

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

CONSORZIO:



SOCI:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



## PROGETTO ESECUTIVO

### ITINERARIO NAPOLI - BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE - HIRPINIA

PARTE GENERALE

DOCUMENTAZIONE TECNICO ECONOMICA

VARIANTE 08 - Relazione tecnica di Variante (Rilevato RI02 - Scatolare Hirpinia da progr. 1+211 a progr. 1+759 - Approfondimento conoscitivo quadro geologico / geotecnico e integrazione modello di calcolo)

APPALTATORE	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE	PROGETTISTA
Consorzio HIRPINIA AV Il Direttore Tecnico Ing. Vincenzo Moriello 03/08/2020	Il Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche Ing. G. Cassani	Ing. Vincenzo Moriello

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.	SCALA:
IF28	01	E	ZZ	RH	XX0000	008	C	-

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione per consegna	RTP	10/03/2020	F. Carriero	10/03/2020	V. Moriello	10/03/2020	Ing. V. Moriello
B	Recepimento istruttoria	RTP	10/06/2020	F. Carriero	10/06/2020	V. Moriello	10/06/2020	
C	Recepimento istruttoria	RTP	03/08/2020	F. Carriero	03/08/2020	V. Moriello	03/08/2020	
								03/08/2020

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">COMMESSA</th> <th style="text-align: center;">LOTTO</th> <th style="text-align: center;">CODIFICA</th> <th style="text-align: center;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: center;">REV.</th> <th style="text-align: center;">FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">IF28</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">E ZZ RH</td> <td style="text-align: center;">XX0000 008</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">2 di 16</td> </tr> </tbody> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ RH	XX0000 008	C	2 di 16
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	E ZZ RH	XX0000 008	C	2 di 16													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>VARIANTE 08 - Relazione tecnica di Variante (Rilevato RI02 - Scatolare Hirpinia da progr. 1+211 a progr. 1+759 - Approfondimento conoscitivo quadro geologico / geotecnico e integrazione modello di calcolo)</b>																		

## Indice

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>VARIAZIONE COSTI PALI DI FONDAZIONE. ....</b>	<b>4</b>
2.1	<b>VARIAZIONE DEI COSTI PER ADEGUAMENTO DELLA GEOMETRIA DELLA MAGLIA E DELLA LUNGHEZZA DEI PALI DI FONDAZIONE.....</b>	<b>4</b>
2.1.1	<b>GEOTECNICA .....</b>	<b>4</b>
2.1.2	<b>FONDAZIONI SU PALI.....</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>VARIAZIONE COSTI COLONNE IN GHIAIA VIBROCOMPATTATA. ....</b>	<b>13</b>
3.1	<b>VERIFICA A LIQUEFAZIONE.....</b>	<b>13</b>
3.2	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>14</b>
<b>4</b>	<b>RIEPILOGO DELLE VARIAZIONI DEI COSTI .....</b>	<b>15</b>

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RH</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>XX0000 008</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>3 di 16</b>

## 1 INTRODUZIONE

Relativamente allo scatolare RI02– che va dalla progressiva p.k. 1+211 a p.k. 1+759, si evidenzia come, nel corso dello sviluppo del Progetto Esecutivo, si sia reso necessario definire Voci Suppletive per le seguenti motivazioni:

- Sviluppo calcoli geotecnici e strutturali di dettaglio nel rispetto dei criteri normativi fissati dalle normative cogenti, nello specifico NTC08 e EUROCODICE 2 e 8;
- Studio di dettaglio dei particolari costruttivi, come richiesto in questa specifica fase progettuale;
- Ulteriore approfondimento delle condizioni geotecniche del sito in virtù della campagna geognostica condotta durante la fase di progettazione esecutiva;
- Modellazione tridimensionale della struttura che ha permesso di considerare gli effetti concomitanti nella direzione longitudinale (parallela al tracciato ferroviario).

Tali Voci Suppletive, in aumento rispetto alle corrispondenti Voci di Tariffa del Progetto Definitivo, hanno comportato un aumento dei costi di fornitura di taluni materiali nonché di esecuzione delle lavorazioni rispetto al Progetto Definitivo, dei quali l'Appaltatore richiede di essere ristorato.

Allo stesso modo, altre Voci hanno comportato delle diminuzioni delle quantità di alcuni materiali rispetto alle previsioni del PD.

Di tali aumenti (o diminuzioni) di quantità, l'Appaltatore richiede che sia tenuto conto nella quantificazione economica del Progetto Esecutivo.

Nel seguito sono descritti i motivi tecnici che hanno portato alle variazioni di costo rispetto al PD:

- Pali di Fondazione;
- Colonne in ghiaia vibrocompattata.

In conclusione, nel documento è esposto un riepilogo delle variazioni dei costi delle singole voci rispetto al Progetto Definitivo derivanti dai COMPUTI METRICI DI PERIZIA DIFFERENZIALE dei singoli articoli facenti parte della documentazione progettuale.

