Comune di BREGNANO

Provincia di Como

RIQUALIFICAZIONE EDIFICIO EX SCUOLA ELEMENTARE PER NUOVO INSEDIAMENTO SCUOLA SECONDARIA DI I° GRADO

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO STRUTTURE

RELAZIONE STRUTTURALE

PROGETTO

STUDIO TECNICO
Dott. Ing. DANIELE TAGLIATI
Via Plinio, 2 - 22071 CADORAGO (CO)

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

AMMINISTRAZIONE COMUNALE

data: 10.08.2017 ARCHIVIO Scuola elementare - Bregnano_T106

1. Descrizione strutture gettate in opera

DESCRIZIONE STRUTTURALE

SOTTOFONDAZIONI: getti di calcestruzzo magro a diretto contatto con il terreno.

FONDAZIONI:

- Plinti in conglomerato cementizio armato H=50 cm direttamente appoggiati sulle sottofondazioni;
- Cordoli continui in conglomerato cementizio armato H=50 cm direttamente appoggiati sulle sottofondazioni;
- Travi portapannelli in conglomerato cementizio armato H=40 cm direttamente appoggiate sulle sottofondazioni;
- Platea in conglomerato cementizio armato H=53 cm direttamente appoggiata sulle sottofondazioni.

STRUTTURE DI ELEVAZIONE INTERRATE GETTATE IN OPERA: in muratura in conglomerato cementizio armato di spessore 40 cm.

STRUTTURE DI ELEVAZIONE FUORI TERRA GETTATE IN OPERA:

- pilastri in conglomerato cementizio armato di dimensioni 40x50 cm;
- travi in conglomerato cementizio armato di varie dimensioni come da tavole allegate;
- vano piattaforma elevatrice in conglomerato cementizio .

CARATTERISTICHE GEOLOGICHE DEL TERRENO

Vedi risultati della Relazione geologica e geotecnica a firma del Dott. Stefano Sesana depositata agli atti del Comune.

2 Dati generali

2.1 Caratteristiche

Nome Progetto:	RIQUALIFICAZIONE EDIFICIO EX SCUOLA ELEMENTARE		
Normativa di riferimento:	Norme Tecniche 2008	**Classe d'uso dell'edificio**:	III
Metodo di verifica:	Stati limite		

2.2 Località

Comune:	Bregnano	**Provincia**:	(CO)
Longitudine:	9,0604 °	**Latitudine**:	45,6987 °
Indirizzo:	Via Diaz		

3. Riferimenti normativi

I calcoli della presente relazione fanno riferimento alla normativa vigente ed in particolare:

Normativa nazionale

- *Decreto Ministeriale 14 Gennaio 2008*
  "Norme Tecniche per le Costruzioni 2008", pubblicato sul S.O. n° 30 alla G.U. n° 29 del 4 febbraio 2008.
- *Circolare 2 febbraio 2009, n. 617*
  "Circolare applicativa delle NTC2008 D.M. 14.01.2008 - Istruzioni per l'applicazione delle 'Nuove norme tecniche per le costruzioni' di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008. (GU n. 47 del 26-2-2009 - Suppl. Ordinario n.27)"
- *Decreto Ministeriale 16 gennaio 1996.*
  "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche. (G.U. 5-2-1996, N. 29)"
- *Circolare 10 aprile 1997, n. 65/AA.GG.*
  "Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996"
- *Decreto Ministeriale 16 Gennaio 1996*
  "Carichi e sovraccarichi - Norme tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni, e dei carichi e sovraccarichi'. (G.U. 5-2-1996, N. 29)"
- *Circolare 4 luglio 1996, n. 156 AA.GG/STC.*
  "Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996. (G.U. 16-9-1996, n. 217 - supplemento)"
- *Decreto Ministeriale 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. (Da utilizzarsi nel calcolo col metodo degli stati limite) (G.U. 5-2-1996, N. 29)"
- *Circolare 15 ottobre 1996, n. 252 AA.GG./S.T.C.*
  "Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" di cui al decreto ministeriale 9 gennaio 1996. (G.U. 26-11-1996, n. 277 - suppl.)"
- *Decreto Ministeriale 20 novembre 1987*
  "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento. (Suppl. Ord. alla G.U. 5-12-1987, n. 285)"
- *Decreto Ministeriale dell'11-3-1988*
  "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii e delle opere di fondazione"
- *Decreto Ministeriale del 14-2-1992 **
  "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche". (G.U. 18-3-1992, N. 65)

Eurocodici

- *UNI EN 1993-1-1: 2005*
  "Eurocodice 3, parte 1-1 - Progettazione delle strutture di acciaio. Regole generali e regole per gli edifici".
- *UNI EN 1993-1-2: 2005*
  "Eurocodice 3, parte 1-2 - Progettazione delle strutture di acciaio. Regole generali. Progettazione della resistenza all'incendio".
- *UNI EN 1993-1-3: 2007*
  "Eurocodice 3, parte 1-3 - Progettazione delle strutture di acciaio. Regole generali. Regole supplementari per l'impiego dei profilati e delle lamiere sottili piegati a freddo".
- *UNI ENV 1993-1-4: 2007*
  "Eurocodice 3, parte 1-4 - Progettazione delle strutture di acciaio. Regole generali. Criteri supplementari per acciai inossidabili".

