

0	22/04/2022	3TI S.p.A.	A. BECCATI	D. CORRENTE	PROGETTO DEFINITIVO	
REV.	DATA (DATE)	REDATTO (DRWN)	CONTROL. (CHCK'D)	APPROVATO (APPR'D)	DESCRIZIONE (DESCRIPTION)	
FUNZIONE O SERVIZIO (DEPARTMENT)						
DIREZIONE INGEGNERIA						
PROGETTAZIONE IMPIANTI ACQUA						
DENOMINAZIONE IMPIANTO O LAVORO (PLANT OR PROJECT DESCRIPTION)						
REALIZZAZIONE SOLLEVAMENTO BONZAGNI - CENTO						
IDENTIFICATIVO IMPIANTO (PLANT IDENTIFIER)				WBS	CODICE CUP (CUP CODE)	
C469H401				R.2190.11.03.00071	-	
 3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A. Via delle Sette Chiese 142, 00145 ROMA - ITALIA tel +39 0655301518 fax +39 0655301522 www.3tiprogetti.it - info@3tiprogetti.it				CODICE DOCUMENTO (CODE)		N° COMMESSA (JOB N.)
				CX00RS0001		11700152213
				ID DOCUMENTO (DOCUMENT ID)	NOME FILE (FILE NAME)	
				DENOMINAZIONE DOCUMENTO (DOCUMENT DESCRIPTION)		
 GRUPPO HERA HERA S.p.A. Holding Energia Risorse Ambiente Viale Carlo Bertì Pichat 2/4 40127 Bologna tel. 051.287.111 www.gruppohera.it				 HERAtech Società del Gruppo Hera HERAtech s.r.l. Viale Carlo Bertì Pichat 2/4 40127 Bologna tel. 051.287.111 www.heratech.it		
				RELAZIONE SISMICA		
				SCALA (SCALE)	N° FOGLIO (SHEET N°)	DI (LAST)
				--	1	12

	RELAZIONE SISMICA				
	N° COMMESSA (JOB N°) 11700152213	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.) 2	DI (LAST) 12
	REALIZZAZIONE SOLLEVAMENTO BONZAGNI - CENTO				

