNm]	N _u [kN]	FS
0.00	37.70	46.86	-1362.09	1.324
2.00	37.70	7.87	-1457.02	1.481
4.00	37.70	9.26	-1453.79	1.570
6.00	37.70	11.92	-1447.59	1.692
8.00	37.70	8.82	-1454.81	1.885
10.00	37.70	4.68	-1464.44	2.168
12.00	37.70	1.49	-1471.80	2.600
14.00	37.70	0.33	-1474.44	3.321
16.00	37.70	0.98	-1472.96	4.769
18.00	37.70	0.80	-1473.37	9.159
20.00	37.70	0.00	10283.90	51.772

Palo n° 5

Y [m]	A _f [cmq]	M _u [kNm]	N _u [kN]	FS
0.00	37.70	68.21	-1309.08	1.745
2.00	37.70	12.00	-1447.42	2.044
4.00	37.70	14.27	-1442.14	2.189
6.00	37.70	18.52	-1432.26	2.379
8.00	37.70	13.87	-1443.07	2.683
10.00	37.70	7.45	-1457.99	3.126
12.00	37.70	2.39	-1469.74	3.790
14.00	37.70	0.53	-1473.98	4.884
16.00	37.70	1.60	-1471.56	7.058
18.00	37.70	0.13	10283.90	7.322
20.00	37.70	0.00	10283.90	7.279

Palo n° 6

Y [m]	A _r [cmq]	M _u [kNm]	N _u [kN]	FS
0.00	37.70	67.41	10283.90	9.958
2.00	37.70	9.77	10283.90	9.613
4.00	37.70	10.51	10283.90	9.315
6.00	37.70	12.20	10283.90	9.058
8.00	37.70	7.91	10283.90	8.836
10.00	37.70	3.57	10283.90	8.646
12.00	37.70	0.93	10283.90	8.484
14.00	37.70	0.16	10283.90	8.347
16.00	37.70	0.32	10283.90	8.233
18.00	37.70	0.14	10283.90	8.141
20.00	37.70	0.00	10283.90	8.068

Palo n° 7

Y [m]	A _r [cmq]	M _u [kNm]	N _u [kN]	FS
0.00	37.70	57.31	10283.90	9.788
2.00	37.70	8.31	10283.90	9.454
4.00	37.70	8.95	10283.90	9.167
6.00	37.70	10.39	10283.90	8.918
8.00	37.70	6.74	10283.90	8.704
10.00	37.70	3.04	10283.90	8.520
12.00	37.70	0.79	10283.90	8.364
14.00	37.70	0.13	10283.90	8.232
16.00	37.70	0.28	10283.90	8.124
18.00	37.70	0.12	10283.90	8.036
20.00	37.70	0.00	10283.90	7.967

Palo n° 8

Y [m]	A _r [cmq]	M _u [kNm]	N _u [kN]	FS
0.00	37.70	238.60	10283.90	5.780
2.00	37.70	35.12	10283.90	5.665
4.00	37.70	38.30	10283.90	5.567
6.00	37.70	45.07	10283.90	5.485
8.00	37.70	29.57	10283.90	5.418
10.00	37.70	13.51	10283.90	5.364
12.00	37.70	3.55	10283.90	5.324
14.00	37.70	0.61	10283.90	5.297
16.00	37.70	1.26	10283.90	5.281
18.00	37.70	0.54	10283.90	5.277
20.00	37.70	0.00	10283.90	5.286

Palo n° 9

Y [m]	A _r [cmq]	M _u [kNm]	N _u [kN]	FS
0.00	37.70	174.11	10283.90	4.453
2.00	37.70	25.75	10283.90	4.385
4.00	37.70	28.21	10283.90	4.329
6.00	37.70	33.34	10283.90	4.284
8.00	37.70	21.97	10283.90	4.250
10.00	37.70	10.08	10283.90	4.225
12.00	37.70	2.66	10283.90	4.211
14.00	37.70	0.46	10283.90	4.205
16.00	37.70	0.95	10283.90	4.209
18.00	37.70	0.41	10283.90	4.223
20.00	37.70	0.00	10283.90	4.246

Palo n° 10

Y [m]	A _r [cmq]	M _u [kNm]	N _u [kN]	FS
0.00	37.70	145.47	10283.90	4.109
2.00	37.70	21.54	10283.90	4.051
4.00	37.70	23.63	10283.90	4.004
6.00	37.70	27.96	10283.90	3.967
8.00	37.70	18.45	10283.90	3.940
10.00	37.70	8.47	10283.90	3.921
12.00	37.70	2.24	10283.90	3.912
14.00	37.70	0.39	10283.90	3.911
16.00	37.70	0.80	10283.90	3.919
18.00	37.70	0.34	10283.90	3.935
20.00	37.70	0.00	10283.90	3.961

