

ASL di Lodi

via Gandolfi – Codogno

insediamento RSA di Codogno

PROGETTO DI AMPLIAMENTO RSA DI CODOGNO – VIA GANDOLFI

INDAGINE GEOLOGICA E GEOTECNICA

(ai sensi D.M. 14/01/2008)

RELAZIONE



ecosphera s.r.l. - via Malogno, 2 - 25036 Palazzolo sull'Oglio (BS) - Tel. 030.7402007 – 030.7401749 - Fax 030.7402017 - www.ecosphera.net -
mail:info@ecosphera.net



Ambiente
Qualità
Sicurezza
per le Aziende

Data emissione 08/2009

Commessa

Rif.

J:\Geotecnica\Comuni in zona 4\Codogno ASL\RELAZIONE ecosphera
dm 14 01 08.doc

SOMMARIO

1	PREMESSA.....	3
2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO-MORFOLOGICO.....	4
3	PROGETTAZIONE GEOTECNICA.....	6
3.1	INDAGINE GEOTECNICA	6
3.2	VALORI CARATTERISTICI E DI PROGETTO DEI PARAMETRI GEOTECNICI	7
3.3	PARAMETRI SISMICI	7
3.4	AZIONI NELLE VERIFICHE AGLI STATI LIMITE	9
3.5	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI	10
3.6	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO	11

ALLEGATI

- Diagrammi prove penetrometriche

1 PREMESSA

Su incarico dell'ASL di Lodi è stata effettuata un'indagine atta a definire le caratteristiche geologiche e geotecniche e sismiche del sito interessato da un intervento di ampliamento della sede RSA di Codogno (PV). Di seguito si riporta l'ubicazione del sito su estratto CTR.