APPALTATORE: Consorzio                      Soci HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGIO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria                      Mandanti ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO <b>VARIANTE 08 - Relazione tecnica di Variante (Rilevato RI02 - Scatolare Hirpinia da progr. 1+211 a progr. 1+759 - Approfondimento conoscitivo quadro geologico / geotecnico e integrazione modello di calcolo)</b>	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO XX0000 008	REV. C	FOGLIO 4 di 16

## 2 VARIAZIONE COSTI PALI DI FONDAZIONE.

### 2.1 VARIAZIONE DEI COSTI PER ADEGUAMENTO DELLA GEOMETRIA DELLA MAGLIA E DELLA LUNGHEZZA DEI PALI DI FONDAZIONE.

#### 2.1.1 GEOTECNICA

Nel progetto definitivo per la caratterizzazione della zona ove verrà realizzata l'opera RI02 furono eseguite nel 2015/2017 due sondaggi denominati "S2" (2015) e "AU5" (2017) spinte rispettivamente a 30 e 50 m dal piano campagna e ulteriori indagini in zona come rappresentato nella figura seguente desunta dalla carta geomorfologica del progetto definitivo IF0G00D69G5GE0001001B.

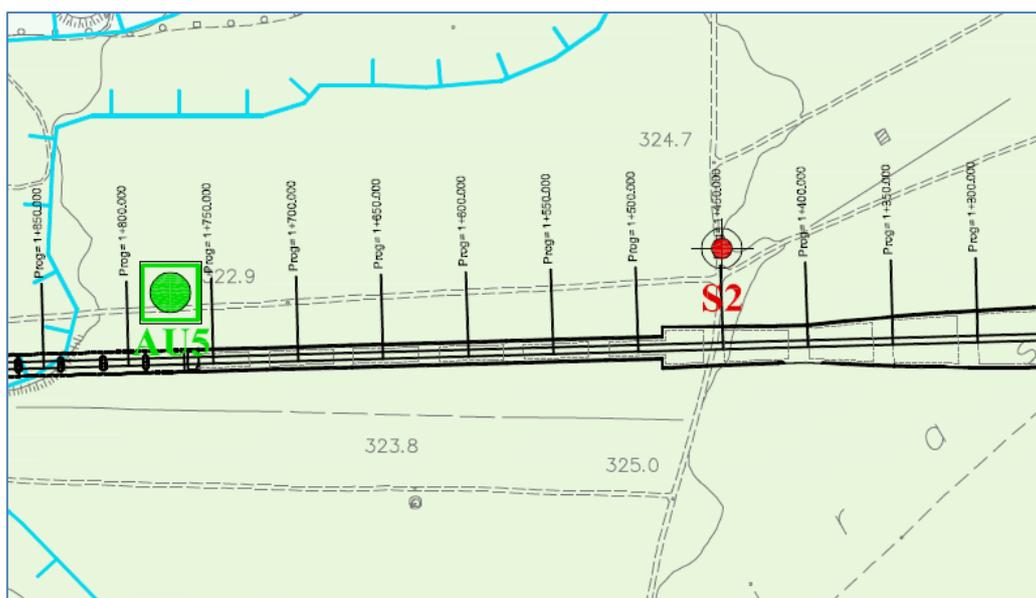


Figura 1 – Indagini del progetto definitivo (2015/2017)

La stratigrafia desunta dalle suddette indagini è costituita dall'unità ALL2\_S (sabbia e sabbia limosa) per 8 m e successivamente dall'unità ANZ2A (Molasse di Anzano: argille siltose grigie) (vedasi Relazione Geotecnica Generale tratta allo scoperto da pk 0+000 a pk 2+700 IF0G01D09RBOC0001001A capitolo 8.3) con un angolo di attrito rispettivamente di 30° e 21° e una coesione non drenata per il secondo strato argilloso variabile da 300 a 400 kPa come riportato in

Tabella 1.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGIO S.P.A.    ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>VARIANTE 08 - Relazione tecnica di Variante (Rilevato RI02 -</b> <b>Scatolare Hirpinia da progr. 1+211 a progr. 1+759 -</b> <b>Approfondimento conoscitivo quadro geologico / geotecnico e</b> <b>integrazione modello di calcolo)</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ RH</b>	DOCUMENTO <b>XX0000 008</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>5 di 16</b>

	<b>ALL2_S</b>	<b>ANZ2a</b>	
$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	<u>18</u>	22.0	
w [%]	-	15	
LL [%]	-	57	
$q_u/2$ [kPa]	-	-	
$c_u$ [kPa]	-	$z \leq 25m$	300
		$z > 25m$	<u>400</u>
$\phi'$ [°]	<u>30</u>	21	
$c'$ [kPa]	<u>0</u>	15	
$E_u/C_u$	-	$z \leq 25m$	328
		$z > 25m$	485
$E_0$ [MPa]	200	$z \leq 25m$	455
		$z > 25m$	725
$E_{op,1}$ (*) [MPa]	40	$z \leq 25m$	91
		$z > 25m$	145
$E_{op,2}$ (**) [MPa]	20.0	$z \leq 25m$	45.5
		$z > 25m$	72.5
$c_r$ [-]	-	$1.3 \cdot 10^{-2}$	
$c_t$ [-]	-	$7.5 \cdot 10^{-2}$	
$c_{\alpha \epsilon}$	-	$2.3 \cdot 10^{-3}$	
$c_v$ [m <sup>2</sup> /s]	-	$9.4 \cdot 10^{-6}$	
$e_0$ [-]	<u>0.55</u>	0.45	
<b>OCR</b> [-]	-	$z \leq 25m$	<u>5</u>
		$z > 25m$	<u>3</u>
$\nu'$ [-]	0.3	0.3	
$k$ [m/s]	$1.3 \cdot 10^{-6}$	<u><math>3.0 \cdot 10^{-8}</math></u>	
<small>In mancanza di dati specifici sulla sottotratta si assumono i <u>valori sottolineati</u> pari alla media di tratta.</small>			

