

ITINERARIO INTERNAZIONALE E78 S.G.C. GROSSETO – FANO
Tratto Selci Lama (E45) – S. Stefano di Gaifa
Adeguamento a 2 corsie della Galleria della Guinza (lotto 2)
e del tratto Guinza – Mercatello Ovest (lotto 3)
1° stralcio

PROGETTO DEFINITIVO

COD. AN58

PROGETTAZIONE: ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

PROGETTISTI:

Ing. VINCENZO MARZI
Ordine Ingegneri di Bari n. 3594

IL GEOLOGO

Geol. FRANCESCO MATALONI
Ordine Geologici del Lazio n. 725

IL RESPONSABILE DEL S.I.A.

Arch. GIOVANNI MAGARO'
Ordine Architetti di Roma n. 16183

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Geom. FABIO QUONDAM

VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO

Dott. ing. ACHILLE DEVITOFRANCESCHI

PROTOCOLLO

DATA:

GALLERIA GUINZA

Galleria naturale

Relazione geomeccanica

CODICE PROGETTO

PROGETTO LIV. PROG. N. PROG.

L0702M **D** **1801**

NOME FILE

T00GN01OSTRE04B

CODICE ELAB.

T00GN01OSTRE04

REVISIONE

B

varie

D					
C					
B	AGGIORNAMENTO	Luglio 2019			
A	EMISSIONE	Giugno 2018			
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

INDICE

1. PREMESSA.....	2
1.1 OGGETTO	2
1.2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	3
2. CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE DEI MATERIALI LUNGO LA GALLERIA.....	4
2.1 CRITERIO DI CARATTERIZZAZIONE	4
2.2 CARATTERIZZAZIONE AMMASSO NEL PROGETTO ESISTENTE	6
2.3 DATI PER LA NUOVA FASE PROGETTUALE	8
2.4 NUOVA CAMPAGNA DI INDAGINI	9
2.5 CONCLUSIONI	15
3. PIANO DI MONITORAGGIO	16
3.1 GENERALITA'	16
3.2 CRITERI DI PROGETTO DEL MONITORAGGIO	16
3.3 PROGETTO GENERALE DI MONITORAGGIO.....	16
3.4 STAZIONI DI MONITORAGGIO	17
3.5 PIATTAFORMA GESTIONE DATI	18
3.5.1 Architettura del sistema.....	19
3.5.2 Interfaccia utente e visualizzazione dei dati	20
3.5.3 Configurazione del software	20
3.6 GESTIONI E PASSAGGI DELLE INFORMAZIONI	20
3.6.1 Gestione e controllo delle attività di monitoraggio e dei dati (C.E.D.)	21
3.7 COMPONENTI DEL PIANO DI MONITORAGGIO	22
3.8 FREQUENZE DI LETTURE	22

1.PREMESSA

1.1 OGGETTO

Nella presente relazione si riporta la caratterizzazione geomeccanica dell'ammasso interessato dalla Galleria Naturale Guinza, ai fini del dimensionamento degli interventi di consolidamento previsti in progetto. Si riporta inoltre il piano di monitoraggio geotecnico previsto.

Nel dettaglio si riporta una sintesi della caratterizzazione posta alla base del progetto esecutivo originario e l'elenco delle indagini effettuate nel 2018 con le relative interpretazioni. Dal confronto tra tutti i dati disponibili si è quindi giunti alla caratterizzazione alla base del presente progetto definitivo.

I lavori si inseriscono nell'ambito del progetto definitivo per l'apertura al traffico della Galleria della Guinza (Lotto 2°) e del Tratto Guinza – Mercatello Ovest (Lotto 3°) del Tratto 5 Selci Lama (E45) – Santo Stefano di Gaifa dell'Itinerario Internazionale E78 S.G.C. Grosseto - Fano.

L'intervento è localizzato tra le Regioni Umbria e Marche, nei Comuni di San Giustino (PG) e Mercatello sul Metauro (PU). Più dettagliatamente, il 2° Lotto comprende la Galleria della Guinza, mentre il 3° Lotto comprende tutte le opere dall'uscita della Guinza sul lato marchigiano, fino al termine dell'intervento.

Il progetto è finalizzato alla messa in esercizio della Galleria della Guinza, e consiste nel completamento della carreggiata stradale esistente in parte già realizzata e mai messa in esercizio, di sviluppo totale pari a circa 10 km.

Il tratto in oggetto comprende le seguenti opere d'arte principali (carreggiata dir. Umbria):

- Galleria della Guinza (circa 6 km)
- Tre gallerie: Valpiana, S. Veronica e S. Antonio (circa 0,95 km),
- Un ponte in c.a.p.: Ponte Guinza (circa 0,03 km),
- Tre viadotti in carpenteria metallica: Valpiana, Sorgente e La Pieruccia (circa 0,4 km),
- Opere stradali e idrauliche minori.

Il progetto originario dei lotti 2 e 3, prevedeva la realizzazione di una strada extraurbana principale a carreggiate separate, ciascuna con due corsie per senso di marcia (sezione tipo III secondo la CNR-80).

A causa delle mutate esigenze di traffico e soprattutto della mancanza dei finanziamenti necessari per il completamento dell'intervento, i lavori sono stati interrotti, pertanto il tratto risulta realizzato solo in parte (realizzata una sola carreggiata per la galleria Guinza, per la galleria Valpiana e per il viadotto Valpiana).

I lavori per lo scavo del primo fornice della galleria della Guinza sono terminati nel 2004 (solo opere civili), e da allora non è mai stata aperta al traffico. Oltre la galleria della Guinza, lungo il tracciato si susseguono, in direzione Marche, una serie di tratti all'aperto, in viadotto ed in galleria, per terminare poco prima dell'abitato di Mercatello.

Il tratto di strada in corrispondenza della galleria della Guinza necessita di interventi strutturali, opere di completamento stradale e dotazioni impiantistiche, mirati all'adeguamento della sede stradale, alla razionalizzazione delle intersezioni con la viabilità esistente e alla messa in sicurezza delle opere esistenti.

1.2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Per la redazione del presente scritto si è fatto riferimento ai seguenti elaborati di progetto esecutivo originario:

- Relazione Geomeccanica – Elaborato Rel. n. R1407.P1.03
- Relazione di Calcolo – Elaborato Rel. n. R1407.P2.02b
- Profilo geologico-geomeccanico con indicazione delle sezioni tipo – Elaborato Dis. n. S1407.P1.02

2. CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE DEI MATERIALI LUNGO LA GALLERIA

Per la progettazione della galleria esistente è stato realizzato un cunicolo esplorativo allo scopo di indagare il materiale interessato dai futuri scavi e sono state fatte alcune prove che hanno consentito di ricavare dei dati sulle caratteristiche geomeccaniche della matrice rocciosa, utilizzati poi per la progettazione, secondo i criteri riassunti di seguito.

2.1 CRITERIO DI CARATTERIZZAZIONE

Le proprietà meccaniche dell'ammasso roccioso sono state determinate in funzione delle caratteristiche del materiale roccioso intatto e delle discontinuità presenti.

Apposite classifiche vengono indicate in letteratura allo scopo di formulare un giudizio sulla "qualità" dell'ammasso sulla base di alcuni parametri indice.

