

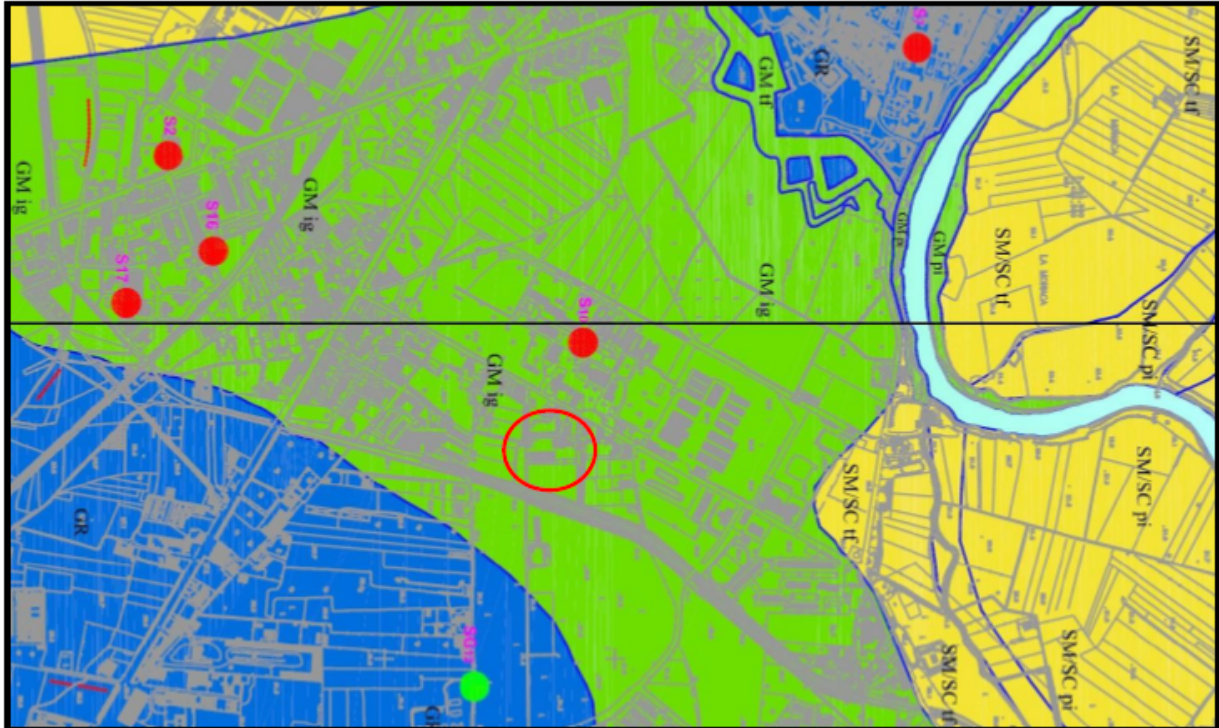
<div><div><div>Finanziato dall'Unione europea</div><div>NextGenerationEU</div></div></div>	DB7 : cbXc`Wta d`Ya YbHfYU`DBFF. `Dfc[fUa a U`GjW fcžj YfXY`YgcVjUY. Fjei UjzWuh]cbYXY`fYX]`n]UfYg]XYbn]UY`di VV`jWU`ff]gcfGyUggY] bUH`U`U 7 Ua dUb]UXU`8 D7 A`%`#-`#S\$%&L		
<div><div><div>Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti</div></div><div><div>579F`7 Ua dUb]U `5fYU`bZfa UjWUY`GYfj]n] ; YbYfU]</div></div></div>	<div>LAVORI DI RIQUALIFICAZIONE EDILIZIA E URBANA (PREU) DI N° +\$`5 @@C; ; =9FD`B`7 5 DI 5`f7 9L5 @@G`J`5`A5 FH`F`=8`=B5 GG`F M5</div> <div></div>		
<div>RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO: Ing. Carmine CRISCI</div>		<div>PROGETTO ESECUTIVO</div> <div>#@) `#yh`7 K</div>	
ELABORATO: MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO		ELABORATO N°: PE-DES-STR-04-00	
DATA: FEBBRAIO 2024		REVISIONE N°: 00	SCALA : -
<div>PROGETTISTI RTP:</div> <div><div><div>INDIRIZZO: Via Tranagro, 19 Salerno - 84132</div></div><div><div>INDIRIZZO: Via Papa Giovanni XXIII n.13/A Santa Caterina Villarmosa (CL)- 93018</div></div></div> <div>TECNICI:</div> <div>Ing. Michele Barletta (Amministratore unico Spring Project srl) Ing. Andrea Caprara (Direttore tecnico Spring Project srl) Ing. Francesca Lazzarini Consalvo (Giovane Professionista)</div> <div>Arch. Giuseppe Maria Ippolito (Amministratore unico Litos Progetti srl) Ing. Piero Lo Duca (Direttore tecnico Litos Progetti srl)</div>		<div>TIMBRI:</div> <div></div>	
<div>IMPRESA:</div> <div><div>Ambra Med srl Riviera di Chiaia, 242 Napoli - 80121</div></div>			
Rev.	Data	Descrizione	
<div>Questo documento è stato predisposto da Spring Project srl e Litos Progetti srl e può essere utilizzato esclusivamente per le finalità previste dal contratto in base al quale lo stesso è stato fornito; la riproduzione, la cessione e comunque ogni utilizzo per finalità diverse sono vietati in assenza di preventiva autorizzazione da parte di Spring Project srl e Litos Progetti srl. Il contenuto del documento è protetto dalle norme sul diritto d'autore e la proprietà intellettuale.</div>			

RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO DI COSTRUZIONE

I fabbricati oggetto di intervento ricadono nell'area periferica del comune di Capua in provincia di Caserta. Per quanto attiene alla pericolosità sismica del sito, il Comune, secondo l'attuale classificazione sismica della Regione Campania (*Regione Campania Giunta Regionale - Seduta del 7 novembre 2002 - Deliberazione N. 5447 – Area Generale di Coordinamento Ecologia, Tutela dell'Ambiente, CIA e Protezione Civile, Aggiornamento della classificazione sismica dei comuni della Regione Campania*), è classificato in Zona Sismica 2.

UBICAZIONE DELL'OPERA	
Località	Capoluogo
Comune	Capua
Provincia	Caserta
Regione	Campania
Longitudine	14,22738
Latitudine	41,10275

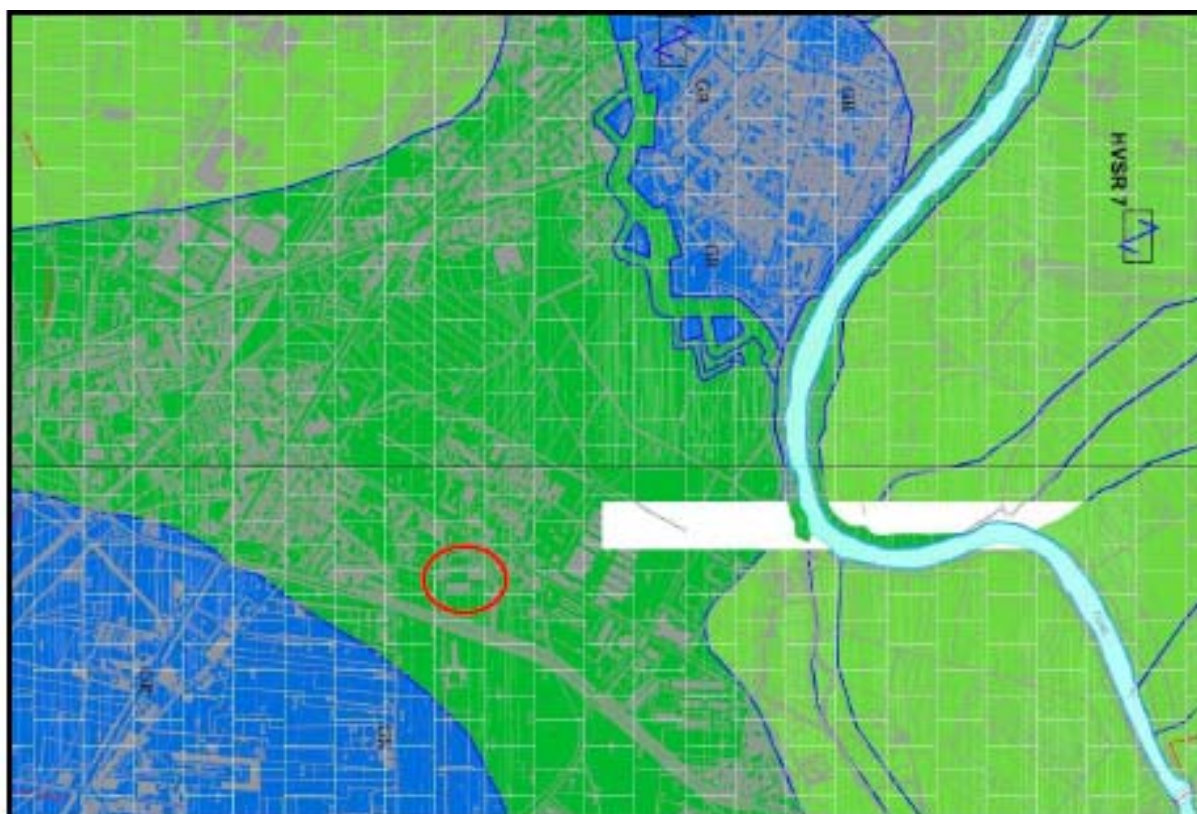
Dallo studio di microzonazione sismica del Comune dei Capua (CE), si ricava che l'area oggetto di studio, dal punto di vista geologico – tecnico, presenta terreni appartenenti alla formazione GM: ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo; senza evidenze di dissesti.



