

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

MANDANTI:



IL DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE:

Ing. L. LACOPO

Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche



PROGETTO ESECUTIVO

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

Relazione geotecnica e strutturale fondazioni su pozzo (pile P12, P13 e P14)
VI21 – VIADOTTO dal km 42+520 al km 43+000: Viadotto Calore Ponte

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

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

I F 2 R 3 2 E Z Z R B V I 2 1 0 0 0 0 4 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE	C. Pinti	23/06/21	G. Coppa	24/06/21	L. Bruzzone	24/06/21	IL PROGETTISTA F. DI IULIO 25/06/21
B	REVISIONE A SEGUITO RDV	C. Pinti	31/10/21	G. Coppa	31/10/21	L. Bruzzone	31/10/21	

File: IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.21.0.0.004-B.doc

n. Elab.:

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.							
Realzione fondazioni su pozzo - Pile 12, 13 e 14 IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.21.0.0.004.A.DOCX		COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RB	DOCUMENTO VI.21.0.0.004	REV. A	FOGLIO 2 di 45

1	PREMESSA.....	4
2	DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA.....	5
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	7
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	8
4.1	CALCESTRUZZO.....	8
4.1.1	Strutture di elevazione.....	8
4.1.2	Plinto di fondazione.....	8
4.1.3	Diaframmi di fondazione.....	9
4.2	ACCIAIO PER ARMATURE ORDINARIE.....	10
4.3	COPRIFERRI MINIMI.....	10
5	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA ED ASPETTI IDRAULICI.....	11
6	PARAMETRI SISMICI.....	12
7	SCARICHI IN FONDAZIONE.....	13
7.1	PILA 12.....	13
7.2	PILA 13.....	14
7.3	PILA 14.....	15
8	CRITERI DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI A POZZO.....	16
8.1	VERIFICHE GEOTECNICHE.....	16
8.1.1	Capacità portante limite orizzontale.....	16
8.1.2	Capacità portante limite verticale.....	18
8.2	VERIFICHE STRUTTURALI.....	20
8.2.1	Sollecitazioni flettenti.....	20
8.2.2	Sollecitazioni taglianti.....	21

APPALTATORE:		TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata						
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.								
Realzione fondazioni su pozzo - Pile 12, 13 e 14 IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.21.0.0.004.A.DOCX		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RB	DOCUMENTO VI.21.0.0.004	REV. A	FOGLIO 3 di 45

9	VERIFICHE GEOTECNICHE.....	23
9.1	VERIFICA DELLA CAPACITÀ PORTANTE LIMITE ORIZZONTALE.....	23
9.1.1	<i>Direzione longitudinale.....</i>	23
9.1.2	<i>Direzione trasversale.....</i>	31
9.2	VERIFICA DELLA CAPACITÀ PORTANTE LIMITE VERTICALE.....	38
10	VERIFICHE STRUTTURALI.....	40
11	VERIFICA NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITI IDRAULICI	44
11.1	VERIFICA DEL TAMPONE DI FONDO IN JET-GROUTING	44
12	INDICE DELLE FIGURE	45

APPALTATORE:  Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: Mandante: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.						
Realzione fondazioni su pozzo - Pile 12, 13 e 14 IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.21.0.0.004.A.DOCX	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RB	DOCUMENTO VI.21.0.0.004	REV. A	FOGLIO 4 di 45

1 **PREMESSA**

La presente relazione afferisce ai calcoli e alle verifiche strutturali delle fondazioni delle pile P12-P13-P14 del Viadotto Calore Torrecuso_VI21, nell'ambito della redazione dei documenti tecnici relativi alla progettazione esecutiva dell'itinerario della linea ferroviaria Napoli-Bari, tratta Canello - Benevento - II° Lotto Funzionale Frasso Telesino-Vitulano - 3° Lotto funzionale San Lorenzo-Vitulano.

Le strutture sono state progettate coerentemente con quanto previsto dalla normativa vigente, "Norme Tecniche per le Costruzioni"- DM 14.1.2008 e Circolare n .617 "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni".

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Realzione fondazioni su pozzo - Pile 12, 13 e 14 IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.21.0.0.004.A.DOCX		IF2R	3.2.E.ZZ	RB	VI.21.0.0.004	A	5 di 45

2 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA

La tipologia di pila in esame prevede una sezione pseudorettangolare cava pluriiconnessa, con larghezza pari a 5.10m in direzione longitudinale rispetto all'asse del viadotto e lunghezza di 13.20m in direzione trasversale rispetto all'asse del viadotto; i setti esterni presentano uno spessore di 0.80m; quello centrale prevede uno spessore pari a 0.60m (Geometria tipo B).

Geometria fusto pila		Proprietà geometriche					
Sigla	Descrizione	A	s	I_y	I_z	B_T	B_L
		Sezione fusto	Spessore pulvino	Inerzia dir. trasversale	Inerzia dir. longitudinale	Lunghezza pila	Larghezza pila
[-]	[-]	[m ²]	[m]	[mm ⁴]	[mm ⁴]	[m]	[m]
B	Cava pluriconnessa 5,1x13,2	29.08	2	4.8664E+14	9.9074E+13	13.2	5.1

Il sistema di fondazione previsto è del tipo indiretto, con plinti su pozzo di sezione rettangolare 14 m x 19.4 m realizzato mediante pannelli di diaframmi di spessore 1.20 m e lunghezza 30.0 m. In merito alle modalità di scavo dei diaframmi, data la natura dei terreni e le profondità da raggiungere, si prevede l'utilizzo dell'idrofresa.

Nelle Figure riportate di seguito si forniscono le immagini delle carpenterie della tipologia di pila in esame. Si rimanda agli elaborati grafici per l'ottenimento di dettagli ulteriori.

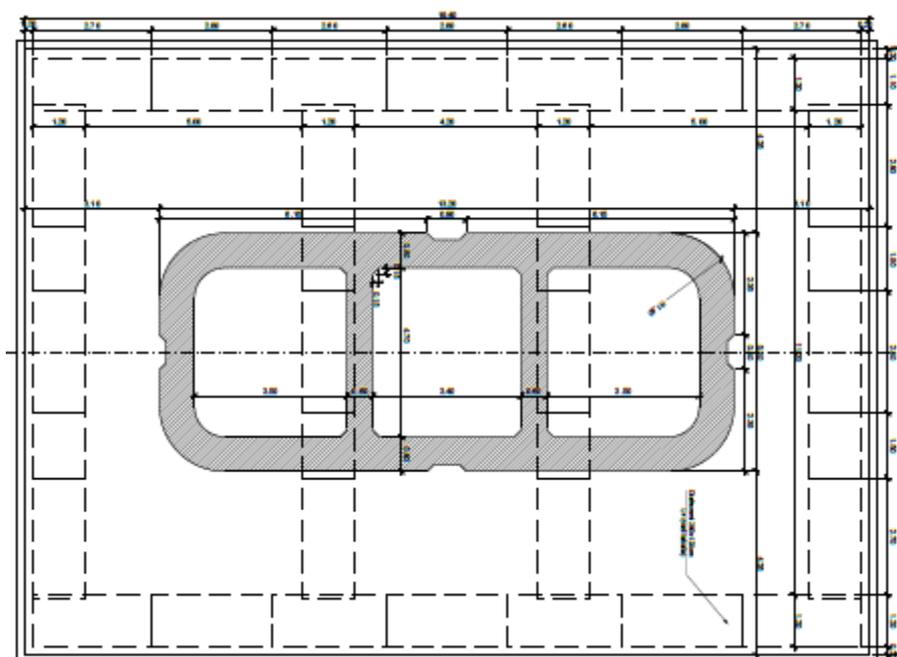


Figura 1: Vista in pianta P12-P13-P14

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RB	DOCUMENTO VI.21.0.0.004	REV. A	FOGLIO 6 di 45
Realzione fondazioni su pozzo - Pile 12, 13 e 14 IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.21.0.0.004.A.DOCX							

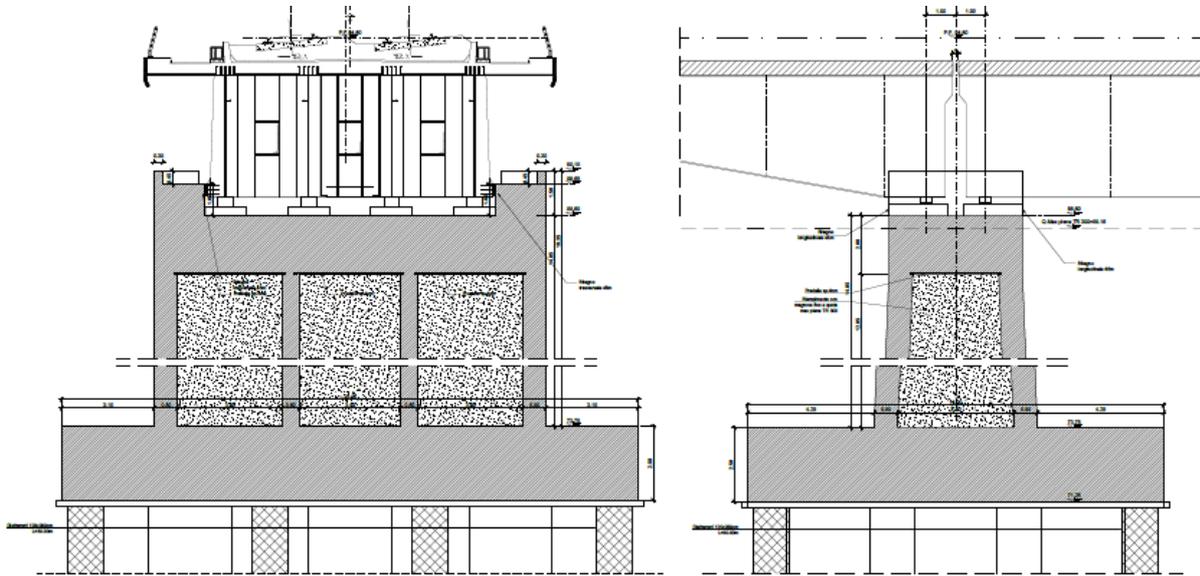


Figura 2: Sezione in direzione trasversale e longitudinale rispetto all'asse del viadotto P13

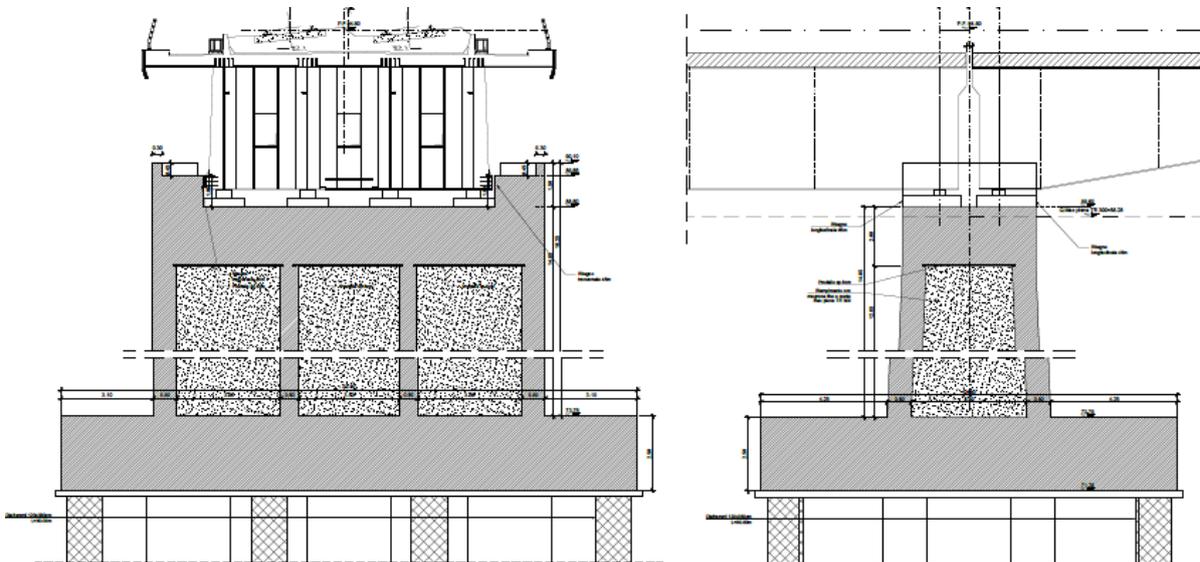


Figura 3: Sezione in direzione trasversale e longitudinale rispetto all'asse del viadotto P14

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.							
Realzione fondazioni su pozzo - Pile 12, 13 e 14 IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.21.0.0.004.A.DOCX		COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RB	DOCUMENTO VI.21.0.0.004	REV. A	FOGLIO 7 di 45

3 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

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

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

Si è tenuto inoltre conto dei seguenti documenti:

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

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.						
Realzione fondazioni su pozzo - Pile 12, 13 e 14 IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.21.0.0.004.A.DOCX	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RB	DOCUMENTO VI.21.0.0.004	REV. A	FOGLIO 8 di 45

4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Di seguito si riportano le caratteristiche dei materiali impiegati, ricavate con riferimento alle indicazioni contenute D.M.14 gennaio 2008. Le classi di esposizione dei calcestruzzi sono coerenti con la UNI EN 206-1-2001.

