

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

MANDATARIA:

MANDANTE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

MANDANTI:



PROGETTO ESECUTIVO

**LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI, TRATTA NAPOLI-CANCELLO,
IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE,
NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014**
RELAZIONE

PIANO DI SICUREZZA E COORDINAMENTO

PSC_SEZIONE_B

Scavo Galleria in pressione

APPALTATORE	PROGETTAZIONE	
DIRETTORE TECNICO Ing. M. PANISI	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE Ing. A. CHECCHI	

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

I	F	1	M	0	0	E	Z	Z	P	U	S	Z	0	0	B	0	0	0	3	C	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	EMISSIONE	SALVAGO	14/06/18	MELICA	15/06/18	LACOPO	15/06/18	GALDIERO	
B	EMISSIONE PER RdV	SALVAGO	10/09/18	MELICA	11/09/18	LACOPO	11/09/18	GALDIERO	
C	EMISSIONE PER RdV	SALVAGO	02/10/18	MELICA	03/10/18	LACOPO	03/10/18	GALDIERO	
									04/10/18

File: IF1M.0.0.E.ZZ.PU.SZ.00.B.0.003.C.doc

n. Elab.:

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014	
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 2 di 95

INDICE

1	METODOLOGIA COSTRUTTIVA.....	6
2	ATMOSFERE IPERBARICHE: NORMATIVA APPLICABILE.....	20
2.1	INQUADRAMENTO NORMATIVO SULLE ATMOSFERE IPERBARICHE.....	20
2.2	NORMATIVA, STANDARD TECNICI E LINEE GUIDA INTERNAZIONALI.....	20
2.3	CONCLUSIONI	23
3	IMPIANTO DI VENTILAZIONE.....	25
4	MONITORAGGIO GAS.....	28
5	DIFESA CONTRO LE POLVERI	30
6	IMPIANTO ARIA COMPRESSA.....	31
7	CAMERE IPERBARICHE	32
7.1	GENERALITÀ E CONFORMAZIONE DEL SISTEMA	32
7.2	IMPIANTI DA INSTALLARE IN CAMERA IPERBARICA.....	33
7.2.1	<i>Impianto elettrico.....</i>	<i>33</i>
7.2.2	<i>Impianto di illuminazione.....</i>	<i>33</i>
7.2.3	<i>Impianti di servizio.....</i>	<i>34</i>
7.2.4	<i>Sistemi di sicurezza.....</i>	<i>35</i>
7.2.5	<i>Rischio di esplosione</i>	<i>36</i>
7.2.6	<i>Protezione contro i contatti indiretti.....</i>	<i>36</i>
7.2.7	<i>Impianto di comunicazione e sorveglianza (EN 12110)</i>	<i>37</i>
7.2.8	<i>Cariche elettrostatiche</i>	<i>37</i>
7.2.9	<i>Impianto di produzione e stoccaggio dell'aria compressa.....</i>	<i>37</i>
7.2.10	<i>Impianto di distribuzione e di condizionamento dell'aria compressa.....</i>	<i>38</i>

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014	
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 3 di 95

7.2.11	<i>Sistema e misure antincendio</i>	39
7.2.12	<i>Impianto antincendio ad acqua pressurizzata</i>	40
8	<i>PROCEDURE DI COMPRESSIONE E DECOMPRESSIONE</i>	42
8.1	CHECK PRELIMINARE	42
8.2	PRESSURIZZAZIONE DELLA CAMERA PRINCIPALE	43
8.3	DEPRESSURIZZAZIONE ED USCITA DALLE CAMERE	44
8.4	TRACCIABILITÀ DEI DATI: IL REPORT DELLE OPERAZIONI IPERBARICHE	45
8.5	EMERGENZE	45
8.6	TABELLE DI DECOMPRESSIONE E DURATA DEI TURNI DI LAVORO	46
9	<i>PERSONALE ABILITATO, OPERATORI SPECIALIZZATI E ADDESTRAMENTO</i>	49
9.1	INTRODUZIONE	49
9.2	FORMAZIONE DEL PERSONALE ABILITATO	50
9.3	FORMAZIONE DEGLI OPERATORI SPECIALIZZATI	52
10	<i>PROCEDURE DI COMPORTAMENTO PER IL PERSONALE CHE DEVE EFFETTUARE UN LAVORO IN ARIA COMPRESSA</i>	54
11	<i>CAMERA IPERBARICA: PROCEDURE DI EMERGENZA</i>	56
11.1	PERDITA ARIA PRIMARIA	56
11.2	PERDITA DI OSSIGENO DA FONTE PRIMARIA	56
11.3	RAPIDO AUMENTO DELLA PRESSIONE IN C.I.	56
11.4	RAPIDA DIMINUZIONE DELLA PRESSIONE IN C.I.	57
11.5	INCENDIO NELLA CAMERA IPERBARICA	57
11.6	INCENDIO ALL'ESTERNO DELLA CAMERA IPERBARICA	57
11.7	GUASTO AI COMPRESSORI	58
11.8	AVARIA SISTEMA DI ESTRAZIONE DELL'ARIA	58
11.9	ARIA CONTAMINATA NEL CIRCUITO	58
11.10	COMUNICAZIONI DIFETTOSE	59
11.11	GUASTO DI ENERGIA	59
11.12	DIMENTICATA DECOMPRESSIONE	59
11.13	AVARIA DEL SISTEMA DI APERTURA DELLA CAMERA	60

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 4 di 95	

11.14	AVARIA DEL SISTEMA ANTINCENDIO	60
11.15	AVARIA AL QUADRO COMANDI DELLA CAMERA.....	60
11.16	EMERGENZE MEDICHE	60
11.17	PROCEDURE DI GESTIONE EMERGENZE PRESSO IL CENTRO IPERBARICO	61
11.18	PROCEDURA PER DIFFICOLTA' DI COMPENSAZIONE DURANTE COMPRESSIONE IN CI.....	62
12	<i>CAMERA IPERBARICA SANITARIA PER PREVENIRE CASI DI EMBOLIA.....</i>	64
13	<i>IMPIANTI ELETTRICI E ALIMENTAZIONE DI EMERGENZA IN GALLERIA</i>	65
13.1	IMPIANTO ELETTRICO IN GALLERIA.....	65
13.2	ALIMENTAZIONE ELETTRICA DI EMERGENZA	67
14	<i>SISTEMI DI COMUNICAZIONE E DI ALLARME INSTALLATI IN GALLERIA</i>	68
14.1	SISTEMA DI COMUNICAZIONE E ALLARME ALL'AVANZAMENTO	68
14.2	SISTEMA DI COMUNICAZIONE E ALLARME LUNGO L'ASTA DELLA GALLERIA.....	68
14.3	SISTEMA DI ALLARME ALL'IMBOCCO DELLA GALLERIA	69
14.4	SISTEMA DI COMUNICAZIONE MOBILE	69
15	<i>IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE</i>	70
16	<i>UTILIZZO DI MEZZI D'OPERA AD ALIMENTAZIONE ELETTRICA</i>	71
17	<i>GALLERIA IN AMBIENTE IPERBARICO: PARTICOLARI PROCEDURE DI EMERGENZA E SOCCORSO</i>	73
17.1	GALLERIA IN AMBIENTE IPERBARICO: PENETRAZIONE DI ACQUA AL FRONTE.....	73
17.2	GALLERIA IN AMBIENTE IPERBARICO: FUGHE DI ARIA COMPRESSA SUPERIORI ALLA PORTATA DEI COMPRESSORI ESTERNI.....	74
18	<i>NASTRI TRASPORTATORI.....</i>	76
19	<i>DOTAZIONI ANTINCENDIO IN GALLERIA</i>	79
19.1	IMPIANTO IDRICO ANTINCENDIO	79
19.2	PRESIDI ANTINCENDIO	80
19.3	ARMADIO ESTERNO DI EMERGENZA	81
19.4	ARMADIO INTERNO DI EMERGENZA	81
19.5	CONTROLLO E MANUTENZIONE DEL SISTEMA ANTINCENDIO	82

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO									
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 5 di 95				

20	VALUTAZIONE E RIDUZIONE DEL RISCHIO INCENDIO.....	85
20.1	IDENTIFICAZIONE DEI RISCHI DOVUTI ALL'IPERBARISMO	85
20.2	VALUTAZIONE DEL RISCHIO DOVUTO ALL'ATMOSFERA IPERBARICA	86
20.3	RIDUZIONE DEL RISCHIO	93

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO									
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 6 di 95				

1 **METODOLOGIA COSTRUTTIVA**

La tecnica esecutiva prevista per la realizzazione dell'opera segue il cosiddetto "Metodo Milano", che può essere riassunto nelle seguenti fasi:

- Scavo fino alla quota di intradosso della copertura e spostamento dei sottoservizi;
- Realizzazione dei diaframmi che costituiranno le pareti della galleria;
- Realizzazione dei piedritti e dei livelli di orizzontamento superiori;
- Rinterro dello scavo sino a quota di piano campagna;
- Scavo in sotterraneo fino alla base del corpo in ferroviario, con mantenimento di pressurizzazione interna durante l'esecuzione delle lavorazioni per evitare la risalita di acqua di falda, nei tratti progettuali in cui vi è la necessità per la presenza della stessa;
- Completamento opere interne, solettone di fondo e controparti;
- Disattivazione della pressurizzazione delle canne, se presente.

La pressurizzazione dei tratti interessati da questa metodologia di lavorazione, sostitutiva al tradizionale tampone di fondo in jet-grouting previsto in progetto definitivo, verrà garantita tramite un impianto realizzato appositamente e posizionato in un tratto della galleria parapiozza iniziale con sezione trasversale allargata e completata con strutture interne che verranno poi demolite in fase definitiva.

La pressurizzazione verrà garantita per tratti, denominati compartimenti, in avanzamento con il proseguimento dei lavori di completamento delle opere della galleria artificiale.

Le pressioni di pressurizzazione saranno variabili nei diversi tratti in funzione del livello del battente di falda da controbilanciare.

Le pressioni previste sono riportate nella tabella seguente.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione		IF1M	0.0.E.ZZ	PU	SZ.00.B.0.003	C	7 di 95

	L	Battente idraulico	Pressione
Compartimento 1	65.0 m	2.66 m	0.4 bar
Compartimento 2	65.0 m	3.50 m	0.5 bar
Compartimento 3	65.0 m	4.35 m	0.6 bar
Compartimento 4	40.4 m	4.87 m	0.6 bar
Compartimento 5	24.3 m	9.49 m	1.0 bar
Compartimento 6	50.0 m	7.07 m	0.9 bar
Compartimento 7	40.0 m	6.63 m	0.8 bar
Compartimento 13	33.1 m	7.06 m	0.9 bar
Compartimento 14	38.5 m	7.79 m	0.9 bar
Compartimento 8	40.0 m	5.80 m	0.7 bar
Compartimento 9	40.0 m	5.21 m	0.7 bar
Compartimento 10	40.0 m	4.74 m	0.6 bar
Compartimento 11	65.0 m	4.26 m	0.6 bar
Compartimento 12	72.7 m	3.48 m	0.5 bar

Tabella pressioni compartimenti

La separazione provvisoria tra i vari compartimenti sarà garantita da pareti di diaframmi posti in senso trasversale, senza alcuna funzione strutturale in fase definitiva. Verranno demoliti per la parte fuoriuscente dal fondo scavo, in proseguimento con le fasi di completamento delle strutture interne della galleria artificiale.

Di seguito, si riporta una pianta della galleria, con individuati i diaframmi di separazione dei compartimenti.

APPALTATORE:
Mandatario: **SALINI IMPREGILO S.p.A.**
Mandante: **ASTALDI S.p.A.**

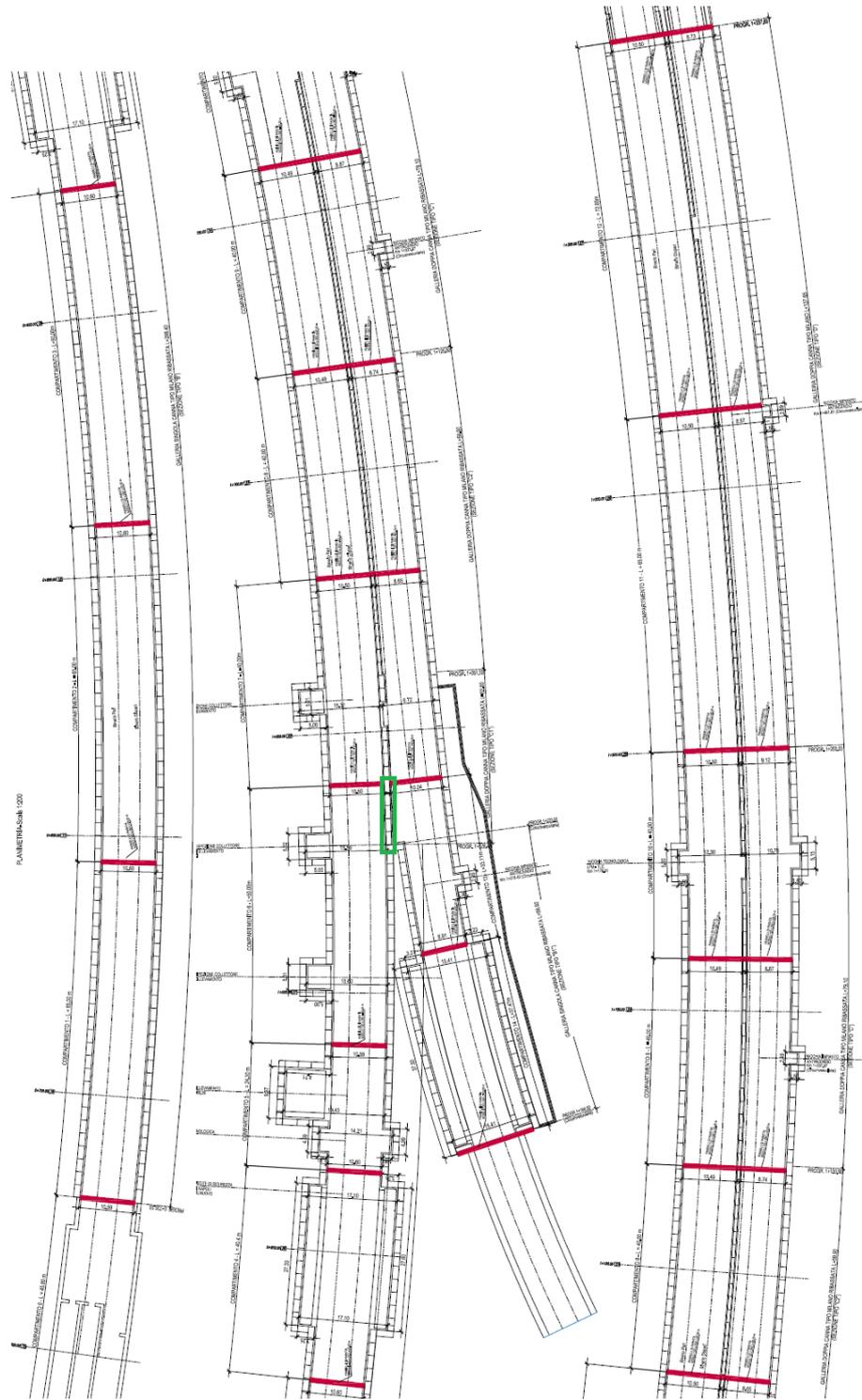
PROGETTISTA:
Mandatario: **SYSTRA S.A.**
Mandante: **SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.**

PROGETTO ESECUTIVO
Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione

LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO

**IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE
 OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI
 CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014**

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
IF1M	0.0.E.ZZ	PU	SZ.00.B.0.003	C	8 di 95



APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 9 di 95
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione								

Per ragioni di maggiore sicurezza si procederà sempre in regime di aria compressa, tranne che nel primo compartimento, dove il livello di falda è di gran lunga inferiore alla mezzera dell'altezza di scavo e si può quindi scavare il terreno sopra falda in ambiente atmosferico senza l'applicazione di aria compressa.

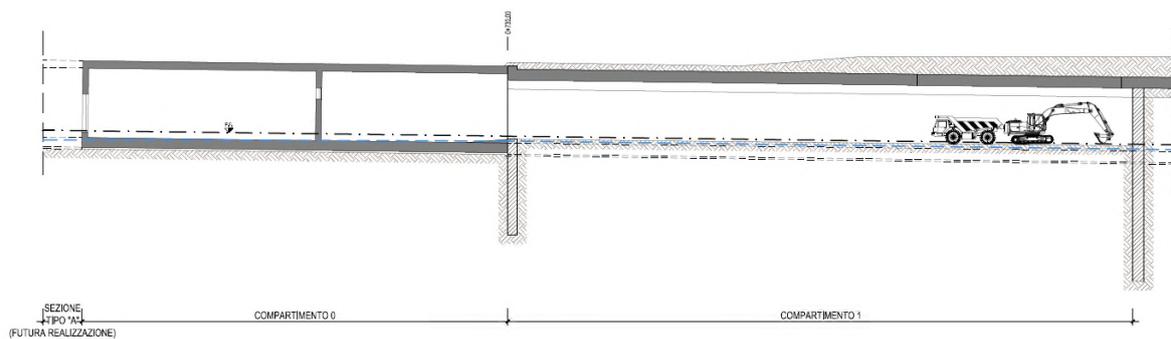
Lo scavo di un compartimento avverrà generalmente a piena sezione e inizierà solo dopo il completamento delle strutture definitive del compartimento precedente. Per garantire la messa in pressione del nuovo compartimento, è prevista l'esecuzione di fori nel diaframma trasversale che poi verrà demolito in blocchi.

Nel caso di sezione di scavo a doppia canna, come ad esempio la sezione D, l'avanzamento avverrà contemporaneamente nei due compartimenti adiacenti.

Per il tratto di galleria scavato con applicazione di aria compressa si prevedono le seguenti fasi.

FASE 01

- Demolizione del primo diaframma di compartimentazione
- Scavo soprafalda in condizioni atmosferiche
- Installazione all'imbocco degli impianti per la produzione e gestione dello scavo in aria Compressa



FASE 02

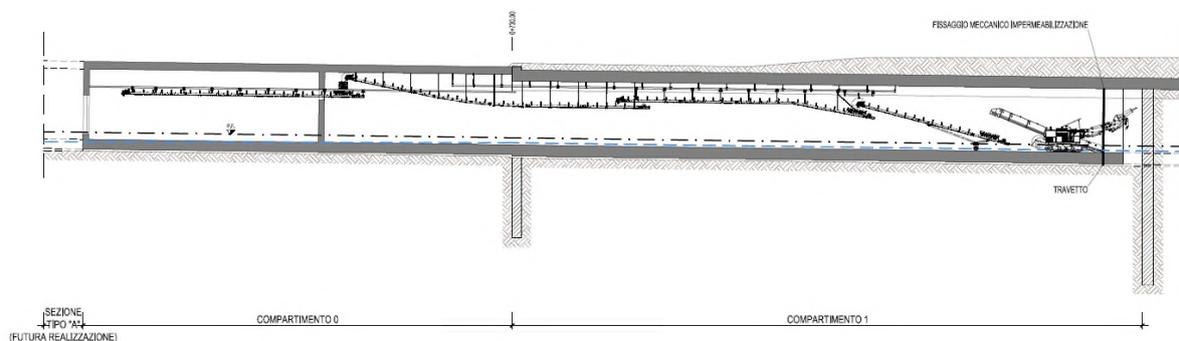
- Installazione well point per abbassamento falda al di sotto della quota di massimo scavo
- Scavo fino a fondo scavo in condizioni atmosferiche

FASE 03

- Posa del magrone
- Posa del sistema di impermeabilizzazione nel compartimento 1

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 10 di 95
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione								

- Fissaggio meccanico dell'impermeabilizzazione tramite piastre metalliche ai diaframmi e al travetto trasversale
- Getto dei rivestimenti definitivi (solettone di fondo + fodere) fino a 2 m dal diaframma trasversale
- Installazione sistema di smarino



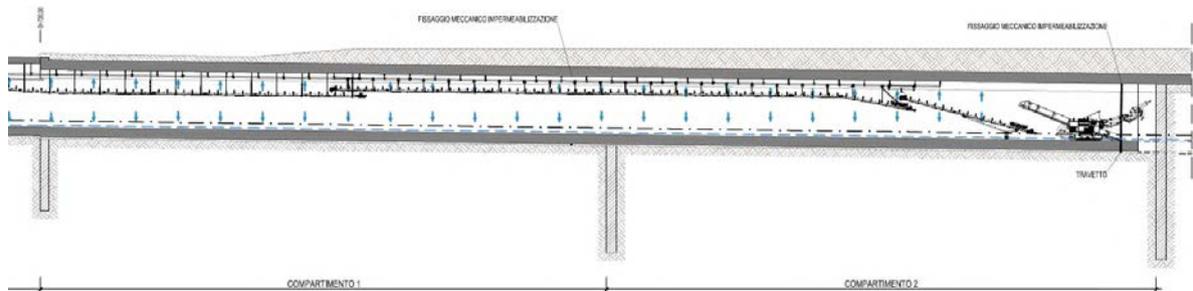
FASE 04

- Attivazione aria compressa
- Perforazione del diaframma di compartimentazione per pressurizzare il compartimento 2
- Demolizione del diaframma con filo diamantato partendo dall'alto*
- Esecuzione dello scavo a piena sezione fino al termine del compartimento

FASE 05

- Posa del magrone
- Posa del sistema di impermeabilizzazione nel compartimento 2
- Fissaggio meccanico dell'impermeabilizzazione tramite piastre metalliche ai diaframmi e al travetto trasversale
- Getto dei rivestimenti definitivi (solettone di fondo + fodere) fino a 2m dal diaframma trasversale

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 11 di 95
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione							

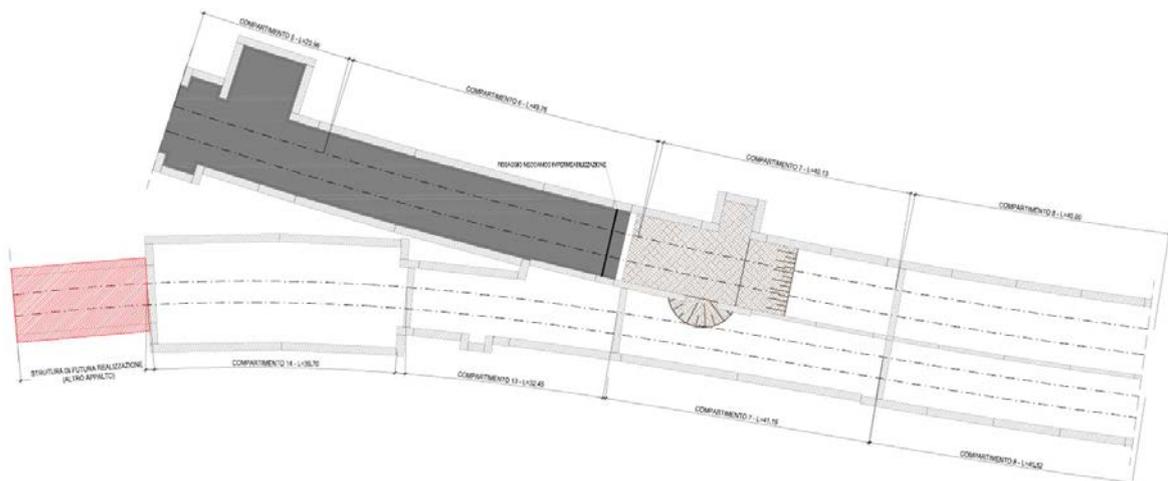


FASE 06

- Ripetizione delle fasi 04 e 05 fino al compartimento 6

FASE 07

- Perforazione del diaframma di compartimentazione per pressurizzare il compartimento 7
- Demolizione del diaframma con filo diamantato partendo dall'alto
- Avanzamento scavo nel compartimento 7 fino al bypass



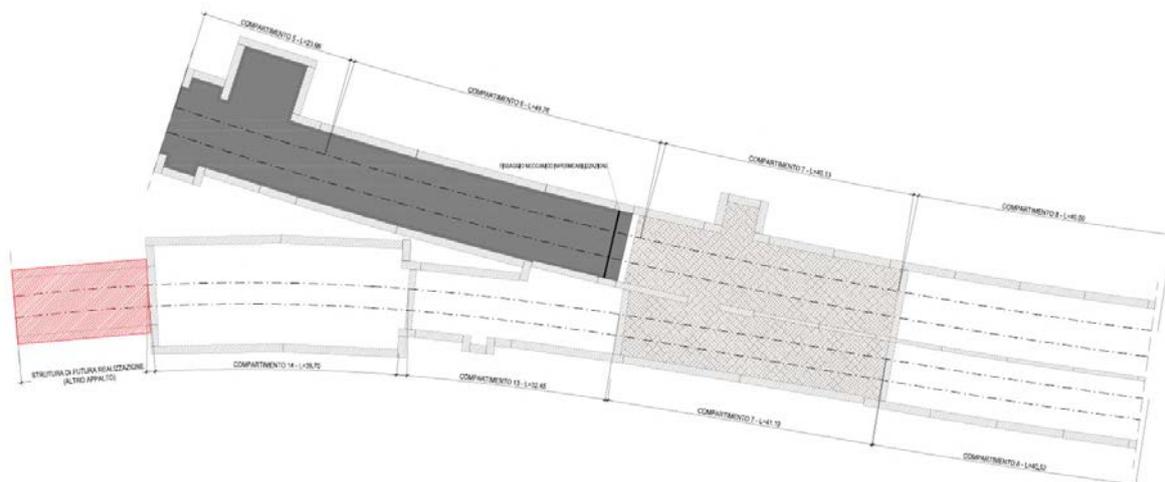
FASE 08

- Scavo a piena sezione della porzione del compartimento 7 in corrispondenza della Circumvesuviana

FASE 09

- Completamento scavo a piena sezione compartimento 7 in entrambe le canne contemporaneamente

