

REGIONE VENETO 	VI.ABILITA' S.R.L. 	PROVINCIA DI VICENZA 
<p>Lavori di demolizione e ricostruzione del ponte della Secula lungo la S.P. 20 Bacchiglione in Comune di Longare. Commessa 17/2018.</p>		
<p>FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA</p>		
oggetto:	Relazione sismica	
Presidente del Consiglio di Amministrazione di Vi.abilità S.R.L. Dott.ss Magda Dellai		Il Direttore Generale Dott. Ing. Fabio Zeni
progettazione Ing. Cesare Gallo	R.U.P. e Responsabile dei lavori (D.Lgs. 81/08) Ing. Andrea Leonardi Vi.abilità Srl coordinatore per la progettazione (D.Lgs. 81/08) coordinatore per l'esecuzione dei lavori (D.Lgs. 81/08)	relazione ST RE 02 data Settembre 2019 aggiornamento/i data e numero scala/e Varie commessa/e 17/2018 codice elaborato
direzione lavori		
eseguito Ing. Cesare Gallo	controllato Ing. Cesare Gallo	
Vi.abilità S.R.L. via Zamenhof, 829 36100 - Vicenza - Italy	tel. +39 0444 385711 fax +39 0444 385799 e-mail info@vi-abilita.it Web site www.vi-abilita.it	Capitale sociale: 5.050.000,00 euro i.v. Partita IVA: 02928200241 Registro Imprese di Vicenza: 02928200241 R.E.A. di Vicenza: n. 285329
QUESTO DOCUMENTO NON POTRA' ESSERE COPIATO, RIPRODOTTO O ALTRIMENTI PUBBLICATO IN TUTTO O IN PARTE SENZA IL CONSENSO SCRITTO DI VI.ABILITA' S.R.L. (LEGGE 22.04.1941, N. 633 - ART. 2575 E SEGG. C.C.)		

INDICE

INDICE	2
1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
2 INTRODUZIONE.....	5
3 LOCALIZZAZIONE	5
4 L’AZIONE SISMICA.....	6
4.1 VITA NOMINALE, CLASSE D’USO, PERICOLOSITÀ DI BASE.....	6
4.2 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE.....	7
4.3 SPETTRI ELASTICI	8

1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- Legge 5 novembre 1971, n. 1086: Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio normale e precompresso ed a struttura metallica;
- Legge n. 64 del 02/02/1974: Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;
- D.M. 9 gennaio 1996: Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche
- Circolare Min. LL.PP. n. 252 del 15 ottobre 1996: Istruzioni per l'applicazione "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" di cui al D.M. 09.01.1996;
- D.M. 16 gennaio 1996: Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi";
- Circolare Min. LL.PP. n. 156 del 04 luglio 1996: Istruzioni per l'applicazione "Norme tecniche relative ai Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" di cui al D.M. 16 gennaio 1996;
- ENV 206: Calcestruzzo – Prestazioni, produzione, getto e criteri di conformità;
- EC 2: Progettazione delle strutture cementizie; P. 1: Regole generali e regole per gli edifici;
- EC 7: Progettazione geotecnica. Parte 1: Regole generali;
- OPCM 3274 della Presidenza Consiglio dei Ministri del 25 marzo 2003: Normativa sismica;
- DGR – Regione Veneto n. 3645 del 28.11.2003: Allegato A "Categorie di edifici di interesse strategico e opere infrastrutturali di rilievo fondamentale per la protezione civile; Allegato B "Categorie di edifici e opere infrastrutturali che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso"; Allegato C "Indicazioni per le verifiche tecniche da effettuarsi su edifici e opere strategiche o importanti, ai sensi di quanto previsto ai commi 3 e 4 dell'art. 2 dell'ordinanza 3274/2003";
- OPCM 3362 del 08.07.2004: Modalità di attivazione Fondo per investimenti straordinari della Presidenza del Consiglio dei Ministri istituito ai sensi dell'art. 32-bis del decreto legge 30 settembre 2003, n. 269 convertito, con modificazioni, dalla legge 24;
- OPCM 3431 del 03.05.2005: Ulteriori modifiche ed integrazioni all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20.03.2003, recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica";
- DPCM 06/06/2005: Assegnazione alla Regione Veneto di risorse finanziarie ai sensi dell'art. 32-bis del decreto legge 30 Settembre 2003, n. 269, convertito con modificazioni dalla legge 24 Novembre 2003, n. 326;
- DGR – Regione Veneto n. 2954 del 11.10.2005: Graduatoria delle verifiche tecniche (OPCM 3362/04, art. 1, c. 4, lettera a) finanziate con DPCM in data 6 giugno 2005;
- OPCM 3519 del 28.04.2006: Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone;
- D.M. 14 Gennaio 2008: Norme Tecniche per le Costruzioni;
- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008;
- D.M. 17 Gennaio 2018: Norme Tecniche per le Costruzioni;
- D.P.R. n. 327/2001 "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di espropriazione per pubblica utilità" come modificato dal D.Lgs. n. 302/2002;
- D.P.R. n. 207/10 art. 31;
- L.R. 18/02/2005 n. 30 "Disposizioni in materia di espropriazione per pubblica utilità";
- L.R. 29/12/2003 n. 67 "Ordinamento del sistema regionale della protezione civile e disciplina della relativa attività";
- Circolare n.7/2019 "Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018".