4.1 CALCESTRUZZO

4.1.1 Strutture di elevazione

Per il getto in opera del fusto della pila si adotta un calcestruzzo con le caratteristiche riportate di seguito:

Classe d'esposizione: XC4

C32/40 $f_{ck} \geq 32$ MPa $R_{ck} \geq 40$ MPa

In accordo con le norme vigenti, risulta per il materiale in esame:

Resistenza caratteristica cubica a 28 giorni	R_{ck}	40	N/mm ²
Resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	33.20	N/mm ²
Valore medio della resistenza cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	41.20	N/mm ²
Resistenza di calcolo breve durata	$f_{cd} \text{ (Breve durata)} = f_{ck} / 1.5$	22.13	N/mm ²
Resistenza di calcolo lunga durata	$f_{cd} \text{ (Lungo durata)} = 0.85 f_{cd}$	18.81	N/mm ²
Resistenza media a trazione assiale	$f_{ctm} = 0.3 (f_{ck})^{2/3} \quad [R_{ck} < 50/60]$	3.10	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk 0,05} = 0.7 f_{ctm}$	2.17	N/mm ²
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{cfm} = 1.2 f_{ctm}$	3.72	N/mm ²
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd} = f_{ctk 0,05} / 1.5$	1.45	N/mm ²
Modulo di Young	$E = 22000 (f_{cm}/10)^{0.3}$	33643	N/mm ²

4.1.2 Plinto di fondazione

Per il getto in opera del plinto di fondazione della pila si adotta un calcestruzzo con le caratteristiche riportate di seguito:

Classe d'esposizione: XC2

C28/35 $f_{ck} \geq 28$ MPa $R_{ck} \geq 35$ MPa

In accordo con le norme vigenti, risulta per il materiale in esame:

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.							
Realzione fondazioni su pozzo - Pile 12, 13 e 14 IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.21.0.0.004.A.DOCX		COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RB	DOCUMENTO VI.21.0.0.004	REV. A	FOGLIO 9 di 45

Resistenza caratteristica cubica a 28 giorni	R_{ck}	35	N/mm ²
Resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	29.05	N/mm ²
Valore medio della resistenza cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	37.05	N/mm ²
Resistenza di calcolo breve durata	$f_{cd} \text{ (Breve durata)} = f_{ck} / 1.5$	19.37	N/mm ²
Resistenza di calcolo lunga durata	$f_{cd} \text{ (Lungo durata)} = 0.85 f_{cd}$	16.46	N/mm ²
Resistenza media a trazione assiale	$f_{ctm} = 0.3 (f_{ck})^{2/3} \quad [R_{ck} < 50/60]$	2.83	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk 0,05} = 0.7 f_{ctm}$	1.98	N/mm ²
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{ctm} = 1.2 f_{ctm}$	3.40	N/mm ²
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd} = f_{ctk 0,05} / 1.5$	1.32	N/mm ²
Modulo di Young	$E = 22000 (f_{cm}/10)^{0.3}$	32588	N/mm ²

4.1.3 Diaframmi di fondazione

Per il getto in opera dei diaframmi di fondazione della pila si adotta un calcestruzzo con le caratteristiche riportate di seguito:

Classe d'esposizione: XC2

C25/30 $f_{ck} \geq 25 \text{ MPa}$ $R_{ck} \geq 30 \text{ MPa}$

In accordo con le norme vigenti, risulta per il materiale in esame:

Resistenza caratteristica cubica a 28 giorni	R_{ck}	30	N/mm ²
Resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	24.90	N/mm ²
Valore medio della resistenza cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	32.90	N/mm ²
Resistenza di calcolo breve durata	$f_{cd} \text{ (Breve durata)} = f_{ck} / 1.5$	16.60	N/mm ²
Resistenza di calcolo lunga durata	$f_{cd} \text{ (Lungo durata)} = 0.85 f_{cd}$	14.11	N/mm ²
Resistenza media a trazione assiale	$f_{ctm} = 0.3 (f_{ck})^{2/3} \quad [R_{ck} < 50/60]$	2.56	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk 0,05} = 0.7 f_{ctm}$	1.79	N/mm ²
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{ctm} = 1.2 f_{ctm}$	3.07	N/mm ²
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd} = f_{ctk 0,05} / 1.5$	1.19	N/mm ²
Modulo di Young	$E = 22000 (f_{cm}/10)^{0.3}$	31447	N/mm ²

APPALTATORE:	 Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO			
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.					
Realzione fondazioni su pozzo - Pile 12, 13 e 14 IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.21.0.0.004.A.DOCX	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RB	DOCUMENTO VI.21.0.0.004	REV. A	FOGLIO 10 di 45

4.2 ACCIAIO PER ARMATURE ORDINARIE

Classe acciaio per armature ordinarie	B450C
Tensione di snervamento caratteristica	$f_{yk} \geq 450$ MPa
Tensione caratteristica di rottura	$f_t \geq 540$ MPa
Modulo di elasticità	$E_a = 210000$ MPa

4.3 COPRIFERRI MINIMI

Si riportano di seguito i copriferri minimi per le strutture in calcestruzzo armato:

Strutture di elevazione	4.0 cm
Plinto di fondazione	4.0 cm
Diaframmi di fondazione	6.0 cm

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Realzione fondazioni su pozzo - Pile 12, 13 e 14 IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.21.0.0.004.A.DOCX	IF2R	3.2.E.ZZ	RB	VI.21.0.0.004	A	11 di 45

5 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA ED ASPETTI IDRAULICI

Nella tabella seguente è riportato un quadro di sintesi dei parametri geotecnici relativi alle formazioni, in cui ricadono le fondazioni delle pile in esame.

strato	Formazione	Δz strato	γ	ϕ'	C_u
		(m)	(kN/m ³)	(°)	(kPa)
1	ba2	13	19	30	0
2	bn2	13.5	20	32	0
3	ALT	2.5	20	0	100
4	ALT	1	20	0	130
5	ALT	10	20	0	250
6	ALT	30	20	0	300
7					
8					
9					
10					

Legenda

Δz strato

γ peso specifico terreno

ϕ' angolo attrito effettivo terreni incoerenti (zero per terreni coesivi)

c_u coesione non drenata terreni coesivi (zero per terreni incoerenti)

La falda è posta cautelativamente a piano campagna.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.							
Realzione fondazioni su pozzo - Pile 12, 13 e 14 IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.21.0.0.004.A.DOCX		COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RB	DOCUMENTO VI.21.0.0.004	REV. A	FOGLIO 12 di 45

6 PARAMETRI SISMICI

In accordo con quanto riportato nella relazione geotecnica i parametri di riferimento sono riassunti nella tabella seguente.

	Accelerazione di riferimento ag/g	Categoria sottosuolo	Categoria topografica	Vita Nominale	Classe d'uso	Accelerazione massima attesa al sito amax/g
VI20	0.367	C	T1	100	IV	0.434

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Realzione fondazioni su pozzo - Pile 12, 13 e 14 IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.21.0.0.004.A.DOCX	IF2R	3.2.E.ZZ	RB	VI.21.0.0.004	A	13 di 45

7 SCARICHI IN FONDAZIONE

Nel seguito a partire dagli scarichi a base pila derivanti dall'analisi strutturale complessiva del viadotto, si valutano le azioni ad intradosso plinto.

7.1 PILA 12

Nella tabella seguente si riportano gli scarichi per gli stati limite ultimi e caratteristica in esercizio.

Combinazioni di carico	SOLLECITAZIONI INTRADOSO PLINTO				
	N	Ht	HI	Mt	MI
-	kN	kN	kN	kNm	kNm
SLU-Gr.1(N)	-86167	3186	2888	52570	40495
SLU-Gr.3(N)	-85998	2169	3945	35277	52483
SLU-Gr.1(P)	-87469	2832	3124	48321	43003
SLU-Gr.3(P)	-87676	1955	4416	33613	57211
SLU-Gr.1-1SW/2	-81240	1719	2172	41552	31326
SLU-Gr.3-1SW/2	-81342	1295	2806	34847	38300
SLU-Gr.1-MaxML(P)	-79009	1792	1892	29424	20993
SLU-Gr.3-MaxML(P)	-78803	1435	3184	23602	35201
SLU-Gr.1(N)-Gk=1.00	-65578	3186	2685	52569	36152
SLU-Gr.3(N)-Gk=1.00	-65409	2169	3742	35276	48141
SLU-Gr.1(P)-Gk=1.00	-66881	2832	2920	48320	38661
SLU-Gr.3(P)-Gk=1.00	-67087	1955	4213	33611	52869
SLU-Gr.1-1SW/2-Gk=1.00	-60652	1719	1968	41551	26983
SLU-Gr.3-1SW/2-Gk=1.00	-60753	1295	2603	34846	33958
SLU-Gr.1-MaxML(P)-Gk=1.00	-58421	1792	1973	29422	22014
SLU-Gr.3-MaxML(P)-Gk=1.00	-58214	1435	3265	23601	36676
SLV-EL+0.3ET	-59165	8772	29093	68941	206411
SLV-0.3EL+ET	-58631	28980	8806	226883	62756
SLE-C-Gr.1(N)	-61828	2173	2021	35863	28337
SLE-C-Gr.3(N)	-61712	1471	2750	23937	36606
SLE-C-Gr.1(P)	-62726	1929	2184	32933	30067
SLE-C-Gr.3(P)	-62869	1324	3075	22789	39866
SLE-C-Gr.1-1SW/2	-58431	1161	1527	28264	22014
SLE-C-Gr.3-1SW/2	-58500	868	1965	23640	26824
SLE-C-Gr.1-MaxML (P)	-56892	1212	1361	19900	15185
SLE-C-Gr.3-MaxML (P)	-56750	965	2252	15885	24984

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Realzione fondazioni su pozzo - Pile 12, 13 e 14 IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.21.0.0.004.A.DOCX	IF2R	3.2.E.ZZ	RB	VI.21.0.0.004	A	14 di 45		

7.2 PILA 13

Nella tabella seguente si riportano gli scarichi per gli stati limite ultimi e caratteristica in esercizio.