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. PAGINA C 12 di 95

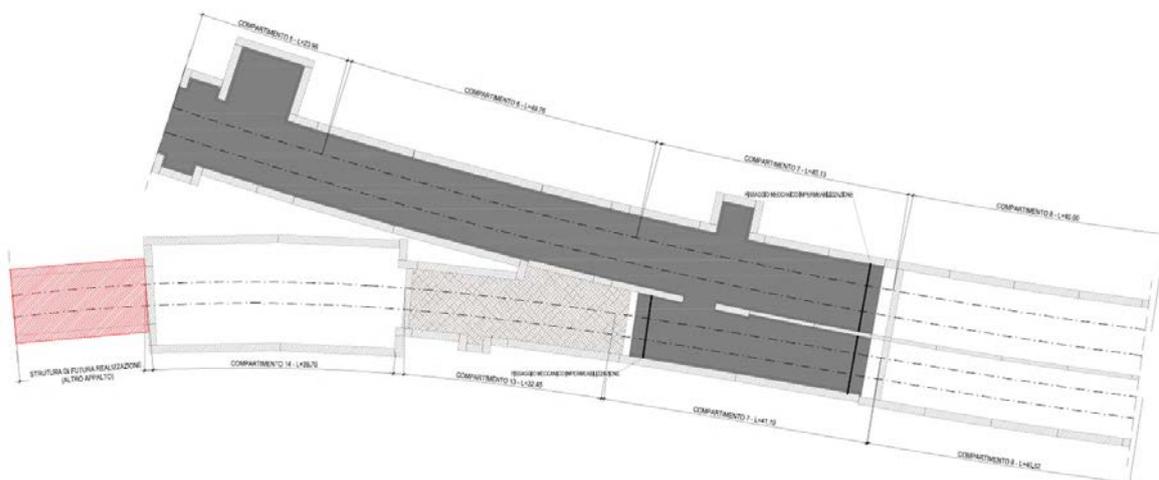


FASE 10

- Posa del magrone
- Posa del sistema di impermeabilizzazione nel compartimento 7
- Fissaggio meccanico dell'impermeabilizzazione tramite piastre metalliche ai diaframmi e al travetto trasversale
- Getto dei rivestimenti definitivi (solettone di fondo + fodere) fino a 2m dal diaframma trasversale

FASE 11

- Perforazione del diaframma di compartimentazione per pressurizzare il compartimento 13
- Demolizione del diaframma con filo diamantato partendo dall'alto*
- Avanzamento dello scavo a piena sezione compartimento 13



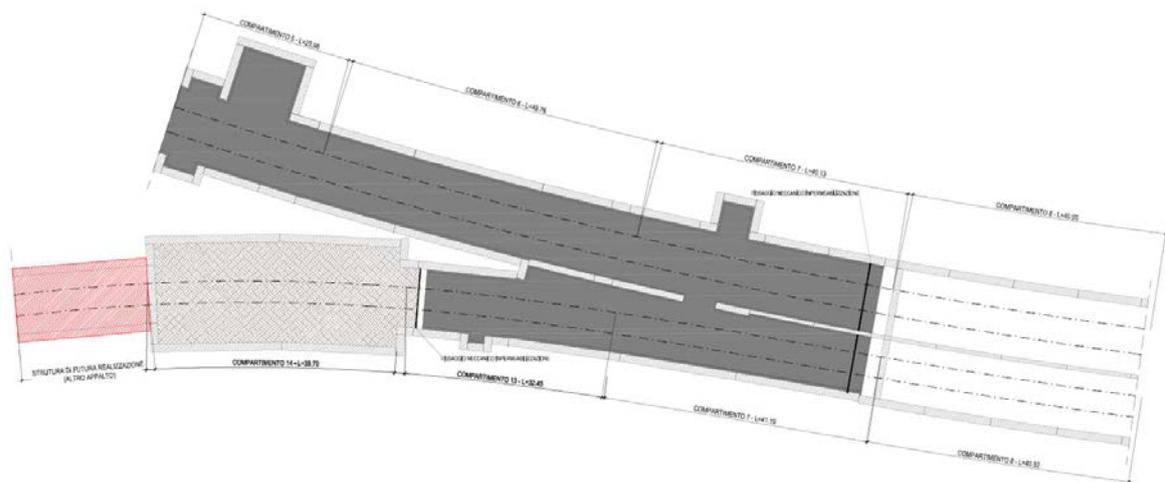
APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014	
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	PU	SZ.00.B.0.003	C	13 di 95

FASE 12

- Posa del magrone
- Posa del sistema di impermeabilizzazione nel compartimento 13
- Fissaggio meccanico dell'impermeabilizzazione tramite piastre metalliche ai diaframmi e al travetto trasversale
- Getto dei rivestimenti definitivi (solettone di fondo + fodere) fino a 2m dal diaframma trasversale

FASE 13

- Perforazione del diaframma di compartimentazione per pressurizzare il compartimento 14
- Demolizione del diaframma con filo diamantato partendo dall'alto*
- Avanzamento dello scavo a piena sezione compartimento 14



FASE 14

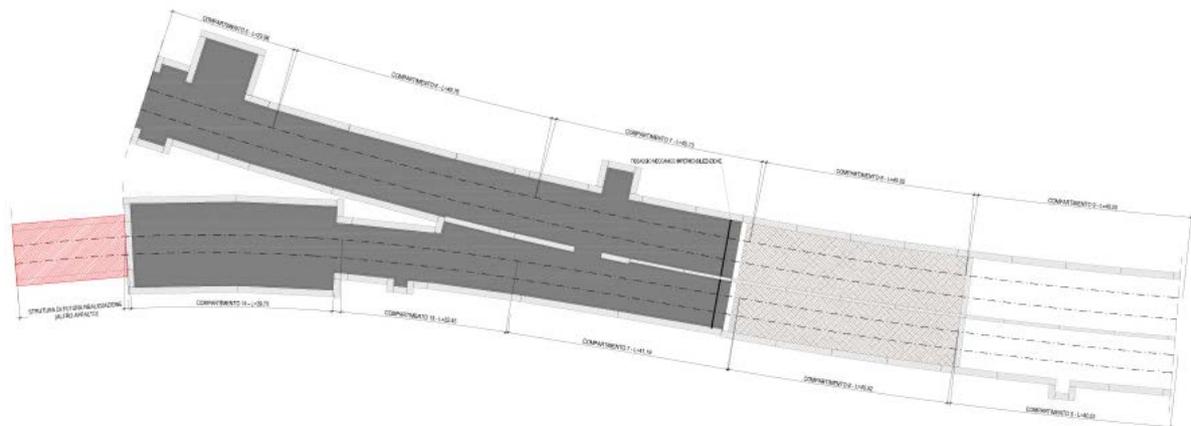
- Posa del magrone
- Posa del sistema di impermeabilizzazione nel compartimento 14
- Fissaggio meccanico dell'impermeabilizzazione tramite piastre metalliche (vedi particolari)
- Getto dei rivestimenti definitivi (solettone di fondo + fodere)

FASE 15

- Perforazione del diaframma di compartimentazione per pressurizzare il compartimento 8

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	PU	SZ.00.B.0.003	C	14 di 95

- Demolizione del diaframma con filo diamantato partendo dall'alto*
- Avanzamento dello scavo a piena sezione del compartimento 8 in entrambe le canne contemporaneamente



FASE 16

- Posa del magrone
- Posa del sistema di impermeabilizzazione nel compartimento 8
- Fissaggio meccanico dell'impermeabilizzazione tramite piastre metalliche ai diaframmi e al travetto trasversale
- Getto dei rivestimenti definitivi (solettone di fondo + fodere) fino a 2m dal diaframma trasversale

FASE 17

- Ripetizione delle fasi 15 e 16 fino al compartimento 11

FASE 18

- Ripetizione delle fasi 13 e 14 per il compartimento 12

FASE 19

- Disattivazione dell'aria compressa

La conformazione del sistema per poter operare in aria compressa, è costituita dai seguenti elementi principali:

- Le camere iperbariche, apparati che consentono il raggiungimento e il mantenimento al loro interno di una pressione superiore a quella atmosferica, nel caso specifico

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014	
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 15 di 95

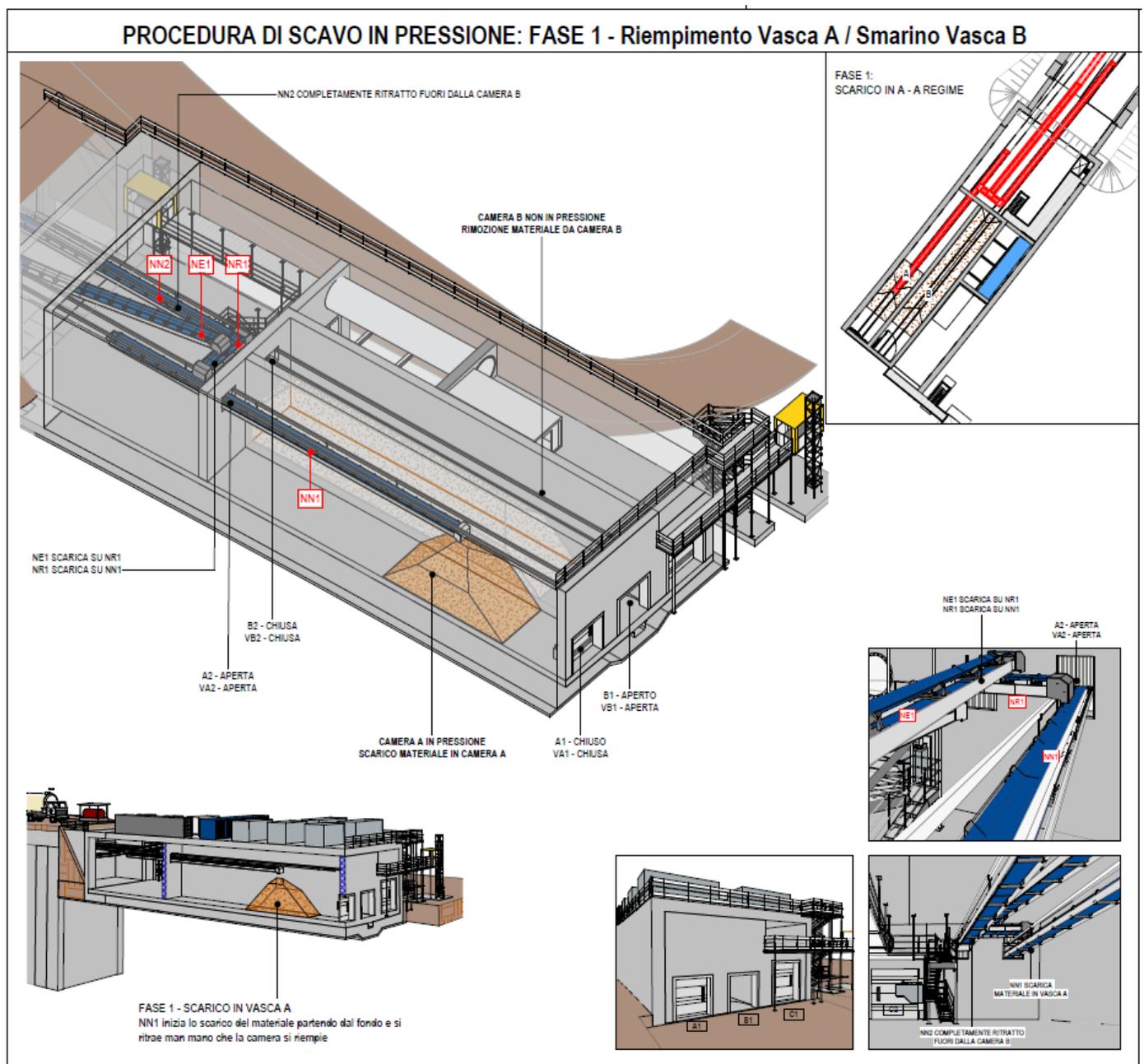
permetteranno il transito tra la porzione anteriore (galleria in fase di scavo e messa in pressione $P > P_{atm}$) e quella posteriore direttamente verso l'esterno a pressione atmosferica; prepareranno ad un ambiente iperbarico il personale che, formato informato e riconosciuto idoneo per tali fini, debba introdursi in galleria per lo svolgimento delle lavorazioni di scavo e rivestimento.

Dopo l'esposizione alla sovrappressione della galleria, gli operatori avranno bisogno di riadattarsi lentamente alla pressione atmosferica stazionando per un certo tempo nella camera iperbarica stessa.

- E' prevista una **camera di compensazione con due compartimenti per il personale** (la necessità della doppia camera iperbarica è giustificata dalla necessità di avere un doppio accesso in caso di emergenza), che dovrà essere omologata secondo le leggi vigenti in materia e deve consentire l'accesso al fronte nel modo più sicuro, agevole e rapido.
- Tali camere saranno completamente equipaggiate con porte, oblò (previsti dalla normativa per la verifica dall'esterno della camera) ed equipaggiamento interno e saranno localizzate per l'accesso al compartimento di scavo. Le porte d'accesso devono permettere il passaggio di una lettiga per il trasporto delle persone. Ogni scomparto dovrà essere dotato di tutte le attrezzature necessarie e regolamentari per l'aria compressa, l'illuminazione, comunicazione ed i meccanismi di compressione e decompressione, sistema antincendio a pioggia d'acqua e finestre fisse per guardare all'interno. In ogni camera è previsto un impianto antincendio ad acqua pressurizzata.
- In adiacenza sono previste **tre camere iperbariche "carrabili"**: una per la movimentazione di mezzi, materiali ed utensili, collocata in posizione sottostante le due camere per il personale; due, in adiacenza, predisposte per il deposito dello smarino trasportato con due nastri trasportatori retrattili nel tratto finale e alternativamente vuotate dall'esterno.
- Tali camere, **entro le quali non potrà essere presente il personale durante il funzionamento**, saranno munite di porte ad autotenuta, cioè che si chiudono dal lato della sovrappressione, e con speciale meccanismo di chiusura anche dall'esterno (sistema di chiusura ad autoclave dotato di due o quattro maniglie che hanno il solo compito di posizionare correttamente la guarnizione dello sportello sulla flangia – del fondo o del tronco di cono – in modo tale che quando si immette aria in camera è la pressione stessa che, agendo sull'area dello sportello, schiaccia la guarnizione e ne assicura la tenuta.

APPALTATORE: Mandataria: SALINI IMPREGILO S.p.A. Mandante: ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTISTA: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione	IF1M	0.0.E.ZZ	PU	SZ.00.B.0.003	C	16 di 95

La particolare procedura di allontanamento del materiale scavato nel tratto in pressione, che oltre ad assicurare la discontinuità fra ambiente in pressione e ambiente esterno assicura anche la continuità operativa delle operazioni di smarino, è riportata nei seguenti schemi esplicativi:



APPALTATORE:
 Mandataria: **SALINI IMPREGILO S.p.A.**
 Mandante: **ASTALDI S.p.A.**

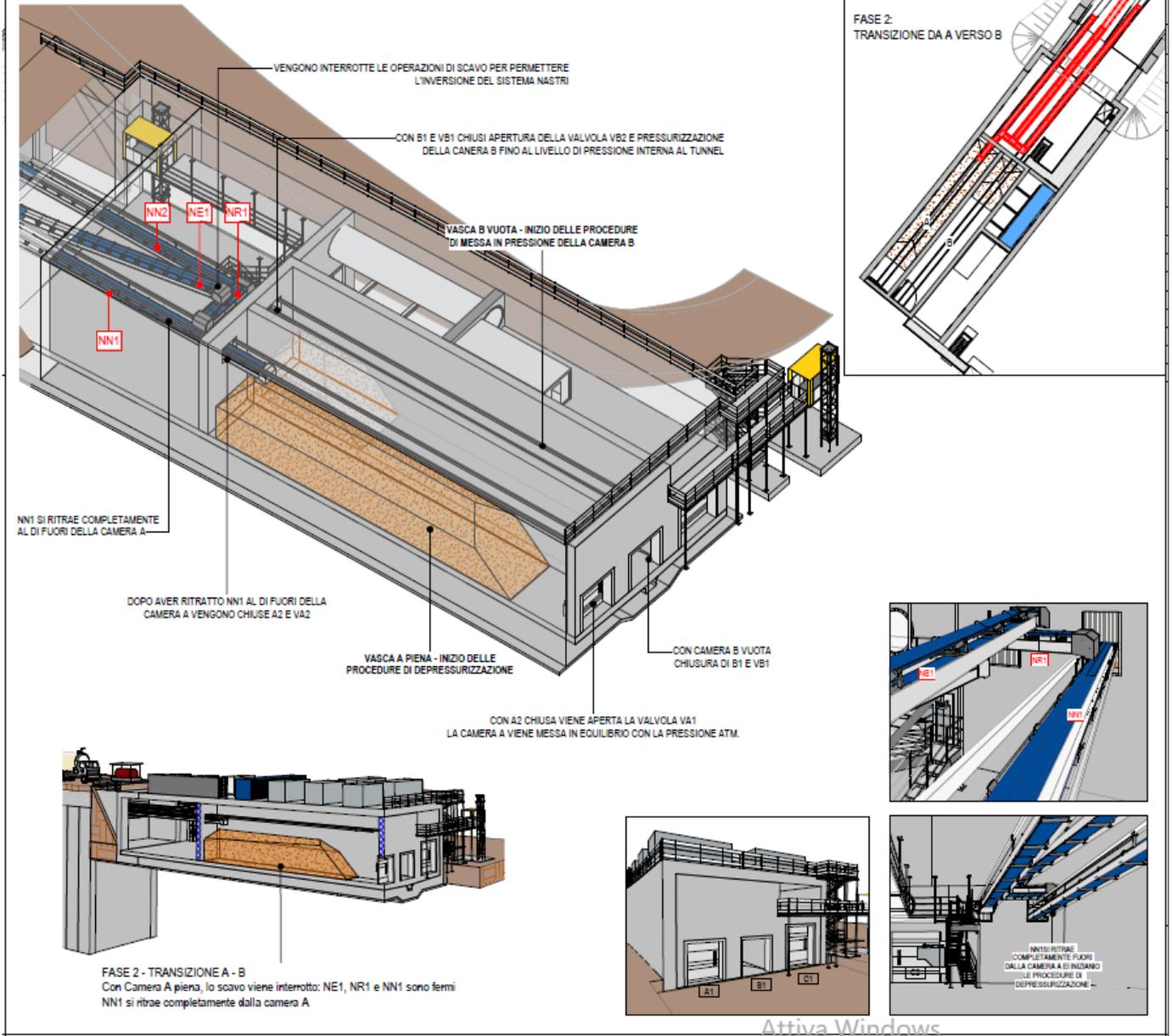
PROGETTISTA:
 Mandataria: **SYSTRA S.A.**
 Mandante: **SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.**

PROGETTO ESECUTIVO
Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione

LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI
TRATTA NAPOLI-CANCELLO
 IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE
 OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI
 CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
IF1M	0.0.E.ZZ	PU	SZ.00.B.0.003	C	17 di 95

PROCEDURA DI SCAVO IN PRESSIONE: FASE 2 - Vasca A piena e passaggio al riempimento della Vasca B



APPALTATORE:
 Mandataria: **SALINI IMPREGILO S.p.A.**
 Mandante: **ASTALDI S.p.A.**

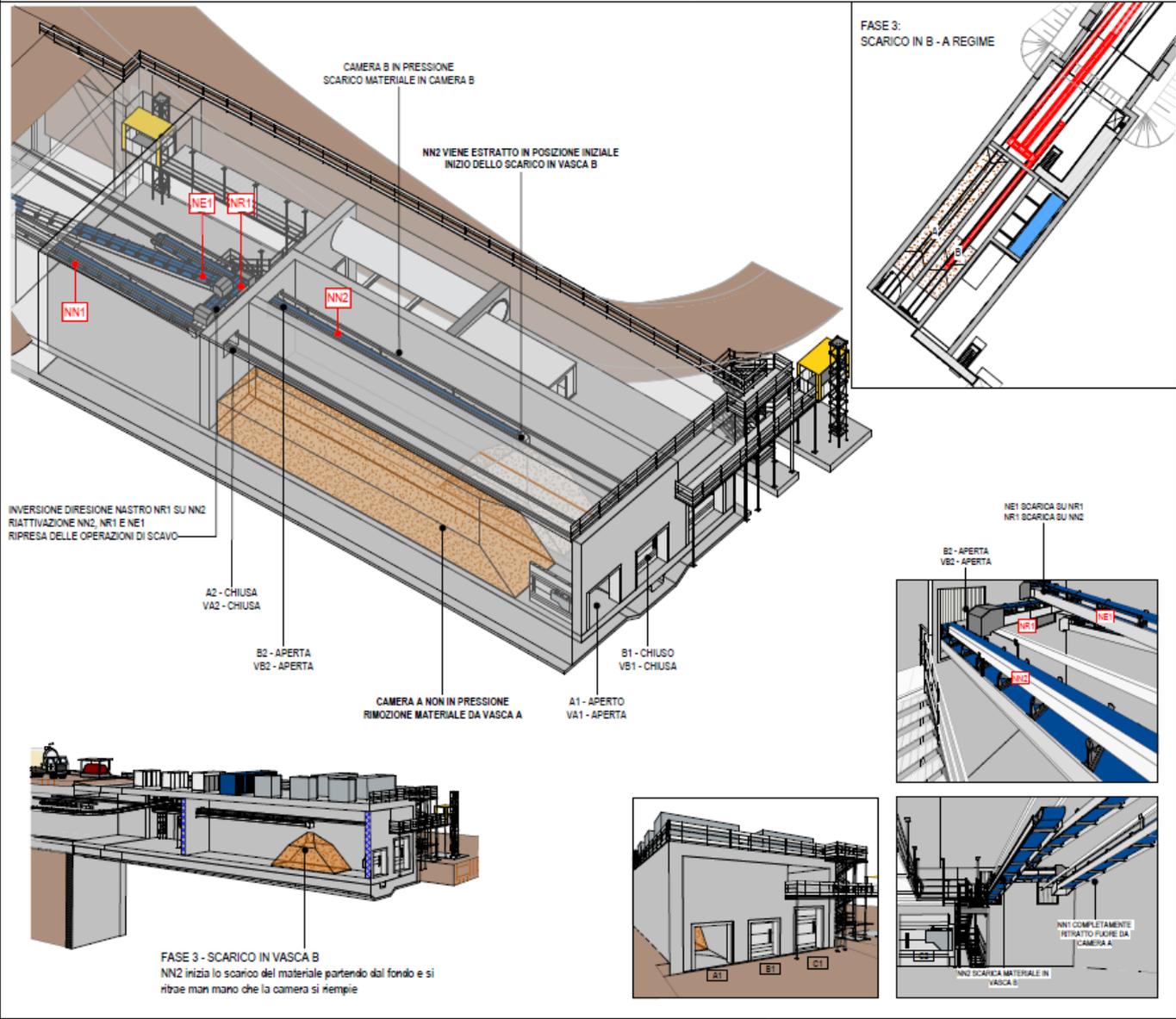
PROGETTISTA:
 Mandataria: **SYSTRA S.A.**
 Mandante: **SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.**

PROGETTO ESECUTIVO
Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione

LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI
TRATTA NAPOLI-CANCELLO
 IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE
 OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI
 CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
IF1M	0.0.E.ZZ	PU	SZ.00.B.0.003	C	18 di 95

PROCEDURA DI SCAVO IN PRESSIONE: FASE 3 - Riempimento Vasca B / Smarino Vasca A



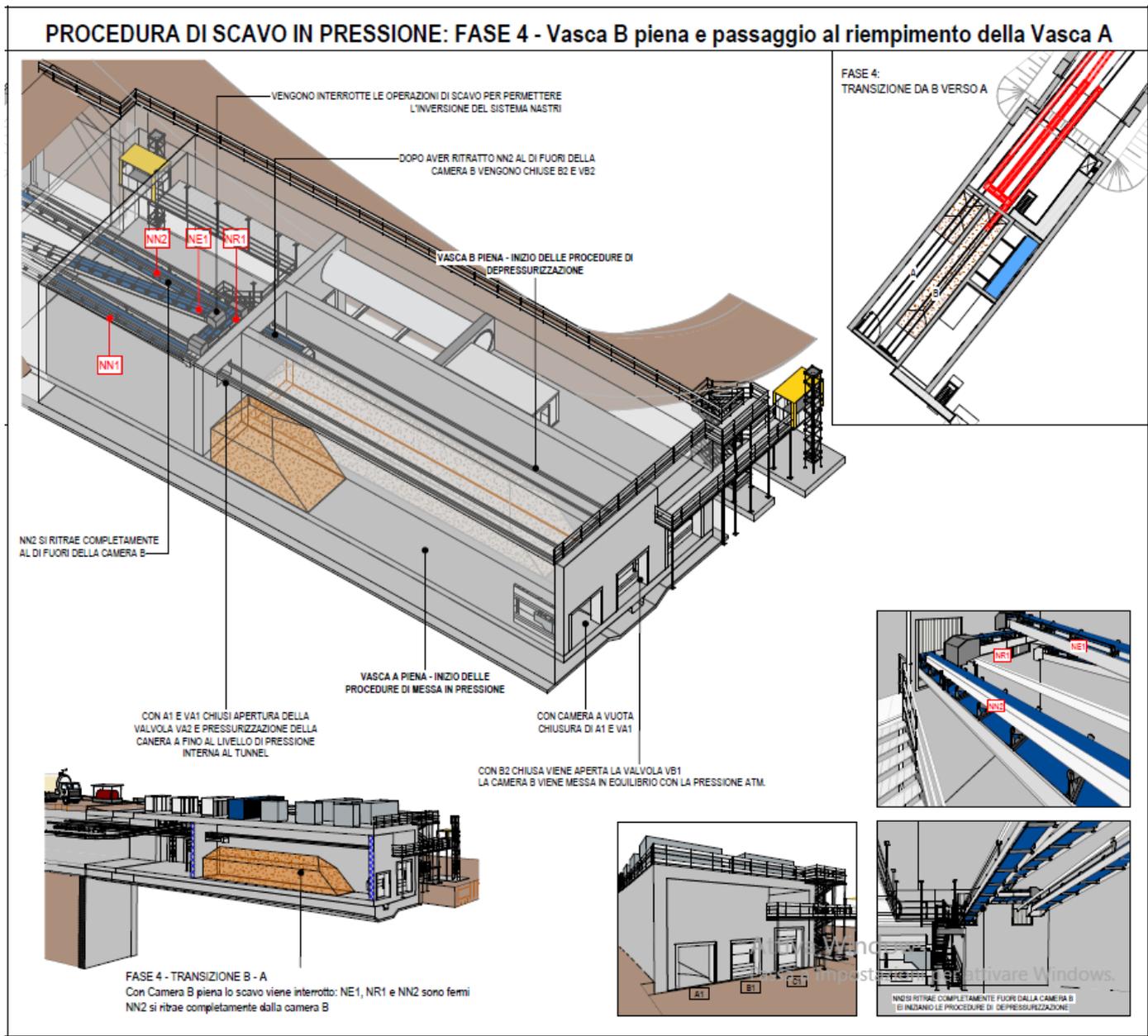
APPALTATORE:
 Mandataria: **SALINI IMPREGILO S.p.A.**
 Mandante: **ASTALDI S.p.A.**

LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI
TRATTA NAPOLI-CANCELLO
 IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE
 OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI
 CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014

PROGETTISTA:
 Mandataria: **SYSTRA S.A.**
 Mandante: **SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.**

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
IF1M	0.0.E.ZZ	PU	SZ.00.B.0.003	C	19 di 95

PROGETTO ESECUTIVO
 Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione



APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO									
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 20 di 95				

2 **ATMOSFERE IPERBARICHE: NORMATIVA APPLICABILE**

2.1 **Inquadramento normativo sulle atmosfere iperbariche**

Relativamente alle atmosferiche iperbariche dove non esiste un Capo dedicato nel D.Lgs n. 81/08, si deve effettuare la valutazione del rischio e adottare le misure di prevenzione e protezione, facendo riferimento all'art. 181 dello stesso decreto, il quale specifica che la valutazione del rischio di tutti gli agenti fisici deve essere tale da *“identificare e adottare le opportune misure di prevenzione e protezione”* facendo *“particolare riferimento alle **norme di buona tecnica e alle buone prassi**”*.

