

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

MANDANTI:



IL DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE:

Ing. L. LACOPO

Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche



## PROGETTO ESECUTIVO

### ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO

Relazione geotecnica fondazioni su pali

VI20 – VIADOTTO dal km 40+983 al km 41+213: Viadotto Calore Torrecuso

APPALTATORE IL DIRETTORE TECNICO  Ing. M. FERRONI 	SCALA:  -
--	-----------------

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

I F 2 R    3 2    E    Z Z    R B    V I 2 0 0 0    0 0 1    B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE	C. Pinti	23/06/21	G. Coppa	24/06/21	L. Bruzzone	24/06/21	IL PROGETTISTA F. DI IULIO  31/10/21
B	REVISIONE A SEGUITO RDV	C. Pinti	29/10/21	G. Coppa	30/10/21	L. Bruzzone	30/10/21	

File: IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.20.0.0.001.B.doc

n. Elab.:

APPALTATORE:		<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata						
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.								
Relazione geotecnica fondazioni su pali IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.20.0.0.001.B.DOCX		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RB	DOCUMENTO VI.20.0.0.001	REV. B	FOGLIO 2 di 44

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA .....</b>	<b>4</b>
2.1	STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI.....	4
2.2	TABELLE DI PORTANZA.....	4
<b>3</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>11</b>
<b>4</b>	<b>AZIONE SISMICA DI VERIFICA PILA P1.....</b>	<b>12</b>
4.1.1	Spettri di risposta elastici .....	20
<b>5</b>	<b>AZIONE SISMICA DI VERIFICA PILE P2-P5 .....</b>	<b>22</b>
5.1.1	Spettri di risposta elastici .....	30
<b>6</b>	<b>COMBINAZIONI DI CARICO.....</b>	<b>32</b>
<b>7</b>	<b>CRITERI DI VERIFICA .....</b>	<b>34</b>
<b>8</b>	<b>VERIFICHE GEOTECNICHE.....</b>	<b>37</b>
<b>9</b>	<b>INDICE DELLE FIGURE .....</b>	<b>44</b>

APPALTATORE:  Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario:            Mandante: <b>SYSTRA S.A.    SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>						
<b>Relazione geotecnica fondazioni su pali</b> <b>IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.20.0.0.001.B.DOCX</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF2R</b>	<b>LOTTO</b> <b>3.2.E.ZZ</b>	<b>CODIFICA</b> <b>RB</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>VI.20.0.0.001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>3 di 44</b>

## 1    **PREMESSA**

La presente relazione afferisce ai calcoli e alle verifiche geotecniche delle fondazioni delle pile su pali (P1-P2-P5) previste lungo il Viadotto Calore Torrecuso\_VI20, nell'ambito della redazione dei documenti tecnici relativi alla progettazione esecutiva dell'itinerario della linea ferroviaria Napoli-Bari, tratta Cancello - Benevento - II° Lotto Funzionale Frasso Telesino-Vitulano - 3° Lotto funzionale San Lorenzo-Vitulano. Per quanto riguarda le verifiche geotecniche relative alle pile dei viadotti in esame caratterizzate da fondazioni su pozzo e alle spalle, si faccia riferimento agli elaborati dedicati.

Il progetto è stato eseguito coerentemente con quanto previsto dalla normativa vigente, "Norme Tecniche per le Costruzioni"- DM 14.1.2008 e Circolare n .617 "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni".

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione geotecnica fondazioni su pali IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.20.0.0.001.B.DOCX	IF2R	3.2.E.ZZ	RB	VI.20.0.0.001	B	4 di 44

## 2 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

### 2.1 STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI

Per la stratigrafia di riferimento e le caratteristiche geotecniche relative al terreno di fondazione che interessa il viadotto in esame, si faccia riferimento agli elaborati di progetto dedicati.

### 2.2 TABELLE DI PORTANZA

Si riportano nei prospetti di seguito le tabelle di portanza a compressione e trazione relative ai pali delle fondazioni delle pile in esame. Si faccia riferimento agli elaborati di progetto dedicati, per le metodologie e i criteri adottati per la determinazione delle Tabelle.

Qp (m) =	4.0	quota testa palo da piano campagna (+ verso il basso)
Qf (m) =	0.0	quota falda da piano campagna (+ verso il basso)
Dp (m) =	1.5	diametro del palo
Ap (m <sup>2</sup> ) =	1.77	area del palo
gp (kN/m <sup>3</sup> ) =	25.00	peso specifico del palo
gp_c (kN/m <sup>3</sup> ) =	5.00	peso specifico del palo per verifica a compressione (peso specifico del palo - peso specifico medio del terreno)
gp_t (kN/m <sup>3</sup> ) =	15.00	peso specifico del palo per verifica a trazione (peso specifico del palo - peso specifico dell'acqua)
FSL,c =	1.9	fattore di sicurezza per resistenza laterale a compressione
FSL,t	2.1	fattore di sicurezza per resistenza laterale a trazione
FSB	2.2	fattore di sicurezza per capacità portante di base
F (verifica MdP)	1.25	

Depth From Pile Head (m)	Elevation (m)	Skin Friction Capacity (kN)	End Bearing Capacity (kN)	Ultimate Capacity (kN)	COMPRESSIONE				
					Ql/FS (kN)	Ql/F(kN)	Qb/FS (kN)	Wp (kN)	Qd,c (kN)
0.0	-4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.5	-4.5	43.1	1973.2	2016.3	22.7	31.0	885.8	4.4	904.1
1.0	-5.0	91.3	2192.4	2283.7	48.1	66.0	984.2	8.8	1023.5
1.5	-5.5	144.5	2411.7	2556.2	76.2	105.0	1082.7	13.3	1145.6
2.0	-6.0	202.9	2630.9	2833.8	106.9	148.2	1181.1	17.7	1270.3
2.5	-6.5	266.3	2850.1	3116.4	140.3	195.3	1279.5	22.1	1397.8
3.0	-7.0	334.7	3069.4	3404.1	176.4	246.6	1377.9	26.5	1527.8
3.5	-7.5	408.3	3288.6	3696.9	215.2	301.9	1476.4	30.9	1660.6
4.0	-8.0	486.9	3507.9	3994.7	256.6	361.2	1574.8	35.3	1796.0
4.5	-8.5	570.6	3727.1	4297.7	300.7	424.6	1673.2	39.8	1934.1

APPALTATORE:		<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
PROGETTAZIONE:		Mandatario:      Mandante:							
SYSTRA S.A.		SWS Engineering S.p.A.							
Relazione geotecnica fondazioni su pali IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.20.0.0.001.B.DOCX				COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RB	DOCUMENTO VI.20.0.0.001	REV. B	FOGLIO 5 di 44

5.0	-9.0	659.3	3946.3	4605.6	347.5	492.1	1771.6	44.2	2074.9
5.5	-9.5	753.1	4165.6	4918.7	396.9	563.6	1870.1	48.6	2218.4
6.0	-10.0	852.0	4384.8	5236.8	449.0	639.2	1968.5	53.0	2364.5
6.5	-10.5	956.0	4604.1	5560.1	503.8	718.9	2066.9	57.4	2513.3
7.0	-11.0	1065.0	4823.3	5888.3	561.3	802.5	2165.3	61.9	2664.8
7.5	-11.5	1179.1	5042.5	6221.7	621.4	890.3	2263.8	66.3	2818.9
8.0	-12.0	1298.3	5261.8	6560.1	684.2	982.1	2362.2	70.7	2975.7
8.5	-12.5	1422.6	5481.0	6903.6	749.7	1078.0	2460.6	75.1	3135.2
9.0	-13.0	1552.2	5724.1	7276.3	818.0	1178.1	2569.8	79.5	3308.2
9.5	-13.5	1687.4	5967.2	7654.6	889.3	1282.8	2678.9	83.9	3484.2
10.0	-14.0	1828.3	6210.3	8038.6	963.5	1391.9	2788.0	88.4	3663.2
10.5	-14.5	1974.7	6453.4	8428.1	1040.7	1505.6	2897.2	92.8	3845.1
11.0	-15.0	2126.8	6696.5	8823.3	1120.9	1623.7	3006.3	97.2	4030.0
11.5	-15.5	2284.5	6939.6	9224.2	1204.0	1746.3	3115.4	101.6	4217.8
12.0	-16.0	2447.9	7182.7	9630.6	1290.1	1873.5	3224.6	106.0	4408.6
12.5	-16.5	2616.9	7425.8	10042.7	1379.1	2005.1	3333.7	110.4	4602.4
13.0	-17.0	2791.4	7668.9	10460.3	1471.1	2141.3	3442.8	114.9	4799.1
13.5	-17.5	2971.7	7912.0	10883.7	1566.1	2281.9	3552.0	119.3	4998.8
14.0	-18.0	3157.5	8155.1	11312.6	1664.0	2427.0	3661.1	123.7	5201.4
14.5	-18.5	3349.0	8398.2	11747.1	1764.9	2576.7	3770.2	128.1	5407.0
15.0	-19.0	3546.0	8641.3	12187.3	1868.8	2730.8	3879.4	132.5	5615.6
15.5	-19.5	3728.2	6252.0	9980.2	1964.8	2873.0	2806.7	137.0	4634.6
16.0	-20.0	3915.5	6423.0	10338.5	2063.5	3019.3	2883.5	141.4	4805.6
16.5	-20.5	4107.7	6594.1	10701.9	2164.8	3169.6	2960.3	145.8	4979.3
17.0	-21.0	4305.1	6765.2	11070.3	2268.8	3323.9	3037.1	150.2	5155.7
17.5	-21.5	4507.5	6936.3	11443.7	2375.5	3482.3	3113.9	154.6	5334.8
18.0	-22.0	4714.9	7107.3	11822.3	2484.8	3644.7	3190.7	159.0	5516.5
18.5	-22.5	4927.4	7278.4	12205.8	2596.8	3811.2	3267.5	163.5	5700.9
19.0	-23.0	5145.0	7449.5	12594.5	2711.5	3981.7	3344.3	167.9	5887.9
19.5	-23.5	5367.6	7598.7	12966.3	2828.8	4156.3	3411.3	172.3	6067.8
20.0	-24.0	5595.3	7598.7	13194.0	2948.8	4334.9	3411.3	176.7	6183.4
20.5	-24.5	5828.0	7598.7	13426.7	3071.4	4517.5	3411.3	181.1	6301.6
21.0	-25.0	6092.6	10249.4	16342.0	3210.8	4725.6	4601.3	185.6	7626.6
21.5	-25.5	6362.8	10249.4	16612.2	3353.2	4938.2	4601.3	190.0	7764.6
22.0	-26.0	6638.6	10249.4	16888.0	3498.6	5155.4	4601.3	194.4	7905.5
22.5	-26.5	6920.0	10249.4	17169.5	3646.9	5377.0	4601.3	198.8	8049.4
23.0	-27.0	7207.1	10249.4	17456.5	3798.2	5603.1	4601.3	203.2	8196.3
23.5	-27.5	7499.8	10249.4	17749.2	3952.4	5833.7	4601.3	207.6	8346.1
24.0	-28.0	7798.1	10249.4	18047.5	4109.6	6068.8	4601.3	212.1	8498.9

APPALTATORE:		<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
PROGETTAZIONE:		Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.							
Relazione geotecnica fondazioni su pali IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.20.0.0.001.B.DOCX				COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RB	DOCUMENTO VI.20.0.0.001	REV. B	FOGLIO 6 di 44