Combinazioni di carico	SOLLECITAZIONI INTRADOSSO PLINTO				
	N	Ht	HI	Mt	MI
-	kN	kN	kN	kNm	kNm
SLU-Gr.1(N)	-108600	4602	4640	107711	88536
SLU-Gr.3(N)	-108600	3129	6090	72411	114419
SLU-Gr.1(P)	-110308	3959	5057	95191	94572
SLU-Gr.3(P)	-110308	2807	6924	67689	126028
SLU-Gr.1-1SW/2	-101725	2486	3859	75340	72759
SLU-Gr.3-1SW/2	-101725	2071	5001	65487	91999
SLU-Gr.1-MaxML(P)	-99482	2695	3246	62434	54130
SLU-Gr.3-MaxML(P)	-99482	2175	5113	50334	87454
SLU-Gr.1(N)-Gk=1.00	-82354	4602	4172	107711	78128
SLU-Gr.3(N)-Gk=1.00	-82354	3129	5622	72411	104010
SLU-Gr.1(P)-Gk=1.00	-84062	3959	4589	95191	84163
SLU-Gr.3(P)-Gk=1.00	-84062	2807	6456	67689	115620
SLU-Gr.1-1SW/2-Gk=1.00	-75480	2486	3392	75340	62351
SLU-Gr.3-1SW/2-Gk=1.00	-75480	2071	4533	65487	81591
SLU-Gr.1-MaxML(P)-Gk=1.00	-73236	2695	3256	62434	56493
SLU-Gr.3-MaxML(P)-Gk=1.00	-73236	2175	5122	50334	89817
SLV-EL+0.3ET	-70913	15083	49701	211220	681687
SLV-0.3EL+ET	-70237	50276	14910	727278	205049
SLE-C-Gr.1(N)	-77027	3136	3282	73430	62680
SLE-C-Gr.3(N)	-77027	2120	4282	49085	80530
SLE-C-Gr.1(P)	-78205	2693	3570	64796	66842
SLE-C-Gr.3(P)	-78205	1898	4857	45829	88536
SLE-C-Gr.1-1SW/2	-72286	1677	2744	51105	51799
SLE-C-Gr.3-1SW/2	-72286	1390	3531	44311	65068
SLE-C-Gr.1-MaxML (P)	-70739	1821	2405	42205	40094
SLE-C-Gr.3-MaxML (P)	-70739	1462	3692	33860	63077

Tabella 1: Sollecitazioni intradosso plinto – Pila 13

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Realzione fondazioni su pozzo - Pile 12, 13 e 14 IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.21.0.0.004.A.DOCX	IF2R	3.2.E.ZZ	RB	VI.21.0.0.004	A	15 di 45

7.3 PILA 14

Nella tabella seguente si riportano gli scarichi per gli stati limite ultimi.

Combinazioni di carico	SOLLECITAZIONI INTRADOSSO PLINTO				
	N	Ht	HI	Mt	MI
-	kN	kN	kN	kNm	kNm
SLU-Gr.1(N)	-108600	4602	4640	107711	84340
SLU-Gr.3(N)	-108600	3129	6090	72411	108773
SLU-Gr.1(P)	-110308	3959	5564	95191	102752
SLU-Gr.3(P)	-110308	2807	7939	67689	145135
SLU-Gr.1-1SW/2	-101725	2486	4367	75340	80687
SLU-Gr.3-1SW/2	-101725	2071	6016	65487	110129
SLU-Gr.1-MaxML(P)	-102260	2920	4154	69868	86662
SLU-Gr.3-MaxML(P)	-102260	2288	6528	54466	129045
SLU-Gr.1(N)-Gk=1.00	-82354	4602	4172	107711	74399
SLU-Gr.3(N)-Gk=1.00	-82354	3129	5622	72411	98831
SLU-Gr.1(P)-Gk=1.00	-84062	3959	5097	95191	92810
SLU-Gr.3(P)-Gk=1.00	-84062	2807	7471	67689	135193
SLU-Gr.1-1SW/2-Gk=1.00	-75480	2486	3899	75340	70745
SLU-Gr.3-1SW/2-Gk=1.00	-75480	2071	5548	65487	100187
SLU-Gr.1-MaxML(P)-Gk=1.00	-76015	2920	4149	69868	84617
SLU-Gr.3-MaxML(P)-Gk=1.00	-76015	2288	6524	54466	127000
SLV-EL+0.3ET	-66027	15083	60771	230317	873354
SLV-0.3EL+ET	-68211	50276	18231	734356	261132
SLE-C-Gr.1(N)	-77027	3136	3282	73430	59694
SLE-C-Gr.3(N)	-77027	2120	4282	49085	76544
SLE-C-Gr.1(P)	-78205	2693	3920	64796	72392
SLE-C-Gr.3(P)	-78205	1898	5557	45829	101621
SLE-C-Gr.1-1SW/2	-72286	1677	3094	51105	57175
SLE-C-Gr.3-1SW/2	-72286	1390	4231	44311	77479
SLE-C-Gr.1-MaxML (P)	-72655	1976	3097	47332	63802
SLE-C-Gr.3-MaxML (P)	-72655	1540	4734	36709	93031

Tabella 2: Sollecitazioni intradosso plinto – Pila 14

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.							
Realzione fondazioni su pozzo - Pile 12, 13 e 14 IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.21.0.0.004.A.DOCX		COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RB	DOCUMENTO VI.21.0.0.004	REV. A	FOGLIO 16 di 45

8 CRITERI DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI A POZZO

8.1 VERIFICHE GEOTECNICHE

8.1.1 Capacità portante limite orizzontale

La verifica del pozzo di fondazione è stata condotta attraverso il metodo presentato da M. Jamiolkowski (1968). Tale metodo presuppone che la fondazione sia infinitamente rigida e che quindi, a seguito dell'applicazione dei carichi esterni, la struttura subisca una semplice rotazione attorno ad un punto posto al di sotto della superficie del terreno in prossimità della base, senza subire inflessioni. Tale condizione risulta verificata qualora sia rispettato il criterio proposto da Silin e Zavrijev (1962), secondo i quali la fondazione può essere considerata infinitamente rigida se:

$$\alpha = \sqrt[3]{\frac{k_h B}{E J}} \leq \frac{2.5}{h}$$

dove:

- B è il lato minore parallelo alla forza;
- k_h è il coefficiente di reazione orizzontale del terreno;
- E è il modulo di elasticità della struttura;
- J è il momento di inerzia del pozzo;
- h è l'altezza del pozzo di fondazione.

Il dimensionamento della fondazione avviene sulla base delle seguenti grandezze, calcolate applicando le condizioni di equilibrio orizzontale e alla rotazione rispetto ad un punto O posto sull'asse del pozzo:

- rotazione del pozzo e spostamenti lungo il fusto (ω , o);
- pressioni orizzontali agenti sul terreno lungo il fusto ($\sigma_h(z)$);
- pressioni verticali massime e minime agenti alla base del pozzo ($\sigma_{z,max}$ e $\sigma_{z,min}$);
- sollecitazioni agenti lungo il fusto del pozzo (sforzo normale N, taglio V, momento M).

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Realzione fondazioni su pozzo - Pile 12, 13 e 14 IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.21.0.0.004.A.DOCX		IF2R	3.2.E.ZZ	RB	VI.21.0.0.004	A	17 di 45

Figura 4– Schematizzazione del pozzo di fondazione.

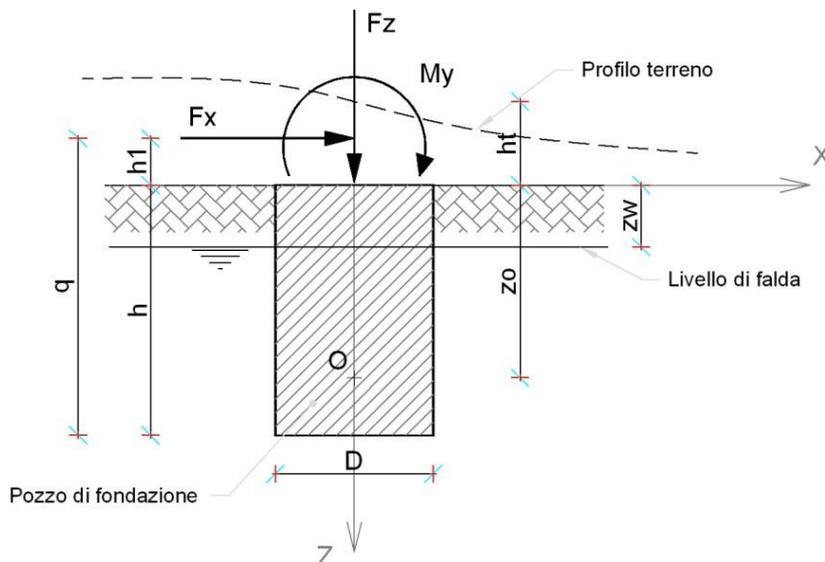


Figura 5– Schematizzazione del pozzo di fondazione.

Le verifiche geotecniche risultano soddisfatte qualora il terreno offra adeguata resistenza nei confronti delle pressioni esercitate dalla struttura sul terreno.

Le pressioni orizzontali agenti sul pozzo di fondazione vengono determinate sulla base della seguente formulazione:

$$\sigma_h = (z_0 - z) \cdot \operatorname{tg} \omega \cdot k_y \cdot \frac{z}{h}$$

in cui:

- z_0 = profondità del centro di rotazione rispetto alla testa del pozzo;
- h = altezza del pozzo di fondazione;
- z = generica profondità rispetto alla testa del pozzo;
- k_y = coefficiente di reazione orizzontale alla profondità h rispetto alla sommità del pozzo.

Le pressioni vengono quindi confrontate con le pressioni limite del terreno lungo il fusto del pozzo ($\sigma_h(z)_{lim}$), valutate in termini di tensioni efficaci secondo le espressioni di M. Jamiolkowski (1968):

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.							
Realzione fondazioni su pozzo - Pile 12, 13 e 14 IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.21.0.0.004.A.DOCX		COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RB	DOCUMENTO VI.21.0.0.004	REV. A	FOGLIO 18 di 45

$$\sigma_h(z)_{lim} = kp \cdot \sigma'_v(z) + 2 \cdot c'(kp)^{0,5} \quad (\text{tensioni efficaci})$$

$$\sigma_h(z)_{lim} = \sigma_v(z) + 2 \cdot c_u \quad (\text{tensioni totali})$$

Affinché si possa pervenire ad uno SLU geotecnico per capacità resistente del terreno che circonda il pozzo di fondazione occorre che il terreno a contatto giunga a plasticizzazione su tutta la lunghezza sulla quale agisce la spinta esercitata dal pozzo. La verifica pertanto non sarà puntuale, ma sarà effettuata confrontando la risultante delle forze orizzontali con la risultante delle resistenze offerte dal terreno.

Nel dettaglio, la verifica viene pertanto condotta secondo il seguente procedimento:

- Calcolo della distribuzione delle pressioni agenti sul terreno;
- Noto il punto di rotazione del pozzo viene determinata la risultante delle pressioni orizzontali lungo il pozzo al di sopra e al di sotto del punto di rotazione;
- Calcolo delle pressioni limite del terreno lungo il fusto del pozzo;
- Viene determinata la resistenza offerta dal terreno $S_{resistente}$ integrando le pressioni limite lungo il fusto del palo rispettivamente sull'altezza di pozzo al di sopra del punto di rotazione e al di sotto di tale punto;
- Se per entrambe le altezze $S_{resistente} > S_{agente}$ la verifica risulta soddisfatta.

Le analisi sono svolte separatamente per le due direzioni, longitudinale e trasversale.

8.1.2 Capacità portante limite verticale

In accordo alle BS 8004:2015, par. 6.7.2.2.6-7, la resistenza limite del blocco è così calcolata:

- Terreni coesivi

$$R_{block} = (c_{u,s,calc} \times A_s \times S_{blocco}) + (N_c \times c_{u,b,calc} \times A_b),$$

- Terreni incoerenti

$$R_{block} = (k_0 \times \sigma'_v \times \tan(\phi_k) \times A_s \times S_{block}) + (N_q \times \sigma'_{v,b} \times A_b),$$

dove:

$c_{u,s,calc}$ = coesione non drenata di calcolo media sulla superficie laterale del blocco ottenuta partendo dai valori caratteristici dei singoli strati;

$c_{u,b,calc}$ = coesione non drenata di calcolo alla base del blocco assunta pari al valore caratteristico dell'unità stratigrafica presente alla base del blocco;

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Realzione fondazioni su pozzo - Pile 12, 13 e 14 IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.21.0.0.004.A.DOCX		IF2R	3.2.E.ZZ	RB	VI.21.0.0.004	A	19 di 45

k_0 = coefficiente di spinta a riposo = $1 - \sin \varphi$;

σ'_v = pressione verticale media sulla superficie laterale del blocco;

$\sigma'_{v,b}$ = pressione verticale alla base del blocco;

A_s = superficie laterale del blocco;

A_b = area di base del blocco in accordo alle BS 8004:2015;

s_{block} = fattore di forma del blocco assunto pari a 1.0;

$N_c = (\pi + 2)$, fattore di capacità portante terreni coesivi (BS 8004:2015);

$N_c = (N_q - 1) \times \cot \varphi$, $N_q = e^{\pi \tan \varphi} \tan^2(45 + \varphi / 2)$ fattore di capacità portante terreni incoerenti

In aggiunta alla determinazione di cui sopra si valuta prudenzialmente la capacità portante limite nell'ipotesi di considerare come area di base non quella del blocco ma la somma delle aree di base dei pali.