Le prime sono le norme tecniche nazionali (UNI, CEI) e internazionali (CEN, ISO), mentre le seconde sono definite all'art. 2 comma 1, punto v) come *“**soluzioni organizzative o procedurali coerenti con la normativa vigente e con le norme di buona tecnica, adottate volontariamente e finalizzate a promuovere la salute e la sicurezza sui luoghi di lavoro**”*.

Nel caso specifico, dovendo ovviamente focalizzare l'attenzione sulla prevenzione degli eventi barotraumatici e sulla valutazione di manifestazioni a lungo termine conseguenti all'esposizione in iperbarismo, la sorveglianza sanitaria dovrà essere finalizzata ad individuare alterazioni, disturbi e patologie dell'apparato respiratorio, cardio-vascolare e otorinolaringoiatrico nonché del sistema nervoso e della sfera psichica che controindichino lo svolgimento dell'attività lavorativa in un ambiente con aria compressa.

La valutazione dei rischi dovrà essere finalizzata alle tipologie di lavoro da realizzare in atmosfera iperbarica, quali nel caso in esame le operazioni in galleria in ambiente con aria compressa a secco, e porterà ad individuare le misure necessarie al rispetto dei parametri individuati dallo specifico protocollo di sorveglianza sanitaria.

Da tener anche presente che i lavori in atmosfera iperbarica all'interno della galleria e nelle camere iperbariche, rientrano fra le esposizioni a rischi potenzialmente nocivi per la salute e sicurezza delle **lavoratrici in gravidanza e del nascituro** riportate nelle linee direttrici dell'applicazione della Direttiva 92/85/CEE.

2.2 **Normativa, standard tecnici e linee guida internazionali**

A – Normativa italiana

Il primo e tutt'ora principale **strumento legislativo** in merito alla tutela della salute e sicurezza degli operatori iperbarici è il DPR 321/56 e s.m. che, per quanto concerne la

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014			
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 21 di 95

sorveglianza medica, individua obblighi tuttora vigenti. Tale decreto riguarda gli ormai obsoleti lavori nei cassoni e la sorveglianza medica prevista fa riferimento solo al rilascio di una generica “idoneità fisica” (art.34).

Per la valutazione della idoneità alla mansione specifica e per le successive visite mediche periodiche, oltre all’osservanza del DPR 321/56 e s.m., che fornisce comunque indicazioni relative alla periodicità delle visite mediche ed ai limiti di età e di genere per l’ammissione al lavoro iperbarico, si ritiene utile segnalare normativa e indicazioni tecniche che, in ogni caso, devono essere valutate in relazione alla specifica situazione del cantiere in esame:

- le indicazioni predisposte, in apposite Linee Guida, dalla Società Italiana di Medicina Subacquea ed Iperbarica (SIMSI);
- il combinato disposto delle norme sugli operatori subacquei per estrazioni petrolifere (DPR 866/79, DL 1/2009 convertito con Legge 27/2012 e UNI 11366:2010) che sancisce la sorveglianza sanitaria con periodicità annuale da parte di medico esperto di medicina subacquea;
- la normativa relativa al subacqueo in servizio locale di cui al DM 13/01/79 per cui si prevede una generica idoneità fisica accertata dal medico del porto.

B – Standard tecnici (normativa italiana)

Per quanto riguarda gli standard tecnici il riferimento è la norma UNI 11366: “Sicurezza e tutela della salute nelle attività subacquee e iperbariche professionali al servizio dell’industria”.

C – Normativa francese

Ad integrazione di quanto riportato nella normativa italiana, come anche indicato in sede di gara, per gli aspetti più tecnici relativi al lavoro in condizioni iperbariche si fa riferimento alla **normativa francese**.

La normativa francese definisce con dettaglio le attività di formazione del personale che opera in ambiente iperbarico, e prevede il rilascio di un certificato di idoneità al superamento di percorsi formativi distinti e definiti in funzione dell’attività professionale esercitata in ambiente pressurizzato ed in funzione delle sovrappressioni di lavoro (Decreto n° 45 dell’11 gennaio 2011, relativo alla protezione dei lavoratori che operano in ambiente iperbarico).

Le procedure di compressione e decompressione per l’ingresso e l’uscita dall’ambiente iperbarico sono disciplinate dall’Arrêté del 15 maggio 1992 sulle procedure di accesso, tempi di lavoro, evacuazione ed organizzazione del lavoro in ambiente iperbarico (allegati IV e V).

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014	
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 22 di 95

In particolare, si può fare riferimento a:

- Decreti francesi n° 90-277 del 28 marzo 1990 e n° 2011-45 del gennaio 2011, relativi alla tutela dei lavoratori che operano in ambiente iperbarico;
- Decreto francese del 28 gennaio 1991, che definisce le procedure per la formazione sulla sicurezza del personale che partecipa alle operazioni iperbariche; dal primo gennaio 2019, verranno applicate le nuove norme del decreto 12 dicembre 2016;
- Decreto francese del 15 maggio 1992 sulle procedure da utilizzare per l'accesso, la durata del lavoro, l'evacuazione e l'organizzazione del lavoro in ambiente iperbarico senza immersione (Appendice I, Decreto francese del 30 Ottobre 2012: Definizioni; Procedure per gli interventi in aria compressa senza immersione, secondo l'attività D).

D – Normativa britannica

The Health and safety executive (HSE) ha pubblicato nel 1996: "Guida al lavoro in materia di regolamentazione dell'aria compressa".

Il Compressed Air Working Group of British Tunneling Society, ha prodotto nel 2012 il documento "Guida al lavoro nelle normative sull'aria compressa 1996". Questa guida rappresenta un aggiornamento e una revisione completa delle linee guida HSE L96.

Il regolamento britannico fornisce dettagli sugli aspetti relativi alla sicurezza nei cantieri iperbarici, dall'organizzazione del lavoro fino ai piani di emergenza e al sistema antincendio ecc.

E - Linee Guida internazionali

Non tutti i paesi hanno un quadro completo di regolamenti e linee guida per garantire che i lavori di costruzione sotterranei siano condotti in modo sicuro e sano. Le "Linee guida per una buona pratica di salute e sicurezza sul lavoro nella costruzione di gallerie" dell'International Tunnelling and Underground Space Association (ITA - AITES), hanno fornito indicazioni sulle buone pratiche di base, laddove non esistono.

L'ITA ha redatto due rapporti:

- Rapporto ITA n. 001 (novembre 2008): linee guida per il buon lavoro - Pratica di salute e sicurezza nella costruzione di gallerie: § 14- Lavorare in Aria compressa,
- Relazione ITA n. 010 (V3 - Marzo 2018): linee guida per il buon funzionamento - Esercitarsi in aria compressa ad alta pressione (HPCA). Questa guida è applicabile a esposizioni di pressione intermedie superiori a 3,5 bar.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 23 di 95	

Pertanto, è lecito fare riferimento, per gli aspetti legati alla sicurezza in ambiente iperbarico, sia alla normativa inglese (ed in particolare alla Guida esplicativa redatta dalla British Tunnelling Society) che alla normativa francese.

F – Normative europee

Ad integrazione di quanto riportato nella normativa italiana, come anche indicato in sede di gara, per gli aspetti più tecnici relativi al lavoro in condizioni iperbariche si fa riferimento alla **normativa europea** e più precisamente a:

- Standard europeo EN 12110 Tunnelling machines Air locks: requisiti di sicurezza;
- Standard europeo UNI EN 12021: Apparatî di protezione delle vie respiratorie – Aria compressa per respiratori.

2.3 Conclusioni

In conclusione, per quanto concerne la la normativa applicabile, il riferimento normativo nazionale di legge, che disciplina il lavoro in ambiente iperbarico, è il D.P.R. 20 marzo 1956, n. 321 sui lavori eseguiti mediante cassoni ad aria compressa.

Per quanto riguarda gli standard tecnici il riferimento è la norma UNI 11366: Sicurezza e tutela della salute nelle attività subacquee ed iperbariche professionali al servizio dell'industria.

Ad integrazione di quanto riportato nella normativa italiana, per gli aspetti più tecnici relativi al lavoro in condizioni iperbariche, si fa riferimento alle normative internazionali che disciplinano lo scavo in ambiente iperbarico, riepilogate nella seguente tabella:

Paese	Riferimenti normativi
Francia	<ul style="list-style-type: none"> • Arrêté del 15 maggio 1992 sulle procedure di accesso, tempi di lavoro, evacuazione ed organizzazione del lavoro in ambiente iperbarico • Arrêté del 28 gennaio 1991 sulle modalità di formazione alla sicurezza del personale che opera in ambiente iperbarico • Decreto n° 45 dell'11 gennaio 2011, relativo alla protezione dei lavoratori che operano in ambiente iperbarico • Decreto n° 90-277 del 29 marzo 1990. relativo alla protezione dei lavoratori che operano in ambiente iperbarico • Appendice del Decreto Francese del 30 Ottobre, 2012: Definizioni; Procedure relative alle attività svolte in ambienti con aria compressa senza immersione, secondo la sezione D

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ PU SZ.00.B.0.003 C 24 di 95	

Svizzera	<ul style="list-style-type: none"> • SUVA - 832.31 1 .12. Ordinanza sulla sicurezza dei lavoratori nei lavori in condizioni di sovrappressione, 2018
Inghilterra	<ul style="list-style-type: none"> • Work in compressed air regulations 1996
Germania	<ul style="list-style-type: none"> • Technlcal Regulation ter compressed air application, 1972
Canada	<ul style="list-style-type: none"> • Z275.3-09 (R2014) - Occu patio n al salely code (or vwork in compressed air envlronments, 2014
USA	<ul style="list-style-type: none"> • OSHA: Ocepational Salety and Health Admin., Labor § 1926.803 (Compressed Air), 2003 • USACE: EM 385-1-1 - Underground Con struction (Turinels), Shatts and Calssons, Sec. 26.I, 2014 • NIOSH: Tunnel and Sfiati Constraction, Sec.23, 2009 • Pennsylvanla; Deoartment of Labor And Induslrv - Tunnels and Compressed Air, Sec. 34 § 43. 1998
Linee Guida internazionali	<ul style="list-style-type: none"> • Rapporto ITA n. 001 (novembre 2008): linee guida per il buon lavoro - Pratica di salute e sicurezza nella costruzione di gallerie: § 14- Lavorare in Aria compressa, • Relazione ITA n. 010 (V3 - Marzo 2018): linee guida per il buon funzionamento - Esercitarsi in aria compressa ad alta pressione (HPCA). Questa guida è applicabile a esposizioni di pressione intermedie superiori a 3,5 bar.
Normative europee	<ul style="list-style-type: none"> • Standard europeo EN 12110 Tunnelling machines Air locks: requisiti di sicurezza; • Standard europeo UNI EN 12021: Apparatì di protezione delle vie respiratorie – Aria compressa per respiratori.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. PAGINA C 25 di 95

3 IMPIANTO DI VENTILAZIONE

L'impianto di ventilazione avrà il compito di immettere una quantità di aria fresca pulita sufficiente in modo da garantire una corretta diluizione degli agenti inquinanti prodotti, rispettando così i seguenti obiettivi:

- livello degli inquinanti aerodispersi (gas, vapori, polveri) al di sotto del 50% del valore limite (in condizioni di normale pressione atmosferica si misura la concentrazione dei gas considerati, mentre nel caso di aria compressa il valore di soglia degli elementi sarà dato dalla pressione parziale);
- parametri microclimatici (temperatura e umidità), ossia complesso di parametri che condizionano gli scambi termici soggetto / ambiente, nella norma. Occorre infatti tenere presente l'aumento della temperatura dovuto al funzionamento dei motori elettrici delle macchine operatrici utilizzate.

L'immissione di aria in galleria artificiale, sarà realizzata con l'impianto di aria compressa.

Pertanto, poiché l'aria immessa in tal modo dovrà risultare respirabile, devono essere previsti appositi filtri per evitare contaminazioni.

Inoltre dovrà essere prevista una pulizia periodica delle tubazioni, al fine di mantenerle pulite asportando depositi sulle pareti.

Tutte le appropriate misure di prevenzione, saranno prese per assicurare la fornitura di aria respirabile per la camera di lavoro e per la camera di compensazione senza alcuna interruzione.

Tra i vari requisiti si hanno:

- Come specificato nel report ITA n°001:
 - Art 14.4.21: Un numero sufficiente di compressori dovrebbero essere predisposti insieme ad un generatore di corrente di riserva. Nel caso in cui il generatore di corrente principale venga mancare causa guasto quello di riserva dovrebbe attivarsi automaticamente.
- Come specificato in BTS A guide to the work in compressed air – regulation 1996.
 - Art. 106: per il funzionamento di qualsiasi sistema di tubazione che fornisca aria compressa necessita di essere duplicato/sdoppiato tra l'impianto ad aria compressa e la stazione degli inservienti della camera di compensazione.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 26 di 95

- Come specificato nel reporto ITA n°001:

L'ingresso e l'uscita di aria nella camera di lavoro deve essere appropriato in conformità con i seguenti requisiti.

- Art. 7.1.4: Come guida/indicazione, la quantità di aria fornita o estratta da davanti dovrebbe essere tale che il flusso medio nella piena sezione trasversale del tunnel dovrebbe essere compresa tra 0,3 m/s e 2m/s per tutto il tempo.
- Art 7.1.7: La ventilazione dovrebbe essere tale che in tutte le aree siano assicurate le condizioni sanitarie standard.

- Come specificato in BTS A guide to the work in compressed air – regulation 1996.

- Art.105: La ventilazione è richiesta ulteriormente per mantenere confortevole l'ambiente di lavoro
- Art.109: Dovrebbe essere predisposto una fornitura di aria compressa e tubazioni di scarico in maniera da assicurare la circolazione di aria all'interno della camera di lavoro. Quando la naturale circolazione è insufficiente a causa della perdita d'aria attraverso la parte davanti, sarà necessario considerare la circolazione indotta con mezzi come l'uso di un rissatore

- In relazione al **quantitativo di aria necessario per il personale**, ci sono alcuni valori di flusso raccomandati:

Per la camera di compensazione del personale.

- EN12110 art. 5.3.7: Il tasso di rifornimento dell'aria dovrà essere almeno 50l/min a persona, misurata alla pressione della camera. Questo vuol dire che al valore di 1 bar al manometro il tasso di rifornimento di aria dovrà essere almeno 100 Normo/l a persona

Per la camera di lavoro:

- French Code Du Travail – Art R4222-5: In una galleria a pressione atmosferica il flusso minimo di ventilazione dovrà essere almeno 25 l/sec/persona sul lato di lavoro.

Questo vuol dire che al valore di 1 bar al manometro il tasso di rifornimento d'aria dovrà essere almeno 1,5 normo m³/min/persons (90 normovm³/ora/persona).

- French Code Du Travail – Art R4534-44: In un ambiente di lavoro sporco a pressione atmosferica il valore minimo del flusso di ventilazione dovrà essere almeno di 60 m³/ora/persona

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.				
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 27 di 95

Questo vuol dire che al valore di 1 bar al manometro il tasso di rifornimento d'aria dovrà essere almeno 1 normo m³/min/persons (60 normovm³/ora/persons).

- BTS A guide to the Work in Compressed Air - Regulations 1996: Art 105: Il minimo tasso di rifornimento d'aria compressa deve essere almeno di 300 l/min misurato alla pressione della camera di lavoro per ogni lavoratore nella camera. Questo vuol dire che al valore di 1 bar al manometro il tasso fornitura d'aria dovrà essere almeno di 0,3 normo m³/min/person (18 normo m³/hour/person).
 - ITA report n° 001 - Art 14.3.2: La ventilazione dovrebbe essere predisposta con un minimo di 40 m3 (alla pressione della camera) per ora per lavoratore di aria fresca scaricata nella postazione di lavoro. Questo vuol dire che al valore di 1bar al manometro il rifornimento d'aria dovrà essere almeno di 1,33 normo m³/min/person (80 normo m³/hour/person).
- Il sistema di ventilazione terrà in conto il quantitativo di perdite d'aria. Come specificato nel report ITA n°001:
- Art.14.3.2: il sistema di ventilazione deve avere una capacità di almeno il 50% maggiore rispetto al requisito standard del flusso.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO									
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 28 di 95				

4 MONITORAGGIO GAS

In corrispondenza di ogni posto di lavoro ove vi sia permanentemente la presenza di personale, dovrà essere monitorato il livello dei seguenti gas:

- Ossigeno: O₂;
- Monossido di Carbonio: CO;
- Anidride Solforosa: SO₂;
- Ossido di Azoto: NO;
- Biossido di Azoto: NO₂;

A tal fine, è necessario tenere in considerazione che l'ambiente in questione è ad aria compressa.

Questo vuol dire che se alla pressione atmosferica si misura la concentrazione dei gas considerati, con aria compressa il valore di soglia sarà dato dalla pressione parziale. Spesso il detector (di pressione) portatile è usato nel caso normale alla pressione atmosferica.

In BTS A Guide to the work in compressed air – Regulations 1996: Appendix 2 “Use of portable electronic atmospheric gas monitoring equipment in compressed air working”, è specificato:

- Le fluttuazioni di pressione potrebbero causare l'accensione dei sensori principali nel monito di allarme
- Le riduzioni di pressione potrebbero causare la non lettura /non funzionamento del sensore
- Durante il periodo quando i sensori sono interessati da rapide fluttuazioni di pressione, questi non possono fornire una misura accurata
- La condensa risultante dagli effetti delle variazioni di pressione sull'atmosfera umida causa malfunzionamenti del monitor,
- I produttori di strumenti devono essere consultati sull'uso dei loro strumenti nell'aria compressa.

Infatti ci stanno 3 modi per monitorare i valori di gas. In sito l'appropriato monitoraggio di controllo del gas sarà:

- Apparecchiature di monitoraggio atmosferico portatili per strumenti che possono essere utilizzati in aria compressa,

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014			
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 29 di 95

- Analisi continua dell'aria per mezzo di una linea di campionamento proveniente dalla camera di lavoro (e dai compartimenti della camera di compensazione). L'operatore nella camera di compensazione legge l'analizzatore montato sul pannello di controllo,
- Uso di tubi colorimetrici per rivelatori di gas utilizzati per misurare la concentrazione dell'inquinante presente nell'atmosfera iperbarica. Un volume noto di aria di campionamento viene pompato attraverso un tubo colorimetrico usando una pompa manuale. Questa è un'analisi con una sola possibilità.

In ogni posto di lavoro dovrà essere presente un **Responsabile** che avrà il compito di custodire e di portare con se il rilevatore di gas e, al superamento della soglia di allarme per picco (STEL) per un periodo superiore a 15 minuti primi, dovrà dare ordine di abbandonare la galleria a tutto il personale ivi presente.

I valori TLV - STEL ACGIH di concentrazione consentita per non più di 15 minuti primi in 8 ore lavorative, sono per i seguenti agenti:

- Monossido di Carbonio [CO]:100 ppm;
- Anidride Solforosa [SO2]:5 ppm;
- Idrogeno Solforato [H2S]:15 ppm;
- Ossido di Azoto [NO]:25 ppm;
- Biossido di Azoto [NO2]:3 ppm;

Inoltre, sono da prevedere **sistemi fissi** per la rilevazione di gas:

- Sensori per il rilevamento di acido solfidrico, ossigeno, monossido di carbonio, anidride carbonica all'interno della galleria (anche questi collegati ad un sistema di allarme per superamento limiti e ad un sistema di supervisione all'esterno della galleria).
- Eventuale rilevamento della concentrazione di radon all'interno della galleria al fronte e lungo la galleria scavata (da verificare in base alle indicazioni del geologo). L'eventuale radioattività sarà rilevata ad intervalli regolari – ogni 2 giorni o secondo i cambiamenti dei comportamenti geologico-idrogeologici (variata geologia, implementata infiltrazione di acqua ipogea).

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.				
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 30 di 95

5 DIFESA CONTRO LE POLVERI

- Lo scavo e/o, dove richiesto, l'abbattimento meccanico dei fronti, dovrà essere eseguito mediante macchine munite di dispositivi per l'aspirazione delle polveri o con ausilio di spruzzatori ad acqua.
- Lo smarino dovrà essere inumidito, se necessario, prima di essere rimosso e trasportato. Il caricamento dei nastri dovrà essere effettuato in modo da evitare la caduta dei materiali durante il trasporto stesso.
- La qualità dell'aria in corrispondenza delle attività di scavo e di trasporto del materiale, sarà costantemente monitorata per controllare che la quantità di polvere sia compresa nei limiti ammessi dalla normativa vigente
- I valori TLV - TWA ACGIH di concentrazione media sulle 8 ore lavorative per la concentrazione tollerabile di quantità di polveri, sono per i seguenti agenti (a pressione atmosferica):
 - Polveri generiche: 10 mg/m³ (polveri totali);
 - Polveri frazione respirabile: 3 mg/m³;
 - Silice cristallina (quarzo alfa): 0,05 mg/m³ (frazione respirabile);
 - Fumi diesel: 0,02 mg / m³ (frazione respirabile) – assenti nello scavo in condizioni iperbariche, visto l'obbligo d'uso di motori elettrici, ma da considerare nelle camere di estrazione;

I valori di concentrazione media TLV - TWA ACGIH per 8 ore lavorative, relativi ai livelli tollerabili di polvere fine in ambiente ad aria compressa con 1 bar al manometro, sono:

- Polvere fine generica: 5 mg / m³ (polvere fine totale);
- Proporzione traspirante di polvere fine: 1,5 mg / m³;
- Silice cristallina (alfa-quarzo): 0,025 mg / m³ (proporzione respirabile);
- Gas di scarico diesel: 0,01 mg / m³ (proporzione respirabile) - assenti negli scavi effettuati in condizioni iperbariche, a causa dell'obbligo di utilizzare motori elettrici, ma da considerare nelle camere di estrazione.

Nel caso sorgessero delle difficoltà respiratorie per la presenza delle polveri in alcune lavorazioni, dovrà essere previsto che il personale faccia uso di idonee maschere munite di filtri, tenute sempre in efficienza nei luoghi di lavoro **(facciali filtranti di Classe FFP3 o maschere filtranti di Classe P3)**.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.				
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 31 di 95

6 IMPIANTO ARIA COMPRESSA

- Il sistema di regolazione dell'aria compressa in galleria deve essere costituito, per motivi di sicurezza, da due impianti di regolazione, inseriti nel circuito dell'aria compressa, completi di stazioni di misura, sensori di pressione, riduttori di pressione, valvole di carico e scarico con regolazione di sicurezza elettronica a sovrappressione.
- Dovranno essere installate due linee di alimentazione. Una linea dovrà essere sempre in esercizio, mentre la seconda rimarrà in stand-by pronta ad entrare in funzione, attraverso un commutatore, in caso di guasto della prima condotta. Le due linee dovranno essere collegate tra di loro attraverso una condotta dotata di valvola di ritegno per impedire il travaso da una linea all'altra. Le indicazioni di pressione per i due condotti di alimentazioni devono trovarsi nella cabina comando.
- La qualità dell'aria compressa generata dai compressori deve essere trattata e filtrata per assicurare aria respirabile e deve corrispondere ai requisiti indicati dalla normativa europea DIN EN 12021:1999.
- L'impianto di produzione di aria compressa deve garantire il mantenimento costante della pressione in galleria. Dovrà essere composto da tre compressori, ognuno dei quali fornisce metà della portata di progetto, installati all'esterno, dotati di potenza e capacità adeguata a fornire il volume d'aria richiesto. Tali compressori dovranno essere tutti collegati in automatico in modo da intervenire immediatamente a qualsiasi calo di pressione. Inoltre deve essere prevista l'installazione di un terzo compressore d'emergenza e di un **generatore di emergenza autosufficiente in caso di black out del sistema principale per mancanza di energia elettrica.**

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.				
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 32 di 95

7 CAMERE IPERBARICHE

7.1 Generalità e conformazione del sistema

- Le camere iperbariche, apparati che consentono il raggiungimento e il mantenimento al loro interno di una pressione superiore a quella atmosferica, nel caso specifico permetteranno il transito tra la porzione anteriore (galleria in fase di scavo e messa in pressione $P > Patm$) e quella posteriore direttamente verso l'esterno a pressione atmosferica; prepareranno ad un ambiente iperbarico il personale che, formato informato e riconosciuto idoneo per tali fini, debba introdursi in galleria per lo svolgimento delle lavorazioni di scavo e rivestimento.
 Dopo l'esposizione alla sovrappressione della galleria, gli operatori avranno bisogno di riadattarsi lentamente alla pressione atmosferica stazionando per un certo tempo nella camera iperbarica stessa.
- Da prevedere una **camera di compensazione con due compartimenti per il personale** (la necessità della doppia camera iperbarica è giustificata dalla necessità di avere un doppio accesso in caso di emergenza), che dovrà essere omologata secondo le leggi vigenti in materia e devono consentire l'accesso al fronte nel modo più sicuro, agevole e rapido.
- Tali camere dovranno essere completamente equipaggiate con porte, oblò (previsti dalla normativa per la verifica dall'esterno della camera) ed equipaggiamento interno e saranno localizzate per l'accesso al compartimento di scavo. Le porte d'accesso devono permettere il passaggio di una lettiga per il trasporto delle persone.
 Ogni scomparto dovrà essere dotato di tutte le attrezzature necessarie e regolamentari per l'aria compressa, l'illuminazione, comunicazione ed i meccanismi di compressione e decompressione, sistema antincendio a pioggia d'acqua e finestre fisse per guardare all'interno.
 In ogni camera deve essere previsto un impianto antincendio ad acqua pressurizzata.
- In adiacenza sono previste **tre camere iperbariche "carrabili"**: una per la movimentazione di mezzi, materiali ed utensili, collocata in posizione sottostante le due camere per il personale; due, in adiacenza, predisposte per il deposito dello smarino trasportato con due nastri trasportatori retrattili nel tratto finale e alternativamente vuotate dall'esterno.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 33 di 95

- Tali camere, **entro le quali non potrà essere presente il personale durante il funzionamento**, saranno munite di porte ad autotenuta, cioè che si chiudono dal lato della sovrappressione, e con speciale meccanismo di chiusura anche dall'esterno (sistema di chiusura ad autoclave dotato di due o quattro maniglie che hanno il solo compito di posizionare correttamente la guarnizione dello sportello sulla flangia – del fondo o del tronco di cono – in modo tale che quando si immette aria in camera è la pressione stessa che, agendo sull'area dello sportello, schiaccia la guarnizione e ne assicura la tenuta.

