

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

CONSORZIO:

HIRPINIA - ORSARA AV

SOCI:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



## PROGETTO ESECUTIVO

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

GN01 – GALLERIA NATURALE HIRPINIA  
MONITORAGGIO GALLERIA

-  
GN Tradizionale - Relazione di Monitoraggio

APPALTATORE	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE	PROGETTISTA
Consorzio HIRPINIA - ORSARA AV Il Direttore Tecnico Ing. P. M. Gianvecchio 15/07/2022	Il Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche Ing. G. Cassani	 Ing. M. Tanzini

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

IF3A    02    E    ZZ    RH    GN0100    010    B    -

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione a 180 giorni	R. Rege	08/02/2022	A. Lucia	08/02/2022	M. Tanzini	08/02/2022	Ing. Andrea Polli
B	C08.01 a valle del contraddittorio	R. Rege	15/07/2022	A. Lucia	15/07/2022	M. Tanzini	15/07/2022	
								15/07/2022

File: IF3A02EZZRHGN0100010B

n. Elab.: ---

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA    PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI</b> <b>M-INGEGNERIA              GCF                              ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>GN Tradizionale - Relazione di Monitoraggio</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RH</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>GN0100 010</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>2 di 45</b>

## Indice

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>5</b>
1.1	DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO .....	5
1.2	DESCRIZIONE DELLA GALLERIA HIRPINIA .....	6
<b>2</b>	<b>DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>8</b>
2.1	LEGGI E NORMATIVE COGENTI .....	8
2.2	NORMATIVE NON COGENTI E RACCOMANDAZIONI .....	8
2.3	PRESCRIZIONI E SPECIFICHE TECNICHE .....	8
2.4	ELABORATI DI RIFERIMENTO .....	9
<b>3</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE OPERE .....</b>	<b>13</b>
3.1	GALLERIA DI LINEA SCAVO IN TRADIZIONALE - LATO BARI .....	13
3.2	GALLERIA DI LINEA SCAVO IN TRADIZIONALE - LATO NAPOLI .....	14
<b>4</b>	<b>SCAVO DELLE GALLERIE NATURALI .....</b>	<b>16</b>
4.1	SEZIONI TIPO TRATTA GALLERIA DI LINEA A SINGOLA CANNA DOPPIO BINARIO DALL'IMBOCCO LATO NAPOLI .....	16
4.1.1	SEZIONE TIPO C2P .....	16
4.1.2	SEZIONE TIPO C2P CAMERONE - TRATTO INTERASSE BINARI DA 4 M A 5 M .....	18
4.1.3	SEZIONE TIPO C2P CAMERONE - TRATTO INTERASSE BINARI DA 5 M A 6.5 M .....	20
4.2	SEZIONI TIPO TRATTA GALLERIA DI LINEA A DOPPIA CANNA SINGOLO BINARIO DALL'IMBOCCO LATO BARI .....	21
4.2.1	SEZIONE TIPO A1 .....	21
4.2.2	SEZIONE TIPO A2 .....	22
4.2.3	SEZIONE TIPO B1 .....	24
<b>5</b>	<b>OBIETTIVI DEL PIANO DI MONITORAGGIO .....</b>	<b>26</b>
<b>6</b>	<b>SISTEMA DI MONITORAGGIO .....</b>	<b>27</b>
6.1	PREMESSA .....	27
6.2	DEFINIZIONE DEL SISTEMA DI MONITORAGGIO .....	27
6.3	FASI DI CONTROLLO E MISURA .....	27
6.4	PIATTAFORMA DI MONITORAGGIO E CONDIVISIONE DATI .....	27
6.4.1	PIATTAFORMA DI MONITORAGGIO .....	28
6.4.2	SISTEMA DI CONDIVISIONE DATI MEDIANTE PIATTAFORMA WEBGIS .....	29
6.5	VALORI ATTESI DELLE MISURE E AZIONI CORRETTIVE .....	29



<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI</b> <b>M-INGEGNERIA                      GCF                      ELETTRI-FER</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;">IF3A</td> <td style="text-align: center;">02</td> <td style="text-align: center;">E ZZ RH</td> <td style="text-align: center;">GN0100 010</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">4 di 45</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ RH	GN0100 010	B	4 di 45
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ RH	GN0100 010	B	4 di 45													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>GN Tradizionale - Relazione di Monitoraggio</b>																		

<b>10.1</b>	<b>MONITORAGGIO TOPOGRAFICO DELLA SUPERFICIE .....</b>	<b>43</b>
<b>11</b>	<b>GESTIONE DEI DATI MISURATI .....</b>	<b>44</b>
<b>12</b>	<b>SUPERAMENTO DEI VALORI DI SOGLIA .....</b>	<b>44</b>
<b>13</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>45</b>

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>M-INGEGNERIA</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>GN Tradizionale - Relazione di Monitoraggio</b>	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ RH</b>	DOCUMENTO <b>GN0100 010</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>5 di 45</b>

## 1 INTRODUZIONE

La presente relazione è parte integrante del Progetto Esecutivo per il raddoppio del 2° lotto funzionale Hirpinia - Orsara della tratta Apice – Orsara, compreso tra la Stazione di Orsara e la nuova fermata di Hirpinia per una estensione complessiva di circa 28 Km di linea.

In particolare, il documento descrive la metodologia di monitoraggio da adottare per la realizzazione dei tratti realizzati in tradizionale della galleria naturale Hirpinia.

Di seguito vengono descritti e definiti gli obiettivi del piano di monitoraggio, il sistema di monitoraggio da predisporre e la relativa gestione dei dati misurati nonché i valori di soglia previsti.

### 1.1 DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO

Nell’ambito dell’Itinerario Napoli-Bari si inserisce il Raddoppio della Tratta Hirpinia-Orsara che rappresenta il secondo lotto della tratta in variante Apice-Orsara, il cui primo lotto (Apice-Hirpinia) si trova attualmente in fase di esecuzione da parte del Consorzio Hirpinia AV.

La riqualificazione e lo sviluppo dell’itinerario Roma/Napoli – Bari prevede interventi di raddoppio delle tratte ferroviarie a singolo binario e varianti agli attuali scenari perseguendo la scelta delle migliori soluzioni che garantiscano la velocizzazione dei collegamenti e l’aumento dell’offerta generalizzata del servizio ferroviario, elevando l’accessibilità al servizio medesimo nelle aree attraversate.

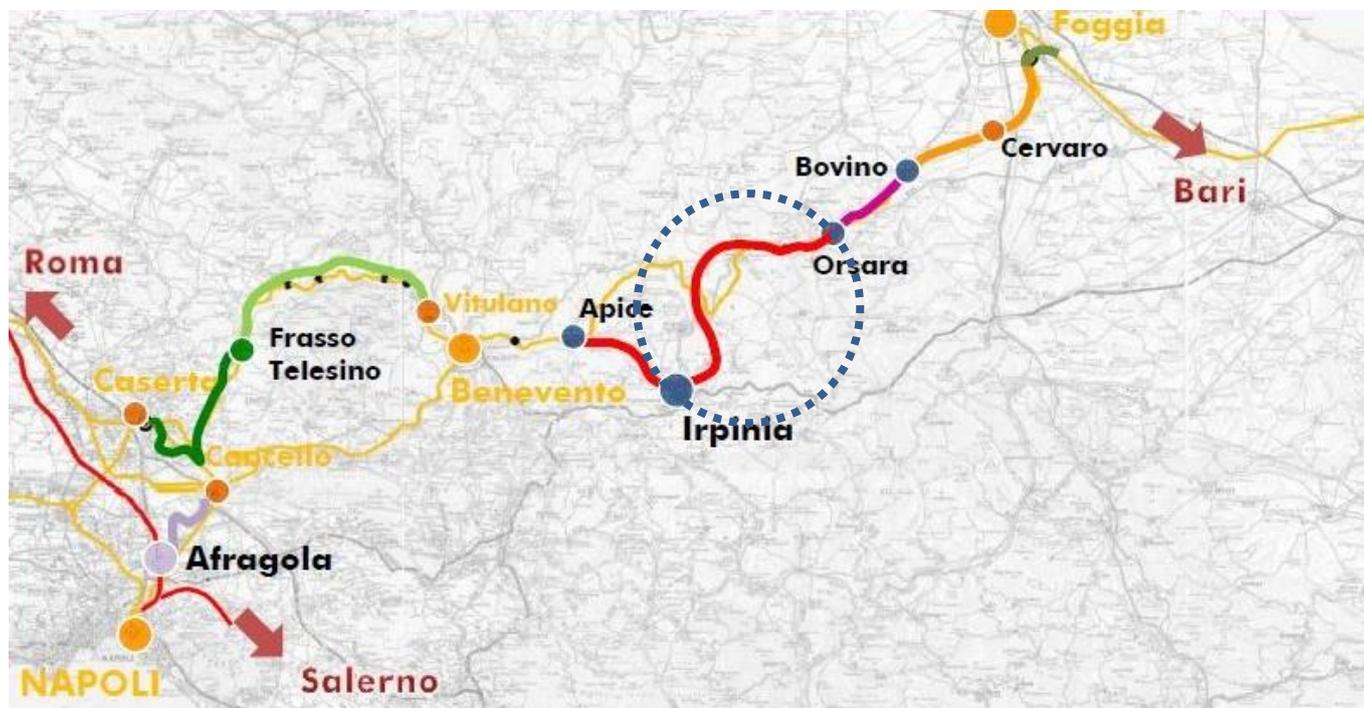


Figura 1-1. Corografia dell'intera tratta Napoli Bari, con dettaglio della tratta Hirpinia-Orsara

La variante oggetto del presente documento interessa il tratto centrale della direttrice Napoli – Bari e risulta strategica nel riassetto complessivo dei collegamenti metropolitani, regionali e lunga percorrenza previsto con la realizzazione di tutto il potenziamento. Si colloca in territorio campano e pugliese ed i comuni attraversati sono rispettivamente per la provincia di Avellino: Ariano Irpino, Flumeri, Savignano Irpino e Montaguto; per la provincia di Foggia: Panni e Orsara di Puglia.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>M-INGEGNERIA</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>GN Tradizionale - Relazione di Monitoraggio</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RH</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>GN0100 010</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>6 di 45</b>

Il tracciato della Bovino – Orsara - Hirpinia è stato progressivato rispetto all'orientamento della Linea Storica partendo da Bovino con la pk 29+050 (fine tratta Cervaro-Bovino) fino ad Orsara con pk 40+889 (imbocco galleria Orsara) dove inizia la tratta oggetto del presente progetto esecutivo che si estende fino ad Hirpinia con pk 68+955.

La linea AV/AC si sviluppa prevalentemente in galleria con una velocità compresa tra 200 e 250 Km/h ed ha una lunghezza complessiva L=28,06 km.

Il nuovo tracciato ferroviario ha inizio alla pk 40+894.50 (BP) in corrispondenza dell'inizio del collegamento di 1^ fase della tratta Bovino – Orsara, per il quale in questo progetto è prevista la dismissione.

Il tracciato prosegue come prolungamento della nuova linea a doppio binario inizialmente con l'interasse a 4m per poi divergere fino all'imbocco dalla galleria naturale Hirpinia (lato Bari) per la quale è previsto l'imbocco a canne separate.

Il corpo ferroviario compreso tra l'inizio del progetto e la pk 41+052.75 è già realizzato nell'ambito degli interventi della tratta Bovino – Orsara, come lo sono anche i piazzali tecnologici Nord e Sud, la SSE e il sottopasso di collegamento tra la viabilità di accesso alla stazione e i piazzali suddetti.

Dal km 41+052.75 dopo un breve tratto in rilevato inizia lo scatolare che si collega direttamente al viadotto VI01 sul torrente Cervaro di L=313.65m.

In questo contesto si colloca anche la nuova Stazione di Orsara (pk 40+074.95).

La galleria "Hirpinia" inizia alla pk 41+440.62 a pochi metri dalla spalla del viadotto VI01 e finisce alla pk 68+556.38 La galleria lato Bari imbocca direttamente con le canne separate e prosegue a doppia canna fino ad Hirpinia dove attraverso un camerone di collegamento in prossimità dell'uscita lato Napoli diventa a singola canna doppio binario per consentire ai binari di avvicinarsi all'interasse di 4m e collegarsi con i binari di corsa della stazione di Hirpinia, già realizzata nella tratta Apice - Hirpinia.

L'interasse delle due canne è prevalentemente di 40 m ad eccezione di un tratto compreso tra le pk 48+000 e pk 57+800 circa all'interno del quale l'interasse è stato allargato a 50 m; per l'intera galleria le canne sono collegate tra di loro da by-pass trasversali a passo 500 m per consentire l'esodo dei passeggeri.

Tra le pk 56+324.71 e 56+751.79 è stato inserito un luogo sicuro intermedio dotato di marciapiedi FFP di lunghezza L=410 m. L'esodo all'aperto dei passeggeri avviene attraverso la finestra F1 direttamente collegata con la viabilità locale attraverso un piazzale di sicurezza.

L'uscita della finestra F1 si trova in località Contrada Stratola, in corrispondenza dell'uscita della galleria sono stati ubicati anche i piazzali tecnologici e la nuova SSE di Ariano Irpino.

La linea AV/AC è progettata nel tratto allo scoperto (stazione di Orsara) con una velocità di tracciato di 200 Km/h, con una velocità di 250 Km/h per tutto il restante tracciato in galleria per poi riscendere a 200 Km/h in corrispondenza del camerone di Hirpinia proprio per l'approssimarsi alla stazione di Hirpinia.

Lungo la galleria sono previste 2 finestre costruttive necessarie per la realizzazione con il metodo tradizionale dei tratti di galleria.

Uscito dalla galleria il tracciato termina alla pk 68+971.53 (BP), coincidente con la pk 0+700 della tratta Apice – Hirpinia, in prossimità dei tronchini per l'attestamento dei treni da e per Napoli previsti nella stazione di Hirpinia di 1^ fase.

## 1.2 DESCRIZIONE DELLA GALLERIA HIRPINIA

Il tracciato della tratta Hirpinia-Orsara, di lunghezza complessiva pari a circa 28 km, si sviluppa prevalentemente in sotterraneo con la galleria "Hirpinia" di lunghezza pari a circa 27 Km. Ubicata fra le progressive di tracciato (B.P.) km 41+435,91 (imbocco lato Bari) e km 68+537,41 (imbocco lato Napoli), la Galleria Hirpinia ha una lunghezza della tratta in naturale di 27.062 m e una lunghezza delle tratte in artificiale pari a 39,5 m.

Partendo dall'imbocco lato Bari posto ad una quota di 362,39 m s.l.m., il tracciato procede con pendenza crescente con un valore pari al 5‰ fino alla pk 44+692 e successivamente con pendenza del 12‰ fino al punto di culmine alla pk 53+617. In questo tratto sono presenti le massime coperture della galleria pari a 370 m in corrispondenza delle

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI</b> <b>M-INGEGNERIA                      GCF                      ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>GN Tradizionale - Relazione di Monitoraggio</b>	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ RH</b>	DOCUMENTO <b>GN0100 010</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>7 di 45</b>

pk 43+115 e 48+680 circa. Dal punto di culmine il tracciato prosegue in discesa con una pendenza del 12‰ fino alla pk 65+959.9, ad esclusione del tratto compreso tra le pk 56+732.5 e 57+785.5 dove la pendenza si riduce al 10‰. Dalla pk 65+959.9, posta in corrispondenza del sottoattraversamento del torrente Fiumarella dove la copertura della galleria raggiunge il valore minimo pari a 10 m, la pendenza del tracciato diminuisce gradualmente fino all'imboccata lato Napoli posto ad una quota di 336,9 m s.l.m.

La configurazione della galleria è a doppia canna singolo binario per la quasi totalità del suo sviluppo; per esigenze di tracciato, la configurazione è a singola canna doppio binario per il tratto di 143 m che precede l'uscita lato Napoli. Il passaggio dalla configurazione a doppia canna a quella a singola canna è realizzato tramite un camerone di diramazione di lunghezza pari a 226 m. Nel tratto a doppia canna l'interasse tra le gallerie è di 40 m ad eccezione di un tratto compreso tra le pk 48+000 e pk 57+800 circa, all'interno del quale l'interasse è stato aumentato a 50 m per esigenze funzionali (Punto Antincendio) e per le caratteristiche del contesto geotecnico attraversato.

La galleria è progettata per consentire il transito del Gabarit C (P.M.O. n°5) con velocità di tracciato pari a 250 km/h. Le sezioni geometriche funzionali previste sono in accordo con le sezioni tipo del Manuale di Progettazione RFI; nel tratto a doppia canna singolo binario sono state adottate le sezioni tipo per velocità di progetto  $200 < v \leq 250$  km/h. Nel tratto a singola canna doppio binario, essendo la velocità di tracciato pari a 200 km/h, è stata adottata la sezione con velocità di progetto  $160 < v \leq 200$  km/h.