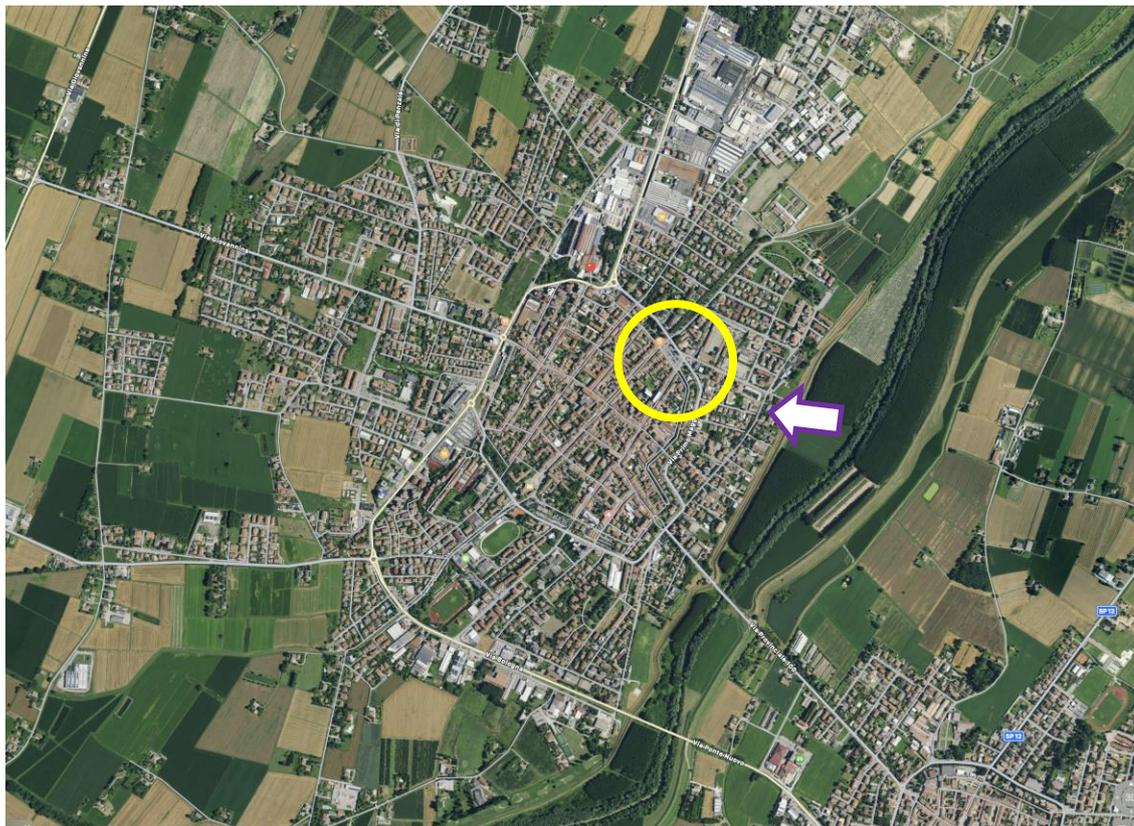
INDICE

1	OGGETTO E SCOPO	3
2	NORMATIVE DI RIFERIMENTO	4
3	DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA	5
3.1	STATI LIMITE ADOTTATI E RELATIVE PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO	5
3.2	CARATTERIZZAZIONE DEL SITO	6
3.3	METODO DI ANALISI	6
3.3.1	TIPOLOGIA DI ANALISI STRUTTURALE	6
3.3.2	DEFINIZIONE DEGLI SPETTRI DI PROGETTO DA NORMATIVA	6
3.4	VITA UTILE E CLASSE D'USO	8
3.5	TEMPI DI RITORNO E PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO	8
3.6	DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA DI SITO	8
3.6.1	DEFINIZIONE DEGLI SPETTRI ELASTICI DA NORMATIVA	8
3.6.2	RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DEGLI SPETTRI DI PROGETTO	11

	RELAZIONE SISMICA				
	N° COMMESSA (JOB N°) 11700152213	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.) 3	DI (LAST) 12
	REALIZZAZIONE SOLLEVAMENTO BONZAGNI - CENTO				

1 OGGETTO E SCOPO

Nella presente relazione si riporta il calcolo degli spettri di progetto utilizzati per il calcolo sismico delle nuove strutture da realizzarsi nell'ambito dell'intervento realizzazione del nuovo manufatto di captazione e sollevamento da realizzarsi nel Comune di Cento, in Provincia di Ferrara, all'incrocio tra Via Marcello Malpighi e Via Quattro Novembre.



1. Vista aerea del Comune di Cento individuazione zona di intervento



2. Individuazione zona di intervento

	RELAZIONE SISMICA				
	N° COMMESSA (JOB N°) 11700152213	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.) 4	DI (LAST) 12
	REALIZZAZIONE SOLLEVAMENTO BONZAGNI - CENTO				

2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Nell'esecuzione dei calcoli riportati nella presente sono state rispettate le seguenti normative di riferimento:

- Legge 5/11/1971 nr. 1086:

Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso e da struttura metallica.

- D.M. 17/01/2018 (G. U. n. 42 del 20/02/2018):

Aggiornamento Norme Tecniche per le costruzioni.

- Circolare 21/01/2019 n.7 C.S.LL.PP. :

Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale del 17 gennaio 2018.

- UNI EN 206: 2016;

Calcestruzzo: Specificazione, prestazione, produzione e conformità

- UNI 11104:2016;

Specificazione, prestazione, produzione e conformità – Specificazioni complementari all'applicazione della EN 206

- UNI EN 1090-2;

Esecuzione di strutture di acciaio ed alluminio – Requisiti tecnici per strutture di acciaio

	RELAZIONE SISMICA				
	N° COMMESSA (JOB N°) 11700152213	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.) 5	DI (LAST) 12
	REALIZZAZIONE SOLLEVAMENTO BONZAGNI - CENTO				

3 DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA

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.