7.2 Impianti da installare in camera iperbarica

Nel presente capitolo vengono esaminati gli impianti e i sistemi necessari per il funzionamento in sicurezza delle camere di compensazione ad uso del personale.

7.2.1 Impianto elettrico

➤ Dislocazione delle camere iperbariche

La collocazione delle camere iperbariche deve essere fatta tenendo conto di tutte le possibili situazioni di rischio presenti nell'ambiente al cui interno la camera è collocata e delle possibili ripercussioni che possono trasmettersi da una struttura all'altra; in particolare, devono essere valutate:

- tutte le caratteristiche dei componenti e degli impianti elettrici che possono avere effetti nocivi sugli altri componenti elettrici o sugli altri servizi o che siano tali da compromettere il funzionamento della sorgente elettrica
- la frequenza e la qualità della manutenzione che si può ragionevolmente prevedere nel corso dell'uso previsto dell'impianto
- l'accessibilità ai componenti elettrici sia per quanto riguarda le operazioni di manutenzione, sia per quanto riguarda possibili situazioni di emergenza.

➤ Progettazione e componenti

L'impianto elettrico e tutti i componenti devono essere realizzati a regola d'arte. Gli impianti e i componenti realizzati secondo le specifiche norme CEI, si considerano realizzati a regola d'arte.

7.2.2 Impianto di illuminazione

➤ Installazione

Gli impianti e gli apparecchi di illuminazione, ad eccezione degli "apparecchi di illuminazione interni" e dell'"illuminazione di sicurezza", devono essere installati all'esterno delle camere iperbariche e devono essere posizionati in maniera da

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014	
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 34 di 95

illuminare l'interno delle camere stesse attraverso opportuni oblò o mezzi di trasporto della luce (ad esempio: fibre ottiche).

I componenti degli oblò devono:

- essere conformati in maniera da non subire deterioramenti o rotture provocati dalle sollecitazioni meccaniche e termiche causate dalle lampade
- non raggiungere temperature tali da innescare possibili incendi all'interno della camera.

I mezzi di trasmissione della luce devono:

- essere adatti alle connessioni realizzate in fibra ottica o sistemi equivalenti
- avere guarnizioni che consentano la dilatazione termica delle giunzioni e che siano affidabili in relazione alla temperatura, alla pressione e al tipo di gas. Le guarnizioni ad anello devono essere posizionate, per esempio, all'interno di opportune sedi, così da impedire la loro rottura o il loro deterioramento; possono anche essere realizzate con il funzionamento a doppia battuta, per sostenere le dilatazioni termiche e la pressione interna.

➤ **Apparecchi di illuminazione interni**

È consentito installare apparecchi di illuminazione interni purchè:

- siano di tipo chiuso e pressurizzato con circolazione di aria pulita o gas inerte ad una pressione di almeno 0,25 kPa, superiore alla massima pressione di esercizio della camera; inoltre, devono essere muniti di dispositivi di controllo della pressione e della temperatura che intervengano nel caso in cui la pressione scenda al di sotto di 0,25 kPa o la temperatura superi 60° C
- gli alimentatori e gli altri accessori, nel caso si usino lampade fluorescenti, siano posizionati fuori della camera in appositi contenitori opportunamente ventilati
- i componenti elettrici dell'impianto fisso di illuminazione siano in grado di resistere ad una pressione di esercizio pari ad 1.5 volte la pressione massima di esercizio della camera.

➤ **Illuminazione di sicurezza**

Le camere dotate di apparecchi di illuminazione interni di cui sopra, devono essere dotate di impianto di illuminazione di sicurezza esterna ad attivazione automatica e con una durata di almeno 1 ora (EN 1211 art.5.2.7).

7.2.3 Impianti di servizio

➤ **Alimentazione elettrica**

Le condutture di alimentazione della camera non devono attraversare altri luoghi a maggior rischio in caso di incendio o devono essere realizzate in maniera da resistere

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
	IF1M	0.0.E.ZZ	PU	SZ.00.B.0.003	C	35 di 95

all'incendio per il tempo necessario alla messa in sicurezza della camera; tale protezione deve essere garantita anche nel caso di incendio che si sviluppi in prossimità della camera mentre essa è in funzione.

➤ **Apparecchiature elettriche**

I quadri, gli interruttori, i fusibili, i contattori, i trasformatori, i reattori, ecc., necessari per il funzionamento degli impianti elettrici fissi, devono essere posizionati fuori dalla camera iperbarica. Si raccomanda vivamente di non installare motori elettrici all'interno delle camere.

➤ **Sistemi di controllo e comando**

Tutte le apparecchiature elettriche e i dispositivi di controllo e comando devono essere posizionati all'esterno della camera nelle sue immediate vicinanze. I sistemi elettrici per il controllo dei parametri ambientali utilizzando sensori o trasduttori, installati all'interno della camera o a contatto diretto con la sua atmosfera, devono essere a sicurezza intrinseca di categoria ia, gruppo IIC e classe della temperatura T5, come definito dalle relative norme CEI.

➤ **Prese a spina ad installazione fissa**

È vietato installare prese a spina all'interno delle camere; qualora la loro installazione risulti indispensabile, esse devono essere di tipo interbloccato e in esecuzione di sicurezza contro le esplosioni, (ex) gruppo II, sottogruppo B+H2; quando previsto dalla esecuzione di sicurezza scelta, classe di temperatura T5.

➤ **Grado di protezione degli involucri**

Le apparecchiature elettriche interne alla camera devono essere protette dalla penetrazione dell'acqua (grado di protezione non inferiore a IP X5, secondo la norma CEI 70-1). La protezione deve essere mantenuta fino a quando la camera non viene decompressa.

7.2.4 Sistemi di sicurezza

➤ **Alimentazione**

Tutte le camere iperbariche devono essere dotate, oltre che di alimentazione ordinaria, anche di alimentazione di sicurezza. Il tempo di intervento della sorgente di sicurezza deve essere non superiore a 15 secondi. L'autonomia della sorgente deve essere tale da far funzionare in sicurezza o da mettere in sicurezza la camera. Quando necessario, per ciascun circuito deve essere predisposto un sistema ritardato manuale o automatico di rialimentazione, al fine di evitare un sovraccarico transitorio eccessivo della sorgente di sicurezza nella fase di ripresa dell'energia.

➤ **Circuiti di sicurezza**

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO								
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 36 di 95			

Tutte le apparecchiature elettriche che supportano funzioni di sicurezza, quali ad esempio quelle di seguito riportate, devono essere connesse con l'impianto elettrico di sicurezza:

- prese a spina ubicate all'interno delle camere
- impianto di illuminazione di sicurezza
- sistemi di comunicazione e sorveglianza
- impianti di allarme e segnalazione
- impianto antincendio.

➤ **Controllo dell'atmosfera della camera**

Tutte le apparecchiature elettriche, compresi gli ausiliari, necessarie per il controllo dell'atmosfera della camera, devono essere collegate a regola d'arte all'impianto di sicurezza (generatore di emergenza). Quando la riserva d'aria è in grado di mantenere la pressione e la ventilazione dentro la camera, e le camere sono provviste di stoccaggio di aria ad alta pressione di sufficiente capacità volumetrica per una sua veloce pressurizzazione non è necessaria una seconda sorgente di energia per assicurare nella camera una adeguata ventilazione e proteggere da una rapida decompressione.

➤ **Continuità di esercizio**

I sistemi di controllo e di allarme devono essere progettati in maniera che non possano manifestarsi condizioni di pericolo (per esempio: la perdita del controllo della pressione, allarmi spuri, ecc.) nelle fasi di mancanza di energia elettrica o nella fase del suo ripristino.

7.2.5 Rischio di esplosione

Le camere per l'accesso alla galleria potranno funzionare ad aria, senza apporto di ossigeno. Nessun componente installato o usato all'interno della camera deve presentare rischi di esplosione o implosione.

7.2.6 Protezione contro i contatti indiretti

In base ai requisiti EN 12110, la camera deve essere collegata al nodo equipotenziale e la resistenza di collegamento deve essere non superiore a 0,15 ohm. Ai fini della protezione contro i contatti indiretti e dell'equipotenzializzazione del potenziale, la camera deve essere fornita di tutti i dispositivi previsti per i locali di terapia intensiva dalla norma CEI 64-4.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 37 di 95

7.2.7 Impianto di comunicazione e sorveglianza (EN 12110)

- Ogni camera iperbarica deve essere dotata di un sistema di comunicazione e sorveglianza che consenta il suo corretto esercizio. L'impianto deve essere realizzato a regola d'arte con componenti anch'essi realizzati a regola d'arte.
- Le apparecchiature di comando, gli amplificatori di potenza, i trasformatori di uscita, i monitors, ecc., connessi con i sistemi di comunicazioni e monitoraggio, devono essere installati all'esterno della camera o rispondere alle indicazioni riportate al precedente punto riguardante le apparecchiature interne.
- I trasduttori, i sensori e le apparecchiature di comunicazione posizionati all'interno delle camere devono rispondere a quanto indicato in precedenza.

7.2.8 Cariche elettrostatiche

- Al fine di evitare accumulo pericoloso di cariche elettrostatiche, il pavimento deve essere realizzato con materiale la cui resistenza di isolamento sia al di sotto dei limiti di seguito riportati:
 - 1 megaohm, per misure effettuate su pavimenti di nuova installazione
 - 100 megaohm, successivamente al primo anno dall'installazione del pavimento.
- Tutti i mobili devono essere metallici o in altro materiale elettricamente conduttore. Le superfici sulle quali possono essere posti oggetti spostabili devono essere senza vernici, senza lacche o pellicole isolanti. Tutti i pezzi in gomma devono essere in gomma antistatica o di un materiale equivalente. Parti in gomma dura, resine sintetiche o di qualsiasi materiale plastico non conduttore di elettricità non devono essere usati su alcun apparecchio, a meno che non siano necessari come isolanti elettrici.
- L'umidità relativa dell'aria deve essere non inferiore al 70%. Gli strumenti di controllo dell'umidità relativa devono avere una tolleranza di misurazione non superiore al 5% del valore di fondo scala.

7.2.9 Impianto di produzione e stoccaggio dell'aria compressa

L'aria compressa è il gas col quale deve essere alimentata la camera iperbarica per raggiungere la pressione iperbarica. L'aria compressa può essere prodotta in due modi principali:

- aria sintetica ad alta pressione
 - aria naturale depurata e compressa
- L'aria sintetica essendo ottenuta dalla miscelazione di azoto e di ossigeno allo stato gassoso nel rapporto 21% di ossigeno e 79% di azoto, è quella che dà le maggiori garanzie di affidabilità, poiché non contiene inquinanti né umidità.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014	
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 38 di 95

- L'aria compressa generata dai compressori deve corrispondere agli standard per l'aria respirabile che sono di seguito riportati:

Norme EN12021

- Ossigeno: atmosferico
- Contaminanti in concentrazione < TLV/TWA
- Anidride carbonica (CO₂): < 500 ppm
- Monossido di carbonio (CO): < 15 ml/m³
- Olio: < 0.5 mg/m³
- acqua libera: Niente
- odore e/o sapore: Nessuno

L'aria compressa prodotta dai vari tipi di compressore, ad alta o bassa pressione, a pistoni, rotativi, ecc., deve essere altamente filtrata per ottenere i valori richiesti dalle norme. Si consiglia di utilizzare sempre i compressori Oil-Free del tipo a membrana, perchè forniscono aria esente da idrocarburi.

Per il funzionamento della camera iperbarica, deve essere garantita una riserva d'aria sufficiente a pressurizzare la camera stessa fino alla sua massima pressione di esercizio, con una velocità di compressione non superiore a 0,98 bar/min (corrispondente a dieci metri di altezza di colonna d'acqua al minuto) e sufficiente a provvedere alla ventilazione della camera con un flusso di 50 l/min per persona per atmosfera (EN12110 art. 5.3.7 misurata alla pressione della camera), per la durata minima di 300 minuti, considerando il numero massimo di occupanti previsto dalla capienza della camera stessa. Oppure, la camera iperbarica deve avere il supporto di un compressore ausiliario in grado di soddisfare l'esigenza della camera iperbarica con una erogazione continua di aria pari a 50 l/min per persona, per il numero di persone e per la pressione di esercizio espressa in bar, e aumentata del 50%;(Erogazione = 50 l/min x N° persone x N° bar assoluta) inoltre, quest'ultimo compressore deve essere autonomo, come fonte di energia primaria, dall'altro compressore. Il deposito dell'aria compressa rientra nella normativa per il Deposito di sostanze che presentano pericolo di scoppio o incendio (DM 16.2.82. GU n.98, del 09.04.1982, e CMI n.6, del 16.1.1944).

L'aria compressa deve essere analizzata, prelevando un campione al suo ingresso in camera iperbarica, almeno una volta alla settimana. Se i dati rilevati sono fuori dalla norma, andranno eseguite tutte le manutenzioni necessarie fino al ristabilimento dei dati standard.

7.2.10 Impianto di distribuzione e di condizionamento dell'aria compressa

Se il sistema di produzione e stoccaggio dell'aria compressa è del tipo ad alta pressione, l'aria compressa prima di essere inviata alla camera iperbarica dovrà anche essere ridotta

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO									
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 39 di 95				

di pressione. La riduzione di pressione deve essere effettuata in modo tale che le valvole riduttrici di pressione abbiano una portata sufficiente a soddisfare la necessaria velocità di compressione della camera iperbarica.

Le tubazioni di trasferimento e distribuzione dell'aria compressa devono essere realizzate in rame o in acciaio inox, per evitare la formazione di ruggine all'interno delle condotte. Devono essere evitate le tubazioni in materiale plastico (scarico) anche se conduttivo, in quanto possono generare scariche elettrostatiche anche di notevole potenza.

L'aria compressa che arriva nella camera iperbarica, anche se nelle migliori condizioni fisico/chimiche (purezza, umidità, temperatura), all'interno della camera iperbarica si deteriora rapidamente sia per le azioni meccaniche (compressione e decompressione) che per la presenza delle persone (odori, traspirazione, respirazione). Per poter quindi mantenere l'interno della camera iperbarica in condizioni ottimali, è necessario condizionare il microclima interno. Detta operazione viene effettuata facendo passare l'aria compressa attraverso una macchina esterna, appositamente costruita, che provvede al filtraggio e al condizionamento del microclima sui valori desiderati.

- L'aria all'interno della camera iperbarica deve essere condizionata in modo da assicurare la temperatura ambiente di 20-24°C, con valore dell'umidità relativa all'interno dei valori della curva del benessere.
- In fase di innalzamento della pressione nella camera, la temperatura ambiente non deve superare i 29°C; mentre in fase di diminuzione della pressione fino a quella atmosferica, la temperatura non deve scendere al di sotto dei 19°C. Questi valori devono poter essere controllati, gestiti e regolati dal quadro di controllo e di comando.
- L'immissione dell'aria nell'ambiente iperbarico, deve avvenire tramite bocchelli muniti di opportuni silenziatori; l'arredamento deve essere in grado di attutire gli echi, e i colori delle pareti devono essere chiari; gli occupanti devono anche poter guardare fuori dalla camera attraverso opportuni oblò.
- Durante la permanenza in camera iperbarica, è consigliabile che venga effettuato con continuità il cosiddetto lavaggio, cioè un continuo drenaggio dell'aria della camera (che potrebbe arricchirsi di ossigeno, di anidride carbonica e di altre impurità) con immissione di altra aria pulita e controllata.

7.2.11 Sistema e misure antincendio

Nella presente sezione sono indicate e descritte le misure di sicurezza, relative agli impianti del sistema antincendio da installare, per una camera iperbarica. Devono comunque essere previsti due sistemi antincendio autonomi: uno per l'interno della camera in accordo con la EN 12110 e uno per l'ambiente ove è collocata quest'ultima.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 40 di 95	

A causa della gravità delle conseguenze di un incendio all'interno della camera, deve essere presa ogni possibile precauzione per evitare che tale evenienza si possa manifestare; se tale evento si verifica, deve essere presente un sistema antincendio efficace che deve intervenire nei tempi e modi più opportuni.

Le cause di accensione possono essere molteplici; le più frequenti e conosciute sono: arco elettrico, scarica elettrostatica, scintilla meccanica o elettrica, fiamma libera, corposurriscaldato. Il sistema antincendio destinato alle camere iperbariche, deve prevedere una fase di prevenzione passiva e una fase di protezione attiva.

➤ **Prevenzione passiva**

La prevenzione passiva è intesa come quella sicurezza che è tale perché già insita e non deve essere attivata: questo tipo di prevenzione riguarda l'ambiente di installazione, i materiali di costruzione, gli allestimenti e gli arredi, gli impianti di servizio. Le misure necessarie per questo tipo di prevenzione passiva sono state descritte nei capitoli precedenti.

➤ **Protezione attiva**

La protezione attiva nell'ambito della sicurezza antincendio si realizza mediante i seguenti punti fondamentali:

- procedure d'impiego e piano d'emergenza
- conduzione esterna da parte di operatore tecnico con specifica preparazione
- addestramento del personale addetto
- controllo del personale all'ingresso in camera iperbarica e dei loro indumenti che devono essere idonei e antistatici
- impianto antincendio.

7.2.12 Impianto antincendio ad acqua pressurizzata

In ogni camera iperbarica multiposto e plurilocale deve essere previsto un impianto antincendio ad acqua pressurizzata per ogni compartimento interno.

La sua efficienza dovrà essere controllata ogni volta che viene impiegata la camera iperbarica; una volta al mese, se ne dovrà verificare l'efficienza reale; una volta ogni 6 mesi, dovrà essere controllato lo stato di affidabilità dei singoli componenti; ogni anno, dovrà essere riveduto tutto il sistema. Dette verifiche dovranno essere registrate su apposito Registro di controllo e di manutenzione degli impianti.

- L'impianto antincendio nelle camere di nuova costruzione deve essere dotato di 2 o più rilevatori di fiamma idonei all'interno di ogni compartimento della camera iperbarica, che segnalino entro un secondo (l'allarme deve scattare tramite un doppio consenso di almeno 2 rivelatori per evitare falsi allarmi) la presenza di fiamma all'interno della camera iperbarica con un allarme sonoro e visivo sul quadro di controllo dell'operatore.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<p style="text-align: center;">LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</p> <p style="text-align: center;">IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</p>												
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>PU</td> <td>SZ.00.B.0.003</td> <td>C</td> <td>41 di 95</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	PU	SZ.00.B.0.003	C	41 di 95
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	PU	SZ.00.B.0.003	C	41 di 95								

Per le camere iperbariche già esistenti, l'impianto antincendio può essere dotato di una procedura alternativa che garantisca comunque la medesima sicurezza e i medesimi tempi di risposta. L'operatore, accertato che si tratta di un allarme reale, deve azionare il comando manuale antincendio che dovrà:

- entro 3 secondi, far arrivare l'acqua nebulizzata agli ugelli diffusori (sprinklers), distribuiti lungo le pareti in modo da far arrivare l'acqua ovunque
 - se eventualmente in uso, immettere automaticamente nel circuito aria sintetica
 - attivare un allarme al centralino telefonico del cantiere, che dovrà immediatamente avvisare i VV.F e le autorità previste dal piano di emergenza. Dopo che è scattato l'allarme, tale sistema deve comunque partire automaticamente entro 3 secondi.
- Un secondo sistema con idrante a manichetta (naspo) deve essere presente in ogni compartimento della camera iperbarica e deve essere alimentato con una tubazione totalmente indipendente da quella del sistema a pioggia; in alternativa al naspo, si può avere un idoneo estintore iperbarico ad acqua pressurizzata. Il loro impiego non deve sostituire nemmeno in parte l'impianto principale, che deve comunque essere efficiente. Gli impianti antincendio a pioggia e con idrante devono poter essere attivati indipendentemente uno dall'altro sia dall'interno che dall'esterno della camera iperbarica.
- All'interno dei compartimenti della camera dovrà essere previsto un numero di ugelli tale da poter coprire tutta la superficie in pianta (superficie calpestabile) della camera iperbarica con una portata di acqua non inferiore a 50 lxm²/min. La portata d'acqua massima deve essere erogata per un minuto.
- Il sistema antincendio di erogazione dell'acqua deve contenere, oltre alla quantità necessaria per le modalità di intervento descritte, una ulteriore quantità d'acqua per eventuali successive necessità per combustioni residue o ritorni di fiamma (è consigliabile avere una ulteriore quantità d'acqua sufficiente per poter continuare ad erogare la portata di 50 l x m²/min per almeno altri 4 minuti. Tale quantità d'acqua può essere contenuta nel serbatoio d'acqua pressurizzato o in una vasca aperta con compressore idoneo).
- Tutti gli impianti di rilevazione e spegnimento devono rispondere agli standard della norma UNI-VV.F.
- Sul quadro di controllo devono essere indicati la pressione di alimentazione dell'acqua (secondo la norma EN 12 110); questi indicatori dovrebbero essere, inoltre, dotati di spie di autodiagnosi per segnalare il loro eventuale stato di inefficienza.
- Lo scarico di emergenza dell'aria per diminuire la pressione della camera, deve essere posizionato ad un livello tale che l'acqua che si accumula sul fondo non lo ostruisca, riducendo la velocità dello scarico di emergenza. Deve comunque essere previsto uno scarico per l'acqua stagnante.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014	
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 42 di 95

8 PROCEDURE DI COMPRESSIONE E DECOMPRESSIONE

L'entrata nella camera di compensazione da parte del personale abilitato, è gestito da personale specializzato di riconosciuta esperienza in tale campo. In particolare saranno sempre presenti nella zona di manovra delle camere di compensazione e per tutta la durata delle operazioni, un operatore delle camere (OTI) ed un infermiere certificato esperto di medicina iperbarica (IMI).

Sarà loro compito seguire tutte le operazioni di pressurizzazione e depressurizzazione fino all'uscita del personale dalle camere di compensazione.

Per prevenire il barotraumatismo gli operai operanti nell'ambiente ad aria compressa si comprimono dall'interno sotto la supervisione dell'OTI. Se necessario, l'OTI può ignorare la compressione dall'esterno.

8.1 Check preliminare

Prima di far entrare la squadra, l'Operatore Tecnico Iperbarico (OTI) provvede al controllo dell'efficienza della camera:

- Status dei compartimenti (camera principale e camera d'emergenza):
 - Portellone fra camera principale e galleria: chiuso
 - Portellone fra camera principale e camera di emergenza: aperto
 - Portellone fra camera di emergenza ed esterno: aperto
- Operazioni esterne

Compilazione dell'elenco di controllo della camera di compensazione:

 - accensione del quadro di comando
 - accensione delle luci interne
 - controllo mandata aria
 - controllo dei sistemi di sicurezza
 - accensione dell'eventuale monitor e verifica di funzionamento
 - programmazione del timer
- Operazioni interne
 - verifica delle guarnizioni tenuta dei portelloni
 - verifica delle valvole di equilibratura (sistema Samson)

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014			
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 43 di 95

- Controllo della posizione delle valvole (interne ed esterne)
- Controllo dei valori di pressione
- Funzionamento delle apparecchiature.

N.B.