La resistenza di calcolo del blocco $R_{block,c,d}$ si ottiene a partire dal valore caratteristico R_k applicando i coefficienti parziali previsti per i pali trivellati e riportati nella Tabella 6.4. II delle NTC 2008.

Tabella 6.4.II – Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche.

Resistenza	Simbolo	Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
		(R1)	(R2)	(R3)	(R1)	(R2)	(R3)	(R1)	(R2)	(R3)
Base	γ_b	1,0	1,45	1,15	1,0	1,7	1,35	1,0	1,6	1,3
Laterale in compressione	γ_s	1,0	1,45	1,15	1,0	1,45	1,15	1,0	1,45	1,15
Totale (*)	γ_t	1,0	1,45	1,15	1,0	1,6	1,30	1,0	1,55	1,25
Laterale in trazione	γ_{st}	1,0	1,6	1,25	1,0	1,6	1,25	1,0	1,6	1,25

Inoltre il valore caratteristico della resistenza $R_{c,k}$ sarà ottenuto applicando alle resistenze calcolate $R_{c,cal}$ i fattori di correzione (ξ) riportati nella Tabella 6.4.IV delle NTC 2008 in funzione del numero di verticali d'indagine. Nel caso specifico con $\xi_3 = 1.70$

Infine si applica il coefficiente di resistenza per la capacità portante delle fondazioni superficiali $\gamma_{R,fond.sup}$ pari a 2.3.

Si riassume di seguito la formulazione per la resistenza di calcolo del blocco:

$$R_{block,c,k} = \frac{R_{block,calc}}{\xi_3}$$

$$R_{block,c,d} = \frac{1}{\gamma_{R,fond.sup}} \cdot \frac{R_{block,k}}{\gamma_{R,pali} \{ \gamma_b, \gamma_s \}}$$

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: Mandante: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Realzione fondazioni su pozzo - Pile 12, 13 e 14 IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.21.0.0.004.A.DOCX		IF2R	3.2.E.ZZ	RB	VI.21.0.0.004	A	20 di 45

8.2 VERIFICHE STRUTTURALI

Le sollecitazioni agenti lungo il fusto del pozzo sono determinate con il metodo di Jamiolkowski (1968), in cui le sollecitazioni in termini di sforzo normale, taglio e momento polare vengono espresse mediante le seguenti relazioni:

$$N = N_t + A_b \cdot \gamma_{cls}$$

$$V = H \cdot l \left(1 - \frac{L \cdot z^2}{R \cdot H_p} \right) \cdot (3 \cdot z_0 - 2 \cdot z)$$

$$M = H \cdot [h_1 + z \cdot \left(1 - \frac{L \cdot z^2}{R \cdot H_p} \right) \cdot (2 \cdot z_0 - z)]$$

dove:

- N_t è lo sforzo normale totale agente in testa pozzo;
- H è l'azione tagliante in testa pozzo;
- A_b è l'area della sezione del pozzo;
- γ_{cls} è il peso specifico del calcestruzzo;
- H_p è l'altezza del pozzo;
- z è la profondità della sezione di calcolo rispetto alla testa del pozzo;
- z_0 è la profondità del centro di rotazione del pozzo rispetto alla testa;
- L è il lato perpendicolare alla forza;
- h_1 è la quota di applicazione delle azioni taglianti H rispetto alla testa del pozzo.

Calcolate le sollecitazioni agenti M e V lungo il fusto del pozzo e suddivise linearmente tra i diaframmi, sono eseguite le verifiche strutturali a pressoflessione e taglio dei diaframmi.

8.2.1 Sollecitazioni flettenti

La verifica di resistenza (SLU) è stata condotta attraverso il calcolo dei domini di interazione N-M, ovvero il luogo dei punti rappresentativi di sollecitazioni che portano in crisi la sezione di verifica secondo i criteri di resistenza da normativa.

Nel calcolo dei domini sono state mantenute le consuete ipotesi, tra cui:

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.						
Realzione fondazioni su pozzo - Pile 12, 13 e 14 IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.21.0.0.004.A.DOCX	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RB	DOCUMENTO VI.21.0.0.004	REV. A	FOGLIO 21 di 45

- conservazione delle sezioni piane;
- legame costitutivo del calcestruzzo parabolo-rettangolo non reagente a trazione, con plateau ad una deformazione pari a 0.002 e a rottura pari a 0.0035 ($\sigma_{max} = 0.85 \times 0.83 \times R_{ck} / 1.5$);
- legame costitutivo dell'armatura d'acciaio elastico-perfettamente plastico con deformazione limite di rottura a 0.01 ($\sigma_{max} = f_{yk} / 1.15$)

8.2.2 Sollecitazioni taglianti

La resistenza a taglio V_{Rd} di elementi sprovvisti di specifica armatura è stata calcolata sulla base della resistenza a trazione del calcestruzzo.

Con riferimento all'elemento fessurato da momento flettente, la resistenza al taglio si valuta con:

$$V_{Rd} = \left\{ 0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

con:

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$$

e dove:

d è l'altezza utile della sezione (in mm);

$\rho_1 = A_{sl} / (b_w \cdot x_d)$ è il rapporto geometrico di armatura longitudinale ($\leq 0,02$);

$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c$ è la tensione media di compressione nella sezione ($\leq 0,2 f_{cd}$);

b_w è la larghezza minima della sezione (in mm).

La resistenza a taglio V_{Rd} di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio deve essere valutata sulla base di una adeguata schematizzazione a traliccio. Gli elementi resistenti dell'ideale traliccio sono: le armature trasversali, le armature longitudinali, il corrente compresso di calcestruzzo e i puntoni d'anima inclinati. L'inclinazione θ dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave deve rispettare i limiti seguenti:

$$1 \leq \text{ctg } \theta \leq 2.5$$

La verifica di resistenza (SLU) si pone con:

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.							
Realzione fondazioni su pozzo - Pile 12, 13 e 14 IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.21.0.0.004.A.DOCX		COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RB	DOCUMENTO VI.21.0.0.004	REV. A	FOGLIO 22 di 45

dove V_{Ed} è il valore di calcolo dello sforzo di taglio agente.

Con riferimento all'armatura trasversale, la resistenza di calcolo a "taglio trazione" è stata calcolata con:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\operatorname{ctg}\alpha + \operatorname{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$$

Con riferimento al calcestruzzo d'anima, la resistenza di calcolo a "taglio compressione" è stata calcolata con:

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\operatorname{ctg}\alpha + \operatorname{ctg}\theta) / (1 + \operatorname{ctg}^2\theta)$$

La resistenza al taglio della trave è la minore delle due sopra definite:

$$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$$

In cui:

- d è l'altezza utile della sezione;
- b_w è la larghezza minima della sezione;
- σ_{cp} è la tensione media di compressione della sezione;
- A_{sw} è l'area dell'armatura trasversale;
- S è interasse tra due armature trasversali consecutive;
- θ è l'angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave;
- f'_{cd} è la resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima ($f'_{cd}=0.5f_{cd}$);
- α è un coefficiente maggiorativo, pari ad 1 per membrature non compresse.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.						
Realzione fondazioni su pozzo - Pile 12, 13 e 14 IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.21.0.0.004.A.DOCX	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RB	DOCUMENTO VI.21.0.0.004	REV. A	FOGLIO 23 di 45

9 VERIFICHE GEOTECNICHE

Si riportano di seguito le verifiche per la pila P14, che è risultata maggiormente sollecitata, adottando i parametri medi delle formazioni attraversate

9.1 VERIFICA DELLA CAPACITÀ PORTANTE LIMITE ORIZZONTALE

Le condizioni più gravose si manifestano nella combinazione sismica. Si riporta di seguito la verifica per la direzione longitudinale e trasversale.

9.1.1 Direzione longitudinale

TRATTAZIONE TEORICA

Formule utilizzate nei calcoli:

$$z_0 = (\beta L h^2 (4q-h) + 6WB) / (2\beta L h(3q-h)) \quad \beta = k_h / k_v$$

$$\operatorname{tg} \omega = 6H / R m_h h$$

$$R = (\beta L h^3 + 18BW) / (2\beta(3q-h))$$

$$\sigma_h(z) = (6H / Rh)z(z_0 - z) \quad (\sigma_h(z))_{\max} \text{ per } z = z_0/2$$

$$\sigma_{z_{\max}(\min)} = Nt / A \pm (3BH) / (\beta R)$$

$$M(z) = H (h_1 + z(1 - ((Lz^2)/(2Rh))(2z_0 - z)))$$

$$\delta_h = (z_0 - z) \operatorname{tg} \omega$$

Verifica della condizione di fondazione infinitamente rigida:

$$2,5 / h > ((m_h * B) / (Ep * I))^{1/5} \quad (\text{Silin e Zavrijev})$$

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Realzione fondazioni su pozzo - Pile 12, 13 e 14 IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.21.0.0.004.A.DOCX	IF2R	3.2.E.ZZ	RB	VI.21.0.0.004	A	24 di 45

DATI DI INPUT:

Caratteristiche geometriche del pozzo

L = lato maggiore \perp forza =	19.40	(m)
B = lato minore // forza =	14.00	(m)
hp = spessore del plinto di fondazione =	2.50	(m)
h = profondità del pozzo di fondazione =	30.00	(m)
A _b = Area di base =	271.60	(m ²)
I = Momento di inerzia (LB ³ /12) =	4436.13	(m ⁴)
Wp = Modulo di resistenza (LB ² /6) =	633.73	(m ³)
Ep = Modulo di elasticità del pozzo =	30000.00	(MPa)

coefficienti parziali

Metodo di calcolo			azioni		proprietà del terreno			resistenze
			permanenti	temporanee variabili	tan φ'	c'	c _u	
Stato Limite Ultimo	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00
	A2+M2+R2	<input type="radio"/>	1.00	1.30	1.25	1.25	1.40	1.80
	SISMA	<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.25	1.25	1.40	1.80
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00	2.30
	SISMA	<input checked="" type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30
Tensioni Ammissibili			<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00
Definiti dal Progettista			<input type="radio"/>	1.10	1.10	1.10	1.10	3.00

Parametri geotecnici

Terreno al contorno del fusto

condizioni drenate non drenate

		Valori caratteristici	Valori di progetto
peso specifico del terreno	γ (kN/m ³)	19.00	19.00
coesione efficace	c' (kPa)	0.00	0.00
angolo di attrito interno del terreno	φ' (°)	35.00	35.00

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.						
Realzione fondazioni su pozzo - Pile 12, 13 e 14 IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.21.0.0.004.A.DOCX	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RB	DOCUMENTO VI.21.0.0.004	REV. A	FOGLIO 25 di 45

Terreno di base

condizioni drenate non drenate

		Valori caratteristici	Valori di progetto
peso specifico del terreno	γ (kN/m ³)	19.00	19.00
coesione efficace	c' (kPa)	0.00	0.00
angolo di attrito interno del terreno	φ' (°)	35.00	35.00

profondità della falda

z_w = profondità della falda = 1.00 (m)

coefficienti di reazione

m_h = modulo di reazione orizzontale = 4000 (kN/m⁴)
 k_h = coefficiente di reazione orizzontale alla base = 120000.00 (kN/m³)
 k_v = coefficiente di reazione verticale = 120000.00 (kN/m³)
 β = rapporto tra le cost. di reazione = 1.00 (-)

Verifica della condizione di fondazione infinitamente rigida

$2,5 / h > ((m_h * B) / (E_{pozzo} * J))^{1/5}$ (Silin e Zavrijev)