**Tabella 1 - Parametri geotecnici progetto definitivo**

Nella fase di progettazione esecutiva, ad integrazione del progetto definitivo sono state eseguite ulteriori indagini geognostiche di dettaglio estese in più punti lungo il tracciato che hanno portato a definire con maggiore dettaglio e precisione la stratigrafia e le caratteristiche dei singoli strati.

Le ulteriori indagini sono costituite in sondaggi, prove penetrometriche, stendimenti sismici a rifrazione e pozzetti esplorativi come rappresentato nella figura seguente.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGIO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>VARIANTE 08 - Relazione tecnica di Variante (Rilevato RI02 -</b> <b>Scatolare Hirpinia da progr. 1+211 a progr. 1+759 -</b> <b>Approfondimento conoscitivo quadro geologico / geotecnico e</b> <b>integrazione modello di calcolo)</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ RH</b>	DOCUMENTO <b>XX0000 008</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>6 di 16</b>

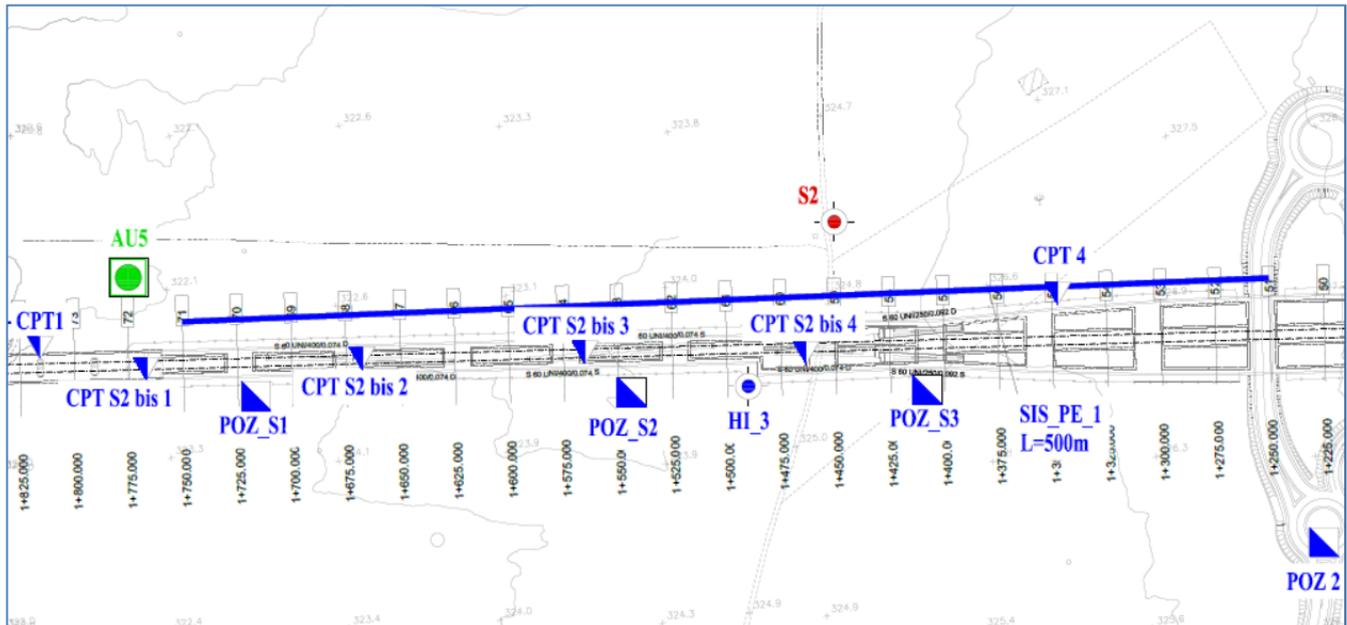


Figura 2 – Planimetria con nuove indagini del 2019 (colore blu) e indagini pregresse 2015/2017 (rosso e verde)

Dalla analisi condotta nella relazione geotecnica del progetto esecutivo IF2801EZZRBOC0101001A e nella relazione di calcolo dell'RI02 IF2801EZZCLRI0200001A la stratigrafia (riportata in

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF28</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">E ZZ RH</td> <td style="text-align: center;">XX0000 008</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">7 di 16</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ RH	XX0000 008	C	7 di 16
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	E ZZ RH	XX0000 008	C	7 di 16													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>VARIANTE 08 - Relazione tecnica di Variante (Rilevato RI02 - Scatolare Hirpinia da progr. 1+211 a progr. 1+759 - Approfondimento conoscitivo quadro geologico / geotecnico e integrazione modello di calcolo)</b>																		

) è costituita per i primi 8 m circa da alternanze di terreni coesivi e granulari (unità 1 / unità 2 / unità 3) e successivamente dall'unità 4b coesiva.