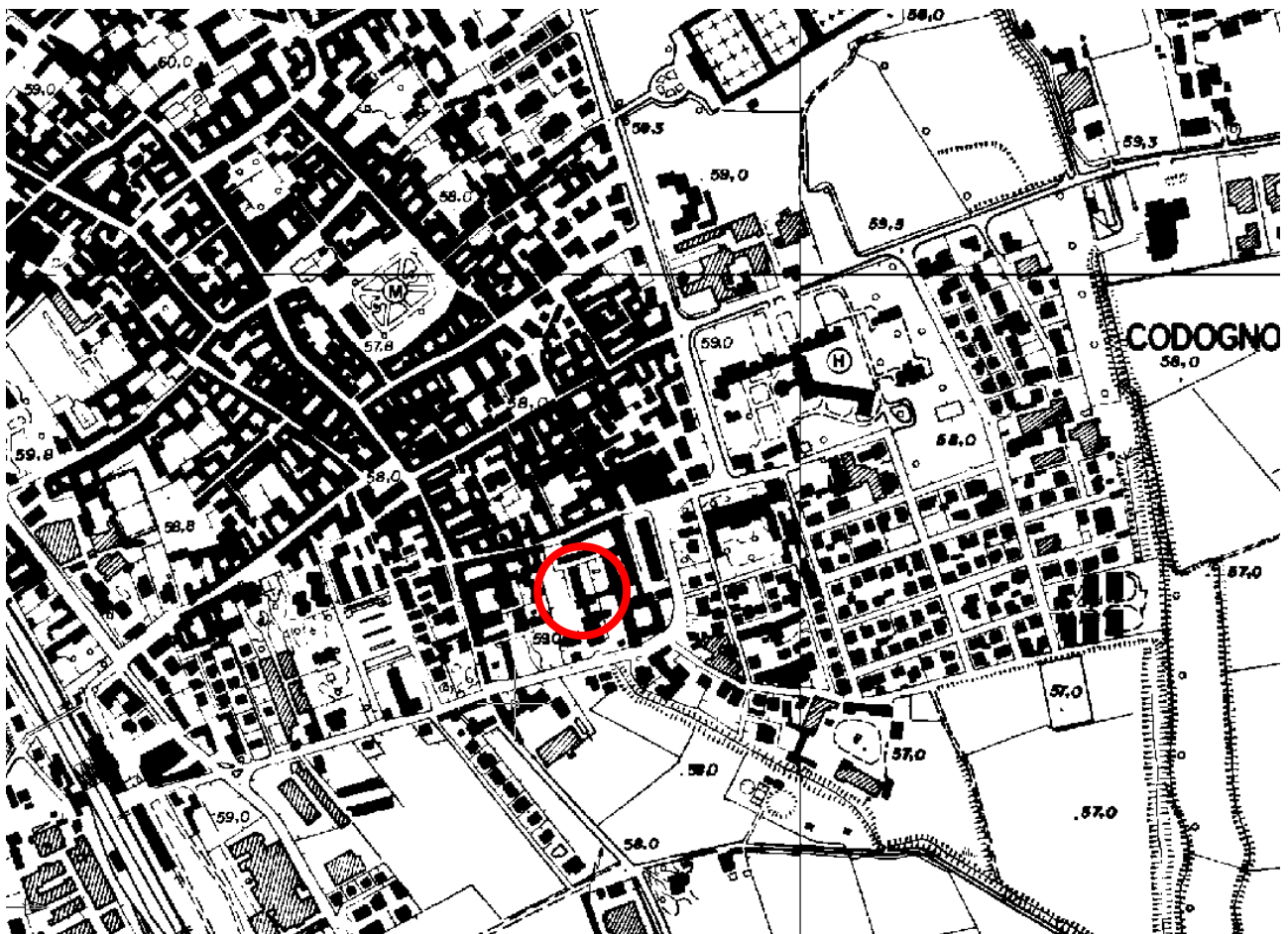


Figura 1 Ubicazione sito in studio su CTR

2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO-MORFOLOGICO

Dal punto di vista geolitologico la zona è costituita da depositi alluvionali quaternari (<1,64 Ma) di natura prevalentemente sabbiosa.

Dal punto di vista geomorfologico l'area in oggetto si colloca in ambito pianeggiante, sul livello fondamentale della pianura ad una quota di 58 m s.l.m, con una pendenza N-S molto bassa, inferiore a 1 per mille.

Dal punto di vista idrografico si segnala la presenza di corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrico minore: uno proviene da ovest e scorre lungo via Gandolfi (50-60 m a sud del sito) per poi deviare a cielo aperto verso SW. Un altro corso d'acqua scorre lungo via San Giorgio a 250-260 m ad est dal sito, in fregio all'Ospedale.

Dal punto di vista idrogeologico la falda idrica ha un andamento NNW --> SSE con gradiente 1 per mille e si trova a circa 10 m di profondità dal piano campagna (58 m.slm) – v. figura 2 – isospieze fra 48-47 m.slm).



