

Procedura aperta ai sensi dell'art. 60 del d.lgs. n. 50/2016 per l'affidamento dei servizi di "Progettazione definitiva ed esecutiva architettonica ed impiantistica e coordinamento della sicurezza in fase di progettazione per il completamento del recupero e la rifunzionalizzazione del Sacro Tempio della Scorzata in Napoli - Lotto B". CUP: B65F16000100002 cig: 7161731F5E

# PROGETTO DEFINITIVO

## Lotto B

**Responsabile del Procedimento**  
**Arch. Luca D'Angelo**



**R.T.P.:**

Progettazione architettonica, strutturale, restauro, CSP e Coordinamento prestazioni specialistiche

**corvino + multari**

via ponti rossi, n°117b - 80131 napoli tel +39.081.7441678 fax +39.081.7441900  
organizzazione con sistema di gestione conforme alla norma UNI EN ISO 9001:2008

Progettazione impiantistica e CSP

**Arbolino Ingg. Associati**

Piazzale Tecchio 49F - 80125 Napoli

Geologia

Dott. Geol. Gavino Acierno

via Unione Sovietica, 53 - 58100 Grosseto

Restauro

Deborah De Vincenzo

Corso Vittorio Emanuele, 578 - 80135 Napoli

Economista

**IDEA Srl**

via F. Palizzi, 131 - 80127 Napoli



Oggetto: **ELABORATI GENERALI**  
**RELAZIONE GEOLOGICA**

tavola:  
**0\_D\_EG\_GEOL**

scala:

rev.:	descrizione:	controllato da:	approvato da:	formato:	data:
00	prima emissione				30 aprile 2019

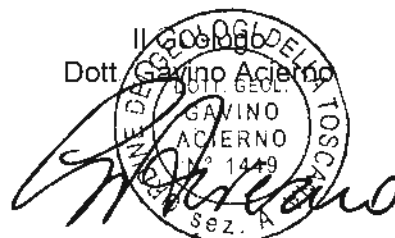
Affidamento dei servizi di architettura ed ingegneria per la **progettazione definitiva strutturale dell'intero intervento di cui al progetto generale, la progettazione definitiva edile e impiantistica dei lavori di lotto A**, il coordinamento per la sicurezza in fase di progettazione dei lavori di lotto A, la direzione lavori e l'assistenza al collaudo dei lavori di lotto A, il coordinamento per la sicurezza in fase di esecuzione dei lavori di lotto A, il tutto relativamente al complesso denominato **"Tempio della Scorziata. Recupero e rifunzionalizzazione"**, ricadente nell'ambito del Grande Progetto "Centro Storico di Napoli - Valorizzazione del Sito UNESCO"

---

## PROGETTO DEFINITIVO

## RELAZIONE GEOLOGICA

Il Geologo  
Dott. Gavino Acerno  
GAVINO  
ACIERNO  
n° 1449  
sez. A

A circular professional stamp for the Italian Geological Society (Società Geologica Italiana) is visible. The stamp contains the text "SOCIETÀ GEOLOGICA ITALIANA" around the perimeter, "Il Geologo" at the top, and "sez. A" at the bottom. In the center, the name "GAVINO ACIERNO" and the number "n° 1449" are printed. A handwritten signature in black ink is written over the stamp.



Affidamento dei servizi di architettura ed ingegneria per la **progettazione definitiva strutturale dell'intero intervento di cui al progetto generale, la progettazione definitiva edile e impiantistica dei lavori di lotto A**, il coordinamento per la sicurezza in fase di progettazione dei lavori di lotto A, la direzione lavori e l'assistenza al collaudo dei lavori di lotto A, il coordinamento per la sicurezza in fase di esecuzione dei lavori di lotto A, il tutto relativamente al complesso denominato **"Tempio della Scorziata. Recupero e rifunzionalizzazione"**, ricadente nell'ambito del Grande Progetto "Centro Storico di Napoli - Valorizzazione del Sito UNESCO"

---

## INDICE

1. Premessa.....	3
2. Vincoli e inquadratura generale.....	4
2.1. Ubicazione e caratteristiche generali dell'intervento .....	4
2.2. Analisi documenti e cartografia da Piani Urbanistici .....	4
2.3. Analisi Cartografia Piano di Bacino .....	4
2.3.1. PAI rischio geomorfologico.....	4
2.3.2. PAI rischio idraulico.....	4
3. Inquadramento Geo-Litologico, Geomorfologico – Idrogeologico .....	4
4. Caratterizzazione e modellazione geologica.....	6
4.1. Indagini Geognostiche.....	6
4.2. Pericolosità sismica.....	6
4.2.1. Vita nominale, classi d'uso e periodo di riferimento .....	7
4.2.2. Stati limite, probabilità di superamento e periodo di ritorno .....	8
4.2.3. Definizione della pericolosità sismica di base .....	10
4.2.4. Pericolosità sismica di sito .....	14
4.2.5. Pericolosità sismica di base .....	15
5. Classificazione Sismica del suolo .....	21
5.1. Verifica a liquefazione .....	22
5.2. Colonna stratigrafica .....	23
6. Conclusioni.....	25

## 1. Premessa

In considerazione dell'impossibilità di accedere all'area oggetto d'intervento per l'esecuzione di indagini dirette ed indirette idonee alla definizione delle caratteristiche geologiche dei terreni interessati dalla struttura esistente, tutte le valutazioni vengono eseguite su base documentale in attesa di poter verificare quanto ipotizzato in una fase successiva alla presente.

La ricerca documentale ha portato all'esame di elaborati redatti in periodi precedenti all'intervento attuale sulla stessa area confrontando il tutto con quanto presente negli elaborati redatti per il Comune di Napoli ai fini urbanistici. Si rimanda in fase esecutiva l'eventuale realizzazione di indagini idonee atte a verificare/confermare quanto ipotizzato con la presente relazione.

Con il decreto ministeriale 14/01/2008, pubblicato nella G.U. del 4/02/2008, n. 29, sono state approvate le "Nuove norme tecniche per le costruzioni" che raccolgono in forma unitaria le norme che disciplinano le varie fasi dell'elaborazione ed esecuzione di un'opera progettuale, mettendo in primo piano la pubblica incolumità nel settore delle costruzioni, considerando quanto espresso dagli eurocodici, valutazione della pericolosità sismica del territorio e nazionale e dell'esigenza di una moderna progettazione "sismoresistente" delle opere.

Prima dell'entrata in vigore di tale normativa, fissata per il 01 luglio 2009, è stata pubblicata la Circolare n. 617 del 02/02/2009 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008. Tale circolare chiarisce gli aspetti applicativi delle norme definendole in linea con i seguenti indirizzi:

- mantenimento del criterio prestazionale, per quanto consentito dall'esigenza di operatività della norma stessa;
- coerenza con gli indirizzi normativi a livello comunitario, sempre nel rispetto delle esigenze di sicurezza del Paese e, in particolare, coerenza di formato con gli Eurocodici, norme europee EN ormai ampiamente diffuse;
- approfondimento degli aspetti normativi connessi alla presenza delle azioni sismiche;
- approfondimento delle prescrizioni ed indicazioni relative ai rapporti delle opere con il terreno e, in generale, agli aspetti geotecnici;

Le NTC risultano, quindi, articolate in 12 punti o capitoli e quello a cui il sottoscritto deve fare riferimento è il 6°, il quale tratta il problema della progettazione geotecnica distinguendo, in particolare, il progetto e la realizzazione delle opere, dove la modellazione geologica assume un ruolo fondamentale per il prosieguo di una eventuale progettazione. A tal fine è stato seguito il seguente programma di lavoro:

- ricerca dati bibliografici;

- sopralluogo per la verifica dei dati bibliografici acquisiti e individuazione di eventuali o potenziali dissesti in atto;
- verifica di problematiche in merito alle indagini da effettuarsi;
- esecuzione di indagini di dettaglio;
- elaborazione dei dati e stesura della presente relazione.

## **2. Vincoli e inquadratura generale**

Sull'area non sussistono particolari vincoli ambientali – geologici – idrogeologici.

### **2.1. Ubicazione e caratteristiche generali dell'intervento**

Il presente studio è finalizzato alla caratterizzazione dei litotipi presenti all'intorno del fabbricato in esame situato in Vico Cinquesanti nel Comune di Napoli ad una quota s.l.m. di circa 37 m.

Cartograficamente l'area è rinvenibile nei fogli 183 - 184 "Isola d'Ischia - Napoli" della Carta Geologica d'Italia dell'IGM scala 1:100.000, mentre ad un dettaglio maggiore (scala 1:25.000) è rinvenibile nella tavoletta n° 447 "Napoli" dello stesso Istituto Geografico Militare.

### **2.2. Analisi documenti e cartografia da Piani Urbanistici**

L'esame della documentazione esistente ha permesso di poter delineare in linea di massima una ricostruzione stratigrafica ipotetica e le indagini necessarie per la caratterizzazione di essa.

### **2.3. Analisi Cartografia Piano di Bacino**

#### **2.3.1. PAI rischio geomorfologico**

L'area non risulta essere inserite in nessuna delle aree perimetrale a rischio geomorfologico o a pericolosità da frana.