Palo n° 11

Y [m]	A _r [cmq]	M _u [kNm]	N _u [kN]	FS
0.00	37.70	136.27	10283.90	4.451
2.00	37.70	20.15	10283.90	4.383
4.00	37.70	22.08	10283.90	4.327
6.00	37.70	26.10	10283.90	4.282
8.00	37.70	17.20	10283.90	4.248
10.00	37.70	7.89	10283.90	4.223
12.00	37.70	2.08	10283.90	4.209
14.00	37.70	0.36	10283.90	4.203
16.00	37.70	0.74	10283.90	4.207
18.00	37.70	0.32	10283.90	4.221
20.00	37.70	0.00	10283.90	4.244

Palo n° 12

Y [m]	A _r [cmq]	M _u [kNm]	N _u [kN]	FS
0.00	37.70	150.75	10283.90	5.783
2.00	37.70	22.19	10283.90	5.667
4.00	37.70	24.20	10283.90	5.569
6.00	37.70	28.47	10283.90	5.487
8.00	37.70	18.68	10283.90	5.420
10.00	37.70	8.53	10283.90	5.367
12.00	37.70	2.24	10283.90	5.327
14.00	37.70	0.38	10283.90	5.299

Y	A _r	M _u	N _u	FS
[m]	[cmq]	[kNm]	[kN]	
16.00	37.70	0.80	10283.90	5.283
18.00	37.70	0.34	10283.90	5.280
20.00	37.70	0.00	10283.90	5.288

Tensioni in esercizio

Simbologia adottata

Y	ordinata della sezione a partire dalla testa positiva verso il basso, espressa in [m]
A _r	area di armatura, espressa in [cmq]
s _c	tensione nel calcestruzzo, espressa in [N/mmq]
s _r	tensione nell'acciaio, espressa in [N/mmq]
t _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo, espressa in [N/mmq]
s _{st}	tensione nelle staffe, espressa in [N/mmq]

Palo n° 1

Y	A _r	s _c	s _r	t _c	s _{st}
[m]	[cmq]	[N/mmq]	[N/mmq]	[N/mmq]	[N/mmq]
0.00	37.70	1.132	16.707	--	--
2.00	37.70	1.025	15.342	--	--
4.00	37.70	1.070	16.008	--	--
6.00	37.70	1.115	16.668	--	--
8.00	37.70	1.139	17.049	--	--
10.00	37.70	1.159	17.375	--	--
12.00	37.70	1.182	17.723	--	--
14.00	37.70	1.207	18.102	--	--
16.00	37.70	1.232	18.478	--	--
18.00	37.70	1.253	18.796	--	--
20.00	37.70	1.272	19.073	--	--

Palo n° 2

Y	A _r	s _c	s _r	t _c	s _{st}
[m]	[cmq]	[N/mmq]	[N/mmq]	[N/mmq]	[N/mmq]
0.00	37.70	0.702	10.268	--	--
2.00	37.70	0.600	8.963	--	--
4.00	37.70	0.646	9.647	--	--
6.00	37.70	0.693	10.338	--	--
8.00	37.70	0.720	10.767	--	--
10.00	37.70	0.745	11.157	--	--
12.00	37.70	0.772	11.578	--	--
14.00	37.70	0.803	12.042	--	--
16.00	37.70	0.834	12.514	--	--
18.00	37.70	0.863	12.942	--	--
20.00	37.70	0.889	13.342	--	--

Palo n° 3

Y	A _r	s _c	s _r	t _c	s _{st}
[m]	[cmq]	[N/mmq]	[N/mmq]	[N/mmq]	[N/mmq]
0.00	37.70	0.374	5.370	--	--
2.00	37.70	0.285	4.234	--	--
4.00	37.70	0.331	4.929	--	--
6.00	37.70	0.379	5.637	--	--
8.00	37.70	0.410	6.113	--	--
10.00	37.70	0.438	6.558	--	--
12.00	37.70	0.470	7.040	--	--
14.00	37.70	0.505	7.569	--	--
16.00	37.70	0.541	8.112	--	--
18.00	37.70	0.575	8.621	--	--
20.00	37.70	0.607	9.112	--	--