L'unità 1 posta in corrispondenza della testa dei pali ha un angolo di attrito compreso tra 22° e 25° e una coesione non drenata di 80/120 kPa.

L'unità 4b coesiva ha un angolo di attrito compreso tra 20° e 25° e una coesione non drenata compresa tra 280 e 320 kPa (per la zona interessata dalla lunghezza dei pali, per maggiori dettagli vedasi relazione di calcolo). Analoghe considerazioni si possono fare per lo scatolare bicanna e tricanna con l'introduzione dell'unità 4a posta sopra l'unità 4b come si evince dal profilo geotecnico.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>VARIANTE 08 - Relazione tecnica di Variante (Rilevato RI02 - Scatolare Hirpinia da progr. 1+211 a progr. 1+759 - Approfondimento conoscitivo quadro geologico / geotecnico e integrazione modello di calcolo)</b>	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO XX0000 008	REV. C	FOGLIO 8 di 16

Unità		Unità 1	Unità 2	Unità 3	Unità 4a	Unità 4b
Classificazione AGI (1977)		limo con argilla deb sabbioso	sabbia con limo argilloso	ghiaie con sabbia deb limosa		
<i>Proprietà</i>	<i>u.m.</i>	<i>range</i>	<i>range</i>	<i>range</i>	<i>range</i>	<i>range</i>
$\gamma$	kN/m <sup>3</sup>	17+19	18.0+19.5	18+20	19+21	19+21
w <sub>N</sub>	%	28+30	10+30	0	12+25	12+25
LL	%	35+50	30+40	20+30	40+70	40+75
LP	%	20+25	15+20	13+16	18+28	15+25
IP	%	15+25	10+20	8+18	18+45	20+48
c'	kPa	10+20	0+5	0	15+25	20+40
$\phi'$	°	22+25	28+32	35+37	20+23	20+25
Cu	kPa	80+120	-	-	100+350 (***)	200+500 (***)
E <sub>0</sub>	MPa	200+400	300+600	400+600	500+900	800+2000 (*)
E operativo rilevati	MPa	8+15	30+60	40+60	15+70	30+110 (**)

(\*) indica aumento lineare con la profondità (da 10m a 50m) con una variabilità pari a  $\pm 200$  MPa

(\*\*) indica aumento lineare con la profondità (da 10m a 50m) con una variabilità pari a  $\pm 10$  MPa

(\*\*\*) intervallo di variabilità all'interno del quale la coesione non drenata aumenta linearmente con la profondità

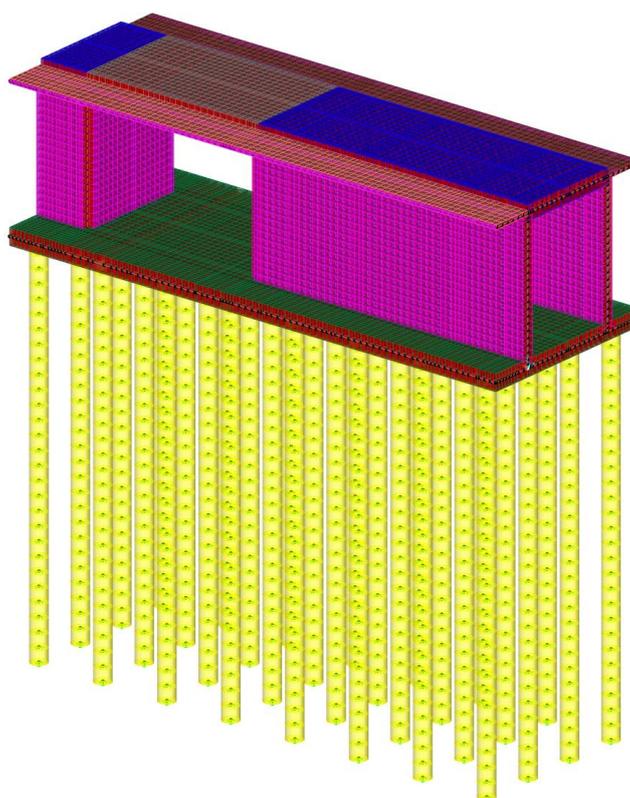
**Tabella 2 – Modello geotecnico progetto esecutivo**

Pertanto, in ragione delle caratteristiche geotecniche di progetto esecutivo sopraelencate sono state determinate le sollecitazioni sui pali e successivamente verificati a capacità portante verticale e orizzontale per ognuna delle tre tipologie di scatolare (monocanna, bicanna e tricanna).

