COMMITTENTE:

RFI

RETE FERROVIARIA ITALIANA S.p.A.
DIREZIONE PRODUZIONE

PROGETTAZIONE: ING. MARCO DE PELLEGRIN – ROMA

SOGGETTO TECNICO: RFI – DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI GENOVA
S.O. INGEGNERIA GENOVA

PROGETTO DEFINITIVO

LINEA GENOVA SAMPIERDARENA – CONFINE FRANCESE

APPALTO DELLE PRESTAZIONI DEI SERVIZI DI INGEGNERIA ATTINENTI LA REDAZIONE DELLA PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUTIVA DELLE OPERE CIVILI PER L'ADEGUAMENTO IDRAULICO DELL'ATTRAVERSAMENTO FERROVIARIO SUL T.TE BORGHETTO AL KM 143+367 DELLA LINEA GENOVA–VENTIMIGLIA NEL COM. DI BORDIGHERA

RELAZIONE DI CALCOLO - VERIFICHE STRUTTURALI E GEOTECNICHE

SCALA:

Foglio 2 di 18

PROGETTO/ANNO	SOTTOPR./INT.	LIVELLO	NOME DOC.	PROGR.OP.	FASE FUNZ.	NUMERAZ.
051008	055	PD	TSPN	01		0000

Revis.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	Prima emissione	M.De Pellegrin	2 dic 2010						
B	Aggiornamento	M.De Pellegrin	19 set 2013						

Verifica e Validazione RFI	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
	Il Coordinatore					

POSIZIONE ARCHIVIO

LINEA	SEDE TECN.	NOME DOC.	NUMERAZ.
L440	TR3711	TSPN	00000

Verificato e trasmesso	Data	Convalidato	Data	Archiviato	Data

TAVOLA

R2

Progressivo: 2/2

File:

Committente: **R.F.I. - Rete Ferroviaria Italiana SpA -**
Direzione Territoriale Produzione - S.O. Ingegneria
Via Andrea Doria 5 - 16126 Genova

Cantiere: **Nuova travata metallica sul T.te Borghetto**
al km 143+367 della Linea Genova - Ventimiglia
in Comune di Bordighera (IM)

Progetto / Anno : **051008** Livello : **PD**
SottoProgetto / Int. : **055** NomeDoc : **TSPN** Data Revisione : 2 dic. 2010

RELAZIONE DI CALCOLO

1 PREMESSA

Il progetto del nuovo attraversamento del Torrente Borghetto posto al km 143+367 della Linea Genova - Ventimiglia prevede la demolizione del ponte esistente, il getto delle spalle in c.a. e la messa in opera delle nuove travate metalliche semplicemente appoggiate.
Si prevede di garantire il transito dei convogli ferroviari durante la fase di cantiere con la messa in opera di una trave di tipo "Bologna". Tale travata provvisoria appoggerà sulla trave di coronamento della paratia in acciaio di sostegno dello scavo.

2 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE IMPALCATO DELL'ATTRAVERSAMENTO DEFINITIVO

Nuova travata metallica sul T.te Borghetto - Trave a vasca

Luce netta tra i paraghiaia:	**18.460**	m
Lunghezza travi:	**18.320**	m
Luce teorica travi:	**17.620**	m
Altezza totale massima impalcato:	**1.250**	m

3 CALCOLI STRUTTURALI PER LA TRAVATA DELL'ATTRAVERSAMENTO DEFINITIVO

3.1 Peso proprio struttura in carpenteria metallica

Si aumenta il carico corrispondente del 6.0% al fine di tener conto dell'incidenza delle unioni.
Risulta un carico complessivo pertinente all'acciaio strutturale pari a G_{tot} = 514.66 kN
per la singola travata.

3.2 Carichi permanenti

Si individuano i seguenti carichi permanenti:-

Peso proprio cassone (sez. retta)			77.01	x	0.2811	=	21.6500	kN/m	+	
Peso proprio nervature trasversali			L	=	2.90	m				
			i	=	0.50	m				
2.90	/	0.50	x	77.01	x	0.0091	=	4.0824	kN/m	+
Peso proprio irrigidenti verticali			L	=	2.00	m				
2.00	/	0.50	x	77.01	x	0.0025	=	0.7701	kN/m	=
								26.5025	kN/m	+
Incremento peso carpenteria metallica ponte					6.00%			1.5901	kN/m	=
							Subtotale carpenteria metallica ponte:		28.0926	kN/m +
Peso proprio getto di cls			25.00	x	1.0400	=			26.0000	kN/m +
Peso proprio ballast + armamento			B	=	3.07	m				
		3.07	x	17.66	x	0.8000	=	43.3680	kN/m	+
3.07	/	2.00	x	19.62	x	0.0800	=	2.4093	kN/m	=
									45.7774	kN/m =
							Totale generale:		99.8700	kN/m

Volume piattabanda inf. sull'intera travata (sezione di mezzeria)

18.3200	x	2.9000	x	0.0400	=	2.1251	m^3	x	
						77.0085	kN/m^3	=	
Peso piattabanda inf. sull'intera travata								163.65	kN +
Peso cls	18.3200	x	1.0400	x	25.00	=		476.32	kN +
Peso ballast + armamento sull'intera travata									
			18.3200	x	45.78	=		838.64	kN +
Incremento peso ballast + armamento							6.00%	50.32	kN =
							Totale generale:	1528.93	kN
Densità equivalente piattabanda inf.								719.46	kN/m^3

3.3 Incremento dinamico (solo carichi variabili)

Sulla base dei carichi e della geometria del ponte precedentemente dati, il valore del coefficiente dinamico risulta:-

Φ = 1.2703

3.4 Sovraccarico ferroviario: convoglio di categoria LM71

Si considera una ripartizione geometrica del sovraccarico a partire dall'intradosso traversa con pendenza ¼ nel ballast e tg(45°) all'interno del cls e della piattabanda inferiore del cassone.

Lunghezza teorica impronta del sovraccarico LM71 in c.t.

6.2200	+	0.2000	+	0.4600	+	0.0400	=	6.9200 m		7.0000 m

Larghezza teorica impronta del sovraccarico LM71

2.3000	+	0.2000	+	0.4600	+	0.0400	=	3.0000 m	>	2.8200 m

Si valuta la pressione sull'asse della piattabanda inf. considerando una impronta di superficie pari a

7.00	x	2.82	=	19.74	m^2

Per i 4 assi isolati:

1.270	x	1000.00	/	19.7400	=	64.353 kN/m^2

Per i carri:

1.270	x	0.00	/	2.8200	=	0.000 kN/m^2

3.5 Sovraccarico ferroviario: convoglio di categoria SW2

1.270	x	0.00	/	2.8200	=	0.000 kN/m^2

3.6 Verifica tensioni in mezzeria per la Condizione di Esercizio

Si calcola la tensione nell'acciaio della piattabande inferiore e superiori del cassone sotto l'azione del carico permanente e del carico variabile incrementato per il coefficiente dinamico.

Momento dovuto al carico permanente:

1.00	/	8.00	x	99.8700	x	17.6200 ^{2}	=	3875.76 kN·m		

Momenti dovuti ai carichi variabili concentrati:

250.00	x	0.3638	x	0.5000	x	17.6200	=	801.25 kN·m		1
250.00	x	0.4546	x	0.5000	x	17.6200	=	1001.25 kN·m		2
250.00	x	0.4546	x	0.5000	x	17.6200	=	1001.25 kN·m		2
250.00	x	0.3638	x	0.5000	x	17.6200	=	801.25 kN·m		1

Momento dovuto al carico variabile ripartito:

(0.0908	-	0.0165)	x	-80.0000	x	17.6200 ^{2}	=	-1845.76 kN·m		
1.00	/	8.00	x	80.0000	x	17.6200 ^{2}	=	3104.64 kN·m		

Momento dovuto all'incremento dinamico:

(1.2703	-	1.0000)	x	4863.88			=	1314.81 kN·m		

10054.46 kN·m

Controllo sul momento totale dovuto ai carichi variabili concentrati:

(0.0908	-	0.0165)	x	156.2500	x	17.6200 ^{2}	=	3605.00 kN·m		

Tensione di compressione nell'acciaio delle piattabande superiori del cassone

100.00	x	10054.46	/	133467.6	=	7.53 kN/cm²

Tensione di trazione nell'acciaio della piattabanda inferiore del cassone

100.00	x	10054.46	/	139981.3	=	7.18 kN/cm²

3.7 Verifica tensioni tangenziali agli appoggi per la Condizione di Esercizio

Si calcola la tensione nell'acciaio della piattabande inferiore e superiori del cassone sotto l'azione del carico permanente e del carico variabile incrementato per il coefficiente dinamico.

Taglio dovuto al carico permanente:

1.00	/	2.00	x	99.8700	x	17.6200	=	879.85 kN		

Taglio dovuto ai carichi variabili concentrati:

				250.00	x	0.6362	=	159.05	kN		1
				250.00	x	0.5454	=	136.35	kN		2
				250.00	x	0.4546	=	113.65	kN		3
				250.00	x	0.3638	=	90.95	kN		4

Taglio dovuto al carico variabile ripartito:

		0.1816	x	-80.0000	x	17.6200	=	-256.00	kN		
1.00	/	2.00	x	80.0000	x	17.6200	=	704.80	kN		

Taglio dovuto all'incremento dinamico:

(1.2703	-	1.0000)	x	948.80			=	256.48	kN		

								2085.14	kN		

Controllo sul taglio totale dovuto ai carichi variabili concentrati:

		0.1816	x	156.2500	x	17.6200	=	500.00	kN		

Tensione tangenziale nell'acciaio delle anime del cassone

		1.00	x	2085.14	/	541.7	=	3.85	kN/cm²		

3.8 Freccia in mezzeria dovuta ai permanenti ed al convoglio di categoria LM71

Freccia dovuta al carico permanente:

5.00	/	384.00	x	99.8700	x	17.6200^4	=	125342	m·(E·I)	=	0.7124	cm	

Freccia dovuta al carico variabile concentrato:

250.00	x	0.0303	x	0.6177	x	17.6200^3	=	25608	m·(E·I)	=	0.1456	cm	1
250.00	x	0.0379	x	0.5433	x	17.6200^3	=	28150	m·(E·I)	=	0.1600	cm	2
250.00	x	0.0379	x	0.5433	x	17.6200^3	=	28150	m·(E·I)	=	0.1600	cm	2
250.00	x	0.0303	x	0.6177	x	17.6200^3	=	25608	m·(E·I)	=	0.1456	cm	1

Freccia dovuta al carico variabile ripartito:

0.1707	/	24.00	x	-80.0000	x	17.6200^4	=	-54851	m·(E·I)	=	-0.3118	cm	
5.00	/	384.00	x	80.0000	x	17.6200^4	=	100404	m·(E·I)	=	0.5707	cm	

Freccia dovuta all'incremento dinamico:

(1.2703	-	1.0000)	x	153069			=	41378	m·(E·I)	=	0.2352	cm	

Freccia totale dovuta ai carichi permanenti e variabili: 319789 m·(E·I) = **1.8177** cm

Freccia totale dovuta ai carichi variab., incrementati per il coeff.dinamico: 194447 m·(E·I) = **1.1052** cm

Controllo sulla freccia totale dovuta ai carichi variabili concentrati:

0.1707	/	24.00	x	156.2500	x	17.6200^4	=	107131	m·(E·I)	=	0.6089	cm	

Rapporto freccia/luce teorica per le sole azioni permanenti L/f_o = **2473**

Rapporto freccia/luce teorica per le sole azioni variabili [• Φ_{dyn}] L/f_{vrb} = **1594**

Ponte ferroviario sul T.te Borghetto - travata a vasca Lt=17.620m
Inclinazione anime sull'orizzontale: THETA=75.0000°
U-type Railway Bridge - Welded section with longitudinal and transversal stiffeners - Construction depth: 1240mm

```
Section complète: caractéristiques par rapport
==============================================
aux systèmes d'axes YZ de calcul et yz passant par le CdG
=========================================================

Aire de la section complète ............... A,sect = 2811.38 cm2
Aire de cisaillement de la section transv.  A,cisl =  541.66 cm2
Coefficient pour la deform. au cisaillement AlfaTm =  4.2460

Poids unitaire de la section complète ..... µ,sect =      0.216502 kN/cm

Moment statique de la section par r. à Y .. SY,sec =    165902.969 cm3

Moment statique de la section par r. à Z .. SZ,sec =    407650.094 cm3

Abscisse du centre de gravité de la section Yg,sec = 145.000 cm
Ordonnée du centre de gravité de la section Zg,sec =  59.011 cm

Distance du CdG à la face extérieure de la sem.sup.=  63.989 cm
Distance du CdG à la face extérieure de la sem.inf.=  61.011 cm
[i.e. position du CdG/fibre inférieure]

Distance du CdG à la face intérieure de la sem.sup.=  51.989 cm
Distance du CdG à la face intérieure de la sem.inf.=  57.011 cm

Rayon de giration suivant l'axe y ........ iy,sect =     55.116306 cm
In.ie de la section par rapport à l'axe y  Iy,sect =  8540430.0000 cm4
(inertie longitudinale)
Module d'inertie par rapport à l'axe y ... WyTOPext=    133467.625 cm3
Module d'inertie par rapport à l'axe y ... WyTOPint=    164274.500 cm3
Module d'inertie par rapport à l'axe y ... WyBTMint=    149802.609 cm3
Module d'inertie par rapport à l'axe y ... WyBTMext=    139981.297 cm3
```

Allegato "1"

Azienda Autonoma Ferrovie dello Stato - Servizio Lavori e Costruzioni.
Istruzione n° I/SC/PS-OM/2298 del 13gen1997:-
"Sovraccarichi per il calcolo dei ponti ferroviari.
Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo".