Palo n° 4

Y	A _r	s _c	s _r	t _c	s _{st}
[m]	[cmq]	[N/mmq]	[N/mmq]	[N/mmq]	[N/mmq]
0.00	37.70	0.237	3.349	--	--
2.00	37.70	0.160	2.363	--	--
4.00	37.70	0.191	2.832	--	--
6.00	37.70	0.213	3.162	--	--
8.00	37.70	0.211	3.143	--	--
10.00	37.70	0.197	2.949	--	--
12.00	37.70	0.176	2.635	--	--
14.00	37.70	0.147	2.211	--	--
16.00	37.70	0.110	1.649	--	--
18.00	37.70	0.061	0.908	--	--
20.00	37.70	0.000	0.000	--	--

Palo n° 5

Y	A _r	s _c	s _r	t _c	s _{st}
[m]	[cmq]	[N/mmq]	[N/mmq]	[N/mmq]	[N/mmq]
0.00	37.70	0.319	4.637	--	--
2.00	37.70	0.277	4.125	--	--
4.00	37.70	0.322	4.808	--	--
6.00	37.70	0.368	5.492	--	--
8.00	37.70	0.403	6.017	--	--
10.00	37.70	0.435	6.515	--	--
12.00	37.70	0.469	7.030	--	--
14.00	37.70	0.505	7.568	--	--
16.00	37.70	0.541	8.109	--	--
18.00	37.70	0.575	8.621	--	--
20.00	37.70	0.608	9.113	--	--

Palo n° 6

Y	Ar	sc	sr	tc	Sstf
[m]	[cmq]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
0.00	37.70	0.600	8.894	--	--
2.00	37.70	0.585	8.754	--	--
4.00	37.70	0.629	9.415	--	--
6.00	37.70	0.672	10.061	--	--
8.00	37.70	0.706	10.582	--	--
10.00	37.70	0.738	11.069	--	--
12.00	37.70	0.770	11.552	--	--
14.00	37.70	0.802	12.034	--	--
16.00	37.70	0.834	12.502	--	--
18.00	37.70	0.862	12.935	--	--
20.00	37.70	0.889	13.338	--	--

Palo n° 7

Y	Ar	sc	sr	tc	Sstf
[m]	[cmq]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
0.00	37.70	1.008	15.041	--	--
2.00	37.70	1.007	15.092	--	--
4.00	37.70	1.050	15.730	--	--
6.00	37.70	1.090	16.336	--	--
8.00	37.70	1.123	16.828	--	--
10.00	37.70	1.152	17.274	--	--
12.00	37.70	1.180	17.696	--	--
14.00	37.70	1.207	18.098	--	--
16.00	37.70	1.231	18.469	--	--
18.00	37.70	1.253	18.792	--	--
20.00	37.70	1.272	19.073	--	--

Palo n° 8

Y	Ar	sc	sr	tc	Sstf
[m]	[cmq]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
0.00	37.70	1.450	21.647	--	--
2.00	37.70	1.434	21.493	--	--
4.00	37.70	1.476	22.115	--	--
6.00	37.70	1.515	22.697	--	--
8.00	37.70	1.543	23.128	--	--
10.00	37.70	1.567	23.500	--	--
12.00	37.70	1.589	23.840	--	--
14.00	37.70	1.610	24.155	--	--
16.00	37.70	1.629	24.430	--	--
18.00	37.70	1.643	24.644	--	--
20.00	37.70	1.653	24.802	--	--

Palo n° 9

Y	Ar	sc	sr	tc	Sstf
[m]	[cmq]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
0.00	37.70	1.793	26.735	--	--
2.00	37.70	1.748	26.201	--	--
4.00	37.70	1.789	26.817	--	--
6.00	37.70	1.828	27.389	--	--
8.00	37.70	1.852	27.758	--	--
10.00	37.70	1.871	28.055	--	--
12.00	37.70	1.888	28.325	--	--
14.00	37.70	1.905	28.573	--	--
16.00	37.70	1.919	28.779	--	--
18.00	37.70	1.927	28.911	--	--
20.00	37.70	1.932	28.979	--	--

Palo n° 10

Y	Ar	sc	sr	tc	Sstf
[m]	[cmq]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
0.00	37.70	1.938	28.863	--	--
2.00	37.70	1.867	27.972	--	--
4.00	37.70	1.908	28.590	--	--
6.00	37.70	1.947	29.167	--	--
8.00	37.70	1.968	29.496	--	--
10.00	37.70	1.984	29.748	--	--
12.00	37.70	1.999	29.979	--	--
14.00	37.70	2.013	30.200	--	--
16.00	37.70	2.025	30.381	--	--
18.00	37.70	2.032	30.482	--	--
20.00	37.70	2.034	30.517	--	--

