

REGIONE MARCHE
PROVINCIA DI FERMO
COMUNE DI FERMO





IMPIANTO DI TRATTAMENTO ANAEROBICO DELLA FRAZIONE ORGANICA DEI
RIFIUTI SOLIDI URBANI PER LA PRODUZIONE DI BIOMETANO

CIG: 9880245C18 – CUP: F62F18000070004

PROGETTO ESECUTIVO

NOME ELABORATO		CLASSE	10.4
EDIFICIO 2 ALLEGATO RELAZIONE BICCHIERE		STRUTTURE CAPANNONE CONFERIMENTO E TRATTAMENTO	
		N. TAVOLA	10.4.1. b
		FORMATO	A4
		SCALA	/
CODIFICA ELABORATO	23008-OW-C-101-RS-100-MA1-0		

00	29/10/2024	PRIMA EMISSIONE	B.BARONE	C. BUTTICE'	R. MARTELLO
REV	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO

Committente	Progettista indicato	Mandataria
 CITTA' DI FERMO Settore IV e V Lavori Pubblici, Protezione Civile, Ambiente, Urbanistica, Patrimonio, Contratti e Appalti Via Mazzini 4 63900 – Fermo (FM) DOTT. Mauro Fortuna RUP	 Via Resuttana 360 90142 -PALERMO OWAC Engineering Company S.R.L ING. Rocco Martello Direttore Tecnico <small>UNI EN ISO 9001:2015 N. 30233/14/S UNI EN ISO 45001:2018 N. OHS-4849 UNI EN ISO 14001:2015 N. EMS-9477/S UNI/PDR 74 :2019 N. SGBIM-01/23 UNI/PdR 74:2019 N. 21042BIM</small>	 Via del Cardoncello 22 70022 – Altamura (BA) EDILALTA S.R.L. DOTT. Angelantonio Disabato Socio Mandante  Via Bassa di Casalmoro 3 46041 – Asola (MN) ANAERGIA S.R.L. DOTT. Andrea Parisi Institore



00	B.BARONE	29/10/2024	C.BUTTICE’	29/10/2024	R.MARTELLO	29/10/2024
REV	ESEGUITO	DATA	VERIFICATO	DATA	APPROVATO	DATA



1 Sommario

2	PROGETTAZIONE BICCHIERI	4
2.1	PREMESSA	4
3	MATERIALI	6
4	PROGETTAZIONE BICCHIERI	6
4.1	PROGETTO BICCHIERE DEL PILASTRO 70X80	6
4.2	PROGETTO BICCHIERE DEL PILASTRO 80X80	8
4.3	PROGETTO BICCHIERE DEL PILASTRO 90X80	11
4.4	PROGETTO BICCHIERE DEL PILASTRO 90X60	13
5	VERIFICA BICCHIERI SECONDO L'EC2	16



2 PROGETTAZIONE BICCHIERI

2.1 PREMESSA

La progettazione del bicchiere dei plinti avviene secondo le specifiche del §7.4.5.2.1. tale elemento viene progettato a flessione e taglio, considerando come valori progetto il momento plastico per dato sforzo normale ed il taglio resistente, valori che provengono dal pilastro che si collega il bicchiere. I valori plastici del momento e del taglio vengono amplificati di un fattore di sovra resistenza pari ad 1,2.

La progettazione delle sezioni resistenti avviene considerando che i materiali rimangano in campo elastico.

Qui di seguito sono riportati i valori in funzione della dimensione del pilastro:

- **PILASTRI 70x80**

$$N=423.52 \text{ kN}$$

$$Mr_{dx,pilastro}=2079.3 \text{ kNm} \times 1.2 = 2495.16 \text{ kNm}$$

$$Mr_{dy,pilastro}=1772.9 \text{ kNm} \times 1.2 = 2127.48 \text{ kNm}$$

$$V_{x,pl}=209.81 \times 1.2 = 251.78 \text{ kN}$$

$$V_{y,pl}=246.06 \times 1.2 = 295.28 \text{ kN}$$

I valori di momento e taglio sono già amplificati del coefficiente di sovraresistenza pari a $grd=1,20$

- **PILASTRI 80x80**

$$N=342.60 \text{ kN}$$

$$Mr_{dx,pilastro}=2736.7 \times 1.2 = 3284.04 \text{ kNm}$$

$$Mr_{dy,pilastro}=2736.7 \times 1.2 = 3284.04 \text{ kNm}$$

$$V_{x,pl}=323.86 \times 1.2 = 388.64 \text{ kN}$$

$$V_{y,pl}=323.86 \times 1.2 = 388.64 \text{ kN}$$

I valori di momento e taglio sono già amplificati del coefficiente di sovraresistenza pari a $grd=1,20$

- **PILASTRI 90x80**

$$N=459.40 \text{ kN}$$

$$Mr_{dx,pilastro}=2554.43 \times 1.20 = 3065.32 \text{ kNm}$$

$$Mr_{dy,pilastro}=2928.96 \times 1.20 = 3514.75 \text{ kNm}$$

$$V_{x,pl}=288.56 \times 1.2 = 346.28 \text{ kN}$$

$$V_{y,pl}=251.66 \times 1.2 = 302.00 \text{ kN}$$

I valori di momento e taglio sono già amplificati del coefficiente di sovraresistenza pari a $grd=1,20$

- **PILASTRI 90x60**

$$N=236.74 \text{ kN}$$

$$Mr_{dx,pilastro}=777.56 \times 1.2 = 933.07 \text{ kNm}$$

$$Mr_{dy,pilastro}=1231.48 \times 1.2 = 1477.32 \text{ kNm}$$

$$V_{x,pl}=125.02 \times 1.35 = 150.03 \text{ kN}$$

$$V_{y,pl}=78.94 \times 1.2 = 94.73 \text{ kN}$$



I valori di momento e taglio sono già amplificati del coefficiente di sovraresistenza pari a $\gamma_{rd}=1,20$

L'altezza del bicchiere è funzione delle eccentricità di carico e nel caso in esame si prescrive pari a:

- Pilastrini 70x80 e 80x80 - 160 cm
- Pilastrini 80x90 - 180 cm
- Pilastrini 60x90 - 150 cm

Nelle immagini che seguono permettono di comprendere sia la numerazione degli elementi di fondazione sia degli elementi verticali.

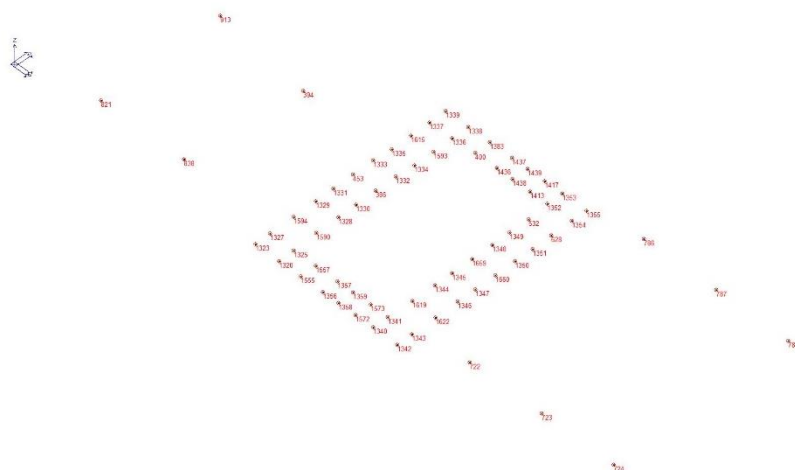


Figura 1- Numerazione degli elementi di fondazione pali e plinti

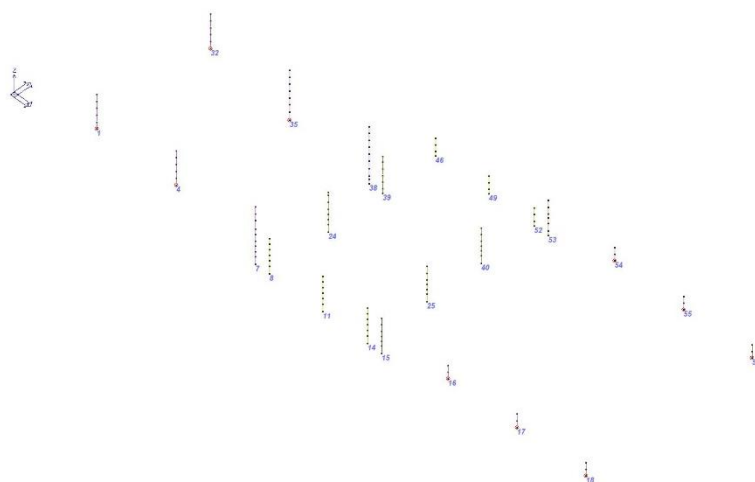


Figura 2- Numerazione degli elementi bicchieri



3 MATERIALI

Calcestruzzo:

Caratteristiche meccaniche del calcestruzzo:

R_{ck}	Resistenza cubica
f_{ck}	Resistenza cilindrica
f_{ctm}	Resistenza media a trazione semplice assiale
f_{cd}	Resistenza di progetto a compressione ($\alpha_{cc} = 0,85$)
f_{ctd}	Resistenza di progetto a trazione
E_c	Modulo elastico
G_c	Modulo di elasticità tangenziale
ρ_c	Peso per unità di volume

