



COMUNE DI SANTA MARIA A MONTE

Piazza della Vittoria, 47 - 56020 Santa Maria a Monte (PI)

Tel: 0587 261611 - Fax: 0587 705117

PEC: comune.santamariaamonte@postacert.toscana.it

PROGETTO:

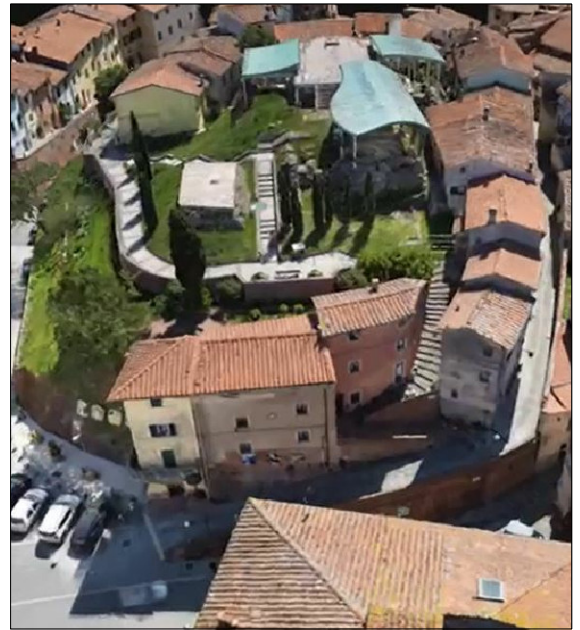
RECUPERO E RIFUNZIONALIZZAZIONE DI EDIFICIO STORICO DA DESTINARSI A MUSEO E COLLEGAMENTO CON PERCORSO ACCESSIBILE ALL' AREA ARCHEOLOGICA DELLA "ROCCA"

LIVELLO DI PROGETTAZIONE:

PROGETTO ESECUTIVO

SERIE:

RELAZIONI



ELABORATO:

RELAZIONE GEOTECNICA - FONDAZIONI PASSERELLA

CODICE:

RE_GT_01

SCALA:

-

RESPONSABILE PROGETTAZIONE

Ing. Roberto Pinelli
Via Lungomonte n°218/a
Santa Maria a Monte (PI), 56020
Tel. 3397905993
Email. robertopinelli.ingenium@gmail.com
Pec. roberto.pinelli@ingpec.eu

PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA

Arch. Martino Falchi
Via di Santa Lucia Nord n°29
Pontedera (PI), 56025
Tel. 3402278108
Email. martino.falchi@gmail.com
Pec. martino.falchi@archiworldpec.it

RESPONSABILE UNICO PROCEDIMENTO

Ing. Maurizio Iannotta

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
a	PRIMA EMISSIONE	agosto 2021	Arch. M. Falchi	Ing. R. Pinelli	Ing. M. Iannotta
b	EMISSIONE BANDO CITTA' MURATE	agosto 2022	Arch. M. Falchi	Ing. R. Pinelli	Ing. M. Iannotta

Nome file: Lotto II_0000_E_b_mascherine



COMUNE DI SANTA MARIA A MONTE

RECUPERO E RIFUNZIONALIZZAZIONE DI EDIFICIO STORICO DA DESTINARSI A MUSEO E COLLEGAMENTO CON PERCORSO ACCESSIBILE ALL'AREA ARCHEOLOGICA DELLA ROCCA

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE GEOTECNICA

REV. b

SOMMARIO

1. PREMESSA	2
2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO	3
3. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E STRATIGRAFIA DI RIFERIMENTO	4
3.1. CATEGORIA DI SOTTOSUOLO DI RIFERIMENTO E CATEGORIA TOPOGRAFICA	4
3.2. RIEPILOGO PARAMETRI GEOTECNICI	4
4. PARAMETRI SISMICI	6
5. VERIFICHE GEOTECNICHE FONDAZIONI SU PALI	7
6. RIEPILOGO VERIFICHE GEOTECNICHE	9
6.1. VERIFICHE DI PORTANZA VERTICALE	9
6.2. VERIFICHE DI PORTANZA TRASVERSALE	9
6.3. VERIFICA CEDIMENTI PALI	10

1. PREMESSA

La presente relazione geotecnica è stata redatta a corredo del progetto ESECUTIVO di:

“RECUPERO E RIFUNZIONALIZZAZIONE DI EDIFICIO STORICO DA DESTINARSI A MUSEO E COLLEGAMENTO CON PERCORSO ACCESSIBILE ALL’AREA ARCHEOLOGICA DELLA ROCCA”.