#### **2.3.2. PAI rischio idraulico**

L'area non risulta essere inserite in nessuna delle aree perimetrale a rischio idraulico o a pericolosità da esondazione/alluvionamento.

## **3. Inquadramento Geo-Litologico, Geomorfologico – Idrogeologico**

L'area oggetto d'intervento è situata nel territorio comunale di Napoli, in particolare al Vico Cinquesanti ad una quota di circa 37 m.s.l.m.. I termini geolitologici presenti nell'area possono essere schematizzati nel presente modo: *Depositi piroclastici: complesso costituito da piroclastiti generalmente coerenti a prevalenza di lapilli pozzolanici e pozzolane di colore chiaro, talora finemente straterellati, con ceneri e*



*pomici di colore grigio scuro. Localmente, e nelle zone più vicine alla costa della città di Napoli, tali materiali sono frammisti a paleosuoli ed a sedimenti sabbiosi di facies litoranea con abbondanza di resti fossili di molluschi tipici di tale facies sedimentaria.*

Dall'analisi dei sondaggi effettuati in aree prossimali lo spessore in sito è maggiore di 20 m ed è posto a tetto di una successione composta da prodotti vulcanici di tipo soprattutto effusivo formate da lave a composizione mineralogica da trachitica a latitica e tufi di colore dal grigio al rossastro, con rari episodi esplosivi. Geomorfologicamente l'area situata in un territorio fortemente urbanizzato, con caratteristiche tipiche delle aree d'affioramento della formazione piroclastica descritta precedentemente, si presenta con una morfologia sub pianeggiante, con lievi pendenze verso i quadranti SE contenute entro valori del 5,0%.

Tale morfologia è generalmente caratterizzata da elevati indici di stabilità. Unici problemi di stabilità correlati all'insediamento di strutture edilizie sono dovuti alla possibile presenza nell'immediato sottosuolo di cavità d'origine antropica, anticamente utilizzate come cave d'estrazione della roccia tufacea utilizzata nella costruzione degli edifici.

Nel caso particolare, dall'analisi documentale rinvenuta e da notizie raccolte in loco non è stata rilevata la presenza di cavità sotterranee al disotto dell'area d'impronta del fabbricato: ciò però, non permette di escludere in modo definitivo la presenza d'eventuali cavità dato che il sito in studio ricade nel comprensorio della zona di S. Lorenzo Maggiore, ove è certa la presenza di cavità sotterranee ed addirittura quella di reperti archeologici di notevole interesse.

Inoltre, dai documenti storici rinvenuti relativi al fabbricato in esame, è menzionata la presenza di un pozzo, attualmente non rilevabile, ubicato nel cortile interno, che potrebbe essere in comunicazione con una cisterna d'accumulo delle acque piovane, secondo uno schema classico di gran parte degli edifici storici presenti nella città di Napoli.

Pertanto, è di vitale importanza l'esecuzione di un'accurata campagna d'indagine con metodologie non distruttive, volta all'accertamento dell'esistenza di tali cavità, alla loro esatta ubicazione e dimensionamento. Tale indagine, inoltre dovrà consentire anche il rilevamento di eventuali reperti archeologici presenti nel sottosuolo.

Dal punto di vista idrogeologico la formazione piroclastica descritta in precedenza generalmente valori di permeabilità primaria generalmente ridotti, variabili in rapporto all'intensità dei processi di autocementazione. Pertanto la circolazione idrica sotterranea risulta scarsamente sviluppata ed articolata prevalentemente in corpi idrici isolati, con portate molto ridotte. Da una verifica nell'intorno non risultano opere di captazione per profondità minore dei 20 mt dal p.c.

## 4. Caratterizzazione e modellazione geologica

Effettuando una attenta analisi in un intorno significativo si evidenzia la presenza di altri edifici, che tuttavia, non interferiscono con quella in esame. La definizione di un esatto modello geologico può essere definito dopo una adeguata campagna d'indagini dirette e indirette, confrontandole con i risultati degli studi allegati agli strumenti urbanistici esistenti.

### 4.1. Indagini Geognostiche

Al fine di conoscere i caratteri litologici per la definizione della stabilità dell'area anche ai fini del rischio sismico e delle caratteristiche geotecniche dei terreni, è necessario eseguire delle indagini di dettaglio integrative attraverso le quali poi ricavare tutti quei parametri necessari allo scopo del presente lavoro. Tuttavia l'impossibilità di accedere al sito in esame per motivi di sicurezza ci hanno portato ad effettuare una prima valutazione delle caratteristiche geotecniche sulla base di studi pregressi effettuati nell'area e rinvenuti durante una ricerca bibliografica.

### 4.2. Pericolosità sismica.

Ricordando che la Deliberazione della Giunta Regionale della Campania (n. 5447 del 7/11/2002) sulla nuova classificazione sismica dei Comuni d'Italia riporta che per il Comune di Napoli è definito come  $S=9$  (attuale Classe 2) effettuiamo una verifica della pericolosità sismica dell'area.

Per valutare se un'opera strutturale è sicura bisogna far riferimento a degli stati limite, che possono verificarsi durante un determinato periodo di riferimento della stessa opera. Quindi per poter stimare l'azione sismica, che dovrà essere utilizzata nelle verifiche agli stati limite o nella progettazione, bisognerà stabilire:

- in primo luogo la *vita nominale* dell'opera, che congiuntamente alla *classe d'uso*, permette di determinare quel *periodo di riferimento*;
- una volta definito il periodo di riferimento e i diversi stati limite da considerare, una volta definite le *relative probabilità di superamento*, è possibile stabilire il *periodo di ritorno* associato allo stato limite;
- a questo punto è possibile definire la **pericolosità sismica di base** per il sito interessato alla realizzazione dell'opera, facendo riferimento agli studi condotti sul territorio nazionale dal Gruppo di Lavoro 2004 nell'ambito della convenzione-progetto S1 DPC-INGV 2004-2006 e i cui risultati sono stati promulgati mediante l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri (OPCM) 3519/2006.

#### 4.2.1. Vita nominale, classi d'uso e periodo di riferimento

Nelle NTC08 il periodo di riferimento, che non può essere inferiore a 35 anni, è dato dalla seguente relazione:

$$V_R = V_N \times C_U \quad (2.1)$$

dove:

- $V_R$  = *periodo di riferimento*
- $V_N$  = *vita nominale*
- $C_U$  = *coefficiente d'uso*

La vita nominale di un'opera strutturale  $V_N$ , secondo le NTC08, è definita come il numero di anni nel quale la struttura, purchè soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata e viene definita attraverso tre diversi valori, a seconda dell'importanza dell'opera e perciò delle esigenze di durabilità:

- $V_N \leq 10$  anni per le opere provvisorie, provvisionali e le strutture in fase costruttiva che però abbiano una durata di progetto  $\geq 2$  anni.
- $V_N \geq 50$  anni per le opere ordinarie, ponti, infrastrutture e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale.
- $V_N \geq 100$  anni per grandi opere, ponti, infrastrutture e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica.

Nel caso specifico  **$V_N = 50$  anni**.

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso. Le NTC08 prevedono quattro classi d'uso a ciascuna delle quali è associato un valore del coefficiente d'uso:

**Classe I:** Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.  $C_U = 0.7$ ;

**Classe II:** Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.  $C_U = 1.0$ ;

**Classe III:** Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui



interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.  $C_U = 1.5$ ;

**Classe IV:** Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie, ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.  $C_U = 2.0$ ;

Nel caso in esame viene presa in considerazione la **classe d'uso III** a cui è associato il coefficiente d'uso  $C_U = 1,5$ . Una volta definiti  $V_N$  e  $C_U$ , è possibile calcolare il periodo di riferimento  $V_R$ , che qui vale:

$$V_R = 50 * 1,5 = 75 \text{ anni.}$$

#### 4.2.2. Stati limite, probabilità di superamento e periodo di ritorno

Le NTC08 prendono in considerazione 4 possibili stati limite (SL) individuati facendo riferimento alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti: due sono stati limite di esercizio (SLE) e due sono stati limite ultimi (SLU). Uno stato limite è una condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze per la quale è stata progettata.

Più in particolare le opere e le varie tipologie strutturali devono essere dotate di capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio (sicurezza nei confronti di SLE) e di capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e di dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone o comportare la perdita di beni, oppure provocare gravi danni ambientali e sociali, oppure mettere fuori servizio l'opera (sicurezza nei confronti di SLU).

Gli stati limite 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 ed

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 danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa 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 NTC08, in presenza di azioni sismiche, richiedono le verifiche allo SLO solo per gli elementi non strutturali e per gli impianti di strutture di classi d'uso III e IV (NTC08, punto 7.1). Lo SLO si utilizza anche come riferimento progettuale per quelle opere che devono restare operative durante e subito dopo il terremoto. Le verifiche allo SLC sono, invece, richieste solo per le costruzioni o ponti con isolamento e/o dissipazione (NTC08, punto 7.10).