Calcestruzzo plinto classe: C25/30

R_{ck}	f_{ck}	f_{ctm}	f_{cd}	f_{ctd}	E_c	G_c	ρ_c
daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	daN/mc
300	249	25,6	141,1	11,9	314470	140388	2500

Condizioni ambientali plinto: ordinarie

Acciaio per armature:

Caratteristiche meccaniche dell'acciaio:

f_{yk}	Tensione di snervamento
f_{yd}	Resistenza di progetto
f_{tk}	Tensione di rottura
E	Modulo elastico
ρ_A	Peso per unità di volume

Acciaio:

Classe	f_{yk}	f_{yd}	f_{tk}	E	ρ_A	Aderenza
	daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	daN/mc	
B450C	4500	3913,0	5400	2060000	7850,0	Migliorata

4 PROGETTAZIONE BICCHIERI

4.1 PROGETTO BICCHIERE DEL PILASTRO 70X80

Sollecitazioni alla base del pilastro

Cmb	Plin.	Tipo	V_x	V_y	N	M_x	M_y	T
			daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
----	----	SLU A1 sism.	0	0	-42352	0	0	0

VERIFICHE DEL BICCHIERE D'ALLOGGIAMENTO DEL PILASTRO

Dimensionamento in base ai momenti resistenti del pilastro in accordo con le prescrizioni dei paragrafi NTC 2018 7.4.5.2.1, collegamento tipo b) e Circolare C7.4.5.1.1.
 (Verifiche ai sensi della normativa tecnica C.2.1.1 CNR 10025/84)

Dimensioni:

H = altezza bicchiere = 160,0 cm
 Lx x Ly = dimensioni esterne del bicchiere = 170,0 x 180,0 cm
 t = spessore del collo del bicchiere = 40,0 cm
 Dimensioni pilastro = 70,0 x 80,0 cm
 tf = Spessore soletta = 70,0 cm
 Rapporto tra altezza bicchiere e lato pilastro corretto

Armature:



Armatura orizzontale (per lato):

A_f = Area ferri della zona superiore = 28,3 cmq (9 St. Ø 20)

A_{fi} = Area ferri della zona inferiore = 6,3 cmq (2 St. Ø 20)

Armatura verticale:

A_v = Area ferri delle zone d'angolo = 37,7 cmq (12 Ø 20)

A_{vi} = Area ferri delle zone interne = 15,7 cmq (5 St. Ø 20)

C_f = Copriferro bicchiere = 5,0 cm

$\alpha = A_{fi} / A_f = 1$

Verifiche con sollecitazione in direzione X:

Sollecitazione in Cmb. n.-- del plinto n.--

$M_y = 21274800,00$ daN cm

$V_x = -25177,20$ daN

$N = -42352,00$ daN

N.B. M e V si intendono applicate all'estradosso del bicchiere. Tutte le sollecitazioni tengono conto del fattore di sovrarresistenza $\gamma_{RD} = 1,20$ (indicazioni progettuali per i collegamenti cap. 7.4.5.2.1 NTC)

Verifica pareti trasversali al piano di sollecitazione

Resistenza di calcolo cls della zona superiore:

$F'_{rd} = 0.30 f_{cd} (L_y - 2 t) H = 677280,00$ daN

Forza orizzontale massima applicata alla zona superiore del bicchiere

$F'_{sd} = 3 (M_y / h + 11 V_x / 12) / 2 = 234070,00$ daN

$F'_{sd} / F'_{rd} = 0,3456 < 1$ Ok

Resistenza di calcolo cls della zona inferiore:

$F_{rd} = 0.5 N + 0.27 f_{cd} (L_y - 2 t) H = 630728,00$ daN

Forza orizzontale massima applicata alla zona inferiore del bicchiere

$F_{sd} = 3 (M_y / h + V_x / 4) / 2 = 208892,70$ daN

$F_{sd} / F_{rd} = 0,3312 < 1$ Ok

Verifica a flessione della parete del bicchiere:

Sezione resistente = $t h / 2 = 40,0 \times 80,0 = 3200,0$ cmq

Armatura estradosso = 28,27 cmq (9 Ø 20)

Armatura intradosso = 28,27 cmq (9 Ø 20)

Momento ultimo = 3449078,6 daN cm

Momento applicato = $F'_{sd} (L_y - 2 t) / 8 = 2925875,4$ daN cm

$S_d / S_u = 0,8483 < 1$ Ok

Verifica pareti parallele al piano di sollecitazione:

A_s = armature orizzontali dei bordi superiori in dir. X = 113,10 cmq (18 + 18 Ø 20)

F'_{sd} = sforzo di trazione = 234070,00 daN

N_{nsrd} = sforzo di trazione ultimo delle 2 pareti = $A_s f_{yk} / 1.15 = 442554,80$ daN

$F'_{sd} / N_{nsrd} = 0,5289 < 1$ Ok

Le verifiche delle armature verticali e del calcestruzzo si ottengono con sollecitazioni scomposte secondo lo schema tirante-puntone:

β = angolo d'inclinazione del puntone = $\arctan[(3 H / 4) / (0,85 L_x - t / 2)] = 0,7670$ rad

A_{sv} = armature verticali dei 2 pilastri d'angolo = 75,40 cmq (2 x 12 Ø 20)

N_{sd} = sforzo di trazione in dir. vert. = $F'_{sd} \tan \beta = 225609,66$ daN

N_{srdv} = sforzo di trazione ultimo arm. vert. dei 2 pilastri = 295036,50 daN

$N_{sd} / N_{srdv} = 0,7647 < 1$ Ok

A_p = Area puntone = $t [0.30 L_x \sin \beta] = 1415,7$ cmq

N_{crd} = resist. ultima puntone = $f_{cd} A_p = 199756,60$ daN

N_{cd} = Sforzo di compressione = $(F'_{sd} / 2) / \cos \beta = 162548,80$ daN

$N_{cd} / N_{crd} = 0,8137 < 1$ Ok



Verifiche con sollecitazione in direzione Y:

Sollecitazione in Cmb. n.-- del plinto n.--

$M_x = 24951600,00 \text{ daN cm}$

$V_y = -29527,20 \text{ daN}$

$N = -42352,00 \text{ daN}$

N.B. M e V si intendono applicate all'estradosso del bicchiere. Tutte le sollecitazioni tengono conto del fattore di sovrarresistenza $\gamma_{RD} = 1,20$ (indicazioni progettuali per i collegamenti cap. 7.4.5.2.1 NTC)

Verifica pareti trasversali al piano di sollecitazione

Resistenza di calcolo cls della zona superiore:

$F'_{rd} = 0.30 f_{cd} (L_x - 2 t) H = 609552,00 \text{ daN}$

Forza orizzontale massima applicata alla zona superiore del bicchiere

$F'_{sd} = 3 (M_x / h + 11 V_y / 12) / 2 = 274521,30 \text{ daN}$

$F'_{sd} / F'_{rd} = 0,4504 < 1 \text{ Ok}$

Resistenza di calcolo cls della zona inferiore:

$F_{rd} = 0.5 N + 0.27 f_{cd} (L_x - 2 t) H = 569772,80 \text{ daN}$

Forza orizzontale massima applicata alla zona inferiore del bicchiere

$F_{sd} = 3 (M_x / h + V_y / 4) / 2 = 244994,00 \text{ daN}$

$F_{sd} / F_{rd} = 0,4300 < 1 \text{ Ok}$

Verifica a flessione della parete del bicchiere:

Sezione resistente = $t h / 2 = 40,0 \times 80,0 = 3200,0 \text{ cmq}$

Armatura estradosso = $28,27 \text{ cmq}$ (9 Ø 20)

Armatura intradosso = $28,27 \text{ cmq}$ (9 Ø 20)

Momento ultimo = $3449078,6 \text{ daN cm}$

Momento applicato = $F'_{sd} (L_x - 2 t) / 8 = 3088364,8 \text{ daN cm}$

$S_d / S_u = 0,8954 < 1 \text{ Ok}$

Verifica pareti parallele al piano di sollecitazione:

A_s = armature orizzontali dei bordi superiori in dir. Y = $113,10 \text{ cmq}$ (18 + 18 Ø 20)

F'_{sd} = sforzo di trazione = $274521,30 \text{ daN}$

N_{nsrd} = sforzo di trazione ultimo delle 2 pareti = $A_s f_{yk} / 1.15 = 442554,80 \text{ daN}$

$F'_{sd} / N_{nsrd} = 0,6203 < 1 \text{ Ok}$

Le verifiche delle armature verticali e del calcestruzzo si ottengono con sollecitazioni scomposte secondo lo schema tirante-puntone:

β = angolo d'inclinazione del puntone = $\arctan[(3 H / 4) / (0,85 L_y - t / 2)] = 0,7341 \text{ rad}$

A_{sv} = armature verticali dei 2 pilastri d'angolo = $75,40 \text{ cmq}$ (2 x 12 Ø 20)

N_{sd} = sforzo di trazione in dir. vert. = $F'_{sd} \tan \beta = 247688,41 \text{ daN}$

N_{srdv} = sforzo di trazione ultimo arm. vert. dei 2 pilastri = $295036,50 \text{ daN}$

$N_{sd} / N_{srdv} = 0,8395 < 1 \text{ Ok}$

A_p = Area puntone = $t [0.30 L_y \sin \beta] = 1447,0 \text{ cmq}$

N_{crd} = resist. ultima puntone = $f_{cd} A_p = 204166,30 \text{ daN}$

N_{cd} = Sforzo di compressione = $(F'_{sd} / 2) / \cos \beta = 184872,60 \text{ daN}$

$N_{cd} / N_{crd} = 0,9055 < 1 \text{ Ok}$

4.2 PROGETTO BICCHIERE DEL PILASTRO 80X80

Sollecitazioni alla base del pilastro

Cmb	Plin.	Tipo	Vx	Vy	N	Mx	My	T
			daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
---	----	SLU A1 sism.	0	0	-34260	0	0	0



VERIFICHE DEL BICCHIERE D'ALLOGGIAMENTO DEL PILASTRO

Dimensionamento in base ai momenti resistenti del pilastro in accordo con le prescrizioni dei paragrafi NTC 2018 7.4.5.2.1, collegamento tipo b) e Circolare C7.4.5.1.1.