2 INTRODUZIONE

La seguente relazione fornisce un quadro dettagliato riguardo la localizzazione dell'opera e la rispettiva azione sismica.

3 LOCALIZZAZIONE

La struttura oggetto di studio è il ponte lungo la SP20 nel comune di Longare (VI) e rappresenta un'opera in sovrappasso sul fiume Bacchiglione al km 0.298.

Per una più corretta individuazione si riportano le coordinate GPS desunte dal software Google Earth: 45,48078333N, 11,61211666E.



Figura 1: Localizzazione del manufatto, simboli, riferimenti e direzione della progressiva della SR 20 (fonte Google)



Figura 2: Vista globale della struttura oggetto di studio in direzione della chilometrica crescente nella SR 20 (fonte Google)

4 L'AZIONE SISMICA

L'azione sismica viene definita in modo convenzionale mediante la determinazione dello spettro di risposta che è funzione della zona sismica, della tipologia di sottosuolo su cui sorge l'edificio e dell'accelerazione orizzontale di picco.

Definito lo spettro di risposta elastico è possibile determinare quello di progetto tenendo conto della capacità della struttura di dissipare energia in campo plastico attraverso il fattore di struttura q .

Sebbene con riferimento al presente elaborato sia stato possibile definire in maniera diretta, in funzione del sito di costruzione, lo spettro di progetto riferito alle NTC sfruttando un foglio di calcolo messo a disposizione dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (<http://www.cslp.it>), verranno di seguito riportati i principi alla base della definizione.

4.1 VITA NOMINALE, CLASSE D'USO, PERICOLOSITÀ DI BASE

Le azioni sismiche di progetto, in base a cui valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche e nell'allegato A alle NTC è indicata con un livello di dettaglio accurato, sia in termini geografici che in termini temporali.

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 quale definita al §3.2.2-NTC), 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} come indicate nel §3.2.1-NTC, nel periodo di riferimento V_R , come definito nel §2.4-NTC.

Il periodo di riferimento V_R si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicando la vita nominale V_N per un coefficiente d'uso C_U funzione della classe d'uso [§2.4.3-NTC].

Nel caso in esame si considera come vita nominale V_N , numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo cui è stata destinata, in base alla Tabella 2.4.I è possibile assumere:

$$V_N = 50 \text{ anni}$$

Tabella 2.4.I – Vita nominale V_N per diversi tipi di opere

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale V_N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva ¹	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

Per quanto riguarda la classe d'uso C_U , in base a quanto riportato nel §2.4.3-NTC, si assume quella per costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, ovvero classe d'uso II, il cui coefficiente risulta essere unitario.