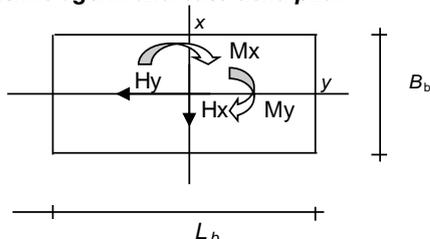
$2,5 / h = 0.08$ (-)

$((m_h * B) / (E_p * I))^{1/5} = 0.05$ (-)

condizione di fondazione infinitamente rigida verificata

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Realzione fondazioni su pozzo - Pile 12, 13 e 14 IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.21.0.0.004.A.DOCX	IF2R	3.2.E.ZZ	RB	VI.21.0.0.004	A	26 di 45

Sollecitazioni massime agenti alla base della pila:



AZIONI

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	66000.00		66000.00
Mx [kNm]			0.00
My [kNm]	873300.00		873300.00
Hx [kN]	60770.00		60770.00
Hy [kN]			0.00

Dimensioni in pianta del plinto di fondazione

hp = 2.50 (m)

Ap = 259.96 (m)

Pplinto = 16247.50 (kN)

Sollecitazioni massime agenti alla testa del pozzo:

$N_t = N + P_{plinto} = 82247.50$ (kN)

$H_t = (H_x^2 + H_y^2)^{0.5} = 60770.00$ (kN)

$M_t = (M_{xx}^2 + M_{yy}^2)^{0.5} = 886416.43$ (kNm)

dove:

$M_{xx} = M_x + H_y \cdot h_p$

$M_{yy} = M_y + H_x \cdot h_p$

$e = M_t / N_t$ (eccentricità) = 10.78 (m) (riferita alla testa del pozzo)

h_1 (quota di applicazione H_t) = 14.59 (m)
($h_1 = M_t / H_t$)

q (somma di h e di h_1) = 44.59 (m)

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.						
Realzione fondazioni su pozzo - Pile 12, 13 e 14 IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.21.0.0.004.A.DOCX	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RB	DOCUMENTO VI.21.0.0.004	REV. A	FOGLIO 27 di 45

Profondità del centro di rotazione del pozzo

$$z_0 = (\beta L h^2 (4q-h) + 6WB) / (2 \beta L h (3q-h))$$

$$\beta = k_h / k_v$$

$$z_0 = 21.83 \quad (\text{m})$$

Rotazione del pozzo

$$R = (\beta L h^3 + 18BW) / (2 \beta (3q - h))$$

$$R = 3198.92 \quad (-)$$

$$\text{tg } \omega = 6H / R k_h h$$

$$\omega = \text{arctg}(6H / R m_h h)$$

$$\omega = 0.00095 \quad (\text{rad})$$

$$\omega = 0.0544 \quad (^\circ)$$

Profondità alla quale si verifica la massima pressione orizzontale

$$\sigma_h (z)_{\text{max}}$$

$$z = z_0 / 2$$

$$z = 10.92 \quad (\text{m})$$

$$\sigma_h (z)_{\text{max}} = 452.74 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Raggio di Nocciolo della sezione del pozzo

$$r = B/6$$

$$r = 2.23 \quad (\text{m})$$

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.						
Realzione fondazioni su pozzo - Pile 12, 13 e 14 IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.21.0.0.004.A.DOCX	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RB	DOCUMENTO VI.21.0.0.004	REV. A	FOGLIO 28 di 45

Sollecitazioni lungo il fusto del pozzo

Pressioni laterali

$$\sigma_h(z)_{lim} = kp \cdot \sigma'_v(z) + 2 \cdot c'(kp)^{0.5} \quad (\text{tensioni efficaci})$$

$$\sigma_h(z)_{lim} = \sigma_v(z) + 2 \cdot cu \quad (\text{tensioni totali})$$

$$kp = (1 + \sin\phi) / (1 - \sin\phi) = 3.69$$

Caratteristiche di sollecitazione

$$N = Nt + A_b \cdot \gamma_{cls}$$

$$M = H \cdot ((h_1 + z(1 - (Lz^2 / (2Rh))) \cdot (2z_0 - z)))$$

$$T = H \cdot (1 - (Lz^2 / (Rh))) \cdot (3z_0 - 2z)$$

$$\sigma_h(z) = ((6H) / (Rh)) \cdot z(z_0 - z)$$

$$\delta_h = (z_0 - z) \cdot tg \omega$$

z	N	M	T	e	$\sigma_h(z)$	$\sigma_v(z)$	$\sigma_h(z)_{lim}$	δ_h
(m)	(kN)	(kNm)	(kN)	(m)	(kN/m ²)	(kN/m ²)	(kN/m ²)	(cm)
0	82247.50	886416.43	60770.00	F.N.	0.00	47.50	175.28	2.07
1.00	88746.50	946924.37	59989.96	F.N.	79.15	66.50	245.40	1.98
2.00	95245.50	1005909.09	57748.13	F.N.	150.70	75.50	278.61	1.88
3.00	101744.50	1061982.50	54191.91	F.N.	214.65	84.50	311.82	1.79
4.00	108243.50	1113903.93	49468.74	F.N.	271.01	93.50	345.03	1.69
5.00	114742.50	1160580.13	43726.01	F.N.	319.76	102.50	378.24	1.60
6.00	121241.50	1201065.25	37111.16	F.N.	360.92	111.50	411.45	1.50
7.00	127740.50	1234560.87	29771.59	F.N.	394.47	120.50	444.67	1.41
8.00	134239.50	1260416.00	21854.73	F.N.	420.43	129.50	477.88	1.31
9.00	140738.50	1278127.04	13507.99	F.N.	438.79	138.50	511.09	1.22
10.00	147237.50	1287337.83	4878.79	F.N.	449.55	147.50	544.30	1.12
11.00	153736.50	1287839.61	-3885.45	F.N.	452.71	156.50	577.51	1.03
12.00	160235.50	1279571.05	-12637.33	F.N.	448.28	165.50	610.72	0.93
13.00	166734.50	1262618.22	-21229.41	F.N.	436.24	174.50	643.93	0.84
14.00	173233.50	1237214.63	-29514.29	F.N.	416.60	183.50	677.15	0.74
15.00	179732.50	1203741.19	-37344.54	F.N.	389.37	192.50	710.36	0.65
16.00	186231.50	1162726.24	-44572.75	F.N.	354.54	201.50	743.57	0.55
17.00	192730.50	1114845.51	-51051.51	F.N.	312.11	210.50	776.78	0.46
18.00	199229.50	1060922.18	-56633.39	F.N.	262.08	219.50	809.99	0.36
19.00	205728.50	1001926.83	-61170.98	F.N.	204.45	228.50	843.20	0.27
20.00	212227.50	938977.46	-64516.86	F.N.	139.22	237.50	876.42	0.17
21.00	218726.50	873339.48	-66523.62	F.N.	66.39	246.50	909.63	0.08
22.00	225225.50	806425.74	-67043.83	F.N.	-14.03	255.50	942.84	-0.02
23.00	231724.50	739796.47	-65930.09	F.N.	-102.05	264.50	976.05	-0.11
24.00	238223.50	675159.36	-63034.97	F.N.	-197.68	273.50	1009.26	-0.21
25.00	244722.50	614369.47	-58211.05	F.N.	-300.90	282.50	1042.47	-0.30
25.00	244722.50	614369.47	-58211.05	F.N.	-300.90	282.50	1042.47	-0.30
26.00	251221.50	559429.32	-51310.93	2.23	-411.72	291.50	1075.68	-0.40
27.00	257720.50	512488.82	-42187.18	1.99	-530.14	300.50	1108.90	-0.49
28.00	264219.50	475845.30	-30692.39	1.80	-656.16	309.50	1142.11	-0.59
29.00	270718.50	451943.53	-16679.13	1.67	-789.77	318.50	1175.32	-0.68
30.00	277217.50	443375.66	0.00	1.60	-930.99	327.50	1208.53	-0.78

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.						
Realzione fondazioni su pozzo - Pile 12, 13 e 14 IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.21.0.0.004.A.DOCX	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RB	DOCUMENTO VI.21.0.0.004	REV. A	FOGLIO 29 di 45

$$N_b = 277217.50 \quad (\text{kN})$$

$$M_b = 443375.66 \quad (\text{kNm})$$

Sottospinta idrostatica alla base del pozzo

$$N_w = 75388.40 \quad (\text{kN})$$

Pressioni verticali alla base del pozzo

$$\sigma_{zmax} = (N_b - N_w) / A_b + (3BH) / (\beta R)$$

$$\sigma_{zmin} = (N_b - N_w) / A_b - (3BH) / (\beta R)$$

$$\sigma_{zmax} = 1540.07 \quad (\text{kN/m}^2)$$

$$\sigma_{zmin} = 12.70 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Valori Massimi delle caratteristiche di sollecitazione

$$N_{max} = 277217.50 \quad (\text{kN}) \quad zN_{max} = 30.00 \quad (\text{m})$$

$$M_{max} = 1287839.61 \quad (\text{kNm}) \quad zM_{max} = 11.00 \quad (\text{m})$$

$$T_{max} = 60770.00 \quad (\text{kN}) \quad zT_{max} = 0.00 \quad (\text{m})$$

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Realzione fondazioni su pozzo - Pile 12, 13 e 14 IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.21.0.0.004.A.DOCX		IF2R	3.2.E.ZZ	RB	VI.21.0.0.004	A	30 di 45