Ad ogni stato limite è associata una *probabilità di superamento*  $P_{VR}$  (Tabella 4.2.3.1), ovvero la probabilità che, nel periodo di riferimento  $V_R$ , si verifichi almeno un evento sismico ( $n \geq 1$ ) di  $a_g$  prefissata ( $a_g$  = accelerazione orizzontale massima del suolo) avente frequenza media annua di ricorrenza  $\lambda = 1/T_R$  ( $T_R$  = periodo di ritorno).

**Tabella 4.2.3.1 – Stati limite e rispettive probabilità di superamento, nel periodo di riferimento  $V_R$**

Stato limite di esercizio: operatività	SLO	$P_{VR} = 81\%$
Stato limite di esercizio: danno	SLD	$P_{VR} = 63\%$
Stato limite ultimo: salvaguardia della vita	SLV	$P_{VR} = 10\%$
Stato limite ultimo: di prevenzione del collasso	SLC	$P_{VR} = 5\%$

Fissati  $V_R$  e  $P_{VR}$  associata ad ogni stato limite, è possibile calcolare il periodo di ritorno dell'azione sismica  $T_R$ , espresso in anni, mediante l'espressione riportata nell'Allegato A delle NTC08:

$$T_R = - \frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} \quad (3.1)$$

Tale relazione tra  $P_{VR}$  (probabilità) e  $T_R$  (statistica) risulta biunivoca poiché utilizza la distribuzione discreta Poissoniana. Poiché è  $V_R = 75$  anni, il tempo di ritorno  $T_R$  sarà:

Stato limite di esercizio: operatività	SLO	$T_R = 45$
Stato limite di esercizio: danno	SLD	$T_R = 75$
Stati limite ultimo: salvaguardia della vita	SLV	$T_R = 712$
Stati limite ultimo: di prevenzione del collasso	SLC	$T_R = 1462$

Tabella 4.2.3.2- Stati limite e rispettivi tempi di ritorno, nel periodo di riferimento  $V_R$

#### 4.2.3. Definizione della pericolosità sismica di base

La pericolosità sismica di base, cioè le caratteristiche del moto sismico atteso al sito di interesse, nelle NTC08, per una determinata probabilità di superamento, si può ritenere definita quando vengono designati un'accelerazione orizzontale massima ( $a_g$ ) ed il corrispondente spettro di risposta elastico in accelerazione, riferiti ad un suolo rigido e ad una superficie topografica orizzontale.

Per poter definire la pericolosità sismica di base le NTC08 si rifanno ad una procedura basata sui risultati disponibili anche sul sito web dell'INGV <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>, nella sezione "Mappe interattive della pericolosità sismica".

Secondo le NTC08 le forme spettrali sono definite per 9 differenti periodi di ritorno  $T_R$  (30, 50, 72, 101, 140, 201, 475, 975 e 2475 anni) a partire dai valori dei seguenti parametri riferiti a terreno rigido orizzontale, cioè valutati in condizioni ideali di sito, definiti nell'**Allegato A** alle NTC08:

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima;

$F_0$  = 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.

I tre parametri si ricavano per il 50° percentile ed attribuendo a:

$a_g$ , il valore previsto dalla pericolosità sismica S1

$F_0$  e  $T_C^*$  i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC08 scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica S1 (il minimo è ottenuto ai minimi quadrati, su valori normalizzati).

I valori di questi parametri vengono forniti in tabella (figura 4.2.4.1), contenuta nell'**Allegato B** delle NTC08, per i 10751 punti di un reticolo di riferimento in cui è suddiviso il territorio nazionale, identificati dalle coordinate geografiche longitudine e latitudine.



Affidamento dei servizi di architettura ed ingegneria per la progettazione definitiva strutturale dell'intero intervento di cui al progetto generale, la progettazione definitiva edile e impiantistica dei lavori di lotto A, il coordinamento per la sicurezza in fase di progettazione dei lavori di lotto A, la direzione lavori e l'assistenza al collaudo dei lavori di lotto A, il coordinamento per la sicurezza in fase di esecuzione dei lavori di lotto A, il tutto relativamente al complesso denominato "Tempio della Scorzata. Recupero e rifunzionalizzazione", ricadente nell'ambito del Grande Progetto "Centro Storico di Napoli - Valorizzazione del Sito UNESCO"

Figure 4.2.4.1 – Stralcio della tabella contenuta nell'Allegato B delle NTC08, che fornisce i 3 parametri di pericolosità sismica, per diversi periodi di ritorno e per ogni nodo del reticolo che viene identificato da un ID e dalle coordinate geografiche.

ID	LON	LAT	T <sub>R</sub> = 30			T <sub>R</sub> = 50			T <sub>R</sub> = 72			T <sub>R</sub> = 101		
			a <sub>g</sub>	F <sub>0</sub>	T <sub>C</sub>	a <sub>g</sub>	F <sub>0</sub>	T <sub>C</sub>	a <sub>g</sub>	F <sub>0</sub>	T <sub>C</sub>	a <sub>g</sub>	F <sub>0</sub>	T <sub>C</sub>
13111	8.5448	45.1340	0.283	2.500	0.180	0.340	2.510	0.210	0.394	2.550	0.220	0.469	2.490	0.240
13333	8.5506	45.0850	0.284	2.480	0.180	0.341	2.510	0.210	0.395	2.550	0.220	0.469	2.490	0.240
13555	8.5584	45.0350	0.284	2.500	0.180	0.340	2.510	0.200	0.383	2.550	0.220	0.468	2.500	0.240
13777	8.5621	44.9850	0.283	2.500	0.180	0.338	2.520	0.200	0.391	2.550	0.220	0.462	2.510	0.240
12890	8.8098	45.1880	0.284	2.480	0.190	0.364	2.510	0.210	0.431	2.500	0.220	0.509	2.480	0.240
13112	8.8153	45.1380	0.288	2.480	0.180	0.368	2.510	0.210	0.433	2.500	0.220	0.511	2.480	0.240
13334	8.8210	45.0880	0.288	2.460	0.190	0.367	2.510	0.210	0.434	2.500	0.220	0.511	2.490	0.240
13556	8.8268	45.0390	0.288	2.480	0.190	0.367	2.510	0.210	0.433	2.510	0.220	0.510	2.480	0.240
13778	8.8325	44.9880	0.288	2.480	0.190	0.368	2.520	0.210	0.430	2.510	0.220	0.507	2.500	0.240
14000	8.8383	44.9380	0.286	2.470	0.190	0.363	2.520	0.210	0.426	2.520	0.220	0.502	2.500	0.240
14222	8.8439	44.8890	0.284	2.470	0.190	0.360	2.530	0.210	0.421	2.530	0.220	0.497	2.500	0.240
12891	8.8803	45.1820	0.308	2.430	0.200	0.389	2.500	0.210	0.467	2.470	0.230	0.544	2.480	0.230
10228	8.8826	45.7940	0.283	2.420	0.200	0.364	2.460	0.220	0.430	2.460	0.240	0.506	2.440	0.260
13113	8.8860	45.1430	0.309	2.430	0.200	0.391	2.510	0.210	0.470	2.470	0.230	0.546	2.480	0.230
10450	8.8885	45.7450	0.278	2.440	0.200	0.358	2.480	0.220	0.415	2.500	0.230	0.485	2.470	0.250
13335	8.8916	45.0930	0.310	2.430	0.200	0.392	2.510	0.210	0.470	2.480	0.230	0.546	2.500	0.230
10672	8.8942	45.8950	0.275	2.450	0.200	0.351	2.490	0.210	0.406	2.520	0.230	0.475	2.480	0.250
13557	8.8973	45.0430	0.311	2.440	0.200	0.392	2.520	0.210	0.469	2.480	0.230	0.545	2.500	0.230
13779	8.7029	44.9830	0.310	2.440	0.200	0.391	2.520	0.210	0.467	2.480	0.230	0.543	2.500	0.230

Qualora la pericolosità sismica del sito sul reticolo di riferimento non consideri il periodo di ritorno T<sub>R</sub> corrispondente alla V<sub>R</sub> e P<sub>VR</sub> fissate, il valore del generico parametro p ad esso corrispondente potrà essere ricavato per interpolazione (figura 4.2.4.2), a partire dai dati relativi ai tempi di ritorno previsti nella pericolosità di base, utilizzando la seguente espressione dell'Allegato A alle NTC08:

$$\log(p) = \log(p_1) + \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \times \log\left(\frac{T_R}{T_{R1}}\right) \times \left[\log\left(\frac{T_{R2}}{T_{R1}}\right)\right]^{-1} \quad (4.1)$$

nella quale p è il valore del parametro di interesse (a<sub>g</sub>, F<sub>0</sub>, T<sub>C</sub>) corrispondente al periodo di ritorno T<sub>R</sub> desiderato, mentre p<sub>1</sub>, p<sub>2</sub> è il valore di tale parametro corrispondente al periodo di ritorno T<sub>R1</sub>, T<sub>R2</sub>.

Per un qualunque punto del territorio non ricadente nei nodi del reticolo di riferimento, i valori dei parametri p possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro

vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, utilizzando l'espressione dell'Allegato A alle NTC08:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{p_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}} \quad (4.2)$$

nella quale  $p$  è il valore del parametro di interesse ( $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_C^h$ ) corrispondente al punto considerato,  $p_i$  è il valore di tale parametro nell' $i$ -esimo vertice della maglia elementare contenente il punto in esame e  $d_i$  è la distanza del punto in esame dall' $i$ -esimo vertice della suddetta maglia.