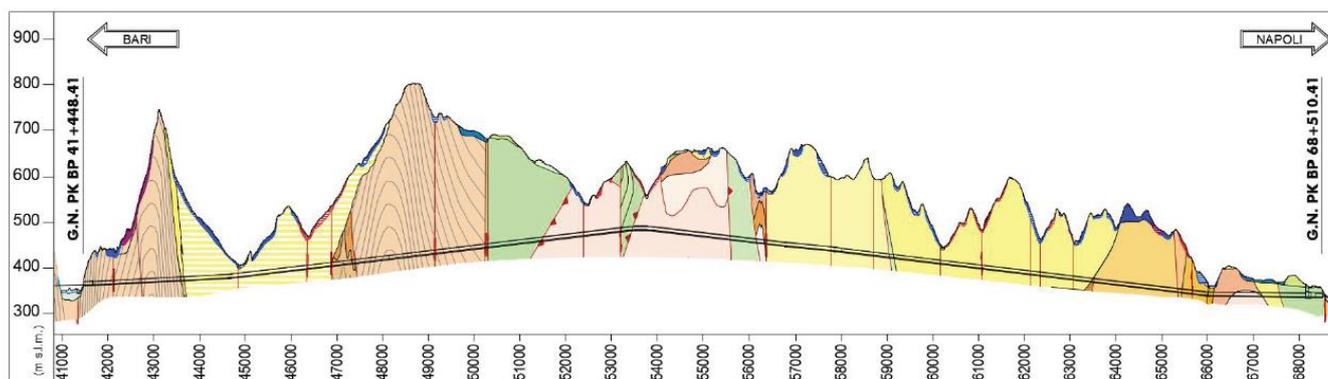


Figura 1-2. Profilo galleria Hirpinia.

In particolare, nel tratto a doppia canna singolo binario la sezione adottata per lo scavo in meccanizzato ha raggio pari a 4,20 metri ed area libera di poco superiore ai 55 m<sup>2</sup>, mentre per lo scavo tradizionale è prevista una sezione policentrica con raggio di calotta e piedritti pari a 3,50 metri ed area libera di poco superiore a 52 m<sup>2</sup>. Nel tratto a singola canna doppio binario è prevista una sezione policentrica con raggio di calotta e piedritti pari a 5,40 metri ed area libera di poco superiore a 82 m<sup>2</sup>. È previsto l'alloggiamento dell'armamento tradizionale con traverse tipo "RFI-240" poggiate su ballast ed elettrificazione a c.c. a 3 kV. Le sezioni di intradosso delle gallerie hanno un marciapiede d'esodo con andamento del ciglio variabile in funzione della quota del binario attiguo. Nello specifico, l'altezza del ciglio risulta pari a + 55 cm, misurata perpendicolarmente al piano di rotolamento del binario attiguo, mentre la distanza del ciglio dal bordo interno della più vicina rotaia, misurata parallelamente al piano di rotolamento, è pari a 113 cm. Tale camminamento ha una larghezza non inferiore a 120 cm ed è corredato da mancorrente posto sul paramento interno della galleria ad una quota di circa 1 m dal piano di calpestio del marciapiede. Nella tratta compresa tra le pk 57+195 e 57+605 (BP), dove è prevista la realizzazione del Punto Antincendio in sotterraneo, la larghezza del marciapiede è pari a 2 m.

In corrispondenza dei due imbocchi verranno realizzati due tratti di galleria naturale in tradizionale tra circa le progressive 41+453.12 e 41+607.77 e tra le progressive 68+250.091 e 68+529.38 in corrispondenza rispettivamente dell'imboccata lato Bari e lato Napoli.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>M-INGEGNERIA</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</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;">IF3A</td> <td style="text-align: center;">02</td> <td style="text-align: center;">E ZZ RH</td> <td style="text-align: center;">GN0100 010</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">8 di 45</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ RH	GN0100 010	B	8 di 45
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ RH	GN0100 010	B	8 di 45													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>GN Tradizionale - Relazione di Monitoraggio</b>																		

## 2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

### 2.1 LEGGI E NORMATIVE COGENTI

- [1] Decreto Ministero delle Infrastrutture e Trasporti 17/01/2018, “Aggiornamento delle Nuove norme tecniche per le costruzioni”;
- [2] C.S.LL.PP., Circolare n°7 del 21/01/2019, “Istruzioni per l’applicazione dell’Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni” di cui al DM 17/01/2018”.
- [3] Decreto Ministeriale 28/10/2005. “Sicurezza nelle gallerie ferroviarie”;
- [4] Regolamento del 18/11/2014 della Commissione dell’Unione Europea – 1303/2014 - relativa alla Specifica Tecnica di Interoperabilità concernente “la sicurezza nelle gallerie ferroviarie” nel sistema ferroviario transeuropeo convenzionale e ad alta velocità;
- [5] Regolamento del 18/11/2014 della Commissione dell’Unione Europea – 1300/2014 - relativa ad una Specifica Tecnica di Interoperabilità concernente le “persone a mobilità ridotta” nel sistema ferroviario transeuropeo convenzionale e ad alta velocità;
- [6] Regolamento del 18/11/2014 della Commissione dell’Unione Europea – 1299/2014 - relativa ad una Specifica Tecnica di Interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario transeuropeo ad alta velocità.

### 2.2 NORMATIVE NON COGENTI E RACCOMANDAZIONI

- [7] SIG, “Linee guida per la progettazione, l’appalto e la costruzione di opere in sotterraneo”, 1997;
- [8] ITA, “Guidelines for the design of tunnels”, 1988;
- [9] NIR n°28: NOTA INTERREGIONALE DEL 13/01/2005 “Lavori in sotterraneo. Scavo in terreni grisutosi. Grisù 3ª edizione”;
- [10] NIR n°44: NOTA INTERREGIONALE DEL 28/05/2012 “Lavori in sotterraneo. Scavo in terreni grisutosi. Grisù TBM”;
- [11] Linea Guida “Grisù – TBM”. Scavo meccanizzato di grande sezione con TBM – EPB in terreni grisutosi, maggio 2015;
- [12] Linea Guida “Grisù”. Scavi in sotterraneo con metodo a piena sezione e tecnica tradizionale in terreni grisutosi, luglio 2014.

### 2.3 PRESCRIZIONI E SPECIFICHE TECNICHE

- [13] RFI, doc RFI DTC SI MA IFS 001 C “Manuale di Progettazione delle opere civili” (27/12/2018);
- [14] ITALFERR, Specifica Tecnica PPA.0002403 “Linee guida per la progettazione geotecnica delle gallerie naturali” (dicembre 2015).

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>M-INGEGNERIA</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>GN Tradizionale - Relazione di Monitoraggio</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RH</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>GN0100 010</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>9 di 45</b>

## 2.4 ELABORATI DI RIFERIMENTO

### GN01 - GALLERIA NATURALE HIRPINIA

#### ELABORATI GENERALI

I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	R	G	G	N	0	1	0	0	0	0	2	Relazione tecnico - illustrativa - Tratta in Tradizionale
I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	R	H	G	N	0	1	0	0	0	0	5	Relazione di calcolo tratta in tradizionale
I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	R	H	G	N	0	1	0	0	0	0	6	Relazione di calcolo tratta in tradizionale - Allegati numerici
I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	R	H	G	N	0	1	0	0	0	0	7	Relazione linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo
I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	R	H	G	N	0	1	0	0	0	0	8	Relazione di calcolo resistenza al fuoco tratta in tradizionale
I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	B	Z	G	N	0	1	0	0	0	0	3	GN Tradizionale - Andamento plano-altimetrico del marciapiede a ciglio variabile
I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	F	6	G	N	0	1	0	0	0	0	1	Profilo geotecnico/geomeccanico - Binario Pari - Galleria Hirpinia Tav. 1
I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	F	6	G	N	0	1	0	0	0	1	8	Profilo geotecnico/geomeccanico - Binario Pari - Galleria Hirpinia Tav. 18
I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	F	6	G	N	0	1	0	0	0	1	9	Profilo geotecnico/geomeccanico - Binario Dispari - Galleria Hirpinia Tav. 1
I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	F	6	G	N	0	1	0	0	0	3	6	Profilo geotecnico/geomeccanico - Binario Dispari - Galleria Hirpinia Tav. 18

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO GN Tradizionale - Relazione di Monitoraggio	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GN0100 010	REV. B	FOGLIO 10 di 45

### GALLERIA DI LINEA - OPERE CIVILI

#### RIVESTIMENTO IN CONCI PREFABBRICATI

#### SISTEMA DI IMPERMEABILIZZAZIONE/DRENAGGIO ACQUE D'AMMASSO

#### SISTEMA DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE IN GALLERIA

I F 3 A 0 2 E Z Z D Z G N 0 1 0 0 0 1 0	Layout tratta in tradizionale a doppio binario lato Napoli
I F 3 A 0 2 E Z Z D Z G N 0 1 0 0 0 1 1	Layout tratta in tradizionale a singolo binario lato Bari
I F 3 A 0 2 E Z Z D B G N 0 1 0 0 0 0 5	Layout collettamento e raccolta acque portale di imbocco lato Napoli
I F 3 A 0 2 E Z Z D B G N 0 1 0 0 0 0 6	Layout collettamento e raccolta acque portale di imbocco lato Bari

#### GALLERIA SCAVATA IN TRADIZIONALE - SEZIONI TIPO

I F 3 A 0 2 E Z Z B B G N 0 1 0 0 0 0 1	Sezione tipo A1 doppia canna singolo binario - scavi e consolidamenti
I F 3 A 0 2 E Z Z B Z G N 0 1 0 0 0 0 4	Sezione tipo A1 doppia canna singolo binario - Carpenteria centina e dettagli costruttivi
I F 3 A 0 2 E Z Z B Z G N 0 1 0 0 0 0 5	Sezione tipo A1 doppia canna singolo binario - Carpenteria
I F 3 A 0 2 E Z Z B B G N 0 1 0 0 0 0 2	Sezione tipo A2 doppia canna singolo binario - scavi e consolidamenti
I F 3 A 0 2 E Z Z B Z G N 0 1 0 0 0 0 6	Sezione tipo A2 doppia canna singolo binario - Carpenteria centina e dettagli costruttivi
I F 3 A 0 2 E Z Z B Z G N 0 1 0 0 0 0 7	Sezione tipo A2 doppia canna singolo binario - Carpenteria
I F 3 A 0 2 E Z Z B B G N 0 1 0 0 0 0 3	Sezione tipo B1 doppia canna singolo binario - scavi e consolidamenti
I F 3 A 0 2 E Z Z B Z G N 0 1 0 0 0 0 8	Sezione tipo B1 doppia canna singolo binario - Carpenteria centina e dettagli costruttivi
I F 3 A 0 2 E Z Z B Z G N 0 1 0 0 0 0 9	Sezione tipo B1 doppia canna singolo binario - Carpenteria
I F 3 A 0 2 E Z Z B B G N 0 1 0 0 0 0 4	Sezione tipo C2p singola canna doppio binario - scavi e consolidamenti
I F 3 A 0 2 E Z Z B Z G N 0 1 0 0 0 1 0	Sezione tipo C2p singola canna doppio binario - Carpenteria centina e dettagli costruttivi
I F 3 A 0 2 E Z Z B Z G N 0 1 0 0 0 1 1	Sezione tipo C2p singola canna doppio binario - Carpenteria
I F 3 A 0 2 E Z Z B B G N 0 1 0 0 0 0 5	Sezione tipo C2p singola canna doppio binario tratta 4-5m - scavi e consolidamenti
I F 3 A 0 2 E Z Z B Z G N 0 1 0 0 0 1 2	Sezione tipo C2p singola canna doppio binario tratta 4-5m- Carpenteria centina e dettagli costruttivi
I F 3 A 0 2 E Z Z B Z G N 0 1 0 0 0 1 3	Sezione tipo C2p singola canna doppio binario tratta 4-5m- Carpenteria
I F 3 A 0 2 E Z Z B B G N 0 1 0 0 0 0 6	Sezione tipo C2p singola canna doppio binario tratta 5-6.5m - scavi e consolidamenti
I F 3 A 0 2 E Z Z B Z G N 0 1 0 0 0 1 4	Sezione tipo C2p singola canna doppio binario tratta 5-6.5m- Carpenteria centina e dettagli costruttivi
I F 3 A 0 2 E Z Z B Z G N 0 1 0 0 0 1 5	Sezione tipo C2p singola canna doppio binario tratta 5-6.5m- Carpenteria
I F 3 A 0 2 E Z Z B B G N 0 1 0 0 0 0 7	Sezione tipo A2 Allargata - scavi e consolidamenti
I F 3 A 0 2 E Z Z B Z G N 0 1 0 0 0 1 6	Sezione tipo A2 Allargata - Carpenteria centina e dettagli costruttivi
I F 3 A 0 2 E Z Z B Z G N 0 1 0 0 0 1 7	Sezione tipo A2 Allargata- Carpenteria

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI</b> <b>M-INGEGNERIA                      GCF                      ELETTRI-FER</b>	
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>GN Tradizionale - Relazione di Monitoraggio</b>	COMMESSA    LOTTO    CODIFICA    DOCUMENTO    REV.    FOGLIO <b>IF3A                      02                      E ZZ RH                      GN0100 010                      B                      11 di 45</b>

### IMBOCCO LATO BARI

#### ELABORATI GENERALI

I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	R	G	G	A	0	1	0	0	0	0	1	Relazione tecnica generale
I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	R	B	G	A	0	1	0	0	0	0	1	Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco
I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	R	H	G	A	0	1	0	0	0	0	1	Relazione di calcolo della galleria Artificiale
I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	S	P	G	A	0	1	0	0	0	0	1	Tabella materiali
I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	P	9	G	A	0	1	0	0	0	0	1	Schema generale delle fasi esecutive
I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	W	Z	G	A	0	1	0	0	0	0	1	Sezione di intradosso galleria artificiale
I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	P	9	G	A	0	1	0	0	0	0	2	Planimetria BOE

#### OPERE DI SOSTEGNO

I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	L	A	G	I	0	1	0	0	0	0	1	Planimetria generale ed elementi di tracciamento
I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	F	A	G	I	0	1	0	0	0	0	1	Profilo longitudinale
I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	W	A	G	I	0	1	0	0	0	0	1	Sezioni trasversali - Tav 1/2
I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	W	A	G	I	0	1	0	0	0	0	2	Sezioni trasversali - Tav 2/2
I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	P	A	G	I	0	1	0	0	0	0	1	Sviluppata paratia
I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	D	Z	G	I	0	1	0	0	0	0	1	Tiranti di ancoraggio particolari costruttivi - Tav 1/2
I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	D	Z	G	I	0	1	0	0	0	0	2	Tiranti di ancoraggio particolari costruttivi - Tav 2/2
I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	B	Z	G	I	0	1	0	0	0	0	1	Scavo chiodato planimetria e dettagli
I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	B	Z	G	I	0	1	0	0	0	0	2	Sottofondo in misto cementato

#### DIMA E CONCIO DI ATTACCO

I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	B	B	G	A	0	1	0	0	0	0	1	Fasi esecutive, scavi e consolidamenti
I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	B	B	G	A	0	1	0	0	0	0	2	Carpenteria Dima e concio d'attacco
I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	B	B	G	A	0	1	0	0	0	0	3	Carpenteria centine dima
I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	B	Z	G	A	0	1	0	0	0	0	1	Particolari costruttivi e impermeabilizzazione

#### GALLERIA ARTIFICIALE E PORTALE DI IMBOCCO

I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	B	B	G	A	0	1	0	0	0	0	4	Carpenteria galleria artificiale
I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	B	B	G	A	0	1	0	0	0	0	5	Carpenteria portale

#### SOLETTONE TRASLAZIONE TBM

I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	B	Z	G	A	0	1	0	0	0	0	2	Carpenteria Solettone
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-----------------------

#### MURI DI IMBOCCO

I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	B	Z	G	A	0	1	0	0	0	0	3	Carpenteria Muri
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	------------------

#### SISTEMAZIONE DEFINITIVA

I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	P	A	G	A	0	1	0	0	0	0	1	Planimetria
I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	F	A	G	A	0	1	0	0	0	0	1	Profilo longitudinale
I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	W	A	G	A	0	1	0	0	0	0	1	Sezioni trasversali - Tav 1/2
I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	W	A	G	A	0	1	0	0	0	0	2	Sezioni trasversali - Tav 2/2

#### MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA

I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	R	H	G	A	0	1	0	0	0	0	2	Relazione di monitoraggio
I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	D	Z	G	A	0	1	0	0	0	0	1	Installazione strumentazione

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI</b> <b>M-INGEGNERIA                      GCF                      ELETTRI-FER</b>	
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>GN Tradizionale - Relazione di Monitoraggio</b>	COMMESSA    LOTTO    CODIFICA    DOCUMENTO    REV.    FOGLIO <b>IF3A                      02                      E ZZ RH                      GN0100 010                      B                      12 di 45</b>

### IMBOCCO LATO NAPOLI

#### ELABORATI GENERALI

I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	R	G	G	A	0	2	0	0	0	0	1	Relazione tecnica generale
I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	R	B	G	A	0	2	0	0	0	0	1	Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco
I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	R	H	G	A	0	2	0	0	0	0	1	Relazione tecnica galleria artificiale
I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	S	P	G	A	0	2	0	0	0	0	1	Tabella materiali
I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	P	9	G	A	0	2	0	0	0	0	1	Schema generale delle fasi esecutive
I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	W	Z	G	A	0	2	0	0	0	0	2	Sezione di intradosso galleria artificiale

#### OPERE DI SOSTEGNO

I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	L	A	G	I	0	2	0	0	0	0	1	Planimetria generale ed elementi di tracciamento
I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	F	A	G	I	0	2	0	0	0	0	1	Profilo longitudinale
I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	W	A	G	I	0	2	0	0	0	0	1	Sezioni trasversali - Tav 1/2
I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	W	A	G	I	0	2	0	0	0	0	2	Sezioni trasversali - Tav 2/2
I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	P	A	G	I	0	2	0	0	0	0	1	Sviluppata e particolari
I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	D	Z	G	I	0	2	0	0	0	0	1	Tiranti di ancoraggio particolari costruttivi - Tav 1/2
I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	D	Z	G	I	0	2	0	0	0	0	2	Tiranti di ancoraggio particolari costruttivi - Tav 2/2

#### DIMA E CONCIO DI ATTACCO

I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	B	B	G	A	0	2	0	0	0	0	1	Fasi esecutive, scavi e consolidamenti
I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	B	B	G	A	0	2	0	0	0	0	2	Carpenteria Dima e concio d'attacco
I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	B	B	G	A	0	2	0	0	0	0	3	Carpenteria centine dima e concio d'attacco
I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	B	Z	G	A	0	2	0	0	0	0	1	Particolari costruttivi e impermeabilizzazione

#### GALLERIA ARTIFICIALE E PORTALE DI IMBOCCO

I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	B	B	G	A	0	2	0	0	0	0	4	Carpenteria galleria artificiale
I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	B	B	G	A	0	2	0	0	0	0	5	Carpenteria portale

#### SISTEMAZIONE DEFINITIVA

I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	P	A	G	A	0	2	0	0	0	0	1	Planimetria
I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	F	A	G	A	0	2	0	0	0	0	1	Profilo
I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	W	A	G	A	0	2	0	0	0	0	1	Sezioni trasversali - Tav 1/2
I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	W	A	G	A	0	2	0	0	0	0	2	Sezioni trasversali - Tav 2/2

#### MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA

I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	R	H	G	A	0	2	0	0	0	0	2	Relazione di monitoraggio
I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	D	Z	G	A	0	2	0	0	0	0	1	Installazione strumentazione

#### MONITORAGGIO GALLERIA

I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	R	H	G	N	0	1	0	0	0	0	9	GN Tradizionale - Relazione di Monitoraggio
I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	P	7	G	N	0	1	0	0	0	1	0	GN Tradizionale - Planimetria e sezioni di monitoraggio zona imbocco lato Napoli
I	F	3	A	0	2	E	Z	Z	P	7	G	N	0	1	0	0	0	1	1	GN Tradizionale - Planimetria e sezioni di monitoraggio zona imbocco lato Bari

Figura 2-1. Elaborati di input.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI</b> <b>M-INGEGNERIA              GCF                                      ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>GN Tradizionale - Relazione di Monitoraggio</b>	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ RH</b>	DOCUMENTO <b>GN0100 010</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>13 di 45</b>

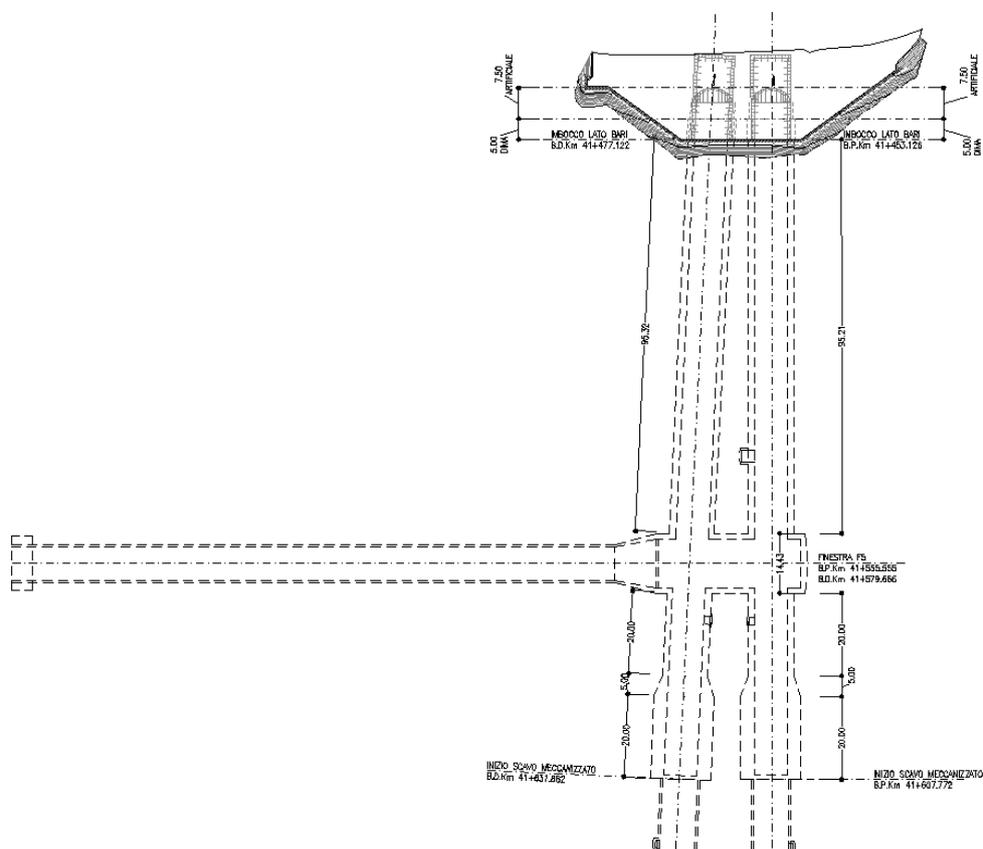
### 3 DESCRIZIONE DELLE OPERE

Di seguito sono brevemente descritte le opere in oggetto alla presente relazione.

#### 3.1 GALLERIA DI LINEA SCAVO IN TRADIZIONALE - LATO BARI

In corrispondenza dell'imbocco lato Bari la galleria attraversa la formazione del Flysch del Faeto. In tale tratta la galleria verrà scavata con metodo tradizionale fino alla camera di lancio della TBM posta oltre il camerone di innesto con la finestra F5.

Si presenta una planimetria di inquadramento.



**Figura 2 – Planimetria imbocco GN Tradizionale imbocco lato Bari**

Il Progetto esecutivo prevede in questa zona una buona qualità dell'ammasso, con valori di GSI compresi fra 40 e 60, e, con riferimento all'approccio progettuale ADECO-RS, un comportamento del nucleo-fronte allo scavo di categoria A (stabile) che prevede l'applicazione di sezioni tipo di scavo leggera (denominate A1, A2 e B1), costituite prevalentemente da centine + calcestruzzo proiettato.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI</b> <b>M-INGEGNERIA              GCF                              ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>GN Tradizionale - Relazione di Monitoraggio</b>	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ RH</b>	DOCUMENTO <b>GN0100 010</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>14 di 45</b>

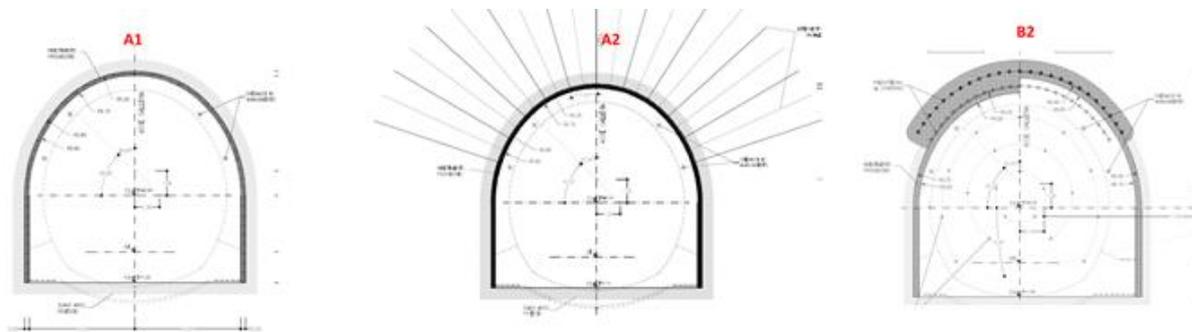


Figura 3-3. Zona imbocco lato Bari, galleria di linea a doppia canna e singolo binario, sezioni tipo A1, A2 e B1

### 3.2 GALLERIA DI LINEA SCAVO IN TRADIZIONALE - LATO NAPOLI

Nella zona di imbocco lato Napoli per la tratta scavata in tradizionale il progetto prevede le seguenti sezioni tipologiche:

- 1 tratta avente interasse binari pari a 4m;
- 1 camerone scavato a foro cieco per la tratta con interasse tra i binari di 4-5m;
- 1 camerone scavato a foro cieco per la tratta con interasse tra i binari di 5-6.5m;
- 1 pozzo scavato a cielo aperto di lunghezza pari a circa 74m.

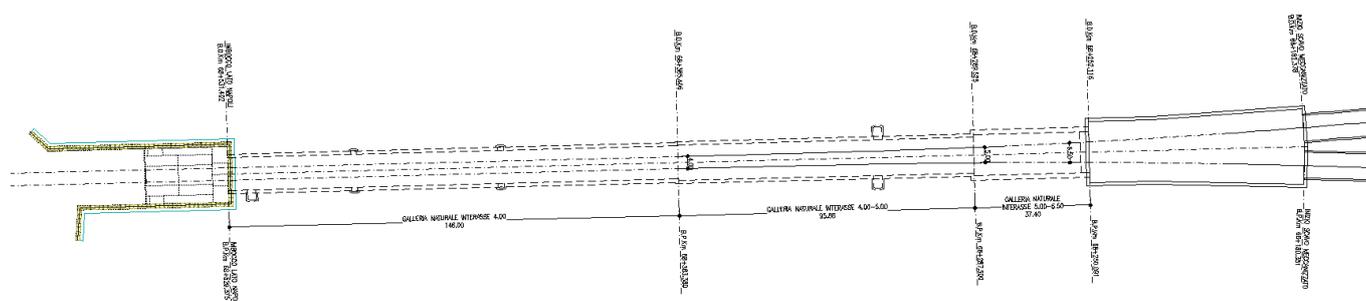


Figura 4 – Planimetria imbocco GN Tradizionale imbocco lato Napoli

Il Progetto Esecutivo prevede l'impiego di 3 sezioni tipo di scavo pesante denominate C2p, C2p 4-5m in funzione delle diverse interdistanze tra gli assi dei binari che prevedono interventi di precontenimento del fronte e del contorno e un rivestimento provvisorio anche in arco rovescio (centina puntone). Nella sezione del camerone 5-6.5m vengono eliminati i consolidamenti al fronte e al contorno e inserito un intervento in pali plastici fi 1200mm a passo 1.00mx1.00m eseguito da p.c..

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI</b> <b>M-INGEGNERIA              GCF                                  ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>GN Tradizionale - Relazione di Monitoraggio</b>	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ RH</b>	DOCUMENTO <b>GN0100 010</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>15 di 45</b>

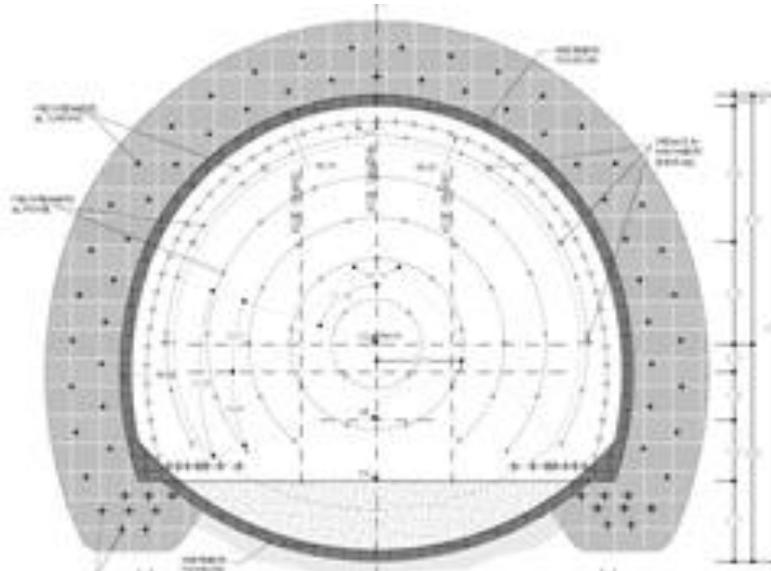


Figura 5. Zona imbocco lato Napoli, galleria di linea a singola canna e doppio binario, sezione tipo C2p e cameroni.

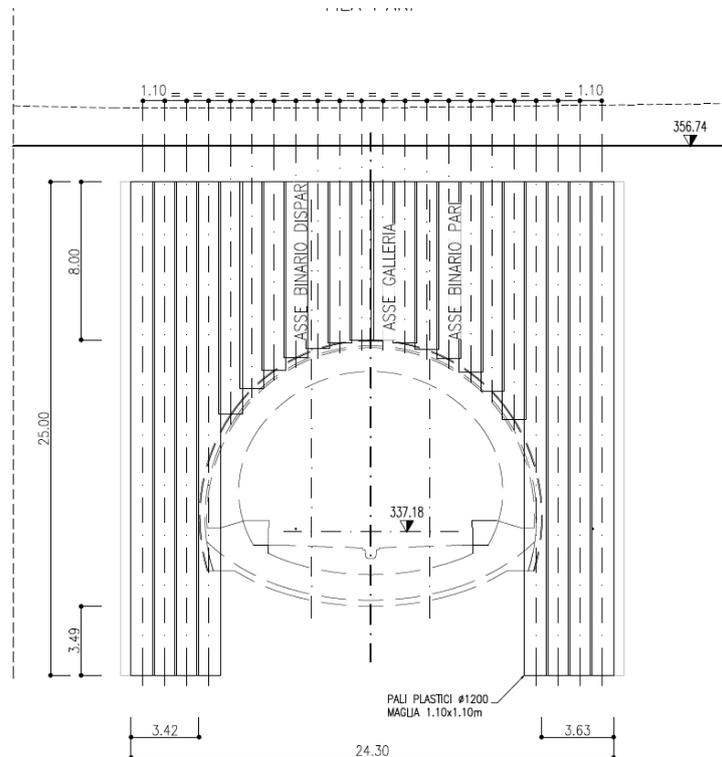


Figura 6. Zona imbocco lato Napoli, galleria di linea a singola canna e doppio binario, sezione tipo C2p e cameroni.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>M-INGEGNERIA</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>GN Tradizionale - Relazione di Monitoraggio</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RH</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>GN0100 010</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>16 di 45</b>

## 4 SCAVO DELLE GALLERIE NATURALI

L'adozione dello scavo in tradizionale è prevista per la realizzazione dei tratti di galleria naturale più prossimi agli imbocchi.

In particolare, per il tratto in corrispondenza dell'imbocco lato Napoli è prevista la realizzazione di una galleria a singola canna e doppio binario con l'applicazione di 3 differenti sezioni tipo da applicare in funzione della sezione interna della galleria via via crescente. Per il tratto in corrispondenza dell'imbocco lato Bari è invece prevista la realizzazione di una galleria a doppia canna e singolo binario con l'applicazione di 3 differenti sezioni tipo, intese come complesso di modalità operative, fasi di lavoro, interventi di stabilizzazione e relative tecnologie esecutive, da applicare in funzione delle caratteristiche dell'ammasso roccioso incontrato.