4. I materiali

I materiali ed i prodotti ad uso strutturale, utilizzati nelle opere oggetto della presente relazione, rispondono ai requisiti indicati dal capitolo 11 del Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008 “Norme Tecniche per le Costruzioni”. Questi devono essere identificati univocamente dal produttore, qualificati sotto la sua responsabilità ed accettati dal direttore dei lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di qualificazione, nonché mediante eventuali prove sperimentali di accettazione.

Sulla base delle verifiche effettuate in sito ed in conformità alle disposizioni normative vigenti si prevede per la realizzazione del progetto in analisi l’adozione dei materiali di seguito descritti.

Descrizione	
Nome: **C25/30** Classe di resistenza: C25/30	Tipologia del materiale: **CALCESTRUZZO**

Caratteristiche del calcestruzzo	
Densità ρ: 2.500 kg/m³	Resistenza caratteristica cubica a compressione R_{ck}: 30,0 N/mm²
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione f_{ck}: 24,9 N/mm²	Resistenza cilindrica media f_{cm}: 32,9 N/mm²
Resistenza media a trazione semplice f_{ctm}: 2,6 N/mm²	Resistenza media a flessione f_{cfm}: 3,1 N/mm²
Resistenza caratt. trazione semplice, frattile 5% $f_{ctk,5}$: 1,8 N/mm²	Resistenza caratt. trazione semplice, frattile 95% $f_{ctk,95}$: 3,3 N/mm²
Modulo Elastico E_{cm}: 306.270 kg/cm²	Coefficiente di Poisson ν: 0,20
Coefficiente di dilatazione termica lineare α_t: 1E-05	Coefficiente correttivo per la resistenza a compressione α_{cc} : 0,85
Coefficiente parziale di sicurezza per il calcestruzzo γ_c : 1,5	Resistenza a compressione di progetto f_{cd}: 14,1 N/mm²
Resistenza a trazione di progetto, frattile 5% $f_{ctd,5}$: 1,2 N/mm²	Resistenza a trazione di progetto, frattile 95% $f_{ctd,95}$: 2,2 N/mm²

Descrizione	
Nome: **B450C**	Tipologia del materiale: **ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO**

Caratteristiche dell’acciaio	
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk} : 450,0 N/mm²	Coefficiente parziale di sicurezza per l’acciaio γ_S : 1,15
Modulo elastico ES : 206.000,0 N/mm²	Densità ρ : 7.800 kg/m³
Allungamento sotto carico massimo A_{gt} : 67,5 ‰	Tensione ammissibile σ_S : 260,0 N/mm²
Coefficiente di omogeneizzazione n: 15	

5. Durabilità

Per garantire il requisito di durabilità delle strutture in calcestruzzo armato ordinario, esposte all'azione dell'ambiente, si delineano qui di seguito le condizioni ambientali del sito dove sorgerà la costruzione. Tali condizioni possono essere suddivise in ordinarie, aggressive e molto aggressive in relazione a quanto indicato nella Tab. 4.1.III delle NTC 2008, con riferimento alle classi di esposizione definite nelle Linee Guida per il calcestruzzo strutturale emesse dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

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

Prospetto delle classi di esposizione in funzione delle condizione ambientali (riferimento a UNI EN 206-1)

X0	Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo e disgelo o attacco chimico. Calcestruzzi con armatura o inserti metallici: in ambiente molto asciutto
XC1	Asciutto o permanentemente bagnato
XC2	Bagnato, raramente asciutto
XC3	Umidità moderata
XC4	Ciclicamente asciutto e bagnato
XD1	Umidità moderata
XD2	Bagnato, raramente asciutto
XD3	Ciclicamente asciutto e bagnato
XS1	Esposto alla salsedine marina ma non direttamentein contatto con l'acqua
XS2	Permanentemente sommerso
XS3	Zone esposte agli spruzzi oppure alla marea
XF1	Moderata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante
XF2	Moderata saturazione d'acqua in presenza di agente disgelante
XF3	Elevata saturazione d'acqua in assenza di agente disgelante
XF4	Elevata saturazione d'acqua con presenza di agente antigelo oppure acqua di mare
XA1	Ambiente chimicamente debolmente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1
XA2	Ambiente chimicamente moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1
XA3	Ambiente chimicamente fortemente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1

Facendo riferimento a quanto indicato negli estratti normativi per l'individuazione e la classificazione delle condizioni ambientali, il sito di realizzazione dell'opera è classificabile come **XC1-XC2**.

L'opera infatti non è influenzata da particolari condizioni idrologiche e le parti strutturali in cemento armato risultano sufficientemente schermate in misura delle variazioni termoigrometriche previste.

In termini di protezione contro la corrosione delle armature metalliche l'ambiente è quindi definito come 'Ordinario'.

Copriferro minimo e regole di maturazione.
In fase di progetto vengono quindi prescritti, ai fini della durabilità dell'opera, i valori di copriferro minimo e le regole di maturazione del calcestruzzo impiegato.
In funzione delle verifiche di resistenza e degli stati limite di fessurazione viene indicato come valore minimo di copriferro:
c = 3,5 cm
Per la fase di maturazione del calcestruzzo, oltre ad indicare il rispetto della buona pratica costruttiva e delle consuete regole di realizzazione del getto, è indicata una velocità 'MEDIA' di sviluppo della resistenza ed una maturazione della superficie del calcestruzzo in 3 giorni.