Figura 2 Estratto Studio Geologico Comunale – Carta idrogeologica

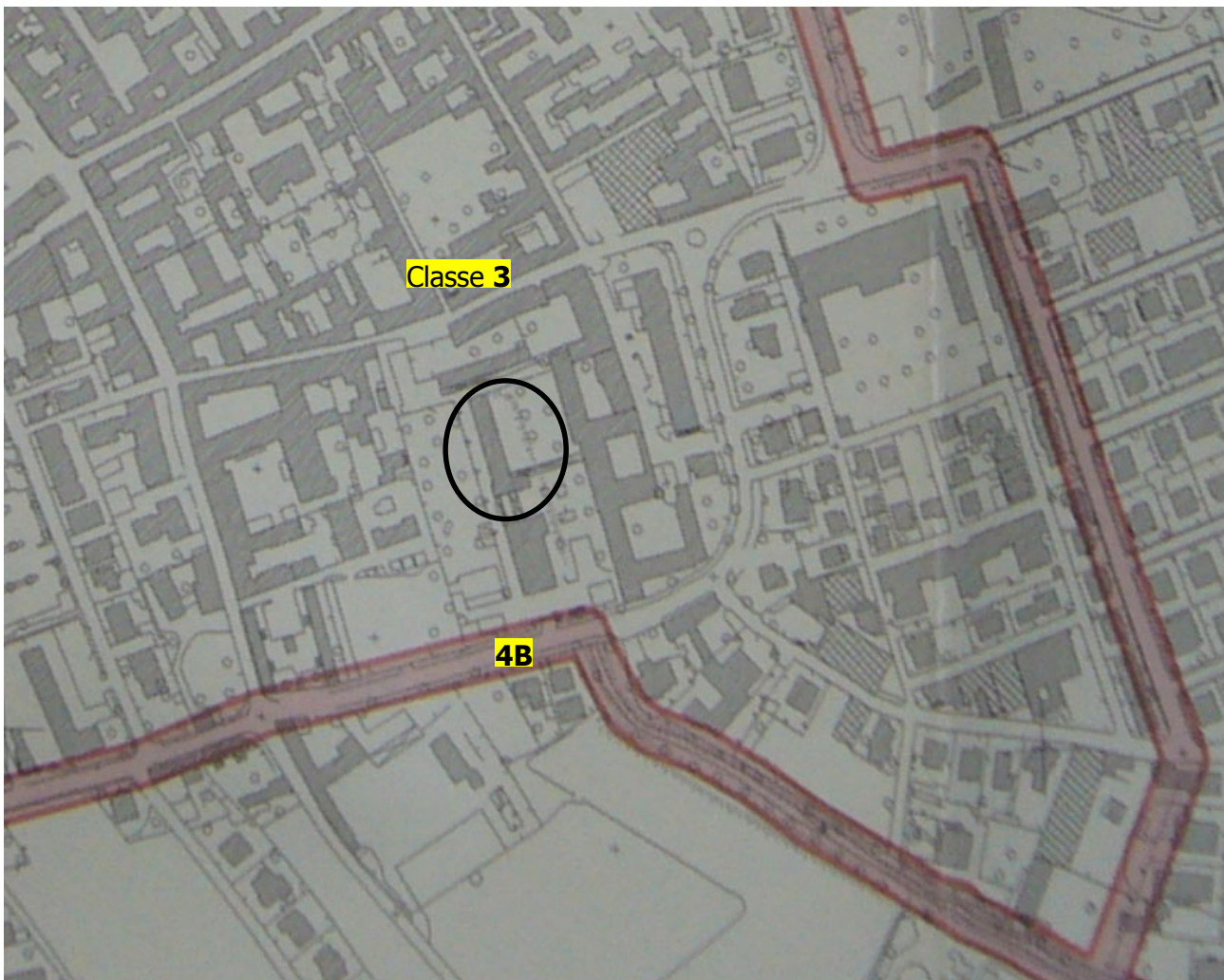


Figura 3	Estratto Studio Geologico Comunale – Carta di fattibilità Geologica per le azioni di piano
----------	--

Per quanto riguarda la fattibilità geologica il sito si colloca in Classe 3 (v. fig. 3).

3 PROGETTAZIONE GEOTECNICA

3.1 Indagine geotecnica

Sono state eseguite n. 2 prove penetrometriche dinamiche eseguite ad hoc per l'intervento in questione.

