

NOUVELLE LIGNE LYON TURIN – NUOVA LINEA TORINO LIONE
PARTIE COMMUNE FRANCO-ITALIENNE – PARTE COMUNE ITALO-FRANCESE

REVISION DE L'AVANT-PROJET DE REFERENCE – REVISIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO
CUP C11J05000030001

APPROFONDIMENTI PROGETTUALI

APPROFONDIMENTI PER OSSERVAZIONI REGIONE PIEMONTE
Riscontro Osservazioni n. 17 (rif. lettera prot. n. CTVA-2014-0812 del 06/03/2014)

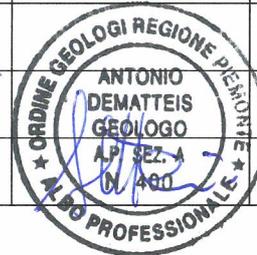
MONITORAGGIO GEOTECNICO

Relazione sistema raccolta e archiviazione dati

Indice	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérifié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	30/05/2014	Première diffusion / Prima emissione	G. AIROLDI G. MANCARI (SEA)	A. DEMATTEIS V. GRISOGLIO	L. CHANTRON C. OGNIBENE
A	10/06/2014	Révision suite aux commentaires LTF / Revisione a seguito commenti LTF	G. AIROLDI G. MANCARI (SEA)	A. DEMATTEIS V. GRISOGLIO	L. CHANTRON C. OGNIBENE

Tecnimont
Civil Construction
Dott. Ing. Carlo Ognibene
Ordine Ingegneri Prov. TO n. 8366 T

Tecnimont
Civil Construction
Dott. Ing. Francesco Magnorri
Ordine Ingegneri Prov. TO n. 8231 J



CODE DOC	P	D	2	C	3	B	T	S	3	2	0	2	0	A
	Phase / Fase			Sigle étude / Sigla			Émetteur / Emittente			Numero			Indice	

A	P	N	O	T
Statut / Stato		Type / Tipo		

ADRESSE GED INDIRIZZO GED	C3B	//	//	00	05	97	10	01
------------------------------	------------	----	----	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

ECHELLE / SCALA



SOMMAIRE / INDICE

RESUME/RIASSUNTO	5
1. INTRODUZIONE	6
2. CONTESTO DI RIFERIMENTO E PROGRAMMA DELLE INDAGINI PER LA NLTL	7
2.1 Fasi di realizzazione e indagini proposte	8
2.2 Finalità dei monitoraggi	8
2.3 Elaborazione dei dati geologico-tecnici	9
3. SISTEMA INFORMATIVO DI GESTIONE DEI DATI GEOLOGICO-TECNICI (SIG)	11
3.1 Contenuti della banca dati e metadati	11
3.1.1 Dati alfanumerici del monitoraggio geologico-tecnico	12
3.2 Gestione e archiviazione dei dati geologico-tecnici	12
3.2.1 Unità di gestione locale	13
3.2.2 Unità di gestione remota	14
3.3 Sistema di monitoraggio automatizzato	14
3.3.1 Criteri di progetto e caratteristiche del Sistema di Monitoraggio Automatizzato	14
3.3.2 Sezioni Strumentate per le opere in sotterraneo	15
3.3.3 Pannelli di centralizzazione (PAC)	15
3.3.4 Unità Periferiche di Acquisizione Dati (UAD)	15
3.3.5 Linea di Comunicazione	16
3.4 Architettura del sistema di acquisizione dati	16
3.5 Fornitura della strumentazione	17
3.6 Esecuzione delle letture	18
3.7 Modalità di presentazione delle letture	18
3.8 Documentazione	18
3.9 Manutenzione dell'impianto	19
3.9.1 Manutenzione degli strumenti	19
3.9.2 Manutenzione dei PAC e delle UAD	20
3.10 Elaborazione e restituzione dei dati provenienti dai monitoraggi	20
3.10.1 Flusso dei dati	20
3.10.2 Modalità di elaborazione e validazione dei dati	21
3.10.3 Modalità di presentazione/restituzione dei dati	21
3.10.4 Archiviazione dei dati	21
3.10.5 Prescrizioni per il magazzinamento	22
3.11 Gestione, controllo e validazione dei dati	22
4. FORMATI DI DIFFUSIONE DEI DATI DELLE INDAGINI E DEI MONITORAGGI .	23
4.1 Indagini in avanzamento finalizzate alla caratterizzazione dell'ammasso roccioso da scavare	23
4.1.1 Sondaggi a distruzione con misura dei parametri di avanzamento	23
4.1.2 Sondaggi a carotaggio continuo in avanzamento	24
4.1.3 Indagini geofisiche in avanzamento con tecnica tipo TSP	26
4.1.4 Tomografie sismiche in avanzamento con tecnica tipo TRTo ISIS	27
4.1.5 Rilievi geostrutturali	28
4.1.6 Rilievi idrogeologici in avanzamento	30
4.1.7 Rilievi termometrici	32

4.2	Indagini finalizzate alla caratterizzazione geomeccanica e dello stato tensionale dell'ammasso roccioso.....	32
4.2.1	Prove dilatometriche	32
4.2.2	Prove di fratturazione idraulica (in nicchia)	33
4.2.3	Prove di sovracarotaggio CSIRO (in nicchia).....	35
4.2.4	Prove di martinetto piatto.....	36
4.2.5	Prove di carico su piastra (in nicchia).....	36
4.2.6	Prove di taglio su giunto	36
4.2.7	Prove di compressione monoassiale in sito (in nicchia)	36
4.2.8	Prove idrauliche in foro.....	36
4.2.9	Tomografie sismiche a rifrazione a paramento.....	38
4.2.10	Tomografie sismiche Cross-Hole Vp/Vs.....	39
4.2.11	Analisi di laboratorio	40
4.3	Monitoraggi del comportamento dell'ammasso roccioso e dei sostegni messi in opera	42
4.3.1	Monitoraggio delle deformazioni dei bulloni	42
4.3.2	Monitoraggio delle deformazioni dei pannelli metallici.....	43
4.3.3	Monitoraggio delle deformazioni del cavo tramite sezioni di convergenza	43
4.3.4	Monitoraggio delle deformazioni dell'ammasso roccioso tramite sezioni estensimetriche.....	45
4.3.5	Monitoraggio delle deformazioni del nucleo di scavo.....	45
4.3.6	Monitoraggio delle deformazioni in nicchia.....	45
4.3.7	Monitoraggio della plasticizzazione del cavo tramite tomografie Cross Hole Vp45	
4.3.8	Monitoraggio dei fenomeni di rockburst	46

