



REGIONE PUGLIA



COMUNE DI MARUGGIO (TA)

COMUNE DI MARUGGIO

SETTORE III: LAVORI PUBBLICI E MANUTENZIONE DEL PATRIMONIO PUBBLICO

VIA VITTORIO EMANUELE, 41 - 74020 MARUGGIO

CUP: E17B16000640002

PROGETTO DEFINITIVO

INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA

RTP:



Studio Ing. De Venuto & Ass.

Geol. Francesco Forte



RUP: Ing. Paolo Magrini

ED.02.04 Relazione Sismica

Prot. N.	Data	Scala	Codice intervento:
	Maggio 2021	---	Codice SAP:

00	05/2021	Emesso per Progetto Definitivo			
rev.	data	descrizione	red.	contr.	appr.

INDICE

PREMESSA.....	2
NORME DI RIFERIMENTO	3
ASPETTI SISMICI.....	3
DATI DI PROGETTO E PARAMETRI DI CONFIGURAZIONE DEL MODELLO.....	9

PREMESSA

La presente relazione definisce la pericolosità sismica di base dei siti oggetto di intervento della realizzazione di un tombino stradale previsto nel progetto di "INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA NEL COMUNE DEII MARUGGIO (TA)".

Fra le altre opere di sistemazione idraulica è prevista la realizzazione di un canale in sede propria che lungo il suo tracciato interseca la strada provinciale SP136.

Per tale ragione si realizza un tombino con sezione idonea altrensito della della portata di piena con TR200 anni e altezza tale da garantire il prescritto franco di sicurezza sul tirante idrico.

A seguito di calcolo e verifiche idrauliche è stato dimensionato il tombino con sezione utile interna (LxH) 12.0 x 3.0 m.

Il tombino è stato dimensionato con riferimento ai criteri di classificazione stabiliti dal D.M. 5/11/2001, la strada provinciale è classificabile come "Strada Extraurbana Secondaria - Categoria C1" con una corsia da 3,50 m e banchina in destra di 1,00, secondo le dimensioni minime indicate nella figura 3.6.d. La sezione stradale complessiva si completa con due camminamenti laterali da 1.20 m per una larghezza complessiva di 12.0 m.

La struttura, in quanto parte di una rete viaria extraurbana, con riferimento alla classificazione regionale, è stata considerata come "Opera di importanza Rilevante" di cui alla deliberazione G.R. Puglia 1214 del 31/05/201, elenco B, e pertanto Costruzione di Tipo 3 con livelli di prestazioni elevati ($V_n > 100$ anni) e Classe d'Uso III.

Le azioni considerate nella progettazione strutturale del tombino sono quelle indicate dalle N.T.C. 2018 per i ponti stradali di 1^a categoria.

La struttura è realizzata in opera in c.a. costituita da due spalle continue dello spessore 1.0 m e altezza netta di 4.30 m dal piede si fondazione orizzondale da 4.0 m di larghezza e 1.0 m di spessore.

L'impalcato è realizzato con travi prefabbricate in c.a.p. con sezione a I dell'altezza netta di 70 cm poste ad interasse di 1.20 m e sormontata da soletta di ripartizione in c.a. dello spessore medio di 20 cm.

I lavori sono da realizzarsi sparsi in Località Taranto, Maruggio; Latitudine ED50 40,3335, Longitudine ED50 17,5792°; Altitudine s.l.m. 61 m.

NORME DI RIFERIMENTO

Legge 5 novembre 1971 n. 1086

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

Circ. Min. LL.PP.14 Febbraio 1974, n. 11951

Applicazione della L. 5 novembre 1971, n. 1086"

Legge 2 febbraio 1974 n. 64

Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche

D. M. Min. II. TT. del 17 Gennaio 2018

Norme tecniche per le costruzioni

Circ. Min. 21 gennaio 2019, n. 7

Circolare illustrativa per l'applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni

ASPETTI SISMICI

Si definiscono DI SEGUITO gli aspetti tecnici e normativi relativi alla progettazione di strutture soggette all'azione sismica, per la valutazione dell'azione sismica e per le verifiche di sicurezza.