(Verifiche ai sensi della normativa tecnica C.2.1.1 CNR 10025/84)

Dimensioni:

H = altezza bicchiere = 160,0 cm
Lx x Ly = dimensioni esterne del bicchiere = 200,0 x 200,0 cm
t = spessore del collo del bicchiere = 50,0 cm
Dimensioni pilastro = 80,0 x 80,0 cm
tf = Spessore soletta = 70,0 cm
Rapporto tra altezza bicchiere e lato pilastro corretto

Armature:

Armatura orizzontale (per lato):
Af = Area ferri della zona superiore = 31,4 cmq (10 St. Ø 20)
Afi = Area ferri della zona inferiore = 6,3 cmq (2 St. Ø 20)
Armatura verticale:
Av = Area ferri delle zone d'angolo = 45,6 cmq (12 Ø 22)
Avi = Area ferri delle zone interne = 15,7 cmq (5 St. Ø 20)
Cf = Copriferro bicchiere = 5,0 cm

$$\alpha = A_f' / A_f = 1$$

Verifiche con sollecitazione in direzione X:

Sollecitazione in Cmb. n.-- del plinto n.--
My = 32840400,00 daN cm
Vx = -38863,20 daN
N = -34260,00 daN
N.B. M e V si intendono applicate all'estradosso del bicchiere. Tutte le sollecitazioni tengono conto del fattore di sovrarresistenza $\gamma_{RD} = 1,20$ (indicazioni progettuali per i collegamenti cap. 7.4.5.2.1 NTC)

Verifica pareti trasversali al piano di sollecitazione

Resistenza di calcolo cls della zona superiore:
 $F'_{rd} = 0.30 f_{cd} (L_y - 2 t) H = 677280,00 \text{ daN}$
Forza orizzontale massima applicata alla zona superiore del bicchiere
 $F'_{sd} = 3 (M_y / h + 11 V_x / 12) / 2 = 361315,90 \text{ daN}$
 $F'_{sd} / F'_{rd} = 0,5335 < 1 \text{ Ok}$
Resistenza di calcolo cls della zona inferiore:
 $F_{rd} = 0.5 N + 0.27 f_{cd} (L_y - 2 t) H = 626682,00 \text{ daN}$
Forza orizzontale massima applicata alla zona inferiore del bicchiere
 $F_{sd} = 3 (M_y / h + V_x / 4) / 2 = 322452,50 \text{ daN}$
 $F_{sd} / F_{rd} = 0,5145 < 1 \text{ Ok}$

Verifica a flessione della parete del bicchiere:

Sezione resistente = $t h / 2 = 50,0 \times 80,0 = 4000,0 \text{ cmq}$
Armatura estradosso = 31,42 cmq (10 Ø 20)
Armatura intradosso = 31,42 cmq (10 Ø 20)
Momento ultimo = 5037060,9 daN cm
Momento applicato = $F'_{sd} (L_y - 2 t) / 8 = 4516448,4 \text{ daN cm}$
 $S_d / S_u = 0,8966 < 1 \text{ Ok}$

Verifica pareti parallele al piano di sollecitazione:

As = armature orizzontali dei bordi superiori in dir. X = 125,66 cmq (20 + 20 Ø 20)
 F'_{sd} = sforzo di trazione = 361315,90 daN
 N_{nsrd} = sforzo di trazione ultimo delle 2 pareti = $As f_{yk} / 1.15 = 491727,60 \text{ daN}$
 $F'_{sd} / N_{nsrd} = 0,7348 < 1 \text{ Ok}$



Le verifiche delle armature verticali e del calcestruzzo si ottengono con sollecitazioni scomposte secondo lo schema tirante-puntone:

$$\beta = \text{angolo d'inclinazione del puntone} = \arctan[(3 H / 4) / (0,85 L_x - t / 2)] = 0,6913 \text{ rad}$$

$$A_{sv} = \text{armature verticali dei 2 pilastri d'angolo} = 91,23 \text{ cmq} \quad (2 \times 12 \varnothing 22)$$

$$N_{sd} = \text{sforzo di trazione in dir. vert.} = F'_{sd} \tan \beta = 299020,04 \text{ daN}$$

$$N_{srdv} = \text{sforzo di trazione ultimo arm. vert. dei 2 pilastri} = 356994,20 \text{ daN}$$

$$N_{sd} / N_{srdv} = 0,8376 < 1 \quad \text{Ok}$$

$$A_p = \text{Area puntone} = t [0,30 L_x \sin \beta] = 1912,7 \text{ cmq}$$

$$N_{crd} = \text{resist. ultima puntone} = f_{cd} A_p = 269882,40 \text{ daN}$$

$$N_{cd} = \text{Sforzo di compressione} = (F'_{sd} / 2) / \cos \beta = 234500,60 \text{ daN}$$

$$N_{cd} / N_{crd} = 0,8689 < 1 \quad \text{Ok}$$

Verifiche con sollecitazione in direzione Y:

Sollecitazione in Cmb. n.-- del plinto n.--

$$M_x = 32840400,00 \text{ daN cm}$$

$$V_y = -38863,20 \text{ daN}$$

$$N = -34260,00 \text{ daN}$$

N.B. M e V si intendono applicate all'estradosso del bicchiere. Tutte le sollecitazioni tengono conto del fattore di sovrarresistenza $\gamma_{RD} = 1,20$ (indicazioni progettuali per i collegamenti cap. 7.4.5.2.1 NTC)

Verifica pareti trasversali al piano di sollecitazione

Resistenza di calcolo cls della zona superiore:

$$F'_{rd} = 0,30 f_{cd} (L_x - 2 t) H = 677280,00 \text{ daN}$$

Forza orizzontale massima applicata alla zona superiore del bicchiere

$$F'_{sd} = 3 (M_x / h + 11 V_y / 12) / 2 = 361315,90 \text{ daN}$$

$$F'_{sd} / F'_{rd} = 0,5335 < 1 \quad \text{Ok}$$

Resistenza di calcolo cls della zona inferiore:

$$F_{rd} = 0,5 N + 0,27 f_{cd} (L_x - 2 t) H = 626682,00 \text{ daN}$$

Forza orizzontale massima applicata alla zona inferiore del bicchiere

$$F_{sd} = 3 (M_x / h + V_y / 4) / 2 = 322452,50 \text{ daN}$$

$$F_{sd} / F_{rd} = 0,5145 < 1 \quad \text{Ok}$$

Verifica a flessione della parete del bicchiere:

$$\text{Sezione resistente} = t h / 2 = 50,0 \times 80,0 = 4000,0 \text{ cmq}$$

$$\text{Armatura estradosso} = 31,42 \text{ cmq} \quad (10 \varnothing 20)$$

$$\text{Armatura intradosso} = 31,42 \text{ cmq} \quad (10 \varnothing 20)$$

$$\text{Momento ultimo} = 5037060,9 \text{ daN cm}$$

$$\text{Momento applicato} = F'_{sd} (L_x - 2 t) / 8 = 4516448,4 \text{ daN cm}$$

$$S_d / S_u = 0,8966 < 1 \quad \text{Ok}$$

Verifica pareti parallele al piano di sollecitazione:

$$A_s = \text{armature orizzontali dei bordi superiori in dir. Y} = 125,66 \text{ cmq} \quad (20 + 20 \varnothing 20)$$

$$F'_{sd} = \text{sforzo di trazione} = 361315,90 \text{ daN}$$

$$N_{nsrd} = \text{sforzo di trazione ultimo delle 2 pareti} = A_s f_{yk} / 1,15 = 491727,60 \text{ daN}$$

$$F'_{sd} / N_{nsrd} = 0,7348 < 1 \quad \text{Ok}$$

Le verifiche delle armature verticali e del calcestruzzo si ottengono con sollecitazioni scomposte secondo lo schema tirante-puntone:

$$\beta = \text{angolo d'inclinazione del puntone} = \arctan[(3 H / 4) / (0,85 L_y - t / 2)] = 0,6913 \text{ rad}$$

$$A_{sv} = \text{armature verticali dei 2 pilastri d'angolo} = 91,23 \text{ cmq} \quad (2 \times 12 \varnothing 22)$$

$$N_{sd} = \text{sforzo di trazione in dir. vert.} = F'_{sd} \tan \beta = 299020,04 \text{ daN}$$

$$N_{srdv} = \text{sforzo di trazione ultimo arm. vert. dei 2 pilastri} = 356994,20 \text{ daN}$$

$$N_{sd} / N_{srdv} = 0,8376 < 1 \quad \text{Ok}$$



$A_p = \text{Area puntone} = t [0.30 L_y \sin \beta] = 1912,7 \text{ cmq}$
 $N_{crd} = \text{resist. ultima puntone} = f_{cd} A_p = 269882,40 \text{ daN}$
 $N_{cd} = \text{Sforzo di compressione} = (F'_{sd} / 2) / \cos \beta = 234500,60 \text{ daN}$
 $N_{cd} / N_{crd} = 0,8689 < 1 \text{ Ok}$