24.5	-28.5	8102.0	10249.4	18351.4	4269.8	6308.4	4601.3	216.5	8654.7
25.0	-29.0	8411.5	10249.4	18661.0	4433.0	6552.5	4601.3	220.9	8813.4
25.5	-29.5	8726.7	10249.4	18976.2	4599.1	6801.1	4601.3	225.3	8975.1
26.0	-30.0	9047.5	10249.4	19297.0	4768.1	7054.2	4601.3	229.7	9139.7
26.5	-30.5	9373.9	10249.4	19623.4	4940.2	7311.8	4601.3	234.1	9307.3
27.0	-31.0	9706.0	10249.4	19955.4	5115.1	7573.9	4601.3	238.6	9477.9
27.5	-31.5	10043.7	10249.4	20293.1	5293.1	7840.5	4601.3	243.0	9651.4
28.0	-32.0	10387.0	10249.4	20636.4	5474.0	8111.6	4601.3	247.4	9827.9
28.5	-32.5	10735.9	10249.4	20985.3	5657.9	8387.2	4601.3	251.8	10007.4
29.0	-33.0	11088.3	10249.4	21337.7	5843.6	8665.6	4601.3	256.2	10188.7
29.5	-33.5	11441.7	10249.4	21691.1	6029.9	8944.8	4601.3	260.7	10370.5
30.0	-34.0	11795.1	10249.4	22044.6	6216.1	9224.0	4601.3	265.1	10552.4
30.5	-34.5	12148.6	10249.4	22398.0	6402.4	9503.3	4601.3	269.5	10734.2
31.0	-35.0	12502.0	10249.4	22751.4	6588.7	9782.5	4601.3	273.9	10916.1
31.5	-35.5	12855.4	10249.4	23104.9	6774.9	10061.7	4601.3	278.3	11097.9
32.0	-36.0	13208.8	10249.4	23458.3	6961.2	10340.9	4601.3	282.7	11279.8
32.5	-36.5	13562.3	10249.4	23811.7	7147.4	10620.1	4601.3	287.2	11461.6
33.0	-37.0	13915.7	10249.4	24165.1	7333.7	10899.3	4601.3	291.6	11643.4
33.5	-37.5	14269.1	10249.4	24518.6	7520.0	11178.5	4601.3	296.0	11825.3
34.0	-38.0	14622.6	10249.4	24872.0	7706.2	11457.7	4601.3	300.4	12007.1
34.5	-38.5	14976.0	10249.4	25225.4	7892.5	11736.9	4601.3	304.8	12189.0
35.0	-39.0	15329.4	10249.4	25578.9	8078.7	12016.1	4601.3	309.3	12370.8
35.5	-39.5	15682.8	10249.4	25932.3	8265.0	12295.3	4601.3	313.7	12552.7
36.0	-40.0	16036.3	10249.4	26285.7	8451.3	12574.5	4601.3	318.1	12734.5
36.5	-40.5	16389.7	10249.4	26639.2	8637.5	12853.8	4601.3	322.5	12916.3
37.0	-41.0	16743.1	10249.4	26992.6	8823.8	13133.0	4601.3	326.9	13098.2
37.5	-41.5	17096.6	10249.4	27346.0	9010.0	13412.2	4601.3	331.3	13280.0
38.0	-42.0	17450.0	10249.4	27699.4	9196.3	13691.4	4601.3	335.8	13461.9
38.5	-42.5	17803.4	10249.4	28052.9	9382.6	13970.6	4601.3	340.2	13643.7
39.0	-43.0	18156.8	10249.4	28406.3	9568.8	14249.8	4601.3	344.6	13825.6
39.5	-43.5	18510.3	10249.4	28759.7	9755.1	14529.0	4601.3	349.0	14007.4
40.0	-44.0	18863.7	10249.4	29113.2	9941.3	14808.2	4601.3	353.4	14189.2
40.5	-44.5	19217.1	10249.4	29466.6	10127.6	15087.4	4601.3	357.8	14371.1
41.0	-45.0	19570.6	10249.4	29820.0	10313.9	15366.6	4601.3	362.3	14552.9
41.5	-45.5	19924.0	10249.4	30173.4	10500.1	15645.9	4601.3	366.7	14734.8
42.0	-46.0	20277.4	10249.4	30526.9	10686.4	15925.1	4601.3	371.1	14916.6
42.5	-46.5	20630.9	10249.4	30880.3	10872.7	16204.3	4601.3	375.5	15098.5
43.0	-47.0	20984.3	10249.4	31233.7	11058.9	16483.5	4601.3	379.9	15280.3
43.5	-47.5	21337.7	10249.4	31587.2	11245.2	16762.7	4601.3	384.4	15462.1

APPALTATORE:		<b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
PROGETTAZIONE:		Mandatario: Mandante:							
SYSTRA S.A.		SWS Engineering S.p.A.		SYSTRA-SOTECNI S.p.A.					
Relazione geotecnica fondazioni su pali IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.20.0.0.001.B.DOCX				COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RB	DOCUMENTO VI.20.0.0.001	REV. B	FOGLIO 7 di 44

44.0	-48.0	21691.1	10249.4	31940.6	11431.4	17041.9	4601.3	388.8	15644.0
44.5	-48.5	22044.6	10249.4	32294.0	11617.7	17321.1	4601.3	393.2	15825.8
45.0	-49.0	22398.0	10249.4	32647.4	11804.0	17600.3	4601.3	397.6	16007.7
45.5	-49.5	22751.4	10249.4	33000.9	11990.2	17879.5	4601.3	402.0	16189.5
46.0	-50.0	23104.9	10249.4	33354.3	12176.5	18158.7	4601.3	406.4	16371.4
46.5	-50.5	23458.3	10249.4	33707.7	12362.7	18437.9	4601.3	410.9	16553.2
47.0	-51.0	23811.7	10249.4	34061.2	12549.0	18717.1	4601.3	415.3	16735.0
47.5	-51.5	24165.1	10249.4	34414.6	12735.3	18996.4	4601.3	419.7	16916.9
48.0	-52.0	24518.6	10249.4	34768.0	12921.5	19275.6	4601.3	424.1	17098.7
48.5	-52.5	24872.0	10249.4	35121.4	13107.8	19554.8	4601.3	428.5	17280.6
49.0	-53.0	25225.4	10249.4	35474.9	13294.0	19834.0	4601.3	433.0	17462.4
49.5	-53.5	25578.9	10249.4	35828.3	13480.3	20113.2	4601.3	437.4	17644.2
50.0	-54.0	25932.3	10249.4	36181.7	13666.6	20392.4	4601.3	441.8	17826.1

- Qp (m) = 4.0 quota testa palo da piano campagna (+ verso il basso)
- Qf (m) = 0.0 quota falda da piano campagna (+ verso il basso)
- Dp (m) = 1.5 diametro del palo
- Ap (m<sup>2</sup>) = 1.77 area del palo
- gp (kN/m<sup>3</sup>) = 25.00 peso specifico del palo
- gp\_c (kN/m<sup>3</sup>) = 5.00 peso specifico del palo per verifica a compressione (peso specifico del palo - peso specifico medio del terreno)
- gp\_t (kN/m<sup>3</sup>) = 15.00 peso specifico del palo per verifica a trazione (peso specifico del palo - peso specifico dell'acqua)
- FSL,c = 1.9 fattore di sicurezza per resistenza laterale a compressione
- FSL,t = 2.1 fattore di sicurezza per resistenza laterale a trazione
- FSB = 2.2 fattore di sicurezza per capacità portante di base

Depth From Pile Head (m)	Elevation (m)	Skin Friction Capacity (kN)	End Bearing Capacity (kN)	Ultimate Capacity (kN)	TRAZIONE			
					QI/FS (kN)	QI/F(kN)	Wp (kN)	Qd,t (kN)
0.00	-4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	-4.50	35.92	1973.17	2009.09	17.42	39.34	13.25	30.67
1.00	-5.00	76.07	2192.41	2268.48	36.88	82.06	26.51	63.39
1.50	-5.50	120.45	2411.65	2532.10	58.40	128.17	39.76	98.16
2.00	-6.00	169.05	2630.89	2799.94	81.97	177.65	53.01	134.98
2.50	-6.50	221.88	2850.13	3072.01	107.58	230.52	66.27	173.85
3.00	-7.00	278.94	3069.37	3348.31	135.24	286.77	79.52	214.76
3.50	-7.50	340.22	3288.61	3628.83	164.95	346.40	92.78	257.73
4.00	-8.00	405.73	3507.86	3913.58	196.72	409.41	106.03	302.75
4.50	-8.50	475.46	3727.10	4202.56	230.53	475.80	119.28	349.81
5.00	-9.00	549.42	3946.34	4495.76	266.39	545.57	132.54	398.92

APPALTATORE:		<b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
PROGETTAZIONE:		Mandatario: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.							
Relazione geotecnica fondazioni su pali IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.20.0.0.001.B.DOCX				COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RB	DOCUMENTO VI.20.0.0.001	REV. B	FOGLIO 8 di 44

5.50	-9.50	627.61	4165.58	4793.19	304.30	618.72	145.79	<b>450.09</b>
6.00	-10.00	710.02	4384.82	5094.84	344.25	695.25	159.04	<b>503.30</b>
6.50	-10.50	796.66	4604.06	5400.72	386.26	775.17	172.30	<b>558.56</b>
7.00	-11.00	887.53	4823.30	5710.83	430.32	858.46	185.55	<b>615.87</b>
7.50	-11.50	982.62	5042.54	6025.16	476.42	945.14	198.80	<b>675.23</b>
8.00	-12.00	1081.94	5261.78	6343.72	524.58	1035.20	212.06	<b>736.63</b>
8.50	-12.50	1185.49	5481.02	6666.51	574.78	1128.64	225.31	<b>800.09</b>
9.00	-13.00	1293.49	5724.12	7017.61	627.15	1225.64	238.56	<b>865.71</b>
9.50	-13.50	1406.17	5967.22	7373.39	681.78	1326.39	251.82	<b>933.60</b>
10.00	-14.00	1523.55	6210.32	7733.86	738.69	1430.90	265.07	<b>1003.76</b>
10.50	-14.50	1645.61	6453.41	8099.02	797.87	1539.15	278.33	<b>1076.20</b>
11.00	-15.00	1772.35	6696.51	8468.87	859.32	1651.15	291.58	<b>1150.90</b>
11.50	-15.50	1903.79	6939.61	8843.39	923.05	1766.90	304.83	<b>1227.88</b>
12.00	-16.00	2039.90	7182.71	9222.61	989.04	1886.39	318.09	<b>1307.13</b>
12.50	-16.50	2180.71	7425.80	9606.51	1057.31	2009.64	331.34	<b>1388.65</b>
13.00	-17.00	2326.20	7668.90	9995.10	1127.85	2136.64	344.59	<b>1472.45</b>
13.50	-17.50	2476.38	7912.00	10388.38	1200.67	2267.38	357.85	<b>1558.52</b>
14.00	-18.00	2631.24	8155.10	10786.34	1275.75	2401.87	371.10	<b>1646.85</b>
14.50	-18.50	2790.79	8398.19	11188.99	1353.11	2540.12	384.35	<b>1737.47</b>
15.00	-19.00	2955.03	8641.29	11596.32	1432.74	2682.11	397.61	<b>1830.35</b>
15.50	-19.50	3106.20	8884.48	12004.66	1516.98	2830.90	410.86	<b>1926.21</b>
16.00	-20.00	3261.57	9138.05	12478.69	1606.61	2985.25	424.12	<b>2025.48</b>
16.50	-20.50	3421.13	9397.18	12989.40	1701.24	3145.25	437.37	<b>2096.10</b>
17.00	-21.00	3584.88	9661.87	13526.80	1791.12	3310.00	450.62	<b>2188.75</b>
17.50	-21.50	3752.83	9932.10	14091.91	1885.55	3480.55	463.88	<b>2283.43</b>
18.00	-22.00	3924.97	10207.97	14714.72	1985.02	3656.77	477.13	<b>2380.15</b>
18.50	-22.50	4101.31	10385.28	15395.24	2089.51	3838.68	490.38	<b>2478.90</b>
19.00	-23.00	4281.84	10613.12	16133.47	2199.04	4027.18	503.64	<b>2579.68</b>
19.50	-23.50	4466.56	10891.49	16929.42	2313.60	4221.27	516.89	<b>2682.49</b>
20.00	-24.00	4655.47	11220.50	17783.00	2433.12	4420.95	530.14	<b>2787.34</b>
20.50	-24.50	4848.59	11601.17	18694.21	2557.63	4626.22	543.40	<b>2894.23</b>
21.00	-25.00	5069.06	12033.50	19673.04	2687.22	4837.07	556.65	<b>3014.38</b>
21.50	-25.50	5294.21	12518.51	20720.29	2821.89	5053.50	569.90	<b>3136.80</b>
22.00	-26.00	5524.06	13056.20	21846.96	2961.63	5275.51	583.16	<b>3261.49</b>
22.50	-26.50	5758.59	13647.69	23053.25	3106.54	5503.00	596.41	<b>3388.45</b>
23.00	-27.00	5997.80	14293.98	24340.16	3256.72	5736.07	609.67	<b>3517.69</b>
23.50	-27.50	6241.70	14996.07	25708.69	3412.28	5974.72	622.92	<b>3649.20</b>
24.00	-28.00	6490.29	15754.96	27159.84	3573.31	6218.95	636.17	<b>3782.98</b>
24.50	-28.50	6743.56	16569.65	28694.61	3739.81	6468.76	649.43	<b>3919.03</b>