Le prestazioni della costruzione devono essere considerate nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, le strutture di fondazione, gli elementi non strutturali e gli impianti, ed il volume significativo di terreno cioè la parte di sottosuolo influenzata dalla costruzione del manufatto e che influenza il manufatto stesso.

Le costruzioni devono essere dotate di sistemi strutturali che garantiscano rigidezza e resistenza nei confronti delle due componenti ortogonali orizzontali delle azioni sismiche e degli effetti torsionali che si accompagnano all'azione sismica.

Il modello della struttura deve essere tridimensionale e rappresentare in modo adeguato le effettive distribuzioni spaziali di massa, rigidezza e resistenza.

Le azioni conseguenti al moto sismico sono modellate sia direttamente, attraverso forze statiche equivalenti o spettri di risposta, sia indirettamente, attraverso accelerogrammi.

Metodi di analisi e criteri di verifica

L'analisi delle strutture soggette ad azione sismica può essere lineare o non lineare.

Analisi lineare

L'analisi lineare può essere utilizzata per calcolare gli effetti delle azioni sismiche sia nel caso di sistemi dissipativi sia nel caso di sistemi non dissipativi.

Quando si utilizza l'analisi lineare per sistemi non dissipativi gli effetti delle azioni sismiche sono calcolati riferendosi allo spettro di progetto ottenuto assumendo un fattore di struttura q unitario e non è necessario soddisfare i requisiti di duttilità.

Quando si utilizza l'analisi lineare per sistemi dissipativi, gli effetti delle azioni sismiche sono calcolati riferendosi allo spettro di progetto ottenuto assumendo un fattore di

struttura q maggiore dell'unità, dipende dalla tipologia strutturale, dal suo grado di iperstaticità e dai criteri di progettazione adottati e prende in conto le non linearità di materiale.

La scelta del fattore di struttura deve essere adeguatamente giustificata. Il valore adottato deve dar luogo ad azioni di progetto agli stati limite ultimi coerenti con le azioni di progetto assunte per gli stati limite di esercizio.

Analisi non lineare

L'analisi non lineare si utilizza per sistemi dissipativi e tiene conto delle non linearità di materiale e geometriche.

Oltre che in relazione al fatto che l'analisi sia lineare o non lineare, i metodi d'analisi sono articolati anche in relazione al fatto che l'equilibrio sia trattato staticamente o dinamicamente.

Analisi dinamica

L'analisi dinamica ha lo scopo di valutare il comportamento dinamico della struttura mediante integrazione delle equazioni del moto e consiste nella determinazione dei modi di vibrare della costruzione, nel calcolo degli effetti dell'azione sismica, rappresentata dallo spettro di risposta di progetto, per ciascuno dei modi di vibrare individuati, e nella combinazione di questi effetti. Devono essere considerati tutti i modi con massa partecipante significativa, e per la combinazione degli effetti relativi ai singoli modi deve essere utilizzata una combinazione quadratica completa degli effetti.

Nel caso di costruzioni con isolamento alla base deve essere condotta l'analisi dinamica non lineare in quanto il sistema d'isolamento non può essere rappresentato da un modello lineare equivalente.

Analisi statica

L'analisi statica consiste nell'applicazione di forze statiche orizzontali distribuite, ad ogni livello della costruzione, equivalenti alle forze di inerzia indotte dall'azione sismica, per la direzione considerata dell'azione sismica. L'entità delle forze si ottiene dall'ordinata dello spettro di progetto corrispondente al periodo T_1 e la loro distribuzione sulla struttura segue la forma del modo di vibrare principale nella direzione in esame.

Se le rigidezze laterali e le masse sono distribuite simmetricamente in pianta, gli effetti torsionali accidentali possono essere considerati amplificando le sollecitazioni su ogni elemento resistente, attraverso il fattore (δ) dipendente dalla distanza dell'elemento resistente verticale dal baricentro geometrico di piano, misurata perpendicolarmente alla direzione dell'azione sismica considerata e la distanza tra i due elementi resistenti più lontani.

Azione sismica.