Eventuali prove di durabilità
Vengono inoltre previste le seguenti prove di penetrazione agli agenti aggressivi e di permeabilità, secondo quanto prescritto dalla norma UNI EN 12390-8: 2002.
In fase progettuale non viene definita alcuna prova specifica di durabilità. La previsione di queste prove e la definizione attuativa delle stesse viene demandata al tecnico eventualmente incaricato di effettuarle, nelle modalità e con la definizione tecnologica più appropriata definibili al momento dell'incarico.

6. Azioni e Carichi sulla struttura

Con riferimento al paragrafo 2.5.1.3 delle NTC 2008, le azioni che investono la struttura sono classificate in relazione alla durata della loro presenza nell'arco della vita di progetto come:

- *permanenti* (G): azioni con sufficiente approssimazione costanti nel tempo, tra le quali:

- peso proprio di tutti gli elementi strutturali; peso proprio del terreno, quando pertinente; forze indotte dal terreno (esclusi gli effetti di carichi variabili applicati al terreno);
- peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;
- spostamenti e deformazioni imposti, previsti dal progetto e realizzati all'atto della costruzione;

- *variabili* (Q): azioni sulla struttura o sull'elemento strutturale con valori istantanei che possono risultare sensibilmente diversi fra loro nel tempo:

- di lunga durata: agiscono con un'intensità significativa, anche non continuativamente, per un tempo non trascurabile rispetto alla vita nominale della struttura;
- di breve durata: azioni che agiscono per un periodo di tempo breve rispetto alla vita nominale della struttura;

- *sismiche* (E): azioni derivanti dai terremoti.

L'effetto delle azioni viene valutato ai fini delle verifiche con l'approccio semiprobabilistico agli stati limite, secondo diverse combinazioni:

- **Combinazione fondamentale SLU** dei carichi, impiegata per gli stati limite ultimi

  $\gamma G1 \cdot G1 + \gamma G2 \cdot G2 + \gamma P \cdot P + \gamma Q1 \cdot Qk1 + \gamma Q2 \cdot \psi 02 \cdot Qk2 + \gamma Q3 \cdot \psi 03 \cdot Qk3 + \ldots$

- **Combinazione caratteristica CA rara**, impiegata per gli stati limite di esercizio irreversibili

  $G1 + G2 + P + Qk1 + \psi 02 \cdot Qk2 + \psi 03 \cdot Qk3 + \ldots$

- **Combinazione frequente FR**, impiegata per gli stati limite di esercizio reversibili

  $G1 + G2 + P + \psi 11 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \psi 23 \cdot Qk3 + \ldots$

- **Combinazione quasi permanente QP**, impiegata per gli effetti a lungo termine

  $G1 + G2 + P + \psi 21 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \psi 23 \cdot Qk3 + \ldots$

- **Combinazione sismica**, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E

  $E + G1 + G2 + P + \psi 21 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \ldots$

Nella verifica allo stato limite ultimo si distinguono le combinazioni **EQU, STR** e **GEO** (cfr NTC 2008 § 2.6.1), rispettivamente definite come:
stato limite di equilibrio EQU, che considera la struttura ed il terreno come corpi rigidi; stato limite di resistenza della struttura STR, da riferimento per tutti gli elementi strutturali, e stato limite di resistenza del terreno GEO.
Nelle verifiche STR e GEO possono essere adottati in alternativa, due diversi approcci progettuali: per l'approccio 1 si considerano due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti di sicurezza parziali per le azioni, per i materiali e per la resistenza complessiva, nell'approccio 2 si definisce un'unica combinazione per le azioni, per la resistenza dei materiali e per la resistenza globale.

Coefficienti parziali per le azioni [cfr. NTC 2008 Tabella 2.6.I].

		Coefficiente γf	**EQU**	**STR**	**GEO**
Carichi permanenti	Favorevoli	$\gamma G1$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma G2$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	Favorevoli	γQi	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

Le Norme Tecniche prescrivono i valori dei coefficienti ψ in dipendenza dalle caratteristiche della funzione di ripartizione di ciascuna azione: si ammette infatti che, assieme alle azioni permanenti, esistano combinazioni di azioni in cui una sola azione è presente al valore caratteristico mentre le altre hanno intensità ridotte $\psi_0 Q_k$.
Le categorie di azioni variabili ed i rispettivi coefficienti di combinazione utilizzati nell'applicazione dei carichi al modello sono riportati nella tabella seguente:

Destinazione d'uso/azione	**ψ0**	**ψ1**	**ψ2**
Permanenti	1,00	1,00	1,00
Permanenti non strutturali	1,00	1,00	1,00
Categoria A (domestici e residenziali)	0,70	0,50	0,30
Categoria B (uffici)	0,70	0,50	0,30
Categoria C (aree di congresso)	0,70	0,70	0,60
Categoria D (aree di acquisto)	0,70	0,70	0,60
Categoria E (magazzini, Archivi, scale)	1,00	0,90	0,80
Categoria F (Peso veicoli<= 30kN)	0,70	0,70	0,60
Categoria G (Peso veicoli<= 160kN)	0,70	0,50	0,30
Categoria H (tetti)	0,00	0,00	0,00
Carichi da Neve	0,70	0,50	0,20
Carichi da Neve sotto 1000m	0,50	0,20	0,00
Carichi da Vento	0,60	0,20	0,00
Variazioni Termiche	0,60	0,50	0,00

6.1 Analisi dei carichi

L'edificio è soggetto a carichi esterni dovuti alla presenza di elementi non strutturali ed alla distribuzione di carichi permanenti e accidentali.