APPALTATORE:		<b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
PROGETTAZIONE:		Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.							
Relazione geotecnica fondazioni su pali IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.20.0.0.001.B.DOCX				COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RB	DOCUMENTO VI.20.0.0.001	REV. B	FOGLIO 9 di 44

25.00	-29.00	7001.53	10249.45	17250.97	3394.68	6131.36	662.68	<b>4057.36</b>
25.50	-29.50	7264.17	10249.45	17513.62	3522.02	6352.08	675.93	<b>4197.96</b>
26.00	-30.00	7531.50	10249.45	17780.95	3651.64	6576.55	689.19	<b>4340.83</b>
26.50	-30.50	7803.52	10249.45	18052.97	3783.53	6804.77	702.44	<b>4485.97</b>
27.00	-31.00	8080.23	10249.45	18329.68	3917.69	7036.74	715.69	<b>4633.38</b>
27.50	-31.50	8361.62	10249.45	18611.07	4054.12	7272.46	728.95	<b>4783.07</b>
28.00	-32.00	8647.70	10249.45	18897.15	4192.82	7511.92	742.20	<b>4935.03</b>
28.50	-32.50	8938.46	10249.45	19187.91	4333.80	7755.14	755.45	<b>5089.26</b>
29.00	-33.00	9233.92	10249.45	19483.36	4477.05	8002.10	768.71	<b>5245.76</b>
29.50	-33.50	9534.05	10249.45	19783.50	4622.57	8252.81	781.96	<b>5404.53</b>
30.00	-34.00	9838.87	10249.45	20088.32	4770.36	8507.27	795.22	<b>5565.58</b>
30.50	-34.50	10148.38	10249.45	20397.83	4920.43	8765.48	808.47	<b>5728.90</b>
31.00	-35.00	10462.57	10249.45	20712.02	5072.76	9027.44	821.72	<b>5894.49</b>
31.50	-35.50	10781.46	10249.45	21030.91	5227.37	9293.15	834.98	<b>6062.35</b>
32.00	-36.00	11105.02	10249.45	21354.47	5384.25	9562.60	848.23	<b>6232.48</b>
32.50	-36.50	11433.28	10249.45	21682.73	5543.41	9835.81	861.48	<b>6404.89</b>
33.00	-37.00	11766.22	10249.45	22015.66	5704.83	10112.76	874.74	<b>6579.57</b>
33.50	-37.50	12103.85	10249.45	22353.29	5868.53	10393.47	887.99	<b>6756.52</b>
34.00	-38.00	12446.15	10249.45	22695.60	6034.50	10677.92	901.24	<b>6935.74</b>
34.50	-38.50	12793.16	10249.45	23042.60	6202.74	10966.13	914.50	<b>7117.24</b>
35.00	-39.00	13144.54	10249.45	23393.98	6373.11	11257.83	927.75	<b>7300.86</b>
35.50	-39.50	13497.97	10249.45	23747.42	6544.47	11551.18	941.01	<b>7485.48</b>
36.00	-40.00	13851.40	10249.45	24100.84	6715.83	11844.52	954.26	<b>7670.09</b>
36.50	-40.50	14204.83	10249.45	24454.28	6887.19	12137.88	967.51	<b>7854.70</b>
37.00	-41.00	14558.26	10249.45	24807.70	7058.55	12431.22	980.77	<b>8039.31</b>
37.50	-41.50	14911.69	10249.45	25161.14	7229.91	12724.57	994.02	<b>8223.93</b>
38.00	-42.00	15265.11	10249.45	25514.56	7401.27	13017.91	1007.27	<b>8408.54</b>
38.50	-42.50	15618.55	10249.45	25867.99	7572.63	13311.26	1020.53	<b>8593.16</b>
39.00	-43.00	15971.97	10249.45	26221.42	7743.99	13604.60	1033.78	<b>8777.77</b>
39.50	-43.50	16325.41	10249.45	26574.85	7915.35	13897.95	1047.03	<b>8962.38</b>
40.00	-44.00	16678.83	10249.45	26928.28	8086.71	14191.30	1060.29	<b>9146.99</b>
40.50	-44.50	17032.26	10249.45	27281.71	8258.07	14484.64	1073.54	<b>9331.61</b>
41.00	-45.00	17385.69	10249.45	27635.14	8429.43	14777.99	1086.79	<b>9516.22</b>
41.50	-45.50	17739.12	10249.45	27988.57	8600.79	15071.34	1100.05	<b>9700.83</b>
42.00	-46.00	18092.55	10249.45	28341.99	8772.14	15364.68	1113.30	<b>9885.45</b>
42.50	-46.50	18445.98	10249.45	28695.43	8943.51	15658.03	1126.56	<b>10070.06</b>
43.00	-47.00	18799.41	10249.45	29048.85	9114.86	15951.37	1139.81	<b>10254.67</b>
43.50	-47.50	19152.84	10249.45	29402.28	9286.22	16244.72	1153.06	<b>10439.29</b>
44.00	-48.00	19506.27	10249.45	29755.71	9457.58	16538.07	1166.32	<b>10623.90</b>

APPALTATORE:		<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
PROGETTAZIONE:		Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.							
Relazione geotecnica fondazioni su pali IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.20.0.0.001.B.DOCX				COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RB	DOCUMENTO VI.20.0.0.001	REV. B	FOGLIO 10 di 44

44.50	-48.50	19859.70	10249.45	30109.14	9628.94	16831.41	1179.57	<b>10808.51</b>
45.00	-49.00	20213.12	10249.45	30462.57	9800.30	17124.76	1192.82	<b>10993.13</b>
45.50	-49.50	20566.55	10249.45	30816.00	9971.66	17418.11	1206.08	<b>11177.74</b>
46.00	-50.00	20919.98	10249.45	31169.43	10143.02	17711.45	1219.33	<b>11362.35</b>
46.50	-50.50	21273.41	10249.45	31522.86	10314.38	18004.80	1232.58	<b>11546.97</b>
47.00	-51.00	21626.84	10249.45	31876.29	10485.74	18298.14	1245.84	<b>11731.58</b>
47.50	-51.50	21980.27	10249.45	32229.72	10657.10	18591.49	1259.09	<b>11916.19</b>
48.00	-52.00	22333.70	10249.45	32583.15	10828.46	18884.84	1272.35	<b>12100.81</b>
48.50	-52.50	22687.13	10249.45	32936.57	10999.82	19178.18	1285.60	<b>12285.42</b>
49.00	-53.00	23040.56	10249.45	33290.00	11171.18	19471.53	1298.85	<b>12470.03</b>
49.50	-53.50	23393.99	10249.45	33643.43	11342.54	19764.87	1312.11	<b>12654.65</b>
50.00	-54.00	23747.42	10249.45	33996.86	11513.90	20058.22	1325.36	<b>12839.26</b>

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione geotecnica fondazioni su pali IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.20.0.0.001.B.DOCX		IF2R	3.2.E.ZZ	RB	VI.20.0.0.001	B	11 di 44

### 3 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

L'analisi dell'opera e le verifiche geotecniche sono state condotte in accordo con le vigenti disposizioni legislative e in particolare con le seguenti norme e circolari:

- Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008: "Norme Tecniche per le Costruzioni".
- Circolare M.LL.PP. n. 617 del 2 febbraio 2009: Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al Decreto Ministeriale del 14/01/2008".

Si è tenuto inoltre conto dei seguenti documenti:

- UNI EN 1990 – Aprile 2006: Eurocodice: Criteri generali di progettazione strutturale.
- UNI EN 1991-1-1 – Agosto 2004: Eurocodice 1 – Parte 1-1: Azioni in generale – Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi variabili.
- UNI EN 1991-1-4 – Luglio 2005: Eurocodice 1. Azioni sulle strutture. Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento.
- UNI EN 1992-1-1 – Novembre 2005: Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI EN 1992-2 – Gennaio 2006: Eurocodice 2. Progettazione delle strutture di calcestruzzo. Parte 2: Ponti di calcestruzzo – Progettazione e dettagli costruttivi.
- UNI-EN 1997-1 – Febbraio 2005: Eurocodice 7. Progettazione geotecnica. Parte 1: Regole generali.
- UNI-EN 1998-1 – Marzo 2005: Eurocodice 8: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica. Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici.
- UNI-EN 1998-5 – Gennaio 2005: Eurocodice 8: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica. Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.
- Legge 5-1-1971 n° 1086: "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica".
- Legge. 2 febbraio 1974, n. 64.: "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".
- UNI EN 206-1-2016: Calcestruzzo. "Specificazione, prestazione, produzione e conformità".
- RFI DTC SI MA IFS 001 A – Dicembre 2016: Manuale di progettazione delle opere civili.

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione geotecnica fondazioni su pali IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.20.0.0.001.B.DOCX		IF2R	3.2.E.ZZ	RB	VI.20.0.0.001	B	12 di 44

#### 4 AZIONE SISMICA DI VERIFICA PILA P1

Nel presente paragrafo si riportano la descrizione e la valutazione dell'azione sismica secondo le specifiche del DM 14.1.2008.

L'azione sismica è descritta mediante spettri di risposta elastici e di progetto. In particolare nel DM 14.1.2008, vengono presentati gli spettri di risposta in termini di accelerazioni orizzontali e verticali.