Si analizza nello specifico la passerella pedonale prevista per il collegamento tra museo e parco archeologico ai fini di descriverne le opere strutturali ed i relativi criteri di calcolo.

2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Legge 5 novembre 1971, n° 1086

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

Legge 2 febbraio 1974, n° 64

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

Circolare Ministeriale 14 febbraio 1974, n° 11951

"Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica. Istruzioni per l'applicazione".

Decreto Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n° 380

"Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia".

Decreto Ministero delle Infrastrutture 17 gennaio 2018

Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni".

Circolare Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 21 gennaio 2019, n° 7

"Istruzioni per l'applicazione dell' Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018".

3. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E STRATIGRAFIA DI RIFERIMENTO

3.1. CATEGORIA DI SOTTOSUOLO DI RIFERIMENTO E CATEGORIA TOPOGRAFICA

Il suolo è stato assunto, come indicato nella relazione geologica, appartenente alla **categoria B**, *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti*, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360m/s e 800m/s.

Nella stessa relazione geologica si indica inoltre la **categoria topografica T3**.

3.2. RIEPILOGO PARAMETRI GEOTECNICI

Per la corretta assunzione dei parametri geotecnici si fa riferimento ai parametri medi geologici riportati nella Relazione Geologica redatta dal Dott. Geol. Alessandra Giannetti:

In superficie con spessore variabile, tendenzialmente di circa 0.8 m è presente un terreno vegetale. Il materiale che compone questo strato è prevalentemente costituito da limi sabbiosi e limi argillosi.

Il piano fondale dovrà essere posto sotto a questo livello.

STRATO 1 sotto il terreno vegetale si trovano terreni essenzialmente costituiti da limi e sabbie argillosi, caratterizzati dalla presenza di noduli e/o livelli centimetrici cementati.

A questi terreni si possono attribuire i seguenti parametri geotecnici medi:

$N = \text{numero di colpi} = 20$

$C_u = \text{coesione non drenata} = 0.00 \text{ Kg/cm}^2$ essendo la natura prevalentemente granulare (certificazioni in appendice).

$\gamma = \text{peso dell'unità di volume} = 1.70 \text{ t/m}^3$

$\Phi = \text{angolo d'attrito} = 35^\circ$;

STRATO 2 – Sabbie pulite di colore giallo. A questo strato si possono attribuire i seguenti parametri geotecnici medi:

$N = \text{numero di colpi} = 34$

$C_u = \text{coesione non drenata} = 0.00 \text{ Kg/cm}^2$ essendo la natura prevalentemente granulare (certificazioni in appendice).

$\gamma = \text{peso dell'unità di volume} = 1.67 \text{ t/m}^3$

$\Phi = \text{angolo d'attrito} = 36^\circ$;

Al di sotto delle sabbie si ritrovano limi e sabbie argillosi, con uno spessore di circa 3.6 m al cui interno si rinviene un livello decimetrico (circa 40-50 cm) di argille (STRATO 3 rilevato ad un quota altimetrica mediamente di circa 80.40 s.l.m.)