- **CI** camera iperbarica
- **CP** camera principale
- **CE** camera di equilibrio

8.2 Pressurizzazione della camera principale

1. Il personale entra nella camera iperbarica principale;
2. Si accende il *band recorder* (attrezzatura che registra in continuo su supporto cartaceo i valori della pressione dell'aria nelle camere iperbariche durante la pressurizzazione e la depressurizzazione) e si verifica il suo funzionamento e se sia provvisto di carta e inchiostro;
3. Si chiude la porta di accesso alla camera iperbarica;
4. **L'Operatore Tecnico Iperbarico (OTI)** comunica con gli operai all'interno per mezzo del telefono e resta in contatto con loro per tutta la durata della pressurizzazione;
5. L'operatore di iperbarica apre la valvola di ventilazione camera che ne consente la pressurizzazione. La pressione di aria sale lentamente fino a raggiungere la pressione voluta secondo le tabelle relative alla pressurizzazione del personale;
 - a. La velocità di pressurizzazione adottata sarà quella indicata dalle tabelle lavorative, quella dettate dalle tecniche di buona pratica e/o in funzione della capacità di compensazione.
 - b. Nel caso in cui uno o più lavoratori abbiano difficoltà di compensazione o avvertano sensazioni di disagio, possono interrompere la compressione immediatamente.
 - c. La compressione verrà interrotta e il l'operatore tecnico specializzato azionerà una leggera decompressione fino a al termine del disturbo/disagio avvertito da uno o più operai.
 - d. La compressione riprenderà quando il lavoratore avvertirà di aver compensato,

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO									
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 44 di 95				

- e. Il lavoratore verrà sostituito o quando le manovre su descritte risulteranno inefficaci o trascorsi 5 min. dallo stop della compressione, (vedi procedura: problematiche legate alla compensazione)
6. Una sosta alla "pressione corrispondente" di "0,3 bar" dovrà essere effettuata per controllo di tenuta pressione della camera e apertura maniglie della porta della camera principale.
7. Si riprende la compressione fino al raggiungimento della pressione di esercizio lavorativa, meno 0,1 bar.
8. Aprire lentamente la valvola per eseguire l'equilibrio tra la camera principale e ambiente di lavoro.
9. Chiudere la valvola di bilanciamento, quando è avvenuta la compensazione di pressione tra ambiente di lavoro e camera principale.
10. Si procede all'apertura del portello lentamente e con prudenza, per entrare nella galleria.
11. Controllare che sia sempre aperto il portello della camera iperbarica verso la camera di lavoro durante i lavori nella galleria

8.3 Depressurizzazione ed uscita dalle camere

Concluse le attività lavorative o il turno in galleria, si procede alla evacuazione del personale dalla medesima e quindi alla depressurizzazione:

1. Il personale lascia la galleria, eventualmente riponendo gli attrezzi nella camera dei materiali anch'essa in pressione di aria;
2. Entra nella camera principale e chiude la porta che comunica con la galleria;
3. La valvola di compensazione tra tunnel e camera iperbarica è chiusa.
4. Il band recorder è attivato;
5. Si ristabilisce la comunicazione telefonica tra il personale della camera e l'esterno;
6. L'operatore di iperbarica esterno, aziona la valvola di deventilazione camera, controllando il manometro, il flussometro dell'aria in uscita e la velocità di decompressione;
7. A questo punto è possibile aprire la porta di accesso e far uscire il personale.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 45 di 95

8.4 Tracciabilità dei dati: il report delle operazioni iperbariche

- L'operatore di iperbarica registra sul Log Operazioni Iperbariche (LOI) i nomi del personale che entra in camera, l'ora di entrata e successivamente l'ora di uscita.
- Il Log Operazioni Iperbariche andrà in visione al responsabile della sicurezza del cantiere e successivamente archiviato.
- Nelle 24 ore successive alla fine del lavoro, nessuno degli operatori che hanno lavorato in iperbarismo può intraprendere un viaggio aereo.
- Ogni operatore addetto al lavoro in ambiente ad aria compressa, sarà dotato, a cura dell'Azienda, di un tesserino il cui fac simile è di seguito riprodotto, secondo quanto previsto da DPR n. 321/56 art. 17:

“ATTENZIONE !

Il titolare del presente documento (cognome)..... (nome) è un operaio addetto a lavori in iperbarismo e può andar soggetto a malori improvvisi da aria compressa. In tal caso egli può essere soccorso efficacemente solo con la ricompressione a mezzo di impianti speciali di cui dispone la ditta presso cui lavora (nominativo) (indirizzo)

Perciò conducete immediatamente questo lavoratore presso tale Ditta, ovvero, in caso di impossibilità, avvertite subito, anche telefonicamente, la Ditta stessa al n.....”

Il documento serve ad indicare che la persona che ne è in possesso ha effettuato lavori in ambienti ad aria compressa e occorre chiamare il numero di emergenza presente sul documento se necessario.

La persona operante in ambienti ad aria compressa che è stato esposto a pressioni maggiori di quella atmosferica dovrebbe conservare con se il documento durante tutte le 24 ore successive al ritorno in un ambiente a pressione atmosferica.

8.5 Emergenze

- In caso di emergenza all'interno della camera iperbarica, il soccorso viene prestato dalla squadra (medico iperbarico o Infermiere + eventuali altri addetti) addestrata ad operare in iperbarismo, la quale attraverso la CE (camera di emergenza) (portellone con l'esterno aperto) può entrare in CP (camera principale), dopo idonea pressurizzazione. Il tecnico all'esterno segue le indicazioni dei soccorritori e attiva un allarme affinché i soccorsi esterni del cantiere (118) si rechino presso la CI. A tal fine, alla postazione del tecnico, è installato un telefono dedicato, con l'elenco dei numeri che devono essere chiamati per l'emergenza.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 46 di 95

- In caso di soccorso ad un lavoratore che deve essere evacuato, il tecnico chiude il portellone fra CE ed esterno, porta in equilibrio rapidamente CE e CP. Il lavoratore che deve essere evacuato e l'inserviente entrano nella CP e un operatore interno chiuderà la porta tra la CP e il tunnel e successivamente si inizierà una tempestiva evacuazione; la squadra di soccorso esterna prende in carico il paziente e lo trasferisce al 118 che provvederà ad accompagnarlo al PS o al centro iperbarico se si tratta di MDD.
- Si ricorda che:
 - il DPR 20/3/56 n°321 stabilisce che, solo per ambienti di lavoro a pressioni superiori a 1.5 ATA, debba essere predisposta, nel cantiere stesso, una camera iperbarica. Non viene però precisato nulla sul personale che dovrebbe attivarla, in quanto, lo stesso DPR, all'art.12, prevede che il medico debba essere facilmente reperibile, e che sia tenuto disponibile un mezzo di trasporto per prelevarlo in caso di necessità.
 - Il DGR 31/03/2000 n° 6/49305 al punto 6.0 Requisiti minimi del personale presente, prevede che la messa in funzione della camera iperbarica sia deputata ad una equipe di tecnici e medici.
- Considerata la vicinanza di idonee strutture specialistiche in medicina iperbarica al cantiere e la costante presenza in cantiere di idonei mezzi di trasporto degli eventuali infortunati, è preferibile rivolgersi ad una struttura iperbarica esterna, provvista di esperienza nell'assistenza medica di questo tipo, in considerazione che il servizio di assistenza medica viene maggiormente garantito in termini di affidabilità e di tempi di attivazione

8.6 Tabelle di decompressione e durata dei turni di lavoro

Di seguito si riportano le tabelle, definite in base alle indicazioni dell'art.36 del D.P.R. 20 marzo 1956, n. 321 che, in funzione della sovrappressione applicata, definiscono la durata totale del turno di lavoro e le tempistiche che gli operatori devono osservare affinché la decompressione avvenga in condizioni di assoluta sicurezza.

Tali tabelle, dovranno comunque essere confermate e adottate dal medico iperbarico che sarà nominato e che sarà il Responsabile unico di tutte le operazioni da svolgere in sovrappressione.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014		
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	PU	SZ.00.B.0.003	C 47 di 95

A - Pressione: fino a 0,75 bar

TABELLA di DECOMPRESSIONE				PRESSIONE: fino a 0,75 bar	
TEMPO di LAVORO	TEMPO della PRIMA SOSTA	TEMPO SOSTE SUCCESSIVE		DECOMPRESSIONE TOTALE	DURATA TOTALE DEL TURNO
		0, 6 bar	0, 3 bar		
8h00	3 min	0	0	3 min	8h 03

B - Pressione: tra 0,75 bar e 0,90 bar

TABELLA di DECOMPRESSIONE				PRESSIONE tra 0,75 bar e 0,90 bar	
TEMPO di LAVORO	TEMPO della PRIMA SOSTA	TEMPO SOSTE SUCCESSIVE		DECOMPRESSIONE TOTALE	DURATA TOTALE DEL TURNO
		0, 6 bar	0, 3 bar		
0h 30	3 min	0	0	3 min	0h 33
1h 00	3 min	0	0	3 min	1h 03
1h 30	3 min	0	0	3 min	1h 33
2h 00	3 min	0	0	3 min	2h 03
2h 30	3 min	0	0	3 min	2h 33
3h 00	3 min	0	0	3 min	3h 03
3h 30	3 min	0	0	3 min	3h 33
4h 00	3 min	0	0	3 min	4h 03
4h 30	3 min	0	0	3 min	4h 33
5h 00	3 min	0	0	3 min	5h 03
5h 30	3 min	0	0	3 min	5h 33
6h 00	3 min	0	0	3 min	6h 03

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014		
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	PU	SZ.00.B.0.003	C 48 di 95

C - Pressione: tra 0,90 bar e 1,05 bar

TABELLA di DECOMPRESSIONE				PRESSIONE tra 0,90 bar e 1,05 bar	
TEMPO di LAVORO	TEMPO della PRIMA SOSTA	TEMPO SOSTE SUCCESSIVE		DECOMPRESSIONE TOTALE	DURATA TOTALE DEL TURNO
		0, 6 bar	0, 3 bar		
0h 30	4 min	0	0	4 min	0h 34
1h 00	4 min	0	0	4 min	1h 04
1h 30	4 min	0	0	4 min	1h 34
2h 00	4 min	0	0	4 min	2h 04
2h 30	4 min	0	0	4 min	2h 34
3h 00	4 min	0	0	4 min	3h 04
3h 30	4 min	0	0	4 min	3h 34
4h 00	3 min	0	5	8 min	4h 08
4h 30	3 min	0	5	8 min	4h 38
5h 00	3 min	0	10	13 min	5h 13
5h 30	3 min	0	10	13 min	5h 43

D - Pressione: tra 1,05 bar e 1,20 bar

TABELLA di DECOMPRESSIONE				PRESSIONE: tra 1,05 bar e 1,20 bar	
TEMPO di LAVORO	TEMPO della PRIMA SOSTA	TEMPO SOSTE SUCCESSIVE		DECOMPRESSIONE TOTALE	DURATA TOTALE DEL TURNO
		0, 6 bar	0, 3 bar		
0h 30	4 min	0	0	4 min	0h 34
1h 00	4 min	0	0	4 min	1h 04
1h 30	4 min	0	0	4 min	1h 34
2h 00	4 min	0	0	4 min	2h 04
2h 30	3 min	0	5	8 min	2h 38
3h 00	3 min	0	15	18 min	3h 18
3h 30	3 min	0	20	23 min	3h 53
4h 00	3 min	0	30	33 min	4h 33
4h 30	3 min	0	40	43 min	5h 13
5h 00	3 min	0	45	48 min	5h 48

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 49 di 95

9 PERSONALE ABILITATO, OPERATORI SPECIALIZZATI E ADDESTRAMENTO

9.1 Introduzione

Nell'aria compressa gli standard di sicurezza sono basati sulla valutazione del rischio. Per aumentare la sicurezza dei lavori in ambienti con aria compressa, l'addestramento dei lavoratori e degli operatori delle camere di compensazione non è sufficiente. Ogni persona coinvolta dovrebbe avere una esperienza necessaria o dovrebbe essere stata addestrata circa gli ambienti ad aria compressa.

A. Manager Operazioni Iperbariche (MOI)

L'appaltatore deve nominare una persona che abbia una formazione adeguata e un'esperienza pratica in lavori ad aria compressa per assumersi la totale responsabilità.

Questo Manager di Operazioni Iperbariche (chiamato talvolta Supervisore dell'operazione ad aria compressa) è colui che decide che l'operazione con aria compressa è stata preparata in modo sicuro.

L'MOI sarà responsabile della situazione di emergenza. Dovrà essere presente sul luogo di lavoro (NON in aria compressa) e sarà pronto a implementare le procedure di emergenza (del Manuale di sicurezza iperbarica).

Sarà pronto a comunicare con l'aiuto esterno (Servizi antincendio, chiamata del medico specialista in medicina iperbarica, chiamata al dipartimento specializzato in medicina iperbarica dell'ospedale di riferimento).

B. Personale abilitato a lavorare in ambienti ad aria compressa

Il personale abilitato per operare all'interno della galleria in ambiente ad aria compressa, deve essere preventivamente reso idoneo alle lavorazioni in oggetto, nelle proprie capacità psico-fisiche dal Medico specialista iperbarico e dal Medico competente aziendale.

In particolare, il personale dovrà avere:

- effettuato con esito positivo le visite specialistiche in materia di lavori in pressione;
- effettuato un corso di formazione teorica tenuto da docente specializzato in ambienti ad aria compressa;

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 50 di 95

- superato una prova attitudinale.

Il giudizio di idoneità sarà emesso in maniera esclusiva dal **Medico specialista di Medicina Iperbarica (MI)**, responsabile anche dello svolgimento della formazione e dell'analisi dei risultati delle visite mediche.

Le maestranze che vengono dichiarate idonee all'effettuazione di lavori in ambiente ad aria compressa saranno definite “**operai specializzati addetti alle lavorazioni in ambienti ad aria compressa (OSI)**” e i loro nominativi ufficializzati al Committente e a disposizione degli Enti di controllo.

Il corso di addestramento, tenuto da un organizzazione qualificata e specializzata per formare operai che dovranno lavorare in ambienti ad aria compressa, prevede anche la partecipazione del medico iperbarico.

9.2 Formazione del personale abilitato

Il personale dovrà seguire e superare un “corso di formazione e addestramento per operatori idonei all'ingresso in ambiente iperbarico”.

Il corso, a cura del MI, dovrà prevedere:

Parte teorica:

- motivo per cui si ricorre all'utilizzo dell'aria compressa;
- descrizione dei macchinari utilizzati per lo scavo della galleria;
- ruolo di tutti gli operatori coinvolti, ed in particolare, dei componenti della squadra specializzata;
- composizione dell'atmosfera e di eventuali inquinanti, CO₂, CO, polveri;
- Regole fisiche che governano il lavoro ad alta pressione;
- Descrizione del rischio connesso al lavoro in condizioni con aria compressa, sintomi, prevenzione, comportamenti:
 - Barotrauma,
 - Rischi di decompressione,
 - Qualità dei gas respirati,
 - Valutazione medica e conoscenza dei motivi di inabilità temporanea,
 - Comportamento dopo un periodo in ambiente iperbarico;
- Effetti della temperatura collegati alla compressione e alla decompressione;
- Precauzioni speciali che devono essere adottate in ambiente ad aria compressa in relazione ad altri effetti dannosi (rumore, energia elettrica, ecc)
- Comportamento in caso di incidente.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 51 di 95

Parte pratica-attitudinale:

- esercitazione pratica di compressione nella camera di compensazione della galleria ed effettuazione dei seguenti controlli:
 - verifica funzionamento comunicazioni;
 - verifica funzionamento valvole di mandata e scarico all'interno;
 - verifica procedura di passaggio in camera di equilibrio;
- descrizione impianto antincendio;
- verifica funzionamento sistema di pressurizzazione per la camera di passaggio materiali.
- raggiungimento di stato di compressione prossimo a 1,2 bar;
- esercizi di evacuazione di feriti;
- procedure per avvisare gli operatori all'esterno (operatori air-lock).

C. Operatori specializzati

La supervisione delle operazioni di compressione e decompressione delle maestranze operanti all'interno della camera di compensazione è di competenza esclusiva degli Operatori Specializzati che saranno presenti in cantiere, oltre al Medico specialista di Medicina Iperbarica (MI) o all'Infermiere esperto di Medicina Iperbarica (IMI), in occasione delle lavorazioni in galleria in condizioni iperbariche.

La **squadra di operatori specializzati** sarà composta da:

- Un Supervisore delle Operazioni Iperbariche (RII);
- Un Tecnico per Operazioni Iperbariche (OTI);
- Un Operaio esperto di lavori in ambienti con aria compressa in "stand-by" pronto ad assistere il resto degli operai attivi sul campo;
- 2 tecnici impiantistici.

Tali figure responsabili, sono definite come segue:

- **Operatore Tecnico Iperbarico (OTI):** è un tecnico di comprovata esperienza che manovrerà i dispositivi delle camere iperbariche durante l'intero corso delle operazioni con aria in pressione. È quindi responsabile della corretta esecuzione delle manovre che coinvolgono le camere iperbariche.
- **Medico specialista di Medicina Iperbarica (MI):** è responsabile dei trattamenti medici cui il personale che opererà in condizioni con aria compressa dovrà sottoporsi periodicamente (es. ossigenoterapia), ed interverrà nel caso di incidenti durante le operazioni iperbariche.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 52 di 95

Sarà presente durante tutto lo svolgimento delle operazioni con aria in pressione.

È responsabile di tutto ciò che riguarda la gestione medico-sanitaria dell'intervento in iperbarica nonché l'eventuale primo soccorso da effettuare in caso di incidenti.

Può eventualmente delegare la presenza in cantiere durante lo svolgimento delle lavorazioni ad un "Infermiere esperto di medicina iperbarica (IMI)", ferma restando la propria responsabilità e la reperibilità entro breve periodo.

- **L' Infermiere esperto di Medicina Iperbarica (IMI)** sarà presente durante tutto lo svolgimento delle operazioni con aria in pressione, se delegato dal MI.

Sarà anche sua responsabilità l'aspetto medico-sanitario dell'intervento in iperbarica nonché l'eventuale primo soccorso da effettuare in caso di incidenti.

- **Il Responsabile dell'Intervento Iperbarico (RII)** è persona che ha esperienza nei lavori in iperbarica ed è il primo responsabile delle attività in galleria con pressione di aria.

Detta figura può eventualmente coincidere con il Capo Cantiere o con un Capo Turno, nel caso in cui uno di loro faccia parte della squadra al lavoro in galleria, oppure, in caso di loro assenza, verrà scelto tra uno degli OTI.

9.3 Formazione degli Operatori Specializzati

- Formazione del Tecnico Iperbarico (OTI)

L'addetto alla camera di compressione sarà sottoposto alla stessa formazione di base dei CAW. In aggiunta, per un tempo di addestramento di 8 ore, dovrà essere sottoposto a formazione specifica per la gestione della camera di compensazione. Dovrà ricevere informazioni in merito a:

- Utilizzo delle tabelle di Compressione/decompressione;
- Funzionamento della camera di compensazione;
- Compilazione della check list della camera di compensazione;
- Azioni da eseguire in caso di anomalia o emergenza;
- Controllo dei sistemi di chiusura della camera.
- Come compilare correttamente il Log delle Operazio Iperbariche (LOI)

- Formazione del Supervisore delle operazioni in ambiente iperbarico (RII)

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. ASTALDI S.p.A.	<p style="text-align: center;">LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</p> <p style="text-align: center;">IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</p>												
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> SYSTRA S.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>PU</td> <td>SZ.00.B.0.003</td> <td>C</td> <td>53 di 95</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	PU	SZ.00.B.0.003	C	53 di 95
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	PU	SZ.00.B.0.003	C	53 di 95								

In aggiunta alle due fasi formative sopramenzionate, Il Manager delle Operazioni Iperbariche deve seguire una formazione specifica per il rafforzamento delle capacità a livello organizzativo, gestionale e legislativo.

Deve essere perfettamente a conoscenza delle procedure ordinarie e di sicurezza e nominare il personale incaricato di intervenire in caso di emergenza.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014	
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 54 di 95

10 PROCEDURE DI COMPORTAMENTO PER IL PERSONALE CHE DEVE EFFETTUARE UN LAVORO IN ARIA COMPRESSA

Si riportano di seguito le procedure comportamentali per il personale che deve effettuare un lavoro in aria compressa:

1. La squadra che opera in ambiente ad aria compressa, dovrà essere composta da minimo 2 persone e massimo 20;
2. È vietato fumare nell'ambiente ad aria compressa e sia prima che dopo la fine della decompressione nella camera di compensazione;
3. È vietato assumere grandi quantità di pasti e pasti che fanno gonfiare la pancia (legumi) prima, durante e dopo la fine della compressione nella camera di compensazione;
4. È vietato entrare in camera di compensazione sotto l'effetto di alcol;
5. È vietato bere bevande gassate prima, durante e dopo la fine dell'esposizione ad aria compressa;
6. È vietato entrare in camera iperbarica con raffreddore, con sintomi simili all'influenza. dolori articolari, tosse, sensazione di oppressione al torace, patologie dell'orecchio {Otite media) e dei seni frontale, patologie odontoiatriche, presenza di carie e dolore ai denti;
7. Il personale che dovrà recarsi in ambiente iperbarico, deve portare indumenti asciutti da indossare in fase di decompressione;
8. Il personale che dovrà recarsi in ambiente iperbarico, deve munirsi di acqua oligominerale da bere durante la fase lavorativa e per tutto il periodo di esposizione iperbarica in quanto si crea perdita di elettroliti con disidratazione e predisposizione alla malattia da decompressione;
9. Il personale che effettua il turno di mattina, deve aver dormito almeno 6/8 ore la sera precedente;
10. Il personale che ha svolto il turno di notte, non può essere impiegato la mattina successiva;
11. Il personale sottoposto a compressione, dovrà mantenere assoluto riposo per almeno 2 ore dalla fine del lavoro in aria compressa;

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. ASTALDI S.p.A.	<p style="text-align: center;">LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</p> <p style="text-align: center;">IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</p>												
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> SYSTRA S.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>PU</td> <td>SZ.00.B.0.003</td> <td>C</td> <td>55 di 95</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	PU	SZ.00.B.0.003	C	55 di 95
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	PU	SZ.00.B.0.003	C	55 di 95								

12. Il personale dopo essere stato esposto e tornato a pressione atmosferica, non dovrà assolutamente fare la doccia con acqua calda o fredda, infatti le variazioni termiche determinano la liberazione massiva delle microbolle (come riportato in letteratura internazionale);
13. Il personale esposto ad aria compressa dovrà, una volta tornato nell'ambiente a pressione atmosferica rimanere nel cantiere per almeno 2 ore;
14. Alla fine del completamento del lavoro nell'ambiente ad aria compressa, il personale dovrà recarsi in infermeria per essere sottoposto a un ciclo di ossigenazione normobarico per un periodo a discrezione del medico;
15. Il personale che abbia effettuato un periodo di lavoro in aria compressa, al termine delle 2 ore di assoluto riposo, potrà essere impiegato per le restanti ore lavorative a mansioni che non richiedono uno sforzo fisico pesante;
16. Il personale che dovrà recarsi in ambiente iperbarico, non deve aver effettuato una compressione precedente entro le 24 ore;
17. Il personale che rientra da un periodo di malattia o che non si trova in uno stato fisico idoneo, deve sottoporsi a visita, prima di essere utilizzato per lavori a pressione;
18. Il personale deve essere sottoposto a visita periodica, tramite comunicazione da parte del responsabile del servizio sanitario;
19. Ogni altra eventualità non specificamente contemplata nei precedenti articoli, sarà concordata, valutata e decisa dal medico responsabile.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO									
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 56 di 95				

11 CAMERA IPERBARICA: PROCEDURE DI EMERGENZA

11.1 Perdita aria primaria

- Verificabile attraverso l'osservazione dei manometri del quadro di controllo
- Possibili cause:
 - mancata tenuta delle guarnizioni del portellone fra CE e CP
 - guasto alle valvole (di mandata o di svuotamento)
- Interventi:
 - immissione di aria compressa per compensare la perdita
 - chiusura del portellone fra CE ed esterno. Equilibrio fra CP e CE. Apertura del portellone fra CP e CE
 - controllo della guarnizione e riposizionamento del portellone
 - chiusura delle valvole; se non è possibile si procede ad evacuazione (chiusura fra CP e testa)

11.2 Perdita di ossigeno da fonte primaria

Non è previsto ossigeno all'interno della camera. Qualora tale perdita si verificasse quando viene introdotta una bombola di O2 esterna, si procede a controllo e al lavaggio dell'aria e si evacua il personale interno.

11.3 Rapido aumento della pressione in C.I.

- Verificabile sul quadro di controllo
- Possibili cause:
 - guasto alla valvola di mandata;
- Interventi:
 - chiusura manuale della valvola e successiva sostituzione;
 - valutare l'effetto del primo intervento oppure attivare le procedure di uscita del personale (decompressione rapida)

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 57 di 95
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione								

11.4 Rapida diminuzione della pressione in C.I.

- Verificabile sul quadro di controllo
- Possibili cause:
 - guasto alla valvola di svuotamento;
 - mancata tenuta di una penetrazione;
 - perdita di aria compressa all'interno del fronte di scavo
- Interventi:
 - immissione di aria compressa per compensare la perdita;
 - chiudere portello fra CP e camera di scavo;
 - attivare procedure di uscita degli operatori

11.5 Incendio nella camera iperbarica

- Verificabile dal quadro di controllo e visivamente
- Interventi:
 - attivare l'impianto antincendio interno
 - attivare lo scarico rapido al fine di favorire la fuoriuscita di fumi;
 - indossare le maschere d'emergenza
 - chiamare i VVFF e ambulanze, e la sicurezza interna
 - predisporre l'impianto antincendio esterno;
 - predisporre i soccorsi alle persone in uscita dalla C.I.

11.6 Incendio all'esterno della camera iperbarica

- Verificabile visivamente
- Interventi:
 - attivare antincendio esterno
 - indossare le maschere d'emergenza
 - chiamare i VVFF e ambulanze (centralino)
 - attivare le procedure di uscita degli operatori (scarico rapido o graduale)

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO									
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 58 di 95				

11.7 Guasto ai compressori

- Verificabile dal quadro di controllo
- Interventi:
 - disattivare il compressore guasto
 - recarsi a controllarlo visivamente
 - attivare i compressori di riserva
 - verificare l'effetto delle precedenti azioni correttive, ed in caso, attivare le procedure di uscita degli operatori

11.8 Avaria sistema di estrazione dell'aria

- Verificabile dal quadro di comando;
- Possibili cause:
 - occlusione del sistema di prelievo dell'aria esterna
 - guasto al compressore
- Interventi:
 - verificare se il problema è risolvibile e l'operatività può continuare
 - se il guasto non è risolvibile in breve, provvedere ad evacuazione rapida

11.9 Aria contaminata nel circuito

- Verificabile all'interno della C.I.;
- Possibili cause:
 - Aspirazione di aria inquinata;
 - Immissione di olio dai compressori;
 - Guasto ai filtri sulla linea
- Interventi:
 - sospendere l'operatività e attivare le procedure di uscita del personale scarico rapido
 - indossare maschere;
 - predisporre soccorso respiratorio esterno

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014		
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. PAGINA C 59 di 95

11.10 Comunicazioni difettose

- Verificabile uditivamente e visivamente
- Possibili cause:
 - Guasto all'interfono
- Interventi:
 - verificare se è possibile continuare l'operatività solamente con contatto visivo attraverso gli oblò
 - se le comunicazioni continuano ad essere difficoltose è preferibile attivare le procedure di uscita del personale

11.11 Guasto di energia

- Verificabile visivamente
- Possibili cause:
 - guasto elettrico
- Interventi:
 - se il guasto è di breve durata l'operatività può continuare
 - se il guasto permane si attiva la procedura di uscita degli operatori

11.12 Dimenticata decompressione

- Verificabile dal controllo delle procedure (schede di compressione)
- Interventi:
 - verificare la procedura di trattamento (quota secondo tabelle) e ripristinare l'operatività secondo le tabelle appropriate
 - se si ritiene che vi sia rischio di PDD, se possibile, ricomprimere e procedere per l'uscita secondo tabelle corrette
 - se dopo l'uscita persiste dubbio di PDD oppure vi sono sintomi di PDD, avviare l'infortunato al centro iperbarico

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014		
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. PAGINA C 60 di 95

11.13 Avaria del sistema di apertura della camera

- Verificabile manualmente
- Possibili cause:
 - Blocco dei cardini del portellone
- Interventi:
 - chiudere portellone fra CP e camera di scavo
 - decomprimere a zero secondo tabelle
 - provvedere ad apertura operando sia dall'esterno che dall'interno
 - far uscire gli operatori attraverso la camera d'equilibrio
 - mettere in stand-by la camera fino ad avvenuta riparazione

11.14 Avaria del sistema antincendio

Il sistema antincendio è costituito da impianto ad acqua pressurizzata e/o da estintori la cui efficienza dovrà essere periodicamente controllata.