L'espressione analitica dello spettro di risposta elastico in termini di accelerazione orizzontale è la seguente:

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

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

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

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

In cui:

$$S = S_s \cdot S_T;$$

$S_s$ : coefficiente di amplificazione stratigrafico;

$S_T$ : coefficiente di amplificazione topografica;

$\eta$ : fattore che tiene conto di un coefficiente di smorzamento viscoso equivalente  $\xi$ , espresso in punti percentuali diverso da 5 ( $\eta=1$  per  $\xi=5$ ):

$$\eta = \sqrt{\frac{10}{5 + \xi}} \geq 0,55$$

$F_0$ : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

$a_g$ : accelerazione massima al suolo;

T: periodo di vibrazione dell'oscillatore semplice;

$T_B, T_C, T_D$ : periodi che separano i diversi rami dello spettro, e che sono pari a:

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione geotecnica fondazioni su pali IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.20.0.0.001.B.DOCX		IF2R	3.2.E.ZZ	RB	VI.20.0.0.001	B	13 di 44

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

$$T_B = \frac{T_C}{3}$$

$$T_D = 4.0 + \frac{a_g}{g} + 1.6$$

In cui :

$C_C$ : coefficiente che tiene conto della categoria del terreno;

$T^*_C$ : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

L'espressione analitica dello spettro di risposta elastico in termini di accelerazione verticale è la seguente:

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

$$T_B \leq T \leq T_C \longrightarrow S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T \leq T_D \longrightarrow S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \longrightarrow S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C \cdot T_D}{T} \right)$$

nelle quali:

$S = S_S \times S_T$ : con  $S_S$  pari sempre a 1 per lo spettro verticale;

$\eta$ : fattore che tiene conto di un coefficiente di smorzamento viscoso equivalente  $\xi$ , espresso in punti percentuali diverso da 5 ( $\eta=1$  per  $\xi=5$ ):

$$\eta = \sqrt{\frac{10}{5 + \xi}} \geq 0,55$$

T: periodo di vibrazione dell'oscillatore semplice;

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione geotecnica fondazioni su pali IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.20.0.0.001.B.DOCX	IF2R	3.2.E.ZZ	RB	VI.20.0.0.001	B	14 di 44

$T_B, T_C, T_D$ : periodi che separano i diversi rami dello spettro, e che sono pari a:

$$T_C = 0.05 \quad T_B = 0.15 \quad T_D = 1.0$$

$F_V$ : fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima mediante la relazione:

$$F_V = 1.35 \cdot F_0 \cdot \left( \frac{a_g}{g} \right)^{0.5}$$

Di seguito si riporta il calcolo dei parametri per la valutazione degli spettri in accelerazione orizzontale e verticale, effettuata mediante l'utilizzo del software "Spettri NTC ver. 1.0.3" reperibile presso il sito del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

### Vita Nominale

La vita nominale di un'opera strutturale ( $V_N$ ), è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purchè soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale delle infrastrutture ferroviarie può, di norma, assumersi come indicato nella seguente tabella.

TIPI DI COSTRUZIONE	Vita Nominale (VN)
Opere nuove su infrastrutture ferroviarie progettate con le norme vigenti prima del DM14/1/2008 a velocità convenzionale $V < 250$ Km/h	50
Altre opere nuove a velocità $V < 250$ Km/h	75
Altre opere nuove a velocità $V > 250$ Km/h	100
Opere di grandi dimensioni: ponti e viadotti con campate di luce maggiore di 150 m	$\geq 100$

Per l'opera in oggetto si considera una vita nominale  $V_N = 100$  anni.

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione geotecnica fondazioni su pali IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.20.0.0.001.B.DOCX	IF2R	3.2.E.ZZ	RB	VI.20.0.0.001	B	15 di 44

## Classi D'uso

Il Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008 prevede quattro categorie di classi d'uso riportate nel seguito:

**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 III o in Classe 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 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 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 di strade", e di tipo quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti o 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.

Per l'opera in oggetto si considera una **Classe d'uso IV**.

## Periodo di Riferimento dell'Azione Sismica

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R$  che si ricava per ciascun tipo di costruzione, moltiplicando la vita nominale  $V_N$  per il coefficiente d'uso  $C_U$ :

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

Il valore del coefficiente d'uso  $C_U$  è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato nella tabella seguente:

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE $C_U$	0.7	1	1.5	2

Pertanto per l'opera in oggetto il periodo di riferimento è pari a  $100 \times 2,0 = 200$  anni.

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.							
Relazione geotecnica fondazioni su pali IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.20.0.0.001.B.DOCX		COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RB	DOCUMENTO VI.20.0.0.001	REV. B	FOGLIO 16 di 44

### Stati limite 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.

La probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportati nella tabella successiva.

Stati Limite		$P_{VR}$ : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento $V_R$
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

### Accelerazione ( $a_g$ ), fattore ( $F_0$ ) e periodo ( $T^*_c$ )

Ai fini del D.M. 14-01-2008 le forme spettrali, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ , sono definite a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

$a_g$ : accelerazione orizzontale massima sul sito;

$F_0$ : 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.

I parametri prima elencati dipendono dalle coordinate geografiche, espresse in termini di latitudine e longitudine, del sito interessato dall'opera, dal periodo di riferimento ( $V_R$ ), e quindi dalla vita nominale ( $V_N$ ) e dalla classe d'uso ( $C_u$ ) e dallo stato limite considerato. Si riporta nel seguito la valutazione di detti parametri per i vari stati limite.

Comune di Torrecuso – Provincia di Benevento

Latitudine: 41.1858200°

Longitudine: 14.6812600°



APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione geotecnica fondazioni su pali IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.20.0.0.001.B.DOCX	IF2R	3.2.E.ZZ	RB	VI.20.0.0.001	B	17 di 44

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_c^*$ [s]
SLO	120	0.128	2.336	0.328
SLD	201	0.167	2.321	0.343
SLV	1898	0.437	2.430	0.419
SLC	2475	0.481	2.466	0.431

Tabella 1: Valutazione dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T_c^*$  per i periodi di ritorno associati a ciascuno stato limite

Sono stati presi in esame, secondo quanto previsto dal DM 14.1.2008 “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”, cap. 7.1, i seguenti Stati Limite sismici:

- SLV: Stato Limite di Salvaguardia della Vita (Stato Limite Ultimo)
- SLD: Stato Limite di Danno (Stato Limite di Esercizio)
- SLC: Stato Limite di Collasso (Stato Limite Ultimo)
- SLO: Stato Limite di Operatività (Stato Limite di Esercizio)

Si riportano al termine dell'analisi, i parametri ed i punti dello spettro di risposta elastici e di progetto per lo stato limite SLV.

### Classificazione dei terreni

Per la definizione dell'azione sismica di progetto, la valutazione dell'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto del suolo in superficie, deve essere basata su studi specifici di risposta sismica locale esistenti nell'area di intervento. In mancanza di tali studi la normativa prevede la classificazione, riportata nella tabella seguente, basata sulla stima dei valori della velocità media delle onde sismiche di taglio  $V_{s30}$ , ovvero sul numero medio di colpi NSPT ottenuti in una prova penetrometrica dinamica (per terreni prevalentemente granulari), ovvero sulla coesione non drenata media  $c_u$  (per terreni prevalentemente coesivi).

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.						
Relazione geotecnica fondazioni su pali IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.20.0.0.001.B.DOCX	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RB	DOCUMENTO VI.20.0.0.001	REV. B	FOGLIO 18 di 44

Categoria di suolo di fondazione	Descrizione
Cat. A	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 di 3 m.
Cat. B	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 $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{spt,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina)
Cat. C	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 $15 < N_{spt,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina)
Cat. D	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 $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{spt,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina)
Cat. E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_{s,30} > 800$ m/s)
Cat. S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
Cat. S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Si considera una **categoria C** di suolo di fondazione.

### Amplificazione stratigrafica

I due coefficienti prima definiti,  $S_s$  e  $C_c$ , dipendono dalla categoria del sottosuolo come mostrato nel prospetto seguente.

Per i terreni di categoria A, entrambi i coefficienti sono pari a 1, mentre per le altre categorie i due coefficienti sono pari a:

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione geotecnica fondazioni su pali IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.20.0.0.001.B.DOCX		IF2R	3.2.E.ZZ	RB	VI.20.0.0.001	B	19 di 44

Categoria sottosuolo	$S_s$	$C_c$
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

Nel caso in esame (categoria di sottosuolo C) allo SLV risulta:

$$S_s = 1.063$$

$$C_c = 1.399$$

### Amplificazione topografica

Per poter tenere conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica, si utilizzano i valori del coefficiente topografico  $S_T$  riportati nella seguente tabella.

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	$S_T$
T1	-	1
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1.2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo con inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$	1.2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo con inclinazione media $i > 30^\circ$	1.4

Nel caso in esame  $S_T = 1$

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione geotecnica fondazioni su pali IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.20.0.0.001.B.DOCX	IF2R	3.2.E.ZZ	RB	VI.20.0.0.001	B	20 di 44

#### 4.1.1 Spettri di risposta elastici

In accordo con le prescrizioni normative, lo spettro di risposta elastico è stato considerato solo ai fini della valutazione delle azioni in fondazione e delle azioni sugli apparecchi di appoggio.

#### Stato limite di salvaguardia della vita

Di seguito si forniscono lo spettro di risposta elastico per lo stato limite di salvaguardia della vita e la tabella dei parametri rispettivi.

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

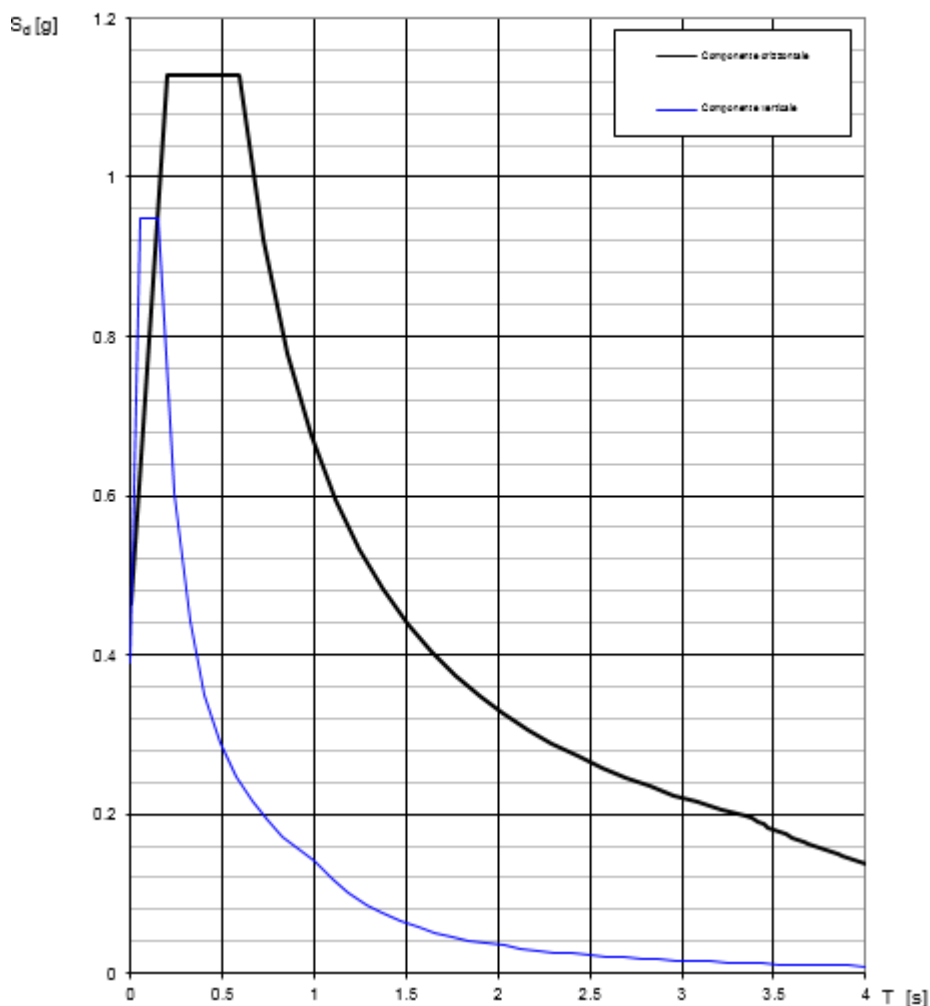


Figura 1: Spettri di risposta elastici\_SLV (Componente orizzontale e verticale)

APPALTATORE:

**TELESE** S.c.a r.l.

Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata

ITINERARIO NAPOLI – BARI  
 RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO  
 II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO  
 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO

PROGETTAZIONE:

Mandataria:

Mandante:

SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.