Relativamente alle fondazioni delle strutture prefabbricate si è fatto riferimento a carichi al piede desunti da un calcolo di massima.

Carichi PRIMA SOLETTA:
-- carico permanente 325 Kg/mq
-- carico accidentale 300 Kg/mq

Carichi COPERTURA:
-- carico permanente 350 Kg/mq
-- carico accidentale 150 Kg/mq

7. Dati azione sismica

7.1 Caratteristiche del sito

Comune: Bregnano

Provincia: CO

Longitudine: 9,0604 °

Latitudine: 45,6987 °

Categoria di sottosuolo: E

Amplificazione topografica: T1

Zona : 4

7.2 Caratteristiche dell'edificio

Vita nominale Vn: >50 anni

Classe d'uso: III

Coefficiente d'uso Cu: 1,5

Periodo di riferimento VR: 75 anni

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	45	0,019	2,555	0,167
SLD	75	0,024	2,540	0,195
SLV	712	0,046	2,672	0,295
SLC	1462	0,055	2,737	0,312

8. Risultati di calcolo e verifiche

PLINTO TIPO A

Geometria

Dimensioni della Fondazione			Magrone di fondazione		
Altezza	H	0,50 m	Magrone:		Presente
Risega	Hr	0,00 m	Altezza	H	0,15 m
Larghezza Lx	Lx	2,50 m	Larghezza Lx	Lx	2,70 m
Larghezza Ly	Ly	2,50 m	Larghezza Ly	Ly	2,70 m

Geometria del Pilastro			Bicchiere	
Posizione x	x	0,00 m	Plinto a bicchiere:	Presente
Posizione y	y	0,00 m	Altezza H=0,90 m	Colletto C=0,25 m
Larghezza Lx	Lx	0,40 m	Larghezza Lx=0,70 m	Risega R=0,00 m
Larghezza Ly	Ly	0,40 m	Larghezza Ly=0,70 m	

Combinazioni di carico

SL	Condizione	N [N]	Mx [N m]	Tx [N]	My [N m]	Ty [N]
SLU	1	991.530	40.920	8.420	135.360	-29.410
SLE rara	1	715.940	33.030	5.700	110.306	-19.690
SLE frequente	1	653.200	11.850	1.680	37.380	-1.710

SLE quasi permanente	1	0	0	0	0	0

N Azione assiale (positiva se di compressione)
Mx Momento flettente attorno all'asse x-x
Tx Azione di taglio lungo l'asse x-x
My Momento flettente attorno all'asse y-y
Ty Azione di taglio lungo l'asse y-y

Parametri del terreno

Angolo d'attrito interno Φi : 30
Coesione c' : 0,00 N/mm²
Densità r : 16.677,00 N/m³
Modulo elastico E : 105 kg/cm²
Angolo d'attrito terreno - calcestruzzo Φter-cls : 0
Costante di Winkler kW : 4,91 N/cm³

Verifiche a scivolamento

Condizione	Taglio sollecitante [N]	Taglio resistente [N]	Fs	Verifica
1-X	8.420	398.601	47,34	SI
1-Y	-29.410	398.601	13,55	SI

Verifiche a ribaltamento

Condizione	Momento ribaltante [N m]	Momento stabilizzante [N m]	Fs	Verifica
1-X	49.550	1.505.828	30,39	SI
1-Y	105.215	1.505.828	14,31	SI

Verifiche a punzonamento

Condizione	Punzonamento agente [N]	Punzonamento resistente [N]	Fs	Area ferri cm²
1	991.530	861.558	0,87	9,26

Occorre armatura al punzonamento

Verifiche di capacità portante (Approccio 2 – A1+M1+R3)

Metodo di calcolo: Terzaghi

Condizione	Pressione agente [N/mm²]	Pressione limite [N/mm²]	Verifica
1	0,2	0,4	SI

VERIFICHE ARMATURA

SLU: Verifica a flessione

Direzione	*Momento [N m]*	*Ferri sup.*	*Ferri inf.*	*Coeff.Sic.*	*Eps.CLS*	*Eps.Fe*	*Duttilità*
X - Comb. A	112.630	14 Ø 14	14 Ø 14	3,45	3,50	50,61	0,06

SLU: Verifica a flessione

Direzione	*Momento [N m]*	*Ferri sup.*	*Ferri inf.*	*Coeff.Sic.*	*Eps.CLS*	*Eps.Fe*	*Duttilità*
Y - Comb. A	123.129	14 Ø 14	14 Ø 14	3,16	3,50	50,61	0,06

SLE Rara:verifica a flessione

Direzione	*Momento [N m]*	*Ferri sup.*	*Ferri inf.*	*Sigma CLS [N/mm²]*	*Sigma Fe teso [N/mm²]*	*Sigma Fe comp. N/mm²*
X- Comb. A	78.426	14 Ø 14	14 Ø 14	-0,7	8,9	-8,9

SLE Rara:verifica a flessione

Direzione	*Momento [N m]*	*Ferri sup.*	*Ferri inf.*	*Sigma CLS [N/mm²]*	*Sigma Fe teso [N/mm²]*	*Sigma Fe comp. N/mm²*
Y - Comb. A	85.834	14 Ø 14	14 Ø 14	-0,7	9,7	-9,7

SLE Quasi Permanente:verifica a flessione

Direzione	*Momento [N m]*	*Ferri sup.*	*Ferri inf.*	*Sigma CLS [N/mm²]*	*Sigma Fe teso [N/mm²]*	*Sigma Fe comp. N/mm²*
X- Comb. A	78.426	14 Ø 14	14 Ø 14	-0,7	8,9	-8,9