I due sistemi di classificazione più tipicamente utilizzati sono stati storicamente formulati per avere una stima speditiva della tipologia di sostegno da adottare nello scavo delle gallerie naturali e, solo in un secondo momento, sono stati sfruttati per ricavare i parametri di resistenza e deformabilità dell'ammasso (Hoek e Brown, 1980). Si fa riferimento nello specifico al "Rock Mass Rating" (indice RMR) di Bieniawski (1984, 1989) ed al "Rock tunnelling quality index" (indice Q) di Barton (1974).

In seguito, nel 1995 Hoek ed al., hanno introdotto l'indice GSI (Geological Strength Index) basato sulle caratteristiche geolitologiche e strutturali della formazione e delle condizioni delle superfici di discontinuità dell'ammasso. La stima dell'indice GSI viene effettuata secondo lo schema riportato in figura o attraverso la definizione degli indici che lo definiscono:

Geological strength index for jointed rocks (Hoek and Marinos, 2000)	SURFACE CONDITIONS				
	VERY GOOD	GOOD	FAIR	POOR	VERY POOR
STRUCTURE	DECREASING SURFACE QUALITY →				
 INTACT OR MASSIVE - intact rock specimens or massive in situ rock with few widely spaced discontinuities	90			N/A	N/A
 BLOCKY - well interlocked undisturbed rock mass consisting of cubical blocks formed by three intersecting discontinuity sets	80	70			
 VERY BLOCKY - interlocked, partially disturbed mass with multi-faceted angular blocks formed by 4 or more joint sets		60	50		
 BLOCKY/DISTURBED/SEAMY - folded with angular blocks formed by many intersecting discontinuity sets. Persistence of bedding planes or schistosity			40	30	
 DISINTEGRATED - poorly interlocked, heavily broken rock mass with mixture of angular and rounded rock pieces				20	
 LAMINATED/SHEARED - Lack of blockiness due to close spacing of weak schistosity or shear planes	N/A	N/A			10

Figura 1 - Indice GSI (Hoek e Marinos, 2000)

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE GEOMECCANICA

- A1 valore numerico derivato dalla resistenza della roccia intatta
- A2 valore numerico derivato dall'indice RQD
- A3 valore numerico derivato dalla spaziatura delle discontinuità
- A4 valore numerico derivato dalle condizioni delle discontinuità
- A5 valore numerico derivato dalle condizioni idrauliche
- A6 indice di correzione per la giacitura delle discontinuità.

I coefficienti numerici che vengono assegnati ai vari parametri dall'ultima versione del sistema (1989) sono indicati nelle tabelle seguenti:

A1 – RESISTENZA DELLA ROCCIA INTATTA

I_r (MPa)	> 10	4 – 10	2 – 4	1 – 2	Non applicabile – usare σ_c		
σ_c (MPa)	> 250	100 – 250	50 – 100	25 – 50	5 – 25	1 – 5	< 1
COEFFICIENTE	15	12	7	4	2	1	0

A2 – INDICE RQD

RQD (%)	90 – 100	75 – 90	50 – 75	25 – 50	< 25
COEFFICIENTE	20	17	13	8	3

A3 – SPAZIATURA DELLE DISCONTINUITÀ "s"

s (cm)	> 200	60 - 200	20 - 60	6 - 20	< 6
COEFFICIENTE	20	15	10	8	5

A4 – CONDIZIONI DELLE DISCONTINUITÀ

CONDIZIONE	Molto scabre Non continue Chiuse Pareti non alterate	Leggermente scabre Continue Apertura < 1 mm Pareti leggermente alterate	Leggermente scabre Continue Apertura < 1 mm Pareti alterate	Piane o lisce Continue Apertura 1 – 5 mm Riempimento < 5 mm	Continue Apertura > 5 mm Riempimento > 5 mm
COEFFICIENTE	30	25	20	10	0

A5 – CONDIZIONI IDRAULICHE

CONDIZIONE	ASCIUTTA	UMIDA	BAGNIATA	DEBOLI VENUTE	FORTI VENUTE
coefficiente	15	10	7	4	0

A seconda della tipologia di applicazione viene poi applicato un coefficiente di correzione A6 per l'orientamento delle discontinuità.

A6 – ORIENTAMENTO DELLE DISCONTINUITÀ

APPLICAZIONE	MOLTO FAVOREVOLE	FAVOREVOLE	MEDIOCRE	SFAVOREVOLE	MOLTO SFAVOREVOLE
Gallerie	0	-2	-5	-10	-12
Fondazioni	0	-2	-7	-15	-25
Versanti	Non applicabile – utilizzare la classificazione SMR				

Tale coefficiente riflette l'influenza della giacitura delle famiglie sulla stabilità del fronte di scavo a seconda dei mutui rapporti di giacitura ed il valore da utilizzare va riferito alla famiglia più sfavorevole come correttamente fa il sistema SMR.

Figura 2 – Indici per la valutazione del GSI

La resistenza dell'ammasso viene espressa, come già accennato, in termini di sollecitazioni principali efficaci σ'_1 e σ'_3 mediante il criterio non lineare di Hoek e Brown (1980):

$$\sigma'_1 = \sigma'_3 + \sigma_c \cdot \left(m_b \cdot \frac{\sigma'_3}{\sigma_c} + s \right)^a$$

dove

σ_c indica la resistenza a compressione uniassiale del materiale roccioso;

m_b , s ed a sono costanti che caratterizzano l'ammasso roccioso

La resistenza a compressione uniassiale σ_c può essere determinata da prove di laboratorio su campioni di roccia intatta oppure, in assenza di prove dirette, da indicazioni reperibili in letteratura (Hoek, 1983; Doruk, 1991; Hoek et al., 1992).

Per quanto riguarda le costanti m_b , s ed a , Hoek, Carranza-Torres e Corkum (2002) hanno proposto le seguenti relazioni con l'indice GSI:

$$m_b = m_i \cdot \exp\left(\frac{GSI - 100}{28 - 14D}\right);$$

$$s = \exp\left(\frac{GSI - 100}{9 - 3D}\right);$$

$$a = \frac{1}{2} + \frac{1}{6} \left(e^{-\frac{GSI}{15}} - e^{-\frac{20}{3}} \right)$$

in cui m_i è una costante che caratterizza il materiale roccioso, determinata mediante prove triassiali di laboratorio o stimata dai dati di letteratura, e D è un fattore variabile tra 0 e 1 che dipende dal grado di disturbo dovuto alle operazioni di scavo e al detensionamento dell'ammasso (0 per un ammasso indisturbato, 1 per un ammasso molto disturbato).

La stima del modulo elastico dell'ammasso è stata effettuata utilizzando la relazione proposta da Serafim e Pereira (1983), successivamente modificata da Hoek (2002):

$$E(GPa) = \left(1 - \frac{D}{2}\right) \cdot \left(\frac{\sigma_c}{100}\right)^{0.5} \cdot 10 \cdot \exp\left(\frac{GSI - 10}{40}\right)$$

2.2 CARATTERIZZAZIONE AMMASSO NEL PROGETTO ESISTENTE

L'ammasso interessato dalla realizzazione dell'opera appartiene alla famiglia del 'Membro di Galeata-Torbidity silico-clastiche'; per la sua caratterizzazione si è fatto riferimento alla relazione Geomeccanica (Rel. n. R1407.P1.03) ed a quella di Calcolo (Rel. n. R1407.P2.02b) eseguite entrambe in fase di progettazione esecutiva originaria. Si riportano le tabelle riassuntive delle caratteristiche geomeccaniche, così come presentate nella relazione geomeccanica del progetto della galleria esistente.