4.3 PROGETTO BICCHIERE DEL PILASTRO 90X80

Sollecitazioni alla base del pilastro

Cmb	Plin.	Tipo	Vx	Vy	N	Mx	My	T
			daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
---	---	SLU A1 sism.	0	0	-45940	0	0	0

VERIFICHE DEL BICCHIERE D'ALLOGGIAMENTO DEL PILASTRO

Dimensionamento in base ai momenti resistenti del pilastro in accordo con le prescrizioni dei paragrafi NTC 2018 7.4.5.2.1, collegamento tipo b) e Circolare C7.4.5.1.1.
 (Verifiche ai sensi della normativa tecnica C.2.1.1 CNR 10025/84)

Dimensioni:

H = altezza bicchiere = 180,0 cm
 Lx x Ly = dimensioni esterne del bicchiere = 200,0 x 210,0 cm
 t = spessore del collo del bicchiere = 50,0 cm
 Dimensioni pilastro = 80,0 x 90,0 cm
 tf = Spessore soletta = 70,0 cm
 Rapporto tra altezza bicchiere e lato pilastro corretto

Armature:

Armatura orizzontale (per lato):
 Af = Area ferri della zona superiore = 31,4 cmq (10 St. Ø 20)
 Afi = Area ferri della zona inferiore = 9,4 cmq (3 St. Ø 20)
 Armatura verticale:
 Av = Area ferri delle zone d'angolo = 45,6 cmq (12 Ø 22)
 Avi = Area ferri delle zone interne = 18,8 cmq (6 St. Ø 20)
 Cf = Copriferro bicchiere = 5,0 cm
 $\alpha = A_f' / A_f = 1$

Verifiche con sollecitazione in direzione X:

Sollecitazione in Cmb. n.-- del plinto n.--
 My = 35147520,00 daN cm
 Vx = -34627,20 daN
 N = -45940,00 daN
 N.B. M e V si intendono applicate all'estradosso del bicchiere. Tutte le sollecitazioni tengono conto del fattore di sovraresistenza $\gamma_{RD} = 1,20$ (indicazioni progettuali per i collegamenti cap. 7.4.5.2.1 NTC)

Verifica pareti trasversali al piano di sollecitazione

Resistenza di calcolo cls della zona superiore:
 $F'_{rd} = 0.30 f_{cd} (L_y - 2 t) H = 838134,00 \text{ daN}$
 Forza orizzontale massima applicata alla zona superiore del bicchiere
 $F'_{sd} = 3 (M_y / h + 11 V_x / 12) / 2 = 340508,60 \text{ daN}$
 $F'_{sd} / F'_{rd} = 0,4063 < 1 \text{ Ok}$
 Resistenza di calcolo cls della zona inferiore:
 $F_{rd} = 0.5 N + 0.27 f_{cd} (L_y - 2 t) H = 777290,60 \text{ daN}$
 Forza orizzontale massima applicata alla zona inferiore del bicchiere
 $F_{sd} = 3 (M_y / h + V_x / 4) / 2 = 305881,20 \text{ daN}$
 $F_{sd} / F_{rd} = 0,3935 < 1 \text{ Ok}$



Verifica a flessione della parete del bicchiere:

Sezione resistente = $t \cdot h / 2 = 50,0 \times 90,0 = 4500,0 \text{ cmq}$
 Armatura estradosso = $31,42 \text{ cmq}$ (10 Ø 20)
 Armatura intradosso = $31,42 \text{ cmq}$ (10 Ø 20)
 Momento ultimo = $5055338,8 \text{ daN cm}$
 Momento applicato = $F'_{sd} (L_y - 2t) / 8 = 4681992,7 \text{ daN cm}$
 $S_d / S_u = 0,9261 < 1 \text{ Ok}$

Verifica pareti parallele al piano di sollecitazione:

A_s = armature orizzontali dei bordi superiori in dir. X = $125,66 \text{ cmq}$ (20 + 20 Ø 20)
 F'_{sd} = sforzo di trazione = $340508,60 \text{ daN}$
 N_{nsrd} = sforzo di trazione ultimo delle 2 pareti = $A_s f_{yk} / 1.15 = 491727,60 \text{ daN}$
 $F'_{sd} / N_{nsrd} = 0,6925 < 1 \text{ Ok}$

Le verifiche delle armature verticali e del calcestruzzo si ottengono con sollecitazioni scomposte secondo lo schema tirante-puntone:

β = angolo d'inclinazione del puntone = $\arctan[(3H/4) / (0,85L_x - t/2)] = 0,7497 \text{ rad}$
 A_{sv} = armature verticali dei 2 pilastri d'angolo = $91,23 \text{ cmq}$ (2 x 12 Ø 22)

N_{sd} = sforzo di trazione in dir. vert. = $F'_{sd} \tan \beta = 317025,22 \text{ daN}$
 N_{srdv} = sforzo di trazione ultimo arm. vert. dei 2 pilastri = $356994,20 \text{ daN}$
 $N_{sd} / N_{srdv} = 0,8880 < 1 \text{ Ok}$

A_p = Area puntone = $t [0,30L_x \sin \beta] = 2044,3 \text{ cmq}$
 N_{crd} = resist. ultima puntone = $f_{cd} A_p = 288444,50 \text{ daN}$

N_{cd} = Sforzo di compressione = $(F'_{sd} / 2) / \cos \beta = 232621,50 \text{ daN}$
 $N_{cd} / N_{crd} = 0,8065 < 1 \text{ Ok}$

Verifiche con sollecitazione in direzione Y:

Sollecitazione in Cmb. n.-- del plinto n.--
 $M_x = 30653160,00 \text{ daN cm}$
 $V_y = -30199,20 \text{ daN}$
 $N = -45940,00 \text{ daN}$
 N.B. M e V si intendono applicate all'estradosso del bicchiere. Tutte le sollecitazioni tengono conto del fattore di sovrarresistenza $\gamma_{RD} = 1,20$ (indicazioni progettuali per i collegamenti cap. 7.4.5.2.1 NTC)

Verifica pareti trasversali al piano di sollecitazione

Resistenza di calcolo cls della zona superiore:
 $F'_{rd} = 0,30 f_{cd} (L_x - 2t) H = 761940,00 \text{ daN}$
 Forza orizzontale massima applicata alla zona superiore del bicchiere
 $F'_{sd} = 3 (M_x / h + 11 V_y / 12) / 2 = 296967,10 \text{ daN}$
 $F'_{sd} / F'_{rd} = 0,3898 < 1 \text{ Ok}$
 Resistenza di calcolo cls della zona inferiore:
 $F_{rd} = 0,5 N + 0,27 f_{cd} (L_x - 2t) H = 708716,00 \text{ daN}$
 Forza orizzontale massima applicata alla zona inferiore del bicchiere
 $F_{sd} = 3 (M_x / h + V_y / 4) / 2 = 266767,70 \text{ daN}$
 $F_{sd} / F_{rd} = 0,3764 < 1 \text{ Ok}$

Verifica a flessione della parete del bicchiere:

Sezione resistente = $t \cdot h / 2 = 50,0 \times 90,0 = 4500,0 \text{ cmq}$
 Armatura estradosso = $31,42 \text{ cmq}$ (10 Ø 20)
 Armatura intradosso = $31,42 \text{ cmq}$ (10 Ø 20)
 Momento ultimo = $5055338,8 \text{ daN cm}$
 Momento applicato = $F'_{sd} (L_X - 2t) / 8 = 3712088,3 \text{ daN cm}$
 $S_d / S_u = 0,7343 < 1 \text{ Ok}$

Verifica pareti parallele al piano di sollecitazione:

A_s = armature orizzontali dei bordi superiori in dir. Y = $125,66 \text{ cmq}$ (20 + 20 Ø 20)



F'_{sd} = sforzo di trazione = 296967,10 daN

N_{nsrd} = sforzo di trazione ultimo delle 2 pareti = $A_s f_{yk} / 1.15 = 491727,60$ daN

$F'_{sd} / N_{nsrd} = 0,6039 < 1$ Ok

Le verifiche delle armature verticali e del calcestruzzo si ottengono con sollecitazioni scomposte secondo lo schema tirante-puntone:

β = angolo d'inclinazione del puntone = $\arctan[(3 H / 4) / (0,85 L_y - t / 2)] = 0,7214$ rad

A_{sv} = armature verticali dei 2 pilastri d'angolo = 91,23 cmq (2 x 12 Ø 22)