11.15 Avaria al quadro comandi della camera

- Verificabile visivamente
- Possibili cause:
 - Avaria elettrica
- Interventi:
 - Attivare procedura di scarico manuale della camera per l'uscita gli operatori e provvedere alla riparazione

11.16 Emergenze Mediche

➤ ARRESTO CARDIACO

Il medico presente in zona di lavoro entra, portando attrezzature e farmaci d'emergenza e inizia le manovre rianimatorie. Il personale esterno allerta il 118. Nel contempo la Camera viene decompressa lentamente in modo che il rumore non interferisca nei collegamenti a voce interno/esterno; il paziente viene trasferito in ospedale.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO						
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 61 di 95		

➤ BAROTRAUMA PER PRESSURIZZAZIONE E PER DECOMPRESSIONE

Il principale e più frequente evento barotraumatico è collegato alla membrana timpanica. Se si dovesse verificare un barotrauma del timpano da mancata decompressione la procedura è la seguente:

- L'operatore avvisa il tecnico che sospende la compressione della C.I.
- il tecnico mette in atto ulteriori tentativi nei confronti dell'operatore, se non sortiscono effetti si provvede a decomprimere parzialmente la C.I. (di 1-2 mt).

Se anche questo provvedimento non è sufficiente l'operatore esce dalla camera iperbarica attraverso la C.E. dove è recuperato dal personale di supporto, il quale avvia l'infortunato ad uno specialista ORL ospedaliero.

➤ SOSPETTO PNEUMOTORACE

Su questa patologia, considerata controindicazione al lavoro in iperbarismo, vi è la massima attenzione preventiva; se nonostante questo si dovesse verificare un Pnx si procede nel modo seguente:

Al minimo sospetto il medico e il personale esterno di soccorso

- chiamano immediatamente un'ambulanza
- predispongono le attrezzature di rianimazione
- se il Pnx è normoteso il paziente viene inviato in reparto di elezione, dopo che è stata assicurata una via di infusione e valutata stabile la condizione cardiopolmonare;
- se il Pnx è iperteso si provvede al trasporto d'urgenza per effettuare il drenaggio toracico in ambiente ospedaliero.

11.17 Procedure di gestione emergenze presso il centro iperbarico

L'allarme per un'urgenza giunge al centro iperbarico da una telefonata del cantiere.

Il medico e il personale di soccorso presente in cantiere, dopo aver chiamato il 118 e predisposto il trasporto dell'infortunato, informano il centro iperbarico dell'urgenza in atto, fornendo tutte le informazioni che possono essere utili per il trattamento iperbarico.

L'infortunato viene accompagnato dal medico in ambulanza dal cantiere al centro iperbarico, fino a consegnarlo al medico che dovrà trattarlo.

La squadra di soccorso rientrerà al cantiere per l'eventuale prosecuzione del lavoro.

Nessuna attività in iperbarismo dovrà svolgersi in cantiere in assenza del medico (o dell'infermiere) e della squadra di soccorso

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.				
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 62 di 95

Se entrambe le camere del centro iperbarico sono funzionanti per trattamenti d'elezione se ne rende disponibile una attivando le procedure di evacuazione dei pazienti, si predispongono la camera e le attrezzature medicali di supporto e si procede al trattamento.

11.18 Procedura per difficoltà di compensazione durante compressione in CI

L'organismo umano subisce delle variazioni quando è sottoposto ad aumento delle variazioni di pressione. L'orecchio necessita di manovre, dette di compensazione, per sopportare l'aumento delle variazioni di pressione, in particolare sulla membrana del timpano. L'aumento della pressione sulla membrana del timpano crea una introflessione che deve essere prontamente corretta per non andare incontro a una iperemia della membrana del timpano con dolore, segue uno stravasamento emorragico e infine la rottura della membrana del timpano con possibile perdita di udito.

Le manovre di compensazione prevengono tali eventi patologici e si esplicano fondamentalmente in tre manovre:

1. **Manovra di Deglutizione:** il soggetto sottoposto ad aumento di pressione, deglutisce ogni volta che sente l'orecchio chiuso (introflessione della membrana timpanica).
2. **Manovra di Valsalva:** il soggetto sottoposto ad aumento di pressione, manda fuori aria dal naso, a bocca e naso chiuso, ogni volta che sente l'orecchio chiuso (introflessione della membrana timpanica).
3. **Manovra di Toynbee:** il soggetto sottoposto ad aumento di pressione deglutisce, a bocca e naso chiuso, ogni volta che sente l'orecchio chiuso (introflessione della membrana timpanica).

Nella fase di decompressione e diminuzione della pressione esterna, non è necessario effettuare nessuna manovra di compensazione in quanto essa è automatica.

Se il lavoratore presenta difficoltà di compensazione si eseguiranno degli stop per agevolarla e qualora persista la difficoltà di compensare, si fa passare il lavoratore nella camera di equilibrio e decomprimerla per portarla a pressione normobarica e eventualmente sostituirlo.

Appena uscito il soggetto verrà sottoposto a visita otoscopica per verificare lo stato del timpano e eventualmente sarà prescritta la terapia più idonea.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 63 di 95	

Procedura Camera Principale

1. L'operatore iperbarico apre la valvola di compressione o mandata aria della camera principale (posizione On) che consente la pressurizzazione della camera principale.
2. La pressione all'interno della camera principale aumenta lentamente fino a raggiungere la pressione di operatività.
3. La velocità di pressurizzazione o di decompressione adottata sarà quella indicata dalle tabelle lavorative, quella dettate dalle tecniche di buona pratica e/o in funzione della capacità di compensazione.
 La difficoltà di compensazione da parte di uno o più lavoratori verrà segnalata all'operatore tecnico con l'avviso verbale e il sollevamento della mano.
 La compressione verrà interrotta e se necessario si decomprime, massimo di un metro, per facilitare la compensazione.
 Si riprende la compressione quando il lavoratore avrà compensato e da il consenso all'operatore iperbarica.
4. Il lavoratore verrà sostituito o quando le manovre su descritte risulteranno inefficaci o trascorsi 5 min. dallo stop della compressione.

Procedure Precamera

Si chiude il portello e si inizia la compressione immettendo aria lentamente.

- Si procede come per la compressione nella Camera Principale.
- In caso di difficoltà di compensazione il lavoratore avvertirà verbalmente e sollevando la mano.
- L'operatore iperbarico arresta la compressione.
- Risale di un metro se è necessario. Se la compensazione non avviene trascorsi 5 minuti la camera di equilibrio viene decompressa in quanto non c'è possibilità di poterlo fare uscire da solo.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO									
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 64 di 95				

12 CAMERA IPERBARICA SANITARIA PER PREVENIRE CASI DI EMBOLIA

Una camera iperbarica terapeutica, cui trasportare la persona eventualmente colpita da malattia embolica da decompressione, è sicuramente necessaria per le operazioni del cantiere.

Sono state individuate presso una serie di strutture sanitarie, che dovranno assicurare di essere in ogni momento immediatamente disponibili per la gestione dell'emergenza (Vd. Piano di Emergenza).

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. PAGINA C 65 di 95

13 IMPIANTI ELETTRICI E ALIMENTAZIONE DI EMERGENZA IN GALLERIA

13.1 Impianto elettrico in galleria

L'ambiente di lavoro nella galleria ove è operativo un normale sistema respirabile ad aria compressa, non è un ambiente esplosivo, ma a causa dell'aria compressa stessa la quantità di ossigeno è maggiore ed è quindi un contesto con un maggior rischio di combustione (nel tratto ove la pressione al manometro è pari ad 1 bar, la quantità di ossigeno è doppia rispetto alla quantità di ossigeno a pressione atmosferica).

Poiché non è predisposta una normativa nazionale specifica per tale contesto, di seguito si riportano una serie di prescrizioni che si impostano quali caratteristiche per le lavorazioni in oggetto, estrapolate da parti di normativa nazionale assimilabili o da normativa internazionale sull'argomento.

➤ **Regno Unito: HSE - Guida al lavoro in materia di regolazioni dell'aria compressa del 1996.**

- Le apparecchiature elettriche nella camera di lavoro dovranno essere protette dall'ingresso di polvere e acqua almeno al livello IP 55 secondo EN60529.
- **Le camere di lavoro devono essere mantenute pulite e prive di rifiuti combustibili come il legname di scarto, olio minerale e grasso, carta, plastica, stoffa e paglia.**
- Il quadro elettrico deve essere di una tipologia che non contenga olio.
- Il cablaggio elettrico deve essere isolato con materiali a bassa propagazione della fiamma e con proprietà di bassa generazione fumi in caso di incendio. La guaina isolante di tale i cavi può avere una resistenza limitata all'olio o all'acqua e ha bisogno di essere ispezionata regolarmente per assicurarne l'integrità.
- Se è ragionevolmente praticabile, devono essere utilizzati nei i sistemi idraulici delle macchine per gallerie fluidi idraulici a bassa infiammabilità e non tossici. Anche la scelta del fluido sarà influenzata da quanto poco fumo è generato dalla combustione.
- Il nastro trasportatore deve essere di un tipo le cui proprietà di generare fuoco e fumi lo rendono adatto per l'uso nelle miniere di carbone.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione		IF1M	0.0.E.ZZ	PU	SZ.00.B.0.003	C	66 di 95

➤ **7.2 USA: standard OSHA: aria compressa**

- Tutto l'equipaggiamento elettrico e il cablaggio per i circuiti di illuminazione e di alimentazione, deve essere conforme a requisiti della sottoparte K (Requisiti di sicurezza elettrica) relativamente all'uso in ambienti umidi, in ambienti pericolosi, ambienti ad alte temperature e ad aria compressa.

➤ **7.3 Standard australiano: lavoro in aria compressa e strutture iperbariche**

- Tutti i cablaggi per i circuiti di illuminazione e di alimentazione nelle camere ad aria compressa devono essere conformi a requisiti di AS / NZS 3000 per ambienti umidi e pericolosi.
- Tutta l'illuminazione deve essere adeguata all'ambiente.
- Deve essere predisposto un sistema di illuminazione di emergenza.
- La tensione utilizzata per la fornitura di energia agli impianti di illuminazione elettrica situati nelle camere ad aria compressa non devono superare 32 volt a.c. (corrente alternata) o 50 volt d.c. (corrente continua) tra conduttori attivi o tra attivo e terra.

➤ **7.4 Regolamenti di Singapore: Parte XII - Ambiente dell'aria compressa**

- Nessun trasformatore deve essere usato in un ambiente ad aria compressa in un cantiere a meno che il trasformatore sia del tipo a secco.

➤ **International Tunneling & Underground Space Association (ITA): "Linee guida per una buona pratica di salute e sicurezza sul lavoro nella costruzione di gallerie"**

Dal Rapporto ITA n ° 001: "Come menzionato nell'introduzione alla relazione 001 "Non tutti i paesi hanno una visione globale del quadro normativo e un orientamento per garantire che i lavori di costruzione sotterranei siano condotti in modo sano e sicuro. Le linee guida per una buona salute professionale e sulle pratiche di sicurezza nella costruzione di gallerie non intendono sostituire quelle esistenti nazionali regolamenti o linee guida, ma si prefissano lo scopo di fornire indicazioni sulle buone pratiche di base laddove non esistono ".

Le linee guida hanno 23 capitoli con la rubrica 12 (Impianti elettrici) e la rubrica 14 (Lavoro in aria compressa).

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 67 di 95

8.2 Intestazione 12: installazioni elettriche

- 12.4.4: Non utilizzare interruttori, quadri e trasformatori riempiti di olio in un ambiente sotterraneo per ridurre al minimo il carico d'incendio. Sono da preferire interruttori a vuoto e ad aria
- 12.4.6. Gli strumenti portatili e gli apparecchi portatili, dovrebbero avere un doppio isolamento o dovrebbero essere usati in combinazione con interruttori differenziali con corrente residua nominale non superiore a 30 mA.
- 12.5.2: Tutte le parti neutre di qualsiasi circuito elettrico che richiedono la protezione della terra e tutto le strutture conduttive nel tunnel (condutture, binari, ecc.) devono essere adeguatamente cementate.
- La continuità della messa a terra deve essere controllata periodicamente.

8.3. Titolo 14: lavorare nell'aria compressa

- 14.3.4: Le installazioni elettriche non devono essere influenzate dalla pressione e devono essere impermeabili, protette contro la polvere e le esplosioni.
- 14.3.5: In caso di interruzione di corrente, l'illuminazione di emergenza dovrebbe attivarsi automaticamente. La fonte di energia del sistema automatico di illuminazione di emergenza dovrebbe essere fuori terra

13.2 Alimentazione elettrica di emergenza

Deve essere assicurata l'alimentazione elettrica di emergenza per alcuni componenti del sistema, per mezzo di gruppo elettrogeno che interviene automaticamente in caso di interruzione dell'alimentazione elettrica.

Tale gruppo deve consentire il mantenimento dei seguenti sistemi essenziali ai fini del mantenimento delle condizioni di sicurezza del fronte di scavo e dell'ambiente di lavoro:

- Illuminazione fronte di scavo e galleria;
- Produzione aria compressa e sistemi di regolazione dell'aria compressa / ventilazione;
- Sistemi di controllo elettrici delle camere iperbariche;
- Funzionamento dei PLC presenti;
- Impianto idrico antincendio.
- Funzionamento delle porte delle camere iperbariche veicolari

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 68 di 95

14 SISTEMI DI COMUNICAZIONE E DI ALLARME INSTALLATI IN GALLERIA

Il sistema di comunicazione e di allarme da installarsi in galleria è costituito da:

14.1 Sistema di comunicazione e allarme all'avanzamento

Il sistema di comunicazione e allarme all'avanzamento, è costituito da:

- **sistema telefonico** in grado di comunicare direttamente con il Manager delle Operazioni Iperbariche (MOI), con il soccorso sanitario di emergenza (118), i Vigili del Fuoco (115) e gli uffici di cantiere all'esterno galleria.
- **pulsante di allarme** ad azionamento manuale;
- **dispositivo acustico e luminoso** collegato al pulsante di allarme dell'avanzamento o di galleria.

14.2 Sistema di comunicazione e allarme lungo l'asta della galleria

Lungo lo sviluppo della galleria, con passo di m 150 a partire dall'imbocco, devono essere realizzate delle "postazioni SOS" (armadi) costituite da:

- **sistema telefonico** in grado di comunicare direttamente con il soccorso sanitario (118), con i Vigili del Fuoco (115) e con gli uffici di cantiere. Il sistema telefonico di ogni postazione SOS deve essere dotato di una linea dedicata separata e funzionalmente indipendente da quella delle altre postazioni e dalla linea di emergenza a servizio dell'avanzamento.
- **pulsante di allarme** ad azionamento manuale;
- **dispositivo acustico e luminoso** attivato da uno qualunque dei pulsanti di allarme.
- un **estintore iperbarico anti-incendio**
- un **idrante antincendio**
- La postazione SOS deve essere illuminata mediante **plafoniera di emergenza** dotata di batteria tampone.
- La postazione SOS deve avere struttura in carpenteria metallica;
- Su ogni postazione SOS deve essere installato un **cartello** di adeguate dimensioni che riporti le istruzioni d'uso, i numeri da chiamare e i dati essenziali da fornire in caso di richiesta di intervento al 115 al 118 per individuare il punto da cui arriva la chiamata:
- La postazione SOS deve avere un impianto di alimentazione autonomo (batteria tampone) in grado di alimentare le postazioni stesse per circa 1 ora;

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 69 di 95

I sistemi di allarme acustico e luminoso consentono di allertare in galleria mediante una sirena acustica e un segnale ottico costituito da un girofaro rosso. L'attivazione avviene premendo il pulsante di emergenza di una qualsiasi postazione in galleria. A tale attivazione corrisponde l'accensione dei segnali ottico acustici di tutte le postazioni di galleria e la segnalazione su un quadro sinottico posto all'esterno del numero della postazione da cui è stato attivato l'allarme. Al fine di consentire l'uso del telefono di emergenza, è possibile la tacitazione locale della sirena da ogni singola postazione, mentre la tacitazione di tutte le postazioni è possibile solamente dal quadro sinottico posto all'imbocco delle gallerie.

14.3 Sistema di allarme all'imbocco della galleria

All'imbocco della galleria, di norma in prossimità del paramento destro, deve essere posto un dispositivo acustico e di segnalazione visiva a luce rossa collegato ai pulsanti di allarme.

Per quanto riguarda l'antincendio, all'imbocco della galleria, deve essere posizionato un pulsante di emergenza che sgancia l'alimentazione di MT in tutta la galleria.

All'imbocco dovrà essere anche presente un display luminoso riportante in tempo reale il numero del personale e dei mezzi presenti in sotterraneo. I nominativi dei singoli lavoratori e l'identificativo dei mezzi possono essere letti sul PC del Capo Imbocco e del Responsabile iperbarico.

14.4 Sistema di comunicazione mobile

Il sistema di comunicazione radio/telefono per i soccorritori, dovrà essere composto da tutte le apparecchiature necessarie (stazioni base, ripetitori, antenne, cavi, sistemi di controllo, alimentazioni, ups, energia ecc..) per garantire ai soccorritori istituzionali di poter comunicare con le rispettive centrali operative da ogni punto del sotterraneo durante l'attività di soccorso.

Tale sistema dovrà essere progettato per rendere possibili le comunicazioni di servizio ed essere utilizzato per consentire una maggiore flessibilità e rapidità dei collegamenti durante una situazione di emergenza.

Nelle procedure di emergenza il sistema telefonico in galleria sarà utilizzato solo come supporto ai telefoni fissi esistenti.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.				
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 70 di 95

15 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

- Per le camere di compensazione, dovranno essere rispettati gli standard della normativa EN 12110;
- Impianto di illuminazione che garantisca ovunque livelli superiori ai minimi stabiliti dalla normativa vigente; dovranno essere inoltre installati corpi illuminanti di emergenza con caratteristiche, in termini di potenza e autonomia, tali da garantire l'abbandono della galleria da parte dei lavoratori in condizioni di sicurezza, che entreranno automaticamente in funzione in occasione di black-out energetico e dovrà essere predisposta una illuminazione particolare, integrata con segnalazioni lampeggianti, nei punti dove si svolgono lavorazioni o operazioni di particolare rischio (ad es. in prossimità dell'accesso alle camere iperbariche).
- In particolare, i **valori di flusso luminoso da assicurare**, sono:
 - in ogni punto delle vie di transito o comunque in ogni zona accessibile coi mezzi deve essere garantita un'illuminazione non inferiore a 5 lux,
 - in ogni punto dei posti di lavoro ordinari un'illuminazione non inferiore a 30 lux
 - in ogni punto con specifici pericoli un'illuminazione non inferiore a 50 lux.

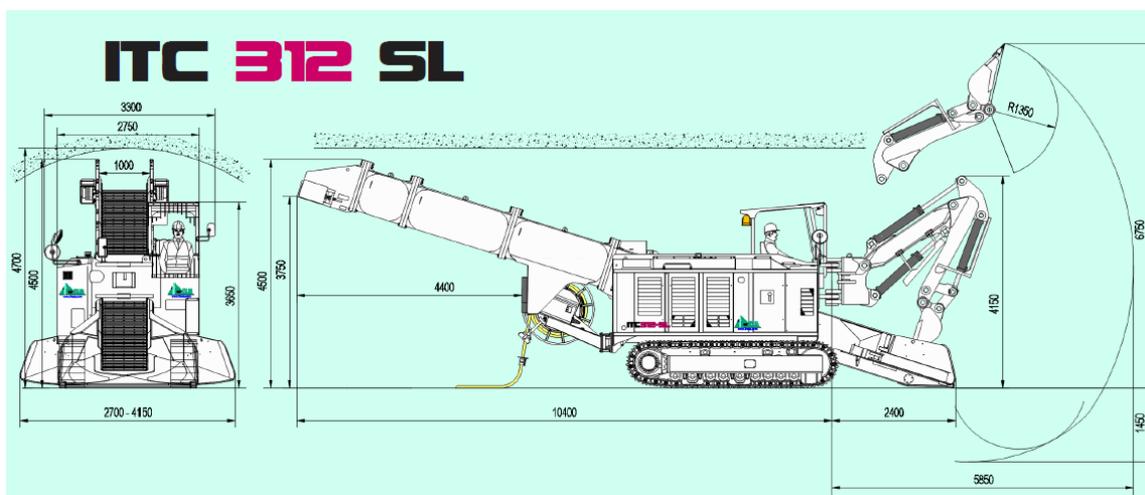
APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 71 di 95

16 UTILIZZO DI MEZZI D'OPERA AD ALIMENTAZIONE ELETTRICA

I mezzi d'opera e le attrezzature che dovranno essere utilizzate all'interno del tunnel, saranno tutti ad alimentazione elettrica.

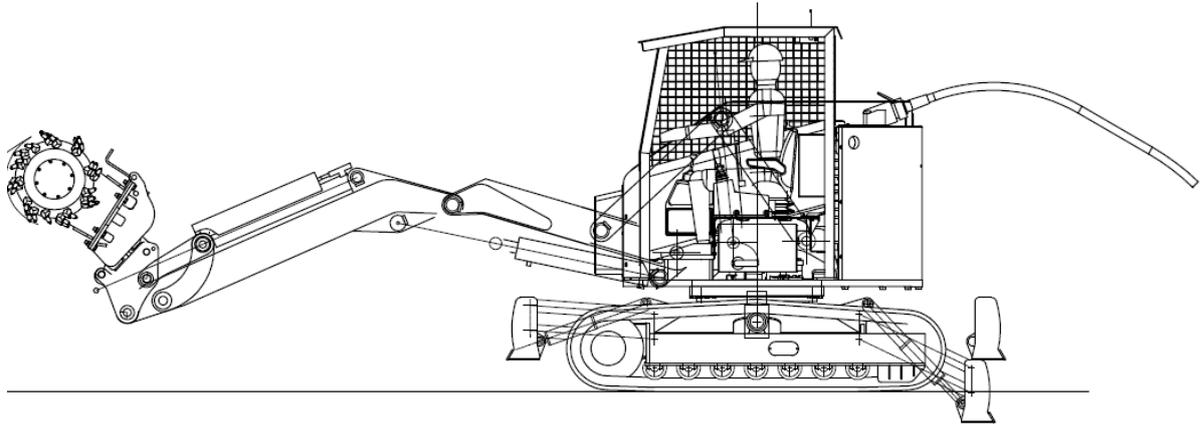
Nella tabella che segue, sono riportati tali mezzi, con le relative caratteristiche, campi d'impiego e tipologia di alimentazione elettrica:

Tunnel - interno	Attività	Alimentazione	Marca	Modello
Escavatore di supporto	Scavi di servizio	Elettrica con cavo	Butor	75E
Gru	Sollevamento e trasporto	Elettrica a batteria	Ormig	25tmE
Piattaforma	Interventi in quota del personale	Elettrica a batteria	Genie	Z-45/25
Rimorchio	Trasporto (ferro d'armatura, ecc.)	-	Comas	10 ton/12m
Rimorchio	Trasporto (blocchi diaframma, ecc.)	-	Comas	20 ton/6m
Trattore	Movimentazione rimorchi	Elettrica a batteria	Simai	TE291
Pala di supporto	Attività di supporto	Elettrica a batteria	Aramine	L140B
Escavatore/caricatore	Scavo tunnel	Elettrica con cavo	ITC	312 - SL
Pompa calcestruzzo	Ripompaggi cls da agitatore	Elettrica con cavo	Cifa	PC 307E
Agitatore 5,3 mc per cls	Attesa cls	Elettrica con cavo	Cifa	5,3 mc



Escavatore ITC 312 SL

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014												
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.												
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>PU</td> <td>SZ.00.B.0.003</td> <td>C</td> <td>72 di 95</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	PU	SZ.00.B.0.003	C	72 di 95
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	PU	SZ.00.B.0.003	C	72 di 95								



Escavatore di supporto Butor 75E



Piattaforma semovente Genie Z-45/25

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 73 di 95

17 GALLERIA IN AMBIENTE IPERBARICO: PARTICOLARI PROCEDURE DI EMERGENZA E SOCCORSO

Devono essere operative specifiche procedure di emergenza e soccorso in galleria in ambiente iperbarico, per le seguenti principali emergenze:

- Venuta d'acqua
- Allagamento
- Presenza di gas
- Incidente

oltre a quelle già indicate in sede di offerta:

- Incendio nell'area di lavoro in ambiente iperbarico;
- Incendio nella camera iperbarica mentre il personale si trova nella zona di scavo in aria compressa;
- Colpo di calore;
- Guasto delle attrezzature di supporto;
- Disturbo da decompressione.

Durante le lavorazioni in aria compressa, il medico specialista iperbarico (o l'Infermiere specialista iperbarico" delegato) e l'Operatore in "stand by" saranno sempre disponibili in sito, 24 ore su 24.

In ciascuna squadra di lavoratori, dovrà essere presente almeno un operatore qualificato in ambito di primo soccorso.

È stato previsto il ricorso ad una camera iperbarica di emergenza situata nelle vicinanze del sito di scavo e sono state individuate le strutture ospedaliere in zona dotate di reparti iperbarici.