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.

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Pertanto, il periodo di riferimento risulta essere:

$$V_R = V_N \cdot C_U = 50 \cdot 1,0 = 50 \text{ anni}$$

Noto il periodo di riferimento, le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione.

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

Le NTC prevedono quattro stati limite: due di esercizio, Stato Limite di Operatività (SLO) e Stato Limite di Danno (SLD), e due ultimi, Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) e Stato Limite di Prevenzione del Collasso (SLC) [§3.2.1-NTC].

Nel caso in esame, ovvero per strutture ricadenti in classe d’uso II, le NTC prevedono verifiche di sicurezza per i soli stati limite SLD e SLV.

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , cui riferirsi per individuare l’azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati [Tabella 3.2.1-NTC], sono:

$$SLD \rightarrow P_{VR} = 63\%$$

$$SLV \rightarrow P_{VR} = 10\%$$

Noto P_{VR} , il periodo di ritorno dell’azione sismica T_R , espresso in anni, è pari a [Allegato A-NTC]:

$$SLD \rightarrow T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} = -\frac{50}{\ln(1 - 0,63)} = 50 \text{ anni}$$

$$SLV \rightarrow T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} = -\frac{50}{\ln(1 - 0,10)} = 475 \text{ anni}$$

Noto il periodo di ritorno dell’azione sismica, le forme spettrali sono definite a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g accelerazione orizzontale massima al suolo;
- F_0 valore del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T^*_C periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

4.2 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

Per la definizione dell’azione sismica si può far riferimento ad un approccio semplificato [§3.2.2-NTC], che si basa sull’individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento.

Ai fini dell’identificazione della categoria di sottosuolo, la classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente $V_{S,30}$ di propagazione delle onde di taglio ed è definita dall’espressione [Eq. 3.2.1-NTC]:

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

Dove:

- h_i è lo spessore, in metri, dell’i-esimo strato compreso nei primi 30 m di profondità;
- $V_{S,i}$ è la velocità delle onde di taglio nell’i-esimo strato.

Le indagini effettuate in sito classificano il terreno come appartenente alla categoria C, secondo quanto riportato nella Tabella 3.2.II-NTC:

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{S,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>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 $N_{SP7,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente 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 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SP7,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{S,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SP7,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).</i>

4.3 SPETTRI ELASTICI

L'azione sismica di riferimento è definita a partire dai parametri a_g , F_o , T^*_c individuati nell'allegato B alle NTC in funzione dei punti del "reticolo di riferimento" in è stata suddivisa l'Italia e del periodo di ritorno dell'azione sismica T_R .

Poiché il punto di interesse non ricade in un nodo di tale reticolo di riferimento, i valori dei parametri su citati per la definizione dell'azione sismica di progetto sono stati 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 come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici, attraverso la seguente espressione (allegato A formula [3]-NTC):

$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{p_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}}$$

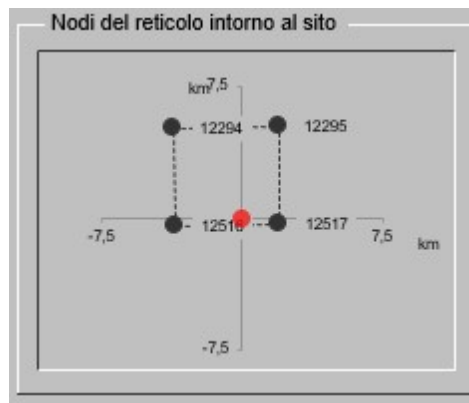
Dove:

- p è il valore del parametro di interesse nel punto in esame;
- p_i è il valore del parametro di interesse nell' i -esimo punto della maglia elementare contenente il punto in esame;
- d_i è la distanza del punto in esame dall' i -esimo punto della maglia suddetta.