Palo n° 11

Y	Ar	sc	sr	tc	Sstf
[m]	[cmq]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
0.00	37.70	1.848	27.482	--	--
2.00	37.70	1.757	26.324	--	--
4.00	37.70	1.799	26.952	--	--
6.00	37.70	1.840	27.549	--	--
8.00	37.70	1.860	27.868	--	--
10.00	37.70	1.875	28.113	--	--
12.00	37.70	1.890	28.349	--	--
14.00	37.70	1.906	28.587	--	--
16.00	37.70	1.920	28.795	--	--
18.00	37.70	1.928	28.925	--	--
20.00	37.70	1.933	28.991	--	--

Palo n° 12

Y	Ar	sc	sr	tc	Sstf
[m]	[cmq]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
0.00	37.70	1.551	23.005	--	--
2.00	37.70	1.448	21.688	--	--
4.00	37.70	1.492	22.333	--	--
6.00	37.70	1.534	22.959	--	--
8.00	37.70	1.556	23.299	--	--
10.00	37.70	1.573	23.573	--	--
12.00	37.70	1.590	23.852	--	--
14.00	37.70	1.610	24.149	--	--

Y	A_f	s_c	s_t	t_c	s_{stf}
[m]	[cmq]	[N/mmq]	[N/mmq]	[N/mmq]	[N/mmq]
16.00	37.70	1.629	24.428	--	--
18.00	37.70	1.643	24.637	--	--
20.00	37.70	1.653	24.793	--	--

8.0 Risultati verifiche a taglio

Si considera la sollecitazione di taglio massima agente sulle 3 tipologie. Essa si manifesta nella tipologia 2, e si estende la medesima armatura a taglio anche alla tipologia 1 e 3 le quali, avendo sollecitazioni taglianti inferiori, risulteranno così automaticamente già verificate.

$$d := 395\text{-cm} \quad b_w := 100\text{-cm} \quad \alpha_c := 1 \quad f_{1cd} := 0.5 \cdot 28.33 \cdot \text{MPa} \quad f_{yd} := 391.3 \cdot \text{MPa}$$

$$\alpha := 90\text{-deg} \quad \text{ctg}(\alpha) := \frac{\cos(\alpha)}{\sin(\alpha)} \quad \theta := \frac{\pi}{4} \quad D := 25\text{-m} \quad \text{ctg}\theta := 2$$

$$V_{edx} := 7035\text{-kN} \quad V_{edy} := 0$$

$$V_{rcd} := \frac{0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{1cd} \cdot (\text{ctg}(\alpha) + \text{ctg}\theta)}{1 + (\text{ctg}\theta)^2} = 20143\text{-kN}$$

$$A_{sw} := \frac{V_{edx} \cdot 20\text{-cm}}{0.9 \cdot d \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}(\alpha) + \text{ctg}\theta) \cdot \sin(\alpha)}$$

$$\phi := \sqrt{4 \cdot \frac{A_{sw}}{\pi}} = 25.375\text{-mm}$$

Il diametro minimo per il soddisfacimento della verifica è dunque $\Phi 26$ con passo 20 cm nelle direzioni x e y

Prevedendo poi un anello circolare avente armatura inferiore, si considera che a 450 cm dal centro della piastra si ha un taglio massimo di 2060 kN ed un'altezza utile di 360 cm

$$d := 360\text{-cm} \quad b_w := 100\text{-cm} \quad \alpha_c := 1 \quad f_{1cd} := 0.5 \cdot 28.33 \cdot \text{MPa} \quad f_{yd} := 391.3 \cdot \text{MPa}$$

$$\alpha := 90\text{-deg} \quad \text{ctg}(\alpha) := \frac{\cos(\alpha)}{\sin(\alpha)} \quad \theta := \frac{\pi}{4} \quad D := 25\text{-m} \quad \text{ctg}\theta := 2$$

$$V_{edx} := 2060\text{-kN} \quad V_{edy} := 0$$

$$V_{rcd} := \frac{0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{1cd} \cdot (\text{ctg}(\alpha) + \text{ctg}\theta)}{1 + (\text{ctg}\theta)^2} = 18358\text{-kN}$$

$$A_{sw} := \frac{V_{edx} \cdot 30\text{-cm}}{0.9 \cdot d \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}(\alpha) + \text{ctg}\theta) \cdot \sin(\alpha)}$$

$$\phi := \sqrt{4 \cdot \frac{A_{sw}}{\pi}} = 17.616\text{-mm}$$

È dunque possibile prevedere un anello circolare da R=450 a R=12.5 armato con $9\Phi 18/m^2$