N_{sd} = sforzo di trazione in dir. vert. = $F'_{sd} \tan \beta = 261176,24$ daN

N_{srdv} = sforzo di trazione ultimo arm. vert. dei 2 pilastri = 356994,20 daN

$N_{sd} / N_{srdv} = 0,7316 < 1$ Ok

A_p = Area puntone = $t [0.30 L_y \sin \beta] = 2080,3$ cmq

N_{crd} = resist. ultima puntone = $f_{cd} A_p = 293527,90$ daN

N_{cd} = Sforzo di compressione = $(F'_{sd} / 2) / \cos \beta = 197738,80$ daN

$N_{cd} / N_{crd} = 0,6737 < 1$ Ok

4.4 PROGETTO BICCHIERE DEL PILASTRO 90X60

Sollecitazioni alla base del pilastro

Cmb	Plin.	Tipo	Vx	Vy	N	Mx	My	T
			daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
---	---	SLU STR.	0	0	-23674	0	0	0

VERIFICHE DEL BICCHIERE D'ALLOGGIAMENTO DEL PILASTRO

Dimensionamento in base ai momenti resistenti del pilastro in accordo con le prescrizioni dei paragrafi NTC 2018 7.4.5.2.1, collegamento tipo b) e Circolare C7.4.5.1.1.
 (Verifiche ai sensi della normativa tecnica C.2.1.1 CNR 10025/84)

Dimensioni:

H = altezza bicchiere = 150,0 cm

$L_x \times L_y$ = dimensioni esterne del bicchiere = 160,0 x 190,0 cm

t = spessore del collo del bicchiere = 40,0 cm

Dimensioni pilastro = 60,0 x 90,0 cm

t_f = Spessore soletta = 70,0 cm

Rapporto tra altezza bicchiere e lato pilastro corretto

Armature:

Armatura orizzontale (per lato):

A_f = Area ferri della zona superiore = 9,4 cmq (3 St. Ø 20)

A_{fi} = Area ferri della zona inferiore = 6,3 cmq (2 St. Ø 20)

Armatura verticale:

A_v = Area ferri delle zone d'angolo = 25,1 cmq (8 Ø 20)

A_{vi} = Area ferri delle zone interne = 18,8 cmq (6 St. Ø 20)

C_f = Copriferro bicchiere = 5,0 cm

$\alpha = A_{fi} / A_f = 1$

Verifiche con sollecitazione in direzione X:

Sollecitazione in Cmb. n.-- del plinto n.--

$M_y = 147720,00$ daN cm

$V_x = -15002,40$ daN

$N = -23674,00$ daN

N.B. M e V si intendono applicate all'estradosso del bicchiere. Tutte le sollecitazioni tengono conto del fattore di sovrarresistenza $\gamma_{RD} = 1,20$ (indicazioni progettuali per i collegamenti cap. 7.4.5.2.1 NTC)



Verifica pareti trasversali al piano di sollecitazione

Resistenza di calcolo cls della zona superiore:

$$F'_{rd} = 0.30 f_{cd} (L_y - 2 t) H = 698445,00 \text{ daN}$$

Forza orizzontale massima applicata alla zona superiore del bicchiere

$$F'_{sd} = 3 (M_y / h + 11 V_x / 12) / 2 = 22105,58 \text{ daN}$$

$$F'_{sd} / F'_{rd} = 0,0316 < 1 \quad \text{Ok}$$

Resistenza di calcolo cls della zona inferiore:

$$F_{rd} = 0.5 N + 0.27 f_{cd} (L_y - 2 t) H = 640437,50 \text{ daN}$$

Forza orizzontale massima applicata alla zona inferiore del bicchiere

$$F_{sd} = 3 (M_y / h + V_x / 4) / 2 = 7103,10 \text{ daN}$$

$$F_{sd} / F_{rd} = 0,0111 < 1 \quad \text{Ok}$$

Verifica a flessione della parete del bicchiere:

$$\text{Sezione resistente} = t h / 2 = 40,0 \times 75,0 = 3000,0 \text{ cmq}$$

$$\text{Armatura estradosso} = 9,42 \text{ cmq} \quad (3 \varnothing 20)$$

$$\text{Armatura intradosso} = 9,42 \text{ cmq} \quad (3 \varnothing 20)$$

$$\text{Momento ultimo} = 1213248,3 \text{ daN cm}$$

$$\text{Momento applicato} = F'_{sd} (L_y - 2 t) / 8 = 303951,7 \text{ daN cm}$$

$$S_d / S_u = 0,2505 < 1 \quad \text{Ok}$$

Verifica pareti parallele al piano di sollecitazione:

As = armature orizzontali dei bordi superiori in dir. X = 37,70 cmq (6 + 6 Ø 20)

$$F'_{sd} = \text{sforzo di trazione} = 22105,58 \text{ daN}$$

$$N_{nsrd} = \text{sforzo di trazione ultimo delle 2 pareti} = A_s f_{yk} / 1.15 = 147518,30 \text{ daN}$$

$$F'_{sd} / N_{nsrd} = 0,1498 < 1 \quad \text{Ok}$$

Le verifiche delle armature verticali e del calcestruzzo si ottengono con sollecitazioni scomposte secondo lo schema tirante-puntone:

$$\beta = \text{angolo d'inclinazione del puntone} = \arctan[(3 H / 4) / (0,85 L_x - t / 2)] = 0,7701 \text{ rad}$$

$$A_{sv} = \text{armature verticali dei 2 pilastri d'angolo} = 50,27 \text{ cmq} \quad (2 \times 8 \varnothing 20)$$

$$N_{sd} = \text{sforzo di trazione in dir. vert.} = F'_{sd} \tan \beta = 21438,60 \text{ daN}$$

$$N_{srdv} = \text{sforzo di trazione ultimo arm. vert. dei 2 pilastri} = 196691,00 \text{ daN}$$

$$N_{sd} / N_{srdv} = 0,1090 < 1 \quad \text{Ok}$$

$$A_p = \text{Area puntone} = t [0.30 L_x \sin \beta] = 1336,7 \text{ cmq}$$

$$N_{crd} = \text{resist. ultima puntone} = f_{cd} A_p = 188607,40 \text{ daN}$$

$$N_{cd} = \text{Sforzo di compressione} = (F'_{sd} / 2) / \cos \beta = 15397,00 \text{ daN}$$

$$N_{cd} / N_{crd} = 0,0816 < 1 \quad \text{Ok}$$

Verifiche con sollecitazione in direzione Y:

Sollecitazione in Cmb. n.-1 del plinto n.-1

$$M_x = 9330720,00 \text{ daN cm}$$

$$V_y = -9472,80 \text{ daN}$$

$$N = -23674,00 \text{ daN}$$

N.B. M e V si intendono applicate all'estradosso del bicchiere. Tutte le sollecitazioni tengono conto del fattore di sovrarresistenza $\gamma_{RD} = 1,20$ (indicazioni progettuali per i collegamenti cap. 7.4.5.2.1 NTC)

Verifica pareti trasversali al piano di sollecitazione

Resistenza di calcolo cls della zona superiore:

$$F'_{rd} = 0.30 f_{cd} (L_x - 2 t) H = 507960,00 \text{ daN}$$

Forza orizzontale massima applicata alla zona superiore del bicchiere

$$F'_{sd} = 3 (M_x / h + 11 V_y / 12) / 2 = 106332,40 \text{ daN}$$

$$F'_{sd} / F'_{rd} = 0,2093 < 1 \quad \text{Ok}$$

Resistenza di calcolo cls della zona inferiore:

$$F_{rd} = 0.5 N + 0.27 f_{cd} (L_x - 2 t) H = 469001,00 \text{ daN}$$

Forza orizzontale massima applicata alla zona inferiore del bicchiere



$$F_{sd} = 3 (M_x / h + V_y / 4) / 2 = 96859,50 \text{ daN}$$
$$F_{sd} / F_{rd} = 0,2065 < 1 \text{ Ok}$$

Verifica a flessione della parete del bicchiere:

$$\text{Sezione resistente} = t h / 2 = 40,0 \times 75,0 = 3000,0 \text{ cmq}$$
$$\text{Armatura estradosso} = 9,42 \text{ cmq} \quad (3 \varnothing 20)$$
$$\text{Armatura intradosso} = 9,42 \text{ cmq} \quad (3 \varnothing 20)$$
$$\text{Momento ultimo} = 1213248,3 \text{ daN cm}$$
$$\text{Momento applicato} = F'_{sd} (L X - 2 t) / 8 = 1063323,5 \text{ daN cm}$$
$$S_d / S_u = 0,8764 < 1 \text{ Ok}$$

Verifica pareti parallele al piano di sollecitazione:

$$A_s = \text{armature orizzontali dei bordi superiori in dir. Y} = 37,70 \text{ cmq} \quad (6 + 6 \varnothing 20)$$
$$F'_{sd} = \text{sforzo di trazione} = 106332,40 \text{ daN}$$
$$N_{nsrd} = \text{sforzo di trazione ultimo delle 2 pareti} = A_s f_{yk} / 1.15 = 147518,30 \text{ daN}$$
$$F'_{sd} / N_{nsrd} = 0,7208 < 1 \text{ Ok}$$