PROGETTO ESECUTIVO

Relazione geotecnica fondazioni su pali  
 IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.20.0.0.001.B.DOCX

COMMESSA  
 IF2R

LOTTO  
 3.2.E.ZZ

CODIFICA  
 RB

DOCUMENTO  
 VI.20.0.0.001

REV.  
 B

FOGLIO  
 21 di 44

## Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0.437 g
$F_0$	2.430
$T_C$	0.419 s
$S_s$	1.063
$C_C$	1.399
$S_T$	1.000
$q$	1.000

## Parametri dipendenti

$S$	1.063
$\eta$	1.000
$T_B$	0.195 s
$T_C$	0.586 s
$T_D$	3.348 s

## Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

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

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

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

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

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

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

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

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

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

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  $\eta$  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	0.464
$T_B$	0.195	1.129
$T_C$	0.586	1.129
	0.718	0.922
	0.849	0.779
	0.981	0.675
	1.112	0.595
	1.244	0.532
	1.375	0.481
	1.507	0.439
	1.638	0.404
	1.770	0.374
	1.901	0.348
	2.033	0.325
	2.164	0.306
	2.296	0.288
	2.427	0.273
	2.559	0.259
	2.690	0.246
	2.822	0.234
	2.953	0.224
	3.085	0.214
	3.216	0.206
$T_D$	3.348	0.198
	3.379	0.194
	3.410	0.190
	3.441	0.187
	3.472	0.184
	3.503	0.180
	3.534	0.177
	3.565	0.174
	3.596	0.171
	3.627	0.168
	3.658	0.165
	3.689	0.163
	3.720	0.160
	3.752	0.157
	3.783	0.155
	3.814	0.152
	3.845	0.150
	3.876	0.147
	3.907	0.145
	3.938	0.143
	3.969	0.141
	4.000	0.138

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione geotecnica fondazioni su pali IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.20.0.0.001.B.DOCX		IF2R	3.2.E.ZZ	RB	VI.20.0.0.001	B	22 di 44

## 5 AZIONE SISMICA DI VERIFICA PILE P2-P5

Nel presente paragrafo si riportano la descrizione e la valutazione dell'azione sismica secondo le specifiche del DM 14.1.2008.

L'azione sismica è descritta mediante spettri di risposta elastici e di progetto. In particolare nel DM 14.1.2008, vengono presentati gli spettri di risposta in termini di accelerazioni orizzontali e verticali.

L'espressione analitica dello spettro di risposta elastico in termini di accelerazione orizzontale è la seguente:

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

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

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

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

In cui:

$$S = S_s \cdot S_T;$$

$S_s$ : coefficiente di amplificazione stratigrafico;

$S_T$ : coefficiente di amplificazione topografica;

$\eta$ : fattore che tiene conto di un coefficiente di smorzamento viscoso equivalente  $\xi$ , espresso in punti percentuali diverso da 5 ( $\eta=1$  per  $\xi=5$ ):

$$\eta = \sqrt{\frac{10}{5 + \xi}} \geq 0,55$$

$F_0$ : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

$a_g$ : accelerazione massima al suolo;

T: periodo di vibrazione dell'oscillatore semplice;

$T_B, T_C, T_D$ : periodi che separano i diversi rami dello spettro, e che sono pari a:

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.							
Relazione geotecnica fondazioni su pali IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.20.0.0.001.B.DOCX		COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RB	DOCUMENTO VI.20.0.0.001	REV. B	FOGLIO 23 di 44

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

$$T_B = \frac{T_C}{3}$$

$$T_D = 4.0 + \frac{a_g}{g} + 1.6$$

In cui :

$C_C$ : coefficiente che tiene conto della categoria del terreno;

$T^*_C$ : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

L'espressione analitica dello spettro di risposta elastico in termini di accelerazione verticale è la seguente:

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

$$T_B \leq T \leq T_C \longrightarrow S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T \leq T_D \longrightarrow S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \longrightarrow S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C \cdot T_D}{T} \right)$$

nelle quali:

$S = S_S \times S_T$ : con  $S_S$  pari sempre a 1 per lo spettro verticale;

$\eta$ : fattore che tiene conto di un coefficiente di smorzamento viscoso equivalente  $\xi$ , espresso in punti percentuali diverso da 5 ( $\eta=1$  per  $\xi=5$ ):

$$\eta = \sqrt{\frac{10}{5 + \xi}} \geq 0,55$$

T: periodo di vibrazione dell'oscillatore semplice;

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione geotecnica fondazioni su pali IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.20.0.0.001.B.DOCX	IF2R	3.2.E.ZZ	RB	VI.20.0.0.001	B	24 di 44

$T_B, T_C, T_D$ : periodi che separano i diversi rami dello spettro, e che sono pari a:

$$T_C = 0.05 \quad T_B = 0.15 \quad T_D = 1.0$$

$F_V$ : fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima mediante la relazione:

$$F_V = 1.35 \cdot F_0 \cdot \left( \frac{a_g}{g} \right)^{0.5}$$

Di seguito si riporta il calcolo dei parametri per la valutazione degli spettri in accelerazione orizzontale e verticale, effettuata mediante l'utilizzo del software "Spettri NTC ver. 1.0.3" reperibile presso il sito del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

### Vita Nominale

La vita nominale di un'opera strutturale ( $V_N$ ), è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purchè soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale delle infrastrutture ferroviarie può, di norma, assumersi come indicato nella seguente tabella.

TIPI DI COSTRUZIONE	Vita Nominale (VN)
Opere nuove su infrastrutture ferroviarie progettate con le norme vigenti prima del DM14/1/2008 a velocità convenzionale $V < 250$ Km/h	50
Altre opere nuove a velocità $V < 250$ Km/h	75
Altre opere nuove a velocità $V > 250$ Km/h	100
Opere di grandi dimensioni: ponti e viadotti con campate di luce maggiore di 150 m	$\geq 100$

Per l'opera in oggetto si considera una vita nominale  $V_N = 75$  anni.



APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione geotecnica fondazioni su pali IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.20.0.0.001.B.DOCX		IF2R	3.2.E.ZZ	RB	VI.20.0.0.001	B	25 di 44

## Classi D'uso

Il Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008 prevede quattro categorie di classi d'uso riportate nel seguito:

**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 III o in Classe 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 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 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 di strade", e di tipo quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti o 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.

Per l'opera in oggetto si considera una **Classe d'uso III**.

## Periodo di Riferimento dell'Azione Sismica

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R$  che si ricava per ciascun tipo di costruzione, moltiplicando la vita nominale  $V_n$  per il coefficiente d'uso  $C_u$ :

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

Il valore del coefficiente d'uso  $C_u$  è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato nella tabella seguente:

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE $C_U$	0.7	1	1.5	2

Pertanto per l'opera in oggetto il periodo di riferimento è pari a  $75 \times 1,5 = 112,5$  anni.

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario:            Mandante: SYSTRA S.A.    SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione geotecnica fondazioni su pali IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.20.0.0.001.B.DOCX		IF2R	3.2.E.ZZ	RB	VI.20.0.0.001	B	26 di 44

### Stati limite 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.

La probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportati nella tabella successiva.

Stati Limite		$P_{VR}$ : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento $V_R$
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

### Accelerazione ( $a_g$ ), fattore ( $F_0$ ) e periodo ( $T^*_c$ )

Ai fini del D.M. 14-01-2008 le forme spettrali, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ , sono definite a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

$a_g$ : accelerazione orizzontale massima sul sito;

$F_0$ : 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.

I parametri prima elencati dipendono dalle coordinate geografiche, espresse in termini di latitudine e longitudine, del sito interessato dall'opera, dal periodo di riferimento ( $V_R$ ), e quindi dalla vita nominale ( $V_N$ ) e dalla classe d'uso ( $C_u$ ) e dallo stato limite considerato. Si riporta nel seguito la valutazione di detti parametri per i vari stati limite.

Comune di Torrecuso – Provincia di Benevento

Latitudine: 41.1858200°

Longitudine: 14.6812600°

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione geotecnica fondazioni su pali IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.20.0.0.001.B.DOCX	IF2R	3.2.E.ZZ	RB	VI.20.0.0.001	B	27 di 44

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_c^*$ [s]
SLO	68	0.095	2.345	0.310
SLD	113	0.124	2.338	0.326
SLV	1068	0.355	2.354	0.395
SLC	2193	0.460	2.450	0.425

Tabella 2: Valutazione dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T_c^*$  per i periodi di ritorno associati a ciascuno stato limite

Sono stati presi in esame, secondo quanto previsto dal DM 14.1.2008 “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”, cap. 7.1, i seguenti Stati Limite sismici:

- SLV: Stato Limite di Salvaguardia della Vita (Stato Limite Ultimo)
- SLD: Stato Limite di Danno (Stato Limite di Esercizio)
- SLC: Stato Limite di Collasso (Stato Limite Ultimo)
- SLO: Stato Limite di Operatività (Stato Limite di Esercizio)

Si riportano al termine dell'analisi, i parametri ed i punti dello spettro di risposta elastici e di progetto per lo stato limite SLV.

### Classificazione dei terreni

Per la definizione dell'azione sismica di progetto, la valutazione dell'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto del suolo in superficie, deve essere basata su studi specifici di risposta sismica locale esistenti nell'area di intervento. In mancanza di tali studi la normativa prevede la classificazione, riportata nella tabella seguente, basata sulla stima dei valori della velocità media delle onde sismiche di taglio  $V_{s30}$ , ovvero sul numero medio di colpi NSPT ottenuti in una prova penetrometrica dinamica (per terreni prevalentemente granulari), ovvero sulla coesione non drenata media  $c_u$  (per terreni prevalentemente coesivi).

APPALTATORE:	<b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.						
Relazione geotecnica fondazioni su pali IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.20.0.0.001.B.DOCX	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RB	DOCUMENTO VI.20.0.0.001	REV. B	FOGLIO 28 di 44	

Categoria di suolo di fondazione	Descrizione
Cat. A	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 di 3 m.
Cat. B	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 $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{spt,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina)
Cat. C	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 $15 < N_{spt,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina)
Cat. D	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 $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{spt,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina)
Cat. E	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)
Cat. S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
Cat. S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Si considera una **categoria C** di suolo di fondazione.