L'azione sismica sulle costruzioni è generata dal moto non uniforme del terreno per effetto della propagazione delle onde sismiche. Il moto sismico eccita la struttura provocandone la risposta dinamica, che va verificata e controllata negli aspetti di sicurezza e di prestazioni attese.

L'azione può essere descritta mediante accelerogrammi o mediante spettri di risposta.

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 e costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

Parametrizzazione dinamica

Ai sensi del D.M. Infrastrutture e Trasporti del 14/09/2005, il valore del parametro di accelerazione orizzontale (a_g) massima convenzionale su suolo di classe A è riferito ad una probabilità di superamento del 10 per cento in 50 anni ed assumono i seguenti valori.

Zona	Valore di A_g
1	0,35 g
2	0,25 g
3	0,15 g
4	0,05 g

Con le Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D. M. Min. II. TT. del 17/01/2018 le azioni sismiche di progetto 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 (di categoria A), 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 . In alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla pericolosità sismica del sito.

Ai fini della presente normativa le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{vr} , 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;

I valori di A_g , F_o e T^*c necessari per la determinazione delle azioni sismiche sono indicati dalle Norme Tecniche per ciascun sito considerato.

Periodo di riferimento per l'azione sismica

Le azioni sismiche saranno valutate in relazione al "periodo di riferimento" V_r che si determina in funzione della "vita nominale" V_n e del "coefficiente d'uso" C_u :

$$V_r = V_n * C_u$$

Il valore del coefficiente d'uso C è definito, al variare della classe d'uso.

Classe d'uso	I	II	III	IV
coefficiente C_u	0,7	1,0	1,5	2,0

Vita nominale

La vita nominale di un'opera strutturale V_n è intesa 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. Il valore minimo della vita nominale V_n deve essere precisata nei documenti di progetto, con riferimento a quanto riportato di seguito, per diversi tipi di opere.

1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Classi d'uso

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 così definite:

Classe I	Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli
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
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
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 di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. 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

Categorie di sottosuolo

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale con specifiche analisi, o si può fare riferimento a un approccio semplificato basato sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento.

Categoria	Descrizione
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 V_{s30} di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità, riferita al piano di imposta delle fondazioni superficiali o alla testa dei pali delle fondazioni profonde.

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 di definire il moto sismico in superficie e sul piano di fondazione, l'azione sismica viene caratterizzata da 3 componenti di traslazione (X ed Y orizzontali e Z verticale) da considerare tra di loro indipendenti.

Le componenti possono essere descritte, in funzione del tipo di analisi adottata, mediante una delle seguenti rappresentazioni:

- accelerazione massima attesa in superficie;
- accelerazione massima e relativo spettro di risposta attesi in superficie;
- accelerogramma.

Le due componenti ortogonali indipendenti che descrivono il moto orizzontale sono caratterizzate dallo stesso spettro di risposta, mentre la componente che descrive il moto verticale è caratterizzata dal suo spettro di risposta. In via semplificata la componente accelerometrica verticale può essere correlata alle componenti accelerometriche orizzontali del moto sismico.

La definizione delle forme spettrali è riferita a sottosuolo di categoria A, opportunamente modificata attraverso il "coefficiente stratigrafico" S_s ed il "coefficiente topografico" S_t .

Per categorie speciali di sottosuolo o per determinati sistemi geotecnici, le azioni sismiche da considerare nella progettazione possono essere determinate mediante analisi di risposta sismica locale con specifiche indagini e prove.

Spettro di risposta elastico in accelerazione

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione è espresso da una forma spettrale (spettro normalizzato) riferita ad uno smorzamento convenzionale del 5%, moltiplicata per il valore della "accelerazione orizzontale massima" A_g su sito di riferimento rigido orizzontale. Sia la forma spettrale che il valore di A_g variano al variare della probabilità di superamento nel "periodo di riferimento" P_{vr} .

Gli spettri così definiti possono essere utilizzati per strutture con periodo fondamentale minore o uguale a 4,0 s. Per strutture con periodi fondamentali superiori lo spettro deve essere definito da apposite analisi ovvero l'azione sismica deve essere descritta mediante accelerogrammi.