LISTE DES FIGURES / INDICE DELLE FIGURE

Figura 1	– Planimetria geologica schematica con ubicazione delle opere di progetto, lato Italia.....	7
Figura 2	– Schema del sistema di monitoraggio.	13
Figura 3	– Componenti del sistema di monitoraggio automatizzato.....	14
Figura 4	– Schema del sistema di acquisizione dei dati di monitoraggio.	17
Figura 5	– Esempio di stratigrafia di un sondaggio a distruzione di nucleo.	23
Figura 6	– Esempio di tabulato restituito dal data-logger per la registrazione in continuo dei parametri di avanzamento.	24
Figura 7	– Esempio di stratigrafia di un sondaggio a carotaggio continuo.....	25
Figura 8	– Esempio di tabulato restituito da data-logger per la registrazione in continuo dei parametri di avanzamento.	26
Figura 9	– Esempio di tabulato restituito da data-logger per la registrazione in continuo dei parametri di avanzamento.	27
Figura 10	– Schema indagine TRT.	28
Figura 11	– Esempio di scheda di rilievo strutturale dei paramenti della galleria.....	29
Figura 12	– Esempio di scheda di rilievo strutturale dei paramenti della galleria con il calcolo dell'indice RMR.....	30
Figura 13	– Esempio di grafici relativi ai rilievi idrogeologici monitorati in galleria (portata, conducibilità e temperatura delle venute d'acqua).....	31
Figura 14	– Esempio di tabella relativa alla misurazione dei piezometri installati lungo la galleria.....	32

Figura 15 – Esempio di restituzione dei dati relativi ad una prova dilatometrica.....	33
Figura 16 – Prova di fratturazione idraulica: esempio di diagrafia.....	34
Figura 17 – Prova di fratturazione idraulica: esempio di diagrafia con diagrammi polari.	35
Figura 18 – Esempio di tabella con sintesi dei principali dati relativi a una prova idraulica in foro.	37
Figura 19 – Esempio grafico delle portate in funzione delle pressioni corrispondenti a ciascun gradino in andata e in ritorno.	38
Figura 20 – Tabella dei parametri di distanza, profondità e velocità di una tomografia a rifrazione a paramento.....	39
Figura 21 – Grafico Profondità/rapporto V_p/V_s e Profondità/modulo di Poisson. Dei grafici analoghi permettono di visualizzare i rapporti Profondità/Tempo e Profondità/Velocità e Profondità/Modulo dinamico e Profondità Modulo di taglio dinamico.	40
Figura 22 – Esempio di scheda descrittiva di un'analisi in microscopia ottica delle caratteristiche petrografiche e mineralogiche.	41
Figura 23 – Esempio di scheda descrittiva con allegate fotografie in microscopia ottica delle sezioni sottili dei campioni di roccia analizzati.	42
Figura 24 – Esempio di tabella per la presentazione dei dati relativi al monitoraggio dei bulloni.....	43
Figura 25 – Esempio di tabelle degli spostamenti assoluti e relativi per le mire ottiche per la restituzione dati del monitoraggio delle deformazioni del cavo.	44
Figura 26 – Esempio di grafici degli spostamenti relativi alle misure di convergenza.	44
Figura 28 – Esempio di tabella per la presentazione dei dati relativi al monitoraggio delle deformazioni in nicchia.	46
Figura 29 – Grafico di sintesi del monitoraggio del rockburst.	47

LISTE DES TABLEAUX / INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 – Schematizzazione del processo di verifica e validazione dei dati prodotti.	22
--	----

RESUME/RIASSUNTO

Ce rapport a été rédigé pour répondre à la demande d'approfondissement numéro 17 de la Région Piemonte. On décrit les notions théoriques et pratiques généraux du système informatif de gestion des données géologiques et techniques associées aux phases de réalisation de la Nouvelle Ligne ferroviaire Turin-Lyon (côté Italie), avec des exemples des fiches et des graphiques pour les investigations proposées.

Il presente elaborato è stato redatto per rispondere alla richiesta di Approfondimento numero 17 della Regione Piemonte. Sono descritte le nozioni teoriche e pratiche generali del sistema informativo di gestione dei dati geologici e tecnici (SIG) acquisiti sulle fasce di realizzazione delle opere al casello di Nottola Linea mitigerata da Prov. del caso di intersezione, parte dell'opera delle schede e dei grafici di output per le indagini proposte.

1. Introduzione

Il presente elaborato risponde alla Richiesta di Integrazione n. 17 dell' Allegato 1 alla lettera prot. n. CTVA-2014-0812 del 06/03/2014 della Regione Piemonte, nel quadro degli approfondimenti richiesti relativamente al Progetto Definitivo della Nuova Linea ferroviaria Torino-Lione (NLTL):

"Monitoraggi geotecnici. Si richiede che vengano considerati in modo univoco e trattati alla pari dei monitoraggi di tipo ambientale, come sistema di archiviazione, pubblicazione e controllo; a tal proposito si ritiene opportuno prescrivere la redazione di un apposito documento programmatico sulla distribuzione, utilizzo, pubblicazione e trattamento dei dati derivanti dai monitoraggi geotecnici."

Nelle pagine che seguono viene descritto il sistema informativo di gestione dati (SIG) dei monitoraggi geologico-tecnici.

Il monitoraggio *deve permettere di verificare la validità delle previsioni progettuali e essere predisposto in modo da permettere la valutazione del comportamento del terreno e delle strutture per ogni fase di scavo e costruzione, oltre che ad opera ultimata. Il monitoraggio deve inoltre consentire il controllo di quelle grandezze, rappresentative del comportamento del complesso opera-terreno, specificamente individuate nell'ambito dell'applicazione del metodo osservazionale*, in conformità con le indicazioni fornite dalle Norme Tecniche per le Costruzioni del DM 14/01/2008. A questo fine, ma anche per permettere la comunicazione di tali dati tra tutti i soggetti coinvolti nella realizzazione del progetto (committente, imprese esecutrici, professionisti incaricati dei rilievi, enti di controllo competenti...), il SIG deve garantire l'acquisizione, la validazione, l'archiviazione e la gestione dei dati geologici acquisiti durante l'esecuzione del monitoraggio.

Per quanto riguarda il dettaglio delle attività da svolgere e dei ruoli chiave di responsabilità la progettazione di dettaglio del SIG di monitoraggio può, per ora, prescindere dalla disponibilità di tutte le informazioni organizzative di tipo esecutivo del progetto. Analogamente, la definizione degli strumenti *software* e *hardware* necessari alla realizzazione e implementazione del SIG verrà effettuata in sede di definizione esecutiva sulla base delle più recenti versioni disponibili sul mercato e con previsione di costante manutenzione ed aggiornamento. Nell'attuale fase di progettazione definitiva, si prevede il sistema utile alla gestione del monitoraggio geotecnico.

2. Contesto di riferimento e programma delle indagini per la NLTL

Il tracciato della NLTL si svilupperà tra Saint Jean de Maurienne in Francia e il comune di Susa, compresa l'interconnessione con la linea storica Torino-Modane a Bussoleno. L'opera ferroviaria è costituita da due gallerie a binario unico, con interasse variabile tra 30 e 80 metri. La linea ferroviaria in progetto presenta un tracciato in galleria di circa 57.5 km complessivi.

Il tracciato in territorio italiano comprende solamente 12.5 km. A partire dal portale est, presso l'imbocco est della galleria autostradale di Mompantero, in frazione San Giuliano, la linea proseguirà all'aperto per circa 2.6 km, attraversando la nuova Stazione Internazionale di Susa, il ponte sulla Dora Riparia e l'area autoportuale di Susa. Il tracciato continuerà in sotterraneo per circa 2.1 km attraverso le due canne delle Gallerie di Interconnessione, per poi uscire nuovamente all'aperto in corrispondenza del confine comunale tra Susa e Bussoleno.