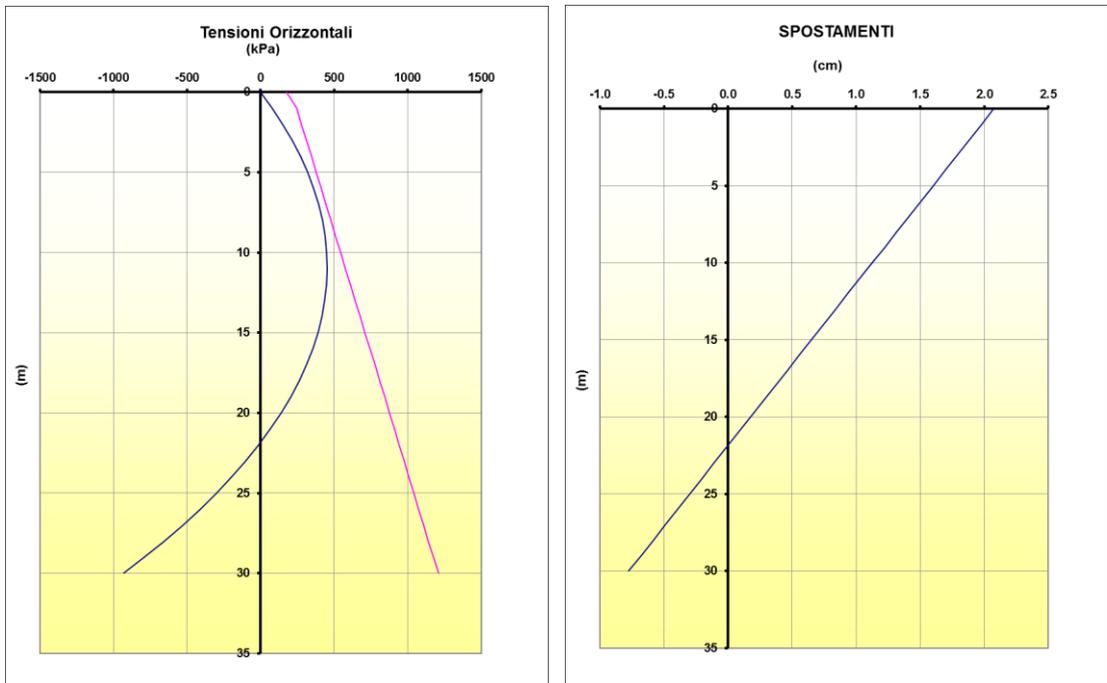


Figura 6 Diagramma delle tensioni orizzontali degli spostamenti orizzontali

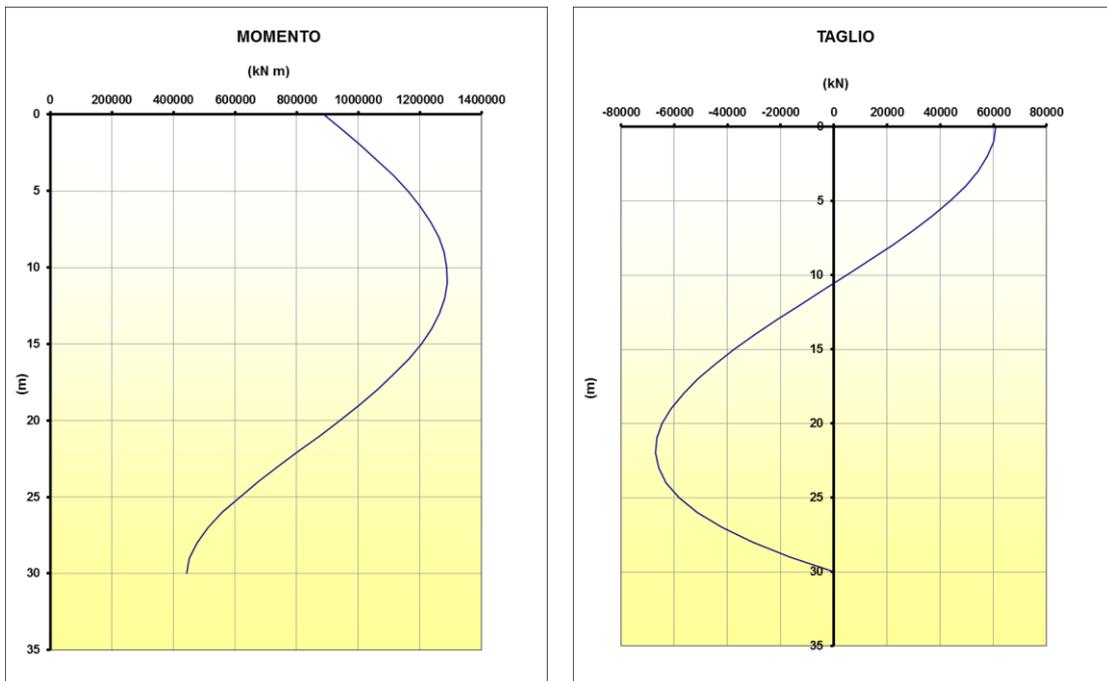


Figura 7 Diagramma delle sollecitazioni flettenti e taglianti

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Realzione fondazioni su pozzo - Pile 12, 13 e 14 IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.21.0.0.004.A.DOCX	IF2R	3.2.E.ZZ	RB	VI.21.0.0.004	A	31 di 45

9.1.2 Direzione trasversale

DATI DI INPUT:

Caratteristiche geometriche del pozzo

L = lato maggiore \perp forza =	14.00	(m)
B = lato minore // forza =	19.40	(m)
hp = spessore del plinto di fondazione =	2.50	(m)
h = profondità del pozzo di fondazione =	30.00	(m)
A _b = Area di base =	271.60	(m ²)
I = Momento di inerzia (LB ³ /12) =	8518.28	(m ⁴)
W _p = Modulo di resistenza (LB ² /6) =	878.17	(m ³)
E _p = Modulo di elasticità del pozzo =	30000.00	(MPa)

coefficienti parziali

Metodo di calcolo	azioni		proprietà del terreno			resistenze		
	permanenti	temporanee variabili	tan φ'	c'	c _u	q _{lim}		
Stato Limite Ultimo	A1+M1+R1	○	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00	
	A2+M2+R2	○	1.00	1.30	1.25	1.25	1.40	
	SISMA	○	1.00	1.00	1.25	1.25	1.40	
	A1+M1+R3	○	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00	
	SISMA	●	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
Tensioni Ammissibili	○		1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	
Definiti dal Progettista	○		1.10	1.10	1.10	1.10	1.00	3.00

Parametri geotecnici

Terreno al contorno del fusto

condizioni drenate non drenate

		Valori caratteristici	Valori di progetto
peso specifico del terreno	γ (kN/m ³)	19.00	19.00
coesione efficace	c' (kPa)	0.00	0.00
angolo di attrito interno del terreno	φ' (°)	35.00	35.00

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Realzione fondazioni su pozzo - Pile 12, 13 e 14 IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.21.0.0.004.A.DOCX	IF2R	3.2.E.ZZ	RB	VI.21.0.0.004	A	32 di 45

Terreno di base

condizioni drenate non drenate

		Valori caratteristici	Valori di progetto
peso specifico del terreno	γ (kN/m ³)	19.00	19.00
coesione efficace	c' (kPa)	0.00	0.00
angolo di attrito interno del terreno	φ' (°)	35.00	35.00

profondità della falda

z_w = profondità della falda = 1.00 (m)

coefficienti di reazione

m_h = modulo di reazione orizzontale = 4000 (kN/m⁴)
 k_h = coefficiente di reazione orizzontale alla base = 120000.00 (kN/m³)
 k_v = coefficiente di reazione verticale = 120000.00 (kN/m³)
 β = rapporto tra le cost. di reazione = 1.00 (-)

Verifica della condizione di fondazione infinitamente rigida

$2,5 / h > ((m_h * B) / (E_{pozzo} * J))^{1/5}$ (Silin e Zavrijev)

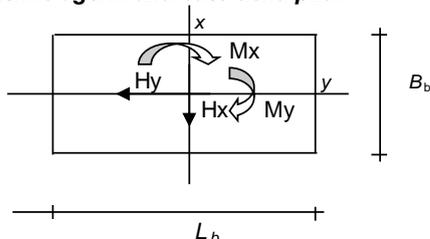
$2,5 / h = 0.08$ (-)

$((m_h * B) / (E_p * I))^{1/5} = 0.05$ (-)

condizione di fondazione infinitamente rigida verificata

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Realzione fondazioni su pozzo - Pile 12, 13 e 14 IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.21.0.0.004.A.DOCX	IF2R	3.2.E.ZZ	RB	VI.21.0.0.004	A	33 di 45

Sollecitazioni massime agenti alla base della pila:



AZIONI

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	68200.00		68200.00
Mx [kNm]			0.00
My [kNm]	734360.00		734360.00
Hx [kN]	50280.00		50280.00
Hy [kN]			0.00

Dimensioni in pianta del plinto di fondazione

hp = 2.50 (m)

Ap = 271.60 (m)

Pplinto = 16975.00 (kN)

Sollecitazioni massime agenti alla testa del pozzo:

$N_t = N + P_{plinto} = 85175.00$ (kN)

$H_t = (H_x^2 + H_y^2)^{0.5} = 50280.00$ (kN)

$M_t = (M_{xx}^2 + M_{yy}^2)^{0.5} = 745040.33$ (kNm)

dove:

$M_{xx} = M_x + H_y \cdot h_p$

$M_{yy} = M_y + H_x \cdot h_p$

$e = M_t / N_t$ (eccentricità) = 8.75 (m) (riferita alla testa del pozzo)

h_1 (quota di applicazione H_t) = 14.82 (m)
($h_1 = M_t / H_t$)

q (somma di h e di h_1) = 44.82 (m)

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE:	Mandatario: Mandante:		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		IF2R	3.2.E.ZZ	RB	VI.21.0.0.004	A	34 di 45
Realzione fondazioni su pozzo - Pile 12, 13 e 14 IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.21.0.0.004.A.DOCX								

Profondità del centro di rotazione del pozzo

$$z_0 = (\beta L h^2 (4q-h) + 6WB) / (2 \beta L h (3q-h))$$

$$\beta = k_h / k_v$$

$$z_0 = 22.60 \quad (\text{m})$$

Rotazione del pozzo

$$R = (\beta L h^3 + 18BW) / (2 \beta (3q - h))$$

$$R = 3277.34 \quad (-)$$

$$\text{tg } \omega = 6H / R k_h h$$

$$\omega = \text{arctg}(6H / R m_h h)$$

$$\omega = 0.00077 \quad (\text{rad})$$

$$\omega = 0.0440 \quad (^\circ)$$

Profondità alla quale si verifica la massima pressione orizzontale

$$\sigma_h (z)_{\text{max}}$$

$$z = z_0 / 2$$

$$z = 11.30 \quad (\text{m})$$

$$\sigma_h (z)_{\text{max}} = 391.83 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Raggio di Nocciolo della sezione del pozzo

$$r = B/6$$

$$r = 3.23 \quad (\text{m})$$

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO			
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.					
Realzione fondazioni su pozzo - Pile 12, 13 e 14 IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.21.0.0.004.A.DOCX	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RB	DOCUMENTO VI.21.0.0.004	REV. A	FOGLIO 35 di 45

Sollecitazioni lungo il fusto del pozzo

Pressioni laterali

$$\sigma_h(z)_{lim} = k_p \cdot \sigma'_v(z) + 2 \cdot c'(k_p)^{0,5} \quad (\text{tensioni efficaci})$$

$$\sigma_h(z)_{lim} = \sigma_v(z) + 2 \cdot c_u \quad (\text{tensioni totali})$$

$$k_p = \frac{(1 + \sin \phi')}{(1 - \sin \phi')} = 3.69$$

Caratteristiche di sollecitazione

$$N = N_t + A_b \cdot \gamma_{cls}$$

$$M = H \left((h_1 + z) \left(1 - \frac{(Lz^2)/(2Rh)}{2z_0 - z} \right) \right)$$

$$T = H \left(1 - \frac{(Lz^2)/(Rh)}{3z_0 - 2z} \right)$$

$$\sigma_h(z) = \left(\frac{6H}{Rh} \right) z(z_0 - z)$$

$$\delta_h = (z_0 - z) \cdot \text{tg } \omega$$

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.						
	Realzione fondazioni su pozzo - Pile 12, 13 e 14 IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.21.0.0.004.A.DOCX	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RB	DOCUMENTO VI.21.0.0.004	REV. A	FOGLIO 36 di 45

z	N	M	T	e	$\sigma_h(z)$	$\sigma_v(z)$	$\sigma_h(z)_{lim}$	δ_h
(m)	(kN)	(kNm)	(kN)	(m)	(kN/m ²)	(kN/m ²)	(kN/m ²)	(cm)
0	85175.00	745040.33	50280.00	F.N.	0.00	47.50	175.28	1.73
1.00	91965.00	795162.10	49808.88	F.N.	66.28	66.50	245.40	1.66
2.00	98755.00	844363.12	48452.81	F.N.	126.42	75.50	278.61	1.58
3.00	105545.00	891801.38	46297.70	F.N.	180.43	84.50	311.82	1.50
4.00	112335.00	936720.80	43429.45	F.N.	228.30	93.50	345.03	1.43
5.00	119125.00	978451.20	39933.99	F.N.	270.03	102.50	378.24	1.35
6.00	125915.00	1016408.34	35897.23	F.N.	305.63	111.50	411.45	1.27
7.00	132705.00	1050093.86	31405.08	F.N.	335.09	120.50	444.67	1.20
8.00	139495.00	1079095.34	26543.45	F.N.	358.41	129.50	477.88	1.12
9.00	146285.00	1103086.24	21398.27	F.N.	375.59	138.50	511.09	1.04
10.00	153075.00	1121825.98	16055.43	F.N.	386.64	147.50	544.30	0.97
11.00	159865.00	1135159.86	10600.87	F.N.	391.56	156.50	577.51	0.89
12.00	166655.00	1143019.11	5120.48	F.N.	390.33	165.50	610.72	0.81
13.00	173445.00	1145420.86	-299.81	F.N.	382.97	174.50	643.93	0.74
14.00	180235.00	1142468.15	-5574.10	F.N.	369.47	183.50	677.15	0.66
15.00	187025.00	1134349.97	-10616.46	F.N.	349.84	192.50	710.36	0.58
16.00	193815.00	1121341.18	-15340.99	F.N.	324.07	201.50	743.57	0.51
17.00	200605.00	1103802.58	-19661.76	F.N.	292.16	210.50	776.78	0.43
18.00	207395.00	1082180.88	-23492.88	F.N.	254.12	219.50	809.99	0.35
19.00	214185.00	1057008.68	-26748.42	F.N.	209.94	228.50	843.20	0.28
20.00	220975.00	1028904.53	-29342.47	F.N.	159.62	237.50	876.42	0.20
21.00	227765.00	998572.88	-31189.11	F.N.	103.16	246.50	909.63	0.12
22.00	234555.00	966804.08	-32202.44	F.N.	40.57	255.50	942.84	0.05
23.00	241345.00	934474.40	-32296.54	F.N.	-28.15	264.50	976.05	-0.03
24.00	248135.00	902546.05	-31385.49	F.N.	-103.02	273.50	1009.26	-0.11
25.00	254925.00	872067.10	-29383.39	F.N.	-184.02	282.50	1042.47	-0.18
25.00	254925.00	872067.10	-29383.39	F.N.	-184.02	282.50	1042.47	-0.18
26.00	261715.00	844171.60	-26204.31	3.23	-271.16	291.50	1075.68	-0.26
27.00	268505.00	820079.45	-21762.34	3.05	-364.43	300.50	1108.90	-0.34
28.00	275295.00	801096.51	-15971.58	2.91	-463.84	309.50	1142.11	-0.41
29.00	282085.00	788614.52	-8746.10	2.80	-569.39	318.50	1175.32	-0.49
30.00	288875.00	784111.17	0.00	2.71	-681.08	327.50	1208.53	-0.57

