

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  
2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO**

Barriere antirumore

Relazione di calcolo delle fondazioni

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

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

I F 2 R 2 2 E Z Z C L B A 0 0 0 0 0 0 2 D

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE	M. Marras	29/06/21	L. Repetto	30/06/21	M. Nuti	30/06/21	IL PROGETTISTA P. Cucino
B	Revisione	M. Marras	28/11/21	L. Repetto	29/11/21	M. Nuti	29/11/21	ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROV. DI TRENTO Dott. Ing. PAOLO CUCINO ISCRIZIONE ALBO N° 2216 17/12/21
C	Revisione	M. Marras	13/12/21	L. Repetto	14/12/21	M. Nuti	14/12/21	
D	Revisione	M. Marras	17/12/21	L. Repetto	17/12/21	M. Nuti	17/12/21	

File: IF2R.2.2.E.ZZ.CL.BA.00.0.0.002.D.doc

n. Elab.:

APPALTATORE: <b>TELESE</b> 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Barriere antirumore Relazione di calcolo delle fondazioni	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO BA.00.0.0.002	REV. D	FOGLIO 2 di 66

<b>1</b>	<b>GENERALITÀ</b>	<b>4</b>
1.1	DESCRIZIONE DELLE OPERE	4
1.2	UNITÀ DI MISURA	9
<b>2</b>	<b>NORMATIVE DI RIFERIMENTO</b>	<b>10</b>
2.1	ELABORATI DI RIFERIMENTO	11
<b>3</b>	<b>RELAZIONE SUI MATERIALI</b>	<b>12</b>
3.1	CALCESTRUZZO PER ELEVAZIONI E FONDAZIONI C28/35	12
3.2	MISCELA CEMENTIZIA PER MICROPALI C25/30	13
3.3	CALCESTRUZZO NON STRUTTURALE C12/15	14
3.4	ACCIAIO PER BARRE DI ARMATURA B450C	15
3.5	ACCIAIO PER CARPETERIA METALLICA	16
3.6	PROFILI E LAMIERE NON SALDATE	16
3.7	TRAVI E ELEMENTI SALDATI, TIRAFONDI E TUBI DELLA SELLA	16
3.8	ACCIAIO PER MICROPALI	17
<b>4</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA</b>	<b>18</b>
<b>5</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO</b>	<b>21</b>
<b>6</b>	<b>ANALISI DEI CARICHI</b>	<b>23</b>
6.1	PERMANENTI STRUTTURALI (G1)	24
6.1.1	Elementi in acciaio	24
6.1.2	Basi montanti in c.a.	25
6.1.3	Cordolo in c.a.	26
6.2	PERMANENTI NON STRUTTURALI (G2)	26

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Barriere antirumore Relazione di calcolo delle fondazioni	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO BA.00.0.0.002	REV. D	FOGLIO 3 di 66

6.3	AZIONE DEL VENTO (Q1) .....	27
6.4	EFFETTI AERODINAMICI ASSOCIATI AL PASSAGGIO DEI CONVOGLI FERROVIARI (Q2) 31	
6.5	AZIONE SISIMCA .....	33
<b>7</b>	<b>COMBINAZIONI DELLE AZIONI .....</b>	<b>35</b>
7.1	INTRODUZIONE .....	35
7.2	COMBINAZIONI ADOTTATE .....	40
7.3	CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI AGENTI SULLE FONDAZIONI .....	43
7.3.1	<i>Sollecitazioni agenti in testa al micropalo .....</i>	<i>46</i>
<b>8</b>	<b>CRITERI GENERALI DI VERIFICA.....</b>	<b>49</b>
8.1	VERIFICHE STRUTTURALI .....	49
8.2	VERIFICHE GEOTECNICHE .....	51
8.2.1	<i>Capacità portante dei micropali nei confronti dei carichi assiali .....</i>	<i>53</i>
8.2.2	<i>Capacità portante dei micropali nei confronti dei carichi trasversali .....</i>	<i>53</i>
<b>9</b>	<b>VERIFICHE.....</b>	<b>56</b>
9.1.1	<i>Verifiche GEO .....</i>	<i>56</i>
9.1.2	<i>Verifiche STR.....</i>	<i>62</i>
<b>10</b>	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>66</b>

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>Barriere antirumore Relazione di calcolo delle fondazioni</b>	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO BA.00.0.0.002	REV. D	FOGLIO 4 di 66

## 1 GENERALITÀ

Il presente documento si inserisce nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici di progetto esecutivo del Raddoppio dell'Itinerario Ferroviario Napoli-Bari nella Tratta Canello–Benevento/ 2° Lotto Funzionale Frasso Telesino – Vitulano.

La presente relazione si riferisce al calcolo delle sottofondazioni delle barriere antirumore, cordolo e pali di fondazione, previste nel 2° sub-lotto funzionale Telese-San Lorenzo.

### 1.1 DESCRIZIONE DELLE OPERE

Le barriere fonoassorbenti in esame presentano moduli in calcestruzzo di altezza pari a circa 3 m e di lunghezza 1.5 m, collegati con tirafondi ad un cordolo continuo su micropali ( $\phi=250$  mm), i moduli in cls presentano alternativamente un montante della barriera fonoassorbente disposto ad interasse 3 m. Il montante della barriera è costituito da un tubolare  $\phi$  88.9x6.3 mm, da due tondi  $\phi$  30 mm e da un profilo reggipannello in composizione saldata caratterizzato da un'ala 240x8 mm ed un'anima 267x8 mm (escluso lo spessore dell'ala); la distanza fra profilo in composizione saldata e tubo è fissata in 135 mm. Il montante metallico superiore è collegato mediante un giunto bullonato ad un dispositivo metallico, che è parzialmente annegato nel calcestruzzo e consente il passaggio delle sollecitazioni alla base prefabbricata.

Di seguito si riportano alcune immagini rappresentative delle opere. Per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati grafici di riferimento.

APPALTATORE: <b>TELESE</b> 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO				
Barriere antirumore Relazione di calcolo delle fondazioni	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO BA.00.0.0.002	REV. FOGLIO D 5 di 66

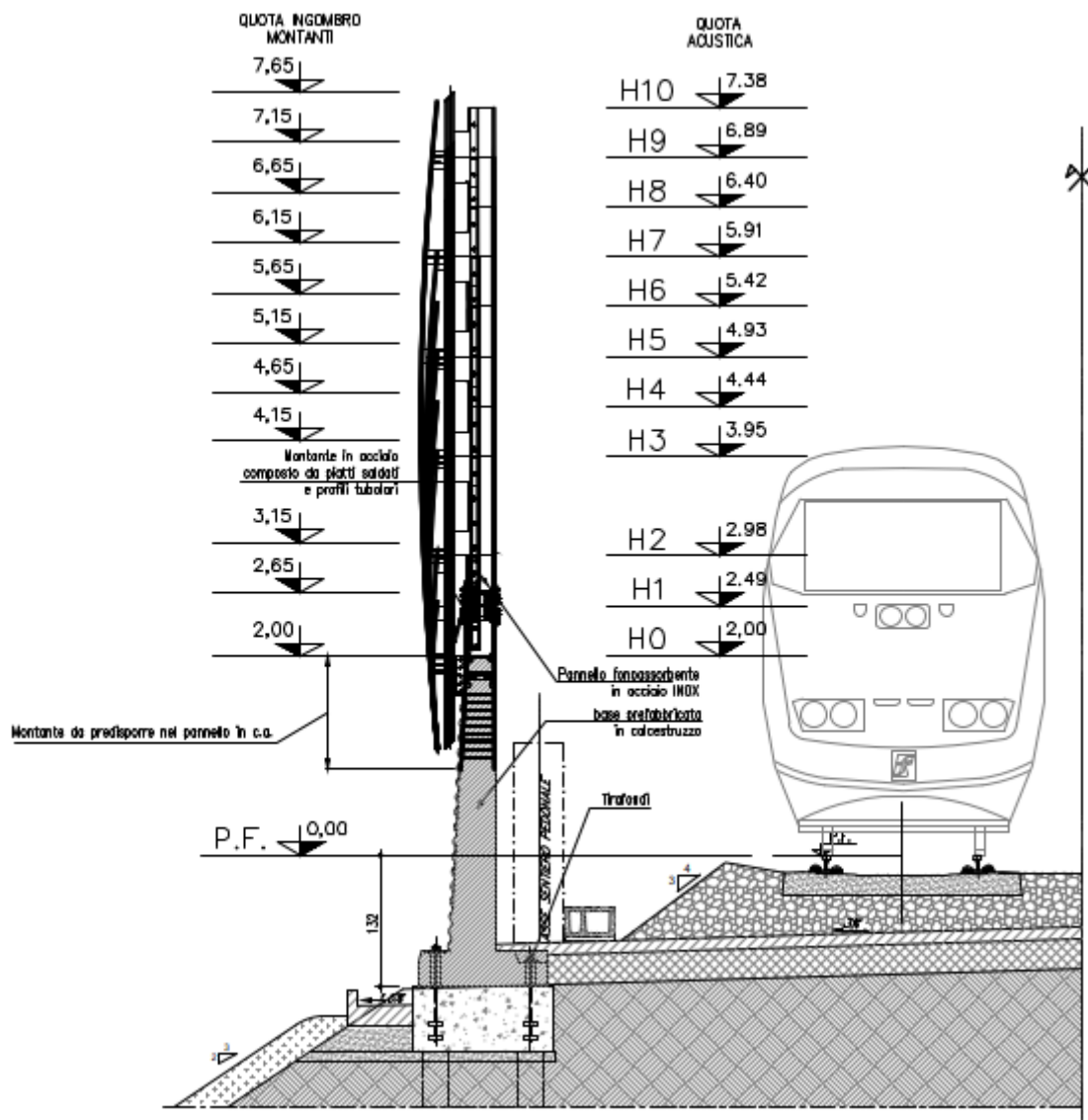
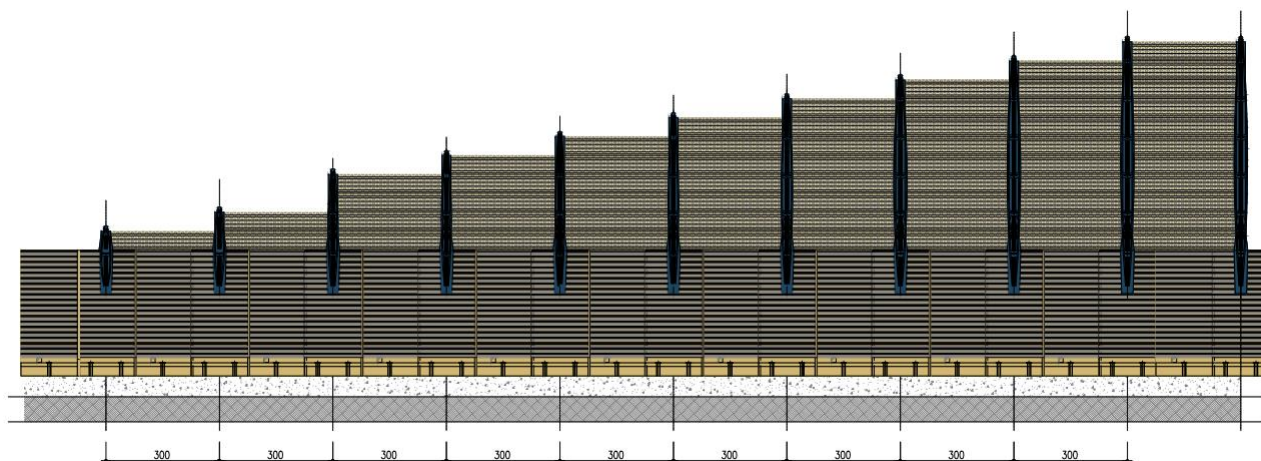


Figura 1 Sezione verticale – Barriera antirumore

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Barriere antirumore Relazione di calcolo delle fondazioni	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO BA.00.0.0.002	REV. D	FOGLIO 6 di 66



*Figura 2 Prospetto - Barriera antirumore*

In accordo con il § 2 “Modularità altezza del sistema” dell’Allegato 6 del Documento “RFI DTC SI AM MA IFS 001 B – PARTE II – SEZIONE 1 – AMBIENTE” sono stati identificati quattro tipologici di progetto a cui tutte le barriere presenti lungo il tracciato possono far riferimento.

Tipo Barriera	MONTANTE	Tipo Cordolo
H0 ÷ H2	BM95	105x45
H3 ÷ H5	BM110	120x55
H6 ÷ H7	BM110	120x55
H8 ÷ H10	BM130	140x65

*Tabella 1 Tipologici di progetto*

Per tali barriere si prevedono delle fondazioni profonde realizzate con micropali con perforazione 250mm armati con tubi in acciaio; sulla testa dei micropali verrà poi realizzato un cordolo in conglomerato cementizio armato al quale vengono poi ancorate le basi delle barriere antirumore in calcestruzzo prefabbricato mediante appositi tirafondi.

APPALTATORE: <b>TELESE</b> 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Barriere antirumore Relazione di calcolo delle fondazioni	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO BA.00.0.0.002	REV. D	FOGLIO 7 di 66

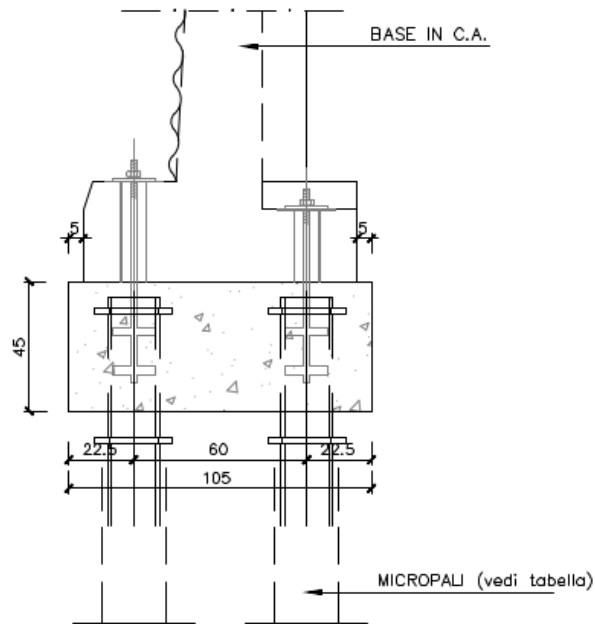


Figura 3 Base in c.a. tipo BM95 e cordolo

TIRAFONDI PER BASE IN C.A. TIPO M110  
Scala 1:20

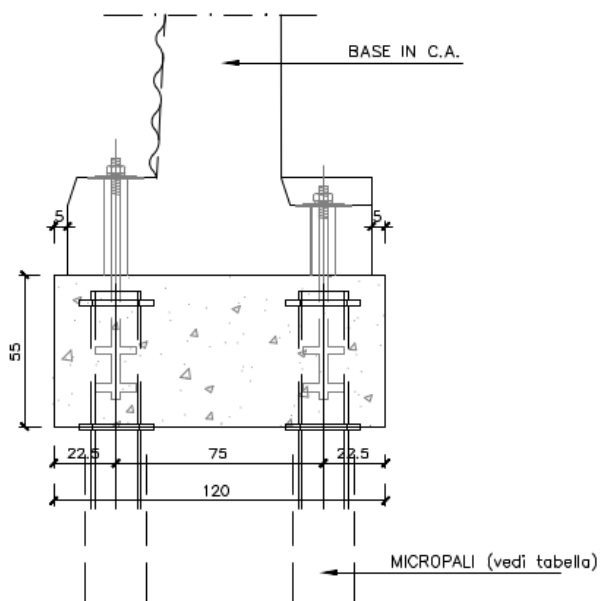


Figura 4 Base in c.a. tipo BM110 e cordolo

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>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Barriere antirumore</b> Relazione di calcolo delle fondazioni	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>BA.00.0.0.002</td> <td>D</td> <td>8 di 66</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	BA.00.0.0.002	D	8 di 66
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	BA.00.0.0.002	D	8 di 66								

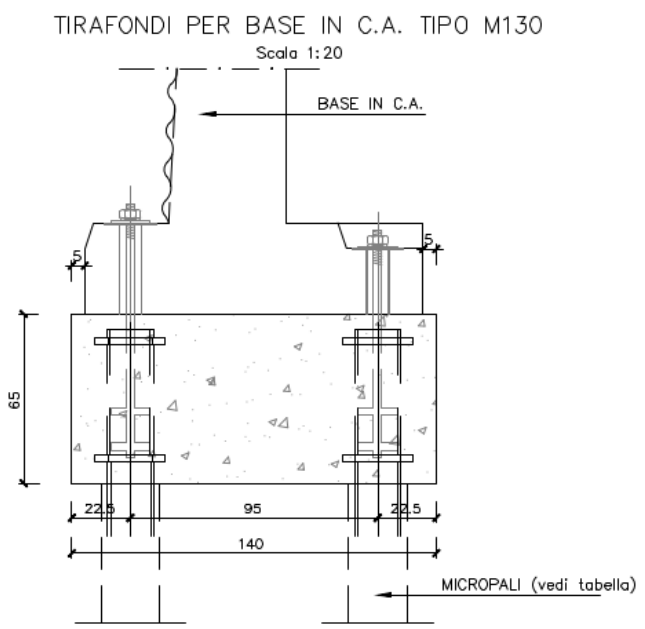


Figura 5 Base in c.a. tipo BM130 e cordolo



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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Barriere antirumore Relazione di calcolo delle fondazioni	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO BA.00.0.0.002	REV. D	FOGLIO 9 di 66

Di seguito si riportano le opere oggetto di dimensionamento presenti sulla linea.