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE GEOMECCANICA

TABELLA 2
 AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DI PESARO E URBINO
 Galleria GUINZA della S.G.C. Grosseto -Fano - Progettazione esecutiva
 CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DELLA MASSA ROCCIOSA

		Gruppo geomeccanico G2		
		intervallo di valori		
REFERENZE	PARAMETRI	minimo	medio rappr.	massimo
Litologie prev.		75% Arenaria-25%Marna		
Caratteristiche della roccia intatta				
	γ [kN/m ³]	25	26	27
	Co [MPa]	40	50	60
	Et [GPa]	14	17	21
	ν [-]	0.20	0.25	0.30
	m_i [-]	12	14	16
	s_i [-]		1	
Caratteristiche della massa rocciosa				
indici di qualità				
Deere (1964)	RQD	71	80	90
Hoek et Al. (1995)	GSI	64	65	80
Palmstrom (1996)	RMI	14	15	45
resistenza al taglio				
Hoek et Al. (1995)	m_b [-]	3.317	4.011	7.833
	s [-]	0.018	0.020	0.108
	m_a [-]	0.917	1.149	3.834
	s_a [-]	0.0025	0.0025	0.0357
Ribacchi (1994)	m_b [-]	-	-	-
	s_a [-]	-	-	-
Palmstrom (1996)	m_b [-]	6.129	6.479	13.309
	s [-]	0.123	0.090	0.563
deformabilità				
Bieniawski (1978a)	Ed [GPa]	28.0	30.0	60.0
Bieniawski (1978b)	Ed [GPa]	3.3	8.0	15.5
Serafim e Pereira (1983)	Ed [GPa]	22.4	23.7	56.2
Palmstrom (1996)	Ed [GPa]	15.1	15.5	23.3

TABELLA 3
 AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DI PESARO E URBINO
 Galleria GUINZA della S.G.C. Grosseto -Fano - Progettazione esecutiva
 CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DELLA MASSA ROCCIOSA

		Gruppo geomeccanico G3		
		intervallo di valori		
REFERENZE	PARAMETRI	minimo	medio rappr.	massimo
Litologie prev.		50% Arenaria-50%Marna		
Caratteristiche della roccia intatta				
	γ [kN/m ³]	25	26	27
	Co [MPa]	20	40	60
	Et [GPa]	14	17	21
	ν [-]	0.20	0.25	0.30
	m_i [-]	10	12	16
	s_i [-]		1	
Caratteristiche della massa rocciosa				
indici di qualità				
Deere (1964)	RQD	60	70	80
Hoek et Al. (1995)	GSI	45	55	64
Palmstrom (1996)	RMI	5	8	15
resistenza al taglio				
Hoek et Al. (1995)	m_b [-]	1.403	2.406	4.423
	s [-]	0.002	0.007	0.018
	m_a [-]	0.197	0.482	1.223
	s_a [-]	0.0001	0.0005	0.0025
Ribacchi (1994)	m_b [-]	-	-	-
	s_a [-]	-	-	-
Palmstrom (1996)	m_b [-]	4.118	4.284	6.589
	s [-]	0.063	0.040	0.063
deformabilità				
Bieniawski (1978a)	Ed [GPa]	-	10.0	28.0
Bieniawski (1978b)	Ed [GPa]	2.5	3.6	9.9
Serafim e Pereira (1983)	Ed [GPa]	7.5	13.3	22.4
Palmstrom (1996)	Ed [GPa]	10.2	12.2	15.5

TABELLA 4
 AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DI PESARO E URBINO
 Galleria GUINZA della S.G.C. Grosseto -Fano - Progettazione esecutiva
 CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DELLA MASSA ROCCIOSA

		Gruppo geomeccanico G4		
		intervallo di valori		
REFERENZE	PARAMETRI	minimo	medio rappr.	massimo
Litologie prev.		15% Arenaria-85%Marna		
Caratteristiche della roccia intatta				
	γ [kN/m ³]	24	26	27
	Co [MPa]	20	30	35
	Et [GPa]	7	9	11
	ν [-]	0.20	0.25	0.30
	m_i [-]	8	10	12
	s_i [-]		1	
Caratteristiche della massa rocciosa				
indici di qualità				
Deere (1964)	RQD	25	35	50
Hoek et Al. (1995)	GSI	25	36	44
Palmstrom (1996)	RMI	0.7	1.5	3
resistenza al taglio				
Hoek et Al. (1995)	m_b [-]	0.549	1.017	1.624
	s [-]	0.0002	0.0008	0.0020
	m_a [-]	0.038	0.103	0.220
	s_a [-]	3.73E-06	2.33E-05	8.84E-05
Ribacchi (1994)	m_b [-]	0.385	0.712	1.137
	s_a [-]	9.61E-06	3.26E-05	7.94E-05
Palmstrom (1996)	m_b [-]	0.936	1.470	2.491
	s [-]	0.001	0.003	0.007
deformabilità				
Bieniawski (1978a)	Ed [GPa]	-	-	-
Bieniawski (1978b)	Ed [GPa]	1.1	1.4	1.7
Serafim e Pereira (1983)	Ed [GPa]	2.4	4.5	7.1
Palmstrom (1996)	Ed [GPa]	4.9	6.5	8.5

TABELLA 5
 AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DI PESARO E URBINO
 Galleria GUINZA della S.G.C. Grosseto -Fano - Progettazione esecutiva
 CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DELLA MASSA ROCCIOSA

		Gruppo geomeccanico G5		
		intervallo di valori		
REFERENZE	PARAMETRI	minimo	medio rappr.	massimo
Litologie prev.		5% Arenaria-95%Marna		
Caratteristiche della roccia intatta				
	γ [kN/m ³]	24	26	27
	Co [MPa]	10	15	20
	Et [GPa]	5	7	10
	ν [-]	0.20	0.25	0.30
	m_i [-]	6	8	12
	s_i [-]		1	
Caratteristiche della massa rocciosa				
indici di qualità				
Deere (1964)	RQD	0	15	30
Hoek et Al. (1995)	GSI	20	22	24
Palmstrom (1996)	RMI	0.5	0.6	0.7
resistenza al taglio				
Hoek et Al. (1995)	m_b [-]	0.345	0.493	0.795
	s [-]	0.0001	0.0002	0.0002
	m_a [-]	0.020	0.030	0.053
	s_a [-]	1.62E-06	2.26E-05	3.15E-06
Ribacchi (1994)	m_b [-]	0.241	0.345	0.557
	s_a [-]	5.52E-06	6.89E-06	8.60E-06
Palmstrom (1996)	m_b [-]	0.882	1.020	1.404
	s [-]	0.003	0.002	0.001
deformabilità				
Bieniawski (1978a)	Ed [GPa]	-	-	-
Bieniawski (1978b)	Ed [GPa]	0.8	1.1	1.5
Serafim e Pereira (1983)	Ed [GPa]	1.8	2.0	2.2
Palmstrom (1996)	Ed [GPa]	4.3	4.6	4.9