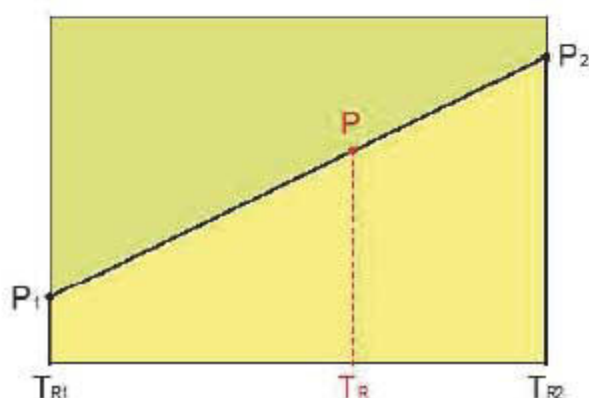


Figura 4.2.4.2 – Interpolazione del periodo di ritorno, per ottenere i parametri di pericolosità sismica, in accordo alla procedura delle NTC08.

La procedura per interpolare le coordinate geografiche è schematizzata nella figura 4.2.4.3.

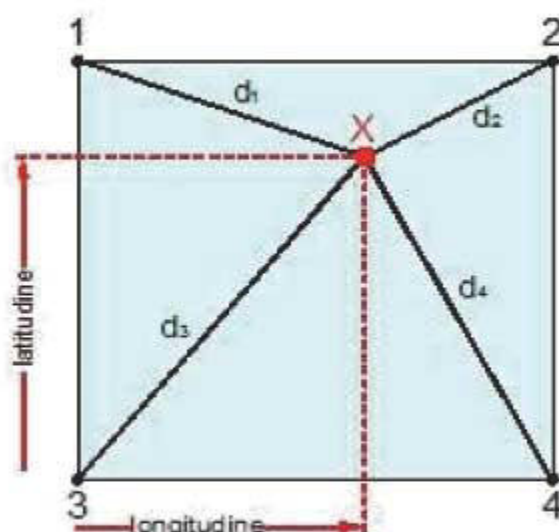


Figura 4.2.4.3 – Interpolazione delle coordinate geografiche, per ottenere i parametri di pericolosità sismica, in accordo alla procedura delle NTC08.



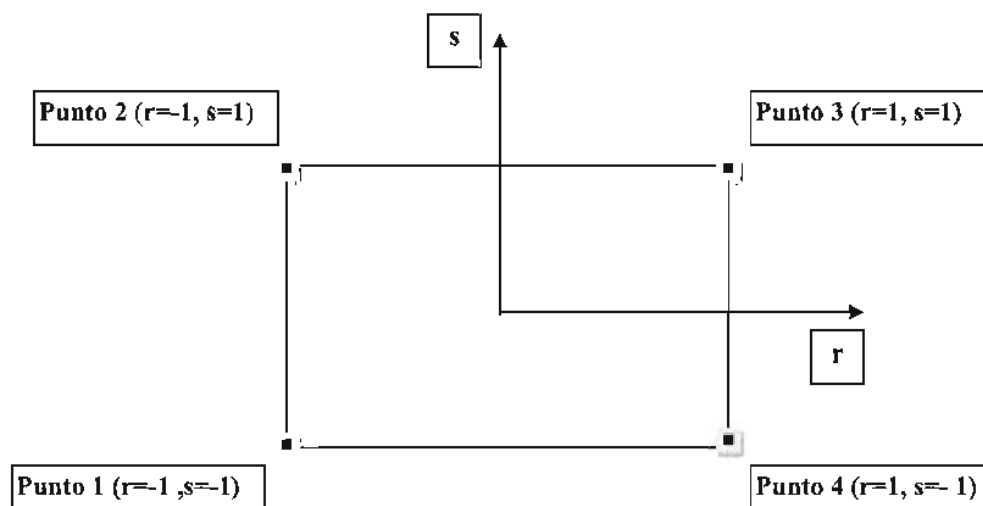
Pertanto per poter procedere all'interpolazione delle coordinate geografiche, in accordo alla procedura delle NTC08, bisogna calcolare le distanze che intercorrono tra i 4 punti del reticolo e il punto di interesse. Questo calcolo può essere eseguito approssimativamente utilizzando le formule della trigonometria sferica, che danno la distanza geodetica tra due punti, di cui siano note le coordinate geografiche. Utilizzando quindi il teorema di Eulero, la distanza  $d$  tra due punti, di cui siano note latitudine e longitudine, espresse però in radianti, si ottiene dall'espressione seguente:

$$d = R \cdot \arccos[\sin(\text{lat}\beta) \cdot \sin(\text{lat}\alpha) + \cos(\text{lat}\beta) \cdot \cos(\text{lat}\alpha) \cdot \cos(\text{lon}\alpha - \text{lon}\beta)] \quad (4.3)$$

dove  $R = 6371$  è il raggio medio terrestre in km, mentre  $\text{lat}\alpha$ ,  $\text{lon}\alpha$ ,  $\text{lat}\beta$  e  $\text{lon}\beta$  sono la latitudine e la longitudine, espresse in radianti, di due punti A e B di cui si vuole calcolare la distanza.

La formula di interpolazione sopra proposta, semplice da usare, presenta però l'inconveniente di condurre a valori di pericolosità lievemente diversi per punti affacciati ma appartenenti a maglie contigue. La modestia delle differenze (scostamenti in termini di PGA dell'ordine di  $\pm 0,01g$  ossia della precisione dei dati) a fronte della semplicità d'uso, rende tale stato di cose assolutamente accettabile.

Qualora si vogliano rappresentazioni continue della funzione interpolata, si dovrà ricorrere a metodi di interpolazione più complessi, ad esempio i polinomi di Lagrange.



*Figura 4.2.4.4 – Applicazione dell'interpolazione bilineare.*

Definiti i 4 vertici di una generica maglia i polinomi di Lagrange sono così determinati:

$$h_1 = (1 - r)(1 - s)/4 \quad (4.4)$$

$$h_2 = (1 - r)(1 + s)/4 \quad (4.5)$$

$$h_3 = (1 + r)(1 + s)/4 \quad (4.6)$$

$$h_4 = (1 + r)(1 - s)/4 \quad (4.7)$$



Tra le coordinate  $x, y$  di un punto generico e le coordinate  $r, s$  dello stesso punto valgono le seguenti relazioni:

$$4x = \sum_{i=1}^4 h_i x_i = [(1-r)(1-s)x_1 + (1-r)(1+s)x_2 + (1+r)(1+s)x_3 + (1+r)(1-s)x_4] \quad (4.8)$$

$$4y = \sum_{i=1}^4 h_i y_i = [(1-r)(1-s)y_1 + (1-r)(1+s)y_2 + (1+r)(1+s)y_3 + (1+r)(1-s)y_4] \quad (4.9)$$

La soluzione del sistema di equazioni non lineari è ottenuta iterativamente e, tramite i valori di  $r$  ed  $s$ , si determinano i parametri  $a_g, F_0, T_c^*$  dall'equazione:

$$4p = \sum_{i=1}^4 h_i p_i = [(1-r)(1-s)p_1 + (1-r)(1+s)p_2 + (1+r)(1+s)p_3 + (1+r)(1-s)p_4] \quad (4.10)$$

Dove  $p$  rappresenta il parametro cercato.

#### 4.2.4. Pericolosità sismica di sito

Il moto generato da un terremoto in un sito dipende dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono. Per la singola opera o per il singolo sistema geotecnico la risposta sismica locale consente di definire le modifiche che un segnale sismico subisce, a causa dei fattori anzidetti, rispetto a quello di un sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (sottosuolo di categoria A, definito al § 3.2.2).

##### 4.2.4.1. Coefficienti sismici

I coefficienti sismici orizzontale  $K_h$  e verticale  $K_v$  dipendono dal punto in cui si trova il sito oggetto di analisi e dal tipo di opera da calcolare. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno ( $T_R$ ) dell'evento sismico che è valutato come segue:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} \quad (5.1)$$

Con  $V_R$  vita di riferimento della costruzione e  $P_{VR}$  probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 della NTC). In ogni caso  $V_R$  non può essere inferiore a 35 anni.

#### 4.2.4.2. Fondazioni

Nel caso di fondazioni i coefficienti  $K_h$  e  $K_v$  sono così determinati:

$$K_h = \beta_s \cdot \left( \frac{a_{\max}}{g} \right) \quad (5.2)$$

$$K_v = \pm 0.5 \cdot K_h \quad (5.3)$$

Con:

$\beta_s$  coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

$a_{\max}$  accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

$g$  accelerazione di gravità.

I valori di  $\beta_s$  sono riportati nella tabella 4.2.5.1.

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	$\beta_s$	$\beta_s$
$0.2 < a_g(g) \leq 0.4$	0.30	0.28
$0.1 < a_g(g) \leq 0.2$	0.27	0.24
$a_g(g) \leq 0.1$	0.20	0.20

Tabella 4.2.5.1- Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa al sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{\max} = S_S S_T a_g$$

$S_S$  (effetto di amplificazione stratigrafica) ( $0.90 \leq S_S \leq 1.80$ ) è funzione di  $F_0$  (Fattore massimo di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e della categoria di suolo (A, B, C, D, E).