LOTTO 2	CODICE	LATO	PK INIZIO	PK FINE	LUNGHEZZA EFFETTIVA	TIPOLOGIA	BASE	CORDOLO
Lotto 2	BA34	PARI	27+700,000	28+018,300	318.3	H8	BM-130_R	140X65
Lotto 2	BA35	DISPARI	27+700,000	28+143,000	443	H6	BM-110_R	120X55
Lotto 2	BA36	DISPARI	28+143,000	28+169,000	26	H4	BM-110_R	120X55
Lotto 2	BA37	DISPARI	28+169,000	28+450,000	281	H6	BM-110_R	120X55
Lotto 2	BA38	DISPARI	28+450,000	28+656,000	206	H2	BM95_R	105X45
Lotto 2	BA39	DISPARI	28+635,300	28+750,000	114.7	H6	BM-110_R	105X45
Lotto 2	BA40	PARI	28+700,000	28+800,000	100	H3	BM-110_R	105X45
Lotto 2	BA41	DISPARI	30+590,000	30+750,000	160	H1	BM95_R	105X45
Lotto 2	BA42	DISPARI	30+750,000	30+924,000	174	H5	BM-110_R	120X55
Lotto 2	BA43	DISPARI	30+975,000	31+190,000	215	H5	BM-110_R	120X55
Lotto 2	BA44	PARI	30+986,000	31+310,000	324	H5	BM-110_R	120X55
Lotto 2	BA45	PARI	31+459,700	31+873,200	413.5	H4	BM-110_R	120X55
Lotto 2	BA46	PARI	37+690,000	38+175,000	485	H6	BM-110_R	120X55
Lotto 2	BA47	DISPARI	37+690,000	37+861,900	171.9	H5	BM-110_R	120X55
Lotto 2	BA48	DISPARI	37+861,900	38+173,200	311.3	H7	BM-110_R	120X55
Lotto 2	BA49	DISPARI	38+173,200	38+400,000	226.8	H6	BM-110_R	120X55
Lotto 2	BA50	DISPARI	38+400,000	38+460,000	60	H4	BM-110_R	120X55
Lotto 2	BA51	DISPARI	38+450,000	38+830,000	380	H6	BM-110_R	120X55
Lotto 2	BA52	DISPARI	38+885,000	39+050,000	165	H7	BM-110_R	120X55
Lotto 2	BA53	PARI	38+526,000	38+691,000	165	H6	BM-110_R	120X55
Lotto 2	BA54	PARI	38+691,000	38+724,000	33	H4	BM-110_R	120X55
Lotto 2	BA55	PARI	38+726,000	38+831,000	105	H2	BM95_R	105X45

Tabella 2 Elenco delle opere in oggetto

Nei seguenti paragrafi sono riportate le normative di riferimento, le caratteristiche dei materiali impiegati, i metodi di analisi utilizzati ed i risultati delle verifiche effettuate.

## 1.2 UNITÀ DI MISURA

Se non diversamente specificato nel seguito si adotteranno le seguenti unità di misura:

- per le lunghezze ⇒ m, mm
- per i carichi ⇒ kN, kN/m<sup>2</sup>, kN/m<sup>3</sup>
- per le azioni di calcolo ⇒ kN, kNm
- per le tensioni ⇒ MPa

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Barriere antirumore Relazione di calcolo delle fondazioni	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO BA.00.0.0.002	REV. D	FOGLIO 10 di 66

## 2 **NORMATIVE DI RIFERIMENTO**

Di seguito si riporta l'elenco generale delle Normative Nazionali ed internazionali vigenti alla data di redazione del presente documento, quale riferimento per la redazione degli elaborati tecnici e/o di calcolo dell'intero progetto nell'ambito della quale si inserisce l'opera oggetto della presente relazione:

- Rif. [1] Ministero delle Infrastrutture, DM 14 gennaio 2008, «Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni»
- Rif. [2] Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, circolare 2 febbraio 2009, n. 617 C.S.LL.PP., «Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008»
- Rif. [3] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE I / Aspetti Generali (RFI DTC SI MA IFS 001 A)
- Rif. [4] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 1 / Ambiente e Geologia (RFI DTC SI AG MA IFS 001 A – rev 30/12/2016)
- Rif. [5] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 2 / Ponti e Strutture (RFI DTC SI PS MA IFS 001 A– rev 30/12/2016 )
- Rif. [6] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 3 / Corpo Stradale (RFI DTC SI CS MA IFS 001 A– rev 30/12/2016)
- Rif. [7] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 4 / Gallerie (RFI DTC SI GA MA IFS 001 A– rev 30/12/2016)
- Rif. [8] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 5 / Prescrizioni per i Marciapiedi e le Pensiline delle Stazioni Ferroviarie a servizio dei Viaggiatori (RFI DTC SI CS MA IFS 002 A– rev 30/12/2016)
- Rif. [9] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 6 / Sagome e Profilo minimo degli ostacoli (RFI DTC SI CS MA IFS 003 A– rev 30/12/2016)
- Rif. [10] Regolamento (UE) N.1299/2014 della Commissione del 18 Novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell'Unione europea
- Rif. [11] Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture, Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento (UNI EN 1991-1-4)
- Rif. [12] UNI 11104: Calcestruzzo: Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Barriere antirumore Relazione di calcolo delle fondazioni	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO BA.00.0.0.002	REV. D	FOGLIO 11 di 66

## 2.1 ELABORATI DI RIFERIMENTO

Costituiscono parte integrante di quanto esposto nel presente documento, l'insieme degli elaborati di progetto specifici relativi all'opera in esame e riportati in elenco elaborati.

Relazione tecnica generale	IF2R.2.2.E.ZZ.RG.BA.00.0.0.001
Relazione di calcolo Fondazioni	IF2R.2.2.E.ZZ.CL.BA.00.0.0.002
Prospetti e Sezioni tipo barriere antirumore	IF2R.2.2.E.ZZ.BZ.BA.00.0.0.001
Particolari costruttivi barriere antirumore	IF2R.2.2.E.ZZ.BZ.BA.00.0.0.002
Montanti metallici tipo H1	IF2R.2.2.E.ZZ.BZ.BA.00.0.0.003
Montanti metallici tipo H2	IF2R.2.2.E.ZZ.BZ.BA.00.0.0.004
Montanti metallici tipo H3	IF2R.2.2.E.ZZ.BZ.BA.00.0.0.005
Montanti metallici tipo H4	IF2R.2.2.E.ZZ.BZ.BA.00.0.0.006
Montanti metallici tipo H5	IF2R.2.2.E.ZZ.BZ.BA.00.0.0.007
Montanti metallici tipo H6	IF2R.2.2.E.ZZ.BZ.BA.00.0.0.008
Montanti metallici tipo H7	IF2R.2.2.E.ZZ.BZ.BA.00.0.0.009
Montanti metallici tipo H8	IF2R.2.2.E.ZZ.BZ.BA.00.0.0.010
Particolari costruttivi montanti metallici tipo H1-H2 - Tav 1 di 2	IF2R.2.2.E.ZZ.BZ.BA.00.0.0.011
Particolari costruttivi montanti metallici tipo H1-H2 - Tav 2 di 2	IF2R.2.2.E.ZZ.BZ.BA.00.0.0.012
Particolari costruttivi montanti metallici tipo H3-H7 - Tav 1 di 2	IF2R.2.2.E.ZZ.BZ.BA.00.0.0.013
Particolari costruttivi montanti metallici tipo H3-H7 - Tav 2 di 2	IF2R.2.2.E.ZZ.BZ.BA.00.0.0.014
Particolari costruttivi montanti metallici tipo H8 - Tav 1 di 2	IF2R.2.2.E.ZZ.BZ.BA.00.0.0.015
Particolari costruttivi montanti metallici tipo H8 - Tav 2 di 2	IF2R.2.2.E.ZZ.BZ.BA.00.0.0.016
Montanti metallici tipo H2 su viadotto	IF2R.2.2.E.ZZ.BZ.BA.00.0.0.018
Montanti metallici tipo H4 su viadotto	IF2R.2.2.E.ZZ.BZ.BA.00.0.0.019
Predisposizioni ancoraggi barriere acustiche su viadotto	IF2R.2.2.E.ZZ.BZ.BA.00.0.0.020
Tirafondi tipo per basi barriere antirumore	IF2R.2.2.E.ZZ.BZ.BA.00.0.0.021
Carpenteria basi tipo BT95	IF2R.2.2.E.ZZ.BZ.BA.00.0.0.022
Carpenteria basi tipo BM95	IF2R.2.2.E.ZZ.BZ.BA.00.0.0.023
Carpenteria basi tipo BM110	IF2R.2.2.E.ZZ.BZ.BA.00.0.0.024
Carpenteria basi tipo BM130	IF2R.2.2.E.ZZ.BZ.BA.00.0.0.025
Fondazioni su pali per basi tipo BM110	IF2R.2.2.E.ZZ.BZ.BA.00.0.0.026
Fondazioni su pali per basi tipo BM130	IF2R.2.2.E.ZZ.BZ.BA.00.0.0.027
Uscita di servizio barriera antirumore	IF2R.2.2.E.ZZ.BZ.BA.00.0.0.028
Particolari messa a terra barriere antirumore	IF2R.2.2.E.ZZ.BZ.BA.00.0.0.029
Prescrizioni e tabelle materiali	IF2R.2.2.E.ZZ.TT.BA.00.0.0.001

Tabella 3 Estratto elenco elaborati – Progetto esecutivo – 2° Sub-Lotto

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Barriere antirumore Relazione di calcolo delle fondazioni	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO BA.00.0.0.002	REV. D	FOGLIO 12 di 66

### 3 RELAZIONE SUI MATERIALI

#### 3.1 CALCESTRUZZO PER ELEVAZIONI E FONDAZIONI C28/35

Valore caratteristico della resistenza a compressione cubica a 28 gg:

$$R_{ck} = 35 \text{ MPa}$$

Valore caratteristico della resistenza a compressione cilindrica a 28 gg:

$$f_{ck} = 29.1 \text{ MPa} \quad (0,83 \cdot R_{ck})$$

Resistenza a compressione cilindrica media:

$$f_{cm} = 37.1 \text{ MPa} \quad (f_{ck} + 8)$$

Resistenza a trazione assiale:

$$f_{ctm} = 2.83 \text{ MPa} \quad \text{Valore medio}$$

$$f_{ctk,0,05} = 1.98 \text{ MPa} \quad \text{Valore caratteristico frattile 5\%}$$

Resistenza a trazione per flessione:

$$f_{ctm} = 3.4 \text{ MPa} \quad \text{Valore medio}$$

$$f_{ctk,0,05} = 2.4 \text{ MPa} \quad \text{Valore caratteristico frattile 5\%}$$

Coefficiente parziale per le verifiche agli SLU:

$$\gamma_c = 1.5$$

*Per situazioni di carico eccezionali, tale valore va considerato pari ad 1,0*

Resistenza di calcolo a compressione allo SLU:

$$f_{cd} = 16.5 \text{ MPa} \quad (0,85 \cdot f_{ck} / \gamma_s)$$

Resistenza di calcolo a trazione diretta allo SLU:

$$f_{ctd} = 1.32 \text{ MPa} \quad (f_{ctk,0,05} / \gamma_s)$$

Resistenza di calcolo a trazione per flessione SLU:

$$f_{ctd} = 1.59 \text{ MPa} \quad 1,2 \cdot f_{ctd}$$

*Per spessori minori di 50mm e calcestruzzi ordinari, tale valore va ridotto del 20%*

Modulo di elasticità normale :

$$E_{cm} = 32588 \text{ MPa}$$

Modulo di elasticità tangenziale:

$$G_{cm} = 13578 \text{ MPa}$$

Modulo di Poisson:

$$\nu = 0.2$$

□

Coefficiente di dilatazione lineare

$$\alpha = 0.00001 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

Tensione di aderenza di calcolo acciaio-calcestruzzo

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Barriere antirumore Relazione di calcolo delle fondazioni	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO BA.00.0.0.002	REV. D	FOGLIO 13 di 66

$$\eta = 1.00$$

$$f_{bd} = \boxed{2.98} \text{ MPa} \quad (2,25 \cdot f_{ctk} \cdot \eta / \gamma_s)$$

*Nel caso di armature molto addensate, o ancoraggi in zona tesa tale valore va diviso per 1,5*

**Tensioni massime per la verifica agli SLE** (Prescrizioni Manuale RFI Parte 2-Sezione 2)

$$\sigma_{\text{cmax QP}} = (0,40 f_{ck}) = \boxed{11.62} \text{ MPa} \quad (\text{Combinazione di Carico Quasi Permanente})$$

$$\sigma_{\text{cmax R}} = (0,55 f_{ck}) = \boxed{15.98} \text{ MPa} \quad (\text{Combinazione di Carico Caratteristica - Rara})$$

*Per spessori minori di 50mm e calcestruzzi ordinari, tale valori vanno ridotti del 20%*

Di seguito si riportano le caratteristiche dei materiali previsti per la realizzazione delle strutture oggetto di calcolo nell'ambito del presente documento:

### 3.2 MISCELA CEMENTIZIA PER MICROPALI C25/30

**Valore caratteristico della resistenza a compressione cubica a 28 gg:**

$$R_{ck} = \boxed{30} \text{ MPa}$$

**Valore caratteristico della resistenza a compressione cilindrica a 28 gg:**

$$f_{ck} = \boxed{24.9} \text{ MPa} \quad (0,83 \cdot R_{ck})$$

**Resistenza a compressione cilindrica media:**

$$f_{cm} = 32.9 \text{ MPa} \quad (f_{ck} + 8)$$

**Resistenza a trazione assiale:**

$$f_{ctm} = \boxed{2.56} \text{ MPa} \quad \text{Valore medio}$$

$$f_{ctk,0,05} = \boxed{1.79} \text{ MPa} \quad \text{Valore caratteristico frattile 5\%}$$

**Resistenza a trazione per flessione:**

$$f_{ctm} = \boxed{3.1} \text{ MPa} \quad \text{Valore medio}$$

$$f_{ctk,0,05} = \boxed{2.1} \text{ MPa} \quad \text{Valore caratteristico frattile 5\%}$$

**Coefficiente parziale per le verifiche agli SLU:**

$$\gamma_c = \mathbf{1.5}$$

*Per situazioni di carico eccezionali, tale valore va considerato pari ad 1,0*

**Resistenza di calcolo a compressione allo SLU:**

$$f_{cd} = \boxed{14.1} \text{ MPa} \quad (0,85 \cdot f_{ck} / \gamma_s)$$

**Resistenza di calcolo a trazione diretta allo SLU:**

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO												
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
Barriere antirumore Relazione di calcolo delle fondazioni	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>BA.00.0.0.002</td> <td>D</td> <td>14 di 66</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	BA.00.0.0.002	D	14 di 66
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	BA.00.0.0.002	D	14 di 66								

$$f_{ctd} = 1.19 \text{ MPa} \quad (f_{ctk\ 0,05} / \gamma_s)$$

**Resistenza di calcolo a trazione per flessione SLU:**

$$f_{ctd\ r} = 1.43 \text{ MPa} \quad 1,2 \cdot f_{ctd}$$

*Per spessori minori di 50mm e calcestruzzi ordinari, tale valore va ridotto del 20%*