Sovraccarico ferroviario: convoglio di categoria LM71

Categoria	Peso per asse		Carico ripartito equivalente	Interassi dei carichi concentrati			Stesa di carico
	P_a	$N_{v,k}$	p	a_	b_	c_	L_
[-]	[kN]	[#]	[kN/m]	[m]	[m]	[m]	[m]
C3	200	4	72.1	1.800	1.500	4.500	11.100
D4	225	4	80.0	1.800	1.500	4.650	11.250
E656	200	6	65.6	2.850	2.520	2.350	18.290
LM71	250	4	156.3	0.800	1.600	1.600	6.400

Si ipotizzano i seguenti valori:

- peso unitario dell'acciaio

γ_s = 7850.0 kg/m^3 = 7.7009E-05 kN/cm^3

- modulo elastico dell'acciaio

E_s = 2100000.0 kg/cm^2 ≅ 206000.0 N/mm^2 = 20600.0 kN/cm^2

[206010.0]

Coefficienti dinamici reali :-

L_Φ = 17.620 m — Lunghezza caratteristica da Tab.1.4.2.3 (luce teorica travata a vasca)

v_{tr} = 120.0 km/h = 33.333 m/s — Velocità del convoglio ferroviario

α_v = 1.000 — Coefficiente - funzione della velocità del convoglio ferroviario

f_o = 7.1244 mm — Freccia in mezzeria travata metallica per le azioni permanenti

L/f_o = 2473.178 — Rapporto freccia/luce teorica per le sole azioni permanenti

n_o = 6.6500 Hz — Valore approssimato della 1^ frequenza flessionale del ponte, con

4.540 < 6.650 < 11.082 Hz

K = 0.1422

Φ' = 0.1657

Φ'' = 0.1320

Φ_R = 1.2978 — Valore del coefficiente dinamico reale [per linee con ridotto standard manutentivo]

I_{xx} = 8540430.0000 cm4

p_{perm} = 0.9987 kN/cm

β_{ad} = 1.000 — Coefficiente di adattamento dell'incremento dinamico

Φ_{dyn} = 1.2703 — Valore del coefficiente dinamico assunto nei Calcoli [per linee con ridotto standard manutentivo]

Opere provvisionali per Ponte ferroviario su T.te Borghetto
km 143+367 della Linea Ge-Ventimiglia nel Comune di Bordighera
Paratia provvisionale di sostegno trave Bologna Lt=21.400m
HEA280 H=9500+4500=14000mm/700mm di cui Hj=5850mm in jet-grouting

CALCOLO DELLA PORTANZA TEORICA DI PALI SOGGETTI A CARICO ASSIALE

Combinazione di carico N. 1
Method of Analysis : FOS
Valore caratteristico del carico permanente sul palo.. [kN] = 62.0000
Valore caratteristico del carico variabile sul palo.. [kN] = 206.0000
Val. caratteristico del car. permanente sul terreno [kN/m²] = 40.0000
Val. caratteristico del car. variabile sul terreno [kN/m²] = 0.000000

Caratteristiche del palo:
Tipo palo (MICro-;TRIvellato;GETtato in op. o INFisso;CAP;ACC;H): HSQ
Larghezza ali del profilo laminato a doppio T ..... [m] = 0.280000
Altezza del profilo laminato a doppio T ..... [m] = 0.270000
Spessore ali del profilo laminato a doppio T ..... [m] = 0.013000
Spessore anima del profilo laminato a doppio T ..... [m] = 0.008000
Area della sezione retta del palo ..... [m²] = 0.009232
Energia del maglio necessaria per l'infissione ..... [kN*m] = 38.81696
Quota altimetrica del p.c. .[z positiva verso il basso [m] = 0.000
Profondità della testa palo (t.p.) dal livello del p.c.[m] = 0.000
Altezza complessiva del palo ..... [m] = 9.500
Altezza della eventuale prof.palo non reagente da t.p. [m] = 0.000
Altezza della event. prof. palo non reagente dal fondo [m] = 0.000
Metodo calc. res. laterale (AGI / REEse&ONeill / ALPha / SLAden): ALP
Numero degli strati di terreno attraversati dal palo ..... = 4
Profondita' limite superiore della falda dal p.c. .... [m] = 0.000
Profondita' limite inferiore della falda dal p.c. .... [m] = 9.5

Caratterizzazione geologico-geotecnica dello strato N° 1 :
-------> Ghiaie grossolane - Strato A
Altezza dello strato superficiale di terreno Hlayer [m] = 1.880
Peso volume del terreno ..... γt,k [kN/m3] = 19.62
Peso volume del terreno immerso ..... γ*,k [kN/m3] = 9.81
Angolo di attrito interno del terreno ..... φ',k [°] = 32.5000
Angolo di attrito terreno - superficie palo .. δ',k [°] = 21.66667
Coesione in condizioni drenate ..... C',k [kN/m²] = 0
Fattore di peso per K° (>1) ..... Fw [-] = 1.0
Modulo statico di elasticità (o di Young) .... Es,k [kN/m²] = 25690.0
Modulo di elasticità tangenziale statico ..... Gs,k [kN/m²] = 9514.814
Coefficiente di Poisson del terreno ..... νp,k [-] = 0.35

Caratterizzazione geologico-geotecnica dello strato N° 2 :
-------> Ghiaie di piccola granulometria - Strato B
Altezza dello strato ..... Hlayer [m] = 0.600
Peso volume del terreno ..... γt,k [kN/m3] = 19.62
Peso volume del terreno immerso ..... γ*,k [kN/m3] = 9.81
Angolo di attrito interno del terreno ..... φ',k [°] = 32.5000
Angolo di attrito terreno - superficie palo .. δ',k [°] = 21.66667
Coesione in condizioni drenate ..... C',k [kN/m²] = 0
Fattore di peso per K° (>1) ..... Fw [-] = 1.0
Modulo statico di elasticità (o di Young) .... Es,k [kN/m²] = 52700.0
Modulo di elasticità tangenziale statico ..... Gs,k [kN/m²] = 19518.52
Coefficiente di Poisson del terreno ..... νp,k [-] = 0.35

Caratterizzazione geologico-geotecnica dello strato N° 3 :
-------> Sabbie di media granulometria - Strato C
Altezza dello strato ..... Hlayer [m] = 3.400
Peso volume del terreno ..... γt,k [kN/m3] = 18.83
Peso volume del terreno immerso ..... γ*,k [kN/m3] = 9.02
Angolo di attrito interno del terreno ..... φ',k [°] = 30.0000
Angolo di attrito terreno - superficie palo .. δ',k [°] = 20
Coesione in condizioni drenate ..... C',k [kN/m²] = 0
Fattore di peso per K° (>1) ..... Fw [-] = 1.0
Modulo statico di elasticità (o di Young) .... Es,k [kN/m²] = 12507.75
Modulo di elasticità tangenziale statico ..... Gs,k [kN/m²] = 4702.162
Coefficiente di Poisson del terreno ..... νp,k [-] = 0.33

Caratterizzazione geologico-geotecnica dello strato N° 4 :
-------> Sabbie fini scarsamente limose - Strato D
Altezza dell'ultimo strato di terreno ..... Hlayer [m] = 3.620000
Peso volume del terreno ..... γt,k [kN/m3] = 19.13
Peso volume del terreno immerso ..... γ*,k [kN/m3] = 9.32
Angolo di attrito interno del terreno ..... φ',k [°] = 31.5000
Angolo di attrito terreno - superficie palo .. δ',k [°] = 21
Coesione in condizioni drenate ..... C',k [kN/m²] = 0
Fattore di peso per K° (>1) ..... Fw [-] = 1.0
Modulo statico di elasticità (o di Young) .... Es,k [kN/m²] = 14715.00
Modulo di elasticità tangenziale statico ..... Gs,k [kN/m²] = 5573.864
Coefficiente di Poisson del terreno ..... νp,k [-] = 0.32

Riepilogo stratigrafia del terreno:

Strato	H(i)	þt(i)	þ*(i)	Þ'(i)	Del'(i)	Cuk(i)	Ck'(i)
1	1.88	19.62	9.81	32.50	21.67	0.00	0.00
2	0.60	19.62	9.81	32.50	21.67	0.00	0.00
3	3.40	18.83	9.02	30.00	20.00	0.00	0.00
4	3.62	19.13	9.32	31.50	21.00	0.00	0.00

Coeff. di mobilitazione della adesione....(0.3 - 0.8) Alfa = F(Cu[Bowles])

Sviluppo della portanza per attrito laterale negli strati attraversati:

Strato	Parziale	Totale	Strato	Parziale	Totale	Kave
1	61.24	61.24	1	61.24	61.24	1.3620
2	24.37	85.61	2	24.37	85.61	1.3620
3	153.75	239.36	3	153.75	239.36	1.2778
4	251.98	491.34	4	251.98	491.34	1.3265
<--- a breve termine [kN] --->			<--- a lungo termine [kN] --->			

		BT	LT
Portanza totale per attrito laterale	Rsuk [kN] =	491.34	491.34
Portanza totale di punta	Rpuk [kN] =	193.21	193.21
Somma delle due portanze tot. ultime	Rtuk [kN] =	684.55	684.55
Peso proprio del palo	Gpal [kN] =	6.75	6.75
Carico limite del palo	Rlmk [kN] =	677.80	677.80
Carico utile del palo (Fs=2.000)	Radm [kN] =	335.52	335.52

- per il breve termine: Nc, Nq, Ng = 124.068 , 83.412 , 0.000
  Sc, Sq, Sg = 1.000 , 1.0001, 1.000
  Dc, Dq, DoB = 1.000 , 1.000 , 1.542
- per il lungo termine: Nc, Nq, Ng = 124.068 , 83.412 , 0.000
  Sc, Sq, Sg = 1.000 , 1.0001, 1.000
  Dc, Dq, DoB = 1.000 , 1.000 , 1.542

Depth ratio ..... L°/D = 35.185184
Critical depth ratio [Meyerhof] .....(L°/D)cr= 8.216237
Tensione litostatica efficace a qta punta palo ..... SIGmax'= 128.74 kN/m²
Tensione litostatica totale a quota punta palo ..... SIGmax = 221.93 kN/m²

PILE SETTLEMENT ANALYSIS

```
Average soil shear modulus ....... Gave  =   161.8597 ksf   =   7752.77 kN/m²
Shear moduli ratio ............... rhoF  =   1.390916
Average Poisson ratio for soil ... NIave =   0.338435
Underreaming ratio ............... rETA  =   0.964286
Design value of the vertical loads Fd    =    60.2264 kip   =    268.00 kN

1.    ELASTIC PILE SOLUTIONS
1.1   Randolph and Wroth Method
Pile compressibility index ....... rMIrw =   0.007217 1/ft  =    0.0237 1/m
Coefficient ...................... rXIrw =   4.924359
Total settlement at the pile top   DELT11=   0.105935 in    =    2.6908 mm
1.2.  Fleming et al. Method
Pile compressibility index ....... rMIf  =   0.007126 1/ft  =    0.0234 1/m
End-bearing ratio ................ rXIf  =   1.000000
Pile/soil stiffness ratio ........ rLAM  = 36961.1016
Nondimensional radius of influence rZIT  =   5.050510
Total settlement at the pile top   DELT12=   0.111791 in    =    2.8395 mm

2.    SEMI-EMPIRICAL METHOD  (Vesic)
2.1   UNDRAINED CONDITIONS (BT)
Design resistance of a single pile Rd,bt =    75.4000 kip   =    335.52 kN
Ultimate skin resistance available Rsu,k =   110.4156 kip   =    491.34 kN
Ultimate end bearing force avail.  Rbu,k =    43.4201 kip   =    193.21 kN
Ultimate pressure at pile base ... qbu,k =    53.3579 ksf   =   2555.74 kN/m²

Load at the pile tip ............. Qb,bt =     0.0000 kip   =      0.00 kN
Empirical shaft coefficient ...... Cs    =   0.074479
Empirical tip coefficient ........ Cb    =   0.040000
Settlement due to pile elasticity  DELTAe=   0.007243 in    =    0.1840 mm
Settlement due to skin loading ... DELTAs=   0.059339 in    =    1.5072 mm
Settlement due to base loading ... DELTAb=   0.000000 in    =    0.0000 mm
Total settlement at the pile top   DELT21=   0.066582 in    =    1.6912 mm

2.2   DRAINED CONDITIONS (LT)
Design resistance of a single pile Rd,lt =    75.4000 kip   =    335.52 kN
Ultimate skin resistance available Rsu,k =   110.4156 kip   =    491.34 kN
Ultimate end bearing force avail.  Rbu,k =    43.4201 kip   =    193.21 kN
Ultimate pressure at pile base ... qbu,k =    53.3579 ksf   =   2555.74 kN/m²

Load at the pile tip ............. Qb,lt =     0.0000 kip   =      0.00 kN
Empirical shaft coefficient ...... Cs    =   0.074479
Empirical tip coefficient ........ Cb    =   0.040000
Settlement due to pile elasticity  DELTAe=   0.007243 in    =    0.1840 mm
Settlement due to skin loading ... DELTAs=   0.059339 in    =    1.5072 mm
Settlement due to base loading ... DELTAb=   0.000000 in    =    0.0000 mm
Total settlement at the pile top   DELT22=   0.066582 in    =    1.6912 mm
```

ALLEGATO “A” : **RELAZIONE SISMICA**

DEFINIZIONE DEL Tr PER IL CALCOLO DELLA ***PGA*** DA PRENDERE IN CONTO PER IL CALCOLO SISMICO DELLA STRUTTURA

Tabella 1 – Probabilità di superamento P_{VR} al variare dello stato limite considerato

V_N = vita nominale della struttura = **70.00**

Classe d'Uso : **3**

	I	II	III	IV
C_U =	0.70	1.00	1.50	2.00

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso della costruzione

V_R = periodo di riferimento per la vita economica della struttura = **105.00**

R_N = rischio di insufficienza = rischio strutturale connesso al superamento del massimo valore al suolo dell'accelerazione orizzontale corrispondente al terremoto di progetto (PGA) = probabilità di eccedenza in N anni

T_R = tempo (o periodo) di ritorno

Codice ISTAT Bordighera (IM) : **008008**

C2.4.3 PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA

Per assicurare alle costruzioni un livello di sicurezza antisismica minimo irrinunciabile le NTC impongono, se $V_R \leq$ **35.00** anni, di assumere comunque V_R = **35.00** anni; gli intervalli di valori di V_R (espressi in anni) cui fare effettivo riferimento al variare di V_N e C_U sono riportati nella successiva Tabella C2.4.I.