$$N_b = 288875.00 \quad (\text{kN})$$

$$M_b = 784111.17 \quad (\text{kNm})$$

Sottospinta idrostatica alla base del pozzo

$$N_w = 78764.00 \quad (\text{kN})$$

Pressioni verticali alla base del pozzo

$$\sigma_{zmax} = (N_b - N_w) / A_b + (3BH) / (\beta R)$$

$$\sigma_{zmin} = (N_b - N_w) / A_b - (3BH) / (\beta R)$$

$$\sigma_{zmax} = 1666.49 \quad (\text{kN/m}^2)$$

$$\sigma_{zmin} = -119.28 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Valori Massimi delle caratteristiche di sollecitazione

$$N_{max} = 288875.00 \quad (\text{kN}) \quad z_{Nmax} = 30.00 \quad (\text{m})$$

$$M_{max} = 1145420.86 \quad (\text{kNm}) \quad z_{Mmax} = 13.00 \quad (\text{m})$$

$$T_{max} = 50280.00 \quad (\text{kN}) \quad z_{Tmax} = 0.00 \quad (\text{m})$$

APPALTATORE:

TELESE S.c.a r.l.

Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata

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

PROGETTAZIONE:

Mandataria: Mandante:

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

PROGETTO ESECUTIVO

Realzione fondazioni su pozzo - Pile 12, 13 e 14
IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.21.0.0.004.A.DOCX

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF2R	3.2.E.ZZ	RB	VI.21.0.0.004	A	37 di 45

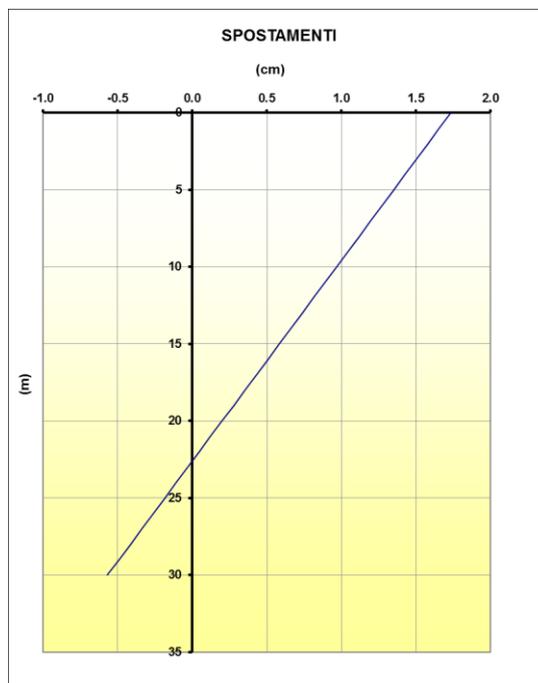
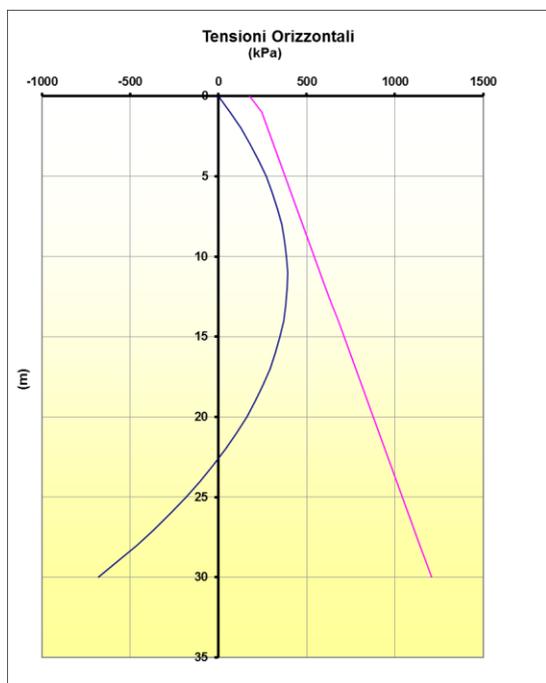


Figura 8 Diagramma delle tensioni orizzontali degli spostamenti orizzontali

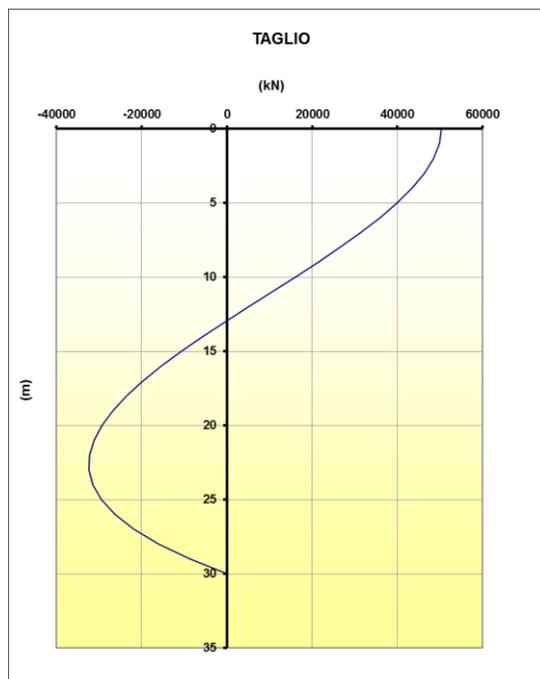
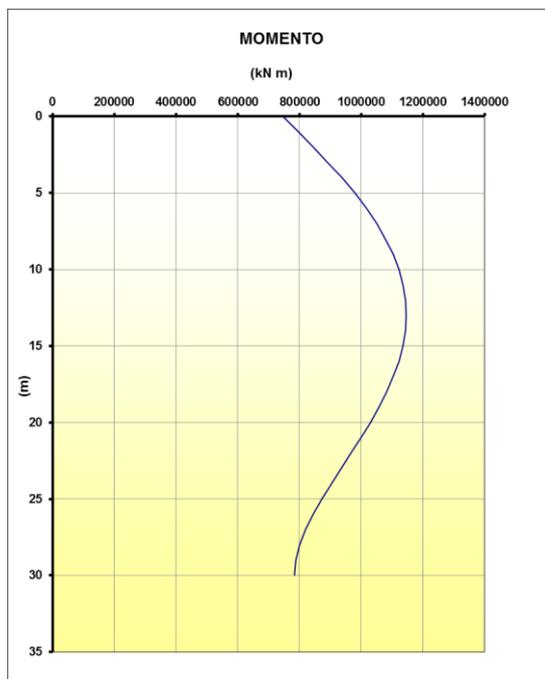


Figura 9 Diagramma delle sollecitazioni flettenti e taglianti

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SOTTOLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. Mandante:		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Realzione fondazioni su pozzo - Pile 12, 13 e 14	IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.21.0.0.004.A.DOCX		IF2R	3.2.E.ZZ	RB	VI.21.0.0.004	A	38 di 45

9.2 VERIFICA DELLA CAPACITÀ PORTANTE LIMITE VERTICALE

La condizione più gravosa si manifesta allo SLU. La sollecitazione assiale massima risulta pari a 108 000kN. Per la lunghezza del pozzo prevista (lunghezza diaframmi 30.0 m) si ha una portata di progetto di $R_{block,c,d} = 122000 \text{ kN} > N_{max}$, quindi la verifica di portanza del blocco è soddisfatta.

Caratteristiche blocco di fondazione		
Area	80.16	m
Perimetro	66.80	m
Profondità infissione	2.5	m
Lunghezza diaframma	30	m
Lunghezza infissione	32.5	m