### Amplificazione stratigrafica

I due coefficienti prima definiti,  $S_s$  e  $C_c$ , dipendono dalla categoria del sottosuolo come mostrato nel prospetto seguente.

Per i terreni di categoria A, entrambi i coefficienti sono pari a 1, mentre per le altre categorie i due coefficienti sono pari a:

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione geotecnica fondazioni su pali IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.20.0.0.001.B.DOCX		IF2R	3.2.E.ZZ	RB	VI.20.0.0.001	B	29 di 44

Categoria sottosuolo	$S_s$	$C_c$
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

Nel caso in esame (categoria di sottosuolo C) allo SLV risulta:

$$S_s = 1.198$$

$$C_c = 1.427$$

### Amplificazione topografica

Per poter tenere conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica, si utilizzano i valori del coefficiente topografico  $S_T$  riportati nella seguente tabella.

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	$S_T$
T1	-	1
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1.2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo con inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$	1.2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo con inclinazione media $i > 30^\circ$	1.4

Nel caso in esame  $S_T = 1$

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione geotecnica fondazioni su pali IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.20.0.0.001.B.DOCX		IF2R	3.2.E.ZZ	RB	VI.20.0.0.001	B	30 di 44

### 5.1.1 Spettri di risposta elastici

In accordo con le prescrizioni normative, lo spettro di risposta elastico è stato considerato solo ai fini della valutazione delle azioni in fondazione e delle azioni sugli apparecchi di appoggio.

#### Stato limite di salvaguardia della vita

Di seguito si forniscono lo spettro di risposta elastico per lo stato limite di salvaguardia della vita e la tabella dei parametri rispettivi.

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

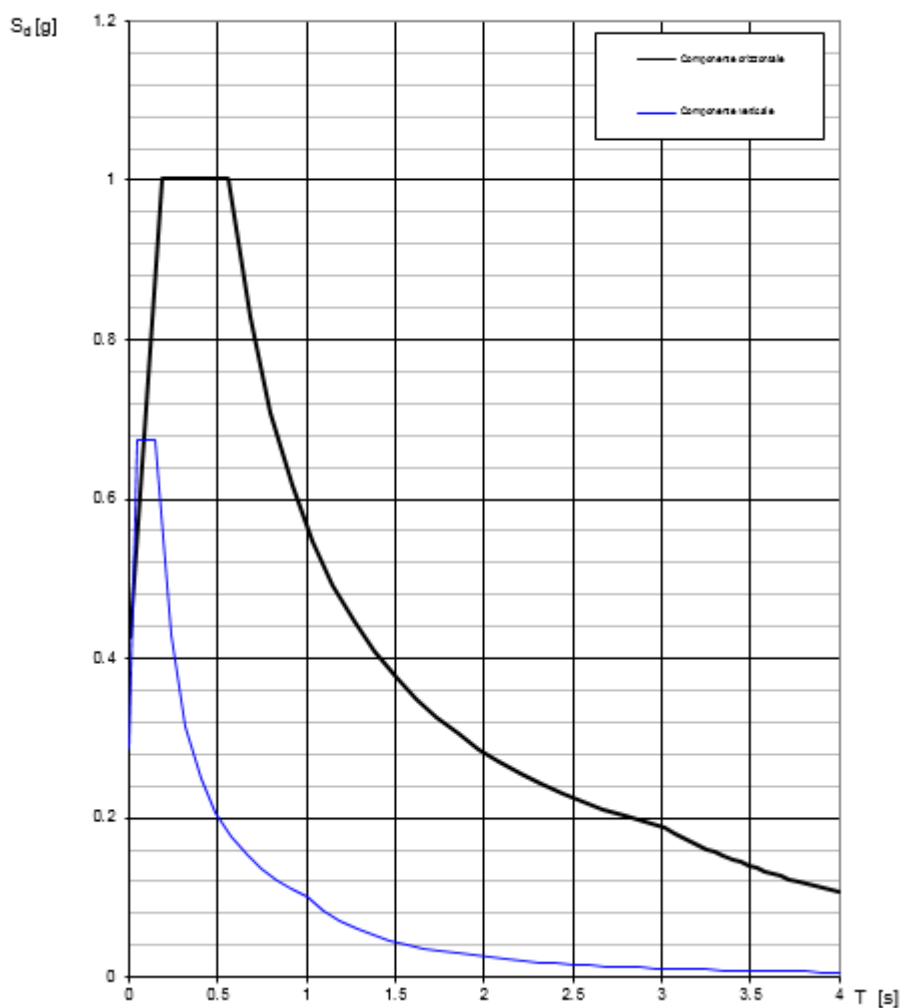


Figura 2: Spettri di risposta elastici\_SLV (Componente orizzontale e verticale)

APPALTATORE:

**TELESE** S.c.a r.l.

Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata

**ITINERARIO NAPOLI – BARI**  
**RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO**  
**II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO**  
**3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO**

PROGETTAZIONE:

Mandatario: Mandante:

SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.

PROGETTO ESECUTIVO

 Relazione geotecnica fondazioni su pali  
 IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.20.0.0.001.B.DOCX

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF2R	3.2.E.ZZ	RB	VI.20.0.0.001	B	31 di 44

## Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0.355 g
$F_o$	2.354
$T_c$	0.395 s
$S_s$	1.198
$C_c$	1.427
$S_T$	1.000
$q$	1.000

## Parametri dipendenti

$S$	1.198
$\eta$	1.000
$T_B$	0.188 s
$T_C$	0.563 s
$T_D$	3.022 s

## Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

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

$$T_B = T_c / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_c \cdot T_c \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

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

## 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  $\eta$  con  $\eta/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

## Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.426
$T_B$	0.188	1.002
$T_C$	0.563	1.002
	0.680	0.830
	0.797	0.708
	0.915	0.617
	1.032	0.547
	1.149	0.491
	1.266	0.446
	1.383	0.408
	1.500	0.376
	1.617	0.349
	1.734	0.326
	1.851	0.305
	1.968	0.287
	2.085	0.271
	2.202	0.256
	2.319	0.243
	2.436	0.232
	2.554	0.221
	2.671	0.211
	2.788	0.203
	2.905	0.194
$T_D$	3.022	0.187
	3.068	0.181
	3.115	0.176
	3.162	0.171
	3.208	0.166
	3.255	0.161
	3.301	0.157
	3.348	0.152
	3.394	0.148
	3.441	0.144
	3.488	0.140
	3.534	0.137
	3.581	0.133
	3.627	0.130
	3.674	0.126
	3.721	0.123
	3.767	0.120
	3.814	0.117
	3.860	0.114
	3.907	0.112
	3.953	0.109
	4.000	0.107

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione geotecnica fondazioni su pali IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.20.0.0.001.B.DOCX		IF2R	3.2.E.ZZ	RB	VI.20.0.0.001	B	32 di 44

## 6 COMBINAZIONI DI CARICO

Le verifiche di tipo geotecnico sono state effettuate, tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nei prospetti di seguito, seguendo l'Approccio normativo 2: A1+M1+R3.

I parametri di resistenza del terreno sono stati dunque ridotti tramite i coefficienti parziali M1, le resistenze tramite i coefficienti R3 e le azioni sono state amplificate tramite i coefficienti parziali A1.

		Coefficiente	EQU <sup>(1)</sup>	A1 STR	A2 GEO	Combinazione eccezionale	Combinazione Sismica
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00	1,00	1,00
Carichi permanenti non strutturali <sup>(2)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Ballast <sup>(3)</sup>	favorevoli	$\gamma_B$	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Carichi variabili da traffico <sup>(4)</sup>	favorevoli	$\gamma_Q$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25	0,20 <sup>(5)</sup>	0,20 <sup>(5)</sup>
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	0,00
Precompressione	favorevole	$\gamma_P$	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 <sup>(6)</sup>	1,00 <sup>(7)</sup>	1,00	1,00	1,00

<sup>(1)</sup> Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.  
<sup>(2)</sup> Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.  
<sup>(3)</sup> Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.  
<sup>(4)</sup> Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico gr della Tab. 5.2.IV.  
<sup>(5)</sup> Aliquota di carico da traffico da considerare.  
<sup>(6)</sup> 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna  
<sup>(7)</sup> 1,20 per effetti locali

Figura 3: Coefficienti parziali di sicurezza – Tabella 5.2.V del DM 14.1.2008

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_\varphi$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_c$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma$	$\gamma_\gamma$	1,0	1,0

Figura 4: Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno – Tabella 6.2.II del DM 14.1.2008



APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione geotecnica fondazioni su pali IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.20.0.0.001.B.DOCX		IF2R	3.2.E.ZZ	RB	VI.20.0.0.001	B	33 di 44

Resistenza	Simbolo	Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
		(R1)	(R2)	(R3)	(R1)	(R2)	(R3)	(R1)	(R2)	(R3)
Base	$\gamma_b$	1,0	1,45	1,15	1,0	1,7	1,35	1,0	1,6	1,3
Laterale in compressione	$\gamma_s$	1,0	1,45	1,15	1,0	1,45	1,15	1,0	1,45	1,15
Totale (*)	$\gamma_t$	1,0	1,45	1,15	1,0	1,6	1,30	1,0	1,55	1,25
Laterale in trazione	$\gamma_{st}$	1,0	1,6	1,25	1,0	1,6	1,25	1,0	1,6	1,25

Figura 5: Coefficienti parziali per le resistenze caratteristiche – Tabella 6.4.II del DM 14.1.2008

COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
$\gamma_t = 1,0$	$\gamma_t = 1,6$	$\gamma_t = 1,3$

Figura 6: Coefficienti parziali per le resistenze caratteristiche di pali soggetti a carichi trasversali – Tabella 6.4.VI del DM 14.1.2008

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: Mandante: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione geotecnica fondazioni su pali IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.20.0.0.001.B.DOCX		IF2R	3.2.E.ZZ	RB	VI.20.0.0.001	B	34 di 44

## 7 CRITERI DI VERIFICA

Conformemente con quanto prescritto nel par. 6.4.3.1 del DM 14.1.2008, le verifiche geotecniche devono essere effettuate con riferimento ai seguenti stati limite:

*SLU di tipo geotecnico (GEO):*

- collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi assiali;
- collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi trasversali;
- collasso per carico limite di sfilamento nei riguardi dei carichi assiali di trazione.

Le verifiche a carico limite verticale dei pali vengono svolte secondo la metodologia degli stati limite ultimi, in accordo alla normativa vigente.

La verifica della capacità portante dei pali, per carichi verticali, è soddisfatta se:

$$F_{cd} < R_{cd}$$

essendo:

$$R_{cd} = R_k / \gamma_R$$

dove:

$F_{cd}$  = carico assiale di compressione di progetto;

$R_{cd}$  = capacità portante di progetto nei confronti dei carichi assiali;

$R_k$  = valore caratteristico della capacità portante limite del palo.

In particolare le verifiche di capacità portante dei pali agli stati limite ultimi (SLU) vengono condotte, come anticipato nel capitolo precedente, con riferimento all'Approccio normativo 2, in accordo con il DM 14.1.2008 (cfr. §6.4.3.1) - Combinazione 1: A1 + M1 + R3, mediante il confronto dei massimi valori di sforzo normale sui pali, di compressione e di trazione, con le curve di capacità portante relative alla progressiva in esame. Il soddisfacimento della verifica consente la determinazione della lunghezza dei pali.

Per i criteri di valutazione della capacità portante di progetto  $R_{cd}$  nei confronti dei carichi assiali, esibita nelle curve di portanza, si faccia riferimento alla Relazione Geotecnica.