V_R =	3.00	5.00	10.00	20.00	49.00	70.00	**105.00**	140.00	200.00	300.00	500.00
2.0000%	148.996	247.992	495.483	990.466	2425.92	2475.00	2475.00	2475.00	2475.00	2475.00	2475.00
4.8795%	60.471	100.451	200.400	400.299	980.007	1399.796	2099.444	2475.00	2475.00	2475.00	2475.00
5.0001%	58.987	97.977	195.453	390.405	955.767	1365.166	**2047.500**	2475.00	2475.00	2475.00	2475.00
6.7639%	43.338	71.894	143.286	286.071	700.148	999.997	1499.746	1999.49	2475.00	2475.00	2475.00
9.9960%	30.000	47.978	95.453	190.405	465.767	665.167	**997.500**	1329.833	1899.55	2475.00	2475.00
13.0763%	30.000	36.181	71.859	143.216	350.152	500.003	749.754	999.505	1427.65	2141.22	2475.00
15.0000%	30.000	31.268	62.033	123.563	302.004	431.219	646.579	861.938	1231.13	1846.44	2475.00
15.3756%	30.000	30.452	60.400	120.299	294.006	419.794	629.440	839.087	1198.48	1797.47	2475.00
20.0000%	30.000	30.000	45.316	90.129	220.090	314.200	471.049	627.899	896.784	1344.93	2241.21
20.8420%	30.000	30.000	43.287	86.072	210.149	299.998	449.747	599.496	856.209	1284.06	2139.77
22.1687%	30.000	30.000	40.402	80.301	196.010	279.800	419.450	559.100	798.500	1197.50	1995.50
25.0000%	30.000	30.000	35.263	70.022	170.827	243.825	365.486	487.149	695.712	1043.32	1738.53
29.5930%	30.000	30.000	30.000	57.501	140.150	200.000	299.750	399.500	570.500	855.499	1425.50
30.0000%	30.000	30.000	30.000	56.575	137.881	196.758	294.886	393.014	561.235	841.602	1402.34
35.0000%	30.000	30.000	30.000	46.929	114.247	162.995	244.243	325.490	464.771	696.907	1161.18
39.4995%	30.000	30.000	30.000	40.302	98.010	139.799	209.448	279.097	398.495	597.493	995.488
40.0000%	30.000	30.000	30.000	39.654	96.424	137.534	206.050	274.566	392.023	587.785	979.308
45.0000%	30.000	30.000	30.000	33.956	82.463	117.589	176.134	234.678	335.040	502.309	836.848
50.0000%	30.000	30.000	30.000	30.000	71.193	101.489	151.984	202.478	289.039	433.309	721.848
50.5150%	30.000	30.000	30.000	30.000	70.153	100.003	149.754	199.505	284.793	426.939	711.232
55.0000%	30.000	30.000	30.000	30.000	61.866	88.164	131.996	175.828	250.968	376.201	626.668
60.0000%	30.000	30.000	30.000	30.000	53.978	76.896	115.093	153.290	218.772	327.907	546.178
63.0375%	30.000	30.000	30.000	30.000	49.735	70.834	**106.000**	141.166	201.452	301.927	502.878
65.0000%	30.000	30.000	30.000	30.000	47.176	67.179	100.518	133.857	191.009	286.263	476.771
70.0000%	30.000	30.000	30.000	30.000	41.201	58.642	87.712	116.782	166.617	249.675	415.792
75.0000%	30.000	30.000	30.000	30.000	35.848	50.996	76.243	101.489	144.770	216.905	361.174
80.0000%	30.000	30.000	30.000	30.000	30.948	43.995	65.741	87.488	124.768	186.901	311.168
81.3632%	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	42.168	**63.000**	83.833	119.546	179.068	298.114
85.0000%	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	37.400	55.849	74.297	105.924	158.635	264.058
90.0000%	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.903	46.103	61.303	87.360	130.789	217.648
95.0000%	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	35.552	47.235	67.263	100.643	167.405

f_{sup}

Stato limite ultimo

2047.50

0.00049 -----> **SLC :** **Stato Limite di Prevenzione del Collasso** - 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.

0.00100 -----> **SLV :** **Stato Limite di Salvaguardia della Vita** - 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 rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali.

997.50

Stato limite ultimo

Stato limite di esercizio

106.00

0.00943 -----> **SLD :** **Stato Limite di Danno** - 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 rigidezza nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

0.01587 -----> **SLO :** **Stato Limite di Operatività** - 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.

63.00

Stato limite di esercizio

Tabella 1 - Tempo di ritorno del terremoto di progetto in funzione della vita dell'opera e del rischio di insufficienza. (probabilità di superamento).

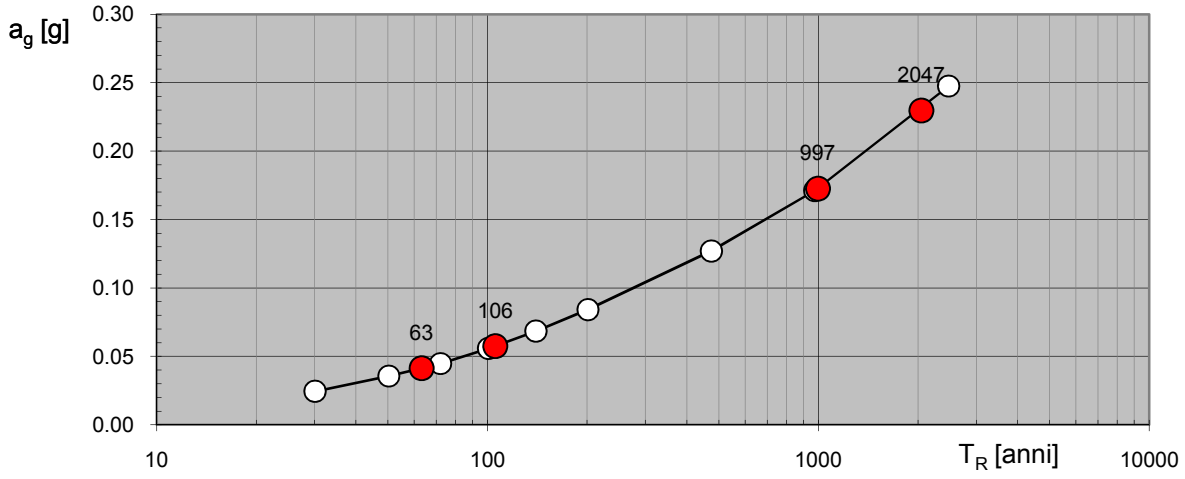
$T_R \leq$ **2475.00** anni

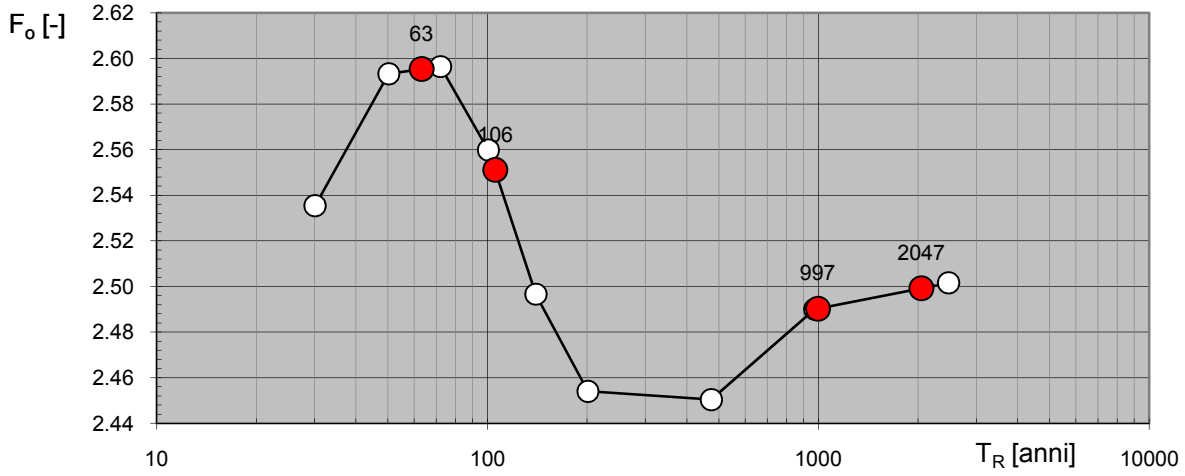
$T_R \geq$ **30.00** anni

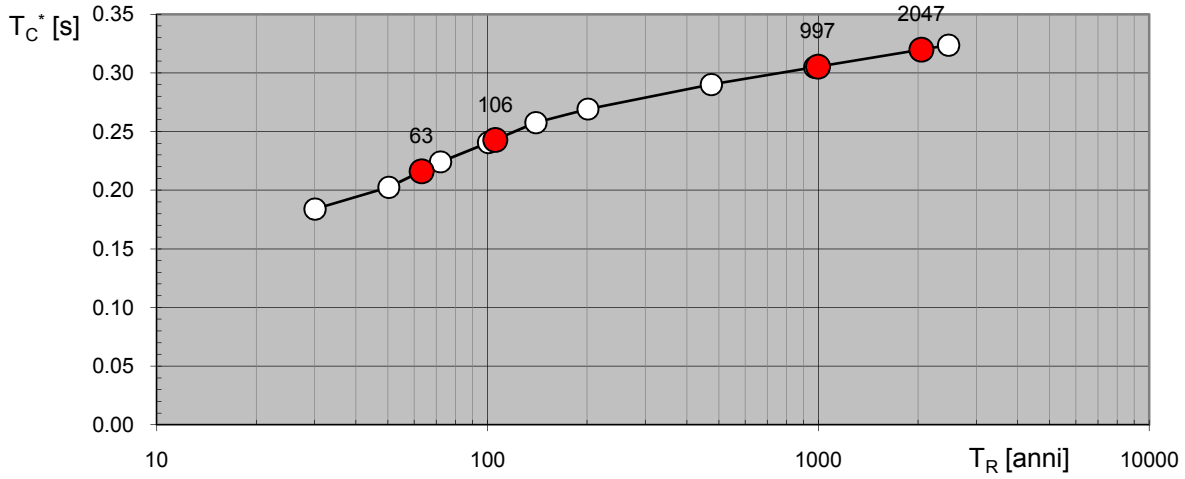
I limiti inferiore e superiore di T_R fissati dall'Appendice A delle NTC sono dovuti all'intervallo di riferimento della pericolosità sismica oggi disponibile; per opere speciali possono considerarsi azioni sismiche riferite a T_R più elevati.

Elaborazioni effettuate con *"Spettri NTC ver.1.0.2"*

Valori di progetto dei parametri a_g, F_o, T_C^* in funzione del periodo di ritorno T_R



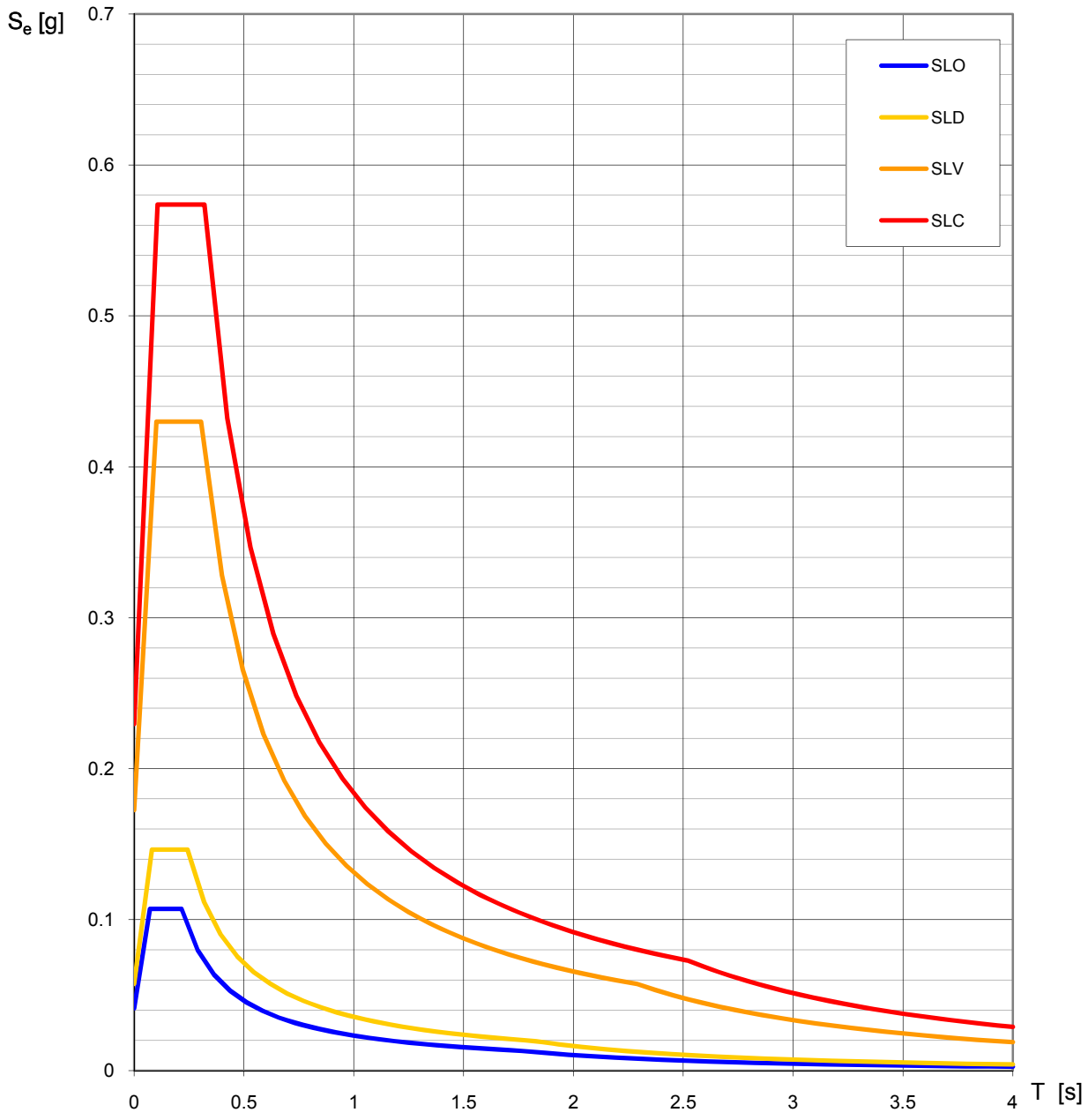




La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Elaborazioni effettuate con *"Spettri NTC ver.1.0.2"*