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 possibilità di eccedenza P_{V_R} , nel periodo di riferimento V_R .

All'interno della normativa le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{V_R} , a partire dai valori dei parametri che caratterizzano il sito interessato dalla costruzione:

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

3.1 STATI LIMITE ADOTTATI E RELATIVE PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia di esercizio che ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti. Per l'analisi di questa struttura sono stati scelti i seguenti stati limite:

STATO LIMITE DI OPERATIVITA' (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 rigidità nei confronti delle azioni verticali e orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature

Probabilità di superamento nel periodo di riferimento $V_R = 63\%$

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 della rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali.

Probabilità di superamento nel periodo di riferimento $V_R = 10\%$

	RELAZIONE SISMICA				
	N° COMMESSA (JOB N°) 11700152213	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.) 6	DI (LAST) 12
	REALIZZAZIONE SOLLEVAMENTO BONZAGNI - CENTO				

3.2 CARATTERIZZAZIONE DEL SITO

Si riportano di seguito le caratteristiche geotecniche e morfologiche del terreno ed il posizionamento geografico dell'area interessata dalla costruzione.

Tipo di terreno: **C**
"Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti"

Categoria topografica: **T1**
"Pendii o rilevati con inclinazione media $i < 15^\circ$ "

Latitudine: **44°.729724**
 Longitudine: **11°.292299**

3.3 METODO DI ANALISI

3.3.1 TIPOLOGIA DI ANALISI STRUTTURALE

Per strutture soggette ad azione sismica la normativa consente di utilizzare sia analisi di tipo lineare che non lineare.

Per l'analisi degli interventi in oggetto è stata eseguita un'analisi dinamica lineare con spettro di risposta, trattandosi di una struttura di tipo non dissipativo.

Gli effetti delle azioni sismiche sono calcolati, quale che sia la modellazione per esse utilizzata, riferendosi agli spettri di risposta elastici forniti al capitolo 3.2.3.2 delle NTC2018.

3.3.2 DEFINIZIONE DEGLI SPETTRI DI PROGETTO DA NORMATIVA

Si riportano nel presente paragrafo le formule fornite dalla normativa per la definizione degli spettri elastici e degli spettri di progetto da utilizzare nelle analisi.

	RELAZIONE SISMICA				
	N° COMMESSA (JOB N°) 11700152213	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.) 7	DI (LAST) 12
	REALIZZAZIONE SOLLEVAMENTO BONZAGNI - CENTO				

Le formule proposte dalla normativa per la costruzione degli spettri sono:

Spettro elastico

orizzontale

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \cdot \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

verticale

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

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

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

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

Spettro per Stato Limite Ultimo

orizzontale

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot F_0 \cdot \frac{1}{q} \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{q}{F_0} \cdot \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot F_0 \cdot \frac{1}{q}$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot F_0 \cdot \frac{1}{q} \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot F_0 \cdot \frac{1}{q} \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

verticale

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

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot F_V \cdot \frac{1}{q}$$

	RELAZIONE SISMICA				
	N° COMMESSA (JOB N°) 11700152213	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.) 8	DI (LAST) 12
	REALIZZAZIONE SOLLEVAMENTO BONZAGNI - CENTO				

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot F_V \cdot \frac{1}{q} \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot F_V \cdot \frac{1}{q} \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Spettro per Stato Limite di Esercizio

Si calcola in base allo spettro elastico corrispondente riferito alla probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} considerato.

3.4 VITA UTILE E CLASSE D'USO

Si riportano di seguito le caratteristiche della struttura associate alla vita utile ed ai tempi di ritorno dei sismi di progetto:

Tipo di costruzione	:	2
"Costruzioni con livelli di prestazioni ordinarie"		
Vita nominale	:	50 anni
Classe d'uso	:	II
"Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti"		
Coefficiente di utilizzazione	:	1.0
Vita di riferimento	:	50 anni

3.5 TEMPI DI RITORNO E PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO

SLD		SLV	
P_{VR}	T_R	P_{VR}	T_R
63%	50	10%	475

3. Probabilità di superamento e tempi di ritorno

3.6 DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA DI SITO

3.6.1 DEFINIZIONE DEGLI SPETTRI ELASTICI DA NORMATIVA

Si riportano nella tabella seguente i valori delle variabili utilizzate per il calcolo degli spettri, desunti imponendo i dati descritti ai punti precedenti.