STRATO 3 costituito da un livello di alcuni decimetri di argille abbastanza compatte cui si possono attribuire i seguenti parametri geotecnici medi:

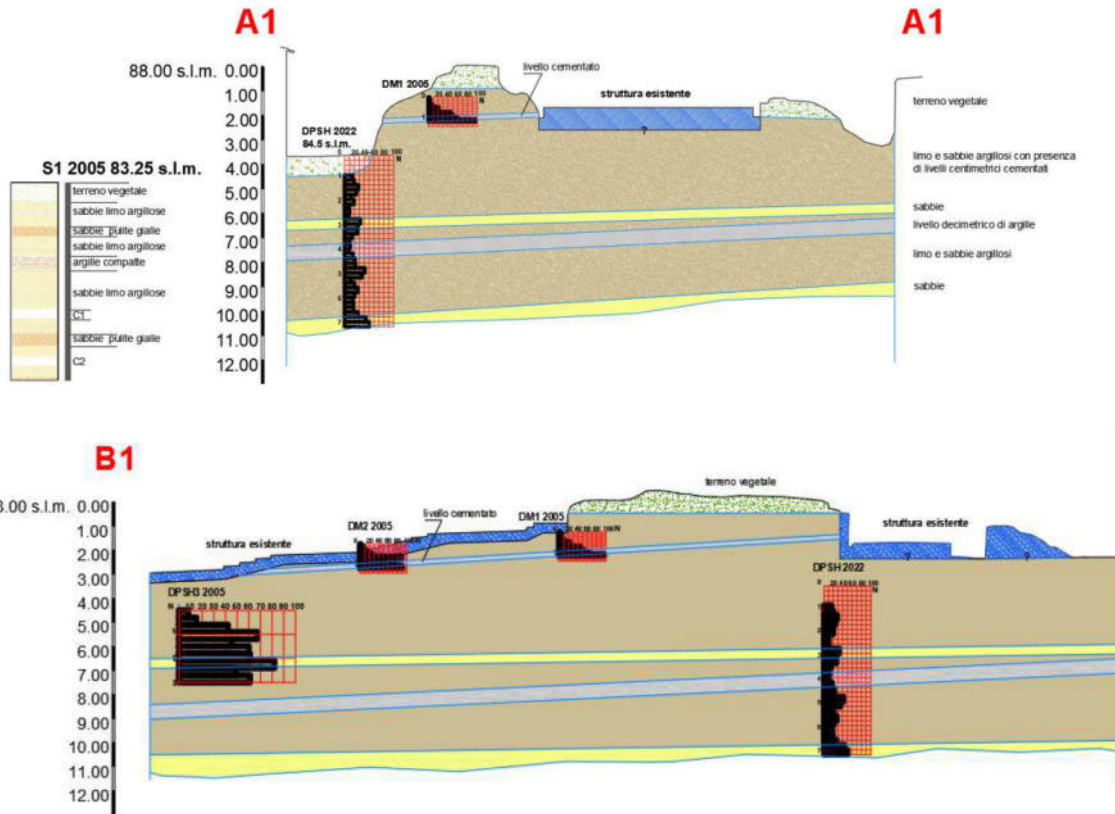
$N = \text{numero di colpi} = 12$

$C_u = \text{coesione non drenata} = 1.19 \text{ Kg/cm}^2$.

$\gamma = \text{peso dell'unità di volume} = 1.98 \text{ t/m}^3$

$\Phi = \text{angolo d'attrito} = 0^\circ$ essendo la natura prevalentemente coesiva (certificazioni in appendice)

Le profondità investigate, con la prova penetrometrica dinamica pesante, (gennaio 2022) verosimilmente, riscontrano al termine un altro livello di sabbie molto compatte, il cui spessore non è stato possibile identificare per rifiuto dello strumento.



Detto questo, per avere un completo ed esaustivo quadro della parametrizzazione geotecnica dei terreni investigati, è utile far riferimento alle certificazioni delle prove geognostiche allegata in appendice.

4. PARAMETRI SISMICI

Parametri utilizzati

I parametri sismici del sito sono calcolati in base a quanto prescritto dal D.M. del 17 Gennaio 2018.

La **vita nominale** V_N è assunta pari a **50 anni** e il coefficiente d'uso C_U pari a 1.5 (assunta una classe d'uso III), di conseguenza la **vita di riferimento** V_R è pari a **75 anni** in coerenza con le tabelle del succitato Decreto.