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Elaborazioni effettuate con *"Spettri NTC ver.1.0.2"*

Valori dei parametri a_g, F_o, T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	63	0.041	2.595	0.216
SLD	106	0.057	2.551	0.243
SLV	997	0.173	2.490	0.305
SLC	2047	0.230	2.499	0.320

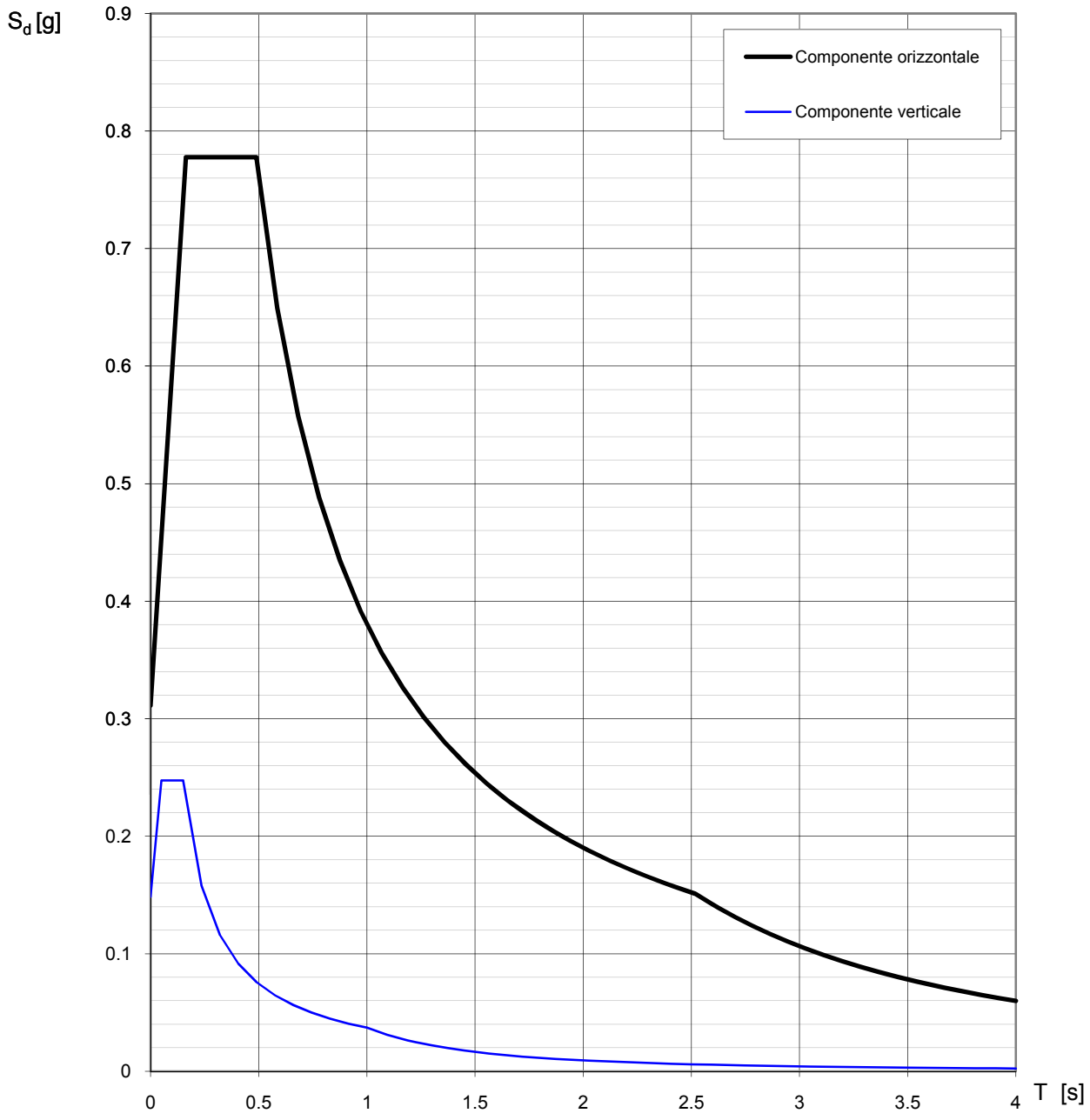
La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

SPETTRI DI RISPOSTA IN FASE ELASTICA

Elaborazioni effettuate con *"Spettri NTC ver.1.0.2"*

Tr = 2047.5 anni

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



La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Elaborazioni effettuate con *"Spettri NTC ver.1.0.2"*

Tr = 2047.5 anni

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLC

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLC
a_g	0.230 g
F_o	2.499
T_C^*	0.320 s
S_S	1.356
C_C	1.530
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.356
η	1.000
T_B	0.163 s
T_C	0.489 s
T_D	2.518 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$S = S_S \cdot S_T$ (NTC-08 Eq. 3.2.5)

$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55;\ \eta = 1/q$ (NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5)

$T_B = T_C / 3$ (NTC-07 Eq. 3.2.8)

$T_C = C_C \cdot T_C^*$ (NTC-07 Eq. 3.2.7)

$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6$ (NTC-07 Eq. 3.2.9)

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

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

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

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

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

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con 1/q, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.311
T_B ←	0.163	0.778
T_C ←	0.489	0.778
	0.586	0.649
	0.682	0.557
	0.779	0.488
	0.876	0.434
	0.972	0.391
	1.069	0.356
	1.165	0.326
	1.262	0.301
	1.359	0.280
	1.455	0.261
	1.552	0.245
	1.649	0.231
	1.745	0.218
	1.842	0.207
	1.938	0.196
	2.035	0.187
	2.132	0.178
	2.228	0.171
	2.325	0.164
	2.422	0.157
T_D ←	2.518	0.151
	2.589	0.143
	2.659	0.135
	2.730	0.129
	2.800	0.122
	2.871	0.116
	2.942	0.111
	3.012	0.106
	3.083	0.101
	3.153	0.096
	3.224	0.092
	3.294	0.088
	3.365	0.085
	3.435	0.081
	3.506	0.078
	3.577	0.075
	3.647	0.072
	3.718	0.069
	3.788	0.067
	3.859	0.064
	3.929	0.062
	4.000	0.060

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dell

Elaborazioni effettuate con *"Spettri NTC ver.1.0.2"*

Tr = 2047.5 anni

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLC

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLC
a_{gv}	0.148 g
S_S	1.000
S_T	1.000
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	1.616
S	1.000
η	0.667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$ (NTC-08 Eq. 3.2.5)

$$\eta = 1/q$$ (NTC-08 §. 3.2.3.5)

$$F_v = 1{,}35 \cdot F_o \cdot \left(\frac{a_g}{g}\right)^{0,5}$$ (NTC-08 Eq. 3.2.11)

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

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

$$T_B \le T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

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

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

Punti dello spettro di risposta

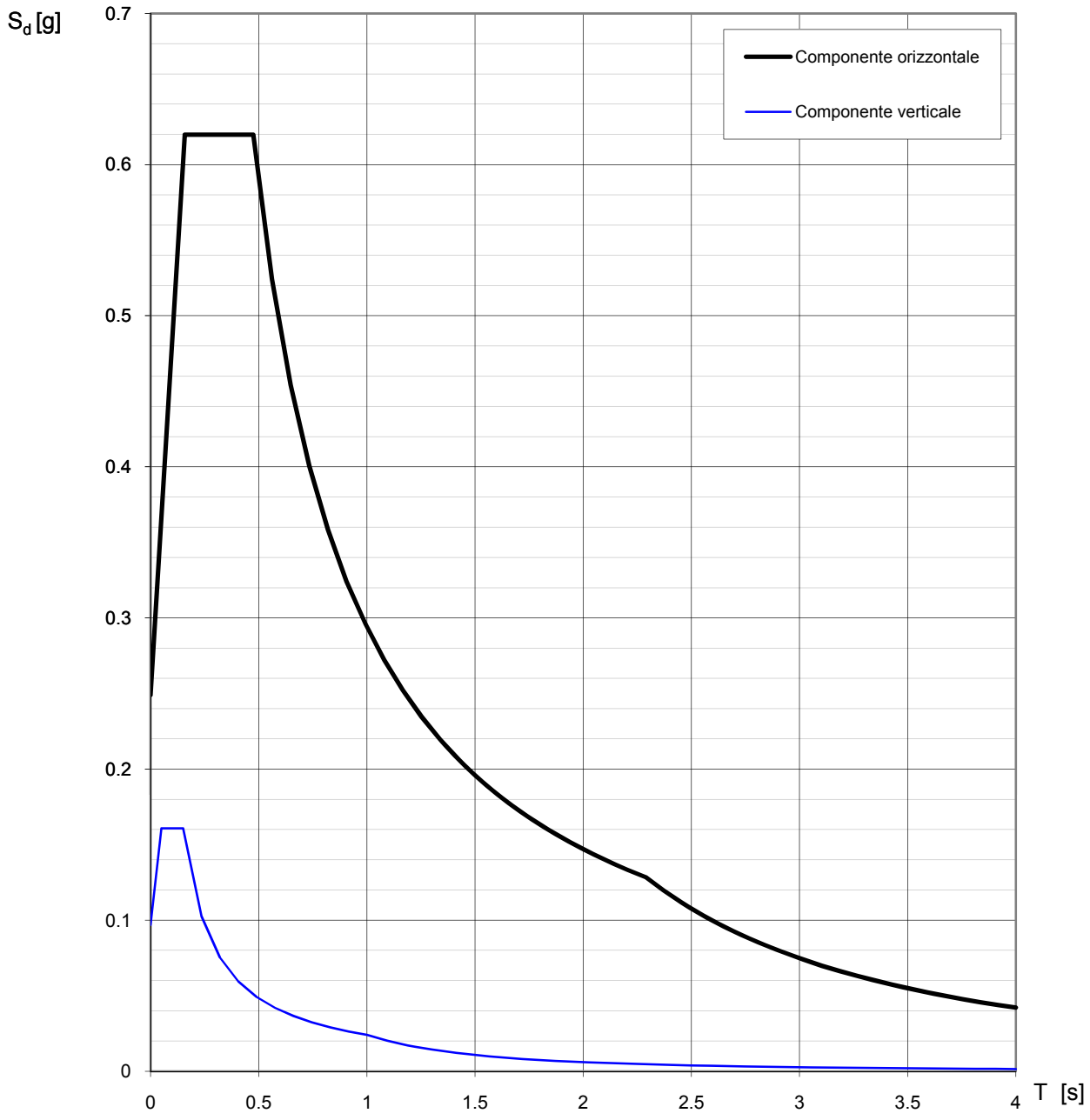
	T [s]	Se [g]
	0.000	0.148
T_B ←	0.050	0.247
T_C ←	0.150	0.247
	0.235	0.158
	0.320	0.116
	0.405	0.092
	0.490	0.076
	0.575	0.065
	0.660	0.056
	0.745	0.050
	0.830	0.045
	0.915	0.041
T_D ←	1.000	0.037
	1.094	0.031
	1.188	0.026
	1.281	0.023
	1.375	0.020
	1.469	0.017
	1.563	0.015
	1.656	0.014
	1.750	0.012
	1.844	0.011
	1.938	0.010
	2.031	0.009
	2.125	0.008
	2.219	0.008
	2.313	0.007
	2.406	0.006
	2.500	0.006
	2.594	0.006
	2.688	0.005
	2.781	0.005
	2.875	0.004
	2.969	0.004
	3.063	0.004
	3.156	0.004
	3.250	0.004
	3.344	0.003
	3.438	0.003
	3.531	0.003
	3.625	0.003
	3.719	0.003
	3.813	0.003
	3.906	0.002
	4.000	0.002

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Elaborazioni effettuate con *"Spettri NTC ver.1.0.2"*

Tr = 997.5 anni

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



La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Elaborazioni effettuate con *"Spettri NTC ver.1.0.2"*

Tr = 997.5 anni

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.173 g
F_o	2.490
T_C^*	0.305 s
S_S	1.442
C_C	1.553
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.442
η	1.000
T_B	0.158 s
T_C	0.474 s
T_D	2.290 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$S = S_S \cdot S_T$ (NTC-08 Eq. 3.2.5)

$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0{,}55;\ \eta = 1/q$ (NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5)

$T_B = T_C / 3$ (NTC-07 Eq. 3.2.8)

$T_C = C_C \cdot T_C^*$ (NTC-07 Eq. 3.2.7)

$T_D = 4{,}0 \cdot a_g / g + 1{,}6$ (NTC-07 Eq. 3.2.9)