TERRENI DI COPERTURA	
GW	GHIAIE PULITE con granulometria ben assortita, miscela di ghiaia e sabbia
GP	GHIAIE PULITE con granulometria poco assortita, miscela di ghiaia e sabbia
GM	GHIAIE LIMOSE, miscela di ghiaia, sabbia e limo
SM	SABBIE LIMOSE, miscela di sabbia e limo
SC	SABBIE ARGILLOSE, miscela di sabbia e argilla
ME	Limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità
- AMBIENTE VULCANICO -	
ig	Coltri ignimbritiche
- AMBIENTE DI VERSANTE -	
dt	Falda detritica
cd	Conoide detritica
cz	Conoide di debris
- AMBIENTE FLUVIO-LACUSTRE -	
tf	Terzani fluviale
pi	Piana inondabile
pa	Palustre
SUBSTRATO GEOLOGICO	
LPS	LAPIREO STRATIFICATO
GR	GRANULARE CEMENTATO
CO	COESIVO SOVRACONSOLIDATO
FAGLIA	
LIMITI GEOLITOGICI	
●	Profondità (m) sondaggio o pozzo che ha raggiunto il substrato geologico
●	Profondità (m) sondaggio o pozzo che non ha raggiunto il substrato geologico
Limite tra le aree a diversa soggiacenza del livello di falda maggiore o minore di 15 m	