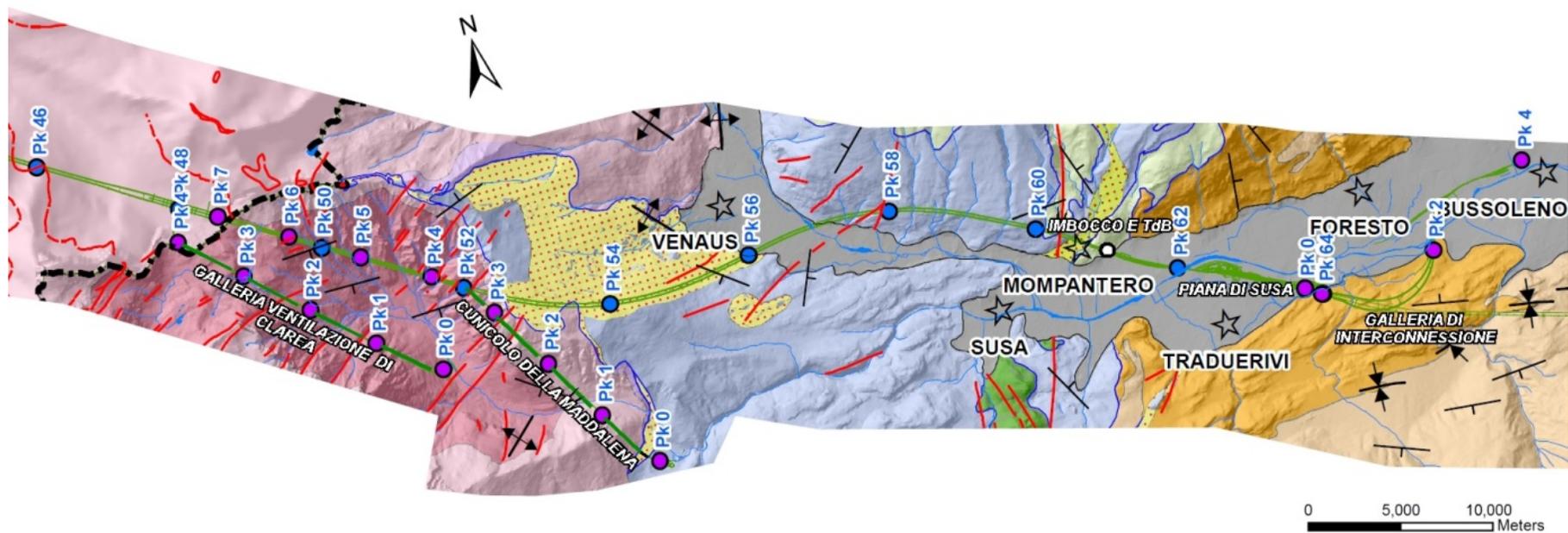


Figura 1 – Planimetria geologica schematica con ubicazione delle opere di progetto, lato Italia.

2.1 Fasi di realizzazione e indagini proposte

Il programma delle indagini e del monitoraggio sarà organizzato con modalità differenti tra le diverse fasi di realizzazione (*ante operam* - AO; corso d'opera - CO; *post operam* - PO).

In fase AO non é previsto un 'monitoraggio' in senso stretto, bensì una campagna di indagini geognostiche a completamento delle indagini realizzate durante la fase di Progetto Definitivo. Le finalità individuali e le caratteristiche (ubicazione, tipologia e numero d'indagini per ogni settore da indagare) di tali indagini sono dettagliate nel documento PD2_C3B_TS3_0107_00-05-00_10-01 "*Programma delle indagini proposte*". Sinteticamente, si tratterà di sondaggi geognostici corredati da prove *in situ*, diagrafie e prove di laboratorio e da indagini geofisiche (sismiche, geoelettriche, gravimetriche), oltre all'implementazione delle attività di monitoraggio della risorsa idrica sotterranea e superficiale in corso e realizzate da LTF.

Per quanto riguarda le fasi di realizzazione successive, il Programma delle indagini considera solo le indagini **in fase di CO** da realizzare durante l'avanzamento degli scavi, al fronte di scavo, e differenziate in base a:

- 1) criticità messe in evidenza nel Progetto Definitivo (e non superabili attraverso la realizzazione di indagini superficiali in AO)
- 2) metodo di scavo previsto (TBM o tradizionale). Come evidenziato nella "Relazione di sintesi" dell'Analisi dei Rischi Geologici (n° doc. PD2_C3B_0088_00-06-00_10-01), l'esecuzione di indagini sistematiche in avanzamento in fase di scavo va vista come una delle principali misure di mitigazione dei rischi individuati.

Il monitoraggio in **fase PO** sarà invece definito durante il Progetto Esecutivo.

Tutte le indagini proposte saranno integrate con analisi di tipo ambientale per la caratterizzazione dei materiali di scavo e per verificare la compatibilità dei siti di destinazione. Inoltre, le analisi dovranno essere definite sulla base della normativa in vigore in materia di emissioni di radioattività naturale nei materiali da costruzione (si veda il "*Piano Monitoraggio Ambientale*" PD2 C3C 2060 01-80-94 10-01).

2.2 Finalità dei monitoraggi

Le indagini e i monitoraggi proposti nell'ambito del Progetto Definitivo (PD2) per ogni tratta di progetto (Tunnel di Base in territorio italiano, Galleria di Ventilazione di Clarea, Gallerie di Interconnessione, Piana di Susa) sono definiti con le seguenti finalità:

- 1) Caratterizzare in dettaglio il basamento roccioso a quota tunnel, in termini di assetto litostratigrafico e andamento degli elementi strutturali (zone di fratturazione/faglia, *master joint*) attesi in corrispondenza delle opere sotterranee; i nuovi dati permetteranno di prevenire eventuali condizioni geologiche inattese in fase di CO, e di aggiornare sistematicamente il modello previsionale, fino alla definizione del modello geologico finale o *as built*.
- 2) Caratterizzare geomeccanicamente e idrogeologicamente gli ammassi rocciosi, in modo da rilevare tempestivamente eventuali condizioni di instabilità e/o pericolo in fase di CO, adattare eventualmente il metodo e le procedure di scavo, e mettere in opera le misure di mitigazione necessarie al buon svolgimento dei lavori.

- 3) Caratterizzare in dettaglio l'interfaccia basamento/depositi quaternari per i settori d'imbocco dei tunnel e nelle zone di pianura.
- 4) Definire le condizioni geotecniche e idrogeologiche dei terreni entro i quali saranno realizzate le opere all'aperto (ponte sulla Dora Riparia a valle della galleria d'interconnessione) e gli imbocchi dei tunnel.
- 5) Caratterizzare idrogeochimicamente e idrodinamicamente gli acquiferi che potrebbero essere coinvolti nelle fasi di realizzazione delle opere di progetto (e.g. monitoraggio del livello di falda nel settore d'attraversamento della Val Cenischia).
- 6) Caratterizzazione geotecnica e verifica della compatibilità ambientale dei materiali di risulta degli scavi destinati ai siti di deposito prescelti.