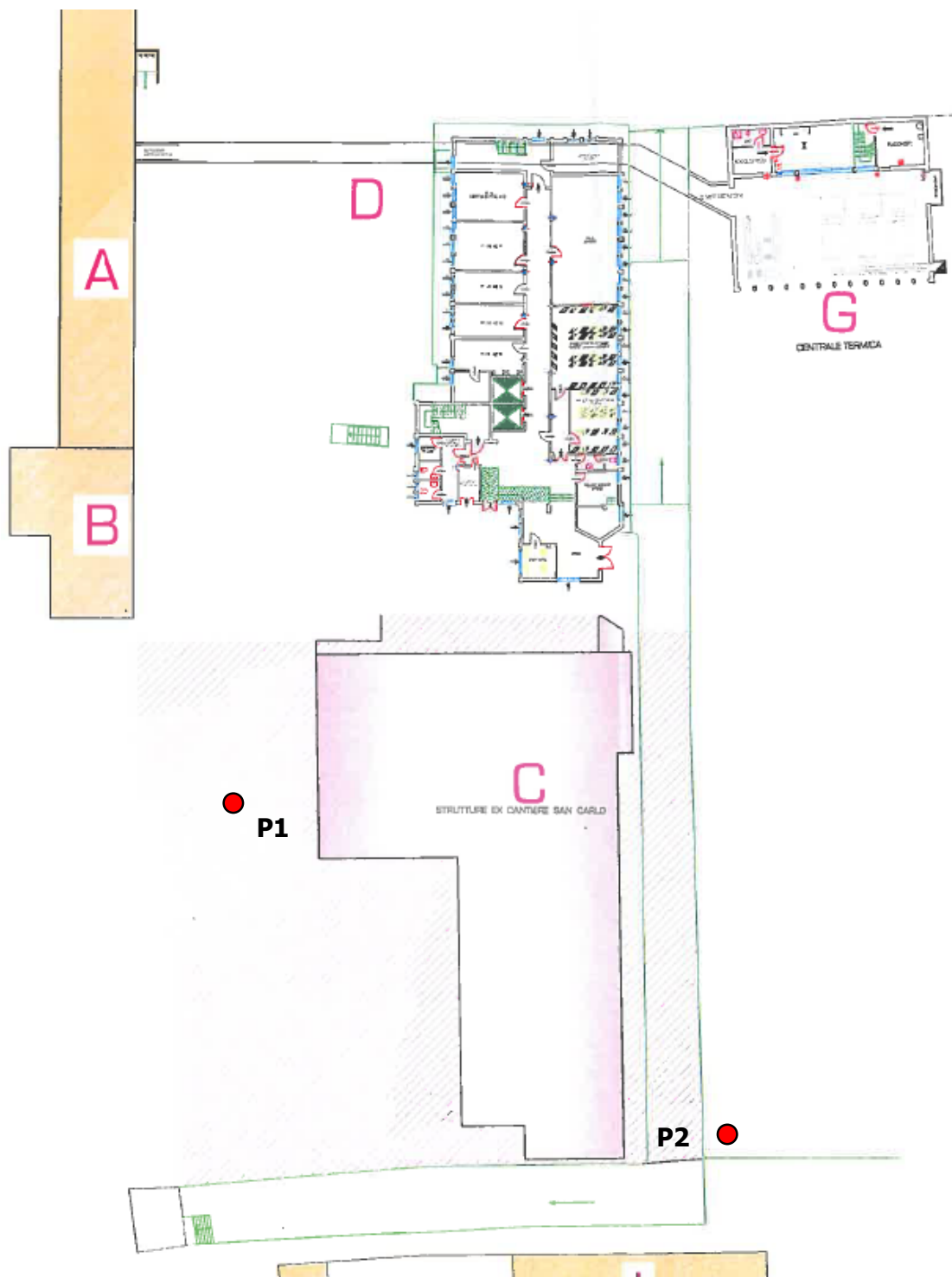


Figura 4 | ubicazione prove penetrometriche

I dati relativi alle prove penetrometriche dinamiche evidenziano due corpo geologici principali con un primo (fra 1 m e 15 m di profondità da pc) caratterizzato da valori di Ncolpi che oscillano fra 5-15 ed un secondo più in profondità con valori di Ncolpi superiori a 15.

3.2 Valori caratteristici e di progetto dei parametri geotecnici

Per valore caratteristico di un parametro geotecnico deve intendersi una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro nello stato limite considerato. Tali valori caratteristici delle grandezze fisiche e meccaniche da attribuire ai terreni sono stati ottenuti attraverso l'interpretazione dei dati più scarsi acquisiti nella precedente indagine geotecnica (par. 3.1).

I valori di progetto dei parametri geotecnici si ottengono dai valori caratteristici tenendo conto dei coefficienti parziali γ_M .

Il modello geotecnico che caratterizza il volume significativo interessato dall'interazione con le opere (indicativamente uno spessore di sottosuolo compreso fra 4 e 18 m di profondità) e che scaturisce dalle indagini effettuate può riassumersi come segue:

Corpo geologico 1 (1-15 m)

- Ncolpi medio = 9
- angolo di resistenza al taglio di picco (ϕ'_k) = 28°
- angolo di resistenza al taglio cv (ϕ'_{kcv}) = 23°
- coesione efficace (c'_k) = 0
- resistenza non drenata (c_{uk}) = 0
- peso dell'unità di volume (γ) = 1800 Kg/mc
- modulo di deformazione E_{yk} = 80 Kg/cmq

Corpo geologico 2 (>15 m)