SLE Quasi Permanente:verifica a flessione

Direzione	*Momento [N m]*	*Ferri sup.*	*Ferri inf.*	*Sigma CLS [N/mm²]*	*Sigma Fe teso [N/mm²]*	*Sigma Fe comp. N/mm²*
Y - Comb. A	85.834	14 Ø 14	14 Ø 14	-0,7	9,7	-9,7

Verifica SLU punzonamento

Direzione	*N [N]*	*Fres Fe [N]*	*A punz. [cm²]*	*Fres CLS [N]*	*Coeff.sic.*
A	991.530	1.138.983	18,47	627.858	1,15

PLINTO TIPO B

Geometria

Dimensioni della Fondazione			Magrone di fondazione		
Altezza	H	0,50 m	Magrone:		Presente
Risega	Hr	0,00 m	Altezza min.		0,15 m
Larghezza Lx	Lx	2,70 m	Larghezza Lx	Lx	2,90 m
Larghezza Ly	Ly	2,70 m	Larghezza Ly	Ly	2,90 m

Geometria del Pilastro			Bicchiere		
Posizione x	x	0,00 m	Plinto a bicchiere:		Presente
Posizione y	y	0,00 m	Altezza	H=0,90 m	Colletto C=0,25 m
Larghezza Lx	Lx	0,40 m	Larghezza	Lx=0,70 m	Risega R=0,00 m
Larghezza Ly	Ly	0,40 m	Larghezza	Ly=0,70 m	

Combinazioni di carico

SL	Condizione	N [N]	Mx [N m]	Tx [N]	My [N m]	Ty [N]
SLU	1	1.460.880	43.670	21.460	93.230	-11.040
SLE rara	1	1.064.750	29.120	14.290	65.100	-7.550
SLE frequente	1	955.020	340	-80	26.140	-2.270
SLE quasi permanente	1	0	0	0	0	0

N Azione assiale (positiva se di compressione)
Mx Momento flettente attorno all'asse x-x
Tx Azione di taglio lungo l'asse x-x

My Momento flettente attorno all'asse y-y
Ty Azione di taglio lungo l'asse y-y

Parametri del terreno

Angolo d'attrito interno Φi : 30
Coesione c' : 0,00 N/mm²
Densità r : 16.677,00 N/m³
Modulo elastico E : 105 kg/cm²
Angolo d'attrito terreno - calcestruzzo Φter-cls : 0
Costante di Winkler kW : 4,91 N/cm³

Verifiche a scivolamento

Condizione	Taglio sollecitante [N]	Taglio resistente [N]	Fs	Verifica
1-X	21.460	565.223	26,34	SI
1-Y	-11.040	565.223	51,20	SI

Verifiche a ribaltamento

Condizione	Momento ribaltante [N m]	Momento stabilizzante [N m]	Fs	Verifica
1-X	65.666	2.306.110	35,12	SI
1-Y	81.914	2.306.110	28,15	SI

Verifiche a punzonamento

Condizione	Punzonamento agente [N]	Punzonamento resistente [N]	Fs	Area ferri cm²
1	1.460.880	861.558	0,59	21,85

Occorre armatura al punzonamento.

Verifiche di capacità portante (Approccio 2 – A1+M1+R3)

Metodo di calcolo: Terzaghi

Condizione	Pressione agente [N/mm²]	Pressione limite [N/mm²]	Verifica
1	0,2	0,5	SI

VERIFICHE ARMATURA

SLU: Verifica a flessione

Direzione	*Momento [N m]*	*Ferri sup.*	*Ferri inf.*	*Coeff.Sic.*	*Eps.CLS*	*Eps.Fe*	*Duttilità*
X - Comb. A	195.598	14 Ø 16	14 Ø 16	2,57	3,50	47,41	0,07

SLU: Verifica a flessione

Direzione	*Momento [N m]*	*Ferri sup.*	*Ferri inf.*	*Coeff.Sic.*	*Eps.CLS*	*Eps.Fe*	*Duttilità*
Y - Comb. A	198.967	14 Ø 16	14 Ø 16	2,52	3,50	47,41	0,07

SLE Rara:verifica a flessione

Direzione	*Momento [N m]*	*Ferri sup.*	*Ferri inf.*	*Sigma CLS [N/mm²]*	*Sigma Fe teso [N/mm²]*	*Sigma Fe comp. N/mm²*
X- Comb. A	141.905	14 Ø 16	14 Ø 16	-1,1	14,5	-14,5

SLE Rara:verifica a flessione

Direzione	*Momento [N m]*	*Ferri sup.*	*Ferri inf.*	*Sigma CLS [N/mm²]*	*Sigma Fe teso [N/mm²]*	*Sigma Fe comp. N/mm²*
Y - Comb. A	144.378	14 Ø 16	14 Ø 16	-1,1	14,8	-14,8

SLE Quasi Permanente:verifica a flessione

Direzione	*Momento [N m]*	*Ferri sup.*	*Ferri inf.*	*Sigma CLS [N/mm²]*	*Sigma Fe teso [N/mm²]*	*Sigma Fe comp. N/mm²*
X- Comb. A	141.905	14 Ø 16	14 Ø 16	-1,1	14,5	-14,5