Figura 6 – Caratteristiche del gruppo geomeccanico G3 assegnate in fase di PE

2.3 DATI PER LA NUOVA FASE PROGETTUALE

Le informazioni disponibili dal progetto della galleria esistente sono sintetizzate nella tabella seguente, distinguendo i campioni sottoposti alle prove a seconda della prevalente componente marnosa o arenacea:

Litotipo	ARENARIA				MARNA			
	N°dati	minimo	massimo	medio	N°dati	minimo	massimo	medio
γ (kN/m ³)	5	25.5	26.7	26.1	8	24.7	25.5	25.1
C_0 (MPa)	9	60	120	90	5	25.6	60	40.3
T_0 (GPa)	-	-	-	-	7	4.3	9.3	6.8
E_t (GPa)	-	21	42	31.5	-	9	21	14.1
mi	-	18	19	18.5	-	4	9	6.5

Da questi dati sono poi state estrapolate le caratteristiche dell'ammasso roccioso, in funzione della percentuale della componente dei due principali litotipi, dei valori di GSI ottenuti e della valutazione della resistenza dei giunti, e sono stati individuati 4 principali gruppi geomeccanici con le seguenti caratteristiche:

Parametri	G2			G3			G4			G5		
	75%Arenaria-25%Marna			50%Arenaria-50%Marna			15%Arenaria-85%Marna			5%Arenaria-95%Marna		
	minimo	medio	massimo	minimo	medio	massimo	minimo	medio	massimo	minimo	medio	massimo
γ (kN/m ³)	25	26	27	25	26	27	24	26	27	24	26	27
C_0 (MPa)	40	50	60	20	40	60	20	30	35	10	15	20
E_t (GPa)	14	17	21	14	17	21	7	9	11	5	7	10
n_u	0.2	0.25	0.3	0.2	0.25	0.3	0.2	0.25	0.3	0.2	0.25	0.3
m_i	12	14	16	10	12	16	8	10	12	6	8	12
s_i		1			1			1			1	
RQD	71	80	90	60	70	80	25	35	50	0	15	30
GSI	64	65	80	45	55	64	25	36	44	20	22	24

In sintesi i quattro gruppi sono stati caratterizzati come segue:

Parametri	G2	G3	G4	G5
	75%Arenaria-25%Marna	50%Arenaria-50%Marna	15%Arenaria-85%Marna	5%Arenaria-95%Marna
γ (kN/m ³)	26	26	26	26
C_0 (MPa)	50	40	30	15
m_i	14	12	10	8
m_b	4.01	2.41	1.02	0.49
s	2.05E-02	6.74E-03	8.16E-04	1.72E-04
m_d	1.15	0.48	0.48	0.35
s_d	2.93E-03	5.53E-04	3.26E-05	6.89E-06
E_d (GPa)	15	8	3	1
n_u	0.25	0.25	0.25	0.25

Questi dati sono stati presi come riferimento in questa fase progettuale, poiché riflettono una buona conoscenza dell'ammasso roccioso, ricavata a partire dall'osservazione diretta e dal prelievo di materiale durante lo scavo del cunicolo. Perciò per questa fase progettuale si è mantenuta la suddivisione in gruppi a comportamento omogeneo, così come riassunto sopra. All'interno del nuovo profilo geomeccanico sono state riportate le informazioni utili disponibili e sono stati calcolati i valori minimi e massimi dei parametri di resistenza del materiale, assumendo un disturbo del materiale pari a $D=0.2$.

2.4 NUOVA CAMPAGNA DI INDAGINI

Nella nuova campagna di indagini sono stati eseguiti 7 sondaggi geognostici, di cui 4 sono stati realizzati all'interno della galleria, con direzione inclinata rispetto alla verticale, a partire degli esistenti fronti di scavo dei by-pass e uno in corrispondenza dell'imbocco lato Umbria (i rimanenti sondaggi S10 e S13 non interessano la tratta in galleria e forniscono attraverso prove SPT un valore di rifiuto per la zona antistante all'accesso della galleria e un valore utile a caratterizzare alcuni strati di copertura presenti al termine della tratta all'aperto).

I principali dati ricavati sulle caratteristiche di resistenza e deformazione del materiale indagato in galleria sono sintetizzati nelle tabelle seguenti, anche in funzioni delle prove di laboratorio eseguite su alcuni campioni (prove di compressione monoassiale, point load test, prova di carico triassiale):

COMPRESSIONE MONOASSIALE CONTROLLO DI CARICO											
Sondaggio	Campione	Profondità		γ	σ_c	Def.ass.	E_{sec}	V_{sec}	E_{tan}	V_{tan}	RQD
		m		kN/m ³	MPa	%	MPa		GPa		
S1	CR1mon	1.3	1.6	27.22	49.74	0.153	36.33	0.249	38.49	0.237	100
	CR2mon	11	11.3	27.35	33.83	0.232	18.96	0.241	16.47	0.241	100
S2	CR2mon	12	12.3	25.79	28.49	0.622	9.87	0.282	7.83	0.274	100
S3	CR1mon	4	4.3	25.26	73.33	0.198	36.13	0.23	37.86	0.299	100
	CR2mon	12	12.3	25.73	126.02	0.211	76.01	0.239	66.31	0.27	100

POINT LOAD								
Sondaggio	Campione	Profondità		l_s par	l_s norm	l_a50	σ_c	RQD
		m		MPa	MPa		MPa	
S2	CR1pl	2.3	2.6	3.54	4.44	1.26	81.42	100
	CR2pl	11	12	0.73	1.49	2.04	16.79	100

COMPRESSIONE TRIASSIALE CONTROLLO DI CARICO							
Sondaggio	Campione	Profondità		E_{t50}	E_{sec}	V_{tan}	V_{sec}
		m		GPa	GPa		
S4	C1 - TX1	10	11	26.678	37.14	0.28	0.241
	C1 - TX2			27.586	35.64	0.311	0.309
	C1 - TX3			23.297	21.07	0.309	0.0319

A partire da questi dati, e in particolare dai valori di resistenza e di deformabilità ricavati delle prove di carico monoassiale e dai valori di resistenza ricavati dai point load test, è stato possibile valutare l'indice GSI dai sondaggi S1, S2 ed S3:

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE GEOMECCANICA

VALUTAZIONE GSI								
Sondaggio	S1			S2			S3	
Campione	CR1mon	CR2mon	CR2pl	CR1mon	CR2mon	CR1mon	CR2mon	
1. σ_c MPa	4	4	4	7	2	7	12	
2. RQD %	20	20	20	20	20	20	20	
3. Spaziatura discontinuità	10	10	10	10	10	10	10	
4. Cond. Giunti	20	20	20	20	20	20	20	
5. Cond. Idraul. Giunti	10	10	10	10	10	10	10	
RMR	64	64	64	67	62	67	72	
GSI	59	59	59	62	57	62	67	