**Modulo di elasticità normale :**

$$E_{cm} = 31447 \text{ MPa}$$

**Modulo di elasticità tangenziale:**

$$G_{cm} = 13103 \text{ MPa}$$

**Modulo di Poisson:**

$$\nu = 0.2$$

**Coefficiente di dilatazione lineare**

$$\alpha = 0.00001 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

**Tensione di aderenza di calcolo acciaio-calcestruzzo**

$$\eta = 1.00$$

$$f_{bd} = 2.69 \text{ MPa} \quad (2,25 \cdot f_{ctk} \cdot \eta / \gamma_s)$$

*Nel caso di armature molto addensate, o ancoraggi in zona tesa tale valore va diviso per 1,5*

**Tensioni massime per la verifica agli SLE** (Prescrizioni Manuale RFI Parte 2-Sezione 2)

$$\sigma_{cmax\ QP} = (0,40 f_{ck}) = 9.96 \text{ MPa} \quad (\text{Combinazione di Carico Quasi Permanente})$$

$$\sigma_{cmax\ R} = (0,55 f_{ck}) = 13.70 \text{ MPa} \quad (\text{Combinazione di Carico Caratteristica - Rara})$$

*Per spessori minori di 50mm e calcestruzzi ordinari, tale valori vanno ridotti del 20%*

### 3.3 CALCESTRUZZO NON STRUTTURALE C12/15

**Valore caratteristico della resistenza a compressione cubica a 28 gg:**

$$R_{ck} = 15 \text{ MPa}$$

**Valore caratteristico della resistenza a compressione cilindrica a 28 gg:**

$$f_{ck} = 12.5 \text{ MPa} \quad (0,83 \cdot R_{ck})$$

**Resistenza a compressione cilindrica media:**

$$f_{cm} = 20.5 \text{ MPa} \quad (f_{ck} + 8)$$

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Barriere antirumore Relazione di calcolo delle fondazioni	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO BA.00.0.0.002	REV. D	FOGLIO 15 di 66

### 3.4 ACCIAIO PER BARRE DI ARMATURA B450C

Tensione caratteristica di rottura:

$$f_{tk} = \boxed{540} \text{ MPa (frattile al 5\%)}$$

Tensione caratteristica allo snervamento:

$$f_{yk} = \boxed{450} \text{ MPa (frattile al 5\%)}$$

Fattore di sovraresistenza (nel caso di impiego di legame costitutivo tipo bilineare con incrudimento)

$$k = f_{tk}/f_{yk} = \boxed{1.20} \text{ MPa}$$

Allungamento a rottura (nel caso di impiego di legame costitutivo tipo bilineare con incrudimento)

$$(A_{gt})_k = \epsilon_{uk} = \boxed{7.5} \%$$

$$\epsilon_{ud} = 0,9 \epsilon_{uk} = \boxed{6.75} \%$$

Coefficiente parziale per le verifiche agli SLU:

$$\gamma_c = \mathbf{1.15}$$

Per situazioni di carico eccezionali, tale valore va considerato pari ad 1,0

Resistenza di calcolo allo SLU:

$$f_{yd} = \boxed{391.3} \text{ MPa } (f_{yk}/\gamma_s)$$

Modulo di elasticità :

$$E_f = \boxed{210000} \text{ MPa}$$

Tensione massima per la verifica agli SLE (Prescrizioni Manuale RFI Parte 2-Sezione 2)

$$\sigma_{s \max} = (0,75 f_{yk}) = \boxed{360} \text{ MPa} \quad \text{Combinazione di Carico Caratteristica(Rara)}$$

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Barriere antirumore Relazione di calcolo delle fondazioni	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO BA.00.0.0.002	REV. D	FOGLIO 16 di 66

### 3.5 ACCIAIO PER CARPETERIA METALLICA

Peso per unità di volume

$$\gamma = 78.5 \text{ kN/m}^3$$

Modulo elastico

$$E = 210000 \text{ N/mm}^2$$

Coefficiente di Poisson

$$\nu = 0.3$$

Coefficiente di espansione termica lineare

$$\alpha = 12 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

Coefficiente di sicurezza per la resistenza delle membrature

$$\gamma_{M0} = 1.05$$

### 3.6 PROFILI E LAMIERE NON SALDATE

Nome e qualità dell'acciaio **S 275 J0**

Spessore nominale dell'elemento			
t ≤ 40 mm		40 < t ≤ 80 mm	
$f_{yk}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_{tk}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_{yk}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_{tk}$ (N/mm <sup>2</sup> )
275	430	255	410

### 3.7 TRAVI E ELEMENTI SALDATI, TIRAFONDI E TUBI DELLA SELLA

Nome e qualità dell'acciaio **S 275 J2**

Spessore nominale dell'elemento			
t ≤ 40 mm		40 < t ≤ 80 mm	
$f_{yk}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_{tk}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_{yk}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_{tk}$ (N/mm <sup>2</sup> )
275	430	255	410



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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Barriere antirumore Relazione di calcolo delle fondazioni	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO BA.00.0.0.002	REV. D	FOGLIO 17 di 66

### 3.8 ACCIAIO PER MICROPALI

Nome e qualità dell'acciaio S 275JR

Spessore nominale dell'elemento			
t ≤ 40 mm		40 < t ≤ 80 mm	
$f_{yk}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_{tk}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_{yk}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_{tk}$ (N/mm <sup>2</sup> )
275	430	255	410

APPALTATORE:	<b>TELESE</b> 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
Barriere antirumore Relazione di calcolo delle fondazioni	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	BA.00.0.0.002	D	18 di 66

#### 4 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

La definizione del modello geotecnico di sottosuolo di riferimento per il dimensionamento delle strutture di fondazione dell'opera è trattata diffusamente nella specifica relazione geotecnica delle opere all'aperto. In particolare, i litotipi dei terreni presenti nei primi 15÷20m di profondità nelle aree di ubicazione delle fondazioni delle barriere antirumore sono costituiti da:

##### Unità ba2 – Sabbia, sabbia limosa

$\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\varphi' = 30^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$N_{spt} = 8 \div 25$	numero di colpi da prova SPT
$D_r = 30 \div 70\%$	densità relativa
$E_o = 100 \div 290 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale (a piccole deformazioni)

##### Unità ba3 – Argilla limosa

$\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\varphi' = 24^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 0 - 5 \text{ kPa}$	coesione drenata
$c_u = 45 \text{ kPa}$	coesione non drenata
$E_o = 90 \div 455 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale (a piccole deformazioni)

##### Unità bc1 – Ghiaia sabbiosa (Alluvioni antiche)

$\gamma = 19.5 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\varphi' = 34^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$N_{spt} = 7 \div R$	numero di colpi da prova SPT
$D_r = 35 \div 45\%$	densità relativa
$E_o = 200 \div 600 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale (a piccole deformazioni)

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Barriere antirumore Relazione di calcolo delle fondazioni	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO BA.00.0.0.002	REV. D	FOGLIO 19 di 66

### Unità bc2 – Sabbia, sabbia limosa (Alluvioni antiche)

$\gamma = 19.5 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\varphi' = 28^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$N_{spt} = 7 \div 40$	numero di colpi da prova SPT
$D_r = 25 \div 75\%$	densità relativa
$V_s = 150 \div 300 \text{ m/s}$	velocità delle onde di taglio
$G_o = 45 \div 180 \text{ MPa}$	modulo di deformazione a taglio iniziale (a piccole deformazioni)
$E_o = 120 \div 450 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale (a piccole deformazioni)

### Unità bc3 – Argilla limosa

$\gamma = 19.5 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\varphi' = 24^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 5 \text{ kPa}$	coesione drenata
$c_u = 100 \text{ kPa}$	coesione non drenata
$E_o = 90 \div 450 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale (a piccole deformazioni)

### Unità bn1 – Ghiaia sabbiosa (Alluvioni terrazzate)

$\gamma = 20.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\varphi' = 34^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$N_{spt} = 15 \div R$	numero di colpi da prova SPT
$D_r = 30 \div 85\%$	densità relativa
$E_o = 200 \div 5000 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale (a piccole deformazioni)

Si osservi che i terreni di fondazione sono costituiti essenzialmente da terreni incoerenti (sabbie-limose e/o ghiaie sabbiose). Per il calcolo delle fondazioni, come evidenziato al paragrafo dedicato, è stato considerato cautelativamente un valore di  $N_{spt}$  pari a 15.

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Barriere antirumore Relazione di calcolo delle fondazioni	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO BA.00.0.0.002	REV. D	FOGLIO 20 di 66

### Unità bn2 – Sabbia, sabbia limosa

$\gamma = 19.5 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\varphi' = 30^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$E_o = 200\div 4550 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale (a piccole deformazioni)

\*\*\*\*\*

Il terreno da rilevato è invece costituito dal riporto ferroviario avente le seguenti proprietà:

### Terreno di Rinfiango: Terreno da rilevato Ferroviario

$\gamma_{\text{nat}} = 20 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\varphi' = 38^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$\nu = 0.20$	coefficiente di Poisson
$E_o = 300\div 400 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale

Gli spessori di rilevato ferroviario presenti lungo la linea nelle aree di ubicazione delle barriere variano da 0m a circa 7m di altezza.

APPALTATORE: <b>TELESE</b> 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Barriere antirumore Relazione di calcolo delle fondazioni	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO BA.00.0.0.002	REV. D	FOGLIO 21 di 66

## 5 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

Nel seguente paragrafo è riportata la valutazione dei parametri di pericolosità sismica necessari per la determinazione delle azioni sismiche di progetto dell'opera cui si riferisce il presente documento, in accordo a quanto specificato dal D.M. 14 Gennaio 2008 e relativa circolare applicativa.

A favore di sicurezza si considera la massima accelerazione ( $a_{max}$ ) presente lungo l'intero tracciato di progetto a partire dalla massima accelerazione sul suolo rigido ( $a_g/g$ ) e del coefficiente stratigrafico ( $S_s$ ) e topografico ( $S_T$ ).

### FASE 1: Individuazione della pericolosità del sito

Regione: Campania  
Provincia: Benevento  
Comune: Ponte

#### Valori dei parametri $a_g, F_0, T_C^*$

$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_C^*$ [s]
30	0.061	2.424	0.280
50	0.083	2.365	0.295
72	0.100	2.339	0.313
101	0.120	2.336	0.322
140	0.142	2.325	0.332
201	0.171	2.316	0.343
475	0.261	2.301	0.369
975	0.355	2.334	0.391
2475	0.494	2.462	0.432

Tabella 4 Individuazione della pericolosità sismica del sito

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Barriere antirumore Relazione di calcolo delle fondazioni	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO BA.00.0.0.002	REV. D	FOGLIO 22 di 66

**FASE 2: Scelta della strategia di progettazione**

Vita nominale della costruzione (in anni) - $V_N$ :	75
Coefficiente d'uso della costruzione - $c_U$ :	1.5

**Valori di progetto:**

Periodo di riferimento per la costruzione - $V_R$ :	112.5
Periodo di ritorno per la definizione dell'azione sismica:	

SLE	SLO - PVR = 81%	68	[anni]
	SLD - PVR = 63%	113	[anni]
SLU	SLV - PVR = 10%	1068	[anni]
	SLC - PVR = 5%	2193	[anni]

**Valori dei parametri per i periodi di ritorno associati a ciascuno SL:**

STATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_C^*$ [s]
SLO	68	0.097	2.343	0.310
SLD	113	0.127	2.332	0.326
SLV	1068	0.367	2.346	0.395
SLC	2193	0.473	2.445	0.427

*Tabella 5 Scelta della strategia di progettazione*

**Parametri indipendenti:**

STATO LIMITE	SLV	
$a_g$	0.367	[g]
$F_0$	2.346	[-]
$T_C^*$	0.395	[s]
$S_S$	1.184	[-]
$C_C$	1.427	[-]
$S_T$	1	[-]
$q$	1	[-]

**Parametri dipendenti:**

$S$	1.184	[-]
$\eta$	1.00	[-]
$T_B$	0.19	[s]
$T_C$	0.56	[s]
$T_D$	3.068	[s]
$a_{max}$	<b>0.434</b>	<b>[g]</b>

*Tabella 6 Determinazione dell'azione di progetto*

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Barriere antirumore Relazione di calcolo delle fondazioni	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO BA.00.0.0.002	REV. D	FOGLIO 23 di 66

## 6 ANALISI DEI CARICHI

Si riporta di seguito la valutazione dei carichi elementari considerati nel dimensionamento della struttura in esame.

Le condizioni di carico considerate complessivamente, sono quelle riportate nell'elenco seguente:

CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARI	
1	Permanenti Strutturali (G1)
2	Permanenti non strutturali (G2)
3	Vento (Q1)
4	Effetti aerodinamici (Q2)
5	Sisma (E)

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Barriere antirumore Relazione di calcolo delle fondazioni	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO BA.00.0.0.002	REV. D	FOGLIO 24 di 66

## 6.1 PERMANENTI STRUTTURALI (G1)

### 6.1.1 Elementi in acciaio

Nella tabella sottostante sono riassunti i pesi propri degli elementi strutturali in acciaio.

<b>PERMANENTI STRUTTURALI (G1) - Elementi in acciaio</b>					
Tipologia	Descrizione	Peso unitario	Quantità	Peso Proprio	Peso Tot
(-)	(-)	(kN)	(-)	(kN)	(kN)
H0 - H2	2 Tondi F30	0.06	4.00	0.22	0.77
	Tubo Ø 88.9x6.3	0.13	1.97	0.25	
	Piatti da 130 mm	0.08	0.38	0.03	
	Profilo a 2T	0.54	0.50	0.27	
H3 - H7	2 Tondi F30	0.06	10.00	0.55	3.202
	Tubo Ø 88.9x6.3	0.13	4.97	0.64	
	Piatti da 130 mm	0.08	1.32	0.11	
	Profilo a T	0.40	3.98	1.58	
	Profilo a 2T	0.66	0.50	0.33	
H8 - H10	2 Tondi F30	0.06	13.00	0.72	6.604
	Tubo Ø 88.9x6.3	0.29	6.50	1.87	
	Piatti da 130 mm	0.08	1.48	0.12	
	Piatti da 180 mm	0.11	0.30	0.03	
	Piatti spessi 12 mm	0.01	3.00	0.02	
	Profilo a T	0.62	4.50	2.78	
	Profilo a 2T	4.26	0.25	1.06	

Tabella 7 Permanenti strutturali – Elementi in acciaio

dove, ad esempio per il tipologico H0-H2:

- $0.22 \text{ kN} = 0.06 \times 4$
- $0.77 \text{ kN} = 0.22 \text{ kN} + 0.25 \text{ kN} + 0.03 \text{ kN} + 0.27 \text{ kN}$



APPALTATORE: <b>TELESE</b> 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Barriere antirumore Relazione di calcolo delle fondazioni	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO BA.00.0.0.002	REV. D	FOGLIO 25 di 66

### 6.1.2 Basi montanti in c.a.

Nella tabella sottostante sono riassunti i pesi propri degli elementi strutturali costituenti il montante in c.a.

<b>PERMANENTI STRUTTURALI (G1) - Basi montanti in c.a.</b>					
Tipologia	Descrizione	Peso unitario	Quantità	Peso Proprio	Peso Tot
(-)	(-)	(kN)	(-)	(kN)	(kN)
BM95	Base in cls	28	1.50	42	54
	zoccolo	8	1.50	12	
BM110	Base in cls	28	1.50	42	56
	zoccolo	10	1.50	14	
BM130	Base in cls	28	1.50	42	59
	zoccolo	11	1.50	17	

Tabella 8 Permanenti strutturali – Montanti in c.a.

dove, ad esempio per il montante BM 95:

- 42 kN = 28 kN x 1.5
- 54 kN = 42 kN + 12 kN

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Barriere antirumore Relazione di calcolo delle fondazioni	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO BA.00.0.0.002	REV. D	FOGLIO 26 di 66

### 6.1.3 Cordolo in c.a.

Nella tabella sottostante sono riassunti i pesi propri degli elementi strutturali costituenti il cordolo in c.a.