I monitoraggi geologico-tecnici di *corso d'opera* e *post operam*, definiti in base ai rilievi di terreno e ai sondaggi realizzati nella fase di PD/PE, saranno inoltre necessari alla valutazione di rischi legati a fenomeni franosi, valanghivi e a eventuali cedimenti in superficie in corrispondenza dei siti di cantiere e di imbocco delle gallerie e delle aree di deposito definitivo (rif. PD2 C3B 2050 26-70-94 10-01; PD2 C3B 2025 26-47-94 10-01; PD2 C3B 2055 33-03-94 10-01; PD2 C3B 2052 30-03-94 10-01; PD2 C3B 2053 30-03-94 10-02).

2.3 Elaborazione dei dati geologico-tecnici

In ognuna delle sue fasi di realizzazione, il programma delle indagini e/o del monitoraggio dovrà dunque contenere, per ognuno dei settori specificamente interessati:

- una sintesi delle criticità eventuali, degli studi geologico-tecnici svolti preliminarmente alle indagini e/o al monitoraggio e dei risultati di eventuali campagne precedenti;
- obiettivi specifici delle indagini e/o del monitoraggio nella fase in atto;
- elenco dei punti d'indagine o della rete di monitoraggio;
- parametri d'indagine/monitoraggio;
- indicazione dei parametri e dei metodi di monitoraggio, della cadenza e frequenza delle misure e degli eventuali campionamenti previsti sui diversi punti;
- modalità di utilizzo del sistema informativo di gestione dei dati geologico-tecnici o SIG.

Le relazioni di monitoraggio dovranno essere prodotte con cadenze proprie della fase di realizzazione (AO, CO, PO) in atto e contenere, per ognuno dei settori e degli oggetti del monitoraggio, i seguenti argomenti, esplicitati con l'ausilio di tabelle, grafici e schede descrittive:

<i>Relazione di monitoraggio</i>				
<i>Tem</i>	<i>fase</i>	<i>AO</i>	<i>CO</i>	<i>PO</i>
Obiettivi		X	X	X
siti monitoraggio/indagini e ragioni scelta		X	X	X
normativa riferimento		X	X	X
metodi/strumenti di indagine		X	X	X
cadenza e frequenza misure		X	X	X
eventuali campionamenti		X	X	X
parametri monitorati		X	X	X
risultati e interpretazione analisi		X	X	X
gestione delle eventuali anomalie			X	X
Modalità utilizzo SIG		X	X	X
<i>Cadenza emissione</i>			trimestrale e annuale	semestrale e annuale

I dati della campagna indagini da realizzare in fase *ante operam* dovranno venire elaborati e descritti con una relazione conclusiva. In tale relazione saranno evidenziate le criticità irrisolte e enunciati nel dettaglio i parametri e/o i fenomeni da monitorare nelle fasi di realizzazione successive.

Per le fasi di CO e di PO, le relazioni redatte con frequenza trimestrale o semestrale conterranno i rilievi svolti nel trimestre di riferimento; le relazioni annuali conterranno invece nel dettaglio tutti i rilievi effettuati nell'arco dell'anno e le rispettive analisi dei risultati ottenuti.

Per quanto riguarda la 'gestione di eventuali anomalie' in queste due fasi si farà riferimento, se possibile, alle criticità evidenziate nel rapporto di Analisi dei Rischi Geologici e alla messa in opera delle misure di mitigazione associate a tali criticità.

3. Sistema informativo di gestione dei dati geologico-tecnici (SIG)

Come accennato nell'introduzione (cap. 1), il sistema informativo di gestione dei dati geologico-tecnici o SIG vuole essere il riferimento centralizzato per le attività di monitoraggio geologico-tecnico nei processi di acquisizione, verifica, validazione e pubblicazione dei dati, deve costituire una banca dati unica e accessibile. Oltre a contenere tutte le informazioni geologico-tecniche pertinenti le opere della NLTL, dunque, il sistema dovrà garantire il completo controllo di tali informazioni e dei diritti di accesso da parte degli utenti abilitati all'utilizzo del sistema, e incentivare la consultazione e la comunicazione anche da parte del pubblico esterno.

Per conseguire questi obiettivi il sistema dovrà garantire la tracciabilità dei dati messi a disposizione, la gestione automatizzata e in “tempo reale” di tutte le operazioni di misura e del flusso delle informazioni, compresa l'attivazione di funzionalità di scadenziari e di azioni specifiche, in caso di mancato inserimento o elaborazione dei dati, o quando sia necessario richiedere ripetizioni delle misure o analisi complementari d'approfondimento di fronte a dati anomali o eventuali modifiche nel programma delle lavorazioni.

Sul piano tecnologico, il SIG sarà composto da un insieme di applicazioni finalizzate ad assolvere le funzionalità necessarie e, in particolare:

- l'amministrazione e la sicurezza del sistema informativo;
- il popolamento, la gestione e l'interrogazione della banca dati;
- la rappresentazione e consultazione in ambiente GIS e *web*-GIS;
- la gestione amministrata dei dati;
- il controllo delle scadenze operative e degli adempimenti formali;
- la pubblicazione controllata (*work-flow*) delle informazioni ai diversi livelli istituzionali.

3.1 Contenuti della banca dati e metadati

Il SIG di progetto sarà principalmente costituito da:

- cartografie di base, immagini satellitari, ortofoto e carte tematiche sulle quali saranno riportati i settori d'interesse del monitoraggio geologico-tecnico;
- cartografie e modelli 2D e 3D di progetto dell'opera e degli ambiti di cantiere, comprese le viabilità utilizzate per il trasporto dei materiali, per le quali si prevedono attività di monitoraggio, e i siti di deposito di Caprie e Torrazza; tali elaborati potranno essere aggiornati in ogni fase di realizzazione in base ai dati raccolti;
- un database relazionale contenente tutte le informazioni relative alle criticità geologiche, geomeccaniche e idrogeologiche rilevate, e alla loro evoluzione nel corso della fase di realizzazione in atto, e rispetto a quella precedente (se applicabile);
- documenti relativi al Monitoraggio Geologico-Tecnico (rapporti d'analisi e/o sintesi, ecc.), da correlare agli altri parametri in analisi attraverso le relazioni del database.

In via generale, il livello progettuale di riferimento per le cartografie è quello del progetto definitivo. Il sistema di riferimento che verrà utilizzato sarà il WGS84, in quanto risulta essere quello che consente la più agevole integrazione dei dati operativi in ragione del fatto che è utilizzato da tutte le tecnologie di rilevamento e nei sistemi GIS. Tutti i dati derivanti da quanto utilizzato per il progetto in coordinate “LTF2004c” sarà pertanto oggetto di conversione nelle coordinate WGS84 per questa specifica applicazione di monitoraggio.

3.1.1 Dati alfanumerici del monitoraggio geologico-tecnico

Il monitoraggio geologico-tecnico interesserà tutti gli ambiti oggetto del presente elaborato, così come definiti nei rispettivi paragrafi descrittivi.

Ad ogni tipo di indagine saranno associati:

- schede strumenti;
- norme e documenti attinenti le misure;
- i dati grezzi delle misure, contenenti i dati relativi ai rilievi e/o alle misure eseguite e organizzati in una o più tabelle o schede;

Le tabelle relative i rilievi conterranno tutte le informazioni utili all'analisi dei risultati di ogni singola campagna di monitoraggio. Le informazioni saranno strutturate in due tabelle separate, la prima conterrà tutte quelle generali relative al rilievo effettuato (data, strumentazione, tipologia di misura...), la seconda gli esiti di ogni singola misura.