## 2.1.2 FONDAZIONI SU PALI

Le sollecitazioni sui pali e sulla struttura in elevazione sono state determinate mediante l'implementazione di un modello ad elementi finiti tridimensionale che ha potuto cogliere meglio la distribuzione delle azioni rispetto al modello bidimensionale del progetto definitivo.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF28</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">E ZZ RH</td> <td style="text-align: center;">XX0000 008</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">9 di 16</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ RH	XX0000 008	C	9 di 16
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	E ZZ RH	XX0000 008	C	9 di 16													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>VARIANTE 08 - Relazione tecnica di Variante (Rilevato RI02 - Scatolare Hirpinia da progr. 1+211 a progr. 1+759 - Approfondimento conoscitivo quadro geologico / geotecnico e integrazione modello di calcolo)</b>																		



**Figura 3 – Modello tridimensionale di calcolo dell’RI02 monocanna (4x8 pali, interasse pali 3.85x5.00)**

Per il calcolo dei pali del progetto esecutivo è stata seguita la stessa metodologia e teoria riportata nel progetto definitivo nell’elaborato Fondazioni viadotti – Criteri di calcolo delle fondazioni (IF0G01D09RBV10003001A).

Per il calcolo dell’efficienza di gruppo dei pali a carico orizzontale è stato utilizzato un sw specifico (PGroup) al fine di conseguire con maggiore precisione l’efficienza di gruppo dei pali stessi. L’utilizzo di tale sw dedicato infatti consente di tener conto dell’inclinazione sul piano orizzontale dei carichi e di ottenere qualche vantaggio in termini di efficienza media della palificata.

Per tale ragione in questa sede si è utilizzato tale strumento, riferentesi allo stesso modello teorico di cui sopra, ma più affinato nella parte numerica.

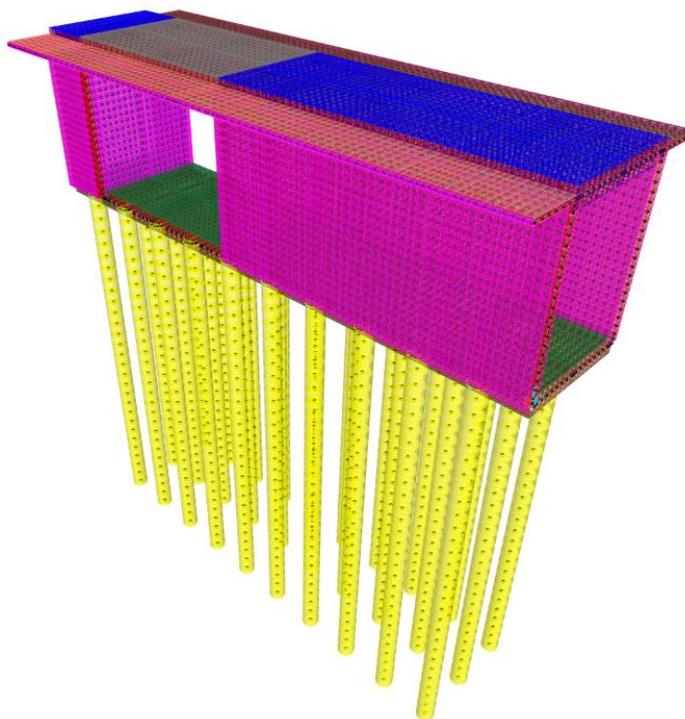
Inoltre, allo scopo di ottimizzare anche le incidenza delle armature, è stata valutata in dettaglio la posizione delle cerniere plastiche, il che ha consentito di ottimizzare notevolmente anche la armatura della parte inferiore dei pali, parte meno sollecitata del palo (al di sotto della seconda cerniera) conseguendo ottimizzazioni notevoli sia in termini di lunghezza dei pali che di incidenza delle armature.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>VARIANTE 08 - Relazione tecnica di Variante (Rilevato RI02 - Scatolare Hirpinia da progr. 1+211 a progr. 1+759 - Approfondimento conoscitivo quadro geologico / geotecnico e integrazione modello di calcolo)</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RH</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>XX0000 008</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>10 di 16</b>

Tuttavia, la progettazione della palificata ha dovuto necessariamente tener conto delle diverse caratteristiche geotecniche riscontrate rispetto al PD con le integrazioni dei sondaggi fatte in PE e con i parametri sopra riportati. Pertanto, pur operando questi affinamenti di calcolo e ottimizzazioni puntuali, si sono ottenute le lunghezze e incidenze dell'armatura dei pali come di seguito:

- Monocanna: L= 18 m incidenza 200 kg/mc;
- Bicanna: L= 19 m incidenza 270 kg/mc;
- Tricanna: L= 19 m incidenza 230 kg/mc.

Si evidenzia inoltre che, per ottimizzare la soletta di fondazione e la palificata dello scatolare monocanna, sono state studiate diverse disposizioni della maglia di pali. In particolare, è stata studiata una soluzione simile al progetto definitivo costituita cioè da 3 pali in direzione trasversale e raffittendoli in direzione longitudinale come rappresentato nella figura seguente (interasse 3.85x3.60 m) allo scopo di ridurre le sollecitazioni (e le armature) sul solettone di fondazione ponendo le due file esterne di pali in corrispondenza dei ritzi



**Figura 4 – Modello tridimensionale dell'RI02 monocanna (3x10 pali parte di concio analizzato interasse pali 3.85x3.60)**