<b>PERMANENTI STRUTTURALI (G1) - Cordoli di fondazione in c.a.</b>					
Tipologia	Descrizione	Peso unitario	Quantità	Peso Proprio	Peso Tot
(-)	(-)	(kN)	(-)	(kN)	(kN)
1	105x45	12	1.50	18	18
2	120x55	16.50	1.50	25	25
3	140x65	22.75	1.50	34	34

Tabella 9 Permanenti strutturali – Cordolo in c.a.

dove:

$$18 \text{ kN} = 1.05 \text{ m} \times 0.45 \text{ m} \times 25 \text{ kN/m}^3 \times 1.5 = 18 \text{ kN}$$

### 6.2 PERMANENTI NON STRUTTURALI (G2)

I pannelli fonoassorbenti che si ipotizza di montare sono pannelli leggeri in acciaio inox che contengono materiale fonoassorbente. Si considera che tali pannelli possano essere asciutti o imbevuti di acqua e che il peso valga rispettivamente 500 N/m<sup>2</sup> e 1500 N/m<sup>2</sup>.

<b>PERMANENTI NON STRUTTURALI (G2) - Pannelli fonoassorbenti</b>					
Tipologia	altezza acustica	altezza effettiva	$L_{pf}$	$W_{pf,asc}$	$W_{pf,bag}$
(-)	(m)	(m)	(m)	(kN)	(kN)
H2	2.98	0.98	3.00	1.47	4.41
H5	4.93	2.93	3.00	4.40	13.19
H7	5.91	3.91	3.00	5.87	17.60
H10	7.38	5.38	3.00	8.07	24.21

Tabella 10 Permanenti non strutturali – Pannelli fonoassorbenti

dove:

$$\text{Altezza effettiva} = \text{Altezza acustica} - 2 \text{ m}$$

$$1.47 \text{ kN} = 0.98 \text{ m} \times 3 \text{ m} \times 0.5 \text{ kN/m}^2$$

$$4.41 \text{ kN} = 0.98 \text{ m} \times 3 \text{ m} \times 1.5 \text{ kN/m}^2$$

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Barriere antirumore Relazione di calcolo delle fondazioni	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO BA.00.0.0.002	REV. D	FOGLIO 27 di 66

### 6.3 AZIONE DEL VENTO (Q1)

Il vento, la cui direzione si considera generalmente orizzontale, esercita sulle costruzioni azioni che variano nel tempo e nello spazio provocando, in generale, effetti dinamici.

Le azioni del vento sono valutate secondo le NTC2008.

Per le costruzioni usuali tali azioni sono convenzionalmente ricondotte ad azioni statiche equivalenti dirette secondo due assi principali della struttura, tali azioni esercitano normalmente all'elemento di parete o di copertura, pressioni e depressioni  $p$  (indicate rispettivamente con segno positivo e negativo) di intensità calcolate con la seguente espressione (NTC §3.3.4):

$$p = q_b c_e c_p c_d$$

- $q_b$  - Pressione cinetica di riferimento
- $c_e$  - Coefficiente di esposizione
- $c_p$  - Coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico)
- $c_d$  - Coefficiente dinamico.

<b>AZIONE DEL VENTO § 3.3 NTC18</b>			
Zona	$v_{b,0}$ [m/s]	$a_0$ [m]	$k_a$ [1/s]
3	27	500	0.02
$a_s$ (altitudine sul livello del mare [m])			70
$T_R$ (Tempo di ritorno [anni])			75
$v_b = v_{b,0}$	per $a_s \leq a_0$		
$v_b = v_{b,0} + k_a (a_s - a_0)$	per $a_0 < a_s \leq 1500$ m		
Velocità base:	$v_b (T_R = 50)$ [m/s]	27.00	
Coefficiente di ritorno:	$\alpha_R (T_R)$	1.02	
Velocità di riferimento:	$v_b (T_R)$ [m/s]	27.63	
Pressione cinetica di riferimento:	$q_b$ [kN/m <sup>2</sup> ]	0.477	

$$q_b = \frac{1}{2} \rho v_b^2 \quad (\text{NTC §3.3.6})$$

Tabella 11 Azione del vento

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO												
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
Barriere antirumore Relazione di calcolo delle fondazioni	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>BA.00.0.0.002</td> <td>D</td> <td>28 di 66</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	BA.00.0.0.002	D	28 di 66
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	BA.00.0.0.002	D	28 di 66								

**Tab. 3.3.III Classe di rugosità: D**

D) Aree prive di ostacoli (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, mare, laghi.....)

**Fig. 3.3.2 Categoria di Esposizione: III**

$k_r$	$z_0$ [m]	$z_{min}$ [m]	$c_t$
0.2	0.1	5	1
$c_e(z) = k_r^2 \cdot c_t \cdot \ln(z/z_0) [7 + c_t \cdot \ln(z/z_0)]$			per $z \geq z_{min}$
$c_e(z) = c_e(z_{min})$			per $z < z_{min}$

**Fig. 3.3.3 Coefficiente di esposizione**

Altezza sul suolo:	$z \leq 5$	$z = 0$	$z = 20$
$c_e$ [-]	1.71	1.71	2.606

Tabella 12 Classe di rugosità, categoria di esposizione

In accordo con il §7.4.1 di EC1– 1-4 “Pareti isolate e parapetti” è necessario che i coefficienti di pressione netta siano specificati per le zone A, B, C; D.

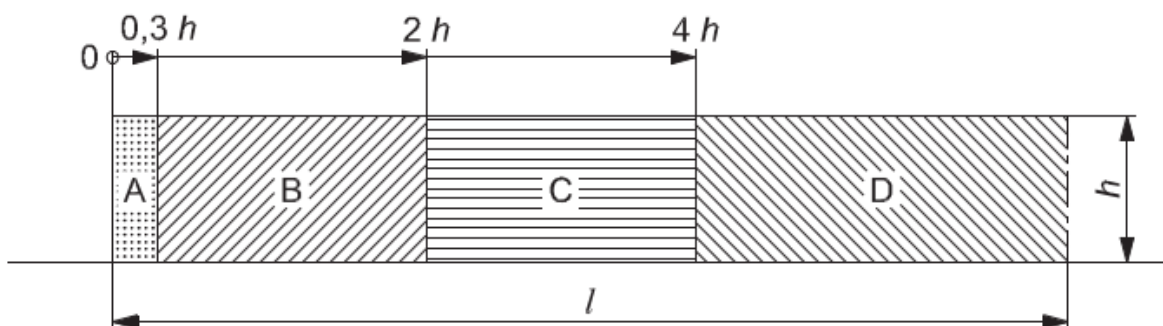


Figura 6 Legenda per le zone relative alle pareti isolate e ai parapetti [EC1-1-4]

Solidità	Zona	A	B	C	D	
$\varphi = 1$	Senza angoli di ritorno	$l/h \leq 3$	2,3	1,4	1,2	1,2
		$l/h = 5$	2,9	1,8	1,4	1,2
		$l/h \geq 10$	3,4	2,1	1,7	1,2
	Con angoli di ritorno di lunghezza $\geq h^a$	2,1	1,8	1,4	1,2	
$\varphi = 0,8$		1,2	1,2	1,2	1,2	

a) Per angoli di ritorno aventi lunghezza compresa tra 0,0 e h si può impiegare l'interpolazione lineare.

Tabella 13 Valori raccomandati dei coefficienti di forma per pareti isolate e parapetti [EC1-1-4]

A favore di sicurezza si assume un valore di  $c_p=2.1$

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Barriere antirumore Relazione di calcolo delle fondazioni	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO BA.00.0.0.002	REV. D	FOGLIO 29 di 66

<b>PRESSIONE DEL VENTO</b>		
<i>Pressione cinetica di riferimento: <math>q_b</math></i>	0.477	[kN/m <sup>2</sup> ]
<i>Coefficiente di esposizione <math>c_e</math>:</i>	2.606	[-]
<i>Coefficiente di forma <math>c_p</math>:</i>	2.1	[-]
<i>Coefficiente dinamico <math>c_d</math>:</i>	1	[-]
<b>Pressione del vento</b>	<b>2.61</b>	<b>[kN/m<sup>2</sup>]</b>

Tabella 14 Pressione del vento

Si fa notare che le sollecitazioni più gravose non si ottengono assumendo  $c_p=3.4$  in quanto questo si applica su una porzione di barriera di lunghezza pari  $0.3 H$  (vedi Tabella 13) mentre  $c_p=2.1$  si applica su una lunghezza di  $1.7H$ .

Nel caso della barriera acustica caratterizzata dall'altezza maggiore ( $H=8.97 \text{ m} = 7.65 \text{ m} + 1.32 \text{ m}$ ) si ottengono le sollecitazioni riportate in Tabella 15.

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO												
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
Barriere antirumore Relazione di calcolo delle fondazioni	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>BA.00.0.0.002</td> <td>D</td> <td>30 di 66</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	BA.00.0.0.002	D	30 di 66
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	BA.00.0.0.002	D	30 di 66								

COEFFICIENTE AERODINAMICO (Appendice G - CNR-DT 207 R1/2018)																							
Zona	A																						
$C_{p,A}$	=	3.4	coefficiente aerodinamico																				
L	=	2.691 [m]	estensione $0.3H \rightarrow 0.3 \times 8.97 = 2.691$ [m]																				
Zona	B																						
$C_{p,B}$	=	2.1	coefficiente aerodinamico																				
L	=	15.249 [m]	estensione $1.7H \rightarrow 1.7 \times 8.97 = 15.249$ [m]																				
Zona	C																						
$C_{p,C}$	=	1.7	coefficiente aerodinamico																				
L	=	17.94 [m]	estensione																				
Zona	D																						
$C_{p,D}$	=	1.4	coefficiente aerodinamico																				
l	=	- [m]	estensione																				
PRESSIONE DEL VENTO (Par. 3.3.4 NTC2018)																							
$c_d$	=	1	coefficiente dinamico																				
Zona	A																						
p	=	4.23 [kN/mq]	pressione del vento																				
Zona	B																						
p	=	2.61 [kN/mq]	pressione del vento																				
Zona	C																						
p	=	2.11 [kN/mq]	pressione del vento																				
Zona	D																						
p	=	1.74 [kN/mq]	pressione del vento																				
SOLLECITAZIONI NOMINALI - SLE																							
Zona	A																						
$Q_{montante,A}$	=	6.34 [kN/m]																					
M	=	255.22 [kNm]	momento alla base																				
N	=	3.18 [kN]	azione assiale alla base																				
V	=	56.91 [kN]	taglio alla base																				
Zona	B																						
$Q_{montante,B}$	=	7.84 [kN/m]																					
M	=	315.27 [kNm]	momento alla base																				
N	=	3.18 [kN]	azione assiale alla base																				
V	=	70.29 [kN]	taglio alla base																				
Zona	C																						
$Q_{montante,B}$	=	6.34 [kN/m]																					
M	=	255.22 [kNm]	momento alla base																				
N	=	3.18 [kN]	azione assiale alla base																				
V	=	56.91 [kN]	taglio alla base																				
Zona	D																						
$Q_{montante,B}$	=	5.22 [kN/m]																					
M	=	210.18 [kNm]	momento alla base																				
N	=	3.18 [kN]	azione assiale alla base																				
V	=	46.86 [kN]	taglio alla base																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th><math>M_{SLE}</math></th> <th><math>N_{SLE}</math></th> <th><math>V_{SLE}</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>255</td> <td>3</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>315</td> <td>3</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>6</td> <td>3</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>210</td> <td>3</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>					$M_{SLE}$	$N_{SLE}$	$V_{SLE}$	A	255	3	-	B	315	3	-	C	6	3	-	D	210	3	-
	$M_{SLE}$	$N_{SLE}$	$V_{SLE}$																				
A	255	3	-																				
B	315	3	-																				
C	6	3	-																				
D	210	3	-																				

Tabella 15

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO												
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
Barriere antirumore Relazione di calcolo delle fondazioni	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>BA.00.0.0.002</td> <td>D</td> <td>31 di 66</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	BA.00.0.0.002	D	31 di 66
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	BA.00.0.0.002	D	31 di 66								

## 6.4 EFFETTI AEREODINAMICI ASSOCIATI AL PASSAGGIO DEI CONVOGLI FERROVIARI (Q2)

Gli effetti delle azioni aerodinamiche dovute al traffico ferroviario sono state valutate in accordo a quanto riportato al punto 2.5.1.4.6. delle istruzioni RFI [RFI DTC SI PS MA IFS 001 A] e al paragrafo 5.2.2.7 delle NTC 2008. Queste ultime prevedono che il passaggio dei convogli ferroviari induca sulle superfici situate in prossimità della linea ferroviaria (per esempio, barriere antirumore) onde di pressione e depressione. Le azioni possono essere schematizzate mediante carichi statici equivalenti agente nelle zone prossime alla testa e alla coda del treno.

Per la linea in esame è possibile considerare, cautelativamente, convogli con forme aerodinamiche sfavorevoli e aventi velocità di linea pari a 200 km/h.

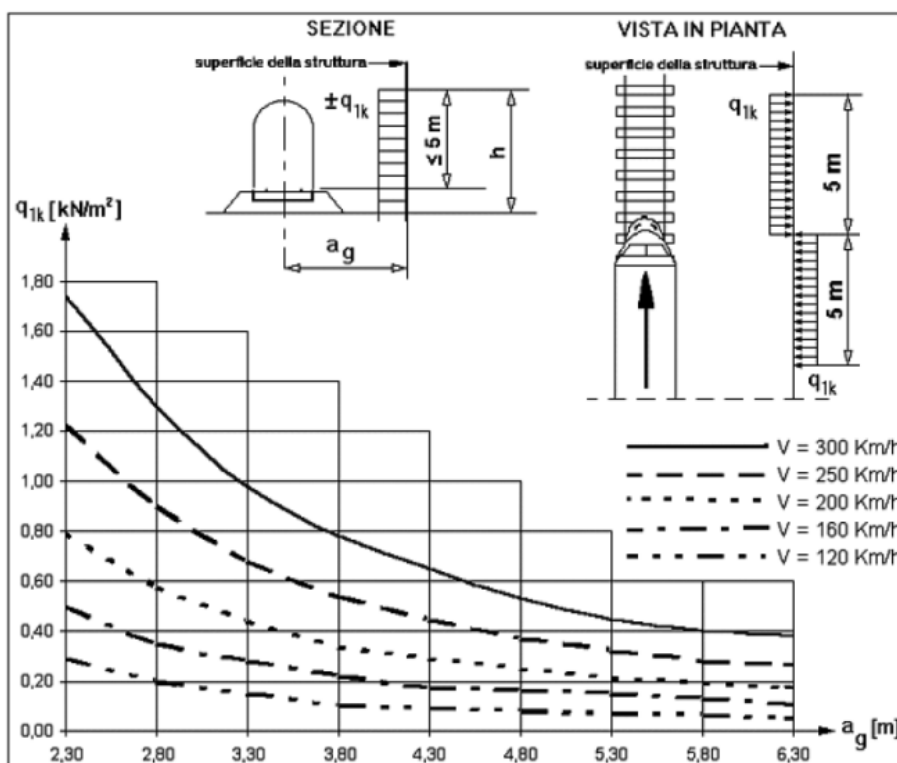


Figura 7 Valori caratteristici delle azioni  $q_{1k}$  per superfici verticali parallele al binario

Nel caso in esame e in via cautelativa si assume:

- $a_g = 4.1$  m
- $k_1 = 1$

dal grafico precedente si ottiene:  $q_{1k} = 0.35$  kN/m<sup>2</sup>

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Conorzio 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>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria:      Mandante: <b>SYSTRA S.A.    SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>Barriere antirumore</b> Relazione di calcolo delle fondazioni	<b>COMMESSA</b> <b>IF2R</b>	<b>LOTTO</b> <b>2.2.E.ZZ</b>	<b>CODIFICA</b> <b>CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>BA.00.0.0.002</b>	<b>REV.</b> <b>D</b>	<b>FOGLIO</b> <b>32 di 66</b>

In accordo con quanto prescritto dalla nota RFI/DIN/IC/009/239 “Prescrizioni Tecniche Integrative e provvisorie per la Progettazione di Barriere Antirumore” del 24/03/2004, il valore totale della spinta orizzontale (Vento + Effetti aereodinamici) deve essere assunto almeno pari a 2.5 kN/m<sup>2</sup>.