Per ciascuna sezione tipo è prevista l'installazione a ridosso del fronte di scavo di un rivestimento provvisorio costituito da spritz-beton fibrorinforzato e centine metalliche ed infine il getto dei rivestimenti definitivi di arco rovescio e calotta.

La gestione delle acque in sotterraneo è garantita dall'eventuale installazione in fase di scavo di 3+3 drenaggi in avanzamento

Di seguito si riporta una sintetica descrizione delle sezioni di avanzamento definite per la realizzazione delle opere in oggetto.

Per una completa rappresentazione delle sezioni tipologiche, e la relativa distribuzione delle tratte di applicazione, si rimanda agli specifici elaborati progettuali.

### 4.1 SEZIONI TIPO TRATTA GALLERIA DI LINEA A SINGOLA CANNA DOPPIO BINARIO DALL'IMBOCCO LATO NAPOLI

#### 4.1.1 SEZIONE TIPO C2p

##### 4.1.1.1 CAMPO DI APPLICAZIONE

La sezione tipo C2p è prevista nella formazione delle argille policrome del calaggio (APC) e nella tratta in oggetto caratterizzata da estremamente basse coperture pari a circa 14 m, corrispondenti ad un diametro equivalente della sezione di scavo della galleria. In tale tratta si ha un comportamento allo scavo di tipo C "a fronte instabile", con fenomeni deformativi in campo plastico; ne deriva la necessità di impiegare interventi sistematici di precontenimento sia al fronte di scavo sia al contorno del cavo.

##### 4.1.1.2 INTERVENTI PREVISTI

La sezione tipo in fase costruttiva è costituita da:

- eventuali n° 3 + 3 drenaggi eseguiti in avanzamento costituiti da tubi microfessurati in PVC della lunghezza L = 24.0 m con sovrapposizione minima di 12 m;
- intervento di spritz - beton fibrorinforzato al fronte di scavo (10 cm su ogni sfondo e 15 cm a fine campo);
- intervento di precontenimento del fronte tramite n° 54 elementi in vetroresina cementati con miscele cementizie aventi lunghezza L = 24.00 m e sovrapposizione minima 12.00 m ± 20%;
- intervento di precontenimento al contorno del cavo tramite n° 51 elementi in vetroresina cementati con miscele espansive aventi lunghezza L = 24.00 m e sovrapposizione minima 12.00 m, passo 0.5 m, ± 20%;
- intervento di precontenimento al piede centina tramite 8 + 8 elementi in vetroresina cementati con miscele espansive aventi lunghezza media L = 12.00 m ± 20%;
- rivestimento provvisorio costituito da centine metalliche, sia in calotta sia in arco rovescio, costituite da HEB 240 passo 1.0 m ± 20% e spritz - beton fibrorinforzato al contorno dello spessore di 30 cm;

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>M-INGEGNERIA</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>GN Tradizionale - Relazione di Monitoraggio</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RH</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>GN0100 010</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>17 di 45</b>

- arco rovescio in c.a. dello spessore di 1.1 m;
- rivestimento definitivo di calotta in c.a. avente spessore in chiave calotta pari a 1.0 m.

#### 4.1.1.3 FASI ESECUTIVE

Le fasi esecutive principali sono:

- eventuale esecuzione dei drenaggi in avanzamento;
- esecuzione del precontenimento del fronte di scavo mediante elementi in VTR;
- esecuzione del precontenimento al contorno del cavo e al di sotto del piede centina mediante elementi in VTR;
- esecuzione dello scavo a piena sezione, per sfondi di massima lunghezza pari a 1.2 m, sagomando il fronte a forma concava;
- posa in opera di centine e spritz - beton;
- getto delle murette e dell'arco rovescio entro 30 m dal fronte di scavo. In funzione del comportamento deformativo del cavo, il progettista potrà variare la distanza del getto dell'arco rovescio fino ad un massimo di 50 m dal fronte di scavo;
- posa in opera dell'impermeabilizzazione;
- getto del rivestimento definitivo eseguito ad una distanza dal fronte funzione del comportamento deformativo del cavo.

#### 4.1.1.4 VARIABILITÀ

Qualora dai rilievi di convergenza e di estrusione si evidenzi un quadro deformativo verso il massimo del campo di variabilità atteso, l'intensità degli interventi deve essere variata posizionandosi nella parte superiore delle variabilità; qualora invece dai rilievi emerga un quadro deformativo verso il minimo, l'intensità degli interventi deve essere variata posizionandosi nella parte inferiore delle variabilità.

Tabella 4-1. Variabilità della sezione tipo C2p.

Applicazione minima	Applicazione massima
spritz - beton: 30 cm	spritz - beton: 30 cm
Passo centine: 1.2 m	Passo centine: 0.8 m
43 barre in VTR al fronte, sovrapposizione minima = 10.0 m (lunghezza campo di avanzamento = 24 – 10 = 14 m)	65 barre in VTR al fronte, sovrapposizione minima = 14.0 m (lunghezza campo di avanzamento = 24 – 14 = 10 m)
41 barre in VTR al contorno, sovrapposizione minima = 10.0 m (lunghezza campo di avanzamento = 24 – 10 = 14 m)	61 barre in VTR al contorno, sovrapposizione minima = 14.0 m (lunghezza campo di avanzamento = 24 – 14 = 10 m)

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI</b> <b>M-INGEGNERIA              GCF                              ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>GN Tradizionale - Relazione di Monitoraggio</b>	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ RH</b>	DOCUMENTO <b>GN0100 010</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>18 di 45</b>

## 4.1.2 SEZIONE TIPO C2p camerone - tratto interasse binari da 4 m a 5 m

### 4.1.2.1 CAMPO DI APPLICAZIONE

La sezione tipo C2p camerone - tratto interasse binari da 4 m a 5 m è prevista nella formazione delle argille policorme (APC) e nella tratta in oggetto caratterizzata da estremamente basse coperture pari a circa 14 m, corrispondenti ad un diametro equivalente della sezione di scavo della galleria. In tale tratta si ha un comportamento allo scavo di tipo C "a fronte instabile", con fenomeni deformativi in campo plastico; ne deriva la necessità di impiegare interventi sistematici di precontenimento sia al fronte di scavo sia al contorno del cavo.

### 4.1.2.2 INTERVENTI PREVISTI

La sezione tipo in fase costruttiva è costituita da:

- eventuali n° 3 + 3 drenaggi eseguiti in avanzamento costituiti da tubi microfessurati in PVC della lunghezza L = 24.0 m con sovrapposizione minima di 12 m;
- intervento di spritz - beton fibrorinforzato al fronte di scavo (10 cm su ogni sfondo e 15 cm a fine campo);
- intervento di precontenimento del fronte tramite n° 54 elementi in vetroresina cementati con miscele cementizie aventi lunghezza L = 24.00 m e sovrapposizione minima 12.00 m ± 20%;
- intervento di precontenimento al contorno del cavo tramite n° 55 elementi in vetroresina cementati con miscele espansive aventi lunghezza L = 24.00 m e sovrapposizione minima 12.00 m, passo 0.5 m, ± 20%;
- intervento di precontenimento al piede centina tramite 8 + 8 elementi in vetroresina cementati con miscele espansive aventi lunghezza media L = 12.00 m ± 20%;
- rivestimento provvisorio costituito da centine metalliche, sia in calotta sia in arco rovescio, costituite da HEB 240 passo 1.0 m ± 20% e spritz - beton fibrorinforzato al contorno dello spessore di 30 cm;
- arco rovescio in c.a. dello spessore di 1.1 m;
- rivestimento definitivo di calotta in c.a. avente spessore in chiave calotta pari a 1.0 m.

### 4.1.2.3 FASI ESECUTIVE

Le fasi esecutive principali sono:

- eventuale esecuzione dei drenaggi in avanzamento;
- esecuzione del precontenimento del fronte di scavo mediante elementi in VTR;
- esecuzione del precontenimento al contorno del cavo e al di sotto del piede centina mediante elementi in VTR;
- esecuzione dello scavo a piena sezione, per sfondi di massima lunghezza pari a 1.2 m, sagomando il fronte a forma concava;
- posa in opera di centine e spritz - beton;
- getto delle murette e dell'arco rovescio entro 30 m dal fronte di scavo. In funzione del comportamento deformativo del cavo, il progettista potrà variare la distanza del getto dell'arco rovescio fino ad un massimo di 50 m dal fronte di scavo;
- posa in opera dell'impermeabilizzazione;
- getto del rivestimento definitivo eseguito ad una distanza dal fronte funzione del comportamento deformativo del cavo.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>M-INGEGNERIA</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>GN Tradizionale - Relazione di Monitoraggio</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RH</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>GN0100 010</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>19 di 45</b>

#### 4.1.2.4 VARIABILITÀ

Qualora dai rilievi di convergenza e di estrusione si evidenzi un quadro deformativo verso il massimo del campo di variabilità atteso, l'intensità degli interventi deve essere variata posizionandosi nella parte superiore delle variabilità; qualora invece dai rilievi emerge un quadro deformativo verso il minimo, l'intensità degli interventi deve essere variata posizionandosi nella parte inferiore delle variabilità.

**Tabella 4-2. Variabilità della sezione tipo C2p camerone - tratto interasse binari da 4 m a 5 m.**

<b>Applicazione minima</b>	<b>Applicazione massima</b>
spritz - beton: 30 cm	spritz - beton: 30 cm
Passo centine: 1.2 m	Passo centine: 0.8 m
43 barre in VTR al fronte, sovrapposizione minima = 10.0 m (lunghezza campo di avanzamento = 24 – 10 = 14 m)	65 barre in VTR al fronte, sovrapposizione minima = 14.0 m (lunghezza campo di avanzamento = 24 – 14 = 10 m)
44 barre in VTR al contorno, sovrapposizione minima = 10.0 m (lunghezza campo di avanzamento = 24 – 10 = 14 m)	66 barre in VTR al contorno, sovrapposizione minima = 14.0 m (lunghezza campo di avanzamento = 24 – 14 = 10 m)

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>M-INGEGNERIA</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>GN Tradizionale - Relazione di Monitoraggio</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RH</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>GN0100 010</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>20 di 45</b>

### 4.1.3 SEZIONE TIPO C2p camerone - tratto interasse binari da 5 m a 6.5 m

#### 4.1.3.1 CAMPO DI APPLICAZIONE

La sezione tipo C2p camerone - tratto interasse binari da 5 m a 6.5 m è prevista nella formazione delle argille varicolori (APC) e nella tratta in oggetto caratterizzata da estremamente basse coperture pari a circa 14 m, corrispondenti ad un diametro equivalente della sezione di scavo della galleria. In tale tratta si ha un comportamento allo scavo di tipo C "a fronte instabile", con fenomeni deformativi in campo plastico; ne deriva la necessità di impiegare interventi sistematici di precontenimento sia al fronte di scavo sia al contorno del cavo. Nella sezione del camerone 5-6.5m vengono eliminati i consolidamenti al contorno e al piede centina e viene inserito un intervento in pali plastici fi 1200mm a passo 1.00mx1.00m eseguito da p.c..

#### 4.1.3.2 INTERVENTI PREVISTI

La sezione tipo in fase costruttiva è costituita da:

- precontenimento del cavo tramite pali plastici fi1200mm a passo 1.10mx1.10m eseguiti da p.c.;
- eventuali n° 3 + 3 drenaggi eseguiti in avanzamento costituiti da tubi microfessurati in PVC della lunghezza L = 24.0 m con sovrapposizione minima di 12 m;
- intervento di spritz - beton fibrorinforzato al fronte di scavo (10 cm su ogni sfondo e 15 cm a fine campo);
- intervento di precontenimento del fronte tramite n° 66 elementi in vetroresina cementati con miscele cementizie aventi lunghezza L = 24.00 m e sovrapposizione minima 12.00 m ± 20%;
- rivestimento provvisorio costituito da centine metalliche, sia in calotta sia in arco rovescio, costituite da HEB 240 passo 1.0 m ± 20% e spritz - beton fibrorinforzato al contorno dello spessore di 30 cm;
- arco rovescio in c.a. dello spessore di 1.3 m;
- rivestimento definitivo di calotta in c.a. avente spessore in chiave calotta pari a 1.2 m.

#### 4.1.3.3 FASI ESECUTIVE

Le fasi esecutive principali sono:

- Esecuzione del precontenimento del cavo tramite pali plastici fi1200mm a passo 1.10mx1.10m eseguiti da p.c.;
- eventuale esecuzione dei drenaggi in avanzamento;
- esecuzione del precontenimento del fronte di scavo mediante elementi in VTR;
- esecuzione dello scavo a piena sezione, per sfondi di massima lunghezza pari a 1.2 m, sagomando il fronte a forma concava;
- posa in opera di centine e spritz - beton;
- getto delle murette e dell'arco rovescio entro 30 m dal fronte di scavo. In funzione del comportamento deformativo del cavo, il progettista potrà variare la distanza del getto dell'arco rovescio fino ad un massimo di 50 m dal fronte di scavo;
- posa in opera dell'impermeabilizzazione;
- getto del rivestimento definitivo eseguito ad una distanza dal fronte funzione del comportamento deformativo del cavo.

#### 4.1.3.4 VARIABILITÀ

Qualora dai rilievi di convergenza e di estrusione si evidenzino un quadro deformativo verso il massimo del campo di variabilità atteso, l'intensità degli interventi deve essere variata posizionandosi nella parte superiore delle variabilità;

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI</b> <b>M-INGEGNERIA                      GCF                      ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>GN Tradizionale - Relazione di Monitoraggio</b>	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ RH</b>	DOCUMENTO <b>GN0100 010</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>21 di 45</b>

qualora invece dai rilievi emerga un quadro deformativo verso il minimo, l'intensità degli interventi deve essere variata posizionandosi nella parte inferiore delle variabilità.

**Tabella 4-3. Variabilità della sezione tipo C2p camerone - tratto interasse binari da 5 m a 6.5 m.**

<b>Applicazione minima</b>	<b>Applicazione massima</b>
spritz - beton: 30 cm	spritz - beton: 30 cm
Passo centine: 1.2 m	Passo centine: 0.8 m
53 barre in VTR al fronte, sovrapposizione minima = 10.0 m (lunghezza campo di avanzamento = 24 – 10 = 14 m)	79 barre in VTR al fronte, sovrapposizione minima = 14.0 m (lunghezza campo di avanzamento = 24 – 14 = 10 m)

## **4.2 SEZIONI TIPO TRATTA GALLERIA DI LINEA A DOPPIA CANNA SINGOLO BINARIO DALL'IMBOCCO LATO BARI**

### **4.2.1 Sezione tipo A1**

#### **4.2.1.1 CAMPO DI APPLICAZIONE**

La sezione tipo A1 è applicata nella formazione del Flysch di Faeto costituita da calcareniti, calcilutiti e calcari marnosi con frequenti intercalazioni di argille limose, argille marnose e marne con a luoghi strati di arenarie, per valori di GSI nel range di 55-65. Si ha in tali casi un comportamento allo scavo di tipo A "a fronte stabile", con fenomeni deformativi in campo elastico di entità trascurabile. Non sono necessari interventi di confinamento del fronte di scavo, ma unicamente un modesto confinamento del cavo mediante centine metalliche inglobate in uno strato di spritz-beton.

#### **4.2.1.2 INTERVENTI PREVISTI**

La sezione tipo in fase costruttiva è costituita da:

- eventuali n° 3 + 3 drenaggi eseguiti in avanzamento costituiti da tubi microfessurati in PVC della lunghezza L = 30.0 m con sovrapposizione minima di 10 m;
- rivestimento provvisorio costituito da centine metalliche costituite da un HEB 160 passo 1.40 m ± 20% e spritz - beton fibrorinforzato al contorno dello spessore di 20 cm;
- arco rovescio e murette in cls non armato dello spessore di 0.6 m;
- rivestimento definitivo di calotta in cls non armato avente spessore pari a 0.6 m.

#### **4.2.1.3 FASI ESECUTIVE**

Le fasi esecutive principali sono:

- esecuzione dello scavo a piena sezione, per sfondi massimi di 1.7 m, sagomando il fronte a forma concava;
- posa in opera di centine e spritz - beton;
- getto delle murette e dell'arco rovescio entro 60 m dal fronte di scavo;
- posa in opera dell'impermeabilizzazione;

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI</b> <b>M-INGEGNERIA              GCF                                      ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>GN Tradizionale - Relazione di Monitoraggio</b>	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ RH</b>	DOCUMENTO <b>GN0100 010</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>22 di 45</b>

- getto del rivestimento definitivo svincolato dalla posizione del fronte fermo restando che la distanza dal fronte potrà essere ridefinita in funzione del comportamento deformativo del cavo riscontrato in corso d'opera.