SLE Quasi Permanente:verifica a flessione

Direzione	*Momento [N m]*	*Ferri sup.*	*Ferri inf.*	*Sigma CLS [N/mm²]*	*Sigma Fe teso [N/mm²]*	*Sigma Fe comp. N/mm²*
Y - Comb. A	144.378	14 Ø 16	14 Ø 16	-1,1	14,8	-14,8

Verifica SLU punzonamento

Direzione	*N [N]*	*Fres Fe [N]*	*A punz. [cm²]*	*Fres CLS [N]*	*Coeff.sic.*
A	1.460.880	1.517.980	32,17	627.858	1,04

PLINTO TIPO C

Geometria

Dimensioni della Fondazione			Magrone di fondazione		
Altezza	H	0,50 m	Magrone:		Presente
Risega	Hr	0,00 m	Altezza	H	0,15 m
Larghezza Lx	Lx	2,50 m	Larghezza Lx	Lx	2,70 m
Larghezza Ly	Ly	2,20 m	Larghezza Ly	Ly	2,40 m

Geometria del Pilastro			Bicchiere	
Posizione x	x	0,00 m	Plinto a bicchiere:	Presente
Posizione y	y	-0,30 m	Altezza H=1,00 m	Colletto C=0,25 m
Larghezza Lx	Lx	0,50 m	Larghezza Lx=0,70 m	Risega R=0,00 m
Larghezza Ly	Ly	0,50 m	Larghezza Ly=0,70 m	

Combinazioni di carico

SL	Condizione	N [N]	Mx [N m]	Tx [N]	My [N m]	Ty [N]
SLU	1	961.430	39.850	14.960	145.850	15.920
SLE rara	1	-720.090	31.810	10.510	118.200	11.140
SLE frequente	1	624.560	9.460	5.590	32.370	3.690
SLE quasi permanente	1	0	0	0	0	0

N Azione assiale (positiva se di compressione)
Mx Momento flettente attorno all'asse x-x
Tx Azione di taglio lungo l'asse x-x
My Momento flettente attorno all'asse y-y
Ty Azione di taglio lungo l'asse y-y

Parametri del terreno

Angolo d'attrito interno Φi : 30
Coesione c' : 0,00 N/mm²
Densità r : 16.677,00 N/m³
Modulo elastico E : 105 kg/cm²
Angolo d'attrito terreno - calcestruzzo Φter-cls : 0
Costante di Winkler kW : 4,91 N/cm³

Verifiche a scivolamento

Condizione	Taglio sollecitante [N]	Taglio resistente [N]	Fs	Verifica
1-X	14.960	380.588	25,44	SI
1-Y	15.920	380.588	23,91	SI

Verifiche a ribaltamento

Condizione	Momento ribaltante [N m]	Momento stabilizzante [N m]	Fs	Verifica
1-X	56.306	1.437.779	25,54	SI
1-Y	163.362	1.553.675	9,51	SI

Verifiche a punzonamento

Condizione	Punzonamento agente [N]	Punzonamento resistente [N]	Fs	Area ferri cm²
1	961.430	863.165	0,90	8,42

Occorre armatura al punzonamento.

Verifiche di capacità portante (Approccio 2 – A1+M1+R3)

Metodo di calcolo: Terzaghi

Condizione	Pressione agente [N/mm²]	Pressione limite [N/mm²]	Verifica
1	0,3	0,4	SI

VERIFICHE ARMATURA

SLU: Verifica a flessione

Direzione	*Momento [N m]*	*Ferri sup.*	*Ferri inf.*	*Coeff.Sic.*	*Eps.CLS*	*Eps.Fe*	*Duttilità*
X - Comb. A	110.769	14 Ø 14	14 Ø 14	3,46	3,50	48,64	0,07

SLU: Verifica a flessione

Direzione	*Momento [N m]*	*Ferri sup.*	*Ferri inf.*	*Coeff.Sic.*	*Eps.CLS*	*Eps.Fe*	*Duttilità*
Y - Comb. A	201.813	14 Ø 14	14 Ø 14	1,93	3,50	50,61	0,06

SLE Rara:verifica a flessione

Direzione	*Momento [N m]*	*Ferri sup.*	*Ferri inf.*	*Sigma CLS [N/mm²]*	*Sigma Fe teso [N/mm²]*	*Sigma Fe comp. N/mm²*
X- Comb. A	76.373	14 Ø 14	14 Ø 14	-0,7	9,7	-9,7

SLE Rara:verifica a flessione

Direzione	*Momento [N m]*	*Ferri sup.*	*Ferri inf.*	*Sigma CLS [N/mm²]*	*Sigma Fe teso [N/mm²]*	*Sigma Fe comp. N/mm²*
Y - Comb. A	96.470	14 Ø 14	14 Ø 14	-0,8	10,9	-10,9

SLE Quasi Permanente:verifica a flessione

Direzione	*Momento [N m]*	*Ferri sup.*	*Ferri inf.*	*Sigma CLS [N/mm²]*	*Sigma Fe teso [N/mm²]*	*Sigma Fe comp. N/mm²*
X- Comb. A	76.373	14 Ø 14	14 Ø 14	-0,7	9,7	-9,7

SLE Quasi Permanente:verifica a flessione

Direzione	*Momento [N m]*	*Ferri sup.*	*Ferri inf.*	*Sigma CLS [N/mm²]*	*Sigma Fe teso [N/mm²]*	*Sigma Fe comp. N/mm²*
Y - Comb. A	96.470	14 Ø 14	14 Ø 14	-0,8	10,9	-10,9