Le verifiche delle armature verticali e del calcestruzzo si ottengono con sollecitazioni scomposte secondo lo schema tirante-puntone:

$$\beta = \text{angolo d'inclinazione del puntone} = \arctan[(3 H / 4) / (0,85 L_y - t / 2)] = 0,6717 \text{ rad}$$
$$A_{sv} = \text{armature verticali dei 2 pilastri d'angolo} = 50,27 \text{ cmq} \quad (2 \times 8 \varnothing 20)$$
$$N_{sd} = \text{sforzo di trazione in dir. vert.} = F'_{sd} \tan \beta = 84539,85 \text{ daN}$$
$$N_{srdv} = \text{sforzo di trazione ultimo arm. vert. dei 2 pilastri} = 196691,00 \text{ daN}$$
$$N_{sd} / N_{srdv} = 0,4298 < 1 \text{ Ok}$$

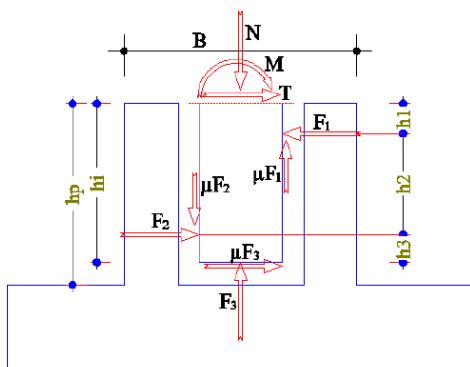
$$A_p = \text{Area puntone} = t [0,30 L_y \sin \beta] = 1418,9 \text{ cmq}$$
$$N_{crd} = \text{resist. ultima puntone} = f_{cd} A_p = 200208,90 \text{ daN}$$
$$N_{cd} = \text{Sforzo di compressione} = (F'_{sd} / 2) / \cos \beta = 67921,93 \text{ daN}$$
$$N_{cd} / N_{crd} = 0,3393 < 1 \text{ Ok}$$



5 VERIFICA BICCHIERI SECONDO L'EC2

Il metodo di verifica dei bicchieri non è riportato in DM17/01/2018 che è la norma di riferimento pertanto occorre riferirsi a metodi di comprovata validità fra i quali, quello riportato nella norma CNR 10025/84. Tutti i metodi riportati in letteratura o in altre norme CNR quali la successiva CNR10025/98 prevedono la scomposizione delle forze trasmesse dal pilastro al pozzetto mediante un metodo tirante-puntone, differendo uno dall'altro, sostanzialmente per il punto di applicazione di tali forze, per la possibilità o meno di considerare l'attrito, la metodologia di determinare i puntoni compressi, etc.

Il caso generale di quanto sopra descritto può essere riassunto nell'immagine successiva:

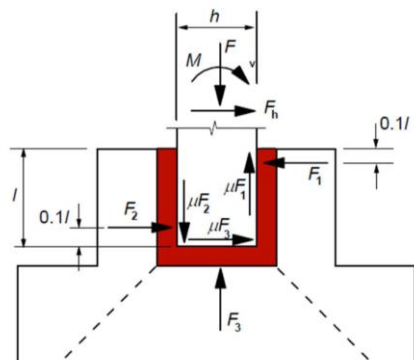


Volendo riferirsi alla gerarchia dei riferimenti tecnici previsti al capitolo 12 del DM17/01/2018, si riesegue e riporta in questa sede la verifica dei bicchieri così come sono stati armati, utilizzando la metodologia di cui all'Eurocodice 2.

Lo schema di riferimento per la scomposizione delle forze è il seguente, dal quale si evince che i punti di applicazione di F_1 ed F_2 sono pari $h_1 = 1/10 h_i$, $h_2 = 8/10 h_i$, $h_3 = 1/10 h_i$.



ES EN 1992:2015



(b) with smooth joint surface

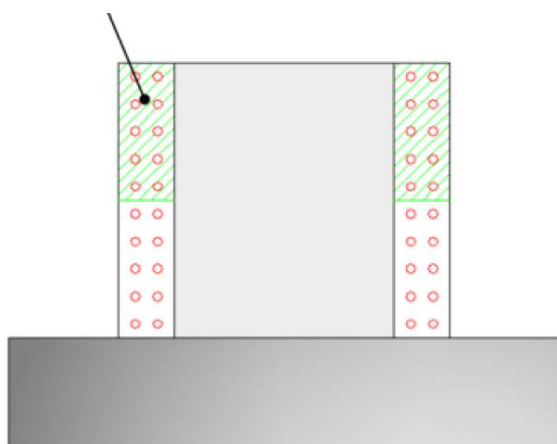
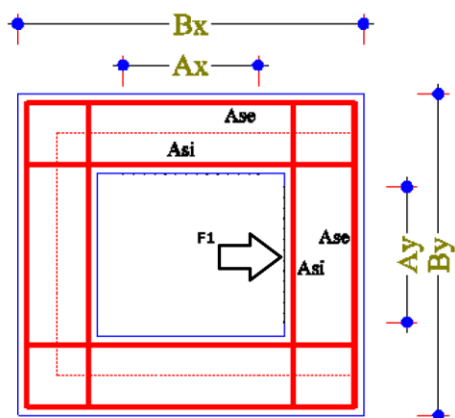
Le azioni sul bicchiere si ricavano mediante la risoluzione del sistema di equazioni seguente derivante dall'equilibrio del corpo rigido, ovvero:

- 1) $F_h + F_2 - F_1 = 0$
- 2) $M + F_1 x_{h1} - F_2 (h_1 + h_2) = 0$

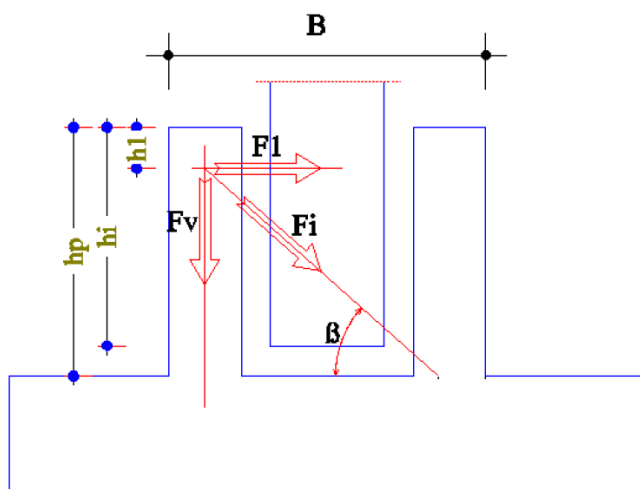
A vantaggio di sicurezza non si considera l'attrito.

Individuati i valori di F_1 , F_2 ed F_3 , si verificano per ciascun bicchiere:

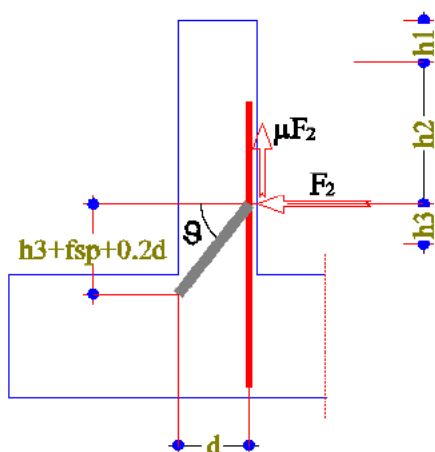
- 1) **Il collare del pozzetto** mediante una verifica a flessione considerando la forza F_1 concentrata in mezz'aria e la parete del pozzetto come una trave incastrata-incastrata di sezione pari a metà altezza del bicchiere. Lo schema a forza concentrata è quello che fornisce le maggiori sollecitazioni sul bordo del colletto; pertanto, è uno schema semplificato a vantaggio di sicurezza.



- 2) **le pareti laterali parallele alla direzione della sollecitazione** mediante un sistema tirante-puntone, nel quale i tiranti sono costituiti dalle armature orizzontali della parte superiore della parete e dalle armature verticali del pilastro d'angolo.



- 3) la verifica della sezione di base con un sistema tirante-puntone



La forza nell'armatura vale $F_v = F_2 \tan \vartheta$ con $\vartheta = \text{Arctan}((h_3 + 0.2 d) / d)$ essendo $f_{sp}=0$ poiché il pilastro poggia sulla base del plinto.

La forza di compressione nel puntone vale:

$$F_p = F_2 / \cos \vartheta$$

e si assume come sezione resistente del puntone la sezione rettangolare $b \times h$ con:

$b = L - t$, larghezza della sezione resistente;

$h = 0.50 d \cos \vartheta$, altezza geometrica della sezione resistente.