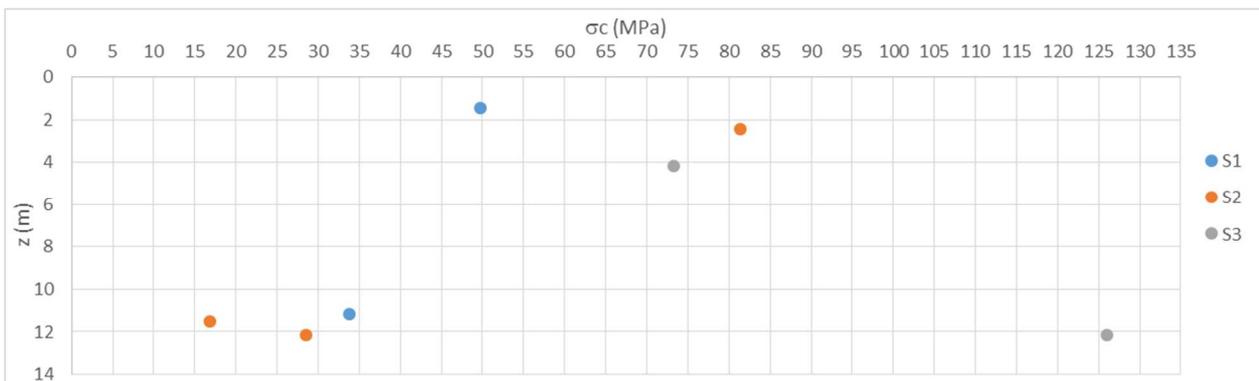
Osservando il materiale estratto si vede che è ragionevole attribuire al parametro RQD valori alti ed, in particolare, in corrispondenza dei provini, risulta sempre pari a 100:



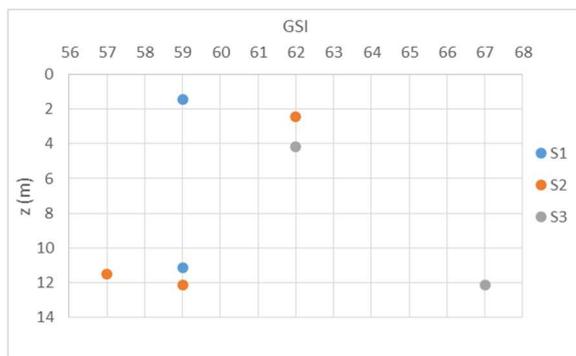


Figura 6 – Casette della nuova campagna di indagini

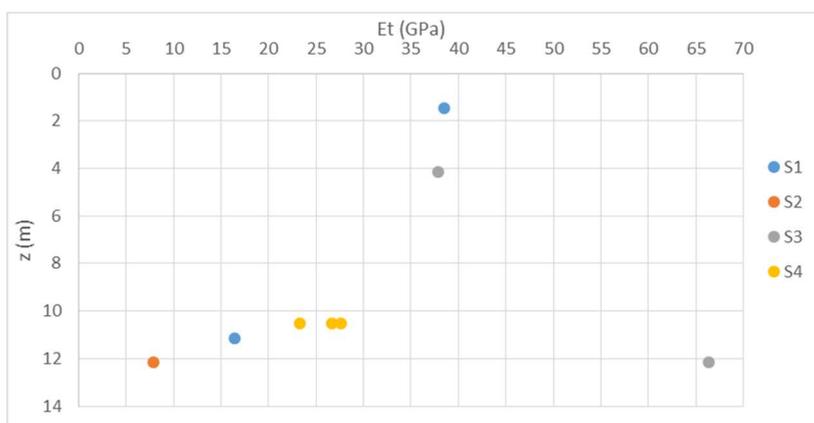
I valori di resistenza a compressione ottenuti con le prove hanno una media di 58.5MPa.



I valori di GSI ottenuti vanno da un minimo 57 ad un massimo di 67, con un valore medio di 61.



Per il modulo di deformabilità della roccia si ricava un valore medio di 28-30GPa, considerando anche i valori ricavati dalla prova triassiale:



Considerando i valori ottenuti separatamente, per singolo sondaggio, si vede che in termini di σ_c e GSI i sondaggi S1 e S2 danno valori assimilabili e sintetizzabili coi valori medi $\sigma_c = 42\text{MPa}$, $\text{GSI} = 59$, mentre S3 fornisce valori medi più elevati $\sigma_c = 99\text{MPa}$, $\text{GSI} = 64$.

Le prove dilatometriche hanno restituito nel sondaggio S2 un modulo di deformabilità di 2.4GPa, per i sondaggi S4 e S12 di 5-6GPa, mentre la prova triassiale dava per S4 un modulo della roccia che appartiene alla parte più bassa del range individuato nel vecchio progetto per la parte arenacea della formazione.

PROVE DILATOMETRICHE							
Sondaggio	Profondità	γ	ν	E_{Gm}	E_3	E/PL	E_g/E_y
	m	kN/m^3		MPa	GPa		
S2	17.5	25	0.25	841	2.41	133.92	0.35
S4	16.5	25	0.25	768	5.01	121.81	0.15
S12	9	25	0.25	850	6.66	132.11	0.13
S13	14	25	0.25	630	3.40	114.34	0.19

Si deduce che i sondaggi S1 ed S2 sono stati eseguiti dove l'ammasso ha peggiori caratteristiche geomeccaniche rispetto agli altri sondaggi.

Rispetto al profilo geomeccanico del vecchio progetto, i nuovi sondaggi ricadono nelle zone che erano state indicate prevalentemente come G3 e G4. Rispetto al nuovo profilo geologico i sondaggi S1, S2 ed S3 appartengono alla formazione indicata come FMA4a, mentre i sondaggi S12 ed S4 ricadono nella FMA4b; entrambe sono formazioni di torbiditi che si distinguono per il rapporto tra frazione pelitica e frazione arenacea e per lo spessore più o meno importante degli strati arenacei.

Il sondaggio S1 si colloca a circa 4775m rispetto al vecchio profilo geomeccanico (1365m rispetto al nuovo) e, dalle immagini disponibili dell'epoca dello scavo del cunicolo esplorativo, si vede che si sono manifestati problemi di instabilità del cavo ed è stato necessario procedere con interventi di sostegno



FOTO 31 - GALLERIA GUINZA - Foro pilota.
 Progr.4475m. Grossi spaccaggi di roccia lungo gli strati argillitico marnosi.



FOTO 32 - GALLERIA GUINZA - Foro pilota.
 Progr.4920m. Grosso spaccaggio, con sfilamento bulloni in vetroresina, che interessa tutta sezione di scavo.



FOTO 33 - GALLERIA GUINZA - Foro pilota.
 Progr.5170m. Probabile fornello risanato con centine UPN, rete elettrosaldata bulloni Swellex e marciavanti di legno.

Figura 6 – Immagini del cunicolo esplorativo in corrispondenza del sondaggio S1

Il sondaggio S2 si colloca a circa 3350m rispetto al vecchio profilo geomeccanico (2790m rispetto al nuovo); si vede che intorno a quella progressiva, l'ammasso che prima presentava buone caratteristiche, tende a manifestare problemi di instabilità:



FOTO 24 - GALLERIA GUINZA - Foro pilota.
 Progr.3130m. In evidenza i bulloni in vetroresina messa in opera in questa tratta che non presenta particolari problemi.



FOTO 25 - GALLERIA GUINZA - Foro pilota.
 Progr.3195m. Spaccaggio di roccia parzialmente sostenuto dalla rete e dai bulloni Swellex.



FOTO 26 - GALLERIA GUINZA - Foro pilota.
 Progr.3450m. Distacco di frammenti di roccia tra le centine UPN (non rivestite con spritz beton).