Il sistema sarà in grado di gestire tutte le informazioni che potranno risultare utili per una corretta interpretazione dei risultati del monitoraggio quali, ad esempio:

- tutte le cartografie con contenuti di tipo geologico-tecnico, comprese quelle di simulazione di scenario previsionale, da aggiornare secondo i dati raccolti in avanzamento;
- report periodici di monitoraggio;
- fotografie e allegati fotografici.

La definizione di dettaglio dei contenuti delle singole tabelle e dei sistemi di relazione esistenti tra esse sarà effettuata in sede di progettazione esecutiva.

3.2 Gestione e archiviazione dei dati geologico-tecnici

Riprendendo la metodologia in opera alla alla Maddalena, sul piano tecnologico il sistema per la gestione dei dati proposto dal Raggruppamento prevede la realizzazione di una infrastruttura di rete e l'adozione di una serie di procedure operative con le seguenti funzioni principali:

- gestire e archiviare le misure del Sistema di Monitoraggio Automatizzato
- gestire e archiviare misure di monitoraggio effettuate manualmente
- gestire e archiviare i rilievi, le indagini e le prove di laboratorio

Il centro nevralgico del sistema è rappresentato dall'Unità di Gestione Locale, posizionata negli uffici di ognuno dei cantieri preposti per le varie opere sotterranee di progetto e i siti di deposito.

L'Unità di Gestione Locale è collegata via fibra ottica alle Sezioni Strumentate (Sistema di Monitoraggio Automatizzato) installate all'interno delle gallerie in scavo o al perimetro delle aree di cantiere per le opere in esterno.

Il caricamento dei dati nell'Unità di Gestione Locale avviene in modalità automatica, per il Sistema di Monitoraggio Automatizzato, e in modalità manuale, per tutte le altre attività quali:

- rilievi geostrukturali e idrogeologici;
- indagini geofisiche;
- monitoraggi manuali;
- prospezioni in avanzamento (geofisiche e non);

- indagini e prove geomeccaniche in sito;
- prove di laboratorio;
- elaborati progettuali e schede di cantiere.

L'Unità di Gestione Locale può essere collegata, tramite accesso remoto, ad una Unità di Gestione Remota, garantendo un *back-up* sistematico dei dati e rendendo possibile l'accesso alle funzionalità dell'Unità di Gestione Locale da parte di operatori ai fini manutentivi.

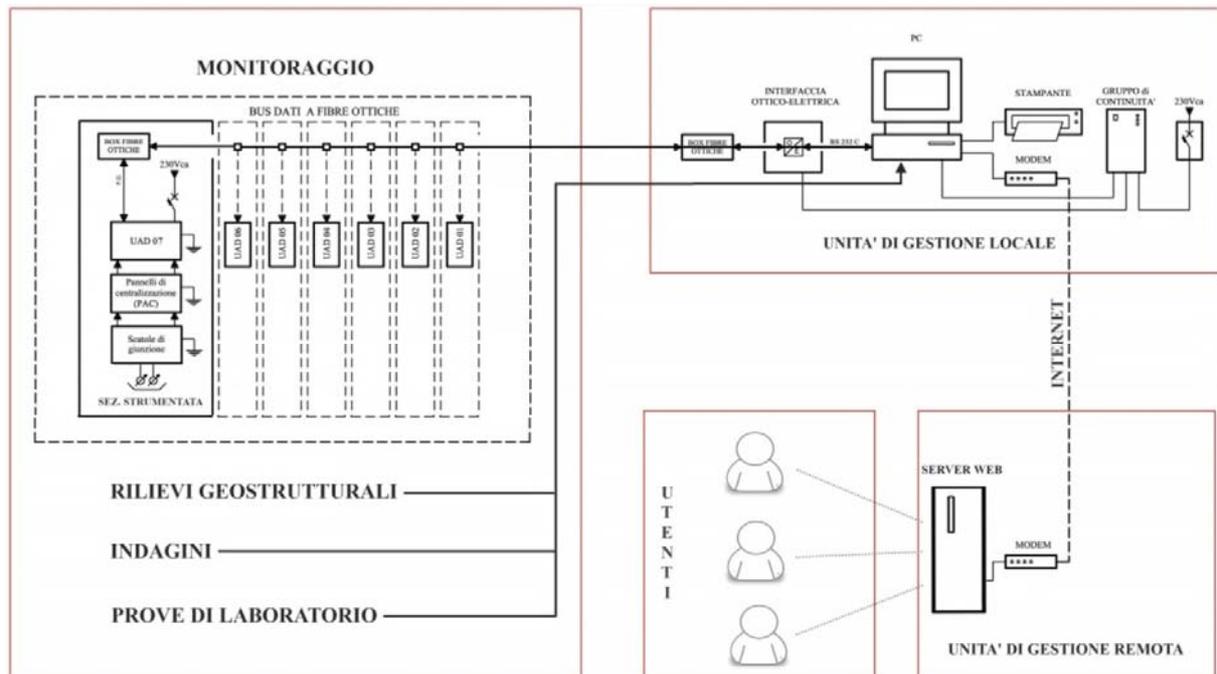


Figura 2 – Schema del sistema di monitoraggio.

3.2.1 Unità di gestione locale

E' l'unità che permette all'operatore di eseguire tutte le attività connesse alla gestione del sistema di monitoraggio, al caricamento dei dati relativi ai rilievi, alle indagini e alle prove di laboratorio, ed in particolare:

- fissare la frequenza di lettura degli strumenti;
- acquisire i dati strumentali;
- interrogare singoli strumenti o gruppi di strumenti;
- memorizzare le misure;
- convertire le misure elettriche in valori fisici;
- fissare soglie di allertamento o di allarme;
- produrre grafici e tabulati con le misure acquisite;
- verificare il funzionamento del sistema;
- elaborare e archiviare misure manuali;
- accettare misure da sistemi di acquisizione esterni al sistema;
- elaborare e/o archiviare dati relativi a rilievi, indagini geofisiche e prove in sito;
- archiviare dati relativi a prove di laboratorio;
- archiviare documentazione varia relativa al progetto;
- esportare dati in vario formato verso sistemi e/o periferiche generiche;

L'unità è costituita da un Personal Computer e da periferiche quali stampanti/plotter ed è dotata di interfaccia per fibre ottiche per il collegamento alla linea di comunicazione. L'unità di gestione Locale è inoltre dotata di modem telefonico per il collegamento all'Unità Remota e di gruppo di continuità per sopperire a mancanze di alimentazione da rete.

E' inoltre dotata di un pacchetto software specifico che permetterà di definire le frequenze di acquisizione dei dati degli strumenti collegati alle Unità Remote. In caso di interruzione della linea di comunicazione, le misure degli strumenti verranno comunque eseguite dalle Unità Remote e memorizzati nelle loro memorie, al ripristino della linea di comunicazione, tutti i dati memorizzati verranno resi disponibili all'Unità di Gestione.