Tuttavia, a conclusione delle analisi svolte si è notato che per mantenere 3 pali in direzione trasversale, si dovrebbero predisporre almeno 3x27 pali con maglia 3.85x3.6m (3 in direzione trasversale e 27 in direzione longitudinale) ma la lunghezza dei pali dovrebbe aumentare (da 18m del progetto esecutivo a 23m). Si avrebbe

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>VARIANTE 08 - Relazione tecnica di Variante (Rilevato RI02 - Scatolare Hirpinia da progr. 1+211 a progr. 1+759 - Approfondimento conoscitivo quadro geologico / geotecnico e integrazione modello di calcolo)</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RH</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>XX0000 008</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>11 di 16</b>

complessivamente  $(3 \times 27) \times 23 = 1860\text{m}$  di lunghezza pali con un incremento di circa  $1860 - 1440 = 420\text{m}$  complessivi. In aggiunta, essendo la maglia più fitta, diminuirebbe l'efficienza della palificata alle azioni orizzontali e aumenterebbe ulteriormente l'armatura da predisporre nei pali con l'insorgere di problemi di congestione e costruibilità (soprattutto nei primi metri).

Inoltre, è stata analizzata anche la possibilità di adottare uno schema a quinconce della palificata: in quest'ultimo caso si è però riscontrato che il beneficio che si conseguiva in termini di efficienza veniva vanificato in quanto, per soddisfare la verifica ai carichi verticali, la conseguente riduzione del numero di pali (-7% circa) ottenuta per lo scenario a quinconce portava ad un allungamento dei pali stessi per garantire i medesimi livelli prestazioni raggiunti nel progetto originario.

A valle di queste analisi, si è pertanto deciso di mantenere lo stesso numero di pali in direzione longitudinale del progetto definitivo e di introdurre un'ulteriore fila in direzione trasversale per distribuire meglio la sollecitazione orizzontale trasversale in testa pali e conseguentemente diminuire l'armatura.

Il progetto esecutivo, nel tratto monocanna presenta pertanto un numero pali pari a  $4 \times 55$  (4 in direzione trasversale e 55 in direzione longitudinale) con passo pari a  $4 \times 5\text{m}$  e lunghezza di 18m.

Per consentire tale configurazione nel tratto monocanna è stato necessario aumentare le dimensioni trasversali del solettone per consentire l'inserimento della quarta fila di pali.

Considerando l'estensione completa del tratto monocanna, risultano necessari 220 pali di 18m per una lunghezza complessiva di  $220 \times 18\text{m} = 3960\text{m}$  e un incidenza media dell'armatura pari a:  $200 \text{ kg/mc}$

Diversamente nel PD, in base alle valutazioni fatte con i dati all'epoca disponibili, risultavano necessari  $3680\text{m}$  di pali con una incidenza media dell'armatura riportata nel computo di  $165 \text{ kg/mc}$ ;

Anche per gli altri tratti bicanna e tricanna sono stati sviluppati i calcoli di dettaglio tenendo conto del nuovo esito delle indagini sopra descritte. In questo ambito inoltre, rispetto al PD, è stata ottimizzata la disposizione planimetrica dei pali evitando pali troppo vicini o in "ombra" allo scopo di migliorare l'efficienza complessiva della palificata. Tuttavia, le caratteristiche dei terreni e il conseguente dimensionamento hanno determinato anche in questo l'esigenza di prevedere 372 pali da 19m (85 per il bicanna e 287 per il tricanna) e un incidenza pesata pari circa a  $240 \text{ kg/mc}$ .

Mentre nel PD, dagli elaborati grafici risultano 381 pali di lunghezza pari a 18m e incidenza delle armature sempre pari a  $165 \text{ kg/mc}$ .

Per il dettaglio delle incidenze relative alle armature dei pali risultanti dal calcolo si rimanda anche agli elaborati di PE IF2801EZZCLRI0200001B, IF2801EZZPARI0200002B e IF2801EZZPARI0200003B, inerenti rispettivamente la struttura dello scatolare monocanna, bicanna e tricanna, dai quali emergono valori superiori a quelle riscontrabili

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>											
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td data-bbox="719 331 858 376">COMMESSA IF28</td> <td data-bbox="858 331 970 376">LOTTO 01</td> <td data-bbox="970 331 1114 376">CODIFICA E ZZ RH</td> <td data-bbox="1114 331 1305 376">DOCUMENTO XX0000 008</td> <td data-bbox="1305 331 1401 376">REV. C</td> <td data-bbox="1401 331 1479 376">FOGLIO 12 di 16</td> </tr> </table>						COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO XX0000 008	REV. C	FOGLIO 12 di 16
COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO XX0000 008	REV. C	FOGLIO 12 di 16							
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>VARIANTE 08 - Relazione tecnica di Variante (Rilevato RI02 - Scatolare Hirpinia da progr. 1+211 a progr. 1+759 - Approfondimento conoscitivo quadro geologico / geotecnico e integrazione modello di calcolo)</b>												

nell'elaborato IF0G01D11TTOC0001001B - Tabella Materiali stimate nella fase di progettazione definitiva (165 kg/m3).