Figura 6 – Immagini del cunicolo esplorativo in corrispondenza del sondaggio S2

Il sondaggio S3 si colloca a circa 2591m rispetto al vecchio profilo geomeccanico (3547m rispetto al nuovo); dalle immagini dello scavo si vede che si sono manifestati problemi di instabilità, nonostante l'utilizzo di sistemi di presostegno del cavo:



FOTO 20 - GALLERIA GUINZA - Foro pilota.
 Progr.2405m. Deformazioni con sollevamento in A.R. del sostegno di la fase costituito da centine complete UPN, rete, bulloni Swellex e spritz beton.



FOTO 21 - GALLERIA GUINZA - Foro pilota.
 Progr.2730m. Intense deformazioni sui paramenti con estrusione, tra le centine UPN, dello spritz beton e della roccia.

Figura 6 – Immagini del cunicolo esplorativo in corrispondenza del sondaggio S3

Il sondaggio S4 si colloca a circa 971m rispetto al vecchio profilo geomeccanico (5170m rispetto al nuovo); in questo caso si vede che in corrispondenza della progressiva del sondaggio l'ammasso ha una variazione di comportamento, passando da piccoli distacchi, ad un profilo perfetto, a creare problemi sugli interventi di presostegno:



FOTO 4 - GALLERIA GUINZA - Foro pilota.
 Progr.943m. Distacchi di roccia di piccole dimensioni lungo gli interstrati argillico-marnosi.



FOTO 5 - GALLERIA GUINZA - Foro pilota.
 Progr.960m. In evidenza la profilatura perfetta della roccia di natura arenacea.



FOTO 6 - GALLERIA GUINZA - Foro pilota.
 Progr.985m. Sostegno di 1ª fase con centine tipo UPN, rete elettrosaldata, bulloni Swellex e spritz beton. In evidenza lo stato di ammoramento dello spritz beton con estrusione della roccia.

Figura 6 – Immagini del cunicolo esplorativo in corrispondenza del sondaggio S4

Coerentemente con i dati ottenuti dai nuovi sondaggi e dalle prove effettuate, e con le informazioni ricavate dai documenti relativi alla galleria esistente, si può procedere con alcune osservazioni rispetto al comportamento geomeccanico attribuito alle diverse porzioni di ammasso nel vecchio progetto.

Le caratteristiche geomeccaniche ricavate dai sondaggio S1 e S2 possono essere associate alla formazione G3 in quanto a valori di σ_c e GSI, a G4 per il modulo di deformabilità ricavato con la prova dilatometrica in S2. Il sondaggio S3 forniva invece valori di σ_c e GSI più elevati, prossimi a quelli del gruppo G2, ma dalle immagini dello scavo del cunicolo si vede che lo scavo ha presentato diversi problemi, per cui si ritiene di mantenere il gruppo G4/G3 nella zona di questo sondaggio. Per i sondaggi S4 ed S12 si hanno i soli dati delle prove dilatometriche, che hanno dato valori tra le formazioni G3 e G4.

2.5 CONCLUSIONI

Nel presente documento si è svolto un confronto tra gli esiti delle indagini condotte in galleria nella campagna 2018 e la caratterizzazione geomeccanica posta alla base del PE 1996.

Da tale confronto è emerso che le indagini recenti hanno sostanzialmente confermato la caratterizzazione del progetto originario.

3.PIANO DI MONITORAGGIO

3.1 GENERALITA'

Il Piano di Monitoraggio è stato finalizzato principalmente al controllo dell'intervento tipo A previsto in progetto, mediante l'installazione di una strumentazione che permetta, sia in corso d'opera sia in fase di esercizio, di ottenere informazioni riguardo al comportamento delle strutture di rivestimento definitive esistenti e di nuova realizzazione.

Nel seguito verranno illustrati i criteri generali adottati per la progettazione del sistema di monitoraggio proposto, la relativa strumentazione e le procedure previste per assicurare il corretto svolgimento delle operazioni per la verifica e il controllo del tratto di galleria da monitorare.

Nell'elaborato grafico di riferimento (T00GN00OSTDI02) sono riportati indicativamente: lo schema di ubicazione planimetrica e le caratteristiche geometriche delle stazioni su cui installare la strumentazione prevista. Tali indicazioni potranno essere integrate e/o ridefinite in accordo con la D.L., il Progettista e il Committente in relazione alle situazioni effettivamente riscontrate sul posto.

Le caratteristiche tecnologiche della strumentazione e le modalità di installazione indicate nei successivi capitoli, possono essere migliorate in funzione di quanto disponibile commercialmente e di eventuali accorgimenti operativi.

In tutti i casi, le variazioni dovranno comunque garantire la funzionalità e l'efficacia di quanto installato e la significatività delle misure acquisite, nei riguardi dei criteri e delle necessità progettuali.

La posa in opera della strumentazione sarà eseguita in relazione alle varie fasi esecutive di demolizione e ripristino previste in progetto. Le specifiche di installazione della strumentazione e dei sistemi di acquisizione e trasmissione dovranno essere indicate dal fornitore.

3.2 CRITERI DI PROGETTO DEL MONITORAGGIO

Il piano di monitoraggio è stato messo a punto con l'obiettivo di garantire condizioni di sicurezza sia durante la realizzazione dell'opera e sia durante l'esercizio. A questo scopo, il sistema prevede l'installazione di strumenti nei rivestimenti provvisori e definitivi del tratto in rifacimento. In generale si prevede l'installazione di strumenti tipo: mire ottiche e barrette estensimetriche, piattaforma web per la restituzione e visualizzazione dei dati.

3.3 PROGETTO GENERALE DI MONITORAGGIO

Si prevede l'utilizzo di un sito web a cui è collegata una piattaforma informatica in cui sono caricati i dati provenienti dalle registrazioni strumentali di tutti i dati del monitoraggio automatico. Al sito saranno abilitati diversi utenti (Impresa, Progettista delle opere, D.L., Committente, ecc.), mediante una chiave di accesso dedicata. Inoltre, nessun dato sensibile è fornito all'esterno o al pubblico, restando la gestione del monitoraggio ad esclusivo utilizzo dei vari utenti che partecipano alla realizzazione dell'opera.

La gestione dovrà essere affidata a personale esperto nel campo del Monitoraggio (Centro di Elaborazione Dati).

Nel sito web, è possibile visualizzare le letture dell'intera rete strumentale ed è consentita la gestione degli eventuali allarmi determinata dai sensori i cui valori risultassero anomali rispetto ai limiti di soglia impostati. Il sistema, in caso di superamento delle soglie, dovrà essere concepito per inviare un SMS, e-mail o altro in modo da attivare direttamente la procedura per l'unità di crisi (Impresa, Progettista delle opere, D.L., Committente, ecc.).

In generale, si prevede l'installazione dei seguenti strumenti:

- barrette estensimetriche (strain gauges);
- mire ottiche;

L'ubicazione della strumentazione riportata negli elaborati grafici, andrà comunque verificata in corso d'opera, ed eventualmente adattata, in funzione dei riscontri ottenuti.

Tale affinamento in corso d'opera dovrà essere disposto in accordo tra la Direzione Lavori ed il Progettista.

La Ditta specializzata che eseguirà i lavori di monitoraggio dovrà garantire la qualità dei risultati e predisporre una struttura per le installazioni, misure e controllo dei dati per tutta la durata dei lavori, prevista per 12 mesi. Eventualmente, il controllo potrà essere esteso anche dopo la fine dei lavori per ulteriori 12 mesi al fine di verificare la buona riuscita dell'intervento. Al termine, il sistema resterà a disposizione della Committente per possibili futuri controlli.