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

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

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

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

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

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con 1/q, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.249
T_B ←	0.158	0.620
T_C ←	0.474	0.620
	0.561	0.524
	0.647	0.454
	0.734	0.401
	0.820	0.358
	0.907	0.324
	0.993	0.296
	1.080	0.272
	1.166	0.252
	1.253	0.235
	1.339	0.219
	1.426	0.206
	1.512	0.194
	1.599	0.184
	1.685	0.174
	1.772	0.166
	1.858	0.158
	1.945	0.151
	2.031	0.145
	2.117	0.139
	2.204	0.133
T_D ←	2.290	0.128
	2.372	0.120
	2.453	0.112
	2.535	0.105
	2.616	0.098
	2.698	0.093
	2.779	0.087
	2.860	0.082
	2.942	0.078
	3.023	0.074
	3.105	0.070
	3.186	0.066
	3.267	0.063
	3.349	0.060
	3.430	0.057
	3.512	0.055
	3.593	0.052
	3.674	0.050
	3.756	0.048
	3.837	0.046
	3.919	0.044
	4.000	0.042

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dell

Elaborazioni effettuate con *"Spettri NTC ver.1.0.2"*

Tr = 997.5 anni

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{gv}	0.097 g
S_S	1.000
S_T	1.000
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	1.397
S	1.000
η	0.667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$ (NTC-08 Eq. 3.2.5)

$$\eta = 1/q$$ (NTC-08 §. 3.2.3.5)

$$F_v = 1{,}35 \cdot F_o \cdot \left(\frac{a_g}{g}\right)^{0,5}$$ (NTC-08 Eq. 3.2.11)

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

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

$$T_B \le T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

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

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

Punti dello spettro di risposta

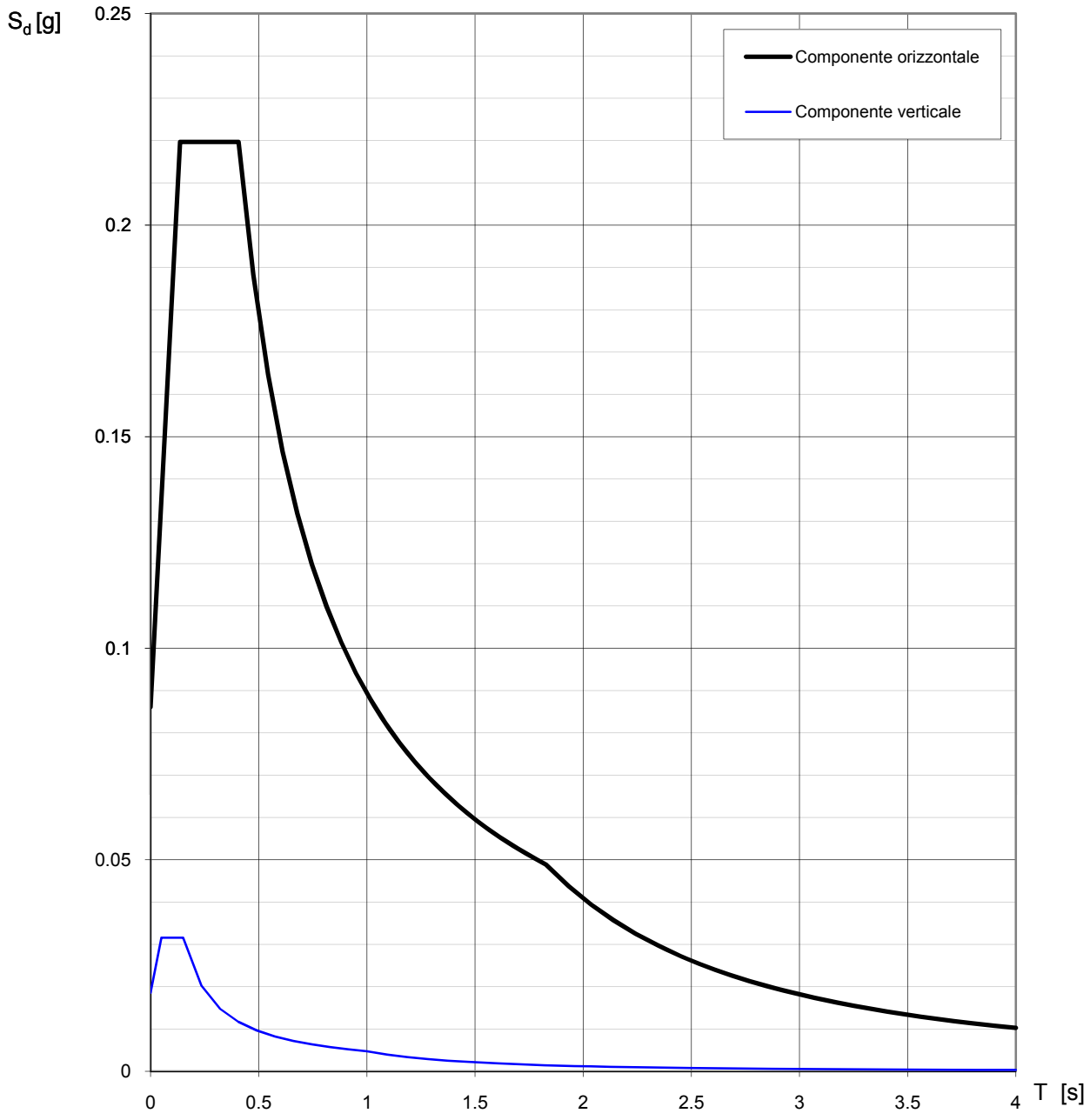
	T [s]	Se [g]
	0.000	0.097
T_B ←	0.050	0.161
T_C ←	0.150	0.161
	0.235	0.103
	0.320	0.075
	0.405	0.060
	0.490	0.049
	0.575	0.042
	0.660	0.037
	0.745	0.032
	0.830	0.029
	0.915	0.026
T_D ←	1.000	0.024
	1.094	0.020
	1.188	0.017
	1.281	0.015
	1.375	0.013
	1.469	0.011
	1.563	0.010
	1.656	0.009
	1.750	0.008
	1.844	0.007
	1.938	0.006
	2.031	0.006
	2.125	0.005
	2.219	0.005
	2.313	0.005
	2.406	0.004
	2.500	0.004
	2.594	0.004
	2.688	0.003
	2.781	0.003
	2.875	0.003
	2.969	0.003
	3.063	0.003
	3.156	0.002
	3.250	0.002
	3.344	0.002
	3.438	0.002
	3.531	0.002
	3.625	0.002
	3.719	0.002
	3.813	0.002
	3.906	0.002
	4.000	0.002

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Elaborazioni effettuate con *"Spettri NTC ver.1.0.2"*

Tr = 106 anni

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



La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Elaborazioni effettuate con *"Spettri NTC ver.1.0.2"*

Tr = 106 anni

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLD

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_g	0.057 g
F_o	2.551
T_C^*	0.243 s
S_S	1.500
C_C	1.675
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.500
η	1.000
T_B	0.136 s
T_C	0.407 s
T_D	1.830 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$S = S_S \cdot S_T$ (NTC-08 Eq. 3.2.5)

$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55;\ \eta = 1/q$ (NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5)

$T_B = T_C / 3$ (NTC-07 Eq. 3.2.8)

$T_C = C_C \cdot T_C^*$ (NTC-07 Eq. 3.2.7)

$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6$ (NTC-07 Eq. 3.2.9)

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

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

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

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

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

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con 1/q, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.086
T_B ←	0.136	0.220
T_C ←	0.407	0.220
	0.474	0.188
	0.542	0.165
	0.610	0.146
	0.678	0.132
	0.745	0.120
	0.813	0.110
	0.881	0.101
	0.949	0.094
	1.017	0.088
	1.084	0.082
	1.152	0.078
	1.220	0.073
	1.288	0.069
	1.355	0.066
	1.423	0.063
	1.491	0.060
	1.559	0.057
	1.626	0.055
	1.694	0.053
	1.762	0.051
T_D ←	1.830	0.049
	1.933	0.044
	2.036	0.039
	2.140	0.036
	2.243	0.032
	2.346	0.030
	2.450	0.027
	2.553	0.025
	2.656	0.023
	2.760	0.021
	2.863	0.020
	2.966	0.019
	3.070	0.017
	3.173	0.016
	3.277	0.015
	3.380	0.014
	3.483	0.013
	3.587	0.013
	3.690	0.012
	3.793	0.011
	3.897	0.011
	4.000	0.010

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dell

Elaborazioni effettuate con *"Spettri NTC ver.1.0.2"*

Tr = 106 anni

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLD

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_{gv}	0.019 g
S_S	1.000
S_T	1.000
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	0.825
S	1.000
η	0.667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$ (NTC-08 Eq. 3.2.5)

$$\eta = 1/q$$ (NTC-08 §. 3.2.3.5)

$$F_v = 1{,}35 \cdot F_o \cdot \left(\frac{a_g}{g}\right)^{0,5}$$ (NTC-08 Eq. 3.2.11)

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

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

$$T_B \le T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

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

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

Punti dello spettro di risposta

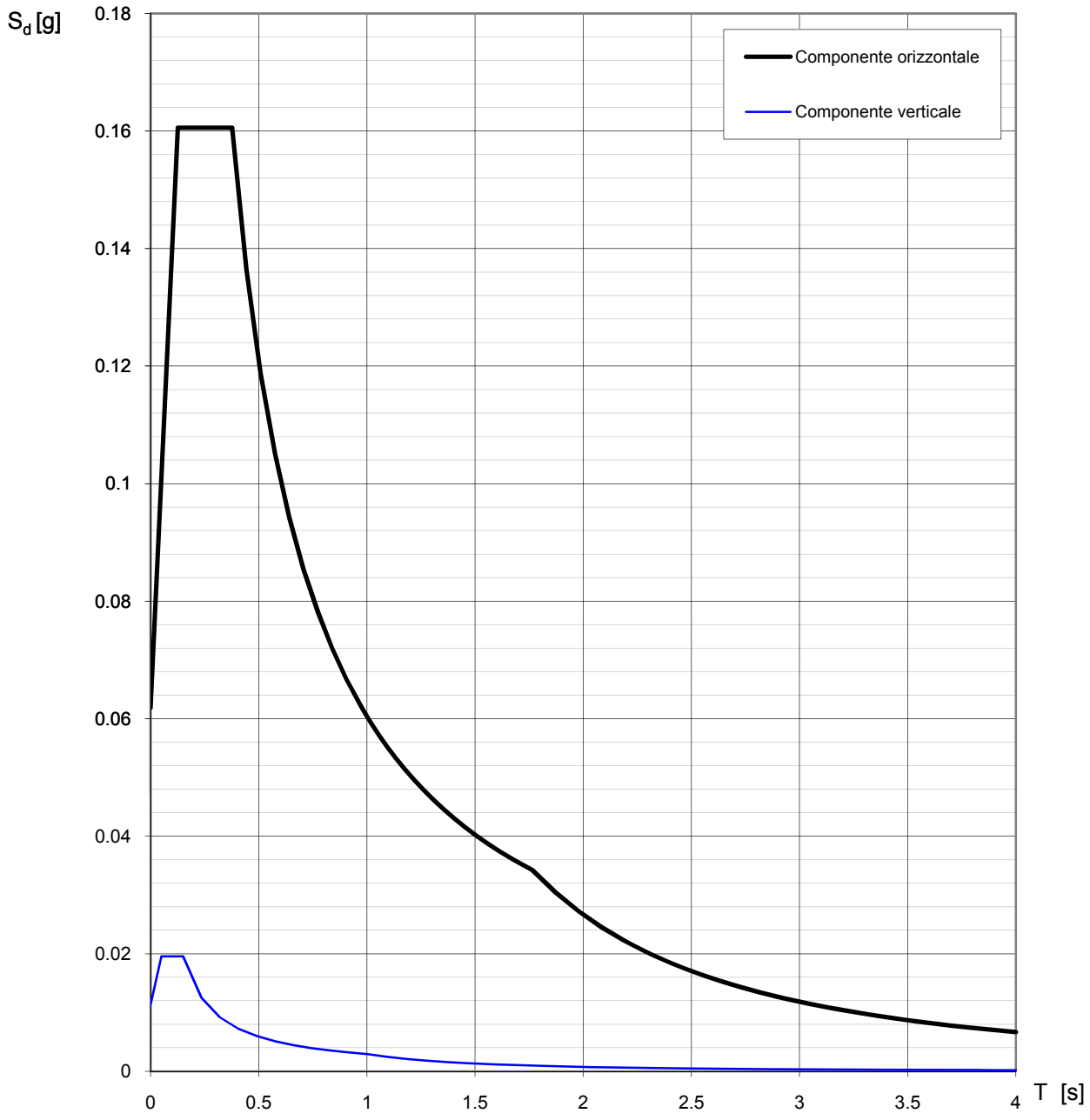
	T [s]	Se [g]
	0.000	0.019
T_B ←	0.050	0.032
T_C ←	0.150	0.032
	0.235	0.020
	0.320	0.015
	0.405	0.012
	0.490	0.010
	0.575	0.008
	0.660	0.007
	0.745	0.006
	0.830	0.006
	0.915	0.005
T_D ←	1.000	0.005
	1.094	0.004
	1.188	0.003
	1.281	0.003
	1.375	0.003
	1.469	0.002
	1.563	0.002
	1.656	0.002
	1.750	0.002
	1.844	0.001
	1.938	0.001
	2.031	0.001
	2.125	0.001
	2.219	0.001
	2.313	0.001
	2.406	0.001
	2.500	0.001
	2.594	0.001
	2.688	0.001
	2.781	0.001
	2.875	0.001
	2.969	0.001
	3.063	0.001
	3.156	0.000
	3.250	0.000
	3.344	0.000
	3.438	0.000
	3.531	0.000
	3.625	0.000
	3.719	0.000
	3.813	0.000
	3.906	0.000
	4.000	0.000

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Elaborazioni effettuate con *"Spettri NTC ver.1.0.2"*

Tr = 63 anni

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



La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Elaborazioni effettuate con *"Spettri NTC ver.1.0.2"*

Tr = 63 anni

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLO

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLO
a_g	0.041 g
F_o	2.595
T_C^*	0.216 s
S_S	1.500
C_C	1.741
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.500
η	1.000
T_B	0.125 s
T_C	0.376 s
T_D	1.765 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$S = S_S \cdot S_T$ (NTC-08 Eq. 3.2.5)