$S_T$  (effetto di amplificazione topografica), varia con il variare delle quattro categorie topografiche:

$$T1: S_T = 1.0; T2: S_T = 1.20; T3: S_T = 1.2; T4: S_T = 1.40.$$

Sulla scorta di queste considerazioni si passa alla classificazione sismica del suolo secondo quanto prevede la normativa.

#### 4.2.5. Pericolosità sismica di base

Vita nominale ( $V_n$ ): 50 [anni]

Classe d'uso: III

Coefficiente d'uso ( $C_u$ ): 1,5

Affidamento dei servizi di architettura ed ingegneria per la **progettazione definitiva strutturale dell'intero intervento di cui al progetto generale, la progettazione definitiva edile e impiantistica dei lavori di lotto A**, il coordinamento per la sicurezza in fase di progettazione dei lavori di lotto A, la direzione lavori e l'assistenza al collaudo dei lavori di lotto A, il coordinamento per la sicurezza in fase di esecuzione dei lavori di lotto A, il tutto relativamente al complesso denominato **"Tempio della Scorziata. Recupero e rifunzionalizzazione"**, ricadente nell'ambito del Grande Progetto "Centro Storico di Napoli - Valorizzazione del Sito UNESCO"

Periodo di riferimento (Vr): 75 [anni]  
 Periodo di ritorno (Tr) SLO: 45 [anni]  
 Periodo di ritorno (Tr) SLD: 75 [anni]  
 Periodo di ritorno (Tr) SLV: 712 [anni]  
 Periodo di ritorno (Tr) SLC: 1462 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 40,8514366 [°]  
 Longitudine (WGS84): 14,2573891 [°]  
 Latitudine (ED50): 40,8524361 [°]  
 Longitudine (ED50): 14,2582617 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	33200	40,832670	14,217080	4102,57
2	33201	40,832230	14,283150	3071,04
3	32979	40,882230	14,283740	3945,37
4	32978	40,882670	14,217640	4792,70

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC08, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

#### Punto 1

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
	30	0,044	2,349	0,283
SLO	45	0,055	2,330	0,305
	50	0,059	2,326	0,311
	72	0,072	2,317	0,319
SLD	75	0,073	2,317	0,320
	101	0,085	2,316	0,326
	140	0,101	2,313	0,328
	201	0,120	2,304	0,331
	475	0,168	2,359	0,334
SLV	712	0,193	2,397	0,336
	975	0,214	2,427	0,337
SLC	1462	0,241	2,484	0,338
	2475	0,281	2,560	0,338

#### Punto 2

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
	30	0,045	2,341	0,284
SLO	45	0,056	2,334	0,306



Affidamento dei servizi di architettura ed ingegneria per la **progettazione definitiva strutturale dell'intero intervento di cui al progetto generale, la progettazione definitiva edile e impiantistica dei lavori di lotto A**, il coordinamento per la sicurezza in fase di progettazione dei lavori di lotto A, la direzione lavori e l'assistenza al collaudo dei lavori di lotto A, il coordinamento per la sicurezza in fase di esecuzione dei lavori di lotto A, il tutto relativamente al complesso denominato **"Tempio della Scorziata. Recupero e rifunzionalizzazione"**, ricadente nell'ambito del Grande Progetto "Centro Storico di Napoli - Valorizzazione del Sito UNESCO"

	50	0,060	2,332	0,312
	72	0,073	2,320	0,321
SLD	75	0,074	2,320	0,321
	101	0,086	2,322	0,327
	140	0,102	2,318	0,330
	201	0,121	2,311	0,333
	475	0,169	2,371	0,337
SLV	712	0,193	2,409	0,339
	975	0,214	2,439	0,340
SLC	1462	0,241	2,494	0,341
	2475	0,281	2,569	0,342

### Punto 3

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
	30	0,046	2,339	0,285
SLO	45	0,057	2,342	0,307
	50	0,060	2,343	0,312
	72	0,073	2,329	0,323
SLD	75	0,075	2,329	0,323
	101	0,087	2,333	0,329
	140	0,102	2,329	0,333
	201	0,120	2,323	0,336
	475	0,168	2,384	0,342
SLV	712	0,192	2,423	0,343
	975	0,213	2,454	0,345
SLC	1462	0,240	2,507	0,345
	2475	0,280	2,579	0,346

### Punto 4

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
	30	0,044	2,351	0,284
SLO	45	0,055	2,342	0,307
	50	0,059	2,339	0,313
	72	0,071	2,333	0,322
SLD	75	0,073	2,333	0,323
	101	0,084	2,337	0,329
	140	0,099	2,332	0,332
	201	0,117	2,322	0,335
	475	0,165	2,378	0,340
SLV	712	0,189	2,413	0,342
	975	0,210	2,441	0,343
SLC	1462	0,237	2,494	0,343
	2475	0,277	2,565	0,343

### Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	45	0,056	2,336	0,306
SLD	75	0,074	2,324	0,322
SLV	712	0,192	2,410	0,340
SLC	1462	0,240	2,495	0,342

Affidamento dei servizi di architettura ed ingegneria per la **progettazione definitiva strutturale dell'intero intervento di cui al progetto generale, la progettazione definitiva edile e impiantistica dei lavori di lotto A**, il coordinamento per la sicurezza in fase di progettazione dei lavori di lotto A, la direzione lavori e l'assistenza al collaudo dei lavori di lotto A, il coordinamento per la sicurezza in fase di esecuzione dei lavori di lotto A, il tutto relativamente al complesso denominato **"Tempio della Scorziata. Recupero e rifunzionalizzazione"**, ricadente nell'ambito del Grande Progetto "Centro Storico di Napoli - Valorizzazione del Sito UNESCO"

## PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}$ : 1,000

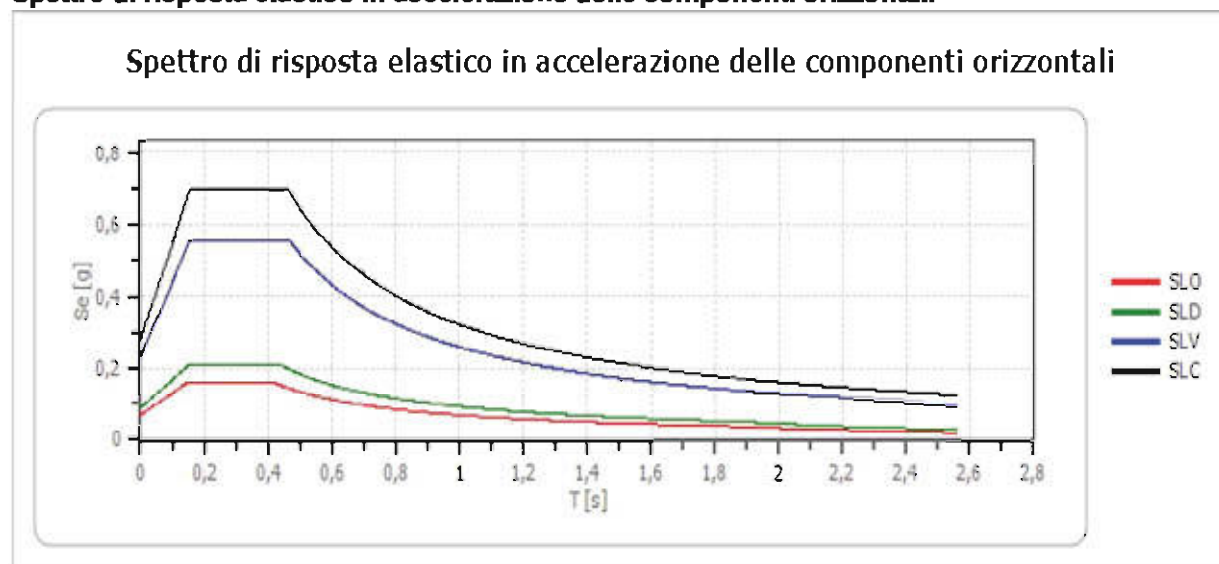
Categoria sottosuolo: **B = Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 maggiore di 50 nei terreni a grana grossa e  $cu_{30}$  maggiore di 250 kPa nei terreni a grana fine).**

Categoria topografica: **T1 = Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°**

### Coefficienti sismici fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,013	0,018	0,055	0,078
kv	0,007	0,009	0,028	0,039
amax [m/s²]	0,658	0,868	2,257	2,729
Beta	0,200	0,200	0,240	0,280

### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	$\eta$ [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1,5	0,056	2,336	0,306	1,200	1,390	1,000	1,200	1,000	0,142	0,425	1,824	0,067	0,157
SLD	1,5	0,074	2,324	0,322	1,200	1,380	1,000	1,200	1,000	0,148	0,444	1,895	0,089	0,206
SLV	1,5	0,192	2,410	0,340	1,200	1,370	1,000	1,200	1,000	0,155	0,465	2,367	0,230	0,555
SLC	1,5	0,240	2,495	0,342	1,160	1,360	1,000	1,160	1,000	0,155	0,464	2,560	0,278	0,694

### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

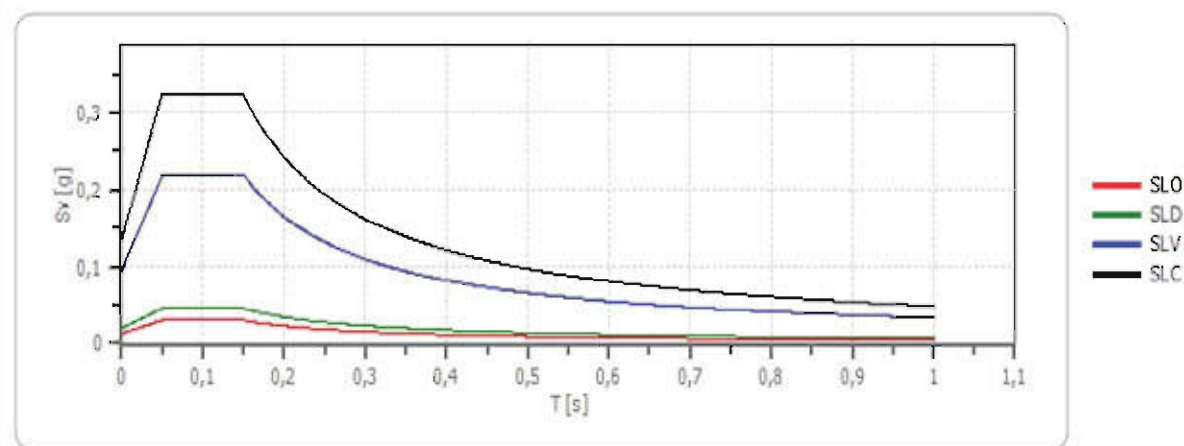
Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ :

5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}$ :

1,000

#### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



	cu	ag	F0	Tc*	Ss	Cc	St	S	$\eta$	TB	TC	TD	Se(0)	Se(TB)
		[g]	[-]	[s]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[s]	[s]	[s]	[g]	[g]
SLO	1,5	0,056	2,336	0,306	1	1,390	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,018	0,042
SLD	1,5	0,074	2,324	0,322	1	1,380	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,027	0,063
SLV	1,5	0,192	2,410	0,340	1	1,370	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,113	0,273
SLC	1,5	0,240	2,495	0,342	1	1,360	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,159	0,396

### Spettro di progetto

Fattore di struttura spettro orizzontale  $q$ :

1,50

Fattore di struttura spettro verticale  $q$ :

1,50

Periodo fondamentale  $T$ :

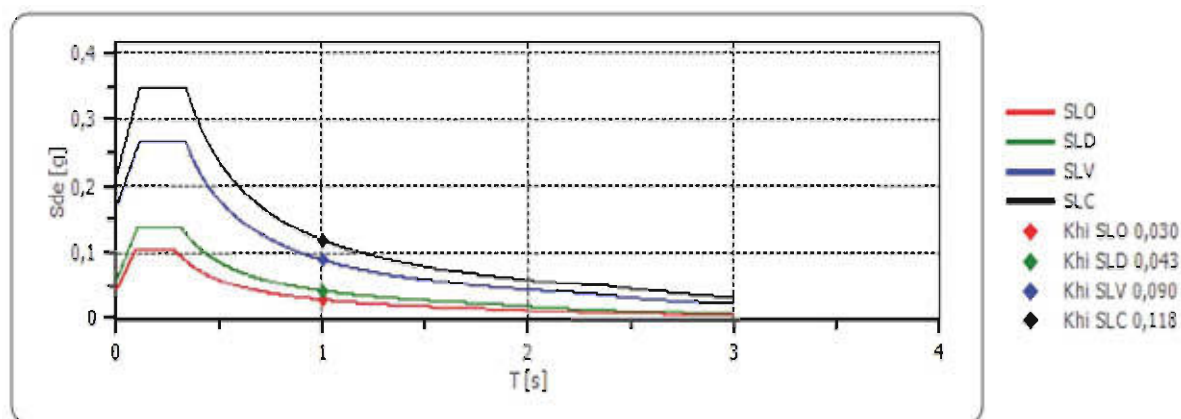
1,00 [s]

	SLO	SLD	SLV	SLC
khi = Sde(T) Orizzontale [g]	0,067	0,091	0,172	0,215
kv = Sdve(T) Verticale [g]	0,006	0,009	0,027	0,040

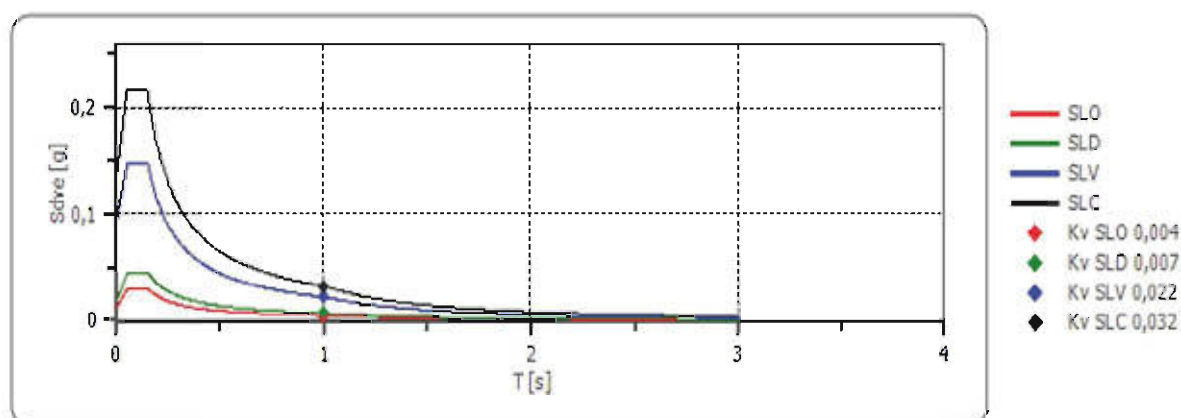


Affidamento dei servizi di architettura ed ingegneria per la **progettazione definitiva strutturale dell'intero intervento di cui al progetto generale, la progettazione definitiva edile e impiantistica dei lavori di lotto A**, il coordinamento per la sicurezza in fase di progettazione dei lavori di lotto A, la direzione lavori e l'assistenza al collaudo dei lavori di lotto A, il coordinamento per la sicurezza in fase di esecuzione dei lavori di lotto A, il tutto relativamente al complesso denominato **"Tempio della Scorziata. Recupero e rifunzionalizzazione"**, ricadente nell'ambito del Grande Progetto "Centro Storico di Napoli - Valorizzazione del Sito UNESCO"

### Spettro di progetto delle componenti orizzontali



### Spettro di progetto delle componenti verticali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	q [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Sd(0) [g]	Sd(TB) [g]
SLO orizzontale	1,5	0,056	2,336	0,306	1,200	1,390	1,000	1,200	1,000	0,142	0,425	1,824	0,067	0,157
SLO verticale	1,5	0,056	2,336	0,306	1,200	1,390	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,018	0,042
SLD orizzontale	1,5	0,074	2,324	0,322	1,200	1,380	1,000	1,200	1,000	0,148	0,444	1,895	0,089	0,206
SLD verticale	1,5	0,074	2,324	0,322	1,200	1,380	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,027	0,063
SLV orizzontale	1,5	0,192	2,410	0,340	1,200	1,370	1,000	1,200	1,500	0,155	0,465	2,367	0,230	0,370
SLV verticale	1,5	0,192	2,410	0,340	1,200	1,370	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,113	0,182
SLC orizzontale	1,5	0,240	2,495	0,342	1,160	1,360	1,000	1,160	1,500	0,155	0,464	2,560	0,278	0,463
SLC verticale	1,5	0,240	2,495	0,342	1,160	1,360	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,159	0,264

## 5. Classificazione Sismica del suolo

Il DM 14/09/05 "Norme tecniche delle costruzioni" indica necessaria la classificazione dei terreni investigati secondo la nuova normativa sismica nazionale (O.P.C.M. n° 3274 del 20/03/03), la quale, tra l'altro, inserisce il Comune di Napoli in Classe 2 avente una accelerazione  $a_g = 0.25g$ .

Gli effetti dell'azione sismica sulla vulnerabilità dell'area è in stretta relazione con le caratteristiche geolitologiche-stratigrafiche e morfologiche della stessa; e il DM di recente pubblicazione conferma la diversificazione dei suoli in diverse categorie:

**A - Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi** caratterizzati da valori di  $V_{s30}$  superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m.

**B - Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti**, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s30}$  compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica  $NSPT > 50$ , o coesione non drenata  $c_u > 250$  kPa).

**C - Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza**, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di  $V_{s30}$  compresi tra 180 e 360 m/s ( $15 < NSPT < 50$ ,  $70 < c_u < 250$  kPa).

**D - Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti**, caratterizzati da valori di  $V_{s30} < 180$  m/s ( $NSPT < 15$ ,  $c_u < 70$  kPa).

**E - Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali**, con valori di  $V_{s30}$  simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con  $V_{s30} > 800$  m/s.