I parametri sismici di base a_g , F_0 e T_c^* , riportati nella Tabella 2, sono ricavati per le seguenti coordinate:

Tipo di costruzione 2 - Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari

Vn Default (50)

Classe d'uso III

Località: Pisa, Santa Maria A Monte
 Latitudine ED50 43,6994° (43° 41' 58")
 Longitudine ED50 10,6937° (10° 41' 37")
 Altitudine s.l.m. 69,45 m Dettagli...

Vr Default (75)

Stato limite	Pvr(%)	Tr(anni)	A_g/g	F_0	$T_c^*(s)$
SLO	Default (81)	45	Default (0,0507)	Default (2,553)	Default (0,248)
SLD	Default (63)	75	Default (0,062)	Default (2,562)	Default (0,261)
SLV	Default (10)	712	Default (0,1419)	Default (2,494)	Default (0,286)
SLC	Default (5)	1462	Default (0,1794)	Default (2,471)	Default (0,291)

Tabella 2 – Parametri sismici di base SLO, SLD, SLV e SLC.

5. VERIFICHE GEOTECNICHE FONDAZIONI SU PALI

Per le verifiche delle fondazioni su pali devono essere effettuate le verifiche con riferimento ai seguenti stati limite ultimi:

SLU di tipo geotecnico (GEO) e di tipo idraulico (UPL e HYD):

- Collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi assiali
- Collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi trasversali;
- Collasso per carico limite di sfilamento nei riguardi dei carichi assiali di trazione;
- Instabilità globale dell'insieme terreno-opera.

SLU di tipo strutturale (STR):

- Raggiungimento della resistenza strutturale dei pali;
- Raggiungimento della resistenza della struttura di collegamento dei pali

La verifica di stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno deve essere effettuata secondo:

- **Approccio 1:**
 - **Combinazione 2: (A2+M2+R2)**

Le rimanenti verifiche devono essere effettuate considerando le seguenti combinazioni di coefficienti:

- **Approccio 2:**
 - **Combinazione: (A1+M1+R3)**

Carichi	Effetto	Coefficiente parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali (1)	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

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

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

Come indicato al punto 7.11.1 delle NTC in condizioni sismiche “le verifiche agli stati limite ultimi devono essere effettuate ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni.

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	M1	M2
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,00	1,25
Coazione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,00	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,00	1,40
Peso dell'unità di volume	γ	γ_γ	1,00	1,00

Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Verifica	Coefficiente parziale (R3)
----------	----------------------------

Capacità portante	$\gamma_R = 1,4$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$
Ribaltamento	$\gamma_R = 1,15$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1,4$

Tabella 6.5.I - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO di opere di sostegno.

Verifica	Coefficiente parziale (R2)
Stabilità globale	$\gamma_R = 1,1$

Tabella 6.8.I - Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo.

Il valore caratteristico della resistenza allo sfilamento dell'ancoraggio è determinato con metodi analitici dai valori caratteristici dei parametri geotecnici dedotti dai risultati di prove in sito e/o di laboratorio.

Il valore caratteristico della resistenza allo sfilamento $R_{a,k}$ è dato dal minore dei valori ottenuti applicando alle resistenze calcolate $R_{a,cal}$ i fattori di correlazione ξ riportati nella seguente tabella in funzione del numero di verticali indagate:

N° di verticali indagate	1	2	3	4	>4
ξ_{a3}	1,70	1,65	1,60	1,55	1,40
ξ_{a4}	1,70	1,55	1,48	1,42	1,25

Tabella 6.4.IV – Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate.