$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55;\ \eta = 1/q$ (NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5)

$T_B = T_C / 3$ (NTC-07 Eq. 3.2.8)

$T_C = C_C \cdot T_C^*$ (NTC-07 Eq. 3.2.7)

$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6$ (NTC-07 Eq. 3.2.9)

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

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

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

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

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

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con 1/q, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.062
T_B ←	0.125	0.161
T_C ←	0.376	0.161
	0.442	0.137
	0.508	0.119
	0.575	0.105
	0.641	0.094
	0.707	0.085
	0.773	0.078
	0.839	0.072
	0.905	0.067
	0.971	0.062
	1.038	0.058
	1.104	0.055
	1.170	0.052
	1.236	0.049
	1.302	0.046
	1.368	0.044
	1.434	0.042
	1.500	0.040
	1.567	0.039
	1.633	0.037
	1.699	0.036
T_D ←	1.765	0.034
	1.871	0.030
	1.978	0.027
	2.084	0.025
	2.191	0.022
	2.297	0.020
	2.404	0.018
	2.510	0.017
	2.616	0.016
	2.723	0.014
	2.829	0.013
	2.936	0.012
	3.042	0.012
	3.149	0.011
	3.255	0.010
	3.361	0.009
	3.468	0.009
	3.574	0.008
	3.681	0.008
	3.787	0.007
	3.894	0.007
	4.000	0.007

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dell

Elaborazioni effettuate con *"Spettri NTC ver.1.0.2"*

Tr = 63 anni

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLO

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLO
a_{gv}	0.011 g
S_S	1.000
S_T	1.000
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	0.712
S	1.000
η	0.667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$ (NTC-08 Eq. 3.2.5)

$$\eta = 1/q$$ (NTC-08 §. 3.2.3.5)

$$F_v = 1{,}35 \cdot F_o \cdot \left(\frac{a_g}{g}\right)^{0,5}$$ (NTC-08 Eq. 3.2.11)

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

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

$$T_B \le T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

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

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.011
T_B ←	0.050	0.020
T_C ←	0.150	0.020
	0.235	0.012
	0.320	0.009
	0.405	0.007
	0.490	0.006
	0.575	0.005
	0.660	0.004
	0.745	0.004
	0.830	0.004
	0.915	0.003
T_D ←	1.000	0.003
	1.094	0.002
	1.188	0.002
	1.281	0.002
	1.375	0.002
	1.469	0.001
	1.563	0.001
	1.656	0.001
	1.750	0.001
	1.844	0.001
	1.938	0.001
	2.031	0.001
	2.125	0.001
	2.219	0.001
	2.313	0.001
	2.406	0.001
	2.500	0.000
	2.594	0.000
	2.688	0.000
	2.781	0.000
	2.875	0.000
	2.969	0.000
	3.063	0.000
	3.156	0.000
	3.250	0.000
	3.344	0.000
	3.438	0.000
	3.531	0.000
	3.625	0.000
	3.719	0.000
	3.813	0.000
	3.906	0.000
	4.000	0.000

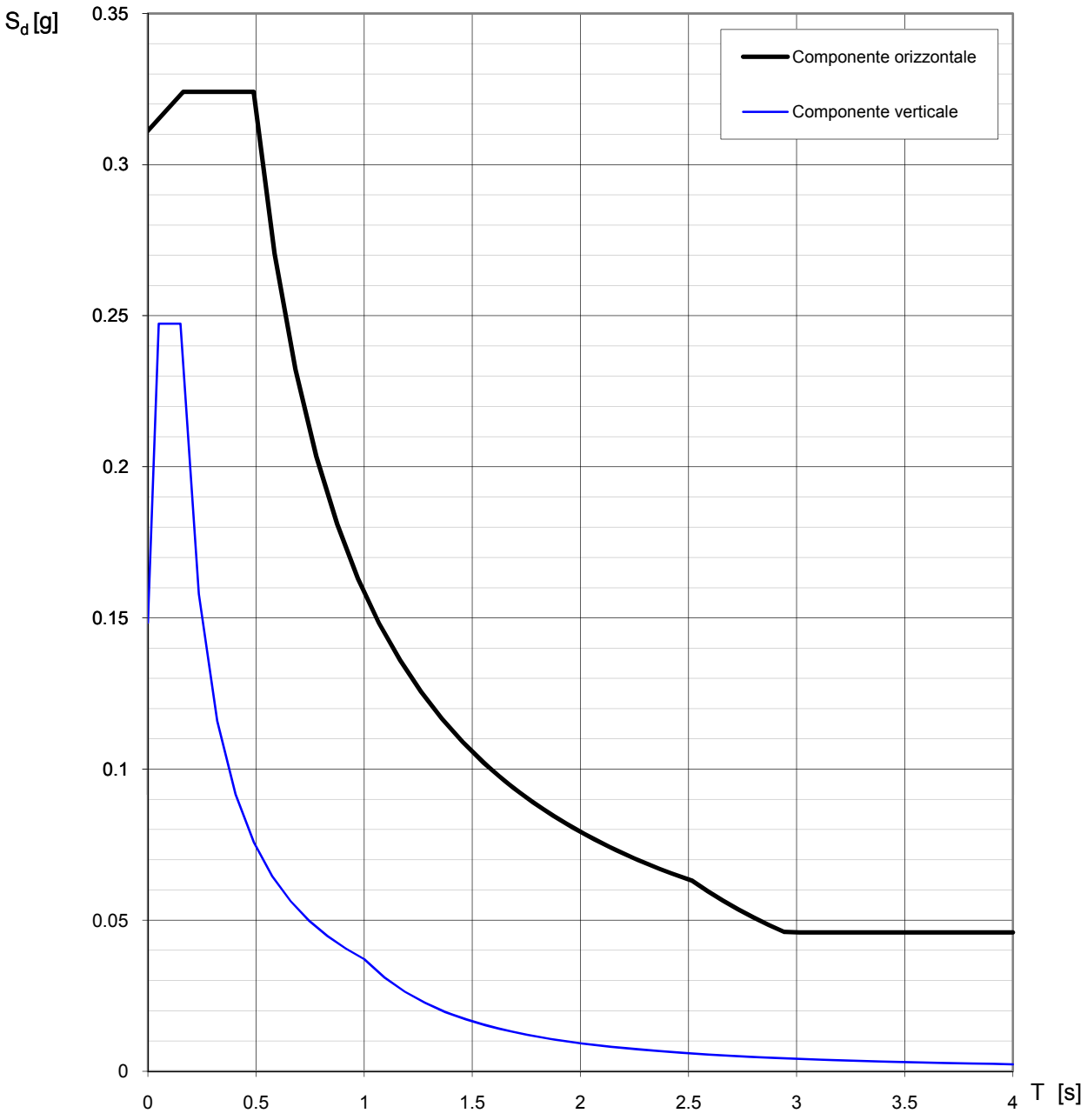
La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

SPETTRI DI RISPOSTA IN FASE INELASTICA

Elaborazioni effettuate con *"Spettri NTC ver.1.0.2"*

Tr = 2047.5 anni

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



La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Elaborazioni effettuate con *"Spettri NTC ver.1.0.2"*

Tr = 2047.5 anni

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLC

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLC
a_g	0.230 g
F_o	2.499
T_C^*	0.320 s
S_S	1.356
C_C	1.530
S_T	1.000
q	2.400

Parametri dipendenti

S	1.356
η	0.417
T_B	0.163 s
T_C	0.489 s
T_D	2.518 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$S = S_S \cdot S_T$ (NTC-08 Eq. 3.2.5)

$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55;\ \eta = 1/q$ (NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5)

$T_B = T_C / 3$ (NTC-07 Eq. 3.2.8)

$T_C = C_C \cdot T_C^*$ (NTC-07 Eq. 3.2.7)

$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6$ (NTC-07 Eq. 3.2.9)

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

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

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

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

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

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con 1/q, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.311
T_B ←	0.163	0.324
T_C ←	0.489	0.324
	0.586	0.271
	0.682	0.232
	0.779	0.203
	0.876	0.181
	0.972	0.163
	1.069	0.148
	1.165	0.136
	1.262	0.126
	1.359	0.117
	1.455	0.109
	1.552	0.102
	1.649	0.096
	1.745	0.091
	1.842	0.086
	1.938	0.082
	2.035	0.078
	2.132	0.074
	2.228	0.071
	2.325	0.068
	2.422	0.065
T_D ←	2.518	0.063
	2.589	0.060
	2.659	0.056
	2.730	0.054
	2.800	0.051
	2.871	0.048
	2.942	0.046
	3.012	0.046
	3.083	0.046
	3.153	0.046
	3.224	0.046
	3.294	0.046
	3.365	0.046
	3.435	0.046
	3.506	0.046
	3.577	0.046
	3.647	0.046
	3.718	0.046
	3.788	0.046
	3.859	0.046
	3.929	0.046
	4.000	0.046

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dell

Elaborazioni effettuate con *"Spettri NTC ver.1.0.2"*

Tr = 2047.5 anni

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLC

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLC
a_{gv}	0.148 g
S_S	1.000
S_T	1.000
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	1.616
S	1.000
η	0.667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$ (NTC-08 Eq. 3.2.5)

$$\eta = 1/q$$ (NTC-08 §. 3.2.3.5)

$$F_v = 1{,}35 \cdot F_o \cdot \left(\frac{a_g}{g}\right)^{0,5}$$ (NTC-08 Eq. 3.2.11)

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

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

$$T_B \le T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

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

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

Punti dello spettro di risposta

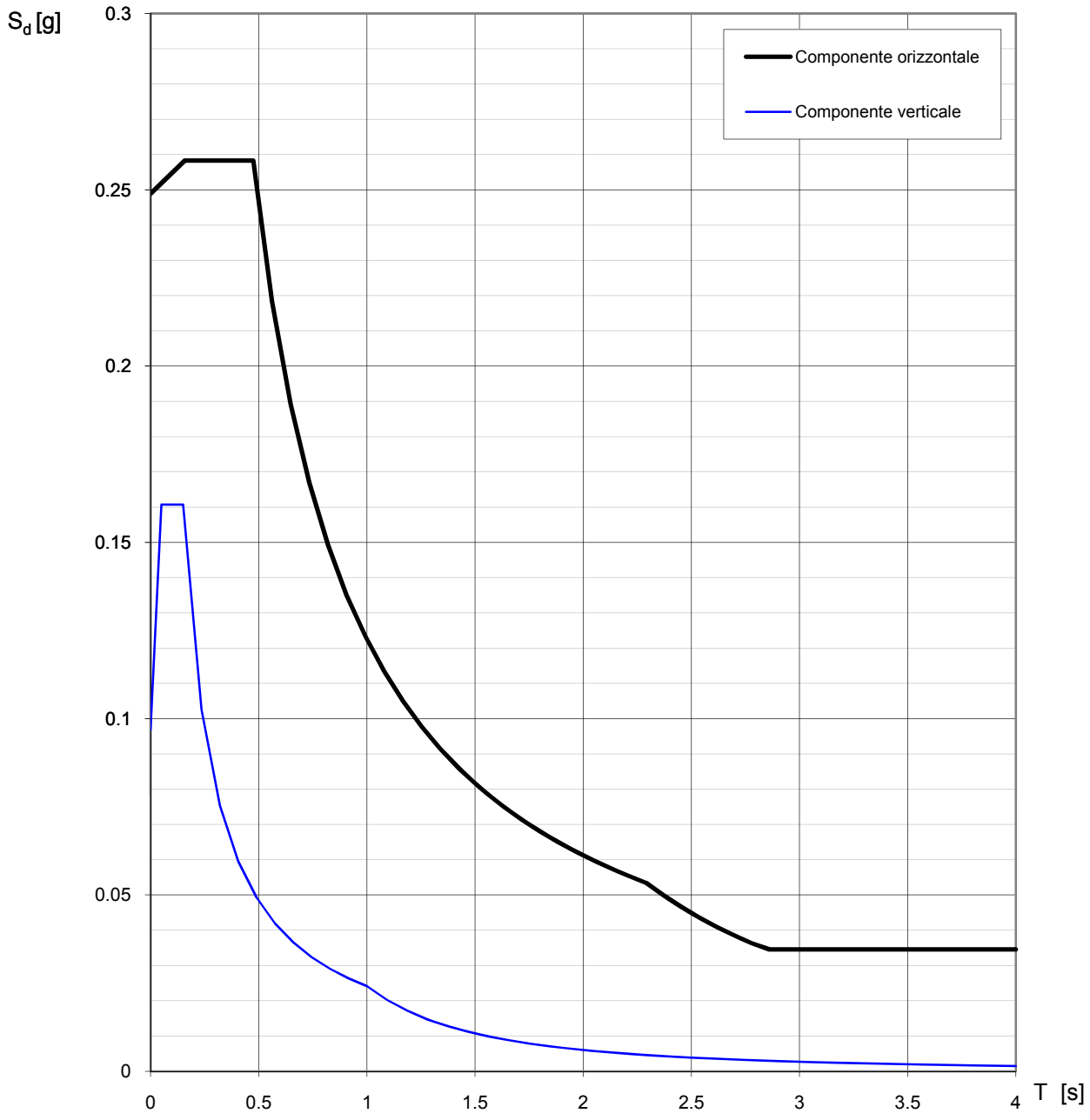
	T [s]	Se [g]
	0.000	0.148
T_B ←	0.050	0.247
T_C ←	0.150	0.247
	0.235	0.158
	0.320	0.116
	0.405	0.092
	0.490	0.076
	0.575	0.065
	0.660	0.056
	0.745	0.050
	0.830	0.045
	0.915	0.041
T_D ←	1.000	0.037
	1.094	0.031
	1.188	0.026
	1.281	0.023
	1.375	0.020
	1.469	0.017
	1.563	0.015
	1.656	0.014
	1.750	0.012
	1.844	0.011
	1.938	0.010
	2.031	0.009
	2.125	0.008
	2.219	0.008
	2.313	0.007
	2.406	0.006
	2.500	0.006
	2.594	0.006
	2.688	0.005
	2.781	0.005
	2.875	0.004
	2.969	0.004
	3.063	0.004
	3.156	0.004
	3.250	0.004
	3.344	0.003
	3.438	0.003
	3.531	0.003
	3.625	0.003
	3.719	0.003
	3.813	0.003
	3.906	0.002
	4.000	0.002