- Ncolpi medio = 20
- angolo di resistenza al taglio di picco (ϕ'_k) = 32°
- angolo di resistenza al taglio cv (ϕ'_{kcv}) = 26°
- coesione efficace (c'_k) = 0
- resistenza non drenata (c_{uk}) = 0
- peso dell'unità di volume (γ) = 1800 Kg/mc
- modulo di deformazione E_{yk} = 160 Kg/cmq

3.3 Parametri sismici

La categoria topografica definita in base al D.M. 14/01/08 è T1 (superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media <15°) cui corrisponde un valore di coefficiente di amplificazione topografica S_T pari a 1. L'allegato B alle norme tecniche per le costruzioni (D.M. 14/01/2008) espone i nuovi dati di pericolosità sismica per tutto il territorio nazionale che permettono di definire l'azione sismica.

Coordinate geografiche del sito

latitudine: 45,1572

longitudine: 9,70995

Dai dati dell'indagine penetrometrica il suolo di fondazione viene classificato appartenente alla **categoria D** in quanto il valore medio di NSPT nei primi 30 m viene considerato cautelativamente inferiore a 15 (v. diagrammi prove).

La verifica alla liquefazione eseguita mediante CNR – GNDT da Seed e Idriss ha portato a valori compresi fra 1 e 1,3 – (terreni non liquefacibili o liquefazione incerta).

Per il sito in studio si ottengono i seguenti valori (software Geostru-parametri sismici):

Sito in esame.			
latitudine:	45,1572		
longitudine:	9,70995		
Classe:	2		
Vita nominale:	50		
Siti di riferimento			
Sito 1	ID: 13599	Lat: 45,1739Lon: 9,6632	Distanza: 4107,445
Sito 2	ID: 13600	Lat: 45,1762Lon: 9,7340	Distanza: 2828,630
Sito 3	ID: 13821	Lat: 45,1240Lon: 9,6664	Distanza: 5029,635
Sito 4	ID: 13822	Lat: 45,1262Lon: 9,7371	Distanza: 4049,803
Parametri sismici			
Categoria sottosuolo:	D		
Categoria topografica:	T1		
Periodo di riferimento:	50anni		
Coefficiente cu:	1		
Operatività (SLO):			
Probabilità di superamento:	81	%	
Tr:		30	[anni]
ag:		0,030 g	
Fo:		2,534	
Tc*:		0,202	[s]
Danno (SLD):			
Probabilità di superamento:	63	%	
Tr:		50	[anni]
ag:		0,037 g	
Fo:		2,573	
Tc*:		0,219	[s]
Salvaguardia della vita (SLV):			
Probabilità di superamento:	10	%	
Tr:		475	[anni]
ag:		0,082 g	
Fo:		2,571	
Tc*:		0,289	[s]
Prevenzione dal collasso (SLC):			
Probabilità di superamento:	5	%	
Tr:		975	[anni]
ag:		0,105 g	
Fo:		2,546	
Tc*:		0,300	[s]
Coefficienti Sismici			
SLO:			
Ss:	1,800		
Cc:	2,780		
St:	1,000		
Kh:	0,011		
Kv:	0,005		
Amax:	0,538		
Beta:	0,200		
SLD:			
Ss:	1,800		
Cc:	2,670		
St:	1,000		
Kh:	0,013		
Kv:	0,007		
Amax:	0,654		
Beta:	0,200		
SLV:			
Ss:	1,800		
Cc:	2,330		
St:	1,000		
Kh:	0,030		
Kv:	0,015		
Amax:	1,448		
Beta:	0,200		
SLC:			
Ss:	1,800		
Cc:	2,280		
St:	1,000		
Kh:	0,045		
Kv:	0,023		
Amax:	1,848		

Figura 5	Coefficienti sismici sito-specifici
----------	-------------------------------------

Il periodo fondamentale approssimato della struttura viene posto pari a 0,5 s.