6. RIEPILOGO VERIFICHE GEOTECNICHE

6.1. VERIFICHE DI PORTANZA VERTICALE

Verifica di capacità portante VERTICALE per la famiglia SLU

Filo	Ind.	Xp	Yp	γR laterale	γR punta	Pl,d	Pp,d	Def.vol	Comb.	Cnd	N	Ed	Rd	C.S.	Verifica
M1	1	2201.35	982.88	1.15	1.35	2184	4324		SLU 16	LT	-3894	-4567	6508	1.42	Si
M2	1	2498.05	1188.75	1.15	1.35	2621	4324		SLU 16	LT	-5521	-6194	6945	1.12	Si
M3	1	2699.05	1263.19	1.15	1.35	2621	4324		SLU 15	LT	-3852	-4525	6945	1.53	Si
M4	-	2466.96	1363.66	1.15	1.35	2186	4324		SLU 10	LT	-546	-1107	6510	5.88	Si
M5	-	2598.24	1412.29	1.15	1.35	2186	4324		SLU 9	LT	-376	-937	6510	6.95	Si

Verifica di capacità portante VERTICALE per la famiglia SLD

Filo	Ind.	Xp	Yp	γR laterale	γR punta	Pl,d	Pp,d	Def.vol	Comb.	Cnd	N	Ed	Rd	C.S.	Verifica
M1	1	2201.35	982.88	1.15	1.35	2184	4324		SLD 3	LT	-2039	-2556	6508	2.55	Si
M2	1	2498.05	1188.75	1.15	1.35	2621	4324		SLD 13	LT	-2987	-3505	6945	1.98	Si
M3	1	2699.05	1263.19	1.15	1.35	2621	4324		SLD 5	LT	-2027	-2544	6945	2.73	Si
M4	-	2466.96	1363.66	1.15	1.35	2186	4324		SLD 3	LT	-231	-662	6510	9.83	Si
M5	-	2598.24	1412.29	1.15	1.35	2186	4324		SLD 15	LT	-356	-787	6510	8.27	Si

Verifica di capacità portante VERTICALE per la famiglia SLV

Filo	Ind.	Xp	Yp	γR laterale	γR punta	Pl,d	Pp,d	Def.vol	Comb.	Cnd	N	Ed	Rd	C.S.	Verifica
M1	1	2201.35	982.88	1.15	1.35	2184	4324		SLV 3	LT	-2162	-2679	6508	2.43	Si
M2	1	2498.05	1188.75	1.15	1.35	2621	4324		SLV 13	LT	-3429	-3946	6945	1.76	Si
M3	1	2699.05	1263.19	1.15	1.35	2621	4324		SLV 1	LT	-2260	-2778	6945	2.5	Si
M4	-	2466.96	1363.66	1.15	1.35	2186	4324		SLV 3	LT	-625	-1056	6510	6.16	Si
M5	-	2598.24	1412.29	1.15	1.35	2186	4324		SLV 15	LT	-659	-1090	6510	5.97	Si

6.2. VERIFICHE DI PORTANZA TRASVERSALE

Verifica di capacità portante TRASVERSALE per la famiglia SLU

Filo	Ind.	Xp	Yp	γR trasversale	LRF	Comb.	Cnd	Rd	Ed (T)	C.S.	Verifica
M1	1	2201.35	982.88	1.3	1	SLU 4	D	12528.9	38.9	322.07	Si
M2	1	2498.05	1188.75	1.3	1	SLU 15	D	2701.4	576.9	4.68	Si
M3	1	2699.05	1263.19	1.3	1	SLU 14	D	3288.8	763.8	4.31	Si
M4	-	2466.96	1363.66	1.3	1	SLU 2	D	6109.3	249.8	24.46	Si
M5	-	2598.24	1412.29	1.3	1	SLU 15	D	5914.6	363	16.29	Si

Verifica di capacità portante VERTICALE per la famiglia SLV

Filo	Ind.	Xp	Yp	γR trasversale	LRF	Comb.	Cnd	Rd	Ed (T)	C.S.	Verifica
M1	1	2201.35	982.88	1.3	1	SLV 3	D	4999.7	162.7	30.74	Si
M2	1	2498.05	1188.75	1.3	1	SLV 13	D	3654	796	4.59	Si
M3	1	2699.05	1263.19	1.3	1	SLV 1	D	4137.9	623.5	6.64	Si
M4	-	2466.96	1363.66	1.3	1	SLV 13	D	5693.3	369.7	15.4	Si
M5	-	2598.24	1412.29	1.3	1	SLV 1	D	6482.9	331.7	19.54	Si