Verifica SLU punzonamento

Direzione	*N [N]*	*Fres Fe [N]*	*A punz. [cm²]*	*Fres CLS [N]*	*Coeff.sic.*
A	961.430	1.042.474	12,32	701.724	1,08

PLINTO TIPO D

Geometria

Dimensioni della Fondazione			Magrone di fondazione		
Altezza	H	0,50 m	Magrone:		Presente
Risega	Hr	0,00 m	Altezza	H	0,15 m
Larghezza Lx	Lx	2,40 m	Larghezza Lx	Lx	2,80 m
Larghezza Ly	Ly	2,70 m	Larghezza Ly	Ly	3,00 m

Geometria del Pilastro			Bicchiere	
Posizione x	x	0,00 m	Plinto a bicchiere:	Presente
Posizione y	y	0,00 m	Altezza H=1,00 m	Colletto C=0,25 m
Larghezza Lx	Lx	0,40 m	Larghezza Lx=0,70 m	Risega R=0,00 m
Larghezza Ly	Ly	0,40 m	Larghezza Ly=0,70 m	

Combinazioni di carico

SL	Condizione	N [N]	Mx [N m]	Tx [N]	My [N m]	Ty [N]
SLU	1	1.388.130	-33.750	-7.610	-166.190	26.950
SLE rara	1	1.038.490	-26.550	-5.020	-135.700	18.410
SLE frequente	1	889.200	-5.390	-8.900	-46.680	4.730
SLE quasi permanente	1	0	0	0	0	0

N Azione assiale (positiva se di compressione)
Mx Momento flettente attorno all'asse x-x
Tx Azione di taglio lungo l'asse x-x
My Momento flettente attorno all'asse y-y
Ty Azione di taglio lungo l'asse y-y

Parametri del terreno

Angolo d'attrito interno Φi : 30
Coesione c' : 0,00 N/mm²
Densità r : 16.677,00 N/m³
Modulo elastico E : 105 kg/cm²
Angolo d'attrito terreno - calcestruzzo Φter-cls : 0
Costante di Winkler kW : 4,91 N/cm³

Verifiche a scivolamento

Condizione	Taglio sollecitante [N]	Taglio resistente [N]	Fs	Verifica
1-X	-7.610	503.533	66,17	SI
1-Y	26.950	503.533	18,68	SI

Verifiche a ribaltamento

Condizione	Momento ribaltante [N m]	Momento stabilizzante [N m]	Fs	Verifica
1-X	-42.121	1.826.150	43,35	SI
1-Y	-136.545	2.054.418	15,05	SI

Verifiche a punzonamento

Condizione	Punzonamento agente [N]	Punzonamento resistente [N]	Fs	Area ferri cm²
1	1.388.130	861.558	0,62	19,90

Occorre armatura al punzonamento

Verifiche di capacità portante (Approccio 2 – A1+M1+R3)

Metodo di calcolo: Terzaghi

Condizione	Pressione agente [N/mm²]	Pressione limite [N/mm²]	Verifica
1	0,2	0,2	SI

VERIFICHE ARMATURA

SLU: Verifica a flessione

Direzione	*Momento [N m]*	*Ferri sup.*	*Ferri inf.*	*Coeff.Sic.*	*Eps.CLS*	*Eps.Fe*	*Duttilità*
X - Comb. A	166.994	14 Ø 16	14 Ø 16	3,01	3,50	47,41	0,07

SLU: Verifica a flessione

Direzione	*Momento [N m]*	*Ferri sup.*	*Ferri inf.*	*Coeff.Sic.*	*Eps.CLS*	*Eps.Fe*	*Duttilità*
Y - Comb. A	216.891	14 Ø 16	14 Ø 16	2,29	3,50	45,66	0,07

SLE Rara:verifica a flessione

Direzione	*Momento [N m]*	*Ferri sup.*	*Ferri inf.*	*Sigma CLS [N/mm²]*	*Sigma Fe teso [N/mm²]*	*Sigma Fe comp. N/mm²*
X- Comb. A	77.702	14 Ø 16	14 Ø 16	-0,6	8,0	-8,0

SLE Rara:verifica a flessione

Direzione	*Momento [N m]*	*Ferri sup.*	*Ferri inf.*	*Sigma CLS [N/mm²]*	*Sigma Fe teso [N/mm²]*	*Sigma Fe comp. N/mm²*
Y - Comb. A	100.167	14 Ø 16	14 Ø 16	-0,9	11,4	-11,4

SLE Quasi Permanente:verifica a flessione

Direzione	*Momento [N m]*	*Ferri sup.*	*Ferri inf.*	*Sigma CLS [N/mm²]*	*Sigma Fe teso [N/mm²]*	*Sigma Fe comp. N/mm²*
X- Comb. A	77.702	14 Ø 16	14 Ø 16	-0,6	8,0	-8,0

SLE Quasi Permanente:verifica a flessione

Direzione	*Momento [N m]*	*Ferri sup.*	*Ferri inf.*	*Sigma CLS [N/mm²]*	*Sigma Fe teso [N/mm²]*	*Sigma Fe comp. N/mm²*
Y - Comb. A	100.167	14 Ø 16	14 Ø 16	-0,9	11,4	-11,4

Verifica SLU punzonamento

Direzione	*N [N]*	*Fres Fe [N]*	*A punz. [cm²]*	*Fres CLS [N]*	*Coeff.sic.*
A	1.388.130	1.517.980	32,17	627.858	1,09