In aggiunta alle verifiche di portanza richieste dal DM 14.1.2008, è stata verificata la seguente relazione, in accordo con il par. 2.5.1.9.3 del 'Manuale di progettazione delle opere civili' - RFI DTC SI MA IFS 001 A:

$$R_{c,cal,LAT}/1,25 > N_{ag}$$

dove  $R_{c,cal,LAT}$  è la resistenza laterale di calcolo e  $N_{ag}$  è il carico agente sul palo determinato per la combinazione caratteristica (rara) impiegata per le verifiche agli stati limiti di esercizio (SLE).

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione geotecnica fondazioni su pali IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.20.0.0.001.B.DOCX	IF2R	3.2.E.ZZ	RB	VI.20.0.0.001	B	35 di 44

Per quanto riguarda la verifica a carico limite orizzontale dei pali, questa è stata condotta tramite il metodo di Broms, 1964, secondo il quale, per pali lunghi (ipotesi che si configura per tutti i pali in esame), in terreni incoerenti sotto falda, non liberi di ruotare in testa, vale la seguente formulazione:

$$H = k_p \gamma d^3 \sqrt[3]{\left(3.676 \frac{M_y}{k_p \gamma d^4}\right)^2}$$

In cui:

H = carico limite orizzontale del palo

$K_p$  = coefficiente di spinta passiva

D = diametro del palo

L = lunghezza del palo

$M_y$  = momento di plasticizzazione del palo

Il valore di H, ridotto per i coefficienti di normativa come riportato di seguito, dovrà essere confrontato con il massimo valore agente in testa palo dalle combinazioni SLU-SLV ( $V_{pd}$ ), dedotto per ciascuna palificata dal programma di calcolo PIGLET v.6.2b (Randolph, 2019) il quale permette di analizzare l'interazione del terreno con un gruppo di pali anche di diversa geometria sotto condizioni di carico generalizzate.

L'analisi d'interazione è stata condotta adottando un modulo di rigidità tangenziale operativo G del terreno con andamento costante con la profondità e valutato come media pesata dei diversi strati a partire dalle correlazioni riportate nella Relazione geotecnica dell'opera in esame. Tutti i dati di input adottati nell'analisi di interazione sono riportati nel dettaglio nell'allegato di calcolo delle rispettive relazioni di calcolo strutturale delle pile.

:

$$H_{lim} = \frac{H}{\xi \cdot \gamma_T} \geq V_{pd}$$

Con  $\xi$  funzione del numero di verticali indagate per l'opera in esame e  $\gamma_T$  secondo l'approccio considerato.

In analogia con il carico limite verticale, per il carico limite orizzontale si considera l'Approccio 2, pertanto il coefficiente  $\gamma_T$  sarà pari a 1.3.

Verrà tenuta in conto, ove previsto, la possibilità di liquefazione in condizioni sismiche. Per la verifica del carico limite orizzontale per i pali di fondazione situati nelle zone dove è riscontrata la presenza di lenti sabbiose potenzialmente liquefacibili, la teoria di Broms resta

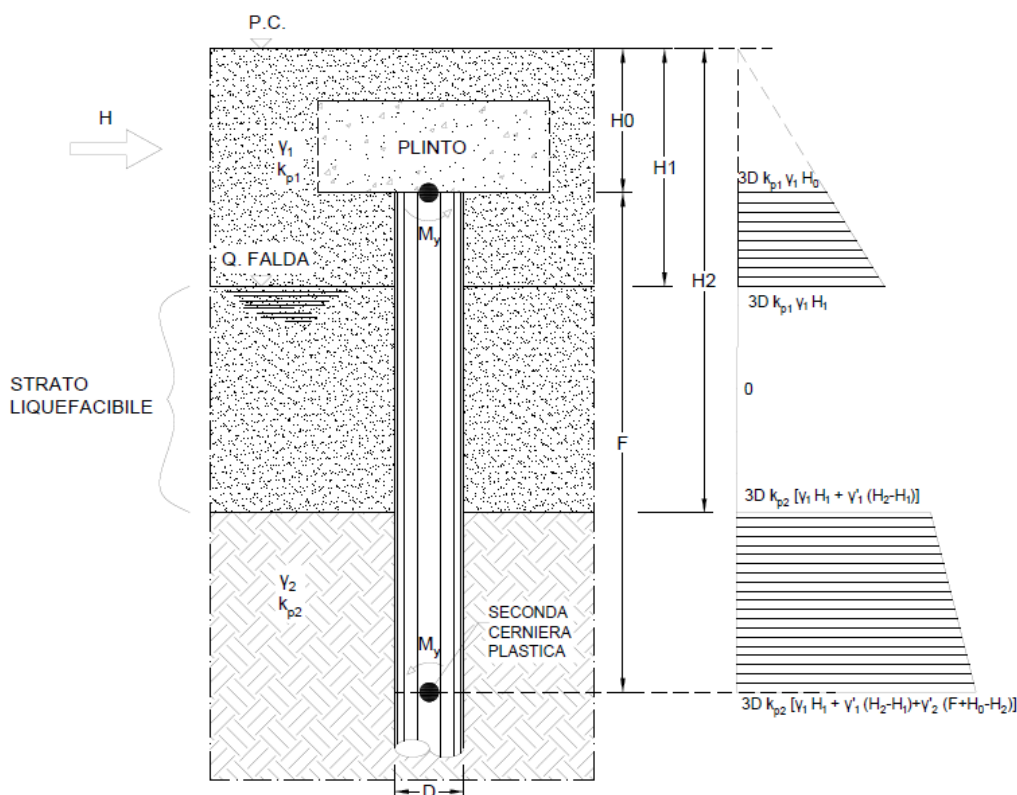
APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RB	DOCUMENTO VI.20.0.0.001	REV. B	FOGLIO 36 di 44
Relazione geotecnica fondazioni su pali IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.20.0.0.001.B.DOCX						

applicabile, ma non sono più utilizzabili le soluzioni semplificate, disponibili in forma chiusa e/o con abachi adimensionali. Per tale ragione è stato studiato un modello di calcolo, che pur basandosi sulla teoria di Broms tenga conto delle peculiarità del caso in esame, ove previsto. Nella fattispecie, si trascura totalmente il contributo della spinta passiva all'interno dello strato liquefacibile.

A vantaggio di sicurezza si trascura anche il contributo della resistenza offerta dal terreno intorno al plinto.

L'approccio riportato risulta pertanto cautelativo.

La seguente Figura mostra lo schema di calcolo considerato.



Considerando che si crei una prima cerniera plastica in testa al palo ed una seconda alla profondità F (palo lungo non libero di ruotare in testa), si scrivono le equazioni di equilibrio alla traslazione e di equilibrio alla rotazione intorno alla testa del palo. In tal modo si ricavano le due incognite F ed H, ovvero la profondità della seconda cerniera plastica e la forza massima orizzontale del sistema palo-terreno.

Si fa presente che il calcolo della portanza orizzontale riportato è cautelativo in quanto, pur considerando l'approfondimento della testa del palo rispetto al p.c., trascura la presenza del carico superficiale rappresentato dal peso proprio del plinto di fondazione.

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario:      Mandante: <b>SYSTRA S.A.    SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione geotecnica fondazioni su pali IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.20.0.0.001.B.DOCX		IF2R	3.2.E.ZZ	RB	VI.20.0.0.001	B	37 di 44

## 8 VERIFICHE GEOTECNICHE

Si riportano di seguito le verifiche geotecniche relative al sistema di fondazione delle pile su pali del viadotto in esame, eseguite secondo i criteri esibiti nel precedente capitolo, conformemente alla normativa vigente.

Per ciascuna delle verifiche geotecniche, effettuate per ogni pila, si riporta la sintesi delle sollecitazioni di controllo desunte dalla combinazione più gravosa per la verifica in esame; per ulteriori dettagli relativi alla metodologia di calcolo delle azioni sui pali, e per l'elenco delle sollecitazioni associate a ciascuna combinazione di carico, si faccia riferimento alla Relazione di Calcolo della pila rispettiva.

Si riportano di seguito in forma tabellare, per ciascuna pila del viadotto in esame, le seguenti verifiche. Nell'ordine:

- Verifica a carico limite della palificata nei riguardi dei carichi assiali di compressione e trazione (SLU);
- Verifica del rapporto tra la resistenza laterale del palo e il carico assiale in combinazione caratteristica (SLE);
- Verifica a carico limite della palificata nei riguardi dei carichi trasversali.

APPALTATORE:	 Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione geotecnica fondazioni su pali	IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.20.0.0.001.B.DOCX		IF2R	3.2.E.ZZ	RB	VI.20.0.0.001	B	38 di 44

**VIADOTTO VI.20 - PILA P1**

VERIFICHE DI CAPACITA' PORTANTE VERTICALE			
DATI SISTEMA DI FONDAZIONE			
PK	41+017.60	-	Progressiva
Dpali	1500	mm	Diametro pali
npali	9	-	Numero pali
Lpali	<b>34</b>	<b>m</b>	Lunghezza pali
SFORZI NEI PALI SLU			
Nmin	-11665	kN	Massimo sforzo normale di compressione sui pali
Nmax	4400	kN	Massimo sforzo normale di trazione sui pali
Comb. Nmin	SLV-EL+0.3ET	-	Combinazione associata al massimo sforzo di compressione sui pali
Comb. Nmax	SLV-EL+0.3ET	-	Combinazione associata al massimo sforzo di trazione sui pali
RESISTENZE			
Qd,c	12007	kN	Portata di progetto in compressione (in valore assoluto)
Qd,t	6935	kN	Portata di progetto in trazione
VERIFICA DI PORTANZA VERTICALE			
<b>FS,c = Qd,c/Nmin &gt; 1</b>	<b>1.03</b>	-	Fattore di sicurezza carico limite a compressione
<b>FS,t = Qd,t/Nmax &gt; 1</b>	<b>1.58</b>	-	Fattore di sicurezza carico limite a trazione

**VIADOTTO VI.20 - PILA P1**

VERIFICHE RESISTENZA LATERALE PALO (par.2.5.1.9.3 - Manuale RFI)			
DATI SISTEMA DI FONDAZIONE			
PK	41+017.60	-	Progressiva
Dpali	1500	mm	Diametro pali
npali	9	-	Numero pali
Lpali	<b>34</b>	<b>m</b>	Lunghezza pali
SFORZI NEI PALI SLE			
Nmin	-5394	kN	Massimo sforzo normale di compressione sui pali
Comb. Nmin	SLE-C-Gr.3(P)	-	Combinazione associata al massimo sforzo di compressione sui pali
RESISTENZE			
QII,k	14622	kN	Resistenza laterale di calcolo (in valore assoluto)
VERIFICA RESISTENZA LATERALE RFI			
<b>FS = QII,k/Nmin &gt; 1,25</b>	<b>2.71</b>	-	Fattore di sicurezza carico limite a compressione

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione geotecnica fondazioni su pali IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.20.0.0.001.B.DOCX	IF2R	3.2.E.ZZ	RB	VI.20.0.0.001	B	39 di 44

**CARICO LIMITE ORIZZONTALE DI PALI CON ROTAZIONE IN TESTA IMPEDITA**

**VIADOTTO VI20-P1**

coefficienti parziali			A		M	R
Metodo di calcolo			permanenti	variabili	$\gamma_{\phi'}$	$\gamma_T$
			$\gamma_G$	$\gamma_Q$		
SLU	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1.00	1.30	1.00	1.60
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.30
	SISMA	<input checked="" type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.30
DM88		<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista		<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.25	1.00

n	1	2	3	4	5	7	$\geq 10$	T.A.	prog.
$\xi_3^{\gamma}$	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.40
$\xi_4^{\gamma}$	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.40