#### 4.2.1.4 VARIABILITÀ

Qualora dai rilievi di convergenza e di estrusione si evidenzino un quadro deformativo verso il massimo del campo di variabilità atteso, l'intensità degli interventi deve essere variata posizionandosi nella parte superiore delle variabilità; qualora invece dai rilievi emerga un quadro deformativo verso il minimo, l'intensità degli interventi deve essere variata posizionandosi nella parte inferiore delle variabilità.

Tabella 4-4. Variabilità della sezione tipo A1.

Applicazione minima	Applicazione massima
spritz - beton: 20 cm	spritz - beton: 20 cm
Passo centine: 1.7 m	Passo centine: 1.1 m

#### 4.2.2 Sezione tipo A2

##### 4.2.2.1 CAMPO DI APPLICAZIONE

La sezione tipo A2 è applicata nella formazione del Flysch di Faeto costituita da calcareniti, calcilutiti e calcari marnosi con frequenti intercalazioni di argille limose, argille marnose e marne con a luoghi strati di arenarie per valori di GSI nel range 40-55. Si ha in tali casi un comportamento allo scavo di tipo A "a fronte stabile", con fenomeni deformativi in campo elastico di entità trascurabile. Non sono necessari interventi di confinamento del fronte di scavo, ma unicamente un modesto confinamento del cavo mediante chiodature radiali e centine metalliche inglobate in uno strato di spritz-beton.

##### 4.2.2.2 INTERVENTI PREVISTI

La sezione tipo in fase costruttiva è costituita da:

- eventuali n° 3 + 3 drenaggi eseguiti in avanzamento costituiti da tubi microfessurati in PVC della lunghezza L = 30.0 m con sovrapposizione minima di 10 m;
- esecuzione di un contenimento radiale costituiti da n. 10/11 ± 20% (variabilità relativa all'incidenza del consolidamento ovvero al numero di interventi e alla loro lunghezza) bulloni φ 24 (o tipo Swellex) ad ancoraggio continuo disposti in raggiera alternate, L = 6 m, passo longitudinale = 1.2 m, passo trasversale = 1.2 m, diametro di perforazione = 51 mm.
- rivestimento provvisorio costituito da centine metalliche costituite da un HEB 160 passo 1.20 m ± 20% e spritz - beton fibrinforzato al contorno dello spessore di 20 cm;
- arco rovescio e murette in cls armato dello spessore di 0.7 m;
- rivestimento definitivo di calotta in cls armato avente spessore pari a 0.6 m.

##### 4.2.2.3 FASI ESECUTIVE

Le fasi esecutive principali sono:

- esecuzione dello scavo a piena sezione, per sfondi massimi di 1.45 m, sagomando il fronte a forma concava;
- posa in opera di centine e spritz - beton;

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI</b> <b>M-INGEGNERIA                      GCF                      ELETTRI-FER</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;">IF3A</td> <td style="text-align: center;">02</td> <td style="text-align: center;">E ZZ RH</td> <td style="text-align: center;">GN0100 010</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">23 di 45</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ RH	GN0100 010	B	23 di 45
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ RH	GN0100 010	B	23 di 45													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>GN Tradizionale - Relazione di Monitoraggio</b>																		

- getto delle murette e dell'arco rovescio entro 36 m dal fronte di scavo;
- posa in opera dell'impermeabilizzazione;
- getto del rivestimento definitivo svincolato dalla posizione del fronte fermo restando che la distanza dal fronte potrà essere ridefinita in funzione del comportamento deformativo del cavo riscontrato in corso d'opera.

#### 4.2.2.4 VARIABILITÀ

Qualora dai rilievi di convergenza e di estrusione si evidenzi un quadro deformativo verso il massimo del campo di variabilità atteso, l'intensità degli interventi deve essere variata posizionandosi nella parte superiore delle variabilità; qualora invece dai rilievi emerga un quadro deformativo verso il minimo, l'intensità degli interventi deve essere variata posizionandosi nella parte inferiore delle variabilità.

Tabella 4-5. Variabilità della sezione tipo A2.

Applicazione minima	Applicazione massima
spritz - beton: 20 cm	spritz - beton: 20 cm
Passo centine: 1.45 m	Passo centine: 1.0 m
Bulloni maglia 1.45 × 1.45 m N. 8/9 bulloni radiali, L = 5 m	Bulloni maglia 1.0 × 1.0 m N. 12/13 bulloni radiali, L = 7 m

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI</b> <b>M-INGEGNERIA                      GCF                      ELETTRI-FER</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;">IF3A</td> <td style="text-align: center;">02</td> <td style="text-align: center;">E ZZ RH</td> <td style="text-align: center;">GN0100 010</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">24 di 45</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ RH	GN0100 010	B	24 di 45													

## 4.2.3 Sezione tipo B1

### 4.2.3.1 CAMPO DI APPLICAZIONE

La sezione tipo B1 è applicata nella formazione del Flysch di Faeto costituita da calcareniti, calcilutiti e calcari marnosi con frequenti intercalazioni di argille limose, argille marnose e marne con a luoghi strati di arenarie per valori di GSI  $\leq 40$  laddove appare necessario prevedere interventi di presostegno in calotta. Si ha in tali casi un comportamento allo scavo di tipo B "a fronte stabile a breve termine", con accentuati fenomeni deformativi in campo elasto-plastico. Sono necessari interventi sistematici di confinamento del fronte di scavo, di presostegno in calotta, oltre al confinamento del cavo operato mediante centine metalliche inglobati in uno strato di spritz-beton ed il getto ravvicinato al fronte dell'arco rovescio.

### 4.2.3.2 INTERVENTI PREVISTI

La sezione tipo in fase costruttiva è costituita da:

- eventuali n° 3 + 3 drenaggi eseguiti in avanzamento costituiti da tubi microfessurati in PVC della lunghezza  $L = 30.0$  m con sovrapposizione minima di 13 m;
- intervento di spritz - beton fibrorinforzato al fronte di scavo (10 cm sul 50% degli sfondi e 15 cm a fine campo);
- intervento di precontenimento del fronte tramite n° 20 elementi in vetroresina cementati con miscele cementizie aventi lunghezza  $L = 13.50$  m e sovrapposizione minima 5.00 m,  $\pm 20\%$ ;
- intervento di presostegno al contorno mediante n° 25 tubi in acciaio  $\phi 127$  mm, sp. 10 mm,  $L = 12$  m, sovrapposizione minima 3.5 m, valvolati (1 valvola / metro), passo 0.40 m;
- rivestimento provvisorio costituito da centine metalliche costituite da un HEB 160 passo 1.00 m  $\pm 20\%$  e spritz - beton fibrorinforzato al contorno dello spessore di 25 cm;
- arco rovescio e murette in cls armato dello spessore di 0.8 m;
- rivestimento definitivo di calotta in cls armato avente spessore pari a 0.5 – 1.15 m.

### 4.2.3.3 FASI ESECUTIVE

Le fasi esecutive principali sono:

- eventuale esecuzione dei drenaggi in avanzamento;
- esecuzione del precontenimento del fronte di scavo mediante elementi in VTR;
- esecuzione di un presostegno al contorno del cavo mediante tubi in acciaio;
- esecuzione dello scavo a piena sezione, per sfondi massimi di 1.2 m, sagomando il fronte a forma concava;
- posa in opera di centine e spritz - beton;
- getto delle murette e dell'arco rovescio entro 36 m dal fronte di scavo;
- posa in opera dell'impermeabilizzazione;

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>M-INGEGNERIA</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>GN Tradizionale - Relazione di Monitoraggio</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RH</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>GN0100 010</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>25 di 45</b>

- getto del rivestimento definitivo svincolato dalla posizione del fronte fermo restando che la distanza dal fronte potrà essere ridefinita in funzione del comportamento deformativo del cavo riscontrato in corso d'opera.

#### 4.2.3.4 VARIABILITÀ

Qualora dai rilievi di convergenza e di estrusione si evidenzi un quadro deformativo verso il massimo del campo di variabilità atteso, l'intensità degli interventi deve essere variata posizionandosi nella parte superiore delle variabilità; qualora invece dai rilievi emerge un quadro deformativo verso il minimo, l'intensità degli interventi deve essere variata posizionandosi nella parte inferiore delle variabilità.

Tabella 4-6. Variabilità della sezione tipo B1.

Applicazione minima	Applicazione massima
spritz - beton: 20 cm	spritz - beton: 20 cm
Passo centine: 1.45 m	Passo centine: 1.0 m
16 barre in VTR al fronte, sovrapposizione minima = 4.5 m (lunghezza campo di avanzamento = 13.50 – 4.5 = 9.0 m)	24 barre in VTR al fronte, sovrapposizione minima = 6.0 m (lunghezza campo di avanzamento = 13.5 – 5.5 = 8.0 m)
20 tubi in acciaio al contorno, sovrapposizione minima = 3.0 m (lunghezza campo di avanzamento = 12 – 3 = 9.0 m)	30 tubi in acciaio al contorno, sovrapposizione minima = 4.0 m (lunghezza campo di avanzamento = 12 – 4 = 8.0 m)

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI</b> <b>M-INGEGNERIA                      GCF                      ELETTRI-FER</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;">IF3A</td> <td style="text-align: center;">02</td> <td style="text-align: center;">E ZZ RH</td> <td style="text-align: center;">GN0100 010</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">26 di 45</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ RH	GN0100 010	B	26 di 45
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ RH	GN0100 010	B	26 di 45													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>GN Tradizionale - Relazione di Monitoraggio</b>																		

## 5 OBIETTIVI DEL PIANO DI MONITORAGGIO

Per poter acquisire in corso d'opera il maggior numero possibile di informazioni qualitativamente significative ai fini progettuali e valutare l'entità e le modalità di manifestazione dei fenomeni di deformazione, si definisce nel seguito un sistema di monitoraggio in corso d'opera, parte integrante del progetto, che consenta il controllo del comportamento tenso-deformativo dell'ammasso roccioso e delle strutture durante la costruzione delle opere previste.

Il monitoraggio ed i controlli hanno la funzione di:

- verificare la validità delle previsioni progettuali attraverso un confronto sistematico, durante la costruzione, tra le stesse previsioni e le prestazioni/comportamento dell'ammasso roccioso nel quale si inseriscono le opere e del rivestimento tanto di prima fase che definitivo;
- assicurare che le opere esplicino le loro funzioni risultando idonee all'esercizio, resistenti e stabili senza riduzioni significative della loro integrità o la necessità di manutenzioni o interventi integrativi non previsti;

I dati forniti dal sistema di monitoraggio rappresentano, dunque, lo strumento principale per la verifica delle ipotesi progettuali e degli interventi di stabilizzazione messi in atto per risolvere le problematiche statiche sia del fronte che dello scavo della galleria. È perciò molto importante per la riuscita della progettazione e della costruzione dell'opera definire un piano di monitoraggio dove venga curato ogni particolare.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>M-INGEGNERIA</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>GN Tradizionale - Relazione di Monitoraggio</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RH</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>GN0100 010</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>27 di 45</b>

## 6 SISTEMA DI MONITORAGGIO

### 6.1 PREMESSA

Il sistema di monitoraggio previsto per la realizzazione delle opere in esame è strutturato per controllare il comportamento dell'ammasso roccioso negli scavi in sotterraneo.

Gli aspetti che hanno condizionato la predisposizione del sistema di monitoraggio sono stati:

- gli obiettivi definiti a cui il monitoraggio deve perseguire;
- la definizione delle sezioni strumentate e delle stazioni di misura;
- la precisione strumentale e la frequenza delle misurazioni;
- i tempi relativi alla restituzione dei dati;
- i costi di implementazione dell'intero sistema.

### 6.2 DEFINIZIONE DEL SISTEMA DI MONITORAGGIO

Il piano delle misure del sistema di monitoraggio previsto per la costruzione delle opere in esame è costituito da:

- Rilievi geologico-strutturali del fronte di scavo in galleria;
- Misure di estrusione del fronte con estensimetro incrementale in galleria;
- Misure di convergenza in galleria con sistema ottico;
- Misura delle deformazioni al contorno del cavo mediante estensimetri multibase;
- Misura della tensione nelle centine in galleria con strain gauges;
- Misura dello stato tenso-deformativo dei rivestimenti di prima fase con catene clinometriche;
- Misura della sollecitazione nelle centine mediante celle di pressione e celle di carico;
- Misura della tensione nelle barre d'armatura del rivestimento definitivo con strain gauges;
- Misure dei cedimenti in superficie tramite interferenza radar.

### 6.3 FASI DI CONTROLLO E MISURA

Il monitoraggio delle opere verrà eseguito durante la fase di scavo e di realizzazione dei rivestimenti fino al termine dei lavori.

### 6.4 PIATTAFORMA DI MONITORAGGIO E CONDIVISIONE DATI

Tutte le misure e rilevazioni acquisite in sito verranno inviate attraverso una rete dati ad un database centralizzato della piattaforma di monitoraggio che ne permetterà l'archiviazione. I dati acquisiti, in base alla propria tipologia, potranno quindi essere confrontati con le relative misure "di zero" e con quelle dei cicli di misura precedenti, ed in

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI M-INGEGNERIA                      GCF    ELETTRI-FER	<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>IF3A</td> <td>02</td> <td>E ZZ RH</td> <td>GN0100 010</td> <td>B</td> <td>28 di 45</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ RH	GN0100 010	B	28 di 45
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ RH	GN0100 010	B	28 di 45													
PROGETTO ESECUTIVO GN Tradizionale - Relazione di Monitoraggio																		

base ai confronti eseguiti, verranno verificati il superamento o meno delle soglie di attenzione e di allarme predefinite. In caso di superamento delle soglie di attenzione o allarme, il sistema dovrà provvedere in automatico ed in tempo reale ad inviare degli avvisi tramite SMS ed e-mail alle figure preposte.

La condivisione e consultazione di tutti i dati di monitoraggio avverrà in ambiente WebGis che consente la georeferenziazione dei punti di misura. I dati di monitoraggio, opportunamente elaborati per l'interpretazione ingegneristica ed in base alla tipologia dei dati stessi, saranno sempre consultabili in tempo reale in diversi formati grafici e numerici attraverso normali web browser e su differenti supporti informatici (PC, tablet e smartphone).

#### 6.4.1 Piattaforma di monitoraggio

Una specifica piattaforma di monitoraggio web-based verrà utilizzata per l'archiviazione, la validazione e la gestione di tutti i dati di monitoraggio raccolti. La piattaforma deve gestire ed integrare in un unico ambiente tutte le misure e rilevamenti provenienti dai vari sistemi e sensori installati, materializzando un archivio real-time di tutti i dati acquisiti, della relativa elaborazione, restituzione e rappresentazione grafica predefinita.

Attraverso appositi algoritmi di calcolo la piattaforma dovrà essere in grado di procedere ad una validazione strumentale e funzionale dei dati acquisiti e procedere quindi alla relativa pubblicazione, alla ripetizione della misura o alla segnalazione di un'anomalia.

La piattaforma di monitoraggio provvederà inoltre al trasferimento delle informazioni significative alla piattaforma di condivisione in ambiente WebGis.

La piattaforma dovrà essere in grado di gestire i dati acquisiti da ogni tipo di sensore, sia attraverso moduli dedicati all'acquisizione delle misure automatiche che ai rilievi manuali.

I dati acquisiti saranno archiviati su un server fisico protetto, in un database MySQL dall'architettura stabile e funzionale, e verranno resi immediatamente disponibili per l'elaborazione e la visualizzazione web.

La gestione dei dati acquisiti in modalità automatica sarà operata da appositi moduli che consentiranno di importare qualsiasi tipologia e/o formato di file trasmesso dalle unità in sito. Attraverso funzioni di auto-diagnostica del sistema, la piattaforma di monitoraggio, oltre alla ricezione dei dati acquisiti, eseguirà un controllo qualitativo e funzionale sull'operatività ed il funzionamento dei sistemi on site, sia per la validazione sia per segnalare eventuali anomalie attraverso allarmi di stato. In tal modo l'operatore addetto al monitoraggio avrà un controllo continuo e in tempo reale non solo sui dati acquisiti ma anche sul corretto funzionamento di tutto il sistema installato, potendo intervenire in maniera precisa e sistematica in caso di eventuali malfunzionamenti o anomalie. In tal modo si annulla la probabilità di avere lacune di acquisizione dati per avaria degli strumenti che possono risultare rischiose in presenza di fenomeni deformativi caratterizzati da non trascurabili velocità di sviluppo.