Spettro di risposta elastico in spostamento

Lo spettro di risposta elastico in spostamento si ricava dalla corrispondente risposta in accelerazione purché il periodo di vibrazione T non ecceda un preciso valore T_e dipendente dalla categoria di sottosuolo.

DATI DI PROGETTO E PARAMETRI DI CONFIGURAZIONE DEL MODELLO

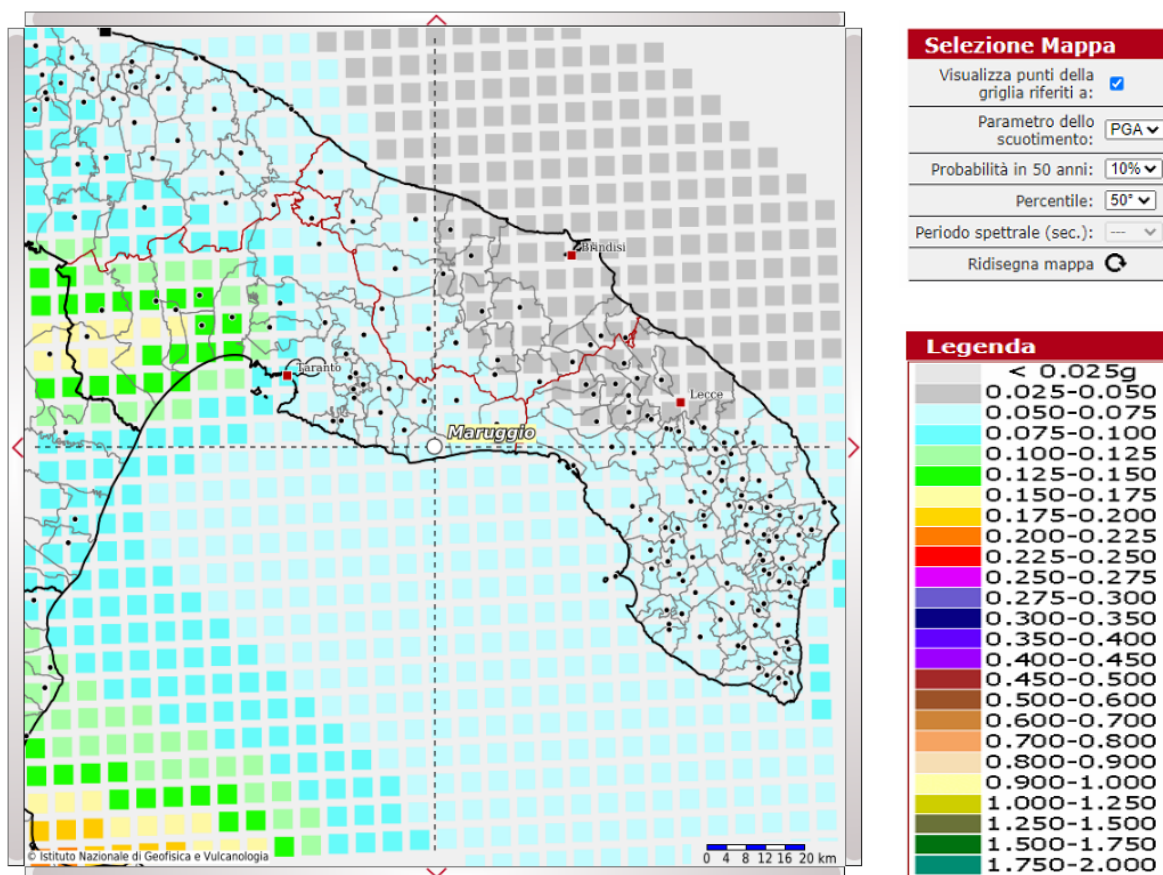
La modellazione della struttura ed il calcolo delle sollecitazioni e le verifiche viene condotto con l'ausilio del software di calcolo automatico "SismiCAD 12" della Concrete, che utilizza, come analizzatori e solutori del modello strutturale, il programma ad elementi finiti SAP, nel rispetto della metodologia classica della Scienza della Costruzioni.