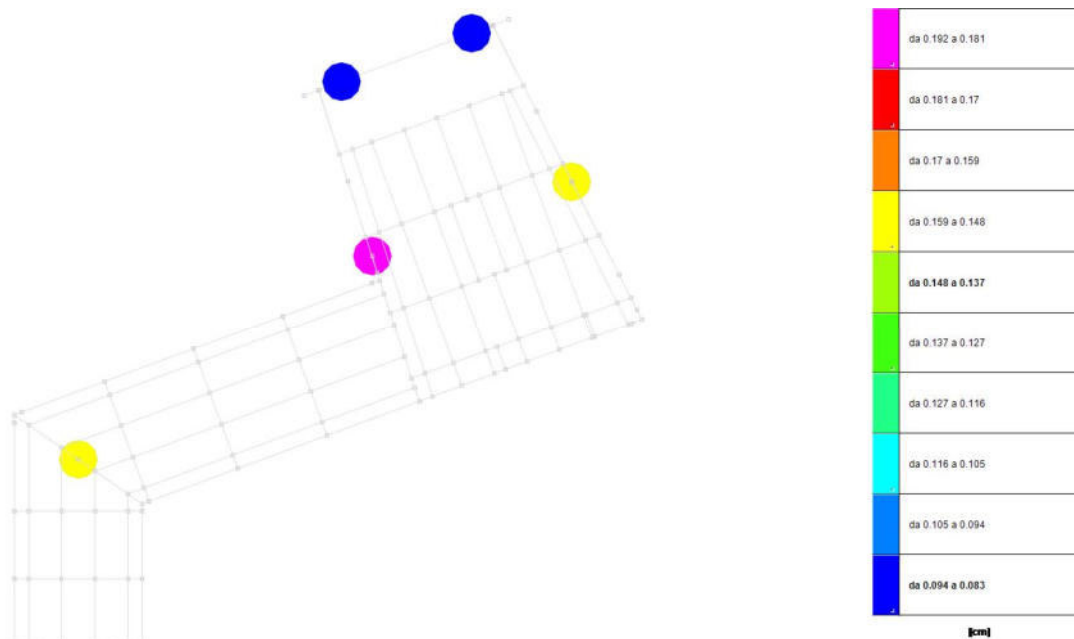
6.3. VERIFICA CEDIMENTI PALI

Per le verifiche agli stati limite d'esercizio delle fondazioni si deve effettuare una valutazione dei cedimenti in modo da verificarne la compatibilità con i requisiti prestazionali della struttura in elevazione.

Nelle analisi da effettuare i valori delle proprietà meccaniche da utilizzare sono quelli caratteristici e i coefficienti parziali sulle azioni hanno valore unitario.

Il terreno al di sotto del piano di fondazione è considerato diviso in strati omogenei.

Dalle verifiche prodotte col programma SismiCAD (Concrete s.r.l.) si ricava che il massimo cedimento edometrico è di 1.92 cm.



Per valutare l'accettabilità del valore teorico calcolato si può fare riferimento alla seguente tabella riportata sul manuale "FONDAZIONI Progetto e analisi" di Joseph Bowles che riassume uno studio fatto da MacDonald e Skempton (1955) confermato successivamente da Grant e altri (1974). I valori tra parentesi costituiscono valori di progetto consigliati.

Tabella 5.8 Cedimenti differenziali tollerabili da edifici, in mm⁽¹⁾ e fra parentesi i valori massimi raccomandabili.

Critero	Fondazioni isolate	Fondazioni a graticcio e a platea
Distorsione angolare (fessure)		0.1
Massimo cedimento differenziale		
Argille		45 (35)
Sabbie		30 (25)
Massimo cedimento		
Argille	75 (60)	75-125 (35-100)
Sabbie	50 (35)	50-75 (35-60)

⁽¹⁾ MacDonald e Skempton (1955).

Considerando quindi i valori raccomandati per fondazioni isolate, i valori dei massimi cedimenti calcolati risultano essere accettabili.