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Elaborazioni effettuate con *"Spettri NTC ver.1.0.2"*

Tr = 997.5 anni

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



La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Elaborazioni effettuate con *"Spettri NTC ver.1.0.2"*

Tr = 997.5 anni

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.173 g
F_o	2.490
T_C^*	0.305 s
S_S	1.442
C_C	1.553
S_T	1.000
q	2.400

Parametri dipendenti

S	1.442
η	0.417
T_B	0.158 s
T_C	0.474 s
T_D	2.290 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$S = S_S \cdot S_T$ (NTC-08 Eq. 3.2.5)

$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0{,}55;\ \eta = 1/q$ (NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5)

$T_B = T_C / 3$ (NTC-07 Eq. 3.2.8)

$T_C = C_C \cdot T_C^*$ (NTC-07 Eq. 3.2.7)

$T_D = 4{,}0 \cdot a_g / g + 1{,}6$ (NTC-07 Eq. 3.2.9)

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

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

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

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

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

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con 1/q, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.249
T_B ←	0.158	0.258
T_C ←	0.474	0.258
	0.561	0.218
	0.647	0.189
	0.734	0.167
	0.820	0.149
	0.907	0.135
	0.993	0.123
	1.080	0.113
	1.166	0.105
	1.253	0.098
	1.339	0.091
	1.426	0.086
	1.512	0.081
	1.599	0.077
	1.685	0.073
	1.772	0.069
	1.858	0.066
	1.945	0.063
	2.031	0.060
	2.117	0.058
	2.204	0.056
T_D ←	2.290	0.053
	2.372	0.050
	2.453	0.047
	2.535	0.044
	2.616	0.041
	2.698	0.039
	2.779	0.036
	2.860	0.035
	2.942	0.035
	3.023	0.035
	3.105	0.035
	3.186	0.035
	3.267	0.035
	3.349	0.035
	3.430	0.035
	3.512	0.035
	3.593	0.035
	3.674	0.035
	3.756	0.035
	3.837	0.035
	3.919	0.035
	4.000	0.035

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dell

Elaborazioni effettuate con *"Spettri NTC ver.1.0.2"*

Tr = 997.5 anni

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{gv}	0.097 g
S_S	1.000
S_T	1.000
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	1.397
S	1.000
η	0.667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$ (NTC-08 Eq. 3.2.5)

$$\eta = 1/q$$ (NTC-08 §. 3.2.3.5)

$$F_v = 1{,}35 \cdot F_o \cdot \left(\frac{a_g}{g}\right)^{0,5}$$ (NTC-08 Eq. 3.2.11)

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

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

$$T_B \le T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

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

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

Punti dello spettro di risposta

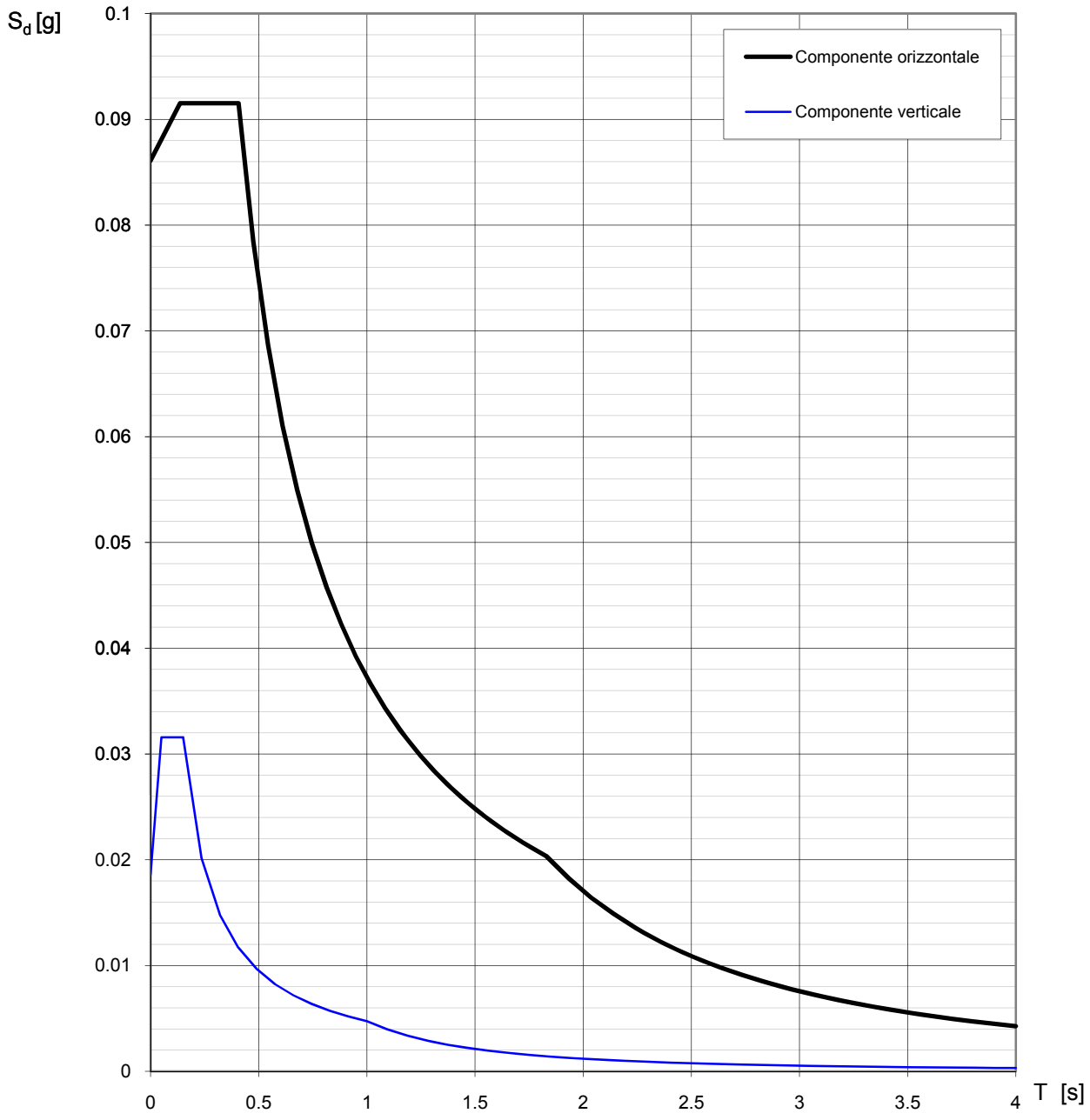
	T [s]	Se [g]
	0.000	0.097
T_B ←	0.050	0.161
T_C ←	0.150	0.161
	0.235	0.103
	0.320	0.075
	0.405	0.060
	0.490	0.049
	0.575	0.042
	0.660	0.037
	0.745	0.032
	0.830	0.029
	0.915	0.026
T_D ←	1.000	0.024
	1.094	0.020
	1.188	0.017
	1.281	0.015
	1.375	0.013
	1.469	0.011
	1.563	0.010
	1.656	0.009
	1.750	0.008
	1.844	0.007
	1.938	0.006
	2.031	0.006
	2.125	0.005
	2.219	0.005
	2.313	0.005
	2.406	0.004
	2.500	0.004
	2.594	0.004
	2.688	0.003
	2.781	0.003
	2.875	0.003
	2.969	0.003
	3.063	0.003
	3.156	0.002
	3.250	0.002
	3.344	0.002
	3.438	0.002
	3.531	0.002
	3.625	0.002
	3.719	0.002
	3.813	0.002
	3.906	0.002
	4.000	0.002

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Elaborazioni effettuate con *"Spettri NTC ver.1.0.2"*

Tr = 106 anni

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



La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Elaborazioni effettuate con *"Spettri NTC ver.1.0.2"*

Tr = 106 anni

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLD

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_g	0.057 g
F_o	2.551
T_C^*	0.243 s
S_S	1.500
C_C	1.675
S_T	1.000
q	2.400

Parametri dipendenti

S	1.500
η	0.417
T_B	0.136 s
T_C	0.407 s
T_D	1.830 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$ (NTC-08 Eq. 3.2.5)

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0{,}55; \ \eta = 1/q$$ (NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5)

$$T_B = T_C / 3$$ (NTC-07 Eq. 3.2.8)

$$T_C = C_C \cdot T_C^*$$ (NTC-07 Eq. 3.2.7)

$$T_D = 4{,}0 \cdot a_g / g + 1{,}6$$ (NTC-07 Eq. 3.2.9)

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

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

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

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

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

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con 1/q, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.086
T_B ←	0.136	0.092
T_C ←	0.407	0.092
	0.474	0.078
	0.542	0.069
	0.610	0.061
	0.678	0.055
	0.745	0.050
	0.813	0.046
	0.881	0.042
	0.949	0.039
	1.017	0.037
	1.084	0.034
	1.152	0.032
	1.220	0.031
	1.288	0.029
	1.355	0.027
	1.423	0.026
	1.491	0.025
	1.559	0.024
	1.626	0.023
	1.694	0.022
	1.762	0.021
T_D ←	1.830	0.020
	1.933	0.018
	2.036	0.016
	2.140	0.015
	2.243	0.014
	2.346	0.012
	2.450	0.011
	2.553	0.010
	2.656	0.010
	2.760	0.009
	2.863	0.008
	2.966	0.008
	3.070	0.007
	3.173	0.007
	3.277	0.006
	3.380	0.006
	3.483	0.006
	3.587	0.005
	3.690	0.005
	3.793	0.005
	3.897	0.004
	4.000	0.004

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dell

Elaborazioni effettuate con *"Spettri NTC ver.1.0.2"*

Tr = 106 anni

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLD

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_{gv}	0.019 g
S_S	1.000
S_T	1.000
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	0.825
S	1.000
η	0.667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$ (NTC-08 Eq. 3.2.5)

$$\eta = 1/q$$ (NTC-08 §. 3.2.3.5)

$$F_v = 1{,}35 \cdot F_o \cdot \left(\frac{a_g}{g}\right)^{0,5}$$ (NTC-08 Eq. 3.2.11)

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

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

$$T_B \le T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

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

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

Punti dello spettro di risposta

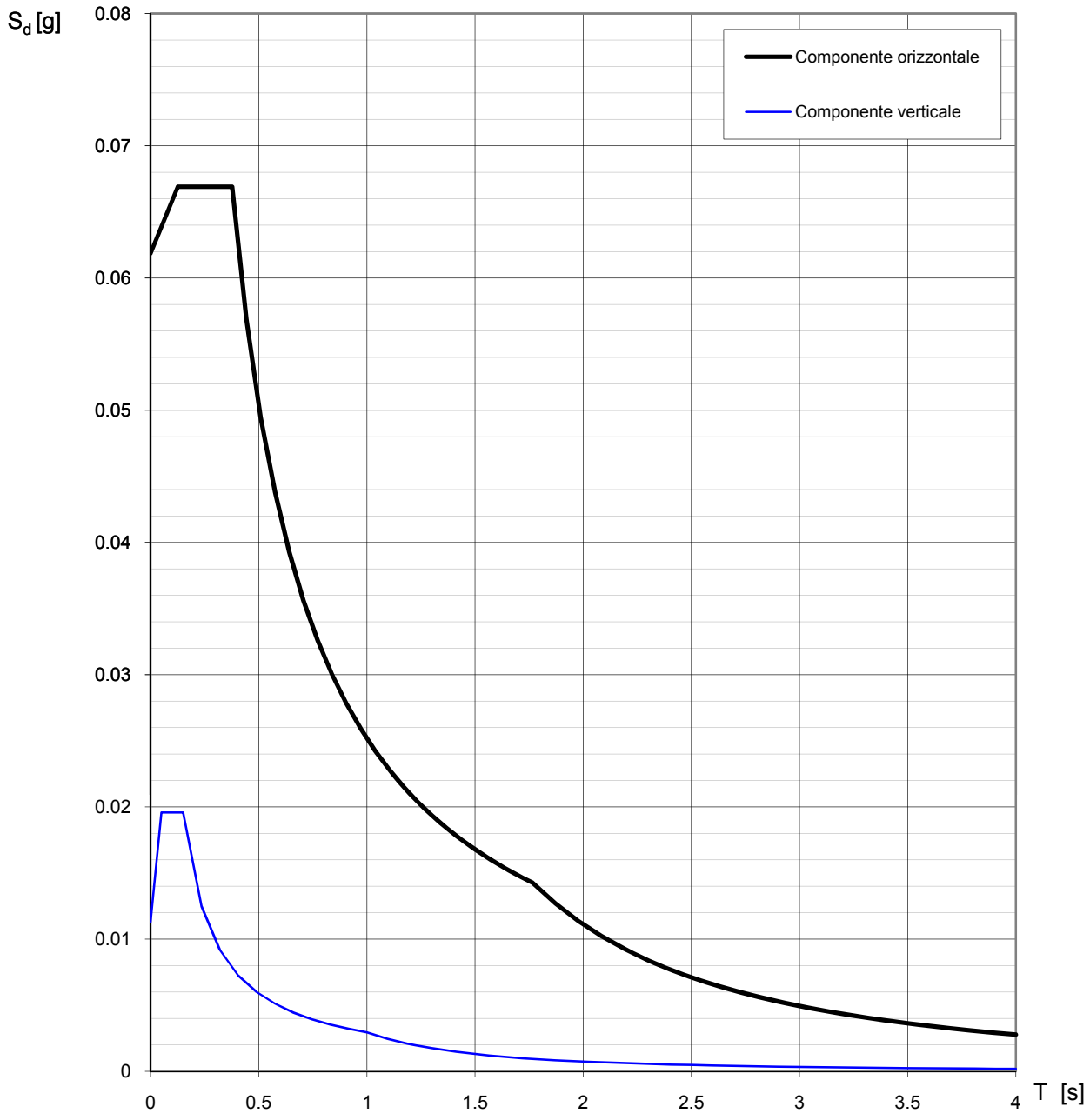
	T [s]	Se [g]
	0.000	0.019
T_B ←	0.050	0.032
T_C ←	0.150	0.032
	0.235	0.020
	0.320	0.015
	0.405	0.012
	0.490	0.010
	0.575	0.008
	0.660	0.007
	0.745	0.006
	0.830	0.006
	0.915	0.005
T_D ←	1.000	0.005
	1.094	0.004
	1.188	0.003
	1.281	0.003
	1.375	0.003
	1.469	0.002
	1.563	0.002
	1.656	0.002
	1.750	0.002
	1.844	0.001
	1.938	0.001
	2.031	0.001
	2.125	0.001
	2.219	0.001
	2.313	0.001
	2.406	0.001
	2.500	0.001
	2.594	0.001
	2.688	0.001
	2.781	0.001
	2.875	0.001
	2.969	0.001
	3.063	0.001
	3.156	0.000
	3.250	0.000
	3.344	0.000
	3.438	0.000
	3.531	0.000
	3.625	0.000
	3.719	0.000
	3.813	0.000
	3.906	0.000
	4.000	0.000