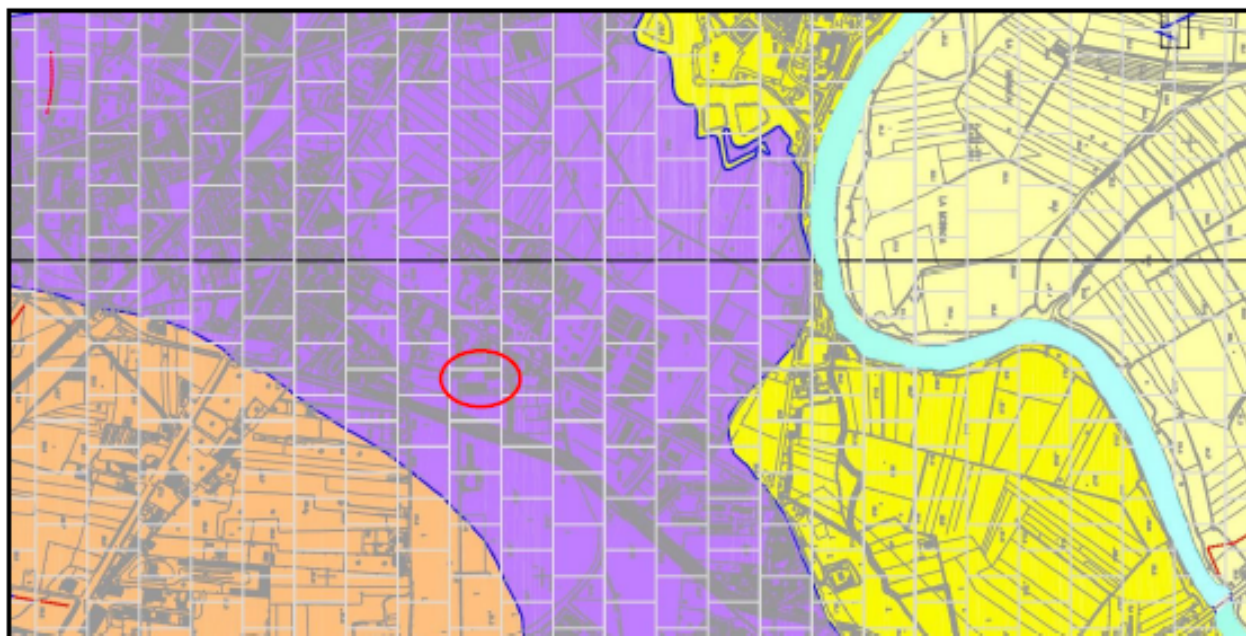
Stralcio e legenda carta geologico/tecnica – studio microzonazione sismica Comune di Capua (CE)

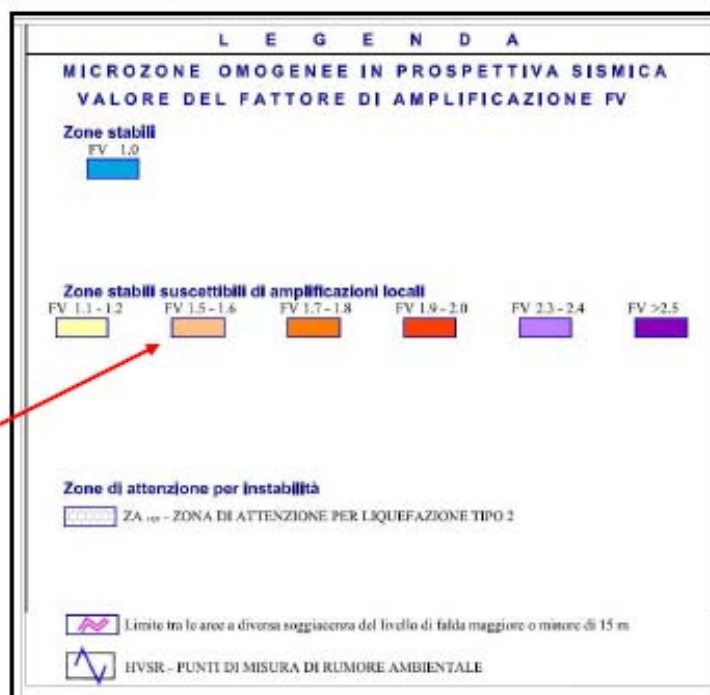
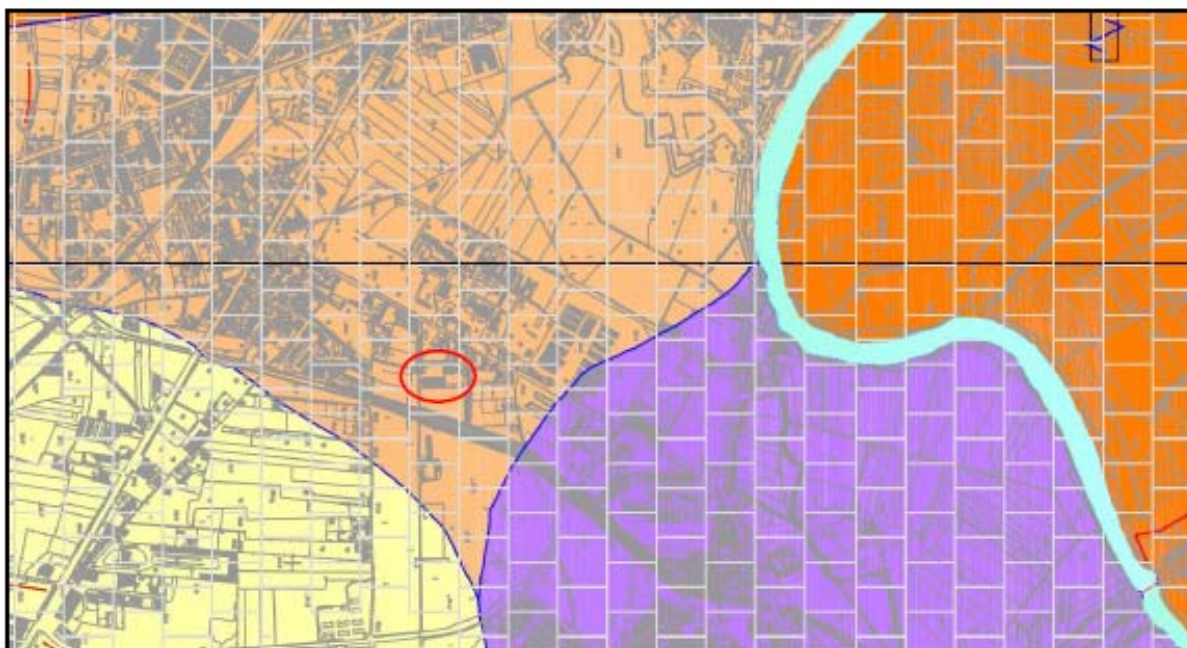
Sempre dal suddetto studio di microzonazione sismica del Comune dei Capua (CE), si ricava che l'area oggetto di studio, relativamente alla carta delle MOPS (microzone omogenee in prospettiva sismica), si trova in zone stabili suscettibili di amplificazione locale.