Dato che la pericolosità sismica su reticolo di riferimento contempla il periodo di ritorno T_R corrispondente a V_R e P_{VR} fissate, non è stato necessario applicare l'espressione fornita dalle NTC per ricavare i dati (allegato A formula [2] -NTC).

Il ponte in oggetto risulta ubicato nell'area di Longare (VI) alle seguenti coordinate geografiche:

- longitudine 11.6122
- latitudine 45.47420



In funzione di queste coordinate discendono dall'allegato B i seguenti valori:

T_R	a_g	F_o	T^*_c
50	0,045	2,528	0,264
475	0,124	2,440	0,292

Lo spettro di risposta elastico della componente orizzontale è definito dalle equazioni 3.2.4 [§3.2.3.2.1-NTC], quale che sia il tempo di ritorno considerato, nonché lo stato limite valutato.

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

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

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Nelle seguenti espressioni assumono i seguenti significati i parametri riportati di seguito:

- S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche, mediante la relazione:

$$S = S_s \cdot S_T$$

Essendo:

- S_s il coefficiente di amplificazione stratigrafica [Tabella 3.2.V-NTC];
 - S_T il coefficiente di amplificazione topografica [Tabella 3.2.VI-NTC] pari a 1 per categoria topografica T1, terreno pianeggiante.
- T_C è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro, dato da:

$$T_C = C_C \cdot T_C^*$$

In cui:

- C_C è funzione della categoria del sottosuolo [Tabella 3.2.V-NTC];
- T_B è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante pari a:

$$T_B = T_C/3$$

- T_D è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a spostamento costante espresso dalla relazione:

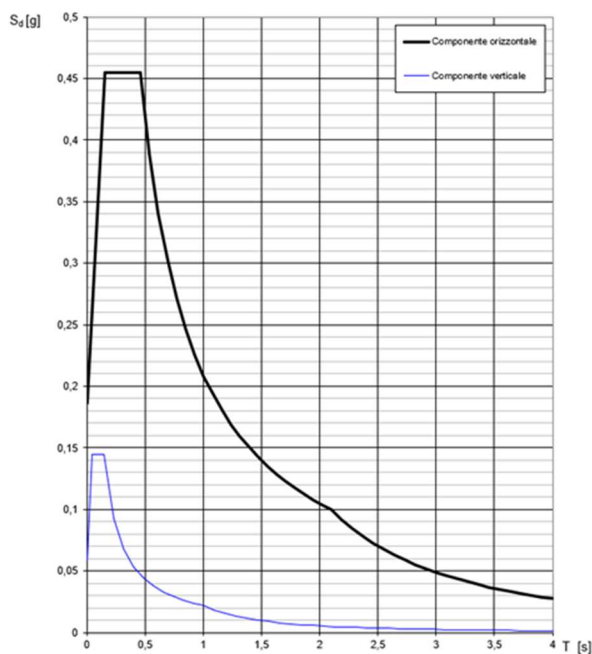
$$T_D = 4,0 \frac{a_g}{g} + 1,6$$

Per gli stati limite considerati, SLV ($T_R=50$ anni) e SLD ($T_R=475$ anni), i parametri descritti assumono i seguenti valori:

T_R	S_s	S	C_C	T_B (s)	T_C (s)	T_D (s)
50	1,5	1,5	1,629	0,144	0,431	1,781
475	1,5	1,0	1,576	0,153	0,460	2,097

Gli spettri di risposta elastici delle componenti orizzontali del sisma, riportati di seguito, sono valutati come spettri elastici aventi smorzamento viscoso convenzionale pari a $\xi=5\%$ e sono costruiti a partire dai valori ricavati precedentemente in relazione alle equazioni 3.2.4 [§3.2.3.2.1-NTC].

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV



Il Tecnico