In aggiunta a queste categorie se ne definiscono altre due, per le quali sono richiesti studi speciali per la definizione dell'azione sismica da considerare:

**S1 - Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza**, con elevato indice di plasticità ( $PI > 40$ ) e contenuto di acqua, caratterizzati da valori di  $V_{s30} < 100$  m/s ( $10 < c_u < 20$  kPa)

**S2 - Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.**

Nelle definizioni precedenti  $V_{s30}$  è la velocità media di propagazione entro 30 m di profondità delle onde di taglio e viene calcolata con la seguente espressione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

dove  $h_i$  e  $V_i$  indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio  $\gamma < 10-6$ ) dello strato  $i$ -esimo, per un totale di  $N$  strati presenti nei 30 m superiori.

Il sito verrà classificato sulla base del valore di  $V_{s30}$ , ricavato da una indagine sismica di tipo MASW eseguita dallo scrivente in aree con le medesime condizioni litostratigrafiche.

Il risultato ottenuto, che si può verificare nella relazione tecnica allegata alla presente, è che ci si trova in presenza di un suolo di tipo B, ovvero:

***"Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s30}$  compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica  $NSPT > 50$ , o coesione non drenata  $c_u > 250$  kPa)".***

### 5.1. Verifica a liquefazione

Le norme tecniche per le costruzioni (D.M. 14 Gennaio 2008) al capo 7, in particolare al C7.11.3.4 relativamente alla stabilità nei confronti della liquefazione evidenzia la necessità di una verifica di tale fenomenologia in riferimento delle litologie riscontrate.

Al punto C7.11.3.4.2 (*Esclusione della verifica a liquefazione*) vengono enunciati i casi in cui la verifica a liquefazione può essere omessa, la normativa cita...

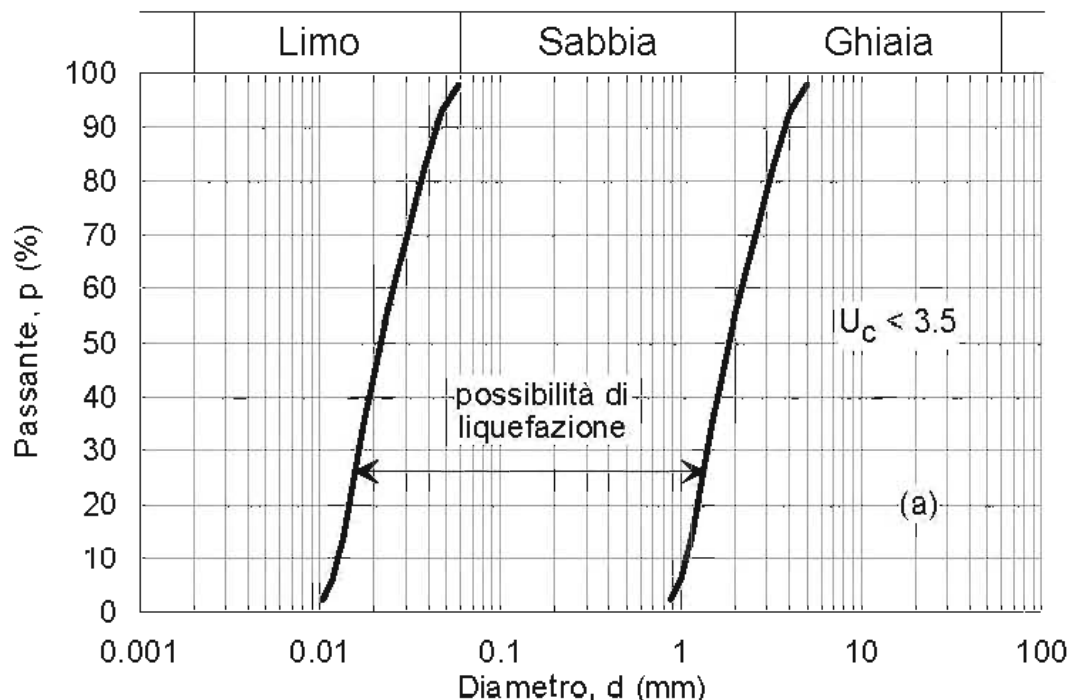
*"La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:*

- 1. eventi sismici attesi di magnitudo  $M$  inferiore a 5;*
- 2. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;*
- 3. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;*
- 4. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N1)_{60} > 30$  oppure  $qc_{1N} > 180$  dove  $(N1)_{60}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $qc_{1N}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;*
- 5. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  ed in Figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$ ."*



Affidamento dei servizi di architettura ed ingegneria per la **progettazione definitiva strutturale dell'intero intervento di cui al progetto generale, la progettazione definitiva edile e impiantistica dei lavori di lotto A**, il coordinamento per la sicurezza in fase di progettazione dei lavori di lotto A, la direzione lavori e l'assistenza al collaudo dei lavori di lotto A, il coordinamento per la sicurezza in fase di esecuzione dei lavori di lotto A, il tutto relativamente al complesso denominato **"Tempio della Scorziata. Recupero e rifunzionalizzazione"**, ricadente nell'ambito del Grande Progetto "Centro Storico di Napoli - Valorizzazione del Sito UNESCO"

con riferimento al diagramma seguente:



In considerazione delle verifiche effettuate, delle indagini dirette ed indirette analizzate, si può affermare che il sito in esame rientra a pieno titolo a quanto risponde al comma 3 del citato paragrafo e al comma 5 sempre dello stesso.

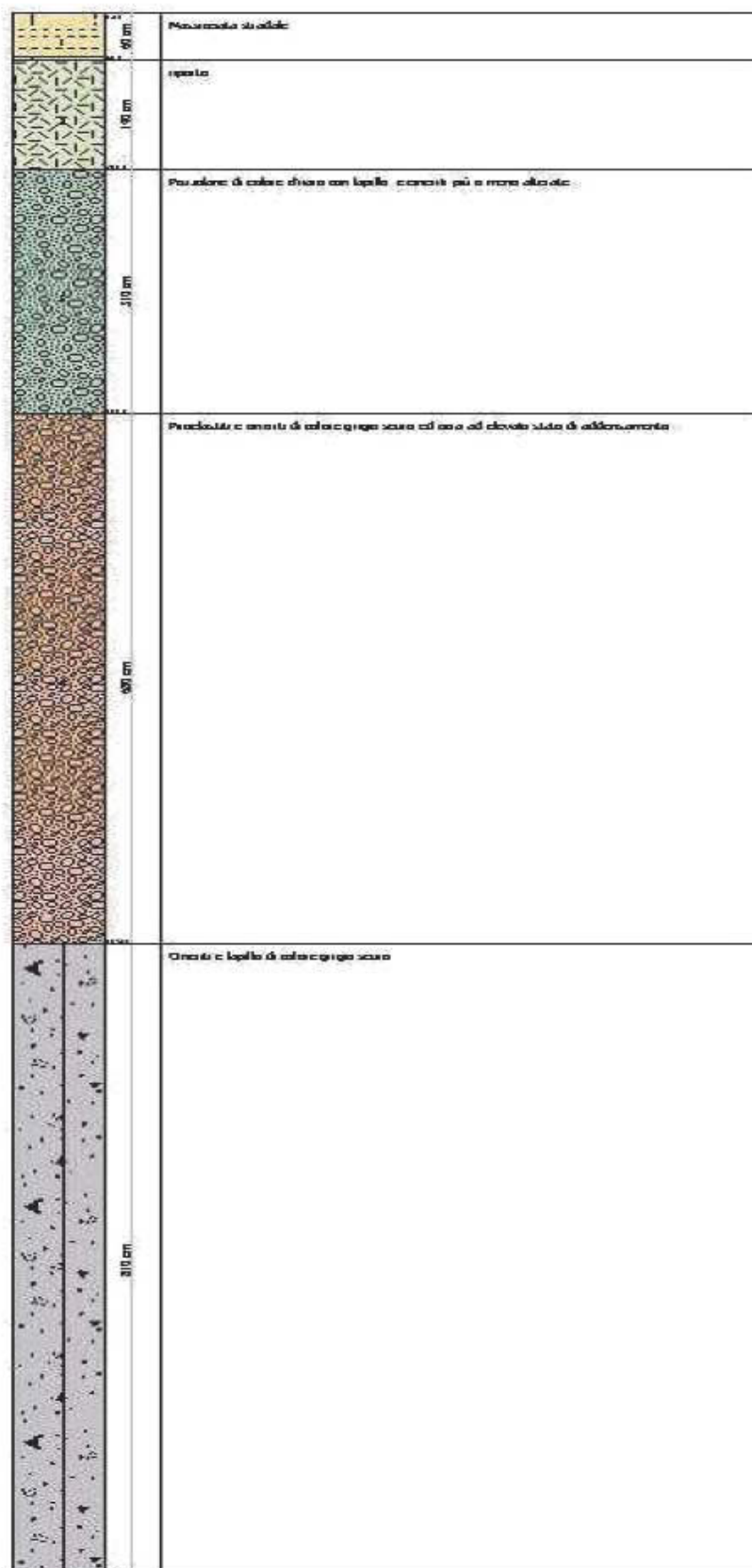
## 5.2. Colonna stratigrafica

Sulla scorta delle indagini analizzate e con il supporto degli strumenti urbanistici vigenti, si è ricostruita la situazione stratigrafica dell'area in esame e caratterizzare tali termini dal punto di vista geomeccanico.