3.4 STAZIONI DI MONITORAGGIO

Gli elementi che saranno oggetto di specifico monitoraggio saranno i seguenti:

- deformazioni/spostamenti del contorno dello scavo;
- carichi effettivi sul sostegno di prima e seconda fase.

Il sistema di monitoraggio relativo a ciascuno dei tratti interessati dall'intervento tipo A sarà costituito da 3 stazioni, posizionate così come riportato nell'elaborato "T00_GN00_OST_DI02A", su cui saranno installate le seguenti tipologie di strumentazione:

Monitoraggio in corso d'opera:

- n.2 sezioni di monitoraggio "Tipo MC1 e MC2", caratterizzate dall'installazione di sole mire ottiche.

Monitoraggio in fase di esercizio:

- n.1 sezione di monitoraggio "Tipo ME1", caratterizzata dall'installazione di Strain Gauges (barrette estensimetriche) nel sostegno di prima fase e nel Rivestimento definitivo;

In dettaglio:

- Mire ottiche disposte sul rivestimento definitivo esistente (sezione "Tipo MC1 e MC2") per la misura della convergenza secondo la configurazione indicata negli elaborati grafici ed ubicate a circa 5 m prima e dopo ciascuno dei tratti di intervento. Le misure di convergenza consistono nel rilevamento degli spostamenti di 5 punti sul piano trasversale alla galleria. I punti di misura sono attrezzati con mire ottiche costituite da prismi riflettenti rilevabili mediante strumento topografico di precisione. Il sistema di acquisizione è costituito da una stazione composta da teodolite e distanziometro

elettronico che misurano le posizioni assolute della base di misura rispetto ad un sistema di riferimento tridimensionale, costituito da caposalda siti in galleria. La misura permette di determinare le coordinate spaziali delle basi con tolleranza di $\pm 2\text{mm}$. I dati acquisiti dovranno essere elaborati in tempi rapidi in modo da permettere l'immediata valutazione della situazione deformativa della sezione. Le informazioni da fornire saranno le seguenti:

- spostamenti trasversali;
- spostamenti verticali;
- spostamenti nel piano;
- velocità di convergenza.
- Barrette estensimetriche a corda vibrante disposte a coppia sulle centine del rivestimento provvisorio e nel calcestruzzo del rivestimento definitivo per monitorare le deformazioni delle nuove strutture. In particolare si prevedono **3** coppie di barrette estensimetriche sulle centine del prerinvestimento e **3** coppie nel rivestimento definitivo di nuova realizzazione. Tale strumentazione sarà installata sulla sezione "Tipo ME1" ubicata nella mezzeria di ciascuno dei tratti di intervento.

3.5PIATTAFORMA GESTIONE DATI

La necessità di un sistema di monitoraggio in grado di tenere sotto controllo gli effetti dell'avanzamento dei lavori in un intorno significativo dell'opera, comporta la realizzazione di un sistema automatico di trasmissione, elaborazione e restituzione dei dati, con possibilità di archiviazione di grandi moli di dati nel tempo.

Un sistema informativo, per definizione, deve fornire le informazioni richieste in maniera rapida e diffusa e deve allo stesso tempo salvaguardare l'integrità dei dati in esso contenuti. Nel caso in esame, il sistema informativo di supporto al monitoraggio di opere di ingegneria civile proposto sarà consultabile:

- al momento desiderato e con la frequenza desiderata;
- da tipologie di utenti diversi con modalità diverse;
- da luoghi diversi.

Inoltre, data la differenziazione notevole di utenti che possono accedere al sistema, l'interfaccia sarà realizzata affinché possa essere il più possibile amichevole.

La piattaforma per la gestione dei dati di monitoraggio prevista può essere del tipo web-based o equivalente. Sviluppata con tecnologia tipo PHP o equivalente, dovrà prevedere un sistema di archiviazione dati su database SQL o equivalente, garantendo la totale sicurezza dei dati.

La piattaforma web di gestione dovrà avere le seguenti funzionalità:

- Consentire l'accesso alle informazioni solamente agli utenti autorizzati;
- Visualizzare gli elaborati relativi al monitoraggio
- Raggruppare gli elaborati secondo una struttura logica
- Consentire il download degli elaborati

Il sistema di gestione dati garantisce la riservatezza delle informazioni attraverso un accesso protetto da password fornito esclusivamente agli utenti autorizzati.

3.5.1 Architettura del sistema

Il Sistema, basato su Web Server, presenta le seguenti peculiarità:

- La banca dati risiederà fisicamente su un unico computer ma sarà consultabile a chiunque abbia una connessione internet, secondo diversi livelli di accesso e conseguentemente di disponibilità delle informazioni;
- Qualsiasi utente avrà accesso al sistema senza la necessità di avere i software dedicati installati sul suo computer ma utilizzando i programmi residenti sul server.

Il Server remoto, installato presso gli uffici del gestore del sito Web, sarà dotato dei programmi e degli strumenti per la gestione del Data Base sul Web.

Il flusso delle informazioni sarà il seguente:

- Esecuzione delle misure in automatico mediante interrogazione degli strumenti installati da parte dei Data Logger;
- Esecuzione delle misure manuali (ad es. con strumentazione portatile) o automatiche con scarico manuale (mediante collegamento locale ai sensori con centralina portatile o personal computer portatile);
- Nell'ufficio di sede del gestore del sito web: creazione nel Data Base dei nuovi eventuali strumenti/famiglie di strumenti;
- Nell'ufficio di sede del gestore del sito web: scarico automatico dei dati acquisiti in automatico mediante trasmissione con GSM o dispositivo analogo e caricamento o scarico manuale da centralina/pc computer portatile dei dati acquisiti/trasferiti manualmente; trasferimento e caricamento manuale dei dati tramite opportuni file excel/csv direttamente nel database o tramite maschere di inserimento; creazione di archivio dei dati grezzi di cantiere (database grezzo) in modo da avere sempre disponibili i dati sperimentali di cantiere;
- Interrogazione da ufficio di sede del Web per validazione dei dati prima della pubblicazione definitiva sul Web. La validazione dei dati, intesa come valutazione critica dell'accettabilità del dato grezzo, e le motivazioni relative saranno comunque disponibili agli utenti autorizzati per la verifica del processo;
- Pubblicazione dei dati su Web resi disponibili ai vari utenti con diversi livelli di abilitazione (da remoto, via web): verifica degli eventuali superamenti delle soglie preimpostate, comunicate dai "Responsabili". Tali soglie, definite come "di attenzione" e "di allarme" porteranno all'attivazione di contromisure. Nel caso di superamento della soglia di attenzione potranno essere aumentati il numero degli strumenti o la frequenza delle misure allo scopo di meglio individuare e definire la problematica in atto. Nel caso di superamento della soglia di allarme, dovranno intervenire il Progettista e la Direzione Lavori per l'individuazione delle opportune contromisure.

3.5.2 Interfaccia utente e visualizzazione dei dati

Un'apposita interfaccia consentirà di realizzare i grafici e/o le tabelle del periodo desiderato o degli ultimi ore/giorni/mesi e consentirà di impostare manualmente e/o automaticamente la scala temporale.