Tali differenze sono emerse anche in considerazione del fatto che nel PE il calcolo delle armature dei pali è stato sviluppato per ognuna delle tre configurazioni del manufatto (monocanna, bicanna, tricanna) mentre nel PD, coerentemente al grado di dettaglio necessario per quella fase di progetto, è stata considerata la configurazione del monocanna e del tricanna.

Per tali pali, si è resa evidentemente necessaria la definizione di Quantità Suppletive in aumento rispetto al PD, con conseguente aumento dei costi complessivi per la realizzazione dell'opera, dei quali l'Appaltatore richiede di essere ristorato.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>VARIANTE 08 - Relazione tecnica di Variante (Rilevato RI02 - Scatolare Hirpinia da progr. 1+211 a progr. 1+759 - Approfondimento conoscitivo quadro geologico / geotecnico e integrazione modello di calcolo)</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RH</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>XX0000 008</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>13 di 16</b>

### 3 VARIAZIONE COSTI COLONNE IN GHIAIA VIBROCOMPATTATA.

#### 3.1 VERIFICA A LIQUEFAZIONE

Nel progetto definitivo è stata eseguita la verifica a liquefazione per zona in oggetto (Relazione Sismica tratta allo scoperto da pk 0+000 a pk 2+700 IF0G01D09RBOC0001005A) ed è emerso per una sola verticale d'indagine "S2" un rischio liquefazione non trascurabile per cui è stato dimensionato intervento di mitigazione costituito da colonne in ghiaia vibrocompattate. L'obiettivo dell'intervento è di ridurre il potenziale di liquefazione ad un valore inferiore a 2 corrispondente ad un rischio basso (vedasi capitolo 6.1 della suddetta relazione).

Come riportato nell'elaborato Relazione sismica generale (IF2801EZZRBOC0300001A) del progetto esecutivo è stata eseguita la verifica a liquefazione con le nuove indagini integrative costituite, per la zona dell' RI02, da 4 CPTU (Capitolo 8.2.2). La verifica è stata eseguita considerando due scenari che si differenziano sullo spessore da considerare dello strato liquefacibile. Si ritiene più adeguato lo scenario che ha come sommità la quota testa pali, circa 2.5 m dal p.c., dato che lo strato superficiale verrà scavato per realizzare la platea di fondazione. Tale scenario, denominato "Scenario 2" ha portato ad un potenziale di liquefazione variabile tra 0.29 e 2, in tre casi ben inferiore al valore "2" obiettivo del progetto definitivo da cui si desume una classe di pericolosità con un rischio basso.

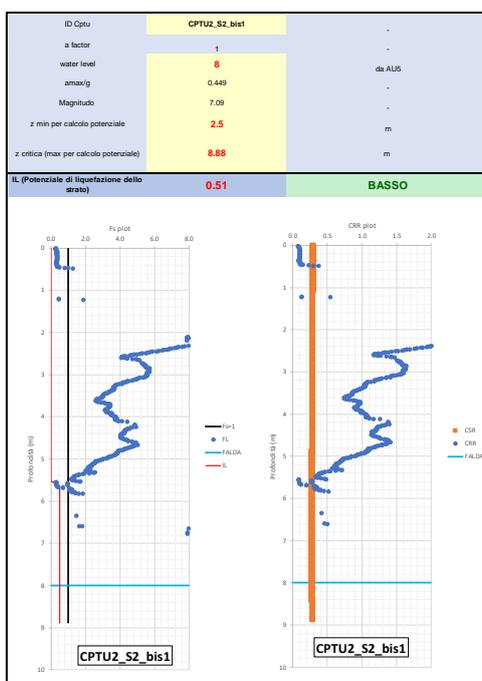


Figura 5 – Esempio verifica a liquefazione

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF28</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">E ZZ RH</td> <td style="text-align: center;">XX0000 008</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">14 di 16</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ RH	XX0000 008	C	14 di 16
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	E ZZ RH	XX0000 008	C	14 di 16													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>VARIANTE 08 - Relazione tecnica di Variante (Rilevato RI02 - Scatolare Hirpinia da progr. 1+211 a progr. 1+759 - Approfondimento conoscitivo quadro geologico / geotecnico e integrazione modello di calcolo)</b>																		

L'approfondimento delle condizioni geotecniche del sito, conseguente all' estesa campagna geognostica eseguita in concomitanza con la fase di progettazione esecutiva, ha permesso pertanto l'eliminazione delle colonne vibrocompattate previste nel PD per il piano di fondazione della struttura scatolare. Tale misura prevedeva l'esecuzione di colonne in ghiaia vibrocompattata di diametro  $\phi 800\text{mm}$ , maglia  $1,95\text{m} \times 1,95\text{m}$ , lunghezza  $9\text{m}$  ritenute necessarie in PD per ridurre il potenziale di liquefazione e pertanto sono state eliminate.

Ciò ha comportato diminuzioni delle quantità di alcuni articoli rispetto alle previsioni del PD di cui l'Appaltatore ha dovuto tenere conto nella quantificazione economica del Progetto Esecutivo

### 3.2 CONCLUSIONI

Come si può evincere da quanto riportato precedentemente risulta che:

- nella zona in oggetto, i terreni hanno parametri più scadenti di quelli previsti nel PD;
- il terreno posto in testa pali caratterizzato nel PD come granulare, a seguito delle ulteriori indagini è risultato essere costituito da un alternanza di terreni coesivi e granulari con caratteristiche geotecniche inferiori e comunque non soggetti a liquefazione;

questo ha portato ad un incremento dell'armatura dei pali e della lunghezza compressiva dei pali.