PLINTO TIPO E

Geometria

Dimensioni della Fondazione			Magrone di fondazione		
Altezza	H	0,50 m	Magrone:		Presente
Risega	Hr	0,00 m	Altezza	H	0,15 m
Larghezza Lx	Lx	2,70 m	Larghezza Lx	Lx	3,00 m
Larghezza Ly	Ly	1,80 m	Larghezza Ly	Ly	2,10 m

Geometria del Pilastro			Bicchiere	
Posizione x	x	0,00 m	Plinto a bicchiere:	Assente
Posizione y	y	-0,60 m	Altezza H=0,00 m	Colletto C=0,00 m
Larghezza Lx	Lx	0,50 m	Larghezza Lx=0,00 m	Risega R=0,00 m
Larghezza Ly	Ly	0,40 m	Larghezza Ly=0,00 m	

Combinazioni di carico

SL	Condizione	N [N]	Mx [N m]	Tx [N]	My [N m]	Ty [N]
SLU	1	751.020	27.610	10.930	87.770	-24.080
SLE rara	1	535.010	23.030	7.900	70.930	-16.020
SLE frequente	1	494.870	13.120	5.530	17.550	-10
SLE quasi permanente	1	0	0	0	0	0

N Azione assiale (positiva se di compressione)
Mx Momento flettente attorno all'asse x-x
Tx Azione di taglio lungo l'asse x-x
My Momento flettente attorno all'asse y-y
Ty Azione di taglio lungo l'asse y-y

Parametri del terreno

Angolo d'attrito interno Φi : 30
Coesione c' : 0,00 N/mm²
Densità r : 16.677,00 N/m³
Modulo elastico E : 105 kg/cm²
Angolo d'attrito terreno - calcestruzzo Φter-cls : 0
Costante di Winkler kW : 4,91 N/cm³

Verifiche a scivolamento

Condizione	Taglio sollecitante [N]	Taglio resistente [N]	Fs	Verifica
1-X	10.930	288.578	26,40	SI
1-Y	-24.080	288.578	11,98	SI

Verifiche a ribaltamento

Condizione	Momento ribaltante [N m]	Momento stabilizzante [N m]	Fs	Verifica
1-X	31.435	1.177.401	37,45	SI
1-Y	79.342	1.235.546	15,57	SI

Verifiche a punzonamento

Condizione	Punzonamento agente [N]	Punzonamento resistente [N]	Fs	Area ferri cm²
1	976.326	758.685	0,78	10,93

Occorre armatura al punzonamento

Verifiche di capacità portante (Approccio 2 – A1+M1+R3)

Metodo di calcolo: Terzaghi

Condizione	Pressione agente [N/mm²]	Pressione limite [N/mm²]	Verifica
1	0,3	0,3	SI

VERIFICHE ARMATURA

SLU: Verifica a flessione

Direzione	*Momento [N m]*	*Ferri sup.*	*Ferri inf.*	*Coeff.Sic.*	*Eps.CLS*	*Eps.Fe*	*Duttilità*
X - Comb. A	207.403	11 Ø 16	11 Ø 16	1,90	3,50	44,56	0,07

SLU: Verifica a flessione

Direzione	*Momento [N m]*	*Ferri sup.*	*Ferri inf.*	*Coeff.Sic.*	*Eps.CLS*	*Eps.Fe*	*Duttilità*
Y - Comb. A	729.239	18 Ø 16	18 Ø 18	1,10	3,50	38,47	0,08

SLE Rara:verifica a flessione

Direzione	*Momento [N m]*	*Ferri sup.*	*Ferri inf.*	*Sigma CLS [N/mm²]*	*Sigma Fe teso [N/mm²]*	*Sigma Fe comp. N/mm²*
X- Comb. A	137.735	11 Ø 16	11 Ø 16	-1,6	20,7	-20,7

SLE Rara:verifica a flessione

Direzione	*Momento [N m]*	*Ferri sup.*	*Ferri inf.*	*Sigma CLS [N/mm²]*	*Sigma Fe teso [N/mm²]*	*Sigma Fe comp. N/mm²*
Y - Comb. A	164.972	18 Ø 16	18 Ø 18	-1,2	15,20	-15,20

SLE Quasi Permanente:verifica a flessione

Direzione	*Momento [N m]*	*Ferri sup.*	*Ferri inf.*	*Sigma CLS [N/mm²]*	*Sigma Fe teso [N/mm²]*	*Sigma Fe comp. N/mm²*
X- Comb. A	137.735	11 Ø 16	11 Ø 16	-1,6	20,7	-20,7

SLE Quasi Permanente:verifica a flessione

Direzione	*Momento [N m]*	*Ferri sup.*	*Ferri inf.*	*Sigma CLS [N/mm²]*	*Sigma Fe teso [N/mm²]*	*Sigma Fe comp. N/mm²*
Y - Comb. A	164.972	18 Ø 16	18 Ø 18	-1,2	15,20	-15,20

Verifica SLU punzonamento

Direzione	*N [N]*	*Fres Fe [N]*	*A punz. [cm²]*	*Fres CLS [N]*	*Coeff.sic.*
A	751.020	959.375	12,32	618.625	1,28

Cadorago, lì 10 agosto 2017

IL PROGETTISTA

Dott. Ing. DANIELE TAGLIATI
Albo degli Ingegneri Prov. di Como n. 1331
Via Plinio, 2
22071 CADORAGO (Co)