**Fd = 2526 kN**

Broms solver - long pile, restrained head

**Pile**

Diameter (m)

Pile head depth (m)

Top plastic hinge (kN\*m)

Bottom plastic hinge (kN\*m)

Influence width factor

**Distributed load at ground level**

Load (kN/m2)

**Water table depth**

Depth (m)

**Broms bearing capacity**

Computation succeeded

+ Horizontal bearing capacity of the pile: 6620.639kN  
 + Plastic hinges distance: 5.684m  
 + Nonlinear iterative solution norm: 0.015E-09

Layers results:  
 + Layer 1: Hl=0.000 zgl=0.000  
 + Layer 2: Hl=0.000 zgl=0.000  
 + Layer 3: Hl=6620.639 zgl=7.235

**Soil layers**

Layers number

	gamma (kN/m3)	fi' (deg)	c'/cu (kN/m2)	h (m)
Layer 1	19.000	33.000	0.000	3.500
Layer 2	19.000	38.000	0.000	0.500
Layer 3	19.000	38.000	0.000	8.500
Layer 4	20.000	38.000	0.000	6.500

**Hd = H/ξ\*γ<sub>T</sub> = 2995 kN**

**FS = Hd/Fd = 1.19**

APPALTATORE:	<b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione geotecnica fondazioni su pali			IF2R	3.2.E.ZZ	RB	VI.20.0.0.001	B	40 di 44
IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.20.0.0.001.B.DOCX								

**VIADOTTO VI.20 - PILA P2**

VERIFICHE DI CAPACITA' PORTANTE VERTICALE			
DATI SISTEMA DI FONDAZIONE			
PK	41+042.57	-	Progressiva
Dpali	1500	mm	Diametro pali
npali	12	-	Numero pali
Lpali	38	m	Lunghezza pali
SFORZI NEI PALI SLU			
Nmin	-12836	kN	Massimo sforzo normale di compressione sui pali
Nmax	3841	kN	Massimo sforzo normale di trazione sui pali
Comb. Nmin	SLV-EL+0.3ET	-	Combinazione associata al massimo sforzo di compressione sui pali
Comb. Nmax	SLV-EL+0.3ET	-	Combinazione associata al massimo sforzo di trazione sui pali
RESISTENZE			
Qd,c	13462	kN	Portata di progetto in compressione (in valore assoluto)
Qd,t	8409	kN	Portata di progetto in trazione
VERIFICA DI PORTANZA VERTICALE			
<b>FS,c = Qd,c/Nmin &gt; 1</b>	<b>1.05</b>	-	Fattore di sicurezza carico limite a compressione
<b>FS,t = Qd,t/Nmax &gt; 1</b>	<b>2.19</b>	-	Fattore di sicurezza carico limite a trazione

**VIADOTTO VI.20 - PILA P2**

VERIFICHE RESISTENZA LATERALE PALO (par.2.5.1.9.3 - Manuale RFI)			
DATI SISTEMA DI FONDAZIONE			
PK	41+042.57	-	Progressiva
Dpali	1500	mm	Diametro pali
npali	12	-	Numero pali
Lpali	38	m	Lunghezza pali
SFORZI NEI PALI SLE			
Nmin	-6595	kN	Massimo sforzo normale di compressione sui pali
Comb. Nmin	SLE-C-Gr.3(P)	-	Combinazione associata al massimo sforzo di compressione sui pali
RESISTENZE			
QII,k	17450	kN	Resistenza laterale di calcolo (in valore assoluto)
VERIFICA RESISTENZA LATERALE RFI			
<b>FS = QII,k/Nmin &gt; 1,25</b>	<b>2.65</b>	-	Fattore di sicurezza carico limite a compressione



APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione geotecnica fondazioni su pali IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.20.0.0.001.B.DOCX		IF2R	3.2.E.ZZ	RB	VI.20.0.0.001	B	41 di 44

### CARICO LIMITE ORIZZONTALE DI PALI CON ROTAZIONE IN TESTA IMPEDITA

#### VIADOTTO VI20-P2

coefficienti parziali			A		M	R
Metodo di calcolo			permanenti	variabili	$\gamma_{\phi'}$	$\gamma_T$
			$\gamma_G$	$\gamma_Q$		
SLU	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1.00	1.30	1.00	1.60
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.30
	SISMA	<input checked="" type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.30
DM88		<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista		<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.25	1.00

n	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	T.A.	prog.
$\xi_3^{\gamma}$	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00	1.40
$\xi_4^{\gamma}$	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00	1.40

**Fd = 2796 kN**

Broms solver - long pile, restrained head

**Pile**

Diameter (m)

Pile head depth (m)

Top plastic hinge (kN\*m)

Bottom plastic hinge (kN\*m)

Influence width factor

**Distributed load at ground level**

Load (kN/m<sup>2</sup>)

**Water table depth**

Depth (m)

**Broms bearing capacity**

Computation succeeded

+ Horizontal bearing capacity of the pile: 6683.765kN  
 + Plastic hinges distance: 5.722m  
 + Nonlinear iterative solution norm: 0.012E-09

Layers results:  
 + Layer 1: Hl=0.000 zgl=0.000  
 + Layer 2: Hl=0.000 zgl=0.000  
 + Layer 3: Hl=6683.765 zgl=7.259

**Soil layers**

Layers number

	gamma (kN/m <sup>3</sup> )	fi' (deg)	c'/cu (kN/m <sup>2</sup> )	h (m)
Layer 1	19.000	33.000	0.000	3.500
Layer 2	19.000	38.000	0.000	0.500
Layer 3	19.000	38.000	0.000	8.500
Layer 4	20.000	38.000	0.000	6.500
Layer 5	20.000	35.000	0.000	5.500

$$H_d = H/\xi^{\gamma_T} = 3023 \text{ kN}$$

$$FS = H_d/F_d = 1.08$$

APPALTATORE:	<b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione geotecnica fondazioni su pali	IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.20.0.0.001.B.DOCX		IF2R	3.2.E.ZZ	RB	VI.20.0.0.001	B	42 di 44

**VIADOTTO VI.20 - PILA P5**

VERIFICHE DI CAPACITA' PORTANTE VERTICALE			
DATI SISTEMA DI FONDAZIONE			
PK	41+197.37	-	Progressiva
Dpali	1500	mm	Diametro pali
npali	12	-	Numero pali
Lpali	34	m	Lunghezza pali
SFORZI NEI PALI SLU			
Nmin	-11462	kN	Massimo sforzo normale di compressione sui pali
Nmax	4614	kN	Massimo sforzo normale di trazione sui pali
Comb. Nmin	SLV-EL+0.3ET	-	Combinazione associata al massimo sforzo di compressione sui pali
Comb. Nmax	SLV-EL+0.3ET	-	Combinazione associata al massimo sforzo di trazione sui pali
RESISTENZE			
Qd,c	12007	kN	Portata di progetto in compressione (in valore assoluto)
Qd,t	6936	kN	Portata di progetto in trazione
VERIFICA DI PORTANZA VERTICALE			
<b>FS,c = Qd,c/Nmin &gt; 1</b>	1.05	-	Fattore di sicurezza carico limite a compressione
<b>FS,t = Qd,t/Nmax &gt; 1</b>	1.50	-	Fattore di sicurezza carico limite a trazione

**VIADOTTO VI.20 - PILA P5**

VERIFICHE RESISTENZA LATERALE PALO (par.2.5.1.9.3 - Manuale RFI)			
DATI SISTEMA DI FONDAZIONE			
PK	41+197.37	-	Progressiva
Dpali	1500	mm	Diametro pali
npali	12	-	Numero pali
Lpali	34	m	Lunghezza pali
SFORZI NEI PALI SLE			
Nmin	-5566	kN	Massimo sforzo normale di compressione sui pali
Comb. Nmin	SLE-C-Gr.3-MaxML (P)	-	Combinazione associata al massimo sforzo di compressione sui pali
RESISTENZE			
QII,k	14623	kN	Resistenza laterale di calcolo (in valore assoluto)
VERIFICA RESISTENZA LATERALE RFI			
<b>FS = QII,k/Nmin &gt; 1,25</b>	2.63	-	Fattore di sicurezza carico limite a compressione

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione geotecnica fondazioni su pali IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.20.0.0.001.B.DOCX	IF2R	3.2.E.ZZ	RB	VI.20.0.0.001	B	43 di 44

### CARICO LIMITE ORIZZONTALE DI PALI CON ROTAZIONE IN TESTA IMPEDITA

#### VIADOTTO VI20-P5

coefficienti parziali			A		M	R
Metodo di calcolo			permanenti	variabili	$\gamma_{\phi'}$	$\gamma_T$
			$\gamma_G$	$\gamma_Q$		
SLU	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1.00	1.30	1.00	1.60
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.30
	SISMA	<input checked="" type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.30
DM88		<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista		<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.25	1.00

n	1	2	3	4	5	7	$\geq 10$	T.A.	prog.
$\xi_3^{\text{pr}}$	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.40
$\xi_4^{\text{pr}}$	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.40

**Fd = 3033 kN**

Broms solver - long pile, restrained head

**Pile**

Diameter (m)

Pile head depth (m)

Top plastic hinge (kN\*m)

Bottom plastic hinge (kN\*m)

Influence width factor

**Distributed load at ground level**

Load (kN/m2)

**Water table depth**

Depth (m)

**Broms bearing capacity**

Computation succeeded

+ Horizontal bearing capacity of the pile: 6741.611kN  
 + Plastic hinges distance: 5.757m  
 + Nonlinear iterative solution norm: 0.015E-09

Layers results:  
 + Layer 1: Hl=0.000 zgl=0.000  
 + Layer 2: Hl=0.000 zgl=0.000  
 + Layer 3: Hl=6741.611 zgl=7.280

Soil layers

Layers number

	gamma (kN/m3)	fi' (deg)	c/cu (kN/m2)	h (m)
Layer 1	19.000	33.000	0.000	3.500
Layer 2	19.000	38.000	0.000	0.500
Layer 3	19.000	38.000	0.000	8.500
Layer 4	20.000	38.000	0.000	6.500
Layer 5	20.000	35.000	0.000	5.500

$$H_d = H/\xi^* \gamma_T = 3050 \text{ kN}$$

$$FS = H_d/F_d = 1.01$$

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.							
Relazione geotecnica fondazioni su pali IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.20.0.0.001.B.DOCX		COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RB	DOCUMENTO VI.20.0.0.001	REV. B	FOGLIO 44 di 44

## 9 INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: Spettri di risposta elastici_SLV (Componente orizzontale e verticale) .....	20
Figura 2: Spettri di risposta elastici_SLV (Componente orizzontale e verticale) .....	30
Figura 3: Coefficienti parziali di sicurezza – Tabella 5.2.V del DM 14.1.2008 .....	32
Figura 4: Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno – Tabella 6.2.II del DM 14.1.2008 .....	32
Figura 5: Coefficienti parziali per le resistenze caratteristiche – Tabella 6.4.II del DM 14.1.2008 .....	33
Figura 6: Coefficienti parziali per le resistenze caratteristiche di pali soggetti a carichi trasversali – Tabella 6.4.VI del DM 14.1.2008 .....	33