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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Barriere antirumore Relazione di calcolo delle fondazioni	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO BA.00.0.0.002	REV. D	FOGLIO 33 di 66

## 6.5 AZIONE SISIMCA

Nel presente paragrafo si riporta una valutazione delle sollecitazioni sismiche sulle barriere antirumore che, come esposto di seguito, generano effetti meno gravosi di quelle indotte dalle azioni statiche (vento e sovrappressione aerodinamiche combinate). Il confronto è effettuato considerando la massima accelerazione presente lungo l'intero tracciato di progetto.

TIPO BA	Peso proprio elementi a metro lineare [kN/m]				[a <sub>g</sub> /g]	Forza di inerzia a metro lineare [kN/m]			
	PP.Cordolo	PP. Montante	PP. Barriera	PP. Pannello		Sisma	F. cordolo	F. montante	F. barriera
H2	11.81	36.1	0.5	0.5	0.434	5.13	15.68	0.22	0.21
H5	16.50	37.4	2.1	1.5	0.434	7.16	16.24	0.93	0.64
H7	16.50	37.4	2.1	2.0	0.434	7.16	16.24	0.93	0.85
H10	22.75	39.2	4.4	2.7	0.434	9.88	17.02	1.91	1.17

Tabella 16 Forze di inerzia ad intradosso fondazione – Comb. SLV

dove:

$$F_{inerzia} = \text{Peso proprio} \times a_g/g.$$

Ad esempio, per la barriera H2:

- 11.81 kN/m x 0.434 = 5.13 kN/m
- 36.10 kN/m x 0.434 = 15.68

TIPO BA	Distanza punto di applicazione da testa pali [m]				Momenti agenti a testa pali [kNm/m]				M <sub>tot</sub>
	h cordolo	h montante	h barriera	h pannello	M. cordolo	M. montante	M. barriera	M. pannello	
H2	0.23	1.98	2.81	2.81	1.15	31.04	0.63	0.60	<b>33</b>
H5	0.28	1.98	3.785	3.79	1.97	32.16	3.51	2.41	<b>40</b>
H7	0.28	1.98	4.275	4.28	1.97	32.16	3.96	3.63	<b>42</b>
H10	0.33	1.98	5.01	5.01	3.21	33.70	9.58	5.85	<b>52</b>

Tabella 17 Momenti ad intradosso fondazione – Comb. SLV

dove:

- M<sub>agente</sub> = F<sub>inerzia</sub> X d
- M<sub>tot</sub> = M<sub>cordolo</sub> + M<sub>montante</sub> + M<sub>barriera</sub> + M<sub>pannello</sub>

Ad esempio, per la barriera H2:

- 5.13 kN/m x 0.23 m = 1.15 kNm/m

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>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>												
PROGETTAZIONE: Mandatario:      Mandante: <b>SYSTRA S.A.    SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Barriere antirumore</b> <b>Relazione di calcolo delle fondazioni</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>BA.00.0.0.002</td> <td>D</td> <td>34 di 66</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	BA.00.0.0.002	D	34 di 66
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	BA.00.0.0.002	D	34 di 66								

Le sollecitazioni derivanti dall'azione sismica sono confrontate con quelle in condizioni statiche riportate al § 7.3.1 e **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** (Comb. SLU); si conferma che le sollecitazioni dovute all'azione sismica risultano di entità minore; ai fini del dimensionamento si è pertanto fatto riferimento alle sole combinazioni di carico statiche.

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Barriere antirumore Relazione di calcolo delle fondazioni	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO BA.00.0.0.002	REV. D	FOGLIO 35 di 66

## 7 COMBINAZIONI DELLE AZIONI

### 7.1 INTRODUZIONE

Ai fini delle verifiche degli stati limite si è fatto riferimento alle seguenti combinazioni delle azioni.

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione caratteristica, generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza  $\gamma_F$ ,  $\gamma_M$  e  $\gamma_R$ , nonché i coefficienti di combinazione  $\psi$  delle azioni sono dati dalle tabelle di normativa [NTC – 5.2.V, 5.2.VI, 6.2.I, 6.2.II e 6.4.II] che vengono riportate nel seguito. Si specifica che si è scelto di operare attraverso l'Approccio 1 prescritto dalla norma [NTC – 2.6.1] dunque ogni combinazione di carico è ripetuta due volte, una

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>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario:      Mandante: <b>SYSTRA S.A.    SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>Barriere antirumore</b> <b>Relazione di calcolo delle fondazioni</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF2R</b>	<b>LOTTO</b> <b>2.2.E.ZZ</b>	<b>CODIFICA</b> <b>CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>BA.00.0.0.002</b>	<b>REV.</b> <b>D</b>	<b>FOGLIO</b> <b>36 di 66</b>

volta con i coefficienti A1-M1-R1 (STR), una volta con i coefficienti A2-M2-R2 (GEO),  
rispettivamente per le azioni, per i materiali e per le resistenze caratteristiche.

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Barriere antirumore Relazione di calcolo delle fondazioni	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO BA.00.0.0.002	REV. D	FOGLIO 37 di 66

		Coefficiente $\gamma_F$	EQU	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali <sup>(1)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

Tabella 18 Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU – Tab. 2.6.I NTC08

		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

Figura 8 Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU, eccezionali e sismica – Tab

5.2.V NTC08

APPALTATORE:	<b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Barriere antirumore Relazione di calcolo delle fondazioni		COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO BA.00.0.0.002	REV. D	FOGLIO 38 di 66

Categoria/Azione variabile	$\Psi_{0j}$	$\Psi_{1j}$	$\Psi_{2j}$
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $\leq 30$ kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $> 30$ kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota $\leq 1000$ m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota $> 1000$ m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

Tabella 19 Valori dei coefficienti di combinazione – Tab 2.5.I NTC08

Azioni	Gruppo di azioni (Tabella 5.1.IV)	Coefficiente $\Psi_0$ di combinazione	Coefficiente $\Psi_1$ (valori frequenti)	Coefficiente $\Psi_2$ (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tabella 5.1.IV)	Schema 1 (Carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (Carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)	----	0,75	0,0
	5	0,0	0,0	0,0
Vento $q_5$	Vento a ponte scarico			
	SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	Esecuzione	0,8	----	0,0
	Vento a ponte carico	0,6		
Neve $q_5$	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	$T_k$	0,6	0,6	0,5

Tabella 20 Coefficienti  $\psi$  per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali – Tab 5.1.VI NTC08

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Barriere antirumore Relazione di calcolo delle fondazioni	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO BA.00.0.0.002	REV. D	FOGLIO 39 di 66

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

Tabella 21 Coefficienti parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche

In particolare si segnala che i pesi propri dei pannelli sono stati considerati come carichi permanenti non strutturali compiutamente definiti, quindi sono stati adottati gli stessi coefficienti validi per i carichi permanenti, mentre l'azione aerodinamica generata dal transito dei convogli è stata considerata come un carico variabile da traffico.

Si ricorda inoltre che le azioni aerodinamiche devono essere sempre cumulate con l'azione del vento. L'azione risultante caratteristica dovrà essere maggiore di un valore minimo pari ad 2.5 kN/m<sup>2</sup>. Nel caso in cui dal calcolo si ottenga un valore inferiore al minimo ( $p_{k,calc} + q_{1k,calc} < 2.5 \text{ kN/m}^2$ ), entrambe le azioni vengono incrementate proporzionalmente ai valori calcolati fino ad ottenere una pressione minima di 2.5 kN/m<sup>2</sup>.

APPALTATORE: <b>TELESE</b> 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Barriere antirumore Relazione di calcolo delle fondazioni	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO BA.00.0.0.002	REV. D	FOGLIO 40 di 66

## 7.2 COMBINAZIONI ADOTTATE

In totale sono state analizzate 8 combinazioni di tipo SLU e 3 di tipo SLE i cui coefficienti adottati per ogni combinazione sono riportati nel seguito.

**4 combinazioni SLU di tipo strutturale (STR)**, per verificare il raggiungimento della resistenza dei pali e del cordolo di fondazione, utilizzando l'Approccio 1 – Combinazione 1 (A1+M1+R1):

- SLU1: Carichi permanenti sfavorevoli, pannelli bagnati, vento e azione aerodinamica concordi positivi, vento azione variabile primaria;
- SLU2: Carichi permanenti favorevoli, pannelli asciutti, vento e azione aerodinamica concordi negativi, vento azione variabile primaria;
- SLU3: Carichi permanenti sfavorevoli, pannelli bagnati, vento e azione aerodinamica concordi positivi, vento azione variabile secondaria (ridotta con  $\psi_0$ );
- SLU4: Carichi permanenti favorevoli, pannelli asciutti, vento e azione aerodinamica concordi negativi, vento azione variabile secondaria (ridotta con  $\psi_0$ );

**4 combinazioni SLU di tipo geotecnico (GEO)**, per verificare il collasso per carico limite dei pali nei confronti dei carichi assiali e orizzontali, utilizzando l'Approccio 1 – Combinazione 2 (A2+M2+R2):

- SLU5, SLU6, SLU7, SLU8 analoghe rispettivamente a SLU1, SLU2, SLU3, SLU4 ma con i coefficienti moltiplicativi A2 anziché A1.

**3 combinazioni SLE di tipo strutturale (STR)**, per verificare la durabilità, efficienza e prestazionalità dell'opera utilizzando l'Approccio 1 – Combinazione 1 (A1+M1+R1):

- Carichi permanenti sfavorevoli, pannelli bagnati, vento e azione aerodinamica concordi positivi



APPALTATORE:	<b>TELESE</b> 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
Barriere antirumore Relazione di calcolo delle fondazioni	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO BA.00.0.0.002	REV. D	FOGLIO 41 di 66

**COEFFICIENTI PARZIALI DI SICUREZZA SLU e SLE- Tab 2.6.I e 5.2.V NTC08**

Combinazione		PP	PF asc	PF bag	Vento	Az. Aerodinamica
SLU-1	STR	1.3	0	1.3	1.5	1.45
SLU-2	STR	1	1	0	-1.5	-1.45
SLU-3	STR	1.3	0	1.3	1.5	1.45
SLU-4	STR	1	1	0	-1.5	-1.45
SLU-5	GEO	1	0	1	1.3	1.25
SLU-6	GEO	1	1	0	-1.3	-1.25
SLU-7	GEO	1	0	1	1.3	1.25
SLU-8	GEO	1	1	0	-1.3	-1.25
SLE_CH	STR	1		1	1	1
SLE_FR	STR	1		1	1	1
SLE_QP	STR	1		1	1	1

**COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE  $\psi$  DELLE AZIONI - Tab 2.5.I e 5.1.VI NTC08**

Combinazione		PP	PF asc	PF bag	Vento	Az. Aerodinamica
SLU-1	STR	1	1	1	1	0.8
SLU-2	STR	1	1	1	1	0.8
SLU-3	STR	1	1	1	0.8	1
SLU-4	STR	1	1	1	0.8	1
SLU-5	GEO	1	1	1	1	0.8
SLU-6	GEO	1	1	1	1	0.8
SLU-7	GEO	1	1	1	0.6	1
SLU-8	GEO	1	1	1	0.6	1
SLE_CH	STR	1		1	1	0.8
SLE_FR	STR	1		1	0.2	0.5
SLE_QP	STR	1		1	0	0

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Barriere antirumore Relazione di calcolo delle fondazioni	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO BA.00.0.0.002	REV. D	FOGLIO 42 di 66

**COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE DELLE AZIONI ADOTTATI**

Combinazione		PP	PF asc	PF bag	Vento	Az. Aerodinamica
SLU-1	STR	1.3	0	1.3	1.5	1.16
SLU-2	STR	1	1	0	-1.5	-1.16
SLU-3	STR	1.3	0	1.3	1.2	1.45
SLU-4	STR	1	1	0	-1.2	-1.45
SLU-5	GEO	1	0	1	1.3	1.00
SLU-6	GEO	1	1	0	-1.3	-1.00
SLU-7	GEO	1	0	1	0.78	1.25
SLU-8	GEO	1	1	0	-0.78	-1.25
SLE_CH	STR	1	0	1	1	0.8
SLE_FR	STR	1	0	1	0.2	0.5
SLE_QP	STR	1	0	1	0	0

Tabella 22 Coefficienti di combinazione

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>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>Barriere antirumore</b> Relazione di calcolo delle fondazioni	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO BA.00.0.0.002	REV. D	FOGLIO 43 di 66

### 7.3 CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI AGENTI SULLE FONDAZIONI

Sulla base dei carichi definiti al Capitolo 6 ed adottando il sistema di riferimento rappresentato in Figura 9 si ottengono le (superficie di contatto cordolo in cls – terreno).

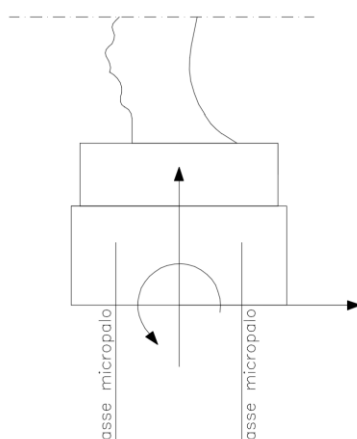


Figura 9 Sistema di riferimento

APPALTATORE:	<b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>						
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>						
Mandatario:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	BA.00.0.0.002	D	44 di 66
Barriere antirumore Relazione di calcolo delle fondazioni								

SOLLECITAZIONI DA P.P. A INTRADOSSO CORDOLO					
Modulo	Elemento	N	e	M	V
		[kN]	[m]	[kNm]	[kN]
BM95	Montante	0.772	0.074	0.057	0.000
	Basamento	41.630	0.074	3.081	0.000
	Zoccolo	12.470	-0.075	-0.935	0.000
	Cordolo	17.720	0.000	0.000	0.000
	<b>TOTALE</b>	<b>72.59</b>		<b>2.20</b>	<b>0.00</b>
BM110	Montante	3.202	0.075	0.240	0.000
	Basamento	41.630	0.075	3.114	0.000
	Zoccolo	14.438	0.000	0.000	0.000
	Cordolo	24.750	0.000	0.000	0.000
	<b>TOTALE</b>	<b>84.02</b>		<b>3.35</b>	<b>0.00</b>
BM130	Montante	6.604	-0.025	-0.166	0.000
	Basamento	41.630	-0.025	-1.049	0.000
	Zoccolo	17.055	0.000	0.000	0.000
	Cordolo	34.130	0.000	0.000	0.000
	<b>TOTALE</b>	<b>99.42</b>		<b>-1.22</b>	<b>0.00</b>

SOLLECITAZIONI DA P.P. A INTRADOSSO CORDOLO					
Tipo BA	Elemento	N	e	M	V
		[kN]	[m]	[kNm]	[kN]
H2	PF <sub>asc</sub>	1.47	0.683	1.0	0.0
	PF <sub>bag</sub>	4.41	0.683	3.0	0.0
H5	PF <sub>asc</sub>	4.40	0.695	3.1	0.0
	PF <sub>bag</sub>	17.60	0.695	12.2	0.0
H7	PF <sub>asc</sub>	5.87	0.711	4.2	0.0
	PF <sub>bag</sub>	17.60	0.711	12.5	0.0
H10	PF <sub>asc</sub>	8.07	0.964	7.8	0.0
	PF <sub>bag</sub>	24.21	0.964	23.3	0.0

APPALTATORE:	<b>TELESE</b> 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
Barriere antirumore Relazione di calcolo delle fondazioni		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. FOGGIO
		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	BA.00.0.0.002	D 45 di 66

SOLLECITAZIONI VENTO A METRO A INTRADOSSO CORDOLO					
Tipo BA	p	h	d	V	M
	[kN/m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[kN/m]	[kNm/m]
H2	1.74	2.98	1.49	5.19	7.73
H5	1.74	4.93	2.47	8.59	21.16
H7	1.74	5.91	2.96	10.29	30.41
H10	1.74	7.38	3.69	12.85	47.42

SOLLECITAZIONI VENTO A INTRADOSSO CORDOLO			
Tipo BA	L <sub>pf</sub>	V	M
	[m]	[kN]	[kNm]
H2	3.00	15.57	23.20
H5	3.00	25.76	63.49
H7	3.00	30.88	91.24
H10	3.00	38.56	142.27