Stralcio e legenda carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica – studio microzonazione sismica Comune di Capua (CE)

Sempre relativamente allo studio di microzonazione sismica del Comune di Capua (CE), si ricava dalla carta di microzonazione livello 2, che l'area oggetto di studio, ricade nella fascia di zone stabili suscettibili di amplificazione locale, con FA 2.3 – 2.4 ed FV 1.5 – 1.6.





**Stralcio e legenda carta di microzonazione livello 2 – studio microzonazione sismica
Comune di Capua (CE)**

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla pericolosità sismica di base del sito di costruzione. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{vr} , nel periodo di riferimento V_r .

Ai fini della presente normativa le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento

nel periodo di riferimento Pvr, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g : accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_o : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.



Stati limite e relative probabilità di superamento

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia di esercizio che ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Gli stati limiti di esercizio sono:

Stato Limite di Operatività (SLO): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;

Stato Limite di Danno (SLD): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali e orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono:

Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV): a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;

Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC): a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{vr} , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati sono riportati nella successiva tabella.

Stati limite		Pvr: probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_r
Stati limite di esercizio	SLO	81 %
	SLD	63 %
Stati limite ultimi	SLV	10 %
	SLC	5 %

Categoria di sottosuolo

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi.

In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento.

Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
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 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Fatta salva la necessità della caratterizzazione geotecnica dei terreni nel volume significativo, ai fini della identificazione della categoria di sottosuolo, la classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente VS30 di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m. di profondità.

Per le fondazioni superficiali, tale profondità è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione. La misura diretta della velocità di propagazione delle onde di taglio è fortemente raccomandata.

Nei casi in cui tale determinazione non sia disponibile, la classificazione può essere effettuata in base ai valori del numero equivalente di colpi della prova penetrometrica dinamica ($N_{SPT,30}$) nei terreni a grana grossa e della resistenza non drenata equivalente ($C_{u,30}$) nei terreni prevalentemente a grana fina.