Eventuali misure e rilievi acquisiti manualmente saranno inseriti in piattaforma attraverso un applicativo browser configurato per l'upload dei rilievi, con interfaccia standard di trasferimento e utilizzo per tutti gli operatori in campo. L'Applicativo potrà essere utilizzato direttamente sul campo con un tablet o un notebook accedendo direttamente alla piattaforma tramite username e password. I dati inseriti verranno esportati immediatamente in un formato idoneo all'archiviazione, inviati in tempo reale e resi istantaneamente visualizzabili in piattaforma. Inoltre, potrà fungere da repository di documenti (documentazione di progetto e di cantiere), report e tutto quanto utile alla gestione del monitoraggio.

La piattaforma sarà in grado di inviare e ricevere i dati contenuti nel proprio archivio database da/a server utilizzando protocolli di comunicazione specifici, consentendo in tal modo sia l'implementazione del sistema con dati provenienti da fonti esterne (funzioni di import; es. valore progressiva di avanzamento, parametri e livelli macchina) sia di alimentare in modo continuativo gli archivi ed i database di sistemi esterni, come il sistema di condivisione in ambiente WebGIS.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI M-INGEGNERIA                      GCF    ELETTRI-FER	<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;">IF3A</td> <td style="text-align: center;">02</td> <td style="text-align: center;">E ZZ RH</td> <td style="text-align: center;">GN0100 010</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">29 di 45</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ RH	GN0100 010	B	29 di 45
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ RH	GN0100 010	B	29 di 45													
PROGETTO ESECUTIVO GN Tradizionale - Relazione di Monitoraggio																		

## 6.4.2 Sistema di condivisione dati mediante piattaforma WebGis

La piattaforma di condivisione dati sarà consultabile, accessibile via web, e aggiornata in tempo reale 24/7/365.

L'accesso alla piattaforma avverrà tramite comuni browser web, da qualsiasi device di normale utilizzo (pc, tablet, smartphone), attraverso autenticazione con user e password. La piattaforma dovrà consentire di gestire abilitazioni personalizzate per ogni utente, consentendo una visualizzazione diversificata delle informazioni.

La restituzione delle misure dovrà essere fruibile in maniera rapida ed intuitiva, via web e in ambiente georeferenziato, dai diversi utenti interessati, i quali potranno avere differenti livelli autorizzativi di accesso alle informazioni.

La piattaforma di condivisione accoglierà in tempo reale ed in ambiente georeferenziato 3D non solo i dati derivanti dal monitoraggio, ma anche tutte le informazioni relative all'andamento dei lavori e le scelte progettuali effettuate in corso d'opera, in modo da fornire una adeguata contestualizzazione ed un quadro completo e continuo delle informazioni a disposizione degli utenti. In questo modo agli utenti interessati verrà fornita una completa fruibilità di tutte le informazioni disponibili per una chiara comprensione ed interpretazione dei fenomeni in atto in relazione all'esecuzione dei lavori.

La piattaforma di condivisione dati sarà predisposta per permettere l'archiviazione strutturata e sistematica dei dati di monitoraggio e di as-built geologico e costruttivo in un unico ambiente.

La piattaforma di condivisione avrà delle apposite schermate in cui saranno visualizzati i punti di misura georeferenziati ed altre informazioni relative all'esecuzione dei lavori, saranno inoltre presenti appositi filtri con i quali sarà possibile e più immediato identificare i dati di interesse. I dati appositamente elaborati potranno essere visualizzati in appositi grafici sui quali saranno anche visualizzate le soglie di attenzione e allarme relative alla misura.

Per un'esperienza di lettura e visualizzazione dei dati di monitoraggio più realistica, il sistema di monitoraggio dovrà essere integrato in ambiente BIM, includendo la dimensione temporale dei dati registrati, il relativo modello BIM dovrà quindi poter essere integrato nella piattaforma WebGis.

La piattaforma consentirà l'esportazione dei dati sia in formato grafico (.pdf, .jpg, .png, .svg,) che tabellare (.csv, .xls), nonché la stampa diretta.

## 6.5 VALORI ATTESI DELLE MISURE E AZIONI CORRETTIVE

Nei capitoli successivi si riportano i valori attesi degli spostamenti, che derivano dai calcoli di dimensionamento delle opere. Questi valori vanno confrontati con le misure effettuate in sito durante la realizzazione delle opere.

Dallo studio dei dati, anche confrontando le misure provenienti da diversi strumenti, si ha la rappresentazione di quanto accade nella realtà, in concomitanza con l'esecuzione degli scavi.

Il manifestarsi di eventuali spostamenti anomali può essere dovuto ad una condizione non rispondente alle ipotesi progettuali effettuate, sia in termini del comportamento dell'ammasso roccioso che delle opere costruite. Tale eventualità porta generalmente ad intensificare le frequenze di lettura degli strumenti che hanno rilevato l'anomalia, e nel caso, ad integrare il sistema installando ulteriore strumentazione.

Ove risulti necessario, si applicano inoltre le azioni correttive per rientrare in condizioni di normalità, che consistono nell'applicare la variabilità degli interventi (consolidamenti al fronte, passo delle centine per la sezione cilindrica, prevedere il getto dell'arco rovescio ravvicinato al fronte di scavo, ecc.) come previsto negli elaborati specifici e descritto nelle "Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo".

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>M-INGEGNERIA</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>GN Tradizionale - Relazione di Monitoraggio</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RH</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>GN0100 010</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>30 di 45</b>

## 7 CARATTERISTICHE DELLA STRUMENTAZIONE

### 7.1 MIRE OTTICHE

Le mire ottiche per il monitoraggio dovranno essere dei target riflettenti con croce di mira delle dimensioni minime di 50x50 mm. I target potranno essere montati su un supporto plastico ancorato alla struttura mediante un tassello o barra metallica filettata inghisata, oppure potranno essere di tipo adesivo ed applicati direttamente sulla struttura da monitorare.

Le misure dovranno essere eseguite con stazioni totali automatiche con precisione delle letture angolari a norma ISO 17123-3 di 1.5 cc e precisione di misura delle distanze a norma ISO 17123-4 di 1 mm + 1 ppm, e provviste di regolare certificato di calibrazione.



Figura 7-1: Esempio di target topografico riflettente su supporto in plastica

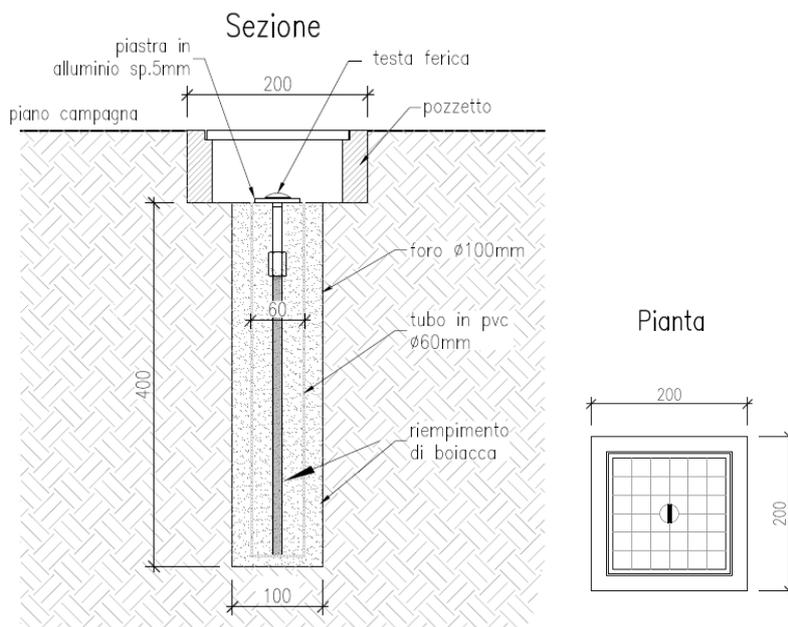
Le mire ottiche dovranno essere installate prima dell'esecuzione dei relativi scavi da monitorare e dovrà essere eseguita una lettura di zero subito dopo l'installazione. Sui fabbricati da monitorare l'installazione delle mire dovrà essere effettuata prima dell'inizio dei lavori e in concomitanza con l'esecuzione dello stato di consistenza del fabbricato stesso, mentre sulle opere di contenimento le mire dovranno essere installate una volta ultimata la parte di struttura sulla quale devono essere posizionate, prima dell'ulteriore approfondimento degli scavi. Le misure effettuate dovranno partire dai punti fissi della rete topografica utilizzata per il tracciamento delle opere da realizzare, e la posizione misurata dovrà essere nel medesimo sistema di riferimento.

### 7.2 CAPISALDI TOPOGRAFICI

I capisaldi topografici per il monitoraggio dovranno essere costituiti da una vite in acciaio inox, con testa sferica del diametro di 10 mm e della lunghezza di 400 mm, o prolungata tramite una barra metallica filettata, inserita all'interno di un foro del diametro di 100 mm e profondità di 400 mm riempito con boiaccia cementizia. Sulla testa della vite dovrà essere presente un'apposita scalfittura per le operazioni di misurazione. In Figura 7-2 è riportato uno schema dei capisaldi topografici.

Le misure dovranno essere eseguite con strumentazione avente le caratteristiche del punto precedente ed utilizzando una palina topografica dotata di miniprisma, o posizionando dei cavalletti topografici sui punti di lettura.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI</b> <b>M-INGEGNERIA              GCF                              ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>GN Tradizionale - Relazione di Monitoraggio</b>	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ RH</b>	DOCUMENTO <b>GN0100 010</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>31 di 45</b>



**Figura 7-2: Capisaldi topografici per il monitoraggio**

I capisaldi topografici e la relativa lettura di zero dovranno essere realizzati prima dell'inizio degli scavi da monitorare. La lettura di zero dovrà essere effettuata trascorse almeno 24 ore dalla realizzazione del caposaldo, in modo da escludere eventuali assestamenti. Le misure effettuate dovranno partire dai punti fissi della rete topografica utilizzata per il tracciamento delle opere da realizzare, e la posizione misurata dovrà essere nel medesimo sistema di riferimento.

### 7.3 CELLE DI CARICO/PRESSIONE

Le celle di carico per il monitoraggio della forza nelle centine dovranno essere posizionate al piede ed in corrispondenza delle giunzioni delle centine. Le celle dovranno essere elettriche con trasduttore di tipo resistivo, dovranno avere un fondo scala di almeno 3000 kN e una sensibilità di almeno 0.06% del fondo scala. Le celle di carico dovranno essere leggibili manualmente con apposita strumentazione di lettura. La lettura di zero dovrà essere eseguita successivamente all'installazione della centina, prima dell'esecuzione di ulteriori avanzamenti.

### 7.4 PIEZOMETRO A TUBO APERTO

Il piezometro a tubo aperto sarà posizionato appena a tergo delle paratie per il controllo del livello della falda e sarà costituito da:

- una cella filtrante (o tubi fessurati ricoperti di tessuto non tessuto);
- tubi lunghi 3m;
- manicotti;
- chiusino di protezione.

Il foro di sondaggio viene riempito attorno al tubo con sabbia e/o ghiaietto in modo da permettere l'ingresso dell'acqua nel tubo attraverso il filtro.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI</b> <b>M-INGEGNERIA                      GCF                      ELETTRI-FER</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;">IF3A</td> <td style="text-align: center;">02</td> <td style="text-align: center;">E ZZ RH</td> <td style="text-align: center;">GN0100 010</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">32 di 45</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ RH	GN0100 010	B	32 di 45
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ RH	GN0100 010	B	32 di 45													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>GN Tradizionale - Relazione di Monitoraggio</b>																		

L'installazione è prevista in un foro di perforazione realizzato mediante sondaggio a carotaggio continuo o a distruzione. Si consiglia sempre la stabilizzazione delle pareti con una tubazione di rivestimento provvisoria, di diametro interno non inferiore a 85mm, mentre è da evitare l'utilizzo di fanghi. Per la stabilizzazione del fondo foro, in assenza di falde artesiane, si dovrà mantenere il livello dell'acqua dentro la perforazione un poco al di sopra del livello piezometrico nel terreno.

L'installazione dei piezometri e la relativa lettura di zero devono essere effettuati prima dell'inizio dei lavori di scavo da monitorare. La lettura di zero dovrà essere effettuata trascorse almeno 24 ore dalla completa realizzazione del piezometro, in modo da escludere eventuali assestamenti.

## 7.5 STRAIN GAUGES

Le barrette estensimetriche dovranno essere di tipo a corda vibrante o resistivo, dovranno essere saldate direttamente sulle centine in corrispondenza delle ali o sulle barre di armatura ed annegate nel getto di calcestruzzo. Il fondo scala dovrà essere di almeno 3000 µε e la sensibilità di almeno lo 0.5% del fondo scala.

## 7.6 ESTENSIMETRI MULTIBASE

L'installazione degli estensimetri multibase dovrà avvenire in fori appositamente realizzati, la cementazione della strumentazione in foro dovrà essere realizzata secondo le indicazioni del produttore della strumentazione. La lettura di zero dovrà essere effettuata prima dell'inizio dei successivi lavori di scavo. La lettura di zero dovrà essere effettuata trascorse almeno 12 ore dalla completa installazione della strumentazione, o secondo le indicazioni del produttore della strumentazione, in modo da escludere eventuali assestamenti. Gli strumenti dovranno essere dotati di appositi trasduttori di spostamento elettrici, il range di misurazione dovrà essere di almeno 100 mm con una risoluzione di almeno 0.05 mm.

## 7.7 ESTENSIMETRO INCREMENTALE

L'estensimetro incrementale per le misure di estrusione del fronte dovrà permettere letture di spostamento, tra gli anelli magnetici di cui è attrezzato il tubo installato al fronte di scavo, fino ad almeno 40 mm di spostamento relativo tra due anelli magnetici con una precisione tra i 0.003 ed i 0.02 mm/m. Le basi di misura dovranno essere posizionate a distanza di un metro lungo il tubo di misura.

La lettura di zero dovrà essere effettuata trascorse almeno 12 ore dalla completa installazione (compresa cementazione lungo l'intera lunghezza) del tubo di misura e prima dell'inizio delle successive attività di scavo.

## 7.8 INCLINOMETRI

Le misure dovranno essere eseguite all'interno di appositi tubi scanalati del diametro interno di 60 mm e cementati lungo l'intera lunghezza. Le misure dovranno essere eseguite ad ogni metro di profondità attraverso una sonda inclinometrica biassiale centrata nella tubazione attraverso una coppia di rotelle di guida. Il range di misura della sonda deve essere di almeno +/- 20° e la sensibilità delle misure di almeno lo 0.05% del fondo scala.

L'installazione degli inclinometri e la relativa lettura di zero devono essere effettuati prima dell'inizio dei lavori di scavo da monitorare. La lettura di zero dovrà essere effettuata trascorse almeno 24 ore dalla completa realizzazione del tubo inclinometrico, in modo da escludere eventuali assestamenti.

I tubi inclinometrici dovranno essere posizionati come indicato nello specifico elaborato.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI</b> <b>M-INGEGNERIA                      GCF                      ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>GN Tradizionale - Relazione di Monitoraggio</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RH</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>GN0100 010</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>33 di 45</b>

## 8 MONITORAGGIO DEL FRONTE DI SCAVO

Per il monitoraggio del fronte di scavo in corso d'opera verranno eseguiti rilievi geologico-strutturali e dove previsto misure di estrusione con estensimetro incrementale.

I rilievi del fronte di scavo e le misure di estrusione permetteranno di acquisire dati relativi alle reali caratteristiche geologiche e geotecniche del fronte, in base alle quali verrà confermata oppure ridefinita la sezione tipo da applicare nel corso dell'avanzamento.

### 8.1 RILIEVO GEOLOGICO-STRUTTURALE DEL FRONTE DI SCAVO

Tali rilievi consistono nel rilevamento e restituzione grafica e numerica delle caratteristiche geologico-strutturali del fronte di scavo (e della porzione visibile dei paramenti e della calotta) durante l'avanzamento. Si distingueranno:

- Rilievi di tipo speditivo.
- Rilievi di dettaglio.

Tipologia di rilievo	Quantità e ubicazione
Rilievo speditivo	Ad ogni avanzamento per ogni tipologia di scavo o come definito con la Direzione Lavori
Rilievo di dettaglio	Ad ogni campo di avanzamento per l'applicazione della sezione tipo B1 e delle C2p Ogni 6-7 sfondi per l'applicazione delle sezioni tipo A1 e A2 Su richiesta o come definito con la Direzione Lavori

**Tabella 8-1. Quantità e ubicazione rilievo geologico-stratigrafico del fronte di scavo**

Tali rilievi dovranno essere eseguiti al fronte di tutte le opere le previste.