SOLLECITAZIONI AERODINAMICHE A METRO A INTRADOSSO CORDOLO					
Tipo BA	p	h	d	V	M
	[kN/m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[kN/m]	[kNm/m]
H2	0.20	2.98	1.49	0.60	0.89
H5	0.20	4.93	2.47	0.99	2.43
H7	0.20	5.91	2.96	1.18	3.49
H10	0.20	7.38	3.69	1.48	5.45

SOLLECITAZIONI AERODINAMICHE A INTRADOSSO CORDOLO			
Tipo BA	L <sub>pf</sub>	V	M
	[m]	[kN]	[kNm]
H2	3.00	1.79	2.66
H5	3.00	2.96	7.29
H7	3.00	3.55	10.48
H10	3.00	4.43	16.34

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		PROGETTO ESECUTIVO					
Barriere antirumore Relazione di calcolo delle fondazioni		COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO BA.00.0.0.002	REV. D	FOGLIO 46 di 66

### 7.3.1 Sollecitazioni agenti in testa al micropalo

Si riportano di seguito i valori delle sollecitazioni combinate in virtù dei coefficienti di combinazione adottati:

SOLLECITAZIONI COMBinate							
TIPOLOGICO DI PROGETTO	COMBO		N	V	M		
			[kN]	[kN]	[kN]		
H2	BM95	SLU-1	STR	104.0	25.4	44.9	
		SLU-2	STR	74.1	-25.4	-34.7	
		SLU-3	STR	104.0	16.6	31.8	
		SLU-4	STR	74.1	-16.6	-21.5	
		SLU-5	GEO	77.0	22.0	38.0	
		SLU-6	GEO	74.1	-22.0	-29.6	
		SLU-7	GEO	77.0	14.4	26.6	
		SLU-8	GEO	74.1	-14.4	-18.2	
H5	BM110	SLU-1	STR	137.2	42.1	124.7	
		SLU-2	STR	88.4	-42.1	-97.3	
		SLU-3	STR	137.2	27.5	88.7	
		SLU-4	STR	88.4	-27.5	-61.3	
		SLU-5	GEO	101.6	36.4	105.4	
		SLU-6	GEO	88.4	-36.4	-83.4	
		SLU-7	GEO	101.6	23.8	74.2	
		SLU-8	GEO	88.4	-23.8	-52.2	
H7	BM110	SLU-1	STR	137.2	50.4	170.4	
		SLU-2	STR	89.9	-50.4	-141.5	
		SLU-3	STR	137.2	32.9	118.7	
		SLU-4	STR	89.9	-32.9	-89.8	
		SLU-5	GEO	101.6	43.7	145.0	
		SLU-6	GEO	89.9	-43.7	-121.6	
		SLU-7	GEO	101.6	28.5	100.1	
		SLU-8	GEO	89.9	-28.5	-76.7	
H10	BM130	SLU-1	STR	166.9	63.0	262.2	
		SLU-2	STR	107.5	-63.0	-225.8	
		SLU-3	STR	166.9	41.1	181.6	
		SLU-4	STR	107.5	-41.1	-145.2	
		SLU-5	GEO	123.6	54.6	223.4	
		SLU-6	GEO	107.5	-54.6	-194.7	
		SLU-7	GEO	123.6	35.6	153.5	
		SLU-8	GEO	107.5	-35.6	-124.8	

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Barriere antirumore Relazione di calcolo delle fondazioni	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO BA.00.0.0.002	REV. D	FOGLIO 47 di 66

Lo sforzo normale e il taglio agenti sui singoli micropali vengono calcolati in base al numero di micropali presente al di sotto di ogni montante e al loro interasse trasversale, secondo le seguenti formule:

$$N_p = \frac{N}{n_{pali}} \pm \frac{M}{2i_{tras}} \qquad V_p = \frac{V}{n_{pali}}$$

Dove:

$n_{pali}$	4	Numero pali in fascia di 3m
------------	---	-----------------------------

	$i_{trasv}$ [m]
<b>BM95</b>	0.60
<b>BM110</b>	0.75
<b>BM130</b>	0.95

Pertanto si ha:

SOLLECITAZIONI SUI MICROPALI						
TIPOLOGICO DI PROGETTO		COMBO		N+	N-	V
				[kN]	[kN]	[kN]
<b>H2</b>	<b>BM95</b>	SLU-1	STR	63.4	-11.5	6.4
		SLU-2	STR	-10.4	47.4	-6.4
		SLU-3	STR	52.5	-0.5	4.2
		SLU-4	STR	0.6	36.5	-4.2
		SLU-5	GEO	50.9	-12.4	5.5
		SLU-6	GEO	-6.2	43.2	-5.5
		SLU-7	GEO	41.4	-2.9	3.6
		SLU-8	GEO	3.3	33.7	-3.6
<b>H5</b>	<b>BM110</b>	SLU-1	STR	117.4	-48.9	10.5
		SLU-2	STR	-42.8	87.0	-10.5
		SLU-3	STR	93.5	-24.9	6.9
		SLU-4	STR	-18.8	63.0	-6.9
		SLU-5	GEO	95.7	-44.9	9.1

APPALTATORE:	<b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>				
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
Mandatario:	Mandante:					
<b>SYSTRA S.A.</b>	<b>SWS Engineering S.p.A.</b>	<b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>				
<b>Barriere antirumore Relazione di calcolo delle fondazioni</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	BA.00.0.0.002	D	48 di 66

		SLU-6	GEO	-33.5	77.7	-9.1
		SLU-7	GEO	74.9	-24.1	5.9
		SLU-8	GEO	-12.7	56.9	-5.9
<b>H7</b>	<b>BM110</b>	SLU-1	STR	147.9	-79.3	12.6
		SLU-2	STR	-71.9	116.8	-12.6
		SLU-3	STR	113.4	-44.9	8.2
		SLU-4	STR	-37.4	82.3	-8.2
		SLU-5	GEO	122.0	-71.2	10.9
		SLU-6	GEO	-58.6	103.5	-10.9
		SLU-7	GEO	92.2	-41.3	7.1
		SLU-8	GEO	-28.7	73.6	-7.1
		<b>H10</b>	<b>BM130</b>	SLU-1	STR	179.7
SLU-2	STR			-92.0	145.7	-15.7
SLU-3	STR			137.3	-53.9	10.3
SLU-4	STR			-49.5	103.3	-10.3
SLU-5	GEO			148.5	-86.7	13.6
SLU-6	GEO			-75.6	129.4	-13.6
SLU-7	GEO			111.7	-49.9	8.9
SLU-8	GEO			-38.8	92.6	-8.9

Le verifiche geotecniche e strutturali riportate nei paragrafi successivi sono realizzate in virtù dei valori di sollecitazione riportati nella tabella precedente.



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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Barriere antirumore Relazione di calcolo delle fondazioni	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO BA.00.0.0.002	REV. D	FOGLIO 49 di 66

## 8 CRITERI GENERALI DI VERIFICA

Si descrivono nel seguito i criteri generali seguiti per l'effettuazione delle verifiche dell'opera.

### 8.1 VERIFICHE STRUTTURALI

Le verifiche di resistenza (SLU), durabilità ed efficienza (SLE) dei micropali di fondazione sono eseguite secondo il metodo semiprobabilistico agli stati limite nelle combinazioni STR.

Si è proceduto con:

- Verifica a pressoflessione
- Verifica a taglio
- Verifica delle tensioni di esercizio
- Verifica a fessurazione
- Verifica di deformabilità

Per le verifiche strutturali occorre determinare la distribuzione di sollecitazioni lungo il palo. La valutazione dello stato di sollecitazione può essere effettuata assimilando il terreno ad un mezzo alla Winkler, costituito da un letto di molle orizzontali indipendenti. Nell'ipotesi di  $k_h$  (coefficiente di reazione orizzontale del terreno) costante con la profondità, l'equazione differenziale che governa lo spostamento di un palo caricato lateralmente è:

$$E_{palo} \cdot J_{palo} \cdot \frac{d^4 y}{dz^4} + k_h \cdot D \cdot y = 0$$

dove  $y$  è lo spostamento orizzontale del palo

$$\frac{d^4 y}{dz^4} + \frac{4}{\lambda^4} \cdot y = 0$$

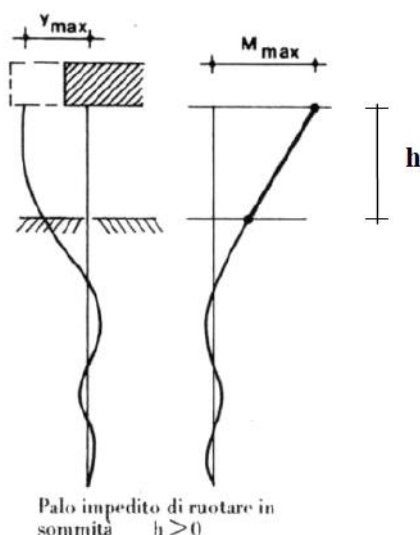
con  $\lambda = \sqrt[4]{\frac{4 \cdot E_{palo} \cdot J_{palo}}{k_h \cdot D}}$  = lunghezza caratteristica del palo.

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Barriere antirumore Relazione di calcolo delle fondazioni	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO BA.00.0.0.002	REV. D	FOGLIO 50 di 66

Per tenere conto dello scarso stato di addensamento nei primi metri di infissione del micropalo, si ipotizza un tratto di altezza  $h$  sporgente dal terreno in particolare si assume  $h=1,00$ . Sotto questa ipotesi, considerando il palo impedito di ruotare in testa per l'incastro determinato dal plinto; il massimo valore del momento flettente per effetto del carico orizzontale si ha in testa al palo ed è pari a:

$$M_{\max} = \frac{1}{2} \cdot V \cdot (h + \lambda)$$

con  $V =$  forza orizzontale applicata in testa.



Nell'ipotesi di terreno incoerente si ipotizza un andamento crescente con la profondità del tipo:

Per la valutazione del coefficiente  $k_h$  si ipotizza:

- per terreni incoerenti un andamento crescente con la profondità del tipo

$$k_h = \frac{n_h \cdot z}{D_{palo}}$$

- per terreni coesivi un andamento costante con la profondità del tipo:

$$k_h = \frac{67 \cdot Cu}{D_{palo}}$$

"Davisson 1970"

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Barriere antirumore Relazione di calcolo delle fondazioni	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO BA.00.0.0.002	REV. D	FOGLIO 51 di 66

Nel caso di terreno incoerente i valori orientativi di  $n_h$  adottati si riferiscono al minimo valore riscontrabile in letteratura per tale tipologia di sottosuolo.

Stato di addensamento	Sciolto	Medio	Denso
$n_h$ [N/cm <sup>3</sup> ] sabbie non immerse	2.50	7.50	20
$n_h$ [N/cm <sup>3</sup> ] sabbie immerse	1.50	5.00	12

Tabella 23 Valori orientativi di  $n_h$  per terreni incoerenti [da Fondazioni, di C. Viggiani – Tab. 14.5]

## 8.2 VERIFICHE GEOTECNICHE

Le verifiche geotecniche delle spalle dell'opera constano del dimensionamento geotecnico della palificata di fondazione, in termini di diametro, lunghezza, numero e disposizione dei micropali di fondazione.

In particolare si esegue la seguente procedura di calcolo:

- calcolo della quintupla di azioni ( $F_x$ ,  $F_y$ ,  $F_z$ ,  $M_x$  ed  $M_y$ ) ad intradosso zattera di fondazione, risultanti dalle combinazioni di carico su descritte;
- calcolo dei carichi assiali su ciascun palo;
- dimensionamento dei micropali di fondazione ai fini del soddisfacimento delle verifiche di capacità portante degli stessi.

Le opere in oggetto presentano una fondazione indiretta costituita da una platea di fondazione su micropali trivellati, il cui valore di progetto  $R_d$  della resistenza a carichi assiali dei singoli micropali si ottiene a partire dal valore caratteristico  $R_k$  applicando i coefficienti parziali  $\gamma_R$  riportati nella tabella successiva:

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Barriere antirumore Relazione di calcolo delle fondazioni	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO BA.00.0.0.002	REV. D	FOGLIO 52 di 66

	Coefficiente Parziale ( $\gamma R$ )			
		R1	R2	R3
Base	$\gamma_b$	1.0	1.7	1.35
Laterale in compressione	$\gamma_s$	1.0	1.45	1.15
Laterale in trazione	$\gamma_{st}$	1.0	1.6	1.25

Tab. 1 - Coefficienti parziali di sicurezza per le resistenze

I coefficienti parziali di sicurezza utilizzati sono: R1 per le combinazioni di carico STR; R2 per le combinazioni di carico GEO; R3 per le combinazioni sismiche.

La resistenza caratteristica  $R_k$  del singolo palo è determinata mediante metodi di calcolo analitici, dove  $R_k$  è calcolata a partire da valori caratteristici dei parametri geotecnici e/o mediante l'impiego di relazioni empiriche che utilizzano direttamente i risultati di prove in situ. La normativa vigente definisce per tali procedure, il valore caratteristico della resistenza  $R_{c,k}$  (o  $R_{t,k}$ ) come il valore minore tra quelli ottenuti applicando alle resistenze calcolate  $R_{c,calc}$  ( $R_{t,calc}$ ) i fattori di correlazione  $\xi$  riportati nella tabella seguente, in funzione del numero  $n$  di verticali di indagini:

$$R_{c,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{c,calc})_{media}}{\xi_3}; \frac{(R_{c,calc})_{min}}{\xi_4} \right\}$$

$$R_{t,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{t,calc})_{media}}{\xi_3}; \frac{(R_{t,calc})_{min}}{\xi_4} \right\}$$

n	1	2	3	4	5	7	$\geq 10$
$\xi_3$	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
$\xi_4$	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

Tab. 2 - Fattori di correlazione  $\xi$

La campagna di indagine condotta in fase di progettazione definitiva permette di assumere in sede di calcolo un fattore di correlazione pari a  $\xi_3 = \xi_4 = 1.70$ .

APPALTATORE: <b>TELESE</b> 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Barriere antirumore Relazione di calcolo delle fondazioni	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO BA.00.0.0.002	REV. D	FOGLIO 53 di 66

### 8.2.1 Capacità portante dei micropali nei confronti dei carichi assiali

Il calcolo viene eseguito attraverso la seguente relazione:

$$Q_{lim} = (Q_{ll} + Q_{pi}) * h$$

dove

$$Q_{ll} : \text{portata laterale limite: } Q_{ll} = \pi * D_b * L_p * q_s$$

con  $D_b$  = diametro reso micropalo;

$D_s$  = diametro di perforazione;

$L_p$  = lunghezza;

$q_s$  = portata laterale unitaria

$Q_{pi}$  : portata alla punta ultima. Dato l'alto rapporto esistente fra superficie laterale portante e superficie della punta del palo, normalmente, per i micropali, si considera un **valore della portata alla punta pari al 15% della portata laterale**.

$h$ : fattore di efficienza in termini di resistenza (si assume 0.8).

In considerazione di quanto riportato al paragrafo 4 (caratterizzazione geotecnica) i terreni interagenti con l'opera sono costituiti essenzialmente da sabbie-limose e ghiaie-sabbiose. Cautelativamente, per la definizione della tensione tangenziale limite si è fatto riferimento alla sabbia-limoso. Mentre il rilevato, assunto per uno spessore di 3 m, è classificabile come sabbia-ghiaiosa. In definitiva, per la definizione della tensione tangenziale limite si è fatto riferimento alla curva SG2 (Metodo di Bustamante e Doix), assumendo un valore cautelativo di  $N_{spt}$  pari a 15.

### 8.2.2 Capacità portante dei micropali nei confronti dei carichi trasversali

#### Metodo di Broms

Si assume che il comportamento dell'interfaccia palo/terreno sia di tipo rigido-perfettamente plastico e cioè che la resistenza del terreno si mobiliti interamente per qualsiasi valore non nullo dello spostamento e rimanga costante al crescere dello spostamento stesso. Si assume inoltre che la forma della sezione del palo sia influente e che il valore della pressione  $p$  sia determinato solo dalla dimensione  $d$  della sezione del palo misurata normalmente alla direzione dello spostamento.