La velocità equivalente delle onde di taglio VS30 è definita dall'espressione:

$$VS30 = 30 / \sum h_i / v_{si}$$

La resistenza penetrometrica dinamica equivalente N_{spt30} è definita dall'espressione:

$$N_{SPT30} = \sum h_i / h_i / N_{SPTi}$$

La resistenza non drenata equivalente C_{u30} è definita dall'espressione:

$$C_{u30} = \sum h_i / h_i / C_{ui}$$

Nel caso di sottosuoli costituiti da stratificazioni di terreni a grana grossa e a grana fina, distribuite con spessori confrontabili nei primi 30 m di profondità, ricadenti nelle categorie da A a E, quando non si disponga di misure dirette della velocità delle onde di taglio si può procedere come segue:

- Determinare N_{SPT30} limitatamente agli strati di terreno a grana grossa compresi entro i primi 30 m. di profondità;
- Determinare C_{u30} limitatamente agli strati di terreno a grana fina compresi entro i primi 30 m. di profondità;
- Individuare le categorie corrispondenti singolarmente ai parametri N_{SPT30} e C_{u30} ;
- Riferire il sottosuolo alla categoria peggiore tra quelle individuate al punto precedente.

Condizioni topografiche

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale; per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Valutazione dell'azione sismica

Ai fini delle presenti norme l'azione sismica è caratterizzata da 3 componenti traslazionali, due orizzontali contrassegnate da X e Y ed una verticale contrassegnata da Z, da considerare tra di loro indipendenti.

Le due componenti ortogonali indipendenti che descrivono il moto orizzontale sono caratterizzate dallo spettro di risposta o dalle due componenti accelerometriche orizzontali del moto sismico.

La componente che descrive il moto verticale è caratterizzata dal suo spettro di risposta o dalla componente accelerometrica verticale. In mancanza di documentata informazione specifica, in via semplificata l'accelerazione massima e lo spettro di risposta della componente verticale attesa in superficie possono essere determinati sulla base dell'accelerazione massima e dello spettro di risposta delle due componenti orizzontali. La componente accelerometrica verticale può essere correlata alle componenti accelerometriche orizzontali del moto sismico.

Spettro di risposta delle componenti orizzontali

Quale che sia la probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{vr} considerata, lo spettro di risposta elastico della componente orizzontale è definito dalle seguenti espressioni:

$$0 \leq T < T_B \quad S_c(T) = a_g S \eta F_o [T/T_B + 1/\eta F_o (1 - T/T_B)]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_c(T) = a_g S \eta F_o$$

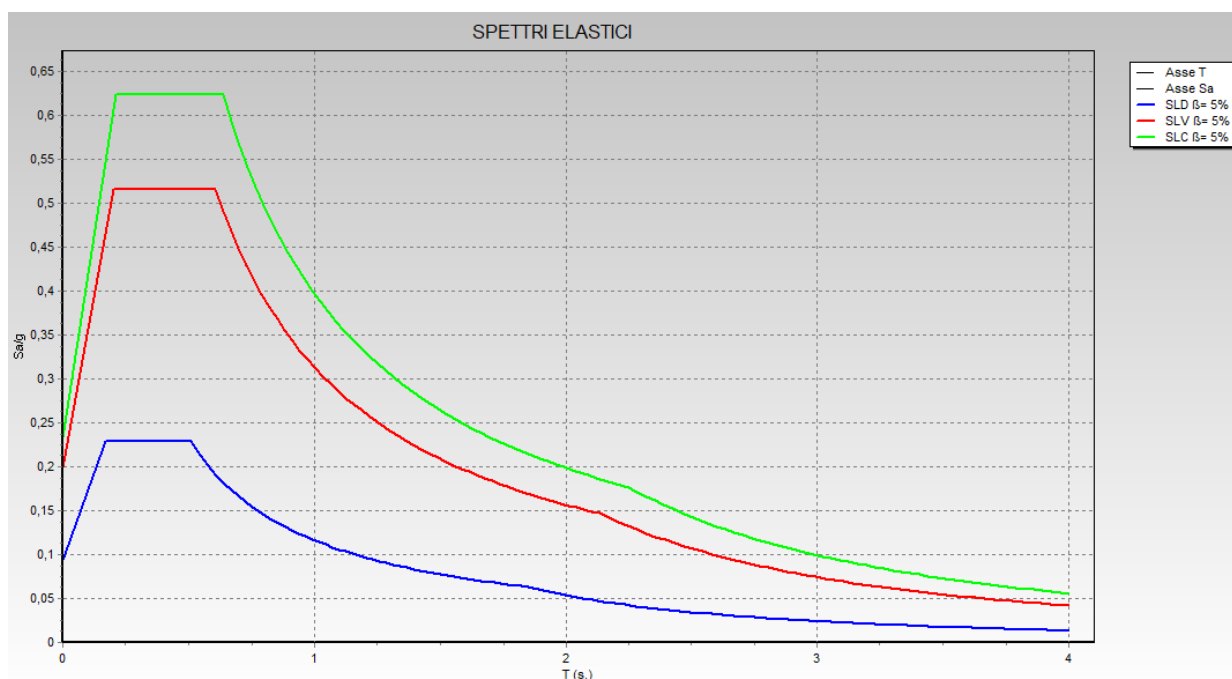
$$T_C \leq T < T_D \quad S_c(T) = a_g S \eta F_o (T_C/T)$$