Nell'ottica di un processo automatizzato di raccolta dei dati, i rilievi al fronte saranno gestiti attraverso l'impiego di una mobile app che permetterà di acquisire foto georeferenziate del fronte 3D, mappare le osservazioni principali direttamente su una fotografia del fronte, il tutto in situ contestualmente al rilievo. Tutti i dati verranno acquisiti e quindi sincronizzati in modalità wireless e inviati alla piattaforma di condivisione dati, dove saranno disponibili per successive analisi ed elaborazioni.

#### 8.1.1 Rilievi di tipo speditivo

Il fronte rilevato dovrà essere accuratamente descritto, anche per mezzo di fotografie e schizzi, fornendo informazioni sulla litologia dell'ammasso roccioso e la sua stratificazione, con una stima del grado di fratturazione e della resistenza a compressione della roccia intatta, l'indicazione dell'eventuale presenza di acqua al fronte e lungo il cavo ed una descrizione generale del comportamento dell'ammasso roccioso allo scavo.

#### 8.1.2 Rilievi di dettaglio

Con questo tipo di rilievi devono essere descritte nel dettaglio le caratteristiche litologico-strutturali incontrate al fronte. Dovranno essere indicati: nome della formazione, litologia predominante, colore, caratteristiche osservabili alla scala macroscopica, stato d'alterazione, grado di fratturazione e indicazione delle principali famiglie di discontinuità, valutazione della resistenza a compressione della roccia intatta (esecuzione di point load test). Devono inoltre essere riportate informazioni riguardanti le condizioni idrogeologiche (stima delle venute d'acqua al fronte e lungo il cavo della galleria), gli eventuali fenomeni d'instabilità, con indicazione dei cinematismi e una valutazione del volume roccioso coinvolto. Infine, dovrà essere descritta la cadenza delle fasi lavorative (distanza dal fronte del

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI</b> <b>M-INGEGNERIA                      GCF                      ELETTRI-FER</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;">IF3A</td> <td style="text-align: center;">02</td> <td style="text-align: center;">E ZZ RH</td> <td style="text-align: center;">GN0100 010</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">34 di 45</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ RH	GN0100 010	B	34 di 45
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ RH	GN0100 010	B	34 di 45													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>GN Tradizionale - Relazione di Monitoraggio</b>																		

rivestimento di prima fase e dei rivestimenti definitivi, arco rovescio e calotta) ed inserite delle note sulle lavorazioni eseguite o in corso di esecuzione (imprevisti, variazioni operative, ecc.).

### 8.1.3 Frequenza dei rilievi

Si prevede l'esecuzione di rilievi di tipo speditivo circa ad ogni avanzamento, i rilievi di dettaglio dovranno essere eseguiti ogni 6-7 sfondi circa e comunque almeno uno per ogni campo di avanzamento nel caso di applicazione della sezione tipo B1 e delle sezioni C2p.

Per ogni opera prevista, l'esatta frequenza dei rilievi verrà comunque definita in corso d'opera in accordo con la Direzione Lavori.

### 8.1.4 Documentazione

I dati elaborati per ciascun rilievo speditivo o di dettaglio, eseguito al fronte di scavo, vanno forniti alla Direzione Lavori, secondo un formato concordato. I risultati parziali dei rilievi saranno disponibili già in tempo reale durante l'esecuzione degli stessi, grazie all'utilizzo di apposite applicazioni e disponibili sulla piattaforma di condivisione. L'eventuale completamento dei rilievi verrà eseguito entro la giornata in cui il rilievo stesso è eseguito.

I rilievi dovranno essere materialmente eseguiti da uno o più geologi dotati di specifico addestramento ed esperienza. La documentazione prodotta comprenderà:

- fotografie del fronte;
- progressiva del fronte a cui è stato eseguito il rilievo;
- tabelle con i dati rilevati;
- Relazione geologica descrittiva del sito di rilievo, inclusiva di tutti gli elementi necessari ad inquadrare e comprendere i risultati del rilievo stesso, delle note esplicative descrittive del rilevatore.

## 8.2 SONDAGGI IN AVANZAMENTO

Le perforazioni eseguite in corrispondenza del fronte di scavo, necessarie per l'eventuale consolidamento del fronte o per l'installazione di strumentazione quali estrusometri, dovranno essere eseguite con registrazione dei parametri di perforazione (Diagrafia Automatica Continua) in funzione della profondità, quali coppia di rotazione delle aste, velocità di perforazione, velocità di rotazione delle aste, forza di spinta, ecc.

I parametri di perforazione dovranno essere restituiti in appositi grafici in funzione della profondità di perforazione corredati da una nota geologica relativa al materiale di perforazione estratto.

Le perforazioni successive dovranno essere eseguite con una sovrapposizione di almeno 5 metri.

La documentazione prodotta verrà archiviata e condivisa sulla piattaforma di condivisione dati entro le 24 ore dall'esecuzione della registrazione.

## 8.3 MISURE DI ESTRUSIONE DEL FRONTE

Con le misure di estrusione del fronte, da eseguire con estensimetro incrementale a lettura automatica, è possibile controllare le deformazioni del terreno al fronte durante lo scavo della galleria.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI</b> <b>M-INGEGNERIA                      GCF                      ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>GN Tradizionale - Relazione di Monitoraggio</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RH</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>GN0100 010</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>35 di 45</b>

Queste misure, che consentono di rilevare gli spostamenti del fronte circa in asse alla galleria, vengono effettuate tramite una serie di trasduttori di spostamento posizionati all'interno di un tubo in PVC, inserito in un foro di sondaggio orizzontale della lunghezza di 40 m, reso solidale al terreno circostante tramite un'iniezione di malta espansiva (acqua, cemento, bentonite, opalite). Il sistema dovrà essere fornito di appositi anelli di misura e relativi trasduttori posizionati ad ogni metro di distanza.

Le misure delle variazioni di distanza tra le coppie di ancoraggi adiacenti vengono effettuate in automatico dai trasduttori di spostamento, la cui precisione varia tra i 0.003 ed i 0.02 mm/m, e trasmesse con sistema wireless in tempo reale alla piattaforma di monitoraggio.

Le misure di estrusione del fronte sono previste nei tratti di applicazione della sezione tipologica B1 e delle sezioni C2p.

La sovrapposizione tra due estensimetri incrementali successivi dovrà essere di circa 4-5 metri.

Strumento	Quantità e zona d'installazione	Frequenza lettura
Estensimetro incrementale al fronte	Eventuale, in presenza di significative percentuali di materiale fine	Letture automatiche (1 lettura/ora)

Tabella 8-2. Quantità e frequenze delle misure di estrusione

### 8.3.1 Frequenza dei rilievi

Attesa la maturazione dell'iniezione per la cementazione della tubazione al terreno circostante, si procederà alla registrazione della lettura di riferimento (lettura di zero) prima della ripresa dell'avanzamento. Le successive letture saranno effettuate in automatico con una frequenza di circa 1 lettura/ora.

### 8.3.2 Documentazione

È richiesta la restituzione grafica e numerica dei dati concernenti gli spostamenti relativi di ciascuna coppia di ancoraggi adiacenti in funzione della profondità dal fronte (grafico degli spostamenti differenziali) e la sommatoria degli spostamenti differenziali (spostamenti integrati o cumulativi), rispetto alla base più profonda che viene considerata fissa.

I risultati dovranno essere aggiornati e resi disponibili sulla piattaforma di condivisione in tempo reale.

### 8.3.3 Valori di soglia

Di seguito si riportano i valori di soglia relativi all'estrusione del fronte per le varie sezioni tipo:

Sezione tipo	Estrusione del fronte	
	Soglia di attenzione [cm]	Soglia di allarme [cm]
A1	-	-
A2	-	-
B1	1	2
C2p	2	3

Tabella 8-3. Soglie di attenzione ed allarme per le estrusioni al fronte

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>M-INGEGNERIA</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA  II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>GN Tradizionale - Relazione di Monitoraggio</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RH</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>GN0100 010</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>36 di 45</b>

## 9 MONITORAGGIO INTERNO ALLA GALLERIA

Per il monitoraggio interno alla galleria sono state previste sia misure di convergenza con sistema ottico del rivestimento di prima fase, sia misure di tensione con estensimetri posizionati sulle centine e nel rivestimento definitivo (eventuali).

### 9.1 MISURE DI CONVERGENZA CON SISTEMA OTTICO

Tali misure consistono nel rilevamento e nella restituzione grafica e numerica degli spostamenti nel piano trasversale all'asse della galleria. Gli spostamenti tridimensionali verranno misurati in direzione verticale ed orizzontale in 5 punti per ogni stazione di misura posizionati come indicato negli appositi elaborati grafici, ed attrezzati con mire ottiche (riflettori) rilevabili mediante strumenti topografici di precisione, quali teodolite a registrazione automatica e attrezzature elettroniche che permettono l'esecuzione di misure di distanza dello strumento dai punti di mira con un errore minore ad 1 mm per distanze fino ad 80 m in condizioni di normale visibilità in galleria.

I riflettori, costituiti da prismi cardanici riflettenti o catadiottri, verranno montati su normali bulloni di convergenza della lunghezza di almeno 50 cm cementati nel rivestimento di prima fase, installati ad una distanza minima dal fronte di scavo (entro i 50 cm), allo scopo di registrare per intero i valori deformativi del rivestimento di prima fase, in seguito alla sua messa in opera. La lettura di zero dovrà quindi essere effettuata contestualmente all'installazione delle mire topografiche.

Queste misure permetteranno una verifica delle ipotesi di progetto e della risposta dell'ammasso roccioso allo scavo, consentendo una taratura ed una ottimizzazione degli interventi e delle modalità esecutive da applicare nell'ambito della sezione tipo prevista, in accordo al documento "Linee Guida per l'applicazione delle sezioni tipo".

Strumento	Quantità e zona d'installazione	Frequenza di lettura *
Stazione di misura attrezzata con mire ottiche per la misurazione delle convergenze. Misurazione eseguita con strumenti topografici di precisione.	Stazioni di misura composte da 5 mire ottiche; In particolare, dovrà essere installata: Una stazione di misura ogni 20 metri circa per l'applicazione delle sezioni tipo A1 e A2; Una stazione di misura ogni fine campo di avanzamento per l'applicazione della sezione tipo B1 e delle sezioni C2p;	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 lettura/giorno con spostamenti <math>\geq 1</math> mm/g o almeno fino al raggiungimento di una distanza della sezione di circa 2 diametri dal fronte di scavo</li> <li>• 1 lettura/settimana con spostamenti compresi tra 0.2 mm/g ed 1 mm/g</li> <li>• 1 lettura/mese con spostamenti <math>&lt; 0.2</math> mm/g e comunque fino alla posa dell'impermeabilizzazione e realizzazione del rivestimento definitivo</li> </ul> <p>È prevista inoltre l'acquisizione automatica delle misure con stazione totale robotizzata</p>
* in presenza di misurazioni anomale, le frequenze andranno opportunamente incrementate		

**Tabella 9-1. Quantità e frequenza delle misure di convergenza**

#### 9.1.1 Frequenza delle stazioni e dei rilevamenti

Ogni stazione di misura delle convergenze è composta da 5 mire ottiche (riflettori), posizionate in calotta, sulle reni e sui piedritti.

Per l'applicazione della sezione tipo B1 e delle sezioni C2p è prevista una stazione di misura ogni fine campo di avanzamento, mentre per l'applicazione delle sezioni tipo A1 e A2 è prevista una stazione di misura ogni 20 m circa.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI M-INGEGNERIA                      GCF    ELETTRI-FER	<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;">IF3A</td> <td style="text-align: center;">02</td> <td style="text-align: center;">E ZZ RH</td> <td style="text-align: center;">GN0100 010</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">37 di 45</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ RH	GN0100 010	B	37 di 45
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ RH	GN0100 010	B	37 di 45													
PROGETTO ESECUTIVO GN Tradizionale - Relazione di Monitoraggio																		

Le misure verranno effettuate con le seguenti cadenze: giornalmente per sezioni ove si verificano spostamenti delle mire  $\geq 1$  mm/g. La prima lettura ("zero") viene effettuata subito dopo l'installazione delle mire in corrispondenza del fronte di scavo. Se lo spostamento varia tra 0.2 mm/g ed 1 mm/g le misure verranno eseguite settimanalmente mentre se lo spostamento è inferiore a 0.2 mm/g si effettueranno dei rilievi mensili. Le misure dovranno protrarsi fino alla stabilizzazione della sezione e non dovranno essere interrotte prima della messa in opera dell'impermeabilizzazione e del rivestimento definitivo.

### 9.1.2 Sistema di acquisizione e di restituzione dei dati

La misurazione della posizione dei punti di mira verrà effettuata con un teodolite a registrazione automatica eventualmente collegato con un terminale. La posizione del teodolite prima della misura dovrà essere determinata rispetto ad almeno tre punti fissi predefiniti distanti non più di 80 m dal punto di stazione dello strumento. La misura deve permettere di risalire alle coordinate spaziali delle mire con una tolleranza di 1 mm.

I dati rilevati opportunamente elaborati dovranno essere resi disponibili anche in formato elettronico su foglio di calcolo (in formato leggibile, es.: \*.xls).

### 9.1.3 Letture automatiche delle convergenze

Contestualmente alle misure eseguite manualmente dovranno inoltre essere eseguite delle misure delle convergenze in modo automatico tramite una stazione totale robotizzata installata su un supporto in galleria (su supporto fissato sui rivestimenti di prima fase o su cassero per il getto dei rivestimenti definitivi).

La stazione totale dovrà essere integrata con laser scanner e fotocamera in modo da poter acquisire la geometria dello scavo realizzato, così da poter individuare eventuali difformità, e di poter acquisire immagini in tempo reale della zona prossima al fronte di scavo.

Le misure di convergenza dovranno essere eseguite automaticamente con una frequenza di circa 1 lettura/ora (modificabile da remoto) e dovranno poter essere effettuate anche da remoto in qualsiasi momento. Le misure effettuate saranno trasmesse in automatico alla piattaforma di monitoraggio e condivisione.

L'esecuzione di rilievi laser scanner e l'acquisizione di immagini fotografiche dovrà poter essere richiesta da remoto.

### 9.1.4 Documentazione

L'esecuzione e la restituzione delle misure di convergenza richiede l'impiego continuativo di un topografo esperto e di un coadiutore. I dati elaborati per ciascuna stazione di convergenza verranno aggiornati sulla piattaforma di condivisione e resi disponibili alla Direzione Lavori e al Progettista entro la giornata in cui è stato eseguito il rilievo.

I risultati verranno visualizzati, per ogni sezione di misura, come:

- vettore spostamento di ogni mira in funzione del tempo con indicazioni delle lavorazioni effettuate in galleria;
- vettore spostamento di ogni mira in funzione della distanza dal fronte di scavo con indicazioni delle lavorazioni effettuate in galleria;
- spostamenti nel piano della sezione di misura (deformata) con indicazione del profilo teorico;
- componenti x, y, z di ogni mira in funzione del tempo con indicazioni delle lavorazioni effettuate in galleria;
- componenti x, y, z di ogni mira in funzione della distanza dal fronte di scavo con indicazioni delle lavorazioni effettuate in galleria.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>M-INGEGNERIA</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>GN Tradizionale - Relazione di Monitoraggio</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RH</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>GN0100 010</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>38 di 45</b>

### 9.1.5 Valori di soglia

Di seguito si riportano i valori di soglia relativi alla convergenza diametrale per le varie sezioni tipo:

Sezione tipo	Convergenza diametrale	
	Soglia di attenzione [cm]	Soglia di allarme [cm]
<b>A1</b>	<b>0.5</b>	<b>1</b>
<b>A2</b>	<b>0.5</b>	<b>1</b>
<b>B1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>C2p</b>	<b>2</b>	<b>4</b>

Tabella 9-2. Soglie di attenzione ed allarme per le convergenze diametrali

## 9.2 MISURE DELLA DEFORMAZIONE AL CONTORNO DEL CAVO CON ESTENSIMETRI MULTIBASE

Al contorno del cavo, disposti radialmente in corrispondenza delle reni e della chiave di calotta delle gallerie è prevista l'installazione di estensimetri multibase. Gli estensimetri dovranno essere dotati di 4 basi di misura rispettivamente alle profondità di 2, 4, 8 e 12 metri.

La strumentazione in foro si posiziona in due sezioni per ognuno dei tratti realizzati in tradizionale in corrispondenza dell'imbocco lato Napoli e lato Bari. L'esatta ubicazione delle sezioni è da stabilire in corso d'opera in base alle condizioni effettivamente riscontrate.

L'installazione della strumentazione dovrà necessariamente avvenire il più possibile a ridosso del fronte. Le letture verranno eseguite in modo automatico con frequenza oraria fino all'installazione dell'impermeabilizzazione e alla realizzazione dei rivestimenti definitivi.