PLINTO PILASTO 70X80

Sollecitazioni parallele a Y

Vy	Mx	N	H	F1	F2	F3
295,3	2495,20	423,5	1,6	2281,588	1986,288	423,5

Verifica pareti parallele alla sollecitazione con modello tirante puntone

Metodo tirante-puntone

Spessore t 0,40 m

By 1,80 m

Bx 1,70 m

Inclinazione puntone 0,74

Fh Forza di trazione orizzontale F1 2281,59 kN

Forza per ciascuna parete F1/2 1140,79 kN

Armatura Orizzontale per singolo lato 56,52 cmq 9+9f20

Resistenza a trazione tirante orizzontale 2209,93

Verifica tirante orizzontale 1,94 coeff. Sic

Fv Forza di trazione verticale F1 $\tan(\beta)$ 2086,02 kN

Forza per ciascuna parete 0.5xF1 $\tan(\beta)$ 1043,01 kN

Armatura verticale per singolo pilastro 37,68 cmq 12f20

Resistenza a trazione tirante orizzontale 1473,29 kN

Verifica tirante orizzontale 1,41 coeff. Sic

Azione di calcolo sul puntone di cls 1545,73 kN

Area del puntone compresso

0.3xByxsin(b)xt 1457,50 cmq

fcd puntone C25/30 141,10 daN/cmq

Resistenza puntone 2056,53 kN

Verifica tirante orizzontale 1,33 coeff. Sic

Verifica pareti ortogonale alla sollecitazione sezione di base

Taglio agente fondo pozzetto F2-mF3 1859,24 kN

d=t-5cm 0,35 m

Inclinazione puntone 0,58

Forza di compressione sul puntone 2376,78 kN

Forza di trazione armatura 1305,27 kN

Area puntone 1901,23 cmq

Area armatura 36,16 cmq 8f24

fcd puntone C25/30 141,10 daN/cmq

Resistenza puntone 2682,64 kN

Resistenza armatura 1413,86 kN

Verifica Puntone 1,13 coeff. Sic

Verifica Armatura 1,08 coeff. Sic



Verifica a flessione zona superiore parete ortogonale alla sollecitazione

F1	2281,59	kN
Larghezza sezione B-2t	0,90	m
Altezza sezione 1/2 H	0,80	
Msd= F1xL / 8	256,68	kNm
Armatura	9+9f20	
Mrd	412,60	kNm

Verifica a flessione parete superiore **1,61** coeff. Sic

Sollecitazioni parallele a X

Vx	My	N	H	F1	F2	F3
251,8	2127,5	423,5	1,6	1945,384	1693,584	423,5

Verifica pareti parallele alla sollecitazione con modello tirante puntone

Metodo tirante-puntone

Spessore t	0,40	m
Bx	1,70	m
By	1,80	m
Inclinazione puntone	0,78	

Fh Forza di trazione orizzontale F1 1945,38 kN

Forza per ciascuna parete F1/2 **972,69 kN**

Armatura Orizzontale per singolo lato 56,52 cmq 9+9f20

Resistenza a trazione tirante orizzontale 2209,93

Verifica tirante orizzontale **2,27** coeff. Sic

Fv Forza di trazione verticale F1 tan(β) 1915,46 kN

Forza per ciascuna parete 0.5xF1 tan(b) **957,73 kN**

Armatura verticale per singolo pilastro 37,68 cmq 12f20

Resistenza a trazione tirante orizzontale 1473,29 kN

Verifica tirante orizzontale **1,54** coeff. Sic

Azione di calcolo sul puntone di cls **1365,05 kN**

Area del puntone compresso

0.3xBxysin(b)xt 1431,27 cmq

fcd puntone C25/30 141,10 daN/cmq

Resistenza puntone 2019,53 kN

Verifica tirante orizzontale **1,48** coeff. Sic

Verifica pareti ortogonale alla sollecitazione sezione di base

Taglio agente fondo pozzetto F2-mF3	1566,53	kN
d=t-5cm	0,35	m
Inclinazione puntone	0,58	
Forza di compressione sul puntone	2026,53	kN
Forza di trazione armatura	1112,93	kN
Area puntone	2047,48	cmq



Area armatura	36,16	cmq	8f24
fcd puntone C25/30	141,10	daN/cm ²	
Resistenza puntone	2888,99	kN	
Resistenza armatura	1413,86	kN	

Verifica Puntone **1,43** coeff. Sic

Verifica Armatura **1,27** coeff. Sic

Verifica a flessione zona superiore parete ortogonale alla sollecitazione

F1	1945,38	kN
Larghezza sezione B-2t	1,00	m
Altezza sezione 1/2 H	0,80	
Msd= F1xL / 8	243,17	kNm
Armatura	9+9f20	
Mrd	412,60	kNm

Verifica a flessione parete superiore **1,70** coeff. Sic



PLINTO PILASTRO 80X80

Sollecitazioni parallele a Y

Vy	Mx	N	H	F1	F2	F3
388,63	3284,04	342,6	1,6	3002,865	2614,235	342,6

Verifica pareti parallele alla sollecitazione con modello tirante puntone

Metodo tirante-puntone

Spessore t 0,50 m

By 2,00 m

Bx 2,00 m

Inclinazione puntone 0,71

Fh Forza di trazione orizzontale F1 3002,87 kN

Forza per ciascuna parete F1/2 1501,43 kN

Armatura Orizzontale per singolo lato 62,80 cmq 10+10f20

Resistenza a trazione tirante orizzontale 2455,48

Verifica tirante orizzontale 1,64 coeff. Sic

Fv Forza di trazione verticale F1 tan(β) 2562,44 kN

Forza per ciascuna parete 0.5xF1 tan(b) 1281,22 kN

Armatura verticale per singolo pilastro 45,60 cmq 12f22

Resistenza a trazione tirante orizzontale 1782,96 kN

Verifica tirante orizzontale 1,39 coeff. Sic

Azione di calcolo sul puntone di cls 1973,79 kN

Area del puntone compresso 0.3xByxs sin(b)xt 1947,36 cmq

fcd puntone C25/30 141,10 daN/cmq

Resistenza puntone 2747,72 kN

Verifica tirante orizzontale 1,39 coeff. Sic

Verifica pareti ortogonale alla sollecitazione sezione di base

Taglio agente fondo pozzetto F2-mF3 2511,46 kN

d=t-5cm 0,45 m

Inclinazione puntone 0,51

Forza di compressione sul puntone 2990,58 kN

Forza di trazione armatura 1452,35 kN

Area puntone 2950,28 cmq

Area armatura 40,68 cmq 9f24

fcd puntone C25/30 141,10 daN/cmq

Resistenza puntone 4162,85 kN

Resistenza armatura 1590,59 kN

Verifica Puntone 1,39 coeff. Sic

Verifica Armatura 1,10 coeff. Sic



Verifica a flessione zona superiore parete ortogonale alla sollecitazione

F1	3002,87	kN
Larghezza sezione B-2t	1,00	m
Altezza sezione 1/2 H	0,80	
Msd= F1xL / 8	375,36	kNm
Armatura	10+10f20	
Mrd	504,79	kNm

Verifica a flessione parete superiore **1,34** coeff. Sic

Sollecitazioni parallele a X

	Vx	My	N	H	F1	F2	F3
	388,63	3284,04	342,6	1,6	3002,865	2614,235	342,6

Verifica pareti parallele alla sollecitazione con modello tirante puntone

Metodo tirante-puntone

Spessore t	0,50	m
Bx	2,00	m
By	2,00	m
Inclinazione puntone	0,71	

Fh Forza di trazione orizzontale F1 3002,87 kN

Forza per ciascuna parete F1/2 **1501,43** kN

Armatura Orizzontale per singolo lato 62,80 cmq 10+10f20

Resistenza a trazione tirante orizzontale 2455,48

Verifica tirante orizzontale **1,64** coeff. Sic

Fv Forza di trazione verticale F1 tan(β) 2562,44 kN

Forza per ciascuna parete 0.5xF1 tan(b) **1281,22** kN

Armatura verticale per singolo pilastro 45,60 cmq 12f22

Resistenza a trazione tirante orizzontale 1782,96 kN

Verifica tirante orizzontale **1,39** coeff. Sic

Azione di calcolo sul puntone di cls **1973,79** kN

Area del puntone compresso 0.3xByxsin(b)xt 1947,36 cmq

fcd puntone C25/30 141,10 daN/cmq

Resistenza puntone 2747,72 kN

Verifica tirante orizzontale **1,39** coeff. Sic

Verifica pareti ortogonale alla sollecitazione sezione di base

Taglio agente fondo pozzetto F2-mF3	2511,46	kN
d=t-5cm	0,45	m
Inclinazione puntone	0,51	
Forza di compressione sul puntone	2990,58	kN
Forza di trazione armatura	1452,35	kN



Area puntone	2950,28	cmq	
Area armatura	40,68	cmq	9f24
fcd puntone C25/30	141,10	daN/cm ²	
Resistenza puntone	4162,85	kN	
Resistenza armatura	1590,59	kN	
Verifica Puntone	1,39	coeff. Sic	
Verifica Armatura	1,10	coeff. Sic	

Verifica a flessione zona superiore parete ortogonale alla sollecitazione

F1	3002,87	kN	
Larghezza sezione B-2t	1,00	m	
Altezza sezione 1/2 H	0,80		
Msd= F1xL / 8	375,36	kNm	
Armatura	10+10f20		
Mrd	504,79	kNm	
Verifica a flessione parete superiore	1,34	coeff. Sic	