Le grandezze riportate in tabella sono:

	RELAZIONE SISMICA				
	N° COMMESSA (JOB N°) 11700152213	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.) 9	DI (LAST) 12
	REALIZZAZIONE SOLLEVAMENTO BONZAGNI - CENTO				

Parametri indipendenti (valori di riferimento di sito)

T_R	=	tempo di ritorno (anni)
a_g/g	=	accelerazione massima orizzontale sul sito adimensionalizzata
F_V	=	fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione verticale
F_0	=	fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale
T_c^*	=	periodo caratteristico
S_S	=	coefficiente di amplificazione stratigrafica
S_T	=	coefficiente di amplificazione topografica
C_C	=	coefficiente funzione della categoria di sottosuolo

Parametri dipendenti (valori di progetto di sito)

S	=	coefficiente amplificativo ($S = S_S \times S_T$)
η	=	smorzamento
T_B, T_C, T_D	=	periodi caratteristici per la costruzione dello spettro (secondi)

Parametri indipendenti e dipendenti allo SLD

STATO LIMITE DI DANNO – SLD					
PARAMETRI INDIPENDENTI					
SPETTRO ORIZZONTALE			SPETTRO VERTICALE		
a_g	0.056	g	a_{gv}	0.018	g
F_0	2.483		S_S	1.000	
T_c^*	0.269	s	S_T	1.000	
S_S	1.500		q	1.500	
C_C	1.619		T_B	0.050	s
S_T	1.000		T_C	0.150	s
q	1.000		T_D	1.000	s

4. Parametri indipendenti per la costruzione degli spettri di progetto

STATO LIMITE DI DANNO – SLD					
PARAMETRI DIPENDENTI					
SPETTRO ORIZZONTALE			SPETTRO VERTICALE		
S	1.500	g	F_V	0.794	g
η	1.000		S	1.000	
T_B	0.145	s	η	0.667	s
T_C	0.436	s			
T_D	1.825	s			

5. Parametri indipendenti per la costruzione degli spettri di progetto

	RELAZIONE SISMICA				
	N° COMMESSA (JOB N°) 11700152213	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.) 10	DI (LAST) 12
	REALIZZAZIONE SOLLEVAMENTO BONZAGNI - CENTO				

Parametri indipendenti e dipendenti allo SLV

STATO LIMITE DI SALVAGUARDIA DELLA VITA - SLV					
PARAMETRI INDIPENDENTI					
SPETTRO ORIZZONTALE			SPETTRO VERTICALE		
a_g	0.157	g	a_{gv}	0.084	g
F_0	2.591		S_s	1.000	
T_c^*	0.273	s	S_T	1.000	
S_s	1.456		q	1.500	
C_C	1.612		T_B	0.050	s
S_T	1.000		T_C	0.150	s
q	1.000		T_D	1.000	s

6. Parametri indipendenti per la costruzione degli spettri di progetto

STATO LIMITE DI SALVAGUARDIA DELLA VITA - SLV					
PARAMETRI DIPENDENTI					
SPETTRO ORIZZONTALE			SPETTRO VERTICALE		
S	1.456	g	F_v	1.385	g
η	1.000		S	1.000	
T_B	0.147	s	η	0.667	s
T_C	0.440	s			
T_D	2.227	s			