### STRATIGRAFIA TERRENO

Spessore strato [m]	Peso unità di volume [Kg/m³]	Peso unità di volume saturo [Kg/m³]	Angolo di attrito [°]	Coesione [Kg/cm²]	Coesione non drenata [Kg/cm²]	Modulo Elastico [Kg/cm²]	Modulo Edometrico [Kg/cm²]	Poisson
0,6	1423,53	1886,43	27,1	0,0	0,0	0,0	39,46	0,34
1,4	1468,14	1914,07	27,1	0,0	0,0	0,0	46,48	0,34
3,1	1580,88	1971,38	27,1	0,0	0,0	159,4	82,14	0,32
6,8	1691,38	2052,16	27,1	0,0	0,0	221,6	87,89	0,3
6,1	1806,0	2124,05	27,1	0,0	0,0	291,4	116,36	0,27

Affidamento dei servizi di architettura ed Ingegneria per la **progettazione definitiva strutturale dell'intero intervento di cui al progetto generale, la progettazione definitiva edile e impiantistica dei lavori di lotto A, il coordinamento per la sicurezza in fase di progettazione dei lavori di lotto A, la direzione lavori e l'assistenza al collaudo dei lavori di lotto A, il coordinamento per la sicurezza in fase di esecuzione dei lavori di lotto A, il tutto relativamente al complesso denominato "Tempio della Scorzata. Recupero e rifunzionalizzazione"**, ricadente nell'ambito del Grande Progetto "Centro Storico di Napoli - Valorizzazione del Sito UNESCO"



## 6. Conclusioni.

Sulla scorta di quanto è stato possibile verificare ed analizzare, per motivi di sicurezza, il presente elaborato è stato redatto esclusivamente sulla base documentale rinvenuta a seguito di ricerca storica sul fabbricato stesso e in base alle conoscenze dello scrivente sul territorio d'imposta dello stesso edificio e quanto riportato dagli elaborati allegati agli strumenti urbanistici vigenti nel Comune di Napoli.

Premesso tutto ciò, alcune considerazioni sulle condizioni di stabilità della struttura occorre farle in prospettiva di una verifica puntuale delle ipotesi geolitologiche e geotecniche effettuate nel presente elaborato. Il sottosuolo può essere sede di vuoti ottenuti per il prelievo della materia prima per la costruzione degli stessi edifici e tale situazione, nel tempo, potrebbe generare condizioni di instabilità che vanno verificate e risolte opportunamente al fine di garantire la sicurezza delle persone e per non vanificare l'intervento in progetto. Si rimanda tale fase in un momento successivo della fase progettuale sempre che si abbiano le condizioni di sicurezza che al momento non vi sono.

Pertanto, in base all'esame dei dati ricavati dalle fonti bibliografiche e confrontate anche con altre indagini messe a disposizione ed effettuate sullo stesso sito è possibile ottenere le seguenti conclusioni:

- La classificazione sismica del Comune di Napoli è Classe 2.
- La falda non è stata rinvenuta fino ad una profondità tale da influenzare le condizioni di stabilità dell'opera
- L'indagine sismica MASW analizzata, ed eseguita dallo scrivente in aree prossime a quella in esame, ha permesso di poter definire il sottosuolo nella categoria di profilo stratigrafico B
- L'analisi della pericolosità sismica del sito ha permesso di ricavare i Coefficienti sismici di fondazioni.

Tanto dovevasi per l'incarico ricevuto

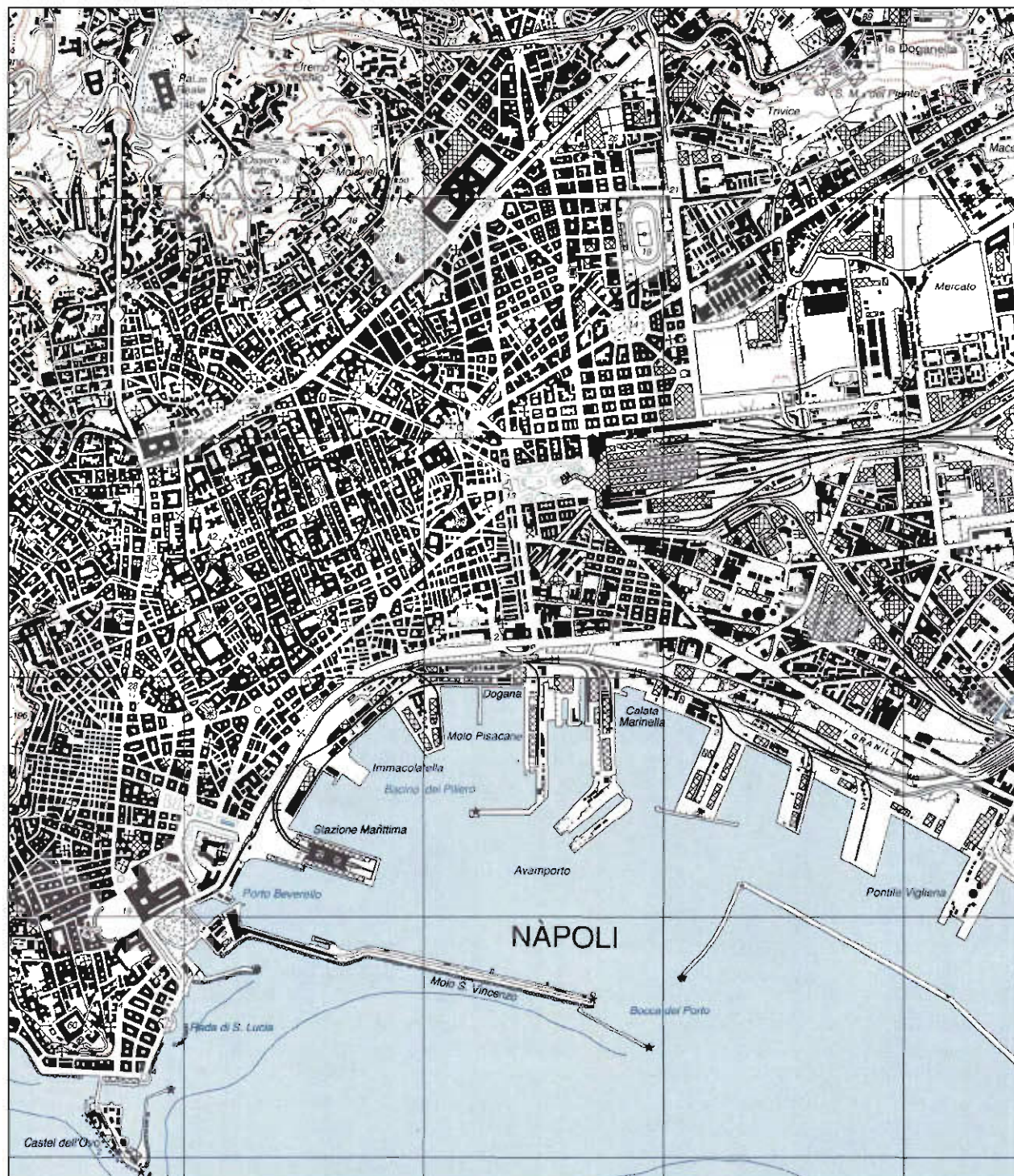
Grosseto, gennaio 2018

Il Geologo  
Dott. Gavino Acierno





Fig. 1 Corografia scala 1 : 25.000





Affidamento dei servizi di architettura ed ingegneria per la **progettazione definitiva strutturale dell'intero intervento di cui al progetto generale, la progettazione definitiva edile e impiantistica dei lavori di lotto A**, il coordinamento per la sicurezza in fase di progettazione dei lavori di lotto A, la direzione lavori e l'assistenza al collaudo dei lavori di lotto A, il coordinamento per la sicurezza in fase di esecuzione dei lavori di lotto A, il tutto relativamente al complesso denominato **"Tempio della Scorziata. Recupero e rifunzionalizzazione"**, ricadente nell'ambito del Grande Progetto "Centro Storico di Napoli - Valorizzazione del Sito UNESCO"

Fig. 2 – Stralcio Carta Geologica





Affidamento dei servizi di architettura ed ingegneria per la **progettazione definitiva strutturale dell'intero intervento di cui al progetto generale, la progettazione definitiva edile e impiantistica dei lavori di lotto A**, il coordinamento per la sicurezza in fase di progettazione dei lavori di lotto A, la direzione lavori e l'assistenza al collaudo dei lavori di lotto A, il coordinamento per la sicurezza in fase di esecuzione dei lavori di lotto A, il tutto relativamente al complesso denominato **"Tempio della Scorziata. Recupero e rifunzionalizzazione"**, ricadente nell'ambito del Grande Progetto "Centro Storico di Napoli - Valorizzazione del Sito UNESCO"

---

Fig. 3 – Foto Aerea





Fig. 4 – Fotogrammetria dell'area