Sarà possibile visualizzare grafici consultabili a schermo o stampabili in PDF, eventualmente sarà anche possibile mandarli automaticamente via mail agli indirizzi desiderati.

I dati potranno essere esportati in formato ASCII/csv per l'importazione ed elaborazione ulteriore con excel.

L'individuazione della strumentazione potrà essere effettuata tramite mappa georeferenziata.

3.5.3 Configurazione del software

Saranno possibili diversi livelli di accesso al DataBase:

- Amministratore: per l'amministrazione degli utenti e le impostazioni generali del progetto;
- Company Manager: per la validazione dei dati e loro pubblicazione sul Web;
- Company User: per la consultazione dei dati senza possibilità di modifica.

Tali livelli andranno definiti in funzione delle varie competenze, con possibilità di accesso diversificate per i singoli attori coinvolti nelle attività del monitoraggio.

3.6 GESTIONI E PASSAGGI DELLE INFORMAZIONI

L'affidatario, dovrà utilizzare personale tecnico laureato e specializzato nel campo del Monitoraggio geotecnico per tutto il periodo di lavoro.

Il personale tecnico laureato eseguirà, per tutta la durata dei lavori misure in manuale e/o automatico, acquisizione, restituzione dati e manutenzione di tutto il sistema di monitoraggio geotecnico.

L'affidatario dovrà dotarsi di tutte le attrezzature atte ad eseguire le misure manualmente (sonde, cavi, centraline, acquisitori automatici, ecc...).

Tutto per rendere ogni servizio e strumento efficiente in relazione alle attività lavorative e alle risposte dell'ammasso alle varie fasi di scavo, consolidamento, realizzazione di opere varie.

L'affidatario dovrà costituire un Centro Elaborazione e Gestione Dati (C.E.D) formato da vari Responsabili (Monitoraggio Topografico e Monitoraggio geotecnico), i quali, ognuno per la propria competenza, dovranno collaborare per rendere le informazioni fruibili ai vari soggetti che partecipano alla realizzazione dell'Opera (Impresa, Progettista, Direttore dei Lavori, ecc..).

Il Responsabile scientifico, nominato dall'Impresa, dopo un primo periodo di osservazione dei risultati del monitoraggio, insieme all'Ufficio Tecnico dell'Impresa, ed ai vari responsabili di settore, dovrà evidenziare eventuali criticità e definire la "gerarchia" degli strumenti e i valori di soglia di attenzione e di allarme

I dati acquisiti saranno elaborati con software commerciali ed algoritmi e consentiranno di rilevare eventuali spostamenti assoluti o differenziali sull'intera estensione dello scenario monitorato e di comunicare alla Committenza eventuali criticità.

Le attività di monitoraggio saranno condotte secondo la seguente modalità:

- Progettazione del monitoraggio di dettaglio (verifica delle posizioni di progetto, redazione dei diagrammi di flusso; ecc.;
- Identificazione dei vari responsabili operativi;
- Attivazione delle procedure;
- Redazione ed attivazione della Piattaforma informatica per elaborazione, distribuzione e stampa dei dati di monitoraggio;
- Redazione di una relazione di installazione;
- Acquisizione dati in manuale;
- Acquisizione dati in automatico;
- Verifica del corretto funzionamento del sistema di misura ed eventualmente elaborazione dati giornaliera con notifica di superamento soglie di allerta.

3.6.1 Gestione e controllo delle attività di monitoraggio e dei dati (C.E.D.)

Per l'esecuzione dei lavori in sicurezza assume particolare importanza nell'ambito del monitoraggio in corso d'opera, l'esecuzione di controlli al fine di verificare tempestivamente la sicurezza sia dell'opera e del personale addetto alla sua realizzazione

L'Ufficio di gestione del monitoraggio avrà i seguenti compiti:

- Raccolta di tutti i dati utili esistenti (bibliografia, progetto...);
- Raccolta dei dati provenienti dalle indagini e dai rilevamenti puntuali;
- Coordinamento dell'attività di raccolta dei dati del monitoraggio;
- Verifica e controllo in tempo reale dei dati rilevati prima dell'inserimento nel database, valutazione e validazione dei dati;
- Elaborazione dei dati e successiva restituzione in forma grafica e numerica;
- Organizzazione del database da inserire nella piattaforma di riferimento;

L'Impresa, insieme al D.L., dovrà definire il "flusso" delle informazioni e le "Procedure generali."

L'Ufficio di gestione del monitoraggio, inseriti i dati, eseguirà le seguenti operazioni:

- Verranno vagliati e filtrati (Ufficio di monitoraggio, Direzione di progetto) i dati ricevuti, in maniera che tutte le variazioni misurate siano riconducibili univocamente a reali comportamenti del terreno e delle strutture, quindi, qualora non vengano raggiunti valori di soglia, si attiverà la procedura di modulistica standard. I dati relativi saranno consultabili tramite GIS dagli attori dell'ufficio di gestione del monitoraggio (Appaltatore - Direzione di progetto, Direzione di cantiere, Ufficio del monitoraggio, Responsabile Scientifico nominato dall'Appaltatore - Ufficio tecnico, Progettisti, Direzione Lavori);
- Una volta evidenziato il superamento della soglia di "attenzione", oltre alla pubblicazione automatica tramite GIS agli stessi soggetti del punto precedente, si provvederà ad un incremento della frequenza delle misure ed ad un approfondimento dei dati da parte della Direzione di Progetto e della D.L..

L'ufficio di gestione del Monitoraggio sarà unico per tutto il lavoro e sarà così strutturato:

- Un responsabile scientifico (ingegnere o geologo esperto in questo settore e che abbia conoscenza scientifica nell'ambito delle gallerie)
- Un responsabile dell'ufficio (ingegnere o geologo);
- Un tecnico esperto per il sistema di raccolta dati (programmazione, caricamento dati e report)
- Un tecnico esperto di strumentazione geotecnica e topografica (ingegnere o geologo);
- Personale addetto alle misure sul campo (topografi, ingegneri o geologi).

L'ufficio di gestione del monitoraggio dipenderà direttamente dal Direttore di Cantiere.

3.7 COMPONENTI DEL PIANO DI MONITORAGGIO

Di eseguito si riporta un elenco delle principali lavorazioni e degli elementi che costituiscono il sistema di monitoraggio in fase di esercizio (sezioni ME1 e ME2):

- Fornitura e posa in opera della strumentazione da installarsi nella Stazione ME1: 12 barrette estensimetriche a corda vibrante (6 sul prerivestimento, 6 nel rivestimento definitivo) comprensiva di cavi, cablaggi e morsetteria.

E' previsto il collaudo di tutti i sistemi di acquisizione e trasmissione dati.

3.8 FREQUENZE DI LETTURE

Le frequenze, dovranno essere adeguate alle risultanze in corso d'opera e in fase di esercizio e alle tempistiche di esecuzione, inoltre le frequenze saranno valutate considerando una realizzazione delle opere senza interruzioni dei lavori.

Di norma, per ciascuna tipologia di sezione di monitoraggio si prevede la seguente frequenza:

- Durante le lavorazioni previste: 1 lettura al giorno
- Dopo le lavorazioni previste: 1 lettura al mese

Una volta raggiunta la stabilizzazione delle misure, le eventuali ulteriori letture di controllo proseguiranno con frequenze da definire in accordo con il Progettista e la D.L..