Di seguito viene riportato lo spettro elastico relativo allo Stato limite di Salvaguardia Vita (SLV) del sito in oggetto:

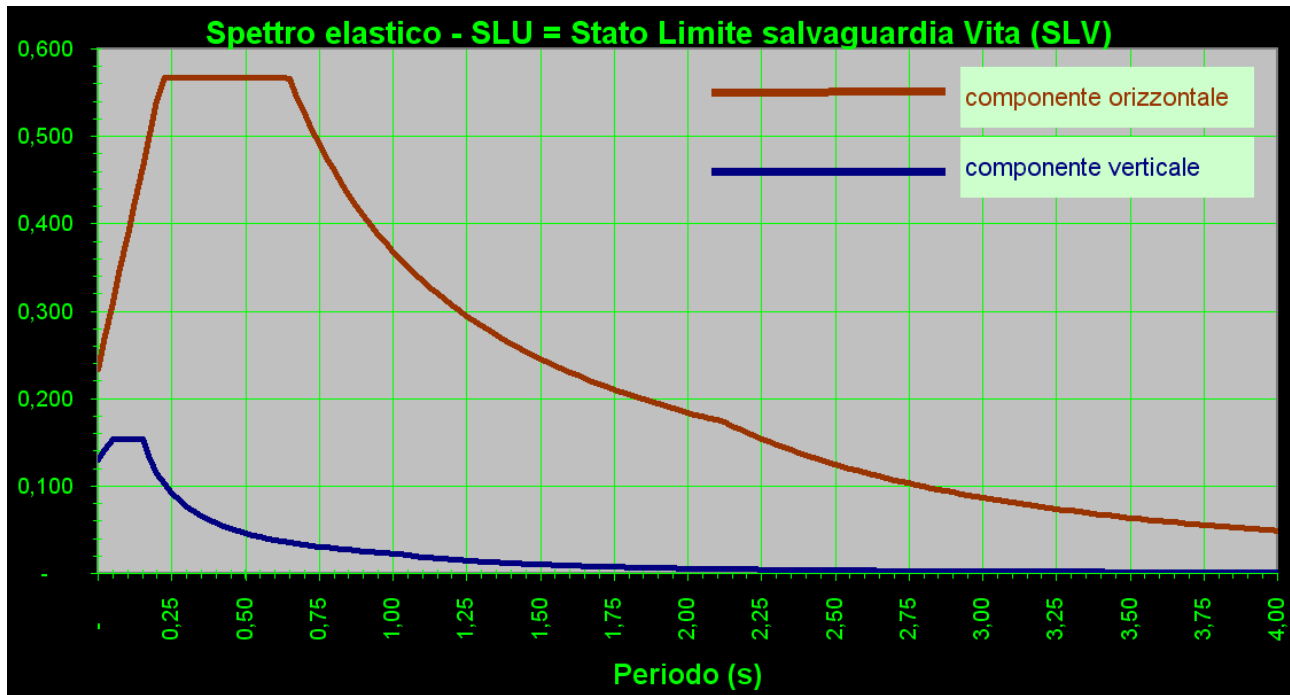


Figura 6 | Spettro elastico SLV; $T_r = 475$ anni

3.4 Azioni nelle verifiche agli stati limite

Sulla base delle informazioni e dei dati forniti dal progettista delle strutture si è preso atto della scelta progettuale (platea unica caricata da pilastri aventi competenza cad/pilastro pari a 4x6 mq) con la seguente combinazione da adottare nelle verifiche geotecniche.

- Combinazione fondamentale per gli strati ultimi (SLU): $N = 0,6$ MPa;
- Combinazione frequente di esercizio (SLE): $N = 0,42$ MPa;
- Combinazione sismica: $N = 0,38$ MPa.

Di seguito si riassumono le condizioni generali della geometria e del sisma di progetto utilizzate nelle verifiche:

DATI GENERALI

Larghezza fondazione	6,0 m
Lunghezza fondazione	4,0 m
Profondità piano di posa	4,0 m
Altezza di incastro	1,0 m
Profondità falda	8,0

SISMA

Accelerazione massima (ag/g)	0,147
Coefficiente sismico orizzontale	0,0294
Coefficiente sismico verticale	0,0147

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Descrizione:	
Latitudine:	45,16
Longitudine:	9,71
Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	50,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	D
Categoria topografica:	T1

3.5 Verifiche agli stati limite ultimi

Le verifiche devono essere effettuate nei confronti dei seguenti stati limite:

- A. collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno;
- B. collasso per scorrimento sul piano di posa.