17.1 Galleria in ambiente iperbarico: penetrazione di acqua al fronte

Infiltrazioni di acqua dal fronte possono essere considerate normali purché in modeste quantità e senza trasporto di particelle solide.

Nella eventualità di sensibile infiltrazione di acqua dal fronte, il personale deve:

1. Dare l'allarme;
2. Immediatamente evacuare la galleria;

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014	
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 74 di 95

3. Raggiunta la camera iperbarica il personale procede alla chiusura delle porte;
4. Si chiude la valvola di compensazione tra galleria e camera iperbarica;
5. I Lavoratori rimangono in stand-by in camera iperbarica;
6. Si aumenta la pressione in galleria fino al raggiungimento di una opportuna pressione che il Capo Turno (CT) avrà stabilito con il Direttore del Cantiere (DC);
7. Il Direttore del Cantiere decide, dopo aver constatato che le perdite d'acqua sono state risolte, di:
 - A. Aumentare la pressione nella camera iperbarica principale, previo avvertimento verbale all'Operatore Iperbarico, fino al nuovo valore pressorio della galleria e far proseguire le attività.
L'Operatore Iperbarico, calcolato il tempo di permanenza effettuato dai lavoratori, deciderà di raggiungere:
 1. La nuova pressione del fronte con gli stessi lavoratori
 2. Decomprimere la camera principale e cambiare la squadra a pressione normobarica;
 3. Una nuova squadra raggiungerà i lavoratori alla pressione di esercizio lavorativa per darsi il cambio. La decisione sulla strategia da adottare sarà comunicata al Direttore del cantiere.
 - B. interrompere tutte le attività, i lavoratori incominciano la decompressione nella camera iperbarica.

17.2 Galleria in ambiente iperbarico: fughe di aria compressa superiori alla portata dei compressori esterni

I compressori esterni hanno una portata tale da poter bilanciare le perdite attraverso il terreno sul fronte e i giunti del rivestimento.

Se le fughe superano detta portata, si ha riduzione della pressione in galleria, con pregiudizio della sicurezza nella galleria stessa.

La procedura da adottare di fronte ad una tale eventualità è:

1. Si allerta immediatamente il personale in galleria;
2. Il personale blocca le lavorazioni in corso;
3. Il personale entra nella camera iperbarica e chiude la porta di comunicazione con la galleria;
4. Capo Turno (CT) in accordo con Capo Cantiere (CC) può decidere:

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014												
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> SYSTRA S.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>PU</td> <td>SZ.00.B.0.003</td> <td>C</td> <td>75 di 95</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	PU	SZ.00.B.0.003	C	75 di 95
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	PU	SZ.00.B.0.003	C	75 di 95								

A. La fuga di aria non è grave: si cerca di impermeabilizzare il fronte o la via di fuga per continuare il lavoro in pressione di aria, previo avvertimento verbale all'Operatore Iperbarico.

L'Operatore Iperbarico, calcolato il tempo di permanenza effettuato dai lavoratori, deciderà di raggiungere:

- La nuova pressione in galleria con gli stessi lavoratori
- Decomprimere la camera principale e cambiare la squadra a pressione normobarica;
- Una nuova squadra raggiungerà i lavoratori, attraverso la camera di equilibrio, alla pressione di esercizio lavorativa per darsi il cambio. La decisione sulla strategia da adottare sarà comunicata al Direttore del cantiere.

B La fuga di aria è grave: si procede all'evacuazione in attesa di decisioni in merito al controllo delle fughe.

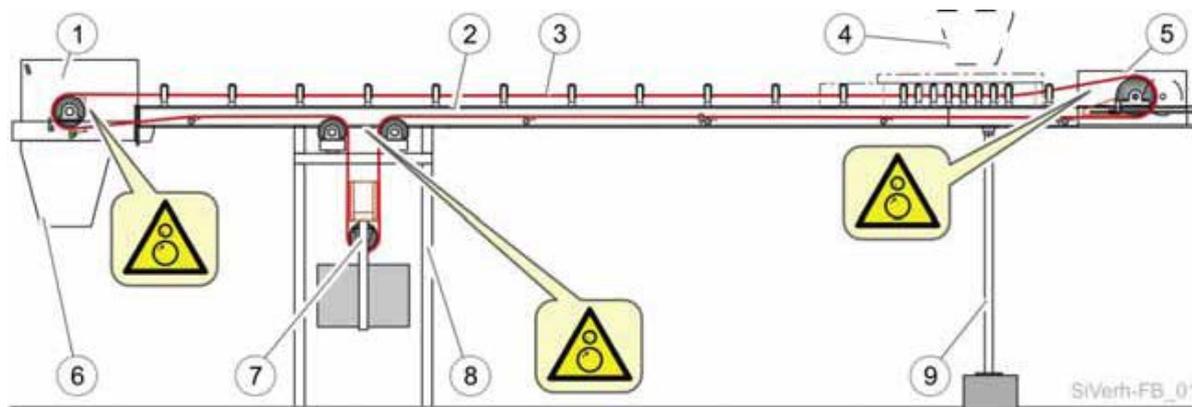
APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 76 di 95

18 NASTRI TRASPORTATORI

- I nastri trasportatori devono avere **classe di reazione al fuoco non superiore a 1**.
- Nei tratti di nastro presenti a quote direttamente accessibili, per segregare gli organi lavoratori e gli organi di trasmissione del moto, si deve procedere all'apposizione di **reti metalliche o pannelli**, saldamente imbullonati alla parte fissa.
- Le reti o i pannelli, dovranno avere le seguenti caratteristiche:
 - Le reti metalliche devono avere una maglia con dimensioni tali da impedire il contatto anche accidentale delle mani degli operatori con gli organi in movimento;
 - L'altezza minima sino alla quale proteggere il nastro, deve essere a due metri da terra.
 - La rete o pannello deve essere almeno 20 cm più alta del punto pericoloso più alto del nastro. Il profilo delle reti può essere sagomato al profilo del nastro, senza mai essere inferiore a due metri dal piano di calpestio.
 - Le protezioni devono essere conformate in maniera da impedire l'accesso all'operatore fra la stessa protezione e gli organi laterali di trasmissione.
- Nelle zone con gli organi di trasmissione, ove l'operatore deve accedere durante la lavorazione per effettuare delle regolazioni, aggiustamenti o l'estensione del nastro, le parti in movimento devono essere tutte completamente protette secondo le modalità di cui sopra.
- Il nastro deve essere munito dei seguenti **dispositivi di arresto di emergenza**:
 - Tasti di arresto di emergenza: disposti in punti ben accessibili, permettono di reagire nel modo più rapido ad una situazione di pericolo per le persone.
 - Interruttore con fune di arresto di emergenza: sono interruttori a trazione con corda di arresto di emergenza disposta longitudinalmente lungo l'intero nastro. Come per i tasti, per essere di nuovo in funzione devono essere sbloccati localmente.



APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C PAGINA 77 di 95



- 1 Stazione motorizzata
- 2 Ponte del nastro
- 3 Nastro trasportatore
- 4 Tramoggia di
- 5 Stazione di
- 6 Tramoggia di
- 7 Stazione di
- 8 Appoggio a 4 punti
- 9 Appoggio oscillante



⚠ AVVERTENZA!

Tamburo e nastro trasportatore ruotanti!

Incastro, grave schiacciamento delle membra e del busto, eventualmente morte.

- Non accedere alla macchina in movimento
- Tenersi lontano da queste fonti di pericolo.

- I **lavori di manutenzione** sulle macchine devono essere eseguiti solo quando l'interruttore di sicurezza, situato nel punto locale di manovra, è disinserito e assicurato con un lucchetto personale contro nuove inserzioni non autorizzate. Lo stato di disinserimento dell'interruttore di sicurezza viene sempre visualizzato con una lampada bianca di segnalazione sul posto di manovra esterno. Se questa lampada non è accesa, è proibito sostare nella zona di pericolo.

I **lavori di manutenzione** devono essere eseguiti solo da personale in possesso della necessaria qualifica professionale, applicando le seguenti norme di sicurezza.

- Tutti i lavori di manutenzione devono essere eseguiti e protocollati dai responsabili a intervalli prestabiliti.
- prima dell'inizio dei lavori di manutenzione, deve essere informato tutto il personale presente.
- La zona di lavoro deve essere allestita e chiusa in modo che le persone non vengano ferite da materiale in caduta.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A. <u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	<p style="text-align: center;">LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO</p> <p style="text-align: center;">IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</p>												
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A. <u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">PROGETTO</th> <th style="text-align: left;">LOTTO</th> <th style="text-align: left;">CODIFICA</th> <th style="text-align: left;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: left;">REV.</th> <th style="text-align: left;">PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>PU</td> <td>SZ.00.B.0.003</td> <td>C</td> <td>78 di 95</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	PU	SZ.00.B.0.003	C	78 di 95
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
IF1M	0.0.E.ZZ	PU	SZ.00.B.0.003	C	78 di 95								

- Per alcuni lavori di manutenzione, il componente dell'impianto deve essere in funzione. Altri lavori possono essere eseguiti con componente dell'impianto disinserito. Disinserire possibilmente il componente dell'impianto usando l'interruttore di sicurezza. Chiudere l'interruttore di sicurezza con un lucchetto personale.
- Una volta terminati i lavori di manutenzione, rimontare correttamente tutti i dispositivi di sicurezza e di protezione e controllarne il funzionamento.
- Se, durante il lavoro normale o i lavori di manutenzione, si riscontra un difetto, occorre eliminarlo immediatamente. Se non può essere eseguito direttamente, deve essere informato il superiore.
- I lubrificanti e i detersivi sono potenziali pericoli per l'ambiente. Maneggiare e immagazzinare tali sostanze a regola d'arte e smaltirle rispettando le prescrizioni locali.
- Non è consentito depositare materiale sulle passerelle per la manutenzione e su pedane
- In caso di trasporto di materiale con grande contenuto d'acqua, gli intervalli di pulizia e controllo dell'impianto devono essere accorciati.
- Deve essere evitata la formazione di ammassi nella zona dei passaggi.
- I nastri con coperture di qualità normale, devono essere assolutamente protetti da oli, grassi, benzoli e sostanze simili.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO									
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 79 di 95				

19 DOTAZIONI ANTINCENDIO IN GALLERIA

19.1 Impianto idrico antincendio

L'impianto idrico antincendio sarà costituito da:

- Alimentazione idrica;
- Rete di tubazioni in pressione;
- Valvole di intercettazione;
- Idranti.
- Attacco di mandata per autopompa.

La vasca di acqua potrà essere a uso promiscuo per la fornitura dell'acqua in galleria e per il sistema antincendio. Il minimo battente calcolato per l'antincendio, dovrà però essere comunque sempre garantito. L'alimentazione della vasca avverrà direttamente mediante delle valvole di riempimento del tipo a spillo con galleggiante collegate all'acquedotto o in alternativa a un sistema di riempimento periodico con autobotti.

Per le tubazioni dovrà essere garantita una adeguata protezione contro gli urti.

La rete idrica antincendio in galleria, non deve essere obbligatoriamente una rete dedicata, ma può essere comune alla rete dell'acqua industriale utilizzata per l'approvvigionamento idrico in galleria.

Tale soluzione dovrà garantire in ogni caso i requisiti di progetto, di pressione e portata, nel punto idraulico più sfavorevole e nella condizione di massima estensione della galleria prevista.

La massima portata e la massima pressione richieste saranno garantite mediante opportuno impianto di pressurizzazione.

In particolare, la dotazione idranti sarà la seguente:

- **Idranti UNI 45 disposti ad interasse di 50 m** ed alloggiati all'interno di cassette in lamiera verniciata, colore rosso, ad antina vetrata con vetro tipo safe crash; ogni postazione è completa di rubinetto idrante UNI 45x1½", lancia con bocchello da 1"1/4, manichetta appiattibile a norma UNI EN 14540 certificata dal Ministero dell'Interno UNI 9487 in nylon gommato di tipo approvato, lunghezza 20 m, conformi alle norme UNI EN 671/1-2 e UNI 9487.
- **Idrante UNI 70 soprassuolo in ghisa G20 UNI ISO185 all'imbocco della galleria.** L'idrante sarà dotato di dispositivo di manovra a pentagono UNI 9485, colonna montante in ghisa, testata distributrice e scatola con valvola scarico

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014		
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. PAGINA C 80 di 95

antigelo in ghisa G20 UNI ISO 185; bocca d'uscita in ottone filettata UNI 810, dispositivo di rottura in caso di urto accidentale con chiusura automatica erogazione acqua, flangia di base UNI EN 1092-1; verniciato rosso RAL 3000 nella parte soprasuolo e catramato nero nella parte sottosuolo. L'idrante sarà completo di corredo di manichetta alloggiata in cassetta. La dotazione sarà costituita da manichetta appiattibile UNI 9487 certificata dal Ministero dell'Interno in cassetta di acciaio verniciato con aperture di alimentazione laterali preincise nella lamiera, lastra frangibile trasparente a rottura di sicurezza Safe Crash, rubinetto idrante filettato 2" - UNI 70, lancia frazionatrice 16 mm UNI EN 671/1-2.

- **Gruppo attacco per motopompa VV.F. all'imbocco della galleria.** Il gruppo sarà dotato di doppio attacco UNI 70 a norma UNI 808, saracinesca e valvola di ritegno a Clapet in ottone, dispositivo di drenaggio automatico, valvola di sicurezza per scarico sovrappressione prearata conforme alle norme UNI 10779. Il gruppo deve essere ben segnalato mediante apposito cartello così come previsto dalla norma UNI10779.

Sulla base delle indicazioni tecniche contenute nella UNI 10779 per impianti di reti idranti ordinarie per aree di livello di pericolosità 3, le caratteristiche idrauliche da rispettare, sono:

- Erogazione contemporanea di almeno 4 idranti UNI 45 nella posizione idraulicamente più sfavorita, con portata ciascuno di 120 l/min e pressione residua al bocchello non inferiore a 0,20 MPa (2 bar) al di sopra della massima pressione della camera (quindi pari a 3 bar) e 1 idrante UNI70 con portata di 300 l/min e pressione residua non inferiore a 0,40 MPa (4 bar);
- Durata dell'erogazione: non inferiore a 120 minuti primi.

Il **gruppo di pressurizzazione** dovrà essere dotato di n. 2 pompe, ciascuna con portata e prevalenza pari a quella massima richiesta dall'impianto e da una terza pompa pilota in grado di mantenere l'impianto sempre in pressione. La pompa è alimentata in emergenza da gruppo con motore diesel.

La capacità della vasca di accumulo è calcolata con riferimento alle condizioni più gravose ovvero all'erogazione della massima portata richiesta dalla rete idranti di 46,8 mc/h per un tempo non inferiore a 120 minuti. Ne risulta una **capacità utile della vasca di 94 mc.**

19.2 Presidi antincendio

- **Estintori** a polvere di classe 34A – 133 BC o 89 BC, collocati all'interno degli armadi SOS e in prossimità del fronte di scavo.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 81 di 95

Dovrà essere sempre disponibile un estintore in prossimità di eventuali fonti di innesco.

Tutti gli estintori sono collocati in modo da risultare facilmente raggiungibili e visibili, e sono segnalati da cartelli.

19.3 Armadio esterno di emergenza

Presso l'imbocco della galleria è posto un armadio di colore rosso dotato di vetro safecrash, ove è stoccata l'attrezzatura usata per la gestione delle emergenze sia dagli addetti della squadra delle emergenze del piazzale in ausilio alla squadra di turno in galleria, che dai soccorsi esterni qualora ve ne sia necessità.

Il container è segnalato da un cartello "attrezzature di emergenza e attrezzature antincendio".

L'area prospiciente l'ingresso del container e l'interno dello stesso, devono essere dotati di illuminazione di sicurezza.

L'armadio esterno di emergenza deve essere dotato delle seguenti attrezzature:

Attrezzature di salvataggio e antincendio:

- n. 5 manichette
- Occhiali di protezione da funi e vapori
- Coperte isothermiche
- Coperte ignifughe
- Asce
- Autosalvatori

Materiale di primo soccorso:

- cassetta di medicazione
- collare cervicale multimisura
- guanti in lattice monouso

19.4 Armadio interno di emergenza

All'interno della galleria è posto un armadio di colore rosso, dotato di vetro safe-crash, ove è stoccata l'attrezzatura usata per la gestione delle emergenze dagli addetti della squadra delle emergenze di turno in galleria o dai soccorsi esterni qualora ve ne sia necessità.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 82 di 95

L'armadio è segnalato da un cartello "attrezzature di emergenza e attrezzature antincendio".

L'armadio interno di emergenza è dotato delle seguenti attrezzature:

Attrezzature di salvataggio e antincendio:

- n. 5 manichette
- Occhiali di protezione da funi e vapori
- Coperte isotermitiche
- Coperte ignifughe
- Asce
- Guanti ignifughi
- Caschi antincendio
- Autorespiratori

Materiale di primo soccorso:

- cassetta di medicazione
- collari cervicale multimisura
- guanti in lattice monouso
- soluzione lavaocchi

19.5 Controllo e manutenzione del sistema antincendio

Le misure di sicurezza antincendio devono essere mantenute efficienti per tutta la durata dei lavori. A tale scopo il cantiere deve essere dotato di un sistema di controllo e manutenzione.

Tale sistema è previsto e contemplato nel presente PSC e dovrà essere gestito dall'impresa che esegue la parte principale dell'opera.

All'impresa principale spetta il controllo sugli apprestamenti di base e sulle misure di sicurezza generali, garantendo la sorveglianza, la verifica e la manutenzione degli impianti elettrici, degli impianti e delle attrezzature antincendio, quali la segnaletica, i sistemi di comunicazione e allarme, la cartellonistica per l'evacuazione, il veicolo di evacuazione, gli autorespiratori, i presidi antincendio, il container esterno col materiale di salvataggio, l'attrezzatura di soccorso.

Inoltre l'impresa principale deve vigilare sul rispetto delle misure di sicurezza di carattere organizzativo, quali quelle concernenti:

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.				
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 83 di 95

- i materiali (depositi, legnami, bombole, ecc.);
- la presenza, l'idoneità e le dotazioni dei sicuristi;
- la percorribilità delle vie di fuga e delle vie di accesso al cantiere;
- la limitazione di accesso al sotterraneo di veicoli e motori;
- la limitazione di accesso al sotterraneo di persone;
- l'informazione, la formazione e l'addestramento del personale di cantiere;
- la presenza del Piano di Emergenza in cantiere e la sua trasmissione ai Vigili del Fuoco, al 118 e alle imprese esecutrici.

Infine, l'impresa principale deve vigilare sui compiti assegnati alle altre imprese e garantire la sorveglianza e l'efficienza generale dell'intero sistema di sicurezza antincendio.

Ogni impresa (principale e secondaria) deve farsi carico dei seguenti compiti concernenti le proprie lavorazioni e dotazioni:

- verifica e manutenzione degli estintori e degli autosalvatori;
- vigilanza sulle lavorazioni pericolose;
- vigilanza, controllo e manutenzione dei propri impianti, mezzi ed attrezzature a possibile rischio d'incendio;
- pronta segnalazione all'impresa principale dei problemi rilevati, delle situazioni di rischio, dei principi di incendio (anche se immediatamente spenti e senza conseguenze).

Per le operazioni da eseguire sugli impianti e le attrezzature di sicurezza antincendio, si devono prevedere:

- redazione di protocolli di sorveglianza, verifica e manutenzione dei singoli apprestamenti;
- specifiche e regolari verifiche della presenza e dello stato degli apprestamenti, in relazione ai requisiti specificati nel Piano di Emergenza;
- specifici e regolari controlli di funzionamento;
- specifica e regolare manutenzione, ordinaria o straordinaria.

Tali attività devono essere condotte nel rispetto delle istruzioni fornite dal fabbricante, delle norme tecniche e legislative vigenti. L'attività eseguita deve essere registrata in apposita documentazione.

Si precisa che:

- le "verifiche della presenza e dello stato degli apprestamenti" si devono eseguire con il solo esame a vista, con cadenza giornaliera o a cambio turno, da parte dei preposti; per queste attività non vi è obbligo di registrazione;

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014	
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 84 di 95

- i controlli di funzionamento devono essere eseguiti almeno ogni sei mesi da parte di personale esperto per i presidi antincendio e secondo le indicazioni del fabbricante per altro materiale;
- le manutenzioni devono essere eseguite da personale competente almeno con l' scadenza indicata dai costruttori;

La vigilanza sul rispetto delle misure di sicurezza a carattere organizzativo è a carico dell'impresa principale e deve quanto meno essere espletata:

- ad ogni inizio turno, per la presenza dei sicuristi;
- giornalmente, sull'assenza di accumulo di materiali combustibili e infiammabili;
- giornalmente, sulla sicura percorribilità delle vie di fuga e delle vie di accesso al cantiere;
- ad ogni ingresso di nuova ditta, per la limitazione di accesso al sotterraneo ai veicoli e ai motori;
- ad ogni ingresso di nuova ditta, per l'informazione, formazione, addestramento del personale;
- ad ogni ingresso di nuova ditta, per la trasmissione ad essa del Piano di Emergenza;
- ad ogni ingresso di nuova ditta, per la vigilanza sulla stessa;
- ad ogni aggiornamento del Piano, per la sua presenza in cantiere e la sua trasmissione ai Vigili del Fuoco, al 118 e alle imprese.

In particolare, per la gestione della rete idrica antincendio, deve essere individuato un incaricato che provveda affinché nel corso dei lavori non vengano alterate le condizioni di sicurezza ed in particolare:

- siano mantenuti efficienti i mezzi e gli impianti antincendio e vengano effettuati periodici controlli di funzionamento, almeno con cadenza semestrale;
- siano eseguite le periodiche manutenzioni e verifiche (ad esempio verifica del buono stato di conservazione delle cassette, verifica della visibilità della cartellonistica, verifica del livello dell'acqua nel serbatoio, ecc.);
- siano rispettate le distanze massime tra l'installazione di un presidio e di quello successivo;
- sia garantita la visibilità e l'accessibilità agli idranti, anche prevedendo per ogni idrante una zona di rispetto interdotta al parcheggio dei veicoli ed al deposito dei materiali.

Infine, l'uso della rete deve essere inserito tra i temi oggetto delle periodiche attività di formazione, addestramento e di esercitazioni dei lavoratori designati per il salvataggio, la lotta antincendio e l'emergenza (sicuristi).

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 85 di 95	

20 VALUTAZIONE E RIDUZIONE DEL RISCHIO INCENDIO

20.1 Identificazione dei rischi dovuti all'iperbarismo

Di seguito si riportano alcuni principi di fisica che consentono di comprendere i meccanismi dell'iperbarismo e alcune tipiche caratteristiche:

L'aria atmosferica è costituita da un miscuglio di vari gas, fra i quali i più importanti sono l'ossigeno nella concentrazione di circa 21% e l'azoto nella concentrazione di circa il 78%.

Un parametro utile per descrivere il comportamento di una miscela di gas è la pressione parziale di un determinato gas del miscuglio, definita come la pressione che eserciterebbe quel gas se occupasse da solo tutto il volume a disposizione della miscela gassosa. I gas che compongono l'atmosfera hanno perciò una pressione parziale pari al prodotto tra il valore della pressione atmosferica e la percentuale con cui il singolo gas contribuisce alla composizione dell'atmosfera stessa.

Ad esempio: essendo l'aria composta dal 21% di ossigeno, la pressione parziale dell'ossigeno (indicato con P_{pO_2}) a pressione atmosferica è di 0,21 atm. La pressione totale di un miscuglio di gas segue la legge di Dalton che afferma: la pressione totale esercitata da un miscuglio di gas è uguale alla somma delle singole pressioni parziali dei gas componenti il miscuglio stesso.

Aumentando la pressione in certo ambiente, aumenterà anche la pressione parziale del gas; conseguentemente si possono ottenere valori di P_{pO_2} molto superiori a quelli normali.

Per tutti i gas vale, con buona approssimazione, la relazione

$$P V = K T$$

in cui con P si intende la pressione del gas, con V il volume, con T la temperatura e con K una costante dipendente dal tipo di gas.

All'aumentare della P_{pO_2} aumenta l'infiammabilità dei materiali. Si può pertanto osservare che all'interno di un ambiente iperbarico i materiali risultano "più infiammabili" rispetto all'atmosfera normale, ma comunque non si raggiungono mai temperature di autocombustione pericolose, per cui la loro combustione deve sempre essere decisamente provocata da un innesco.

In generale, si osserva anche un aumento della velocità di combustione. Inoltre, l'energia rilasciata dall'incendio risulta superiore in virtù di una maggiore presenza di O₂ disponibile nel compartimento.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 86 di 95	

Da quanto detto, emerge che in generale in un'ambiente iperbarico è fondamentale che i materiali infiammabili presenti all'interno del comparto siano costituiti prevalentemente da materiali che presentano temperature di autocombustione elevate rispetto la temperatura ambiente. Analogamente occorre evitare la presenza di combustibili liquidi con basse temperature di infiammabilità.

In condizioni iperbariche costituiscono fattori di primaria importanza ai fini della riduzione del rischio, la riduzione della quantità di materiali infiammabili (sempre auspicabile), l'eliminazione o riduzione dell'entità che può provocare l'incendio (fiamma libera, scintilla fortemente energetica, ecc.) e una volta sviluppato l'incendio, occorre incrementare la validità dei sistemi di spegnimento dell'incendio stesso.

20.2 Valutazione del rischio dovuto all'atmosfera iperbarica

Allo scopo di valutare il rischio incendi correlato ad un ambiente caratterizzato da un atmosfera iperbarica, occorre effettuare alcune considerazioni preliminari sul volume dei gas effettivamente coinvolti nell'incendio.

In generale la massa combustibile presente in dato comparto e interessata da incendio, difficilmente partecipa nella sua totalità al processo di combustione per:

- materiale combustibile entro contenitori incombustibili;
- distribuzione spaziale sfavorevole;
- ammassamento sfavorevole;
- abbassamento della % di O₂ nel comparto;
- umidità della massa combustibile.

Di questa circostanza si tiene conto, "per i materiali principalmente cellulose", con il fattore di partecipazione alla combustione $\mu = 0,8$ e con il fattore di limitazione alla combustione $\psi = 0,85$ per contenitori non combustibili.

In ambiente chiuso come sono i compartimenti di scavo della galleria occorre analizzare il comportamento dell'O₂ presente nel processo di combustione al fine di determinare la quantità di combustibile che realmente prende parte al processo.