$$T_D \leq T \quad S_c(T) = a_g S \eta F_o (T_C T_D / T^2)$$

Nelle quali T ed S_c sono, rispettivamente, periodo di vibrazione ed accelerazione spettrale ed inoltre:

- $S = S_s S_T$ è il fattore che tiene conto della categoria del suolo di fondazione;
- η è il fattore che altera lo spettro elastico per smorzamenti viscosi convenzionali ξ è valutato sulla base dei materiali, tipologia strutturale e terreno di fondazione;
- F_o è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima;
- T_C è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro;
- T_B , è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante;
- T_D è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro. Per categorie speciali di sottosuolo, per determinati sistemi geotecnici o se si intenda aumentare il grado di accuratezza nella previsione dei fenomeni di amplificazione, le azioni sismiche da considerare nella progettazione possono essere determinate mediante più rigorose analisi di risposta sismica locale.

Queste analisi presuppongono un'adeguata conoscenza delle proprietà geotecniche dei terreni e, in particolare, delle relazioni sforzi-deformazioni in campo ciclico, da determinare mediante specifiche indagini e prove. In mancanza di tali determinazioni, per le componenti orizzontali del moto e per le categorie di sottosuolo di fondazione, la forma spettrale su sottosuolo di categoria A è modificata attraverso il coefficiente stratigrafico S_s , il coefficiente topografico S_T e il coefficiente C_c che modifica il valore del periodo T_c .



Amplificazione stratigrafica

Per sottosuolo di categoria A i coefficienti S_s e C_c possono essere calcolati, in funzione dei valori di F_0 e T_c relativi al sottosuolo di categoria A, mediante le espressioni fornite nella seguente tabella, nella quale g è l'accelerazione di gravità ed il tempo è espresso in secondi.

Tab. 3.2.IV – Espressioni di S_s e di C_c

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$

Amplificazione topografica

Per tener conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico ST riportati in tabella, in funzione delle categorie topografiche definite e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

Tab. 3.2.V – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

VALUTAZIONE DELL' AZIONE SISMICA RIFERITA AL CONTESTO DELL'INTERVENTO

L'azione sismica, in base alla quale è stato controllato il rispetto delle verifiche per gli stati limite considerati, è stata definita a partire dalla pericolosità sismica di base del sito di costruzione. In particolare, la pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g , in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, in relazione ad una determinata probabilità di superamento definita per ogni stato limite per il periodo di riferimento VR.