3.2.2 Unità di gestione remota

L'Unità di Gestione Remota "emula" l'Unità di Gestione Locale garantendo un back-up sistematico dei dati e rendendo possibile l'accesso alle funzionalità dell'Unità di Gestione Locale da parte di operatori remoti autorizzati ai fini della manutenzione del sistema.

3.3 Sistema di monitoraggio automatizzato

Nel Sistema di Monitoraggio Automatizzato possono essere identificati i seguenti macro-componenti:

- Sezioni Strumentate (o Sezioni di Monitoraggio);
- Pannelli di Centralizzazione (PAC);
- Unità Periferiche di Acquisizione Dati (UAD);
- Linea di Comunicazione,

come schematizzato nella figura seguente.

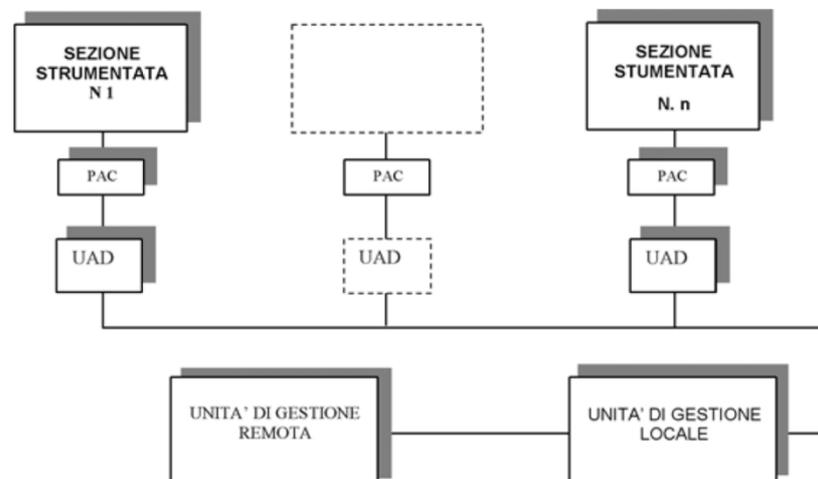


Figura 3 – Componenti del sistema di monitoraggio automatizzato.

3.3.1 Criteri di progetto e caratteristiche del Sistema di Monitoraggio Automatizzato

I criteri di progetto considerati sono stati l'affidabilità, la manutenibilità del sistema e di ogni suo componente, la sostituibilità dei componenti, la flessibilità del sistema e l'impiego di componenti di derivazione industriale e quindi di largo consumo.

Le condizioni ambientali di riferimento assunte per la progettazione del sistema sono:

- campo di temperatura: da - 20° C a + 70° C;

- umidità: 5 - 95 % con condensa;
- vibrazioni: mezzi d'opera e fenomeni di esplosione violenta;
- compatibilità dei materiali: con i terreni, le falde acquifere, l'atmosfera che si riscontra in ambienti di scavo di gallerie, su strutture in c.a. ed in acciaio;
- azioni elettriche: si dovranno considerare le problematiche connesse alle fulminazioni, alla presenza di linee elettriche di alimentazione delle macchine operatrici, di reti di terra, di sovratensioni sulle linee di alimentazione, di effetti elettromagnetici, tensioni di passo, etc..

3.3.2 Sezioni Strumentate per le opere in sotterraneo

Le Sezioni Strumentate, o Sezioni di Monitoraggio, sono le parti di galleria ove sono installati gli strumenti per la misura delle grandezze di interesse. Le tipologie di sezioni strumentate in funzione del tratto di galleria interessato, della sezione tipo di avanzamento applicata e della finalità delle misure. Tali indagini non sono dettagliate nel "*Programma delle indagini proposte*" di progetto (rif. PD2 C3B 0107 00-05-05 10-01) e saranno definite in sede di progetto esecutivo. Sono qui presentate ugualmente le tipologie di sezioni strumentate generalmente previste per le opere in sotterraneo (§ 4.2), sulla falsariga delle metodologie d'indagine in opera alla Maddalena.

3.3.3 Pannelli di centralizzazione (PAC)

I Pannelli di centralizzazione (PAC) sono gli elementi del sistema che permettono di realizzare le giunzioni tra cavi singoli e multipolari e di eseguire misure manuali con centraline e strumenti portatili, sia prima della posa in opera e dell'attivazione del sistema automatico di misura che dopo l'attivazione dello stesso ed anche in caso di avaria al sistema centrale. Sono poi previste le scatole di giunzione (J.B.) che, come i PAC, permettono di collegare più cavi di singoli strumenti a cavi multipolari per limitare il numero di cavi impiegati semplificando le operazioni di posa e collegamento della strumentazione.

I collegamenti tra gli strumenti e tra gli strumenti ed i Pannelli di Centralizzazione sono realizzati per mezzo di cavi elettrici. E' previsto l'impiego di cavi strumentali, ovvero i cavi che sono collegati direttamente agli strumenti e possono realizzare il collegamento tra gli stessi e le scatole di giunzione (JB) o i pannelli di centralizzazione e di cavi multipolari, ovvero i cavi che collegano le scatole di giunzione con i pannelli di centralizzazione.

3.3.4 Unità Periferiche di Acquisizione Dati (UAD)

Le Unità Periferiche di Acquisizione Dati (UAD) rappresentano i terminali "intelligenti" del sistema di acquisizione dati. Le principali funzioni che esse svolgeranno sono:

- alimentazione degli strumenti;
- rilievo dei segnali generati dagli strumenti;
- memorizzazione dei segnali in unità elettriche;
- trasferimento dati all'Unità di Gestione Locale.

La struttura delle UAD è basata sull'impiego di un datalogger che rappresenta il cuore dell'unità stessa. Il datalogger – scelto tra i prodotti di mercato particolarmente adatti ed idonei allo scopo – è un'unità che può operare sia in modo autonomo, ovvero in mancanza di collegamento con l'unità di gestione, sia in rete, quando collegato alla stessa. In questo modo essa può svolgere il compito di acquisizione automatica dei dati anche in una fase preliminare, quando non sia ancora stato realizzato il collegamento con l'unità di gestione e può permettere di sopperire ad eventuali disfunzioni dell'unità stessa.

La programmazione dell'unità può essere effettuata in modo "locale" collegando un PC portatile, in fase preliminare o in caso di interruzione della linea di collegamento, o in remoto dall'Unità di Gestione Locale. Per mezzo del PC portatile è anche possibile scaricare i dati memorizzati dall'unità o eseguire misure estemporanee.

Per consentire il collegamento di un elevato numero di strumenti di diversa natura, con segnali in uscita tra loro differenti, al datalogger sono collegati uno o più multiplexer ovvero schede di espansione sulle quali sono montati i relais di contatto con i sensori. I multiplexer possono essere fisicamente disgiunti dal datalogger e ad esso collegati via cavo; in questo modo è possibile realizzare una configurazione del sistema di acquisizione dati più flessibile e di ottimizzare le lunghezze dei cavi.

L'unità, oltre al datalogger ed ai multiplexer, comprende la batteria di alimentazione, i circuiti di alimentazione dei sensori, i fusibili, le protezioni contro le sovratensioni, l'interfaccia per il collegamento alla linea di comunicazione.