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Elaborazioni effettuate con *"Spettri NTC ver.1.0.2"*

Tr = 63 anni

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



La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Elaborazioni effettuate con *"Spettri NTC ver.1.0.2"*

Tr = 63 anni

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLO

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLO
a_g	0.041 g
F_o	2.595
T_C^*	0.216 s
S_S	1.500
C_C	1.741
S_T	1.000
q	2.400

Parametri dipendenti

S	1.500
η	0.417
T_B	0.125 s
T_C	0.376 s
T_D	1.765 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$S = S_S \cdot S_T$ (NTC-08 Eq. 3.2.5)

$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55;\ \eta = 1/q$ (NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5)

$T_B = T_C / 3$ (NTC-07 Eq. 3.2.8)

$T_C = C_C \cdot T_C^*$ (NTC-07 Eq. 3.2.7)

$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6$ (NTC-07 Eq. 3.2.9)

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

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

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

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

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

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con 1/q, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.062
T_B ←	0.125	0.067
T_C ←	0.376	0.067
	0.442	0.057
	0.508	0.049
	0.575	0.044
	0.641	0.039
	0.707	0.036
	0.773	0.033
	0.839	0.030
	0.905	0.028
	0.971	0.026
	1.038	0.024
	1.104	0.023
	1.170	0.022
	1.236	0.020
	1.302	0.019
	1.368	0.018
	1.434	0.018
	1.500	0.017
	1.567	0.016
	1.633	0.015
	1.699	0.015
T_D ←	1.765	0.014
	1.871	0.013
	1.978	0.011
	2.084	0.010
	2.191	0.009
	2.297	0.008
	2.404	0.008
	2.510	0.007
	2.616	0.006
	2.723	0.006
	2.829	0.006
	2.936	0.005
	3.042	0.005
	3.149	0.004
	3.255	0.004
	3.361	0.004
	3.468	0.004
	3.574	0.003
	3.681	0.003
	3.787	0.003
	3.894	0.003
	4.000	0.003

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dell

Elaborazioni effettuate con *"Spettri NTC ver.1.0.2"*

Tr = 63 anni

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLO

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLO
a_{gv}	0.011 g
S_S	1.000
S_T	1.000
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	0.712
S	1.000
η	0.667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$ (NTC-08 Eq. 3.2.5)

$$\eta = 1/q$$ (NTC-08 §. 3.2.3.5)

$$F_v = 1{,}35 \cdot F_o \cdot \left(\frac{a_g}{g}\right)^{0,5}$$ (NTC-08 Eq. 3.2.11)

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

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

$$T_B \le T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

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

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.011
T_B ←	0.050	0.020
T_C ←	0.150	0.020
	0.235	0.012
	0.320	0.009
	0.405	0.007
	0.490	0.006
	0.575	0.005
	0.660	0.004
	0.745	0.004
	0.830	0.004
	0.915	0.003
T_D ←	1.000	0.003
	1.094	0.002
	1.188	0.002
	1.281	0.002
	1.375	0.002
	1.469	0.001
	1.563	0.001
	1.656	0.001
	1.750	0.001
	1.844	0.001
	1.938	0.001
	2.031	0.001
	2.125	0.001
	2.219	0.001
	2.313	0.001
	2.406	0.001
	2.500	0.000
	2.594	0.000
	2.688	0.000
	2.781	0.000
	2.875	0.000
	2.969	0.000
	3.063	0.000
	3.156	0.000
	3.250	0.000
	3.344	0.000
	3.438	0.000
	3.531	0.000
	3.625	0.000
	3.719	0.000
	3.813	0.000
	3.906	0.000
	4.000	0.000

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

STABILITÀ NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE

[Decr. Min. Infr. Trasp. 14gen2008 - Para. 7.11.3.4]

Opere provvisionali per Ponte ferroviario su T.te Borghetto
km 143+367 della Linea Ge-Ventimiglia nel Comune di Bordighera
Paratia provvisionale di sostegno trave Bologna Lt=21.400m
HEA280 H=9500+4500=14000mm/700mm di cui Hj=5850mm in jet-grouting

EVALUATION OF LIQUEFACTION HAZARDS

```
Acceleration due to gravity ................... g     [m/s²] =    9.810000
Peak Ground Acceleration for Tr= 2047.5 yrs :  PGA   [m/s²] =    2.256300
                             [equivalent to Medium Seismicity Area]
                             Perceived shaking      : Very Strong
                             Potential damage       : Moderate
                             Instrumental Intensity : VII
Moment magnitude of (design) scenario e.quake  Mw       [-] =    6.500000
Magnitude Scaling Factor for sands ........... MSF,sand [-] =    1.300691
```

```
Geological-geotechnical characteristics of soil layer No. 1 :
-------> Ghiaie grossolane - Strato A
Thickness of top soil layer ................... Hlayer  [m]  =  1.880
Mean particle diameter ....................... D50     [mm] =   7.3
Fines Content as per USCS .................... FC      [%]  =   1.4
Moist (total) unit weight .................... γt,k [kN/m3] =  19.62
Effective unit weight of soil ................ γ*,k [kN/m3] =  9.81
Angle of internal friction ................... φ',k    [°]  =  32.5000
Angle of wall friction ....................... δ',k    [°]  =   21.66667
Drained cohesion ............................. C',k [kN/m²] =   0
Weighting factor for K°  (>1) ................ Fw      [-]  =  1.0
Static elastic soil modulus (Young modulus) .. Es,k [kN/m²] =  25690.0
Static shear modulus of the soil ............. Gs,k [kN/m²] =  9514.814
Poisson's ratio for soil ..................... νp,k    [-]  =  0.35
Effective stress at the bottom of the layer  SIG'vo [kN/m²] =   58.4428
Shear wave velocity (S-wave) .................  Vs    [m/s] =   203.3531
Overburden-stress corrected shear wave velocity Vs1   [m/s] =   216.8
Limiting upper value of Vs1 for liquefaction    Vs1max[m/s] =   216.8
Standard Penetration Test Resistance ... Nspt,k  [blows/ft] =   13
Equiv. SPT for 60% hammer efficiency ... N60     [blows/ft] =   10.87396
Corrected SPT blow count ............... N1,60   [blows/ft] =   14.24887
Equivalent Clean Sand SPT blow count ... N1,60cs [blows/ft] =   14.24887
Cyclic Stress Ratio ..........................  CSR     [-] =   0.1934923
Cyclic Resistance Ratio ......................  CRR     [-] =   0.1949883
Cyclic Resistance Ratio for Mw=7.5 ...........  CRR(7.5)[-] =   0.1499114
Factor of Safety .............................  FoS     [-] =   1.007731
__  No risk of liquefaction at the given depth.

Geological-geotechnical characteristics of soil layer No. 2 :
-------> Ghiaie di piccola granulometria - Strato B
Thickness of soil layer ...................... Hlayer  [m]  =  0.600
Mean particle diameter ....................... D50     [mm] =   5.5
Fines Content as per USCS .................... FC      [%]  =   1.4
Moist (total) unit weight .................... γt,k [kN/m3] =  19.62
Effective unit weight of soil ................ γ*,k [kN/m3] =  9.81
Angle of internal friction ................... φ',k    [°]  =  32.5000
Angle of wall friction ....................... δ',k    [°]  =   21.66667
Drained cohesion ............................. C',k [kN/m²] =   0
Weighting factor for K°  (>1) ................ Fw      [-]  =  1.0
Static elastic soil modulus (Young modulus) .. Es,k [kN/m²] =  52700.0
Static shear modulus of the soil ............. Gs,k [kN/m²] =  19518.52
Poisson's ratio for soil ..................... νp,k    [-]  =  0.35
Effective stress at the bottom of the layer  SIG'vo [kN/m²] =   64.3288
Shear wave velocity (S-wave) .................  Vs    [m/s] =   398.8082
Overburden-stress corrected shear wave velocity Vs1   [m/s] =   216.8
Limiting upper value of Vs1 for liquefaction    Vs1max[m/s] =   216.8
Standard Penetration Test Resistance ... Nspt,k  [blows/ft] =   50
Equiv. SPT for 60% hammer efficiency ... N60     [blows/ft] =   45.83334
Corrected SPT blow count ............... N1,60   [blows/ft] =   46
Equivalent Clean Sand SPT blow count ... N1,60cs [blows/ft] =   46
Cyclic Stress Ratio ..........................  CSR     [-] =   0.2008816
Cyclic Resistance Ratio ......................  CRR     [-] =   0.7804143
Cyclic Resistance Ratio for Mw=7.5 ...........  CRR(7.5)[-] =   0.6
Factor of Safety .............................  FoS     [-] =   3.884947
__  No risk of liquefaction at the given depth.
```

Geological-geotechnical characteristics of soil layer No. 3 :
-------> Sabbie di media granulometria - Strato C
Thickness of soil layer ..... Hlayer [m] = 3.400
Mean particle diameter ..... D50 [mm] = 5
Fines Content as per USCS ..... FC [%] = 4
Moist (total) unit weight ..... γt,k [kN/m3] = 18.83
Effective unit weight of soil ..... γ*,k [kN/m3] = 9.02
Angle of internal friction ..... φ',k [°] = 30.0000
Angle of wall friction ..... δ',k [°] = 20
Drained cohesion ..... C',k [kN/m²] = 0
Weighting factor for K° (>1) ..... Fw [-] = 1.0
Static elastic soil modulus (Young modulus) .. Es,k [kN/m²] = 12507.75
Static shear modulus of the soil ..... Gs,k [kN/m²] = 4702.162
Poisson's ratio for soil ..... νp,k [-] = 0.33
Effective stress at the bottom of the layer SIG'vo [kN/m²] = 94.99681
Shear wave velocity (S-wave) ..... Vs [m/s] = 218.4363
Overburden-stress corrected shear wave velocity Vs1 [m/s] = 215.5
Limiting upper value of Vs1 for liquefaction Vs1max[m/s] = 215.5
Standard Penetration Test Resistance ... Nspt,k [blows/ft] = 15
Equiv. SPT for 60% hammer efficiency ... N60 [blows/ft] = 12.54688
Corrected SPT blow count ..... N1,60 [blows/ft] = 12.94334
Equivalent Clean Sand SPT blow count ... N1,60cs [blows/ft] = 12.94335
Cyclic Stress Ratio ..... CSR [-] = 0.2200066
Cyclic Resistance Ratio ..... CRR [-] = 0.1815682
Cyclic Resistance Ratio for Mw=7.5 ..... CRR(7.5)[-] = 0.1395937
Factor of Safety ..... FoS [-] = 0.8252854
==> The soil is susceptible to liquefaction at the given depth.

Geological-geotechnical characteristics of soil layer No. 4 :
-------> Sabbie fini scarsamente limose - Strato D
Thickness of bottom soil layer ..... Hlayer [m] = 3.620000
Mean particle diameter ..... D50 [mm] = 0.088
Fines Content as per USCS ..... FC [%] = 43.8
Moist (total) unit weight ..... γt,k [kN/m3] = 19.13
Effective unit weight of soil ..... γ*,k [kN/m3] = 9.32
Angle of internal friction ..... φ',k [°] = 31.5000
Angle of wall friction ..... δ',k [°] = 21
Drained cohesion ..... C',k [kN/m²] = 0
Weighting factor for K° (>1) ..... Fw [-] = 1.0
Static elastic soil modulus (Young modulus) .. Es,k [kN/m²] = 14715.00
Static shear modulus of the soil ..... Gs,k [kN/m²] = 5573.864
Poisson's ratio for soil ..... νp,k [-] = 0.32
Effective stress at the bottom of the layer SIG'vo [kN/m²] = 128.7352
Shear wave velocity (S-wave) ..... Vs [m/s] = 203.3531
Overburden-stress corrected shear wave velocity Vs1 [m/s] = 191.3845
Limiting upper value of Vs1 for liquefaction Vs1max[m/s] = 195.6
Standard Penetration Test Resistance ... Nspt,k [blows/ft] = 13
Equiv. SPT for 60% hammer efficiency ... N60 [blows/ft] = 10.87396
Corrected SPT blow count ..... N1,60 [blows/ft] = 9.522402
Equivalent Clean Sand SPT blow count ... N1,60cs [blows/ft] = 15.12358
Cyclic Stress Ratio ..... CSR [-] = 0.2167623
Cyclic Resistance Ratio ..... CRR [-] = 0.204419
Cyclic Resistance Ratio for Mw=7.5 ..... CRR(7.5)[-] = 0.1571619
Factor of Safety ..... FoS [-] = 0.9430561
==> The soil is susceptible to liquefaction at the given depth.