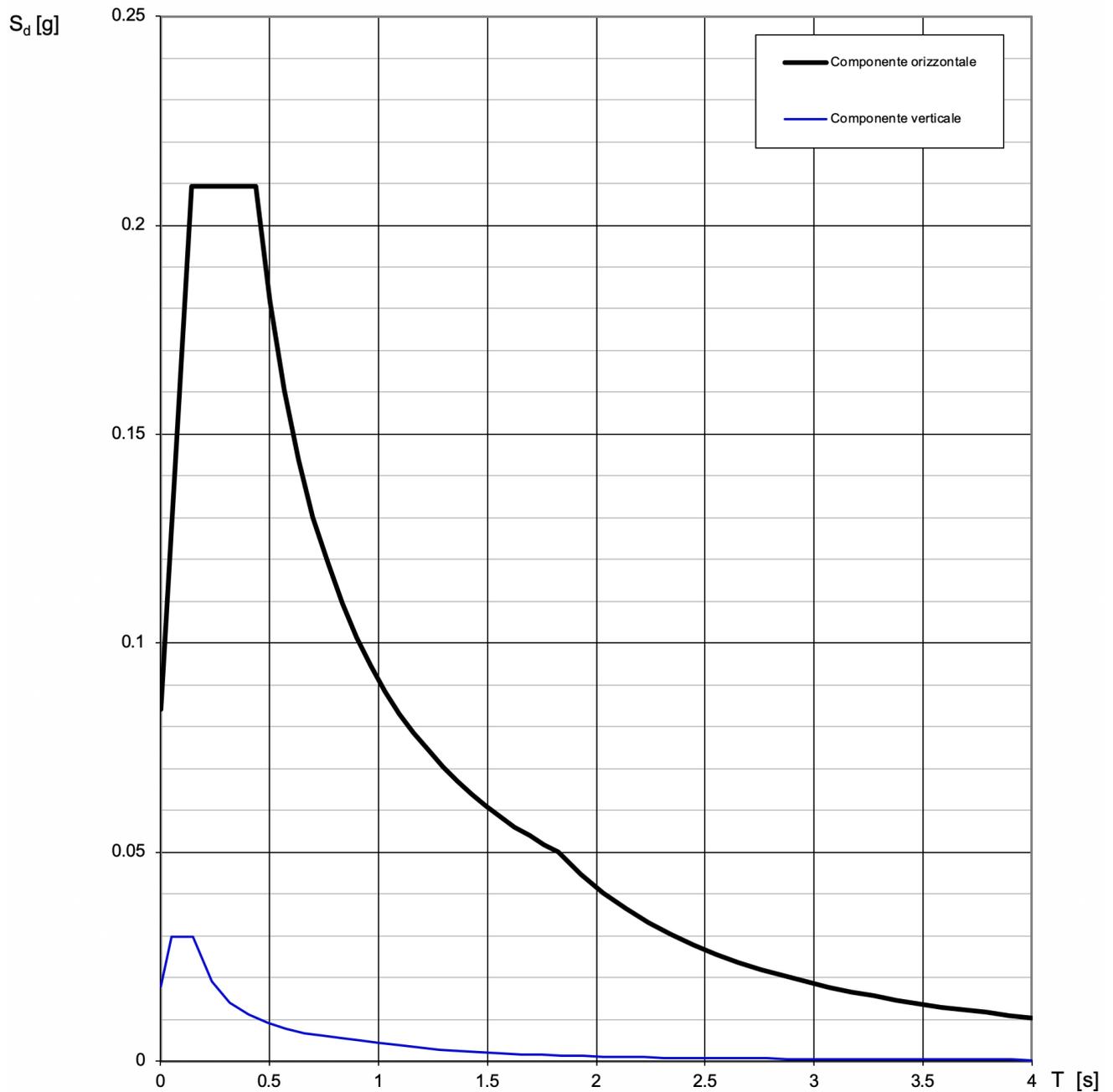
7. Parametri dipendenti per la costruzione degli spettri di progetto

	RELAZIONE SISMICA				
	N° COMMESSA (JOB N°) 11700152213	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.) 11	DI (LAST) 12
	REALIZZAZIONE SOLLEVAMENTO BONZAGNI - CENTO				