3.3.5 Linea di Comunicazione

La linea di Comunicazione collega le Unità Periferiche di Acquisizione Dati all'Unità di Gestione Locale. E' la linea che permette di realizzare il sistema completo e di gestirlo dall'Unità installata all'imbocco del cunicolo.

Al fine di garantire un'elevata affidabilità al sistema si è optato per l'utilizzo di un cavo a fibra ottica considerando le lunghezze dei collegamenti in gioco, le possibili differenze di potenziale tra le sezioni strumentate nonché i possibili disturbi elettrici presenti nell'ambiente in sotterraneo, sia per cause naturali che per attività in corso o per apparecchiature in uso.

3.4 Architettura del sistema di acquisizione dati

La geometria del sistema è schematizzata in Figura 4 nella quale, per le varie sezioni strumentate, sono indicati, in termini generali:

- la posizione degli strumenti
- il percorso cavi,
- la posizione dei PAC,
- la posizione delle scatole di giunzione,
- la posizione delle UAD.

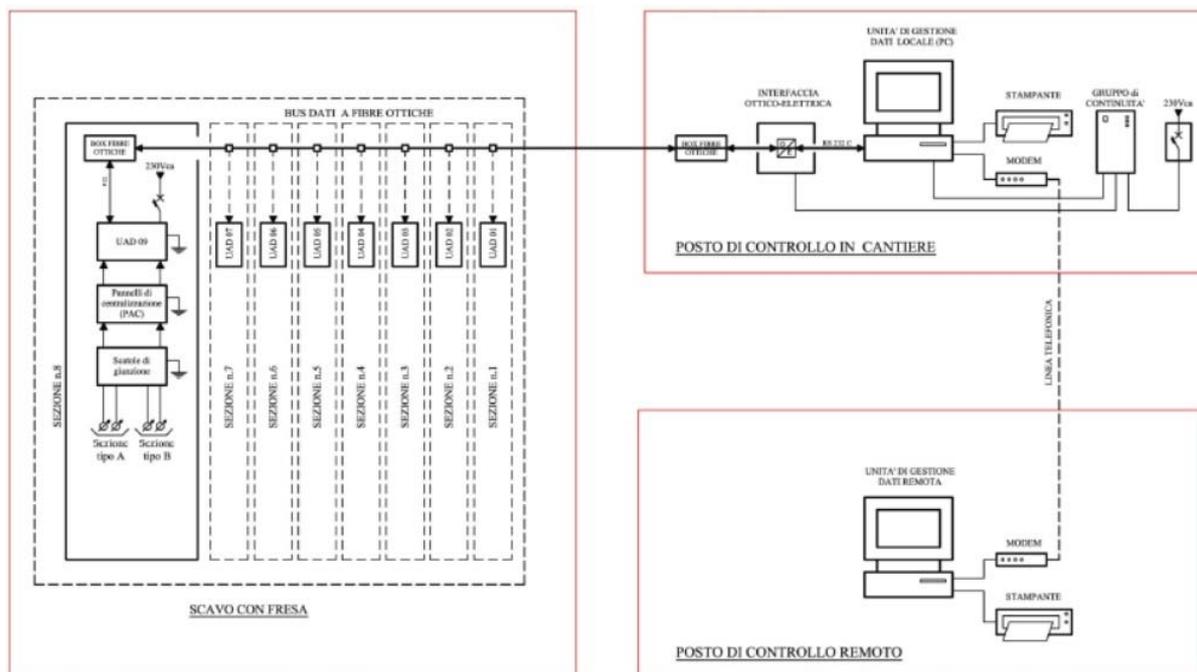


Figura 4 – Schema del sistema di acquisizione dei dati di monitoraggio.

I Pannelli di Centralizzazione saranno posizionati in prossimità delle sezioni strumentate. Saranno identificati da una targhetta e, per comodità di gestione e manutenzione dell'impianto, conterranno lo schema elettrico unifilare degli strumenti collegati con identificazione degli stessi. Saranno realizzati con grado di protezione IP67.

L'entrata dei cavi sarà protetta con pressacavi metallici; la selezione dei canali avverrà per mezzo di un selettore manuale e saranno dotati di un connettore per il collegamento dell'unità di lettura portatile.

In fase di installazione del sistema, essi potranno essere utilizzati per eseguire le misure manuali degli strumenti. Successivamente, quando sia possibile installare le UAD, essi verranno collegati alle stesse e diverranno terminale per eventuali misure manuali e/o verifiche durante l'esercizio del sistema.

Le UAD saranno installate in corrispondenza delle sezioni strumentate o, in alternativa in posizioni baricentriche rispetto alle stesse e saranno collegate ai PAC per mezzo di cavi multipolari. Se necessario, i multiplexers delle UAD potranno, come detto, essere separati dalle UAD stesse ed essere collocati in posizioni più prossime alle sezioni strumentate in modo da ridurre le lunghezze dei cavi.

Nel progetto del sistema di monitoraggio verranno definite le specifiche tecniche per la posa in opera ed il collaudo della strumentazione.

3.5 Fornitura della strumentazione

Per documentare la rispondenza della strumentazione ai requisiti progettuali, verranno predisposte apposite specifiche tecniche e test di accettazione. Al fornitore della strumentazione, prima della consegna, verrà chiesto di sottoporre la fornitura a test di accettazione da eseguirsi presso i laboratori del Fornitore stesso, in base al programma di collaudo e verifica che il Fornitore dovrà consegnare per accettazione al Committente. Tali

controlli riguarderanno, di massima, le verifiche di integrità, le verifiche di corrispondenza ai disegni costruttivi e le verifiche funzionali (a campione).

- Il Fornitore dovrà mettere a disposizione del Committente i piani di fabbricazione della strumentazione, tra i quali dovranno essere chiaramente indicati, tra l'altro la qualifica dei fornitori, la qualifica del personale, e l'elenco delle prove e collaudi.
- La strumentazione dovrà essere corredata della documentazione necessaria alla completa e corretta dimostrazione della corrispondenza della stessa alle richieste progettuali, nonché dei certificati di prova e dei verbali delle verifiche eseguite. In particolare ogni strumento sarà essere corredato di n. di serie, lista componenti, scheda tecnica, certificato di taratura, dati meteorologici di riferimento, manuale d'uso, prescrizioni per l'immagazzinamento dati e schema di foglio di lettura.

3.6 Esecuzione delle letture

La strumentazione ha lo scopo di seguire l'evoluzione di alcuni fenomeni durante le varie fasi di realizzazione e di esercizio del cunicolo. Pertanto, seppure il sistema sia previsto per essere di tipo completamente automatico, durante le prime fasi della vita del sistema potrà essere necessario eseguire misure manuali. A regime la lettura degli strumenti sarà eseguita per mezzo delle U.A.D. e dell'Unità di Gestione.

Nella fase iniziale, qualora si proceda all'esecuzione di misure manuali, si opererà in accordo con le specifiche fornite dal produttore e in linea generale secondo le seguenti modalità:

- Operazioni preliminari
- Collegamento della apparecchiatura al punto di misura
- Attesa del segnale di conferma (se presente) o la stabilizzazione della misura
- Annotazione della misura sul foglio di lettura o memorizzazione del dato nella memoria interna della centralina di misura, contestualmente le condizioni al contorno, la fase di lavorazione in atto e ogni aspetto che possa essere utile all'interpretazione delle misure eseguite.