Condizione di verifica agli stati limite ultimi è la seguente disequazione:

$$Ed \leq Rd$$

A) SLU per carico limite

Ed = componente della risultante delle forze in direzione normale al piano di posa

Rd = valore della forza normale al piano di posa cui corrisponde il raggiungimento del carico limite in terreni di fondazione

La formula trinomia per il calcolo del carico ultimo risulta la seguente (Hansen, 1970)

$$\begin{aligned}
 \text{Carico verticale} \quad q_{ult} &= c \times N_c \times s_c \times d_c + \gamma \times D \times N_q \times s_q \times d_q + 0.5 \times \gamma \times B \times N_\gamma \times s_\gamma \times d_\gamma \\
 \text{Carico inclinato} \quad q_{ult} &= c \times N_c \times i_c \times d_c + \gamma \times D \times N_q \times i_q \times d_q + 0.5 \times \gamma \times B \times N_\gamma \times i_\gamma \times d_\gamma
 \end{aligned}$$

da cui si ricavano per le geometrie di progetto i seguenti coefficienti:

Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	14,72
Fattore [Nc]	25,8
Fattore [Ng]	10,94
Fattore forma [Sc]	1,86
Fattore profondità [Dc]	1,27
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1,0
Fattore inclinazione base [Bc]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,8
Fattore profondità [Dq]	1,2
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1,0
Fattore inclinazione base [Bq]	1,0
Fattore forma [Sg]	0,4
Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1,0
Fattore inclinazione base [Bg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

Verifiche geotecniche:

combinazione fondamentale SLU: $E_d (58 \text{ KPa}) \leq R_d (315 \text{ KPa})$ **condizione verificata**

combinazione sismica SLV: $E_d (41 \text{ KPa}) \leq R_d (73 \text{ KPa})$ **condizione verificata**

Nei calcoli relativi alla combinazione sismica è stata tenuta in conto l'accelerazione nel sottosuolo (effetto cinematico) e nella fondazione (effetto inerziale) indotta dal sisma attraverso l'utilizzo dei coefficienti sismici K_{hk} e K_{hi} che controllano i fattori parziali γ della formula della capacità portante (Paolucci e Pecker, 1997).

B) per SLU per scorrimento

E_d = componente della risultante delle forze in direzione parallela al piano di posa

R_d = valore della forza parallela al piano di posa-scorrimento cui corrisponde il raggiungimento del carico limite i terreni di fondazione

combinazione sismica SLV: $E_d (119 \text{ KN})$ (taglio sismico) $\leq R_d (445 \text{ KN})$ **condizione verificata**

3.6 Verifiche agli stati limite di esercizio

Si devono calcolare i valori degli spostamenti e delle distorsioni per verificarne la compatibilità con i requisiti prestazionali della struttura in elevazione. Per ciascun stato limite di esercizio deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq C_d$$

E_d = valore di progetto dell'effetto delle azioni (cedimento calcolato)

C_d = prescritto valore limite dell'effetto delle azioni (cedimento ammissibile)

La verifica geotecnica per la stima dei cedimenti massimi di fondazione è stata fatta considerando i metodi di Schmertmann (v. modello geotecnica par. 3.2) e di Burland-Burbidge (Ncolpi medio = 9 nella profondità significativa sp. 2,4 m di sottofondazione). In entrambe le elaborazioni si calcolano cedimenti praticamente nulli in quanto la pressione netta (0,42 Kpa) sui terreni si sottofondazione alla profondità di oltre 4 m risulta nulla o negativa rispetto al carico litostatico originario.

Tipo di fondazione	Combinazione delle azioni	Pressione	Cedimento assoluto calcolato
platea	Combinazione frequente di esercizio (SLE)	0,42 KPa	0 mm (Schmertmann)
platea	Combinazione frequente di esercizio (SLE)	0,42 KPa	0 mm (Burland-Burbidge)

$E_d (0 \text{ cm})$ cedimento $\leq C_d (0,3 \text{ cm})$ cedimento differenziale accettabile ---> **condizione verificata**

Palazzolo s/O, agosto 2009

dott. geol. Marco Carraro
n. 701 O.G.L.