Per tali pali, si è resa evidentemente necessaria la definizione di Quantità Suppletive in aumento rispetto al PD, con conseguente aumento dei costi complessivi per la realizzazione dell'opera, dei quali l'Appaltatore richiede di essere ristorato.

Mentre l'eliminazione delle colonne in ghiaia comporta la diminuzione/eliminazione del suddetto articolo di cui occorre tener conto nella quantificazione economica

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
PROGETTO ESECUTIVO <b>VARIANTE 08 - Relazione tecnica di Variante (Rilevato RI02 - Scatolare Hirpinia da progr. 1+211 a progr. 1+759 - Approfondimento conoscitivo quadro geologico / geotecnico e integrazione modello di calcolo)</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ RH</b>	DOCUMENTO <b>XX0000 008</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>15 di 16</b>

## 4 RIEPILOGO DELLE VARIAZIONI DEI COSTI

Dal momento che le motivazioni che hanno determinato le differenze sono di origine diversa, nel seguente quadro di riepilogo oltre al mappale (sempre lo stesso) è stata introdotta la voce specifica di riferimento a cui corrisponde il relativo motivo della variazione.

In particolare sono riportati gli importi dovuti all'incremento del costo delle fondazioni su pali (per un importo di 978.890,00€ come si può dedurre dal quadro di perizia) per le motivazioni di carattere geotecnico sopradescritte; rientra in questo ambito anche il maggior costo del solettone di fondazione sia in relazione alla maggiore quantità di materiale (acciaio e calcestruzzo) dovuto all'ampliamento del solettone in corrispondenza del monocanna per poter realizzare la 4° file di pali, sia alla necessità di maggiore armatura, in relazione alle sollecitazioni dovute alla maggiore estensione trasversale conseguente.

Per valutare questi valori è sufficiente individuare la differenza del calcestruzzo tra PD e PE relativa al solettone che risulta pari a circa 4.575mc; considerando l'incidenza media (160kg/mc) il quantitativo di acciaio ammonta a circa 732.000 kg; a tali quantità corrisponde un importo di 396.881,25€ per il maggior calcestruzzo e di 600.240,00€ per i maggiori kg di acciaio, per un totale di 997.12,25€.

Per il maggiore quantitativo di acciaio in senso trasversale invece è sufficiente detrarre dalla differenza tra PD e PE dell'acciaio complessivo di tale elemento il valore precedente, ottenendo circa 698.260kg, a cui corrisponde l'importo 572.573,20€.

Sommando i valori di cui sopra (a cui va aggiunto anche l'incremento del magrone) si arriva ad un importo di 2.548.241,46€ a cui si deve sottrarre il valore del trattamento del terreno (439.486,17€) non più previsto;

*Il valore dovuto all'incremento della fondazione è dunque pari a **2.183.469,56***

Di seguito si riporta un riepilogo dei valori sopra indicati con il raffronto con il PD

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>												
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>VARIANTE 08 - Relazione tecnica di Variante (Rilevato RI02 - Scatolare Hirpinia da progr. 1+211 a progr. 1+759 - Approfondimento conoscitivo quadro geologico / geotecnico e integrazione modello di calcolo)</b>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF28</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">E ZZ RH</td> <td style="text-align: center;">XX0000 008</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">16 di 16</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ RH	XX0000 008	C	16 di 16
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	E ZZ RH	XX0000 008	C	16 di 16								

## Opere a CORPO

Mappale	voce	Motivo variazione	Importo PD	Importo PE	Delta
RI02- rilevato Irpinia 2 da pk 1+2010 a pk 1+765	Incremento solettone di fondazione	Stratigrafia e parametri geotecnici	0	+997.121,25	<b>+997.121,25€</b>
	Irrigidimento solettone di fondazione (armatura)	Stratigrafia e parametri geotecnici	961.873,78	2.134.673	=2.134.673,63-- 961.873,78-600.240,00= <b>+572.559,86€.</b>
	Incremento numero pali e incidenza arm..	Stratigrafia e parametri geotecnici	2.958.158,76	3.379.543,94	<b>978.547,01€</b>
	Trattamento terreno	Stratigrafia e parametri geotecnici	439.486,00	0	<b>-439.486,17€</b>
	Magrone	Stratigrafia e parametri geotecnici	66.491,73	141.206,00	<b>+74.714,27€</b>
		<b>Totale Perizia</b>			<b>+2.183.456,21€</b>

## Opere a Misura

Mappale	voce	Motivo variazione	Importo PD	Importo PE	Delta
RI02- rilevato Irpinia 2 da pk 1+2010 a pk 1+765	Compenso per il conferimento dei rifiuti in discariche per rifiuti non pericolosi e trasporto dei rifiuti in discarica o impianti di recupero dai luoghi di produzione (cantiere o impianto ferroviario).	Valutazione scavi di maggior dettaglio	76.128,44	139.592,81	<b>63.464,37</b>