Nella seguente tabella sono riassunte le quantità della strumentazione da installare e le frequenze di lettura.

Strumento	Quantità e zona d'installazione	Frequenza lettura
Estensimetri multibase	3 estensimetri multibase, a 4 basi di misura (a 2, 4, 8 e 12 m), installati per ogni sezione di misura	• 1 lettura/ora (letture automatiche) fino all'installazione del rivestimento definitivo;

Tabella 9-3. Strumentazione installata e frequenze di misura degli estensimetri a barre multibase

### 9.2.1 Documentazione

I risultati dovranno essere aggiornati in tempo reale e disponibili sulla piattaforma di condivisione dal momento dell'installazione della strumentazione fino all'installazione dell'impermeabilizzazione e del rivestimento definitivo, o come convenuto con la Direzione Lavori, e dovranno contenere:

- La restituzione numerica delle letture ed elaborazione dei dati;
- Il grafico con l'andamento degli spostamenti per ogni base di misura in funzione del tempo e con l'indicazione delle lavorazioni effettuate in galleria;
- Il grafico con l'andamento degli spostamenti per ogni base di misura in funzione della distanza dal fronte della sezione e con l'indicazione delle lavorazioni effettuate in galleria;

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>M-INGEGNERIA</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>GN Tradizionale - Relazione di Monitoraggio</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RH</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>GN0100 010</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>39 di 45</b>

## 9.2.2 Valori di soglia

Di seguito si riportano i valori di soglia relativi ai massimi spostamenti misurati dagli estensimetri:

Sezione tipo	Spostamento totale	
	Soglia di attenzione [mm]	Soglia di allarme [mm]
<b>A1</b>	<b>0.5</b>	<b>1</b>
<b>A2</b>	<b>0.5</b>	<b>1</b>
<b>B1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>C2p</b>	<b>2</b>	<b>4</b>

Tabella 9-4. Soglie di attenzione ed allarme per gli spostamenti totali del cavo

## 9.3 MONITORAGGIO DELLE TENSIONI DEI RIVESTIMENTI

In fase di scavo è prevista la misura delle tensioni sul rivestimento provvisorio e delle armature del rivestimento definitivo fino alla fine dei lavori.

### 9.3.1 Misure del comportamento tenso-deformativo dei rivestimenti con strain gauges

Lo stato tenso-deformativo dei rivestimenti e la sua evoluzione nel tempo dovrà essere misurato con strain gauges (di tipo resistivo o a corda vibrante) collegati ad una centralina di misura. Le misurazioni dovranno essere eseguite in automatico secondo le frequenze indicate nella seguente tabella o come definito dalla Direzione Lavori.

Nel tratto della galleria di linea realizzata in tradizionale le sezioni strumentate dovranno essere costituite da 5 coppie di strumenti posizionati sulle centine in corrispondenza della chiave di calotta, delle reni e dei piedritti, e di 8 coppie di strumenti posizionati sulle armature del rivestimento definitivo in chiave di calotta, sulle reni, sui piedritti ed in arco rovescio.

Strumento	Quantità e zona d'installazione	Frequenza lettura
Strain gauges a corda vibrante sulle centine	5 coppie per sezione di misura	letture automatiche, 1lett/ora negli scavi fino alla posa del rivestimento definitivo
Strain gauges di tipo resistivo sulle armature del rivestimento definitivo	8 coppie per sezione di misura	letture automatiche 1lett/giorno fino al termine dei lavori (In assenza di variazioni la frequenza potrà essere opportunamente diminuita)

Tabella 9-5. Quantità e frequenze estensimetri a corda vibrante

#### 9.3.1.1 DOCUMENTAZIONE

I risultati dovranno essere aggiornati in tempo reale e disponibili sulla piattaforma di condivisione dal momento dell'installazione della strumentazione fino all'installazione dell'impermeabilizzazione e del rivestimento definitivo, o come convenuto con la Direzione Lavori, e dovranno contenere:

- La restituzione numerica delle letture ed elaborazione dei dati;

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI</b> <b>M-INGEGNERIA              GCF                              ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>GN Tradizionale - Relazione di Monitoraggio</b>	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ RH</b>	DOCUMENTO <b>GN0100 010</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>40 di 45</b>

- Il grafico con l'andamento delle tensioni nei rivestimenti in funzione del tempo e con l'indicazione delle lavorazioni effettuate in galleria;
- Il grafico con l'andamento delle tensioni nei rivestimenti in funzione della distanza dal fronte della sezione e con l'indicazione delle lavorazioni effettuate in galleria;

### 9.3.1.2 VALORI DI SOGLIA

Di seguito si riportano i valori di soglia relativi alle deformazioni misurate sulle centine e sulle armature del rivestimento definitivo:

Deformazione centine	
Soglia di attenzione [ $\mu\epsilon$ ]	Soglia di allarme [ $\mu\epsilon$ ]
1250	1600

Tabella 9-6. Soglie di attenzione ed allarme per le deformazioni delle centine

Deformazione armature rivestimento definitivo	
Soglia di attenzione [ $\mu\epsilon$ ]	Soglia di allarme [ $\mu\epsilon$ ]
1400	1900

Tabella 9-7. Soglie di attenzione ed allarme per le deformazioni delle armature del rivestimento definitivo

### 9.3.2 Misure delle sollecitazioni nelle centine del rivestimento di prima fase con celle di pressione e celle di carico

Le sollecitazioni nelle centine del rivestimento di prima fase, e la relativa evoluzione nel tempo, dovranno essere misurate con celle di pressione installate in corrispondenza delle giunzioni delle centine e con celle di carico posizionate al piede delle stesse.

Le misurazioni dovranno essere eseguite in automatico secondo le frequenze indicate nella seguente tabella o come definito dalla Direzione Lavori. Ogni sezione strumentata dovrà essere costituita da 3 celle di pressione posizionate in corrispondenza delle giunzioni delle centine alle reni e da 2 celle di carico posizionate al piede delle centine.

Strumento	Quantità e zona d'installazione	Frequenza lettura
Celle di pressione	3 per ogni sezione di misura in corrispondenza della giunzione delle centine	letture automatiche, 1lett/ora durante gli scavi fino alla posa del rivestimento definitivo
Celle di carico	2 per ogni sezione di misura al piede delle centine	letture automatiche, 1lett/ora durante gli scavi fino alla posa del rivestimento definitivo

Tabella 9-8. Quantità e frequenze celle di pressione

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>M-INGEGNERIA</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>GN Tradizionale - Relazione di Monitoraggio</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RH</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>GN0100 010</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>41 di 45</b>

### 9.3.2.1 DOCUMENTAZIONE

I risultati dovranno essere aggiornati in tempo reale e disponibili sulla piattaforma di condivisione dal momento dell'installazione della strumentazione fino all'installazione dell'impermeabilizzazione e del rivestimento definitivo, o come convenuto con la Direzione Lavori, e dovranno contenere:

- La restituzione numerica delle letture ed elaborazione dei dati;
- Il grafico con l'andamento delle tensioni e dei carichi misurati in funzione del tempo e con l'indicazione delle lavorazioni effettuate in galleria;
- Il grafico con l'andamento delle tensioni e dei carichi misurati in funzione della distanza dal fronte della sezione e con l'indicazione delle lavorazioni effettuate in galleria;

### 9.3.2.2 VALORI DI SOGLIA

Di seguito si riportano i valori di soglia relativi alle pressioni misurate in corrispondenza delle giunzioni delle centine e ai carichi al piede delle stesse:

Pressione misurata nelle giunzioni delle centine	
Soglia di attenzione [MPa]	Soglia di allarme [MPa]
235	305

Tabella 9-9. Soglie di attenzione ed allarme per la pressione misurata nelle giunzioni delle centine

	Carico al piede delle centine	
	Soglia di attenzione [kN]	Soglia di allarme [kN]
Sezione tipo A1, A2, B1	1500	1950
Sezione tipo C2p	2500	3200

Tabella 9-10. Soglie di attenzione ed allarme per il carico al piede delle centine

### 9.3.3 Misure dello stato tenso-deformativo del rivestimento di prima fase con catene clinometriche

La deformazione del rivestimento di prima fase, e la relativa evoluzione nel tempo, verrà monitorata per mezzo di catene clinometriche composte da una serie di clinometri MEMS che saranno poste all'intradosso dei rivestimenti stessi in corrispondenza dell'ala interna delle centine.

Il sistema è composto da una serie di accelerometri MEMS triassiali ad elevata sensibilità, con risoluzione di 0.005°, disposti su elementi della lunghezza di 50 cm tra di loro giuntati.

La strumentazione permette di ottenere la distribuzione degli spostamenti lungo l'intera sezione e la relativa deformata e distribuzione delle sollecitazioni lungo il rivestimento (sforzo normale, momento e taglio). È prevista l'installazione di due sezioni attrezzate con catene clinometriche nel tratto di applicazione della sezione tipo C2p della galleria di linea realizzata in tradizionale a partire dall'imbocco lato Napoli.

Le misurazioni dovranno essere eseguite in automatico secondo le frequenze indicate nella seguente tabella o come definito dalla Direzione Lavori.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>M-INGEGNERIA</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>GN Tradizionale - Relazione di Monitoraggio</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RH</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>GN0100 010</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>42 di 45</b>

Strumento	Quantità e zona d'installazione	Frequenza lettura
Accelerometri MEMS	1 catena clinometrica formata da una serie di accelerometri MEMS per sezione di misura	letture automatiche, 1lett/ora negli scavi fino alla posa del rivestimento definitivo

**Tabella 9-11. Quantità e frequenze catene clinometriche**

### **9.3.3.1 DOCUMENTAZIONE**

I risultati dovranno essere aggiornati in tempo reale e disponibili sulla piattaforma di condivisione dal momento dell'installazione della strumentazione fino all'installazione dell'impermeabilizzazione e del rivestimento definitivo, o come convenuto con la Direzione Lavori, e dovranno contenere:

- Il grafico con l'andamento degli spostamenti lungo la sezione di misura e la relativa deformata;
- Il grafico con l'andamento delle sollecitazioni lungo la sezione di misura (sforzo normale, momento e taglio);

### **9.3.3.2 VALORI DI SOGLIA**

Di seguito si riportano i valori di soglia relativi allo sforzo di taglio valutato dalle misure:

	Sforzo di taglio	
	Soglia di attenzione [kN]	Soglia di allarme [kN]
Sezione tipo C2p	55	70

**Tabella 9-12. Soglie di attenzione ed allarme per lo sforzo di taglio del rivestimento di prima fase**

Le sollecitazioni valutate di sforzo normale e momento andranno confrontate con il dominio di resistenza a pressoflessione del rivestimento di prima fase.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI</b> <b>M-INGEGNERIA                      GCF                      ELETTRI-FER</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;">IF3A</td> <td style="text-align: center;">02</td> <td style="text-align: center;">E ZZ RH</td> <td style="text-align: center;">GN0100 010</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">43 di 45</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ RH	GN0100 010	B	43 di 45
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ RH	GN0100 010	B	43 di 45													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>GN Tradizionale - Relazione di Monitoraggio</b>																		

## 10 MONITORAGGIO ESTERNO ALLA GALLERIA

Per il monitoraggio esterno alla galleria sono unicamente previste delle misure di monitoraggio dello spostamento della superficie con interferometria radar.

In superficie non sono comunque presenti preesistenze interferenti con l'opera in esame che possano venire influenzate da eventuali subsidenze generate in seguito agli scavi.

### 10.1 MONITORAGGIO TOPOGRAFICO DELLA SUPERFICIE

In corrispondenza della zona di imbocco delle gallerie di linea è previsto un monitoraggio della superficie tramite interferometria satellitare e con rilievi laser scanner. In particolare, verrà utilizzata la tecnica di processamento dei dati SqueeSAR, che permette la misurazione degli spostamenti superficiali ed è impiegata per il controllo delle deformazioni potendo garantire una buona affidabilità delle misure, precisione ed applicazione a vaste aree anche difficilmente accessibili.

L'analisi interferometrica sarà effettuata su immagini satellitari acquisite in banda X, dalle costellazioni COSMO-SKYMED e/o TERRASAR X, con restituzione delle elaborazioni dei dati a cadenza mensile.

Tramite le misurazioni sarà quindi possibile determinare eventuali spostamenti in superficie dovuti alla realizzazione degli scavi in sotterraneo.

Ulteriori rilievi laserscanner potranno essere eseguiti in caso dell'insorgenza di particolari necessità riscontrate durante l'esecuzione dei lavori, in particolar modo in corrispondenza dell'imbocco della galleria.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI</b> <b>M-INGEGNERIA                      GCF                      ELETTRI-FER</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;">IF3A</td> <td style="text-align: center;">02</td> <td style="text-align: center;">E ZZ RH</td> <td style="text-align: center;">GN0100 010</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">44 di 45</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ RH	GN0100 010	B	44 di 45
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ RH	GN0100 010	B	44 di 45													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>GN Tradizionale - Relazione di Monitoraggio</b>																		

## 11 GESTIONE DEI DATI MISURATI

Come descritto al precedente paragrafo 6.4, i dati misurati saranno resi disponibili in tempo reale e georeferenziati su apposita piattaforma di condivisione dati in ambiente WebGis.

L'elaborazione dei dati e delle misure raccolte dovrà consistere nella generazione di rapporti in formato numerico e grafico in grado di consentire una immediata interpretazione ingegneristica dei dati.

La procedura di gestione dei dati dovrà avvenire tramite idonea procedura operativa che verrà emessa dall'Esecutore dell'opera ed approvata dalla Direzione Lavori.

## 12 SUPERAMENTO DEI VALORI DI SOGLIA

Delle contromisure per riportare i parametri di monitoraggio al di sotto dei valori di attenzione dovranno essere intraprese in caso del superamento dei valori di soglia indicati nei precedenti paragrafi.

In particolare, in caso del superamento delle soglie di attenzione, la frequenza di misura della strumentazione dovrà essere incrementata e si dovranno modificare gli interventi di consolidamento e sostegno previsti nei range di variazione della sezione tipo applicata, come descritto nelle "Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo".

In caso di superamento delle soglie di allarme dovrà inoltre essere valutata la possibilità di un cambio di sezione e l'eventuale ulteriore incremento dei consolidamenti già previsti dalle sezioni tipologiche.

In caso di superamento dei valori di allarme dovrà essere predisposta dal progettista una Nota Tecnica di commento dei dati con definizione delle misure correttive ad attuarsi per rientrare nei valori di progetto da consegnare alla Direzione Lavori entro 24 ore dall'avvenimento.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI</b> <b>M-INGEGNERIA                      GCF                      ELETTRI-FER</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;">IF3A</td> <td style="text-align: center;">02</td> <td style="text-align: center;">E ZZ RH</td> <td style="text-align: center;">GN0100 010</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">45 di 45</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ RH	GN0100 010	B	45 di 45
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ RH	GN0100 010	B	45 di 45													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>GN Tradizionale - Relazione di Monitoraggio</b>																		

## 13 CONCLUSIONI

Il sistema di monitoraggio da prevedere per la realizzazione della galleria naturale nel tratto realizzato in tradizionale è strutturato per controllare il comportamento dell'ammasso roccioso durante gli scavi in sotterraneo e per la misura degli spostamenti in superficie interferenti con la SS 90 "delle Puglie".

Il piano delle misure è costituito da:

- Rilievi geologico-strutturali del fronte di scavo in galleria;
- Misure di estrusione del fronte con estensimetro incrementale in galleria;
- Misure di convergenza in galleria con sistema ottico;
- Misura delle deformazioni al contorno del cavo mediante estensimetri multibase;
- Misura della tensione nelle centine in galleria con strain gauges;
- Misura dello stato tenso-deformativo dei rivestimenti di prima fase con catene clinometriche;
- Misura della sollecitazione nelle centine mediante celle di pressione e celle di carico;
- Misura della tensione nelle barre d'armatura del rivestimento definitivo con strain gauges;
- Misure dei cedimenti in superficie tramite interferenza radar.

Il monitoraggio si compone della strumentazione a presidio degli scavi in sotterraneo. Non è stato necessario prevedere l'installazione di strumenti per il monitoraggio di opere esistenti all'esterno in quanto l'opera non interferisce con altre strutture. Il monitoraggio in corso d'opera in concomitanza con gli scavi in sotterraneo è previsto fino al completamento delle opere definitive. I valori attesi di spostamento derivano dai calcoli di dimensionamento o dalla resistenza dei materiali utilizzati, mentre le azioni correttive consistono nella definizione di misurazioni più frequenti, nell'incremento dei consolidamenti e dei supporti e nella eventuale variazione nella sequenza di scavo.