In relazione alla tipologia di costruzione e alle prestazioni richieste per questa nel suo complesso, non essendo previste espresse indicazioni in merito, il rispetto dei vari stati limite si considera conseguito:

- Nei confronti dei tutti gli stati limite di esercizio, rispettando le verifiche relative al solo STATO LIMITE DI DANNO (SLD), a cui corrisponde una probabilità di superamento nel periodo di riferimento pari al 63%
- Nei confronti di tutti gli stati limite ultimi, rispettando le indicazioni costruttive e progettuali riportate nelle norme e le verifiche relative al solo STATO LIMITE DI SALVAGUARDIA DELLA VITA (SLV), a cui corrisponde una probabilità di superamento nel periodo di riferimento pari al 10%
- Nei confronti di tutti gli stati limite ultimi, rispettando le indicazioni costruttive e progettuali riportate nelle norme e le verifiche relative al solo STATO LIMITE DI COLLASSO (SLC), a cui corrisponde una probabilità di superamento nel periodo di riferimento pari al 5%

In particolare, per le verifiche si assume che la struttura abbia un comportamento **NON DISSIPATIVO**, adottando come spettro di progetto lo spettro elastico ridotto, introducendo un fattore di comportamento pari a 1,50 dir. X e 1,50 dir. Y.

Ai fini della caratterizzazione della risposta sismica locale del sito in cui sorge l'immobile, si riportano, nel seguito, i parametri di pericolosità e gli spettri di risposta valutati sulla base dei risultati ottenuti nell'ambito della Convenzione INGV-DPC 2004-2006, Progetto S1 - *Proseguimento dell'assistenza al DPC per il completamento e la gestione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 e progettazione di ulteriori sviluppi* - pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/>.

Ai fini della determinazione dell'azione sismica sono stati considerati i seguenti parametri:

DATI GENERALI DI STRUTTURA			
PARAMETRI SISMICI			
Vita Nominale (Anni)	50	Classe d' Uso	III Cu=1.5
Longitudine Est (Grd)	14,22738	Latitudine Nord (Grd)	41,10275
Categoria Suolo	C	Coeff. Condiz. Topogr.	1,00000
Sistema Costruttivo Dir.1	Acciaio	Sistema Costruttivo Dir.2	Acciaio
Regolarita' in Altezza	NO(KR=.8)	Regolarita' in Pianta	NO
Direzione Sisma (Grd)	0	Sisma Verticale	ASSENTE
Effetti P/Delta	SI	Quota di Zero Sismico (m)	0,00000
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.D.			
Probabilita' Pvr	0,63	Periodo di Ritorno Anni	75,00
Accelerazione Ag/g	0,06	Periodo T'e (sec.)	0,34
Fo	2,45	Fv	0,83
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,50	Periodo TB (sec.)	0,17
Periodo TC (sec.)	0,51	Periodo TD (sec.)	1,85
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.V.			
Probabilita' Pvr	0,10	Periodo di Ritorno Anni	712,00
Accelerazione Ag/g	0,13	Periodo T'e (sec.)	0,44
Fo	2,59	Fv	1,28
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,49	Periodo TB (sec.)	0,20
Periodo TC (sec.)	0,61	Periodo TD (sec.)	2,13
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.C.			
Probabilita' Pvr	0,05	Periodo di Ritorno Anni	1462,00
Accelerazione Ag/g	0,16	Periodo T'e (sec.)	0,47
Fo	2,67	Fv	1,45
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,44	Periodo TB (sec.)	0,21
Periodo TC (sec.)	0,64	Periodo TD (sec.)	2,25
PARAMETRI SISTEMA COSTRUTTIVO ACCIAIO - D I R. 1			
Classe Duttilita'	NON dissip.	Sotto-Sistema Strutturale	Intelaiat
AlfaU/AlfaI	1,20	Fattore di comportam 'q'	1,50
PARAMETRI SISTEMA COSTRUTTIVO ACCIAIO - D I R. 2			
Classe Duttilita'	NON dissip.	Sotto-Sistema Strutturale	Intelaiat
AlfaU/AlfaI	1,30	Fattore di comportam 'q'	1,50
COEFFICIENTI DI SICUREZZA PARZIALI DEI MATERIALI			
Acciaio per carpenteria	1,05	Verif.Instabilita' acciaio:	1,05
Acciaio per CLS armato	1,15	Calcestruzzo CLS armato	1,50
Livello conoscenza	NUOVA COSTRUZIONE		