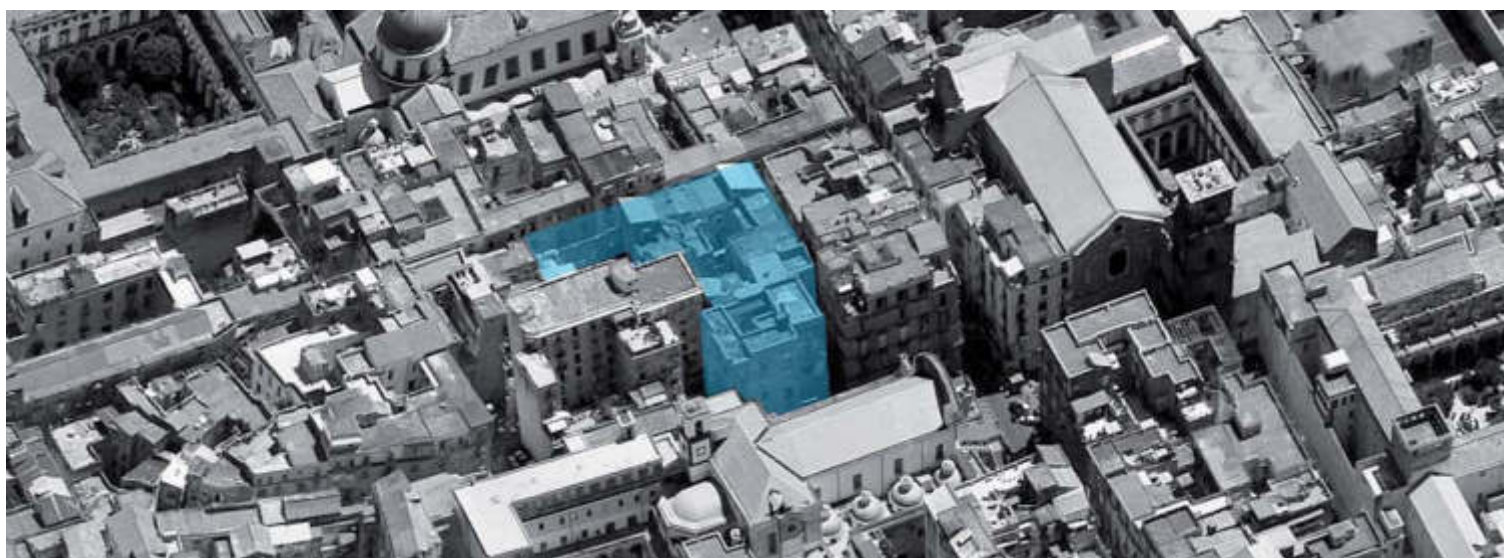


Procedura per l'affidamento dei servizi di architettura ed ingegneria per la **progettazione definitiva strutturale dell'intero intervento di cui al progetto generale, la progettazione definitiva edile e impiantistica dei lavori di lotto A**, il coordinamento per la sicurezza in fase di progettazione 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 all'intervento denominato **"Tempio della Scorziata. Recupero e rifunzionalizzazione"**, ricadente nell'ambito del Grande Progetto "Centro Storico di Napoli - Valorizzazione del Sito UNESCO", sulla scorta del progetto preliminare redatto dal Comune di Napoli - Direzione Centrale Pianificazione e Gestione del Territorio - Sito Unesco (C.F.01207650639) con sede in Largo Torretta, 19 - 80122 NAPOLI. Programma Operativo Regionale FESR Campania 2007-2013. Asse VI Sviluppo urbano e qualità della vita. Obiettivo Operativo 6.2. Napoli e Area metropolitana. Grande Progetto Centro Storico di Napoli Valorizzazione del sito UNESCO.

PROGETTO DEFINITIVO

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

Reatauratrice

Deborah De Vincenzo

Corso Vittorio Emanuele, 578 - 80135 Napoli

Giovane Professionista

Arch. Giovanna Tedeschi

via Nicola Sala, n.29 - 82100 - Benevento



| | | | | | |
|------------------------------------|-----------------|-----------------|---------------|--------------------|-----------------|
| Oggetto: ELABORATI GENERALI | | | | tavola: | scala: |
| RELAZIONE GEOLOGICA | | | | 0_D_EG_GEOL | |
| rev.: | descrizione: | controllato da: | approvato da: | formato: | data: |
| 00 | prima emissione | | | | 19 gennaio 2018 |
| | | | | | |
| | | | | | |

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



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;

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"

- 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, purché 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 ≥ 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 | $P_{VR} = 63\%$ |
| Stati limite ultimo: salvaguardia della vita | SLV | $P_{VR} = 10\%$ |
| Stati 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:

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