Il rapporto tra la massa m_{O_2} di O₂, necessaria per ossidare una massa m_c di combustibile è denominata "oxygen fuel mass ratio" ed è frequentemente indicata in letteratura con r_o .

$$r_o = \frac{m_{O_2}}{m_c}$$

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014		
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. PAGINA
		IF1M	0.0.E.ZZ	PU	SZ.00.B.0.003	C 87 di 95

Il rapporto tra la massa m_{aria} di aria, necessaria per ossidare una massa m_c di combustibile è indicata in letteratura con r_{aria}

$$r_{aria} = \frac{m_{aria}}{m_c}$$

Considerando che una mole di aria ha massa molare pari a 28,8 g, che una di O₂ ha massa molare di 32 g e che la percentuale, in volume, di O₂ in aria è del 21% si ottiene:

$$\frac{r_{aria}}{r_o} = \frac{m_{aria} m_c}{m_c m_{O_2}} = \frac{1}{0,21} \frac{28,8}{32} = 4,29$$

$$r_{aria} = 4,29 r_o$$

Nella seguente tabella sono riportati i valori di r_{aria} e r_o per alcuni combustibili.

COMBUSTIBILE	r_o (g _{O2} /g _{combust.})	r_{aria} (g _{aria} /g _{combust.})	COMBUSTIBILE	r_o (g _{O2} /g _{combust.})	r_{aria} (g _{aria} /g _{combust.})
ACETILENE	3,10	13,30	FORMALDEIDE	1,07	4,59
ACETONE	2,20	9,40	IDROGENO	8,00	34,30
BENZENE	3,10	13,30	ACIDO CIANIDRICO	1,48	6,53
CARBONE	2,70	11,60	CARBON MONOXIDE	0,57	2,44
ETANOLO	2,10	9,00	POLICLORURO DI VINILE	1,40	6,00
METANO	4,00	17,20	POLISTIRENE	3,10	13,20
LEGNO	1,30	5,70	POLIURETANO	1,70	7,30
PROPANO	3,60	15,60	NYLON	2,30	9,90
POLIETILENE	3,40	14,60	CELLULOSA	1,20	5,10
POLIPROPILEN E	3,80	16,30	POLICARBONATO	2,30	9,80
STIRENE	3,07	13,30	TOLUENE	3,10	13,30

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014			
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 88 di 95

Con i valori di tabella è rapido ed immediato eseguire i calcoli del fabbisogno di O2.

È possibile inoltre calcolare l'energia rilasciata da un combustibile per unità di massa di comburente in (MJ/kg_{aria}). In particolare, se si divide il valore del p.c.i. (MJ) di un qualsiasi combustibile per la massa di comburente necessaria per la combustione completa si ottiene che tale rapporto vale:

$$P_{c\text{aria}} = 3,00 \frac{MJ}{kg_{\text{aria}}}$$

Analogamente, se si divide il valore del p.c.i. (MJ) di un qualsiasi combustibile per la massa di comburente, necessaria per la combustione completa si ottiene che tale rapporto vale (energia rilasciata da un combustibile per unità di massa di comburente O2 - MJ/kgO2)

$$P_{c\text{o}_2} = 13,10 \frac{MJ}{kg_{\text{o}_2}}$$

Tali rapporti sono fondamentali perché rappresentano l'energia rilasciata dall'incendio per unità di massa comburente presente nel compartimento. E ciò indipendentemente dal combustibile ivi contenuto.

Tali rapporti permettono facilmente di:

- determinare la massima energia rilasciabile dall'incendio nota la quantità di comburente in ingresso o presente nel compartimento;
- determinare la massa di combustibile che può bruciare a fronte di una determinata quantità di comburente disponibile nel compartimento.
- determinare il volume di aria totale necessaria per la combustione.

È possibile, quindi, una volta calcolata la massa di O2 presente nel compartimento, calcolare l'energia massima rilasciabile nello stesso compartimento ed il relativo carico specifico d'incendio. Nel compartimento quindi il carico di incendio di riferimento non può essere superiore a tale valore, a prescindere dalla quantità e qualità di combustibile presente.

Allo scopo di valutare il rischio aggiuntivo derivante dall'utilizzo delle condizioni iperbariche nello scavo della galleria è stato calcolato il carico di incendio specifico di un cantiere tipo in condizioni atmosferiche standard e correlato con un cantiere analogo in condizioni iperbariche.

Nello scavo del tunnel in esame, la gran parte del materiale combustibile presente all'interno del compartimento di scavo galleria è costituito dal rivestimento impermeabilizzante in PVC e dal carburante e olii lubrificanti delle macchine da lavoro impiegate.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 89 di 95

In particolare, il rivestimento impermeabilizzante è costituito:

- strato di compensazione in TNT di polipropilene da 800 gr/mq
- manto impermeabile di PVC in doppio strato 2+2 mm
- strato di protezione in PVC da 1,8 mm

Il pacchetto impermeabilizzante in parola risulta installato prima sulla soletta di fondo e successivamente protetto da un getto di cemento armato, poi sui piedritti e successivamente protetto da un getto di cemento armato. Prima della demolizione del diaframma frontale le operazioni di protezione del pacchetto impermeabilizzante sono completate riducendo al minimo il materiale combustibile esposto ad eventuali fonti di innesco.

La procedura di avanzamento prevede quindi che la massima quantità di manto impermeabilizzante potenzialmente esposto a fonti di innesco è sempre al massimo quella relativa al singolo compartimento in lavorazione ed in particolare la quantità necessaria all'impermeabilizzazione dei piedritti della galleria.

Nell'ambito del cantiere sono presenti, inoltre, le seguenti macchine operatrici:

Tunnel - interno	Attività	Q.tà
Escavatore di supporto	Scavi di servizio	1
Gru	Sollevamento e trasporto	1
Piattaforma	Interventi in quota del personale	1
Rimorchio	Trasporto (ferro d'armatura, ecc.)	2
Rimorchio	Trasporto (blocchi diaframma, ecc.)	2
Trattore	Movimentazione rimorchi	2
Pala di supporto	Attività di supporto	1
Escavatore/caricatore	Scavo tunnel	1
Pompa calcestruzzo	Ripompaggi cls da agitatore	1
Agitatore 5,3 mc per cls	Attesa cls	1

Sulla base delle caratteristiche delle macchine operatrici previste e sulla base della quantità massima di pacchetto impermeabilizzante esposto viene calcolata l'energia potenziale presente in galleria in funzione dell'avanzamento dello scavo. Analogamente viene calcolata la quantità di ossigeno presente in galleria in condizioni standard (pressione

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA IF1M 0.0.E.ZZ PU SZ.00.B.0.003 C 90 di 95	

atmosferica) e la relativa energia liberabile dovuta alla presenza del comburente. Il carico di incendio specifico per ciascuna fase di avanzamento è chiaramente desumibile a partire dal più piccolo dei due valori precedentemente calcolati.

1 - I calcoli in condizioni di scavo standard sono riportati nella seguente tabella.

CALCOLO CARICO DI INCENDIO IN CONDIZIONI STANDARD	lunghezza	area in pianta	volume	altezza	energia potenziale rivestimento galleria	energia potenziale macchine operatrici	energia potenziale materiale combustibile	pressione interna	volume cumulato	superficie cumulata	KG di O2 cumulati	energia massima liberabile	carico di incendio	carico incendio specifico
	m	m ²	mc	m	MJ	MJ	MJ	atm	mc	m ²	KG	MJ	MJ	MJ/m ²
COMPARTIMENTO 1	65	680	5560	9.11	320 708	143 000	463 708	1.0	5560	680	1 555	20 372	20 372	30
COMPARTIMENTO 2	65	690	5890	9.11	320 708	143 000	463 708	1.0	11450	1370	3 203	41 953	41 953	31
COMPARTIMENTO 3	65	690	5890	9.11	320 708	143 000	463 708	1.0	17340	2060	4 850	63 534	63 534	31
COMPARTIMENTO 4	40.7	610	5200	9.11	200 813	143 000	343 813	1.0	22540	2670	6 304	82 587	82 587	31
COMPARTIMENTO 5	24.3	360	3050	9.11	119 896	143 000	262 896	1.0	25590	3030	7 157	93 763	93 763	31
COMPARTIMENTO 6	50	530	4500	9.85	266 738	143 000	409 738	1.0	30090	3560	8 416	110 251	110 251	31
COMPARTIMENTO 7	40	850	7460	9.50	205 808	143 000	348 808	1.0	37550	4410	10 503	137 584	137 584	31
COMPARTIMENTO 8	40	800	7070	9.50	205 808	143 000	348 808	1.0	44620	5210	12 480	163 489	163 489	31
COMPARTIMENTO 9	40	800	6580	9.11	197 359	143 000	340 359	1.0	51200	6010	14 320	187 598	187 598	31
COMPARTIMENTO 10	40	830	6790	9.11	197 359	143 000	340 359	1.0	57990	6840	16 220	212 477	212 477	31
COMPARTIMENTO 11	65	1320	11830	10.00	352 040	143 000	495 040	1.0	69820	8160	19 528	255 823	255 823	31
COMPARTIMENTO 12	72	1430	12900	10.00	389 952	143 000	532 952	1.0	82720	9590	23 137	303 089	303 089	32
COMPARTIMENTO 13	33	320	2650	9.00	160 855	143 000	303 855	1.0	85370	9910	23 878	312 798	303 855	31
COMPARTIMENTO 14	38.5	570	4880	9.00	187 664	143 000	330 664	1.0	90250	10480	25 243	330 679	330 664	32
													MEDIA	31

Si ottiene quindi un carico di incendio medio di entità e pari a 31 MJ/m².

2 - La situazione in condizioni standard viene paragonata ad una situazione con i medesimi macchinari e condizioni interne, ma con scavo in condizioni iperbariche.

In questo caso, la simulazione fornisce i seguenti risultati:

CALCOLO CARICO DI INCENDIO IN CONDIZIONI IPERBARICHE	lunghezza	area in pianta	volume	altezza	energia potenziale rivestimento galleria	energia potenziale macchine operatrici	energia potenziale materiale combustibile	pressione interna	volume cumulato	superficie cumulata	KG di O2 cumulati	energia massima liberabile	carico di incendio	carico incendio specifico
	m	m ²	mc	m	MJ	MJ	MJ	atm	mc	m ²	KG	MJ	MJ	MJ/m ²
COMPARTIMENTO 1	65	680	5560	9.11	320 708	143 000	463 708	1.3	5560	680	2022	26 484	26 484	39
COMPARTIMENTO 2	65	690	5890	9.11	320 708	143 000	463 708	1.5	11450	1370	4804	62 930	62 930	46
COMPARTIMENTO 3	65	690	5890	9.11	320 708	143 000	463 708	1.6	17340	2060	7760	101 655	101 655	49
COMPARTIMENTO 4	40.7	610	5200	9.11	200 813	143 000	343 813	1.6	22540	2670	10087	132 140	132 140	49
COMPARTIMENTO 5	24.3	360	3050	9.11	119 896	143 000	262 896	2.0	25590	3030	14315	187 525	187 525	62
COMPARTIMENTO 6	50	530	4500	9.85	266 738	143 000	409 738	1.7	30090	3560	14307	187 426	187 426	53
COMPARTIMENTO 7	40	850	7460	9.50	205 808	143 000	348 808	1.7	37550	4410	17854	233 893	233 893	53
COMPARTIMENTO 8	40	800	7070	9.50	205 808	143 000	348 808	1.8	44620	5210	22464	294 280	294 280	56
COMPARTIMENTO 9	40	800	6580	9.11	197 359	143 000	340 359	1.9	51200	6010	27209	356 437	340 359	57
COMPARTIMENTO 10	40	830	6790	9.11	197 359	143 000	340 359	1.7	57990	6840	27573	361 211	340 359	50
COMPARTIMENTO 11	65	1320	11830	10.00	352 040	143 000	495 040	1.6	69820	8160	31246	409 316	409 316	50
COMPARTIMENTO 12	72	1430	12900	10.00	389 952	143 000	532 952	1.5	82720	9590	34705	454 633	454 633	47
COMPARTIMENTO 13	33	320	2650	9.00	160 855	143 000	303 855	1.4	85370	9910	33429	437 918	303 855	31
COMPARTIMENTO 14	38.5	570	4880	9.00	187 664	143 000	330 664	1.2	90250	10480	30291	396 815	330 664	32
													MEDIA	48

In condizioni iperbariche, si ottiene un carico di incendio medio pari a 48 MJ/m². L'incremento è dovuto alla maggiore presenza di ossigeno nel tunnel.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.	IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 91 di 95

3 – Le condizioni operative che invece saranno realmente attuate, prevedono l'adozione di macchine operatrici elettriche a batterie o alimentate mediante cavo, oltre ad ulteriori accorgimenti e procedure a favore di sicurezza.

In particolare si prevede l'utilizzo di:

Tunnel - interno	Attività	Alimentazione	Marca	Modello	Q.tà
Escavatore di supporto	Scavi di servizio	Elettrica con cavo	Butor	75E	1
Gru	Sollevamento e trasporto	Elettrica a batteria	Ormig	25tmE	1
Piattaforma	Interventi in quota del personale	Elettrica a batteria	Genie	Z-45/25	1
Rimorchio	Trasporto (ferro d'armatura, ecc.)	-	Comas	10 ton/12m	2
Rimorchio	Trasporto (blocchi diaframma, ecc.)	-	Comas	20 ton/6m	2
Trattore	Movimentazione rimorchi	Elettrica a batteria	Simai	TE291	2
Pala di supporto	Attività di supporto	Elettrica a batteria	Aramine	L140B	1
Escavatore/caricatore	Scavo tunnel	Elettrica con cavo	ITC	312 - SL	1
Pompa calcestruzzo	Ripompaggi cls da agitatore	Elettrica con cavo	Cifa	PC 307E	1
Agitatore 5,3 mc per cls	Attesa cls	Elettrica con cavo	Cifa	5,3 mc	1

Come anticipato, si prevede inoltre di **limitare ulteriormente il materiale combustibile presente in galleria**, con le seguenti procedure ed accorgimenti:

- La galleria deve essere mantenute pulita e priva di rifiuti combustibili come il legname di scarto, olio minerale e grasso, carta, plastica, stoffe.
- Costante e continua presenza in galleria, oltre alla squadra antincendio potenziata nel numero di componenti, di un Responsabile che monitori le condizioni operative e le possibili situazioni a rischio, rilevando immediatamente eventuali inizi di combustione e segnalando la situazione in tempo reale innescando l'immediato allarme incendio.
- I quadri elettrici devono essere di una tipologia che non contenga olio.
- Il cablaggio elettrico deve essere isolato con materiali a bassa propagazione della fiamma e con proprietà di bassa generazione fumi in caso di incendio.
- saranno utilizzati nei sistemi idraulici delle macchine in galleria fluidi idraulici a bassa infiammabilità e non tossici. Anche la scelta del fluido sarà influenzata da quanto poco fumo è generato dalla combustione.
- Il nastro trasportatore deve essere di un tipo le cui proprietà di generare fuoco e fumi lo rendono adatto per l'uso nelle miniere di carbone.
- I vestiti delle maestranze, saranno del tipo ignifugo

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO											
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014							
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 92 di 95						

A favore di sicurezza, nei calcoli effettuati non si è comunque tenuto conto di tali minori apporti di materiale combustibile, pur se significativi non solo dal punto di vista quantitativo, ma anche qualitativo.

I calcoli del carico di incendio specifico in condizioni iperbariche e con l'utilizzo di macchine operatrici elettriche sono riportati nella seguente tabella:

CALCOLO CARICO DI INCENDIO IN CONDIZIONI IPERBARICHE	lunghezza	area in pianta	volume	altezza	energia potenziale rivestimento galleria	energia potenziale macchine operatrici	energia potenziale materiale combustibile	pressione interna	volume cumulato	superficie cumulata	KG di O2 cumulati	energia massima liberabile	carico di incendio	carico incendio specifico
	m	mq	mc	m	MJ	MJ	MJ	atm	mc	mq	KG	MJ	MJ	MJ/mq
COMPARTIMENTO 1	65	680	5560	9.11	320 708	27 000	347 708	1.3	5560	680	2022	26 484	26 484	39
COMPARTIMENTO 2	65	690	5890	9.11	320 708	27 000	347 708	1.5	11450	1370	4804	62 930	62 930	46
COMPARTIMENTO 3	65	690	5890	9.11	320 708	27 000	347 708	1.6	17340	2060	7760	101 655	101 655	49
COMPARTIMENTO 4	40.7	610	5200	9.11	200 813	27 000	227 813	1.6	22540	2670	10087	132 140	132 140	49
COMPARTIMENTO 5	24.3	360	3050	9.11	119 896	27 000	146 896	2.0	25590	3030	14315	187 525	146 896	48
COMPARTIMENTO 6	50	530	4500	9.85	266 738	27 000	293 738	1.7	30090	3560	14307	187 426	187 426	53
COMPARTIMENTO 7	40	850	7460	9.50	205 808	27 000	232 808	1.7	37550	4410	17854	233 893	232 808	53
COMPARTIMENTO 8	40	800	7070	9.50	205 808	27 000	232 808	1.8	44620	5210	22464	294 280	232 808	45
COMPARTIMENTO 9	40	800	6580	9.11	197 359	27 000	224 359	1.9	51200	6010	27209	356 437	224 359	37
COMPARTIMENTO 10	40	830	6790	9.11	197 359	27 000	224 359	1.7	57990	6840	27573	361 211	224 359	33
COMPARTIMENTO 11	65	1320	11830	10.00	352 040	27 000	379 040	1.6	69820	8160	31246	409 316	379 040	46
COMPARTIMENTO 12	72	1430	12900	10.00	389 952	27 000	416 952	1.5	82720	9590	34705	454 633	416 952	43
COMPARTIMENTO 13	33	320	2650	9.00	160 855	27 000	187 855	1.4	85370	9910	33429	437 918	187 855	19
COMPARTIMENTO 14	38.5	570	4880	9.00	187 664	27 000	214 664	1.2	90250	10480	30291	396 815	214 664	20
													MEDIA	42

Il carico di incendio risulta inferiore alla situazione precedente in virtù della minore presenza di materiale combustibile all'interno della galleria.

Dai calcoli effettuati si evince che:

- In condizioni iperbariche e con l'utilizzo di macchine elettriche si ha un incremento del carico di incendio dovuto alla maggiore presenza di O2. Tale incremento è di circa il 34%.
- La riduzione di materiale combustibile (macchine operatrici elettriche) all'interno del compartimento comporta risultati apprezzabili in termini di abbassamento del carico d'incendio.

L'analisi effettuata considera la quantità di O2 presente nel compartimento nella sua totalità; in realtà tale quantità di comburente non potrà bruciare completamente; risultati sperimentali indicano infatti che quando la % di O2 in ambiente scende al di sotto del 12 ÷ 14 % (~ ½ della concentrazione atmosferica) il processo di combustione non è più in grado di autosostenersi.

La presenza, inoltre, del manto impermeabilizzante esposto (non incapsulato nel cemento armato) si concretizza solamente in un periodo transitorio, in cui tra l'altro si prevede di ridurre al minimo le lavorazioni in cui è prevedibile il rilascio di sorgenti di innesco. Le valutazioni espresse sono quindi a favore di sicurezza.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. PAGINA C 93 di 95

20.3 Riduzione del rischio

Nella prassi antincendio, il carico di incendio specifico può essere incrementato o ridotto in funzione delle effettive condizioni di rischio e delle contromisure di protezione apportate per la mitigazione del rischio.

I valori del carico d'incendio specifico di progetto sono determinati secondo la relazione:

$$Q_{f,d} = \delta_{q1} * \delta_{q2} * \delta_{qn} * Q_f$$

In particolare si tiene conto di:

1. Fattore di rischio relativo alla dimensione in pianta del compartimento.

Superficie in pianta lorda del compartimento (m ²)	δ_{q1}	Superficie in pianta lorda del compartimento (m ²)	δ_{q1}
A < 500	1,00	2500 ≤ A < 5000	1,60
500 ≤ A < 1000	1,20	5000 ≤ A < 10000	1,80
1000 ≤ A < 2500	1,40	A ≥ 10000	2,00

2. Fattore di rischio relativo al tipo di attività svolta.

In relazione al tipo di attività svolta è possibile attribuire i seguenti coefficienti:

Classi di rischio	Descrizione	δ_{q2}
I	Aree che presentano un basso rischio di incendio in termini di probabilità di innesco, velocità di propagazione delle fiamme e possibilità di controllo dell'incendio da parte delle squadre di emergenza	0,80
II	Aree che presentano un moderato rischio di incendio in termini di probabilità d'innesco, velocità di propagazione di un incendio e possibilità di controllo dell'incendio stesso da parte delle squadre di emergenza	1,00
III	Aree che presentano un alto rischio di incendio in termini di probabilità d'innesco, velocità di propagazione delle fiamme e possibilità di controllo dell'incendio da parte delle squadre di emergenza	1,20

Nel nostro caso è stato attribuito il coefficiente 1,2.

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.		<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.		LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		TRATTA NAPOLI-CANCELLO					
		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014					
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione				PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 94 di 95

3. Fattore di protezione relativo alle misure antincendio adottate.

Si è tenuto conto dei seguenti coefficienti.

δ_{ni} Funzione delle misure di protezione								
Sistemi automatici di estinzione		Sistemi di evacuazione automatica di fumo e calore	Sistemi automatici di rivelazione, segnalazione e allarme di incendio	Squadra aziendale dedicata alla lotta antincendio ⁵	Rete idrica antincendio		Percorsi protetti di accesso	Accessibilità ai mezzi di soccorso VVF
Ad acqua	Altro				Interna	Interna e esterna		
δ_{n1}	δ_{n2}	δ_{n3}	δ_{n4}	δ_{n5}	δ_{n6}	δ_{n7}	δ_{n8}	δ_{n9}
0,60	0,80	0,90	0,85	0,90	0,90	0,80	0,90	0,90

Sulla base dei coefficienti riportati è stato calcolato il carico di incendio di progetto nelle condizioni di cantiere standard.

CALCOLO CARICO DI INCENDIO IN CONDIZIONI STANDARD	carico incendio specifico	rischio per dimensione in pianta	rischio in relazione al tipo di attività svolta	sistemi automatici di rivelazione segnalazione e allarme	squadra aziendale dedicata alla lotta incendio	rete idrica antincendio interna	carico incendio specifico di progetto
	MJ/mq	-	-	-	-	-	MJ/mq
COMPARTIMENTO 1	30	1.2	1.2	1.0	0.9	0.9	35
COMPARTIMENTO 2	31	1.4	1.2	1.0	0.9	0.9	42
COMPARTIMENTO 3	31	1.4	1.2	1.0	0.9	0.9	42
COMPARTIMENTO 4	31	1.6	1.2	1.0	0.9	0.9	48
COMPARTIMENTO 5	31	1.6	1.2	1.0	0.9	0.9	48
COMPARTIMENTO 6	31	1.6	1.2	1.0	0.9	0.9	48
COMPARTIMENTO 7	31	1.6	1.2	1.0	0.9	0.9	49
COMPARTIMENTO 8	31	1.8	1.2	1.0	0.9	0.9	55
COMPARTIMENTO 9	31	1.8	1.2	1.0	0.9	0.9	55
COMPARTIMENTO 10	31	1.8	1.2	1.0	0.9	0.9	54
COMPARTIMENTO 11	31	1.8	1.2	1.0	0.9	0.9	55
COMPARTIMENTO 12	32	1.8	1.2	1.0	0.9	0.9	55
COMPARTIMENTO 13	31	1.8	1.2	1.0	0.9	0.9	54
COMPARTIMENTO 14	32	2.0	1.2	1.0	0.9	0.9	61
						MEDIA	50

Questo è stato comparato con il carico di incendio di progetto in condizioni iperbariche ottenuto mediante l'implementazione delle seguenti misure antincendio:

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Piano di Sicurezza e Coordinamento – Scavo Galleria in pressione	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PU	DOCUMENTO SZ.00.B.0.003	REV. C	PAGINA 95 di 95

- Adozione di sistemi automatici di rilevazione segnalazione e allarme => coefficiente adottato 0,85
- Squadra aziendale dedicata alla lotta incendio potenziata => coefficiente adottato 0,8
- rete idrica antincendio interna e esterna => coefficiente adottato 0,8

CALCOLO CARICO DI INCENDIO IN CONDIZIONI IPERBARICHE	carico incendio specifico	rischio per dimensione in pianta	rischio in relazione al tipo di attività svolta	sistemi automatici di rilevazione segnalazione e allarme	squadra aziendale dedicata alla lotta incendio	rete idrica antincendio interna e esterna	carico incendio specifico di progetto
	MJ/mq	-	-	-	-	-	MJ/mq
COMPARTIMENTO 1	39	1.2	1.2	0.85	0.8	0.8	31
COMPARTIMENTO 2	46	1.4	1.2	0.85	0.8	0.8	42
COMPARTIMENTO 3	49	1.4	1.2	0.85	0.8	0.8	45
COMPARTIMENTO 4	49	1.6	1.2	0.85	0.8	0.8	52
COMPARTIMENTO 5	48	1.6	1.2	0.85	0.8	0.8	51
COMPARTIMENTO 6	53	1.6	1.2	0.85	0.8	0.8	55
COMPARTIMENTO 7	53	1.6	1.2	0.85	0.8	0.8	55
COMPARTIMENTO 8	45	1.8	1.2	0.85	0.8	0.8	53
COMPARTIMENTO 9	37	1.8	1.2	0.85	0.8	0.8	44
COMPARTIMENTO 10	33	1.8	1.2	0.85	0.8	0.8	39
COMPARTIMENTO 11	46	1.8	1.2	0.85	0.8	0.8	55
COMPARTIMENTO 12	43	1.8	1.2	0.85	0.8	0.8	51
COMPARTIMENTO 13	19	1.8	1.2	0.85	0.8	0.8	22
COMPARTIMENTO 14	20	2.0	1.2	0.85	0.8	0.8	27
						MEDIA	44

Dal calcolo si ottiene una riduzione del carico di incendio di progetto di circa il 12% rispetto alla condizione di cantiere standard.

Si conclude che in condizioni iperbariche e con l'adozione delle misure descritte si ottiene una diminuzione del carico di incendio specifico di progetto.