Il tombino stradale di attraversamento della SP91 in quanto parte di una rete viaria extraurbana, con riferimento alla classificazione regionale, è stata invece considerata come "Opera di importanza Rilevante" di cui alla deliberazione G.R. Puglia 1214 del 31/05/201, elenco B, e pertanto di Tipo 3 (Costruzione con livelli di prestazioni elevati) e Classe d'Uso III (Reti viarie extraurbane). Per tali opere, con $V_n \geq 100$ anni, e $C_u = 1,5$ l'azione sismica è stata determinata per il periodo di riferimento $V_r = 150$ anni.

Secondo la classificazione sismica del territorio Regionale Pugliese (D.G.R. 153/2004), il Comune di Maruggio (TA) ricade in Zona 2 (ex 9, da D.M. 16/01/96).

Con le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni l'azione sismica viene valutata sulla scorta delle "categorie di sottosuolo" e della definizione di una "pericolosità di base"

La pericolosità sismica di base restituisce i valori di a_g , forniti dall'INGV e pubblicati nel sito <http://esse1.mi.ingv.it/> come evidenziato nella figura.



Nel caso in esame, con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni per suoli rigidi (categoria A) indica un'accelerazione compresa tra 0.050 - 0.075 g.

Per la valutazione del coefficiente di amplificazione stratigrafica S_S si è fatto riferimento alla caratterizzazione geotecnica condotta nel volume significativo con riferimento ai parametri geomeccanici desumibili dalle indagini condotte per la caratterizzazione geotecnica nel volume significativo.

Al fine di calcolare il valore di velocità delle onde di taglio (S) fino alla profondità del substrato, e determinare la classe di appartenenza del terreno di fondazione, secondo quanto è richiesto dalle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni DM 17/1/2018, viene eseguita una indagine MASW.

Dalle risultanze di prospezioni sismiche condotte in aree limitrofe è possibile ipotizzare la VS_{eq} per classificare il suolo di fondazione nella Categoria 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".

Per la valutazione del coefficiente di amplificazione topografica ST, viste le condizioni in sito e l'orografia della zona, si è attribuita la categoria topografica T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$.

Le azioni sismiche indotte dai carichi sono state determinate con un'analisi dinamica lineare e le verifiche sono state condotte con il metodo semiprobabilistico agli Stati Limite, nel rispetto del D.M. 17/01/2018.

I parametri di definizione, più compiutamente rappresentati nella relazione di calcolo, possono essere così riassunti:

Metodo di analisi	D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
Tipo di analisi	Lineare dinamica
Ss orizzontale SLO	1
Tb orizzontale SLO	0.111 [s]
Tc orizzontale SLO	0.333 [s]
Td orizzontale SLO	1.73 [s]
Ss orizzontale SLD	1
Tb orizzontale SLD	0.122 [s]
Tc orizzontale SLD	0.366 [s]
Td orizzontale SLD	1.754 [s]
Ss orizzontale SLV	1
Tb orizzontale SLV	0.162 [s]
Tc orizzontale SLV	0.486 [s]
Td orizzontale SLV	1.868 [s]
St	1
PVr SLO (%)	81
Tr SLO	90.32
Ag/g SLO	0.0325
Fo SLO	2.453
Tc* SLO	0.333 [s]
PVr SLD (%)	63
Tr SLD	150.87
Ag/g SLD	0.0385
Fo SLD	2.569
Tc* SLD	0.366 [s]
PVr SLV (%)	10
Tr SLV	1423.68

Ag/g SLV	0.0669
Fo SLV	3.046
Tc* SLV	0.486 [s]
T1,x	0.16969 [s]
T1,y	0.16969 [s]
λ SLD,x, y	1
λ SLV,x, y	1
Fattore di comportamento per sisma SLD X-Y	1.5
Fattore di comportamento per sisma SLV X-Y	2.52
Coefficiente di sicurezza per carico limite (fondazioni superficiali)	2.3
Coefficiente di sicurezza per scorrimento (fondazioni superficiali)	1.1

Per maggiori dettagli relativi ai parametri progetto delle strutture previste in progetto si rimanda alla relazione di calcolo delle strutture.