Falda (da p.c.)	0	m
-----------------	---	---

form.	spes.	Z _{inf}	γ _{sat}
	m	m	kN/m ²
A	5	5	19
B	10	15	19
C	18.5	33.5	20

tipo	φ	μ	k
	°	tan(φ)	
NC	30	0.5774	0.50
NC	39	0.8098	0.37
NC	38	0.7813	0.38

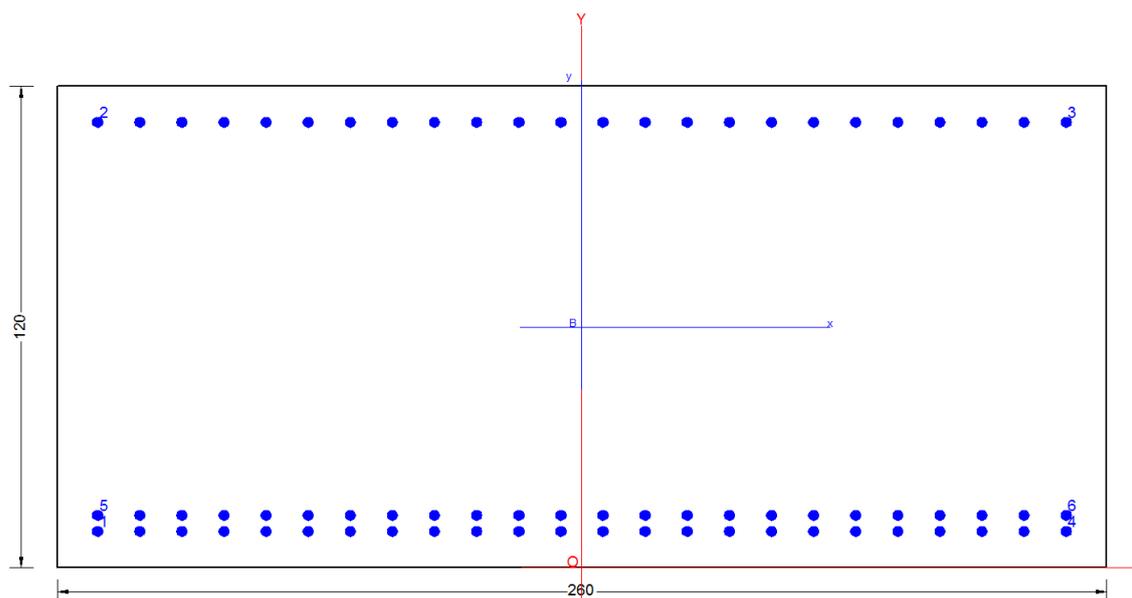
z	Z _m	form.	γ _{sat}	γ _{dry}	σ' _v	σ _v	φ	μ	k	τ _{NC}	N _q	τ	q _p	S	ΣS=S _{lim}	Q _p =P _{lim}	P _{lim}	ΣP _p =W	R _{c,d}
m	m		kPa	kPa	kPa	kPa				μ × k		τ _{NC} /τ _C	kPa	kN	kN	kN	kN	kN	kN
1.0	0.5	A	19	9	4.5	9.5	30	0.577	0.50	1.30	9.2	1.30	42	87	87	3327	3327	0	650
2.0	1.5	A	19	9	13.5	28.5	30	0.577	0.50	3.90	9.2	3.90	125	260	347	9982	9982	0	1968
3.0	2.5	A	19	9	22.5	47.5	30	0.577	0.50	6.50	9.2	6.50	208	434	781	16636	16636	0	3325
4.0	3.5	A	19	9	31.5	66.5	30	0.577	0.50	9.09	9.2	9.09	291	607	1388	23290	23290	0	4721
5.0	4.5	A	19	9	40.5	85.5	30	0.577	0.50	11.69	9.2	11.69	374	781	2169	29945	29945	0	6155
6.0	5.5	B	19	9	49.5	104.5	39	0.810	0.37	14.86	25.6	14.86	1267	993	3162	101598	101598	0	19951
7.0	6.5	B	19	9	58.5	123.5	39	0.810	0.37	17.56	25.6	17.56	1498	1173	4335	120070	120070	0	23711
8.0	7.5	B	19	9	67.5	142.5	39	0.810	0.37	20.26	25.6	20.26	1728	1353	5688	138542	138542	481	27420
9.0	8.5	B	19	9	76.5	161.5	39	0.810	0.37	22.96	25.6	22.96	1959	1534	7222	157015	157015	962	31170
10.0	9.5	B	19	9	85.5	180.5	39	0.810	0.37	25.66	25.6	25.66	2189	1714	8937	175487	175487	1443	34960
11.0	10.5	B	19	9	94.5	199.5	39	0.810	0.37	28.37	25.6	28.37	2420	1895	10832	193959	193959	1924	38790
12.0	11.5	B	19	9	103.5	218.5	39	0.810	0.37	31.07	25.6	31.07	2650	2075	12907	212432	212432	2405	42660
13.0	12.5	B	19	9	112.5	237.5	39	0.810	0.37	33.77	25.6	33.77	2881	2256	15163	230904	230904	2886	46570
14.0	13.5	B	19	9	121.5	256.5	39	0.810	0.37	36.47	25.6	36.47	3111	2436	17599	249376	249376	3367	50520
15.0	14.5	B	19	9	130.5	275.5	39	0.810	0.37	39.17	25.6	39.17	3341	2617	20216	267849	267849	3848	54510
16.0	15.5	C	20	10	140	295	38	0.781	0.38	42.04	22.6	42.04	3163	2808	23024	253550	253550	4248	52350
17.0	16.5	C	20	10	150	315	38	0.781	0.38	45.04	22.6	45.04	3389	3009	26033	271660	271660	4649	56374
18.0	17.5	C	20	10	160	335	38	0.781	0.38	48.04	22.6	48.04	3615	3209	29242	289771	289771	5050	60443
19.0	18.5	C	20	10	170	355	38	0.781	0.38	51.05	22.6	51.05	3841	3410	32652	307882	307882	5451	64556
20.0	19.5	C	20	10	180	375	38	0.781	0.38	54.05	22.6	54.05	4067	3611	36263	325992	325992	5852	68715
21.0	20.5	C	20	10	190	395	38	0.781	0.38	57.05	22.6	57.05	4293	3811	40074	344103	344103	6252	72917
22.0	21.5	C	20	10	200	415	38	0.781	0.38	60.06	22.6	60.06	4519	4012	44085	362214	362214	6653	77164
23.0	22.5	C	20	10	210	435	38	0.781	0.38	63.06	22.6	63.06	4745	4212	48298	380324	380324	7054	81456
24.0	23.5	C	20	10	220	455	38	0.781	0.38	66.06	22.6	66.06	4970	4413	52711	398435	398435	7455	85793
25.0	24.5	C	20	10	230	475	38	0.781	0.38	69.06	22.6	69.06	5196	4613	57324	416546	416546	7856	90174
26.0	25.5	C	20	10	240	495	38	0.781	0.38	72.07	22.6	72.07	5422	4814	62138	434656	434656	8256	94600
27.0	26.5	C	20	10	250	515	38	0.781	0.38	75.07	22.6	75.07	5648	5015	67153	452767	452767	8657	99070
28.0	27.5	C	20	10	260	535	38	0.781	0.38	78.07	22.6	78.07	5874	5215	72368	470878	470878	9058	103585
29.0	28.5	C	20	10	270	555	38	0.781	0.38	81.08	22.6	81.08	6100	5416	77784	488988	488988	9459	108145
30.0	29.5	C	20	10	280	575	38	0.781	0.38	84.08	22.6	84.08	6326	5616	83400	507099	507099	9860	112749
31.0	30.5	C	20	10	290	595	38	0.781	0.38	87.08	22.6	87.08	6552	5817	89217	525210	525210	10260	117397
32.0	31.5	C	20	10	300	615	38	0.781	0.38	90.08	22.6	90.08	6778	6018	95235	543320	543320	10661	122091

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.						
Realzione fondazioni su pozzo - Pile 12, 13 e 14 IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.21.0.0.004.A.DOCX	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RB	DOCUMENTO VI.21.0.0.004	REV. A	FOGLIO 39 di 45

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Realzione fondazioni su pozzo - Pile 12, 13 e 14 IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.21.0.0.004.A.DOCX	IF2R	3.2.E.ZZ	RB	VI.21.0.0.004	A	40 di 45

10 VERIFICHE STRUTTURALI

Si considerano tutte le principali combinazioni allo SLU, SLV e SLE esposte al precedente paragrafo. Per la verifica si considera un diaframma di spessore $s=1.20$ m e di larghezza media 2.60 m. La sezione è verificata per un conglomerato cementizio C25/30, disponendo 24 Ø26 lato compresso e 48 Ø26 lato teso ed armatura a taglio Ø16/20 a 5 bracci. L'incidenza corrispondente è di circa 150 kg/m^3 .



CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resis. compr. di calcolo f_{cd} :	14.160	MPa
	Resis. compr. ridotta f_{cd}' :	7.080	MPa
	Def.unit. max resistenza $ec2$:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu :	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale E_c :	31475.0	MPa
	Resis. media a trazione f_{ctm} :	2.560	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200	mm
	ACCIAIO -	Tipo:	B450C
Resist. caratt. snervam. f_{yk} :		450.00	MPa
Resist. caratt. rottura f_{tk} :		450.00	MPa
Resist. snerv. di calcolo f_{yd} :		391.30	MPa
Resist. ultima di calcolo f_{td} :		391.30	MPa
Deform. ultima di calcolo E_{pu} :		0.068	
Modulo Elastico E_f :		2000000	daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:		Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00		

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO			
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A.					
Realzione fondazioni su pozzo - Pile 12, 13 e 14 IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.21.0.0.004.A.DOCX	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IF2R	3.2.E.ZZ	RB	VI.21.0.0.004	A	41 di 45

Coef. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$: 0.50

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C25/30

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-130.0	0.0
2	-130.0	120.0
3	130.0	120.0
4	130.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-120.0	9.0	26
2	-120.0	111.0	26
3	120.0	111.0	26
4	120.0	9.0	26
5	-120.0	13.0	26
6	120.0	13.0	26

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	22	26
2	2	3	22	26
3	5	6	22	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 16 mm
Passo staffe e legature: 20.0 cm
Staffe: Due staffe chiuse perimetrali
N° Legature: 1

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				
N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.						
Realzione fondazioni su pozzo - Pile 12, 13 e 14 IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.21.0.0.004.A.DOCX	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RB	DOCUMENTO VI.21.0.0.004	REV. A	FOGLIO 42 di 45

1 3200.00 5015.00 5015.00 2365.00 0.00

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	3560.00	2640.00 (1797.77)	2640.00 (1797.77)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Ult Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	3200.00	6181.12	7415.17	3199.90	9076.25	8961.02	1.788	-----

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.00021	130.0	120.0	0.00300	120.0	111.0	-0.00466	-120.0	9.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.						
	Mandante:						
Realzione fondazioni su pozzo - Pile 12, 13 e 14 IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.21.0.0.004.A.DOCX	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RB	DOCUMENTO VI.21.0.0.004	REV. A	FOGLIO 43 di 45	

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000015455	0.000038670	-0.003149574	---	---

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Passo staffe e legature: 10.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

Ver	S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Vsdu	Taglio di progetto [kN] = proiez. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro
Vcd	Taglio resistente ultimo [kN] lato conglomerato compresso [(4.1.19) NTC]
Vwd	Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
Dmed	Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro. Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso. I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw	Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Teta	Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
A.Eff	Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m] Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature. L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta- ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Vsdu	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Teta	Acw	Ast	A.Eff
1	S	2196.10	7450.23	4055.15	114.8	237.5	26.57°	1.072	27.2	50.2(10.0)

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre	Distanza tre le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	7.73	130.0	120.0	-100.6	-120.0	9.0	1362	58.4	4.0	0.50

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm

Ver.	Esito della verifica
S1	Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
S2	Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k2	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
k3	= 0.125 per flessione e presso-flessione; =(e1 + e2)/(2*e1) per trazione eccentrica
Ø	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
Psi	= 1-Beta12*(Ssr/Ss)² = 1-Beta12*(fctm/S2)² = 1-Beta12*(Mfess/M)²
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure. Il valore limite = 0.4*Ss/Es è tra parentesi
srm	Distanza media tra le fessure [mm]
wk	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = 1.7 * e sm * srm . Valore limite tra parentesi
MX fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-3.8	0	0.125	26	77	0.768	0.00039 (0.00020)	192	0.126 (0.20)	1797.77	1797.77

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Realzione fondazioni su pozzo - Pile 12, 13 e 14 IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.21.0.0.004.A.DOCX	IF2R	3.2.E.ZZ	RB	VI.21.0.0.004	A	44 di 45

11 VERIFICA NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITI IDRAULICI

11.1 VERIFICA DEL TAMPONE DI FONDO IN JET-GROUTING

Nel presente paragrafo si esegue la verifica dello stato limite di sollevamento, per le pile P13-P14. Il sollevamento (Uplift) comporta la perdita di equilibrio della struttura o del terreno a causa della sottospinta dell'acqua. Per la stabilità al sollevamento a breve termine, deve risultare che il valore di progetto dell'azione instabilizzante, ovvero la risultante delle pressioni idrauliche alla base ($U_{base} - U_{top}$), sia non maggiore della combinazione dei valori di progetto delle azioni stabilizzanti ($W + Q_d$):

$$F_{SUPPLIFT} = \frac{W + Q_d}{U_{base} - U_{top}}$$

Si assume un coefficiente parziale γ_{G1} pari a 1.1 per le azioni destabilizzanti e pari a 0.9 per quelle stabilizzanti. Seguono i risultati della verifica.

Per lo scavo delle pile in esame si prevede la realizzazione di uno strato di 5m di jet grouting.

Spessore tampone Jet grouting	h_j	=	5 m
Peso Specifico Jet grouting	γ_i	=	20 kN/m ³
Area di Base	A	=	271.6 m ²
Peso jet grouting: $h_j \gamma_j$ Area	G_j	=	27160 kN
Sovraccarico	G_2	=	0 kN
Resistenza laterale: $0.5 \gamma k_p H^2 \tan \delta_p$	$R_{laterale}$	=	9973 kN
Contributo stabilizzante			37133 kN
Coefficiente	γ_{G1}	=	0.9
Contributo stabilizzante fattorizzato			33419 kN
Battente idraulico	z	=	10 m
Sottospinta idraulica	U_w	=	27160 kN
Coefficiente	γ_{G1}	=	1.1
Sottospinta idraulica fattorizzato	U_w	=	29876 kN/m²
Fattore di sicurezza	F.S.	=	1.12

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO-VITULANO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: Mandante: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.							
Realzione fondazioni su pozzo - Pile 12, 13 e 14 IF2R.3.2.E.ZZ.RB.VI.21.0.0.004.A.DOCX		COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA RB	DOCUMENTO VI.21.0.0.004	REV. A	FOGLIO 45 di 45

12 **INDICE DELLE FIGURE**

Figura 1: Vista in pianta P13-P14.....	5
Figura 2: Sezione in direzione trasversale e longitudinale rispetto all'asse del viadotto P13	6
Figura 3: Sezione in direzione trasversale e longitudinale rispetto all'asse del viadotto P14	6
Figura 4– Schematizzazione del pozzo di fondazione.	17
Figura 5– Schematizzazione del pozzo di fondazione.	17
Figura 6 Diagramma delle tensioni orizzontali degli spostamenti orizzontali.....	30
Figura 7 Diagramma delle sollecitazioni flettenti e taglianti	30
Figura 8 Diagramma delle tensioni orizzontali degli spostamenti orizzontali.....	37
Figura 9 Diagramma delle sollecitazioni flettenti e taglianti	37