PLINTO PILASTRO 80X80

Sollecitazioni parallele a Y

Vy	Mx	N	H	F1	F2	F3
388,63	3284,04	342,6	1,6	3002,865	2614,235	342,6

Verifica pareti parallele alla sollecitazione con modello tirante puntone

Metodo tirante-puntone

Spessore t 0,50 m

By 2,00 m

Bx 2,00 m

Inclinazione puntone 0,71

Fh Forza di trazione orizzontale F1 3002,87 kN

Forza per ciascuna parete F1/2 1501,43 kN

Armatura Orizzontale per singolo lato 62,80 cmq 10+10f20

Resistenza a trazione tirante orizzontale 2455,48

Verifica tirante orizzontale 1,64 coeff. Sic

Fv Forza di trazione verticale F1 tan(β) 2562,44 kN

Forza per ciascuna parete 0.5xF1 tan(b) 1281,22 kN

Armatura verticale per singolo pilastro 45,60 cmq 12f22

Resistenza a trazione tirante orizzontale 1782,96 kN

Verifica tirante orizzontale 1,39 coeff. Sic

Azione di calcolo sul puntone di cls 1973,79 kN

Area del puntone compresso 0.3xByxsin(b)xt 1947,36 cmq

fcd puntone C25/30 141,10 daN/cm²

Resistenza puntone 2747,72 kN

Verifica tirante orizzontale 1,39 coeff. Sic

Verifica pareti ortogonale alla sollecitazione sezione di base

Taglio agente fondo pozzetto F2-mF3 2511,46 kN

d=t-5cm 0,45 m

Inclinazione puntone 0,51

Forza di compressione sul puntone 2990,58 kN

Forza di trazione armatura 1452,35 kN

Area puntone 2950,28 cmq

Area armatura 40,68 cmq 9f24

fcd puntone C25/30 141,10 daN/cm²

Resistenza puntone 4162,85 kN

Resistenza armatura 1590,59 kN

Verifica Puntone 1,39 coeff. Sic

Verifica Armatura 1,10 coeff. Sic



Verifica a flessione zona superiore parete ortogonale alla sollecitazione

F1	3002,87 kN
Larghezza sezione B-2t	1,00 m
Altezza sezione 1/2 H	0,80
Msd= F1xL / 8	375,36 kNm
Armatura	10+10f20
Mrd	504,79 kNm

Verifica a flessione parete superiore **1,34 coeff. Sic**

Sollecitazioni parallele a X

Vx	My	N	H	F1	F2	F3
388,63	3284,04	342,6	1,6	3002,865	2614,235	342,6

Verifica pareti parallele alla sollecitazione con modello tirante puntone

Metodo tirante-puntone

Spessore t	0,50 m
Bx	2,00 m
By	2,00 m
Inclinazione puntone	0,71

Fh Forza di trazione orizzontale F1	3002,87 kN	
Forza per ciascuna parete F1/2	1501,43 kN	
Armatura Orizzontale per singolo lato	62,80 cmq	10+10f20
Resistenza a trazione tirante orizzontale	2455,48	

Verifica tirante orizzontale **1,64 coeff. Sic**

Fv Forza di trazione verticale F1 tan(β)	2562,44 kN	
Forza per ciascuna parete 0.5xF1 tan(b)	1281,22 kN	
Armatura verticale per singolo pilastro	45,60 cmq	12f22
Resistenza a trazione tirante orizzontale	1782,96 kN	

Verifica tirante orizzontale **1,39 coeff. Sic**

Azione di calcolo sul puntone di cls	1973,79 kN	
Area del puntone compresso 0.3xByxsin(b)xt	1947,36 cmq	
fcd puntone C25/30	141,10 daN/cm ²	
Resistenza puntone	2747,72 kN	

Verifica tirante orizzontale **1,39 coeff. Sic**

Verifica pareti ortogonale alla sollecitazione sezione di base

Taglio agente fondo pozzetto F2-mF3	2511,46 kN
d=t-5cm	0,45 m
Inclinazione puntone	0,51
Forza di compressione sul puntone	2990,58 kN
Forza di trazione armatura	1452,35 kN



Area puntone	2950,28	cmq	
Area armatura	40,68	cmq	9f24
fcd puntone C25/30	141,10	daN/cm ²	
Resistenza puntone	4162,85	kN	
Resistenza armatura	1590,59	kN	
Verifica Puntone	1,39	coeff. Sic	
Verifica Armatura	1,10	coeff. Sic	

Verifica a flessione zona superiore parete ortogonale alla sollecitazione

F1	3002,87	kN	
Larghezza sezione B-2t	1,00	m	
Altezza sezione 1/2 H	0,80		
Msd= F1xL / 8	375,36	kNm	
Armatura	10+10f20		
Mrd	504,79	kNm	
Verifica a flessione parete superiore	1,34	coeff. Sic	



PLINTO PILASTRO 90X60

Sollecitazioni parallele a Y

Vy	Mx	N	H	F1	F2	F3
94,73	933,07	236,74	1,5	884,1296	789,3996	236,74

Verifica pareti parallele alla sollecitazione con modello tirante puntone

Metodo tirante-puntone

Spessore t 0,40 m

By 1,60 m

Bx 1,90 m

Inclinazione puntone 0,79

Fh Forza di trazione orizzontale F1 884,13 kN

Forza per ciascuna parete F1/2 442,06 kN

Armatura Orizzontale per singolo lato 18,80 cmq 3+3f20

Resistenza a trazione tirante orizzontale 735,08

Verifica tirante orizzontale 1,66 coeff. Sic

Fv Forza di trazione verticale F1 tan(β) 884,13 kN

Forza per ciascuna parete 0.5xF1 tan(b) 442,06 kN

Armatura verticale per singolo pilastro 25,10 cmq 8f20

Resistenza a trazione tirante orizzontale 981,41 kN

Verifica tirante orizzontale 2,22 coeff. Sic

Azione di calcolo sul puntone di cls 625,17 kN

Area del puntone compresso 0.3xByxs sin(b)xt 1357,65 cmq

fcd puntone C25/30 141,10 daN/cmq

Resistenza puntone 1915,64 kN

Verifica tirante orizzontale 3,06 coeff. Sic

Verifica pareti ortogonale alla sollecitazione sezione di base

Taglio agente fondo pozzetto F2-mF3 718,38 kN

d=t-5cm 0,35 m

Inclinazione puntone 0,56

Forza di compressione sul puntone 932,39 kN

Forza di trazione armatura 496,19 kN

Area puntone 2222,42 cmq

Area armatura 21,98 cmq 7f20

fcd puntone C25/30 141,10 daN/cmq

Resistenza puntone 3135,84 kN

Resistenza armatura 859,42 kN

Verifica Puntone 3,36 coeff. Sic

Verifica Armatura 1,73 coeff. Sic



Verifica a flessione zona superiore parete ortogonale alla sollecitazione

F1	884,13	kN
Larghezza sezione B-2t	1,10	m
Altezza sezione 1/2 H	0,75	
Msd= F1xL / 8	121,57	kNm
Armatura	3+3f20	
Mrd	122,91	kNm

Verifica a flessione parete superiore **1,01** **coeff. Sic**

Sollecitazioni parallele a X

Vx	My	N	H	F1	F2	F3
150,03	1477,32	236,74	1,5	1399,884	1249,854	236,74

Verifica pareti parallele alla sollecitazione con modello tirante puntone

Metodo tirante-puntone

Spessore t	0,40	m
Bx	1,90	m
By	1,60	m
Inclinazione puntone	0,67	

Fh Forza di trazione orizzontale F1	1399,88	kN
Forza per ciascuna parete F1/2	699,94	kN
Armatura Orizzontale per singolo lato	18,80	cmq 3+3f20
Resistenza a trazione tirante orizzontale	735,08	

Verifica tirante orizzontale **1,05** **coeff. Sic**

Fv Forza di trazione verticale $F1 \tan(\beta)$	1119,91	kN
Forza per ciascuna parete $0.5 \times F1 \tan(\beta)$	559,95	kN
Armatura verticale per singolo pilastro	25,10	cmq 8f20
Resistenza a trazione tirante orizzontale	981,41	kN

Verifica tirante orizzontale **1,75** **coeff. Sic**

Azione di calcolo sul puntone di cls	896,36	kN
Area del puntone compresso $0.3 \times B_y \times \sin(\beta) \times t$	1424,30	cmq
fcd puntone C25/30	141,10	daN/cm ²
Resistenza puntone	2009,69	kN

Verifica tirante orizzontale **2,24** **coeff. Sic**

Verifica pareti ortogonale alla sollecitazione sezione di base

Taglio agente fondo pozzetto F2-mF3	1178,83	kN
d=t-5cm	0,35	m
Inclinazione puntone	0,56	
Forza di compressione sul puntone	1476,26	kN
Forza di trazione armatura	785,62	kN



Area puntone	1777,94	cmq	
Area armatura	21,98	cmq	7f20
fcd puntone C25/30	141,10	daN/cm ²	
Resistenza puntone	2508,67	kN	
Resistenza armatura	859,42	kN	
Verifica Puntone	1,70	coeff. Sic	
Verifica Armatura	1,09	coeff. Sic	

Verifica a flessione zona superiore parete ortogonale alla sollecitazione

F1	1399,88	kN	
Larghezza sezione B-2t	0,80	m	
Altezza sezione 1/2 H	0,75		
Msd= F1xL / 8	139,99	kNm	
Armatura	4+4f20		
Mrd	160,26	kNm	
Verifica a flessione parete superiore	1,14	coeff. Sic	