3.6.2 RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DEGLI SPETTRI DI PROGETTO

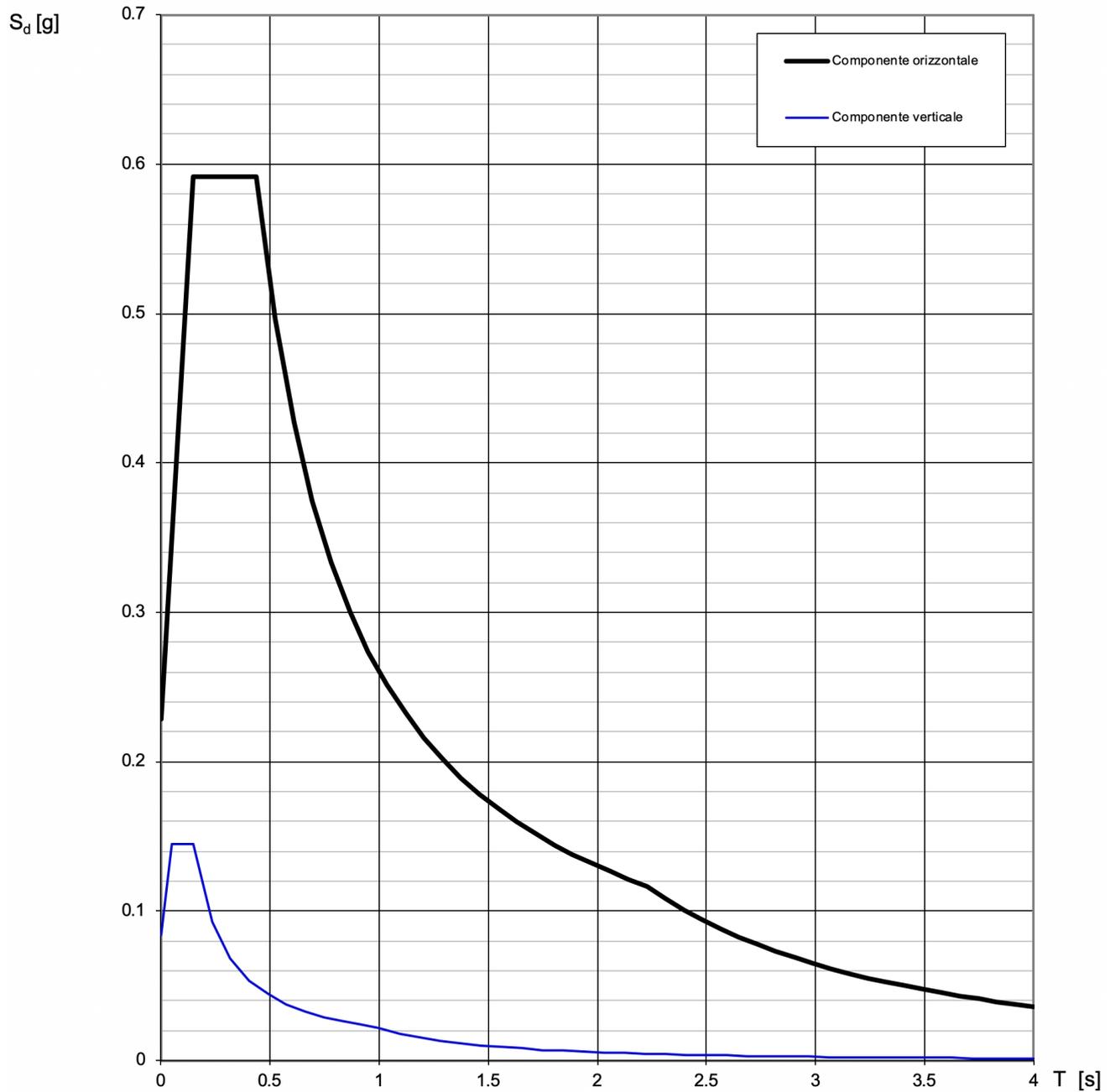
Si riportano di seguito i diagrammi degli spettri di progetto considerati per le verifiche sismiche

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



8. Spettro dello stato limite di danno - Componente orizzontale e verticale

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



9. Spettro dello stato limite di salvaguardia della vita - Componente orizzontale e verticale