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Barriere antirumore Relazione di calcolo delle fondazioni	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO BA.00.0.0.002	REV. D	FOGLIO 54 di 66

Per un terreno incoerente, si assume che la resistenza del terreno vari linearmente con la profondità  $z$  secondo la legge:

$$p = 3 \cdot k_p \cdot \gamma \cdot z \cdot d$$

dove:

- $\gamma$  = peso di volume del terreno
- $d$  = diametro del palo
- $z$  = profondità del palo
- $k_p = (1 + \text{senf}) / (1 - \text{senf})$

I possibili meccanismi di rottura di pali vincolati in testa sono illustrati nelle figure seguenti relativamente al caso di palo “corto” e “lungo”, insieme alle distribuzioni delle reazioni del terreno.

I pali “corti” sono quelli indicati in cui il carico limite dipende esclusivamente dalla resistenza del terreno, mentre il carico limite dei pali “lunghi” dipende principalmente dal momento di plasticizzazione del palo stesso.

Nel caso di palo “corto” l’equilibrio orizzontale fornisce:

- $H_u = 1.5 \gamma L^2 d k_p$

mentre il momento massimo è:

- $M_{\max} = 2/3 H_u L$

Occorre comunque verificare la condizione  $M_{\max} < M_y$  ( $M_y$ : momento ultimo del palo).

Per il palo “lungo” il massimo momento lungo il fusto del palo, che si verifica alla profondità  $f$ , uguaglia il momento di plasticizzazione; si forma pertanto una seconda cerniera plastica. L’equilibrio alla rotazione del tratto di palo compreso fra le due cerniere fornisce:

$$H_u (e + 2/3 \cdot f) = 2 M_y$$

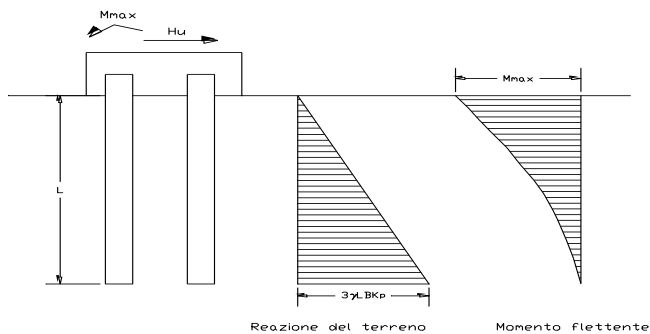
dove:

$$f = 0.82 [H_u / (\gamma d k_p)]^{0.5}$$

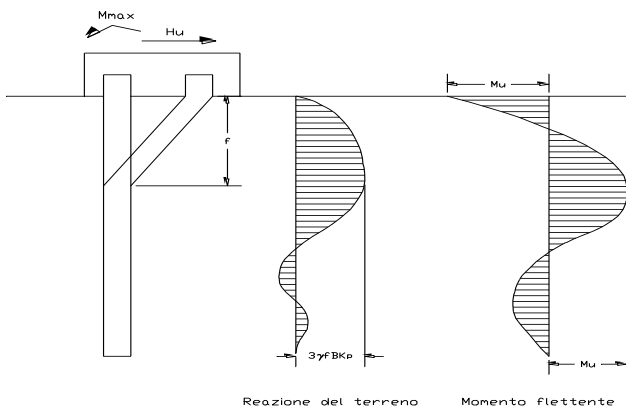
APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A.    Mandante: SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Barriere antirumore</b> <b>Relazione di calcolo delle fondazioni</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>BA.00.0.0.002</td> <td>D</td> <td>55 di 66</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	BA.00.0.0.002	D	55 di 66
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	BA.00.0.0.002	D	55 di 66								

**Schemi di rottura metodo di Broms:**

*Pali corti:*



*Pali lunghi:*



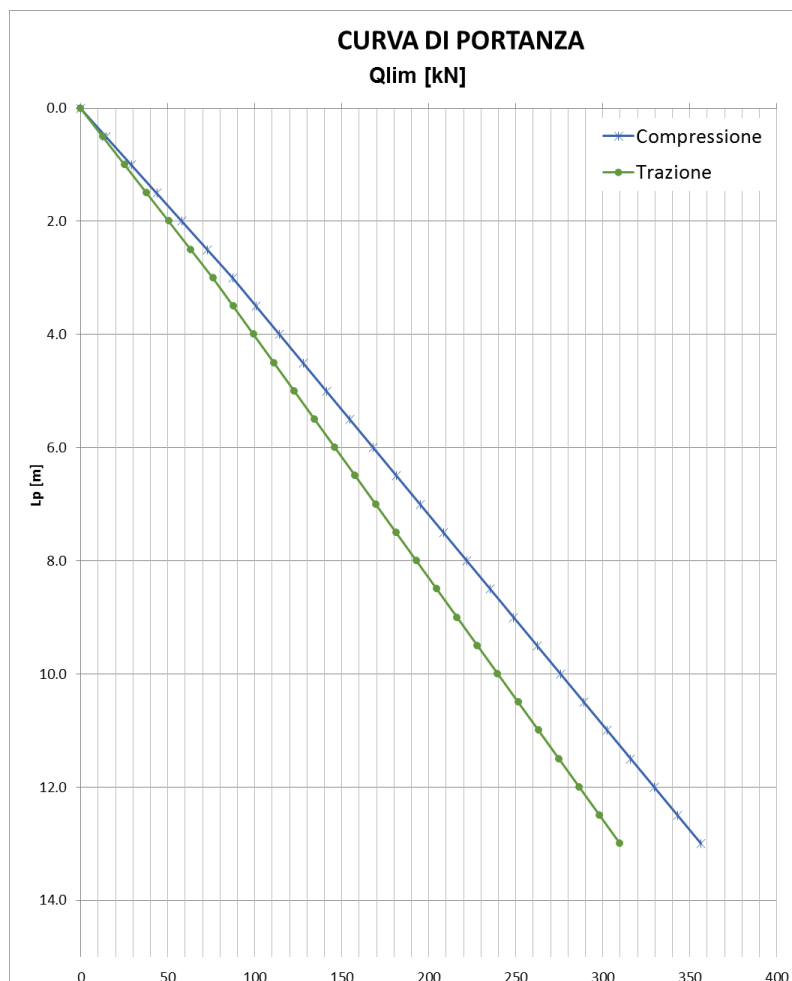
APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO												
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
Barriere antirumore Relazione di calcolo delle fondazioni	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>BA.00.0.0.002</td> <td>D</td> <td>56 di 66</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	BA.00.0.0.002	D	56 di 66
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	BA.00.0.0.002	D	56 di 66								

## 9 VERIFICHE

### 9.1.1 Verifiche GEO

#### 9.1.1.1 Verifiche di capacità portante a forze assiali

STRATIGRAFIA							
tipo	Curva (abaco)	Quota da testa pali	spessore strato	N <sub>SPT</sub>	α	qs	α·qs
		m	m	□	□	kN/m	kN/m
sabbia ghiaiosa	SG.2	3	3	15	1.3	75	97.5
sabbia limosa	SG.2	0	10	15	1.2	75	90





APPALTATORE:		<b>TELESE</b> 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE:		Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		PROGETTO ESECUTIVO					
Barriere antirumore Relazione di calcolo delle fondazioni		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO		
		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	BA.00.0.0.002	D	57 di 66		

In definitiva si ha:

VERIFICA GEOTECNICA - CARICO LIMITE PER MICROPALO IN COMPRESIONE - COMBINAZIONI A2-M2-R2													
TIPOLOGICO DI PROGETTO	Unità	S <sub>strato</sub>	NSPT		T <sub>tim,k</sub>	α	D <sub>palo</sub>	N <sub>Ed</sub>	L <sub>palo</sub>	Q <sub>lim,d</sub>	FS	L <sub>palo,d</sub>	
		[m]				[kPa]	[mm]	[kN]	[m]	[kN]	[-]	[m]	
H2	BM95	RILEVATO (ghiaia-sabbiosa)	3.00	15.00	IGU	75.00	1.30	250	63.4	7.0	195.0	3.1	9
		Sabbia limosa	10.00	15.00	IGU	75.00	1.20						
H5	BM110	RILEVATO (ghiaia-sabbiosa)	3.00	15.00	IGU	75.00	1.30	250	117.4	8.0	221.9	1.9	10
		Sabbia limosa	10.00	15.00	IGU	75.00	1.20						
H7	BM110	RILEVATO (ghiaia-sabbiosa)	3.00	15.00	IGU	75.00	1.30	250	147.9	10.0	275.7	1.9	12
		Sabbia limosa	10.00	15.00	IGU	75.00	1.20						
H10	BM130	RILEVATO (ghiaia-sabbiosa)	3.00	15.00	IGU	75.00	1.30	250	179.7	12.0	329.5	1.8	14
		Sabbia limosa	10.00	15.00	IGU	75.00	1.20						

VERIFICA GEOTECNICA - CARICO LIMITE PER MICROPALO IN TRAZIONE - COMBINAZIONI A2-M2-R2													
TIPOLOGICO DI PROGETTO	Unità	S <sub>strato</sub>	NSPT		T <sub>tim,k</sub>	α	D <sub>palo</sub>	N <sub>Ed</sub>	L <sub>palo</sub>	Q <sub>lim,d</sub>	FS	L <sub>palo,d</sub>	
		[m]				[kPa]	[mm]	[kN]	[m]	[kN]	[-]	[m]	
H2	BM95	RILEVATO (ghiaia-sabbiosa)	3.00	15.00	IGU	75.00	1.30	250	-12.4	7.0	169.6	13.6	9
		Sabbia limosa	10.00	15.00	IGU	75.00	1.20						
H5	BM110	RILEVATO (ghiaia-sabbiosa)	3.00	15.00	IGU	75.00	1.30	250	-48.9	8.0	193.0	3.9	10
		Sabbia limosa	10.00	15.00	IGU	75.00	1.20						
H7	BM110	RILEVATO (ghiaia-sabbiosa)	3.00	15.00	IGU	75.00	1.30	250	-79.3	10.0	239.7	3.0	12
		Sabbia limosa	10.00	15.00	IGU	75.00	1.20						
H10	BM130	RILEVATO (ghiaia-sabbiosa)	3.00	15.00	IGU	75.00	1.30	250	-96.3	12.0	286.5	3.0	14
		Sabbia limosa	10.00	15.00	IGU	75.00	1.20						

Le lunghezze dei micropali sono state amplificate di 2m in quanto la realizzazione è su rilevato.

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO												
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
Barriere antirumore Relazione di calcolo delle fondazioni	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>BA.00.0.0.002</td> <td>D</td> <td>58 di 66</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	BA.00.0.0.002	D	58 di 66
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	BA.00.0.0.002	D	58 di 66								

### 9.1.1.2 Verifiche di capacità portante a forze trasversali

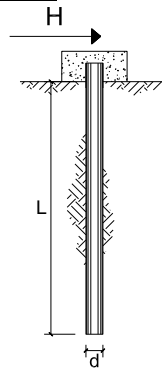
## BM95 – H2

#### CARICO LIMITE ORIZZONTALE DI UN PALO IN TERRENI INCOERENTI PALI CON ROTAZIONE IN TESTA IMPEDITA

OPERA: BM95 - H2

TEORIA DI BASE:  
(Broms, 1964)

coefficienti parziali			A		M	R
Metodo di calcolo			permanenti $\gamma_G$	variabili $\gamma_Q$	$\gamma_\psi$	$\gamma_R$
SLU	A1+M1+R1	○	1.30	1.50	1.00	1.00
	A2+M1+R2	○	1.00	1.30	1.00	1.60
	A1+M1+R3	○	1.30	1.50	1.00	1.30
	SISMA	○	1.00	1.00	1.00	1.30
DM88		○	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista		●	1.00	1.00	1.00	1.30



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

Palo corto: 
$$H = 1.5k_p \gamma d^3 \left(\frac{L}{d}\right)^2$$

Palo intermedio: 
$$H = \frac{1}{2}k_p \gamma d^3 \left(\frac{L}{d}\right)^2 + \frac{M_y}{L}$$

Palo lungo: 
$$H = k_p \gamma d^3 \sqrt[3]{\frac{3.676 M_y}{k_p \gamma d^4}}$$

#### DATI DI INPUT:

Lunghezza del palo	L =	7.00	(m)		
Diametro del palo	d =	0.25	(m)		
Momento di plasticizzazione della sezione	$M_y =$	52.63	(kN m)		
Angolo di attrito del terreno	$\varphi'_{med} =$	28.00	(°)	$\varphi'_{min} =$	28.00 (°)
Angolo di attrito di calcolo del terreno	$\varphi'_{med,d} =$	28.00	(°)	$\varphi'_{min,d} =$	28.00 (°)
Coeff. di spinta passiva ( $k_p = (1+\sin\varphi)/(1-\sin\varphi)$ )	$k_{p,med} =$	2.77	(-)	$k_{p,min} =$	2.77 (-)
Peso di unità di volume (con falda $\gamma = \gamma'$ )	$\gamma =$	9.50	(kN/m <sup>3</sup> )		
Carico Trasversale (T):	T =	6.4	(kN)		

#### Palo corto:

$H1_{med} = 483.51$  (kN)  $H1_{min} = 483.51$  (kN)

#### Palo intermedio:

$H2_{med} = 168.69$  (kN)  $H2_{min} = 168.69$  (kN)

#### Palo lungo:

$H3_{med} = 62.68$  (kN)  $H3_{min} = 62.68$  (kN)

$H_{med} = 62.68$  (kN) palo lungo  $H_{min} = 62.68$  (kN) palo lungo

$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3; R_{min}/\xi_4) = 36.87$  (kN)

$H_d = H_k/\gamma_R = 28.36$  (kN)

$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q = 6.40$  (kN)

$FS = H_d / F_d = 4.43$

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO
Barriere antirumore Relazione di calcolo delle fondazioni	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF2R 2.2.E.ZZ CL BA.00.0.0.002 D 59 di 66

## BM110 – H5

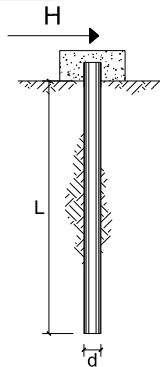
### CARICO LIMITE ORIZZONTALE DI UN PALO IN TERRENI INCOERENTI PALI CON ROTAZIONE IN TESTA IMPEDITA

OPERA: BM110\_H5

#### TEORIA DI BASE:

(Brons, 1964)

coefficienti parziali			A		M		R		
Metodo di calcolo			permanenti	variabili	$\gamma_\psi$	$\gamma_T$			
			$\gamma_G$	$\gamma_Q$					
SLU	A1+M1+R1	○	1.30	1.50	1.00	1.00			
	A2+M1+R2	○	1.00	1.30	1.00	1.60			
	A1+M1+R3	○	1.30	1.50	1.00	1.30			
	SISMA	○	1.00	1.00	1.00	1.30			
DM88		○	1.00	1.00	1.00	1.00			
definiti dal progettista			●	1.00	1.00	1.00	1.30		



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

Palo corto: 
$$H = 1.5k_p \gamma d^3 \left(\frac{L}{d}\right)^2$$

Palo intermedio: 
$$H = \frac{1}{2}k_p \gamma d^3 \left(\frac{L}{d}\right)^2 + \frac{M_y}{L}$$

Palo lungo: 
$$H = k_p \gamma d^3 \sqrt[3]{3.676 \frac{M_y}{k_p \gamma d^4}}$$

#### DATI DI INPUT:

Lunghezza del palo	L =	8.00	(m)		
Diametro del palo	d =	0.25	(m)		
Momento di plasticizzazione della sezione	$M_y =$	62.18	(kN m)		
Angolo di attrito del terreno	$\phi'_{med} =$	28.00	(°)	$\phi'_{min} =$	28.00 (°)
Angolo di attrito di calcolo del terreno	$\phi'_{med,d} =$	28.00	(°)	$\phi'_{min,d} =$	28.00 (°)
Coeff. di spinta passiva ( $k_p = (1 + \sin\phi')(1 - \sin\phi')$ )	$k_{p,med} =$	2.77	(-)	$k_{p,min} =$	2.77 (-)
Peso di unità di volume (con falda $\gamma = \gamma'$ )	$\gamma =$	9.50	(kN/m <sup>3</sup> )		
Carico Trasversale (T):	T =	10.5	(kN)		

#### Palo corto:

$H1_{med} = 631.52$  (kN)  $H1_{min} = 631.52$  (kN)

#### Palo intermedio:

$H2_{med} = 218.28$  (kN)  $H2_{min} = 218.28$  (kN)

#### Palo lungo:

$H3_{med} = 70.05$  (kN)  $H3_{min} = 70.05$  (kN)

$H_{med} = 70.05$  (kN) palo lungo  $H_{min} = 70.05$  (kN) palo lungo

$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3; R_{min}/\xi_4) = 41.20$  (kN)

$H_d = H_k/\gamma_T = 31.70$  (kN)

$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q = 10.50$  (kN)

$FS = H_d / F_d = 3.02$

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
Barriere antirumore Relazione di calcolo delle fondazioni	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>BA.00.0.0.002</td> <td>D</td> <td>60 di 66</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	BA.00.0.0.002	D	60 di 66
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	BA.00.0.0.002	D	60 di 66								

## BM110 – H7

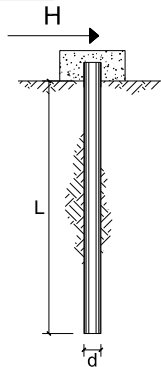
### CARICO LIMITE ORIZZONTALE DI UN PALO IN TERRENI INCOERENTI PALI CON ROTAZIONE IN TESTA IMPEDITA

OPERA: BM110\_H7

#### TEORIA DI BASE:

(Brons, 1964)

coefficienti parziali			A		M		R		
Metodo di calcolo			permanenti	variabili	$\gamma_\psi$	$\gamma_T$			
			$\gamma_G$	$\gamma_Q$					
SLU	A1+M1+R1	○	1.30	1.50	1.00	1.00			
	A2+M1+R2	○	1.00	1.30	1.00	1.60			
	A1+M1+R3	○	1.30	1.50	1.00	1.30			
	SISMA	○	1.00	1.00	1.00	1.30			
DM88		○	1.00	1.00	1.00	1.00			
definiti dal progettista			●	1.00	1.00	1.00	1.30		



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

Palo corto: 
$$H = 1.5k_p \gamma d^3 \left(\frac{L}{d}\right)^2$$

Palo intermedio: 
$$H = \frac{1}{2}k_p \gamma d^3 \left(\frac{L}{d}\right)^2 + \frac{M_y}{L}$$

Palo lungo: 
$$H = k_p \gamma d^3 \sqrt[3]{3.676 \frac{M_y}{k_p \gamma d^4}}$$

#### DATI DI INPUT:

Lunghezza del palo	L =	10.00	(m)			
Diametro del palo	d =	0.25	(m)			
Momento di plasticizzazione della sezione	$M_y =$	62.18	(kN m)			
Angolo di attrito del terreno	$\phi'_{med} =$	28.00	(°)	$\phi'_{min} =$	28.00	(°)
Angolo di attrito di calcolo del terreno	$\phi'_{med,d} =$	28.00	(°)	$\phi'_{min,d} =$	28.00	(°)
Coeff. di spinta passiva ( $k_p = (1+\sin\phi')(1-\sin\phi')$ )	$k_{p,med} =$	2.77	(-)	$k_{p,min} =$	2.77	(-)
Peso di unità di volume (con falda $\gamma = \gamma'$ )	$\gamma =$	9.50	(kN/m <sup>3</sup> )			
Carico Trasversale (T):	T =	12.6	(kN)			

#### Palo corto:

$H1_{med} = 986.75$  (kN)  $H1_{min} = 986.75$  (kN)

#### Palo intermedio:

$H2_{med} = 335.13$  (kN)  $H2_{min} = 335.13$  (kN)

#### Palo lungo:

$H3_{med} = 70.05$  (kN)  $H3_{min} = 70.05$  (kN)

$H_{med} = 70.05$  (kN) palo lungo  $H_{min} = 70.05$  (kN) palo lungo

$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3; R_{min}/\xi_4) = 41.20$  (kN)

$H_d = H_k/\gamma_T = 31.70$  (kN)

$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q = 12.60$  (kN)

$FS = H_d / F_d = 2.52$

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO												
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
Barriere antirumore Relazione di calcolo delle fondazioni	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>BA.00.0.0.002</td> <td>D</td> <td>61 di 66</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	BA.00.0.0.002	D	61 di 66
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	BA.00.0.0.002	D	61 di 66								

## BM130 – H8

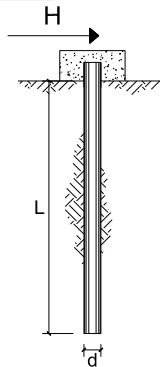
### CARICO LIMITE ORIZZONTALE DI UN PALO IN TERRENI INCOERENTI PALI CON ROTAZIONE IN TESTA IMPEDITA

OPERA: BM130\_H8

#### TEORIA DI BASE:

(Brons, 1964)

coefficienti parziali			A		M		R		
Metodo di calcolo			permanenti	variabili	$\gamma_\psi$	$\gamma_T$			
			$\gamma_G$	$\gamma_Q$					
SLU	A1+M1+R1	○	1.30	1.50	1.00	1.00			
	A2+M1+R2	○	1.00	1.30	1.00	1.60			
	A1+M1+R3	○	1.30	1.50	1.00	1.30			
	SISMA	○	1.00	1.00	1.00	1.30			
DM88		○	1.00	1.00	1.00	1.00			
definiti dal progettista			●	1.00	1.00	1.00	1.30		



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

Palo corto: 
$$H = 1.5k_p \gamma d^3 \left(\frac{L}{d}\right)^2$$

Palo intermedio: 
$$H = \frac{1}{2}k_p \gamma d^3 \left(\frac{L}{d}\right)^2 + \frac{M_y}{L}$$

Palo lungo: 
$$H = k_p \gamma d^3 \sqrt[3]{3.676 \frac{M_y}{k_p \gamma d^4}}$$

#### DATI DI INPUT:

Lunghezza del palo	L =	12.00	(m)			
Diametro del palo	d =	0.25	(m)			
Momento di plasticizzazione della sezione	$M_y =$	72.72	(kN m)			
Angolo di attrito del terreno	$\phi'_{med} =$	28.00	(°)	$\phi'_{min} =$	28.00	(°)
Angolo di attrito di calcolo del terreno	$\phi'_{med,d} =$	28.00	(°)	$\phi'_{min,d} =$	28.00	(°)
Coeff. di spinta passiva ( $k_p = (1 + \sin\phi')(1 - \sin\phi)$ )	$k_{p,med} =$	2.77	(-)	$k_{p,min} =$	2.77	(-)
Peso di unità di volume (con falda $\gamma = \gamma'$ )	$\gamma =$	9.50	(kN/m <sup>3</sup> )			
Carico Trasversale (T):	T =	15.7	(kN)			

#### Palo corto:

$H1_{med} = 1420.92$  (kN)  $H1_{min} = 1420.92$  (kN)

#### Palo intermedio:

$H2_{med} = 479.70$  (kN)  $H2_{min} = 479.70$  (kN)

#### Palo lungo:

$H3_{med} = 77.76$  (kN)  $H3_{min} = 77.76$  (kN)

$H_{med} = 77.76$  (kN) palo lungo  $H_{min} = 77.76$  (kN) palo lungo

$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3; R_{min}/\xi_4) = 45.74$  (kN)

$H_d = H_k/\gamma_T = 35.18$  (kN)

$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q = 15.70$  (kN)

$FS = H_d / F_d = 2.24$

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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Barriere antirumore Relazione di calcolo delle fondazioni	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO BA.00.0.0.002	REV. D	FOGLIO 62 di 66

### 9.1.2 Verifiche STR

Il calcolo della lunghezza elastica del palo è stato condotto considerando la sezione del micropalo omogeneizzata all'acciaio:

$$E_{palo} \cdot J_{palo} = E_s \cdot J_{arm} + E_c \cdot j_{cls} = E_s \cdot J_{arm} + E_c \cdot \left( \pi \cdot \frac{D_{perf}^4}{64} - J_{arm} \right)$$

poiché in questo modo si ottiene una lunghezza caratteristica maggiore, e quindi un momento massimo maggiore, di quella derivante dal considerare la deformabilità della sola armatura del micropalo.

Le verifiche strutturali sono state effettuate utilizzando le sollecitazioni di taglio massimo dell'Approccio 1 – Combinazione 1 (combinazioni SLU-STR).

Il profilo tubolare adottato per la tipologia in esame è il seguente:

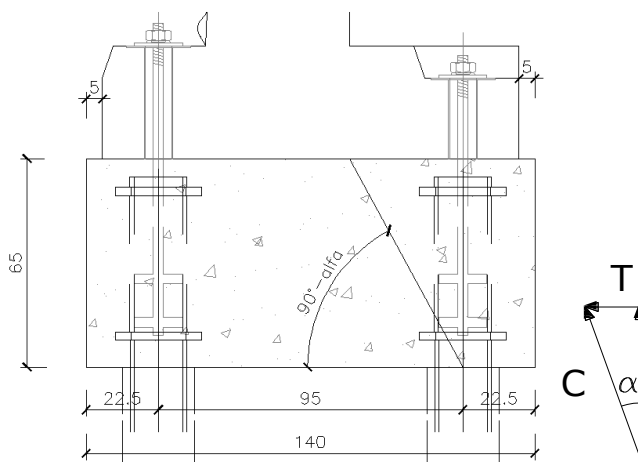
TIPOLOGICO DI PROGETTO		CARATTERISTICHE MECCANICHE E GEOMETRICHE DEL MICROPALO								
		$f_{yk}$	$f_{yd}$	$\varphi$	s	D	A	$A_w$	$W_{pl}$	J
		[MPa]	[MPa]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm <sup>3</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]
H2	BM95	275	261.9	168.3	6.3	250	3206.3	2041	165420.5	1.1E+07
H5	BM110	275	261.9	168.3	8	250	4028.8	2565	205739.4	1.3E+07
H7	BM110	275	261.9	168.3	8	250	4028.8	2565	205739.4	1.3E+07
H10	BM130	275	261.9	168.3	10	250	4973.1	3166	250922.2	1.6E+07

APPALTATORE: <b>TELESE</b> 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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO												
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
Barriere antirumore Relazione di calcolo delle fondazioni	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>BA.00.0.0.002</td> <td>D</td> <td>63 di 66</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	BA.00.0.0.002	D	63 di 66
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	BA.00.0.0.002	D	63 di 66								

Per le quale le verifiche sono:

VERIFICA STRUTTURALE MICROPALO															
TIPOLOGICO DI PROGETTO	Unità	S <sub>strato</sub>	L <sub>palo</sub>	n <sub>h</sub>	n <sub>h,medio</sub>	K <sub>h,medio</sub>	(EJ) <sub>om</sub>	λ	h	V <sub>max</sub>	M <sub>max</sub>	N <sub>max</sub>	σ <sub>id</sub>	FS	
		[m]	[m]	[N/cm <sup>3</sup> ]	[N/cm <sup>3</sup> ]	[N/cm <sup>3</sup> ]	[N/cm <sup>3</sup> ]	[m]	[m]	[kN]	[kNm]	[kN]	[MPa]	[-]	
H2	BM95	RILEVATO (ghiaia mediamente addensata)	3.00	9.00	10.00	3.85	102.84	7.7E+12	1.15	2	6.4	10.0	63.4	80.57	3.25
		Sabbia non immersa	5.00		2.5										
		Sabbia immersa	5.00		1.5										
H5	BM110	RILEVATO (ghiaia mediamente addensata)	3.00	10.00	10.00	3.85	114.26	8.1E+12	1.14	2	10.5	16.5	117.4	109.64	2.39
		Sabbia non immersa	5.00		2.5										
		Sabbia immersa	5.00		1.5										
H7	BM110	RILEVATO (ghiaia mediamente addensata)	3.00	12.00	10.00	4.09	145.84	8.2E+12	1.08	2	12.6	19.4	147.9	131.21	2.00
		Sabbia non immersa	3.00		2.5										
		Sabbia immersa	5.00		1.5										
H10	BM130	RILEVATO (ghiaia mediamente addensata)	3.00	14.00	10.00	4.09	170.15	8.8E+12	1.05	2	15.7	24.0	179.7	132.15	1.98
		Sabbia non immersa	3.00		2.5										
		Sabbia immersa	5.00		1.5										

Per la verifica del cordolo di base si utilizza un modello "strut and tie", come illustrato in figura:



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 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
Barriere antirumore Relazione di calcolo delle fondazioni	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO BA.00.0.0.002	REV. D	FOGLIO 64 di 66

### VERIFICA DEL TIRANTE TESO

		90°-α	Nmax (kN)	NT (kN)	Af (mmq)
BM95	H2	72	63	21	53
BM110	H5	72	117	38	97
BM110	H7	75	148	40	101
BM130	H8	62	180	96	244

Si dispongono (3+3) ∅ 16 ai due lembi, per un'area complessiva di acciaio pari a 1206mm<sup>2</sup>/m.

\*\*\*\*

Per la verifica del puntone compresso in cls vale quanto indicato al §6.5 dell'Eurocodice EC1992-1-1. La tensione agente viene calcolata come:

La tensione agente viene calcolata come:

$$\sigma_{ed} = C_{ed} / A_p$$

dove

$$- C_{ed} = N_p / \cos \cdot \alpha$$

$$- A_p = L_{puntamento} \cdot B_{puntamento}$$

$$\circ L_{puntamento} = 0.20 \cdot h \text{ (rif. testo Cinuzzi-Gaudiano)}$$

▪ h = distanza dal baricentro del tirante al lembo compresso (h utile)

$$\circ B_{puntamento} = \Phi \text{ micropalo} = 0.25 \text{ m}$$

La tensione di verifica è data dalla formula:

$$\sigma_{Rd,max} = 0.6 \cdot v' \cdot f_{cd} = 0.6 \cdot 0.9 \cdot 14.17 = 7.65 \text{ MPa}$$

dove

$$- f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck} = 0.83 \cdot 30 = 25 \text{ MPa}$$

$$- f_{cd} = f_{ck} \cdot 0.85 / 1.5 = 14.17 \text{ MPa}$$

$$- v' = 1 - f_{ck} / 250 = 1 - 25 / 250 = 0.90$$

Risultando  $\sigma_{Rd,max} > \sigma_{ed}$  la verifica è soddisfatta.



APPALTATORE:	<b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Mandatario:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	BA.00.0.0.002	D 65 di 66
<b>Barriere antirumore</b> Relazione di calcolo delle fondazioni							

### VERIFICA DEL PUNTONE COMPRESSO

		<b>Ced (kN)</b>	<b>Lp (m)</b>	<b>Bp (m)</b>	<b>Ap (mq)</b>	<b><math>\sigma_{ed}</math> (Mpa)</b>	<b><math>\sigma_{rd}</math> (Mpa)</b>
BM95	H2	60	0.08	0.25	0.02	3.0	7.7
BM110	H5	112	0.08	0.25	0.02	5.6	7.7
BM110	H7	143	0.10	0.25	0.025	5.7	7.7
BM130	H8	159	0.12	0.25	0.03	5.3	7.7

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>2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario:      Mandante: <b>SYSTRA S.A.    SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>Barriere antirumore</b> Relazione di calcolo delle fondazioni	<b>COMMESSA</b> <b>IF2R</b>	<b>LOTTO</b> <b>2.2.E.ZZ</b>	<b>CODIFICA</b> <b>CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>BA.00.0.0.002</b>	<b>REV.</b> <b>D</b>	<b>FOGLIO</b> <b>66 di 66</b>

## 10 CONCLUSIONI

Dalle verifiche effettuate si può concludere come i tipologici di progetto adottati rispondano correttamente a tutti i requisiti di resistenza con opportuno margine di sicurezza. Tutte le tipologie di barriere adottate lungo l'opera per il quale non è stata effettuata specifica analisi possono essere rappresentate dai tipologici analizzati e garantiscono coefficienti di sicurezza maggiori rispetto a quelli riportati nel presente documento.

L'analisi critica dei risultati e dei parametri di controllo associata al confronto con verifiche di massima eseguite manualmente porta a confermare la validità dei risultati.

Dovrà essere posta attenzione alle effettive misure dello stato di fatto in modo da posizionare la struttura in oggetto in maniera conforme alle indicazioni di progetto.