L'operatore disporrà di riferimenti a letture precedenti - qualora l'apparecchiatura non disponga di memoria con la serie storica delle letture - per verificare eventuali letture anomale o scostamenti eccessivi delle stesse che potrebbero essere sintomo di malfunzionamento di uno o più elementi della catena di misura, oppure dell'insorgere di situazioni di allertamento.

3.7 Modalità di presentazione delle letture

Le letture degli strumenti saranno presentate in forma tabulare o grafica correlando le stesse di tutte le informazioni necessarie alla loro corretta interpretazione. Oltre al supporto tabulare e grafico si fornirà anche un supporto informatico (file) contenente tutte le misure eseguite e le informazioni di cui sopra.

3.8 Documentazione

La documentazione di misura sarà costituita dai tabulati e dai grafici delle letture, preventivamente validate, corredati di tutte le informazioni necessarie. Delle letture verranno conservate, in adeguati archivi, gli originali dei fogli di lettura per eventuali verifiche o controlli (per una descrizione dei formati con cui saranno restituiti i dati si rimanda al capitolo 4).

3.9 Manutenzione dell'impianto

Scopo della attività di manutenzione sono il corretto funzionamento del sistema, inteso come capacità di fornire le indicazioni attese in numero e con frequenza adeguata alle necessità, e l'economia di gestione, ovvero un rapporto ottimale tra il costo delle attività di gestione ed il valore degli interventi di manutenzione, intesi in termine di "peso" del singolo intervento sulla possibilità di garantire gli scopi essenziali del sistema. Saranno quindi predisposte le necessarie risorse (personale e mezzi) per garantire la corretta esecuzione delle attività di manutenzione che vengono di seguito descritte, considerando comunque che, in funzione delle effettive condizioni operative e delle esperienze che verranno man mano acquisite, potranno essere proposte metodologie di manutenzione diverse da quanto indicato, comunque in grado di assicurare il raggiungimento degli obiettivi prefissati, ovvero il corretto funzionamento del sistema e l'economia di gestione.

La manutenzione riguarderà tutti i tre principali componenti il sistema: strumenti, collegamenti, UAD, Unità di Gestione Locale e comprenderà la manutenzione ordinaria, ovvero quella tesa a prevenire l'insorgere di situazioni di malfunzionamento, e la manutenzione straordinaria ovvero quella da attivarsi per il ripristino delle condizioni di corretto funzionamento a seguito di eventi imprevisti, imprevedibili o comunque non evitabili.

Di seguito vengono definiti i criteri base che si intende adottare per la manutenzione ordinaria, intendendosi che per la manutenzione straordinaria sarà garantita la disponibilità di personale qualificato e specializzato per intervenire nei modi e nei termini che verranno definiti in funzione delle fasi di avanzamento dei lavori e della natura dell'evento verificatosi.

3.9.1 Manutenzione degli strumenti

La manutenzione ordinaria degli strumenti sarà organizzata in accordo al programma di installazione della strumentazione, identificando gli strumenti per i quali si potranno effettuare verifiche dirette (es.: trasduttori di spostamento degli estensimetri multibase) e gli strumenti per i quali saranno possibili solamente verifiche indirette (es.: celle di carico, barrette estensimetriche).

Saranno predisposti gli strumenti necessari alle attività di verifica e delle procedure per la loro qualifica e certificazione, nonché le loro procedure di manutenzione, di lettura, di verifica funzionale, di gestione delle schede di intervento, di modifica delle costanti nei programmi di elaborazione e restituzione dati.

Le attività verranno eseguite a fronte di un programma di manutenzione ordinaria che prevedrà l'esecuzione di controlli periodici con frequenza da stabilirsi in funzione anche del procedere delle attività realizzative.

Indicativamente si prevede di eseguire interventi di verifica con frequenza trimestrale, considerando che l'analisi delle letture eseguite rappresenterà comunque il riferimento primo per l'attivazione di eventuali controlli.

Per i collegamenti si prevede di effettuare manutenzione periodica con frequenza trimestrale consistente nell'ispezione visiva dell'integrità e del buono stato di conservazione dei cavi e dei conduit, delle canaline e di tutte le opere ispezionabili direttamente.

Per le situazioni non ispezionabili visivamente si verificherà solamente che le estremità si presentino in uno stato di conservazione accettabile, che non vi siano particolari ristagni di

acqua non previsti o occlusioni, e che non vi siano schiacciamenti o curvature eccessive dei cavi.

3.9.2 Manutenzione dei PAC e delle UAD

Per quanto riguarda i PAC e le UAD, la manutenzione sarà effettuata in base alle seguenti specifiche:

- verifica della integrità dei contenitori (armadi, quadri, etc);
- verifica delle morsettiere di collegamento dei cavi (presenza di ossidazioni, umidità, etc.);
- verifica dello stato delle batterie;
- verifica dei vari componenti con nessi al datalogger;
- prova di collegamento con PC portatile per scarico dati e collegamento a vari canali di misura.
- Scopo della attività di manutenzione sono il corretto funzionamento del sistema, inteso come capacità di fornire le indicazioni attese in numero e con frequenza adeguata alle necessità, e l'economia di gestione, ovvero un rapporto ottimale tra il costo delle attività di gestione ed il valore degli interventi di manutenzione, intesi in termine di "peso" del singolo intervento sulla possibilità di garantire gli scopi essenziali del sistema
- Saranno quindi predisposte le necessarie risorse - personale e mezzi - per garantire la corretta esecuzione delle attività di manutenzione che vengono di seguito descritte, considerando comunque che, in funzione delle effettive condizioni operative e delle esperienze che verranno man mano acquisite, potranno essere proposte metodologie di manutenzione diverse da quanto indicato, comunque in grado di assicurare il raggiungimento degli obiettivi prefissati, ovvero il corretto funzionamento del sistema e l'economia di gestione.
- La manutenzione riguarderà tutti i tre principali componenti il sistema: strumenti, collegamenti, Unità Periferiche, Unità di Gestione e comprenderà la manutenzione ordinaria, ovvero quella tesa a prevenire l'insorgere di situazioni di malfunzionamento, e la manutenzione straordinaria ovvero quella da attivarsi per il ripristino delle condizioni di corretto funzionamento a seguito di eventi imprevisti, imprevedibili o comunque non evitabili.
- Di seguito si definiscono i criteri base che si intende adottare per la manutenzione ordinaria, intendendosi che per la manutenzione straordinaria sarà garantita la disponibilità di personale qualificato e specializzato per intervenire nei modi e nei termini che verranno definiti in funzione delle fasi di avanzamento dei lavori e della natura dell'evento verificatosi.

3.10 Elaborazione e restituzione dei dati provenienti dai monitoraggi

Vengono descritte, in termini generali, le modalità di elaborazione e restituzione dei dati raccolti dal sistema di monitoraggio in base alle caratteristiche del sistema, alle sua finalità ed allo stato dell'arte nel settore.

3.10.1 Flusso dei dati

É previsto il seguente flusso dei dati:

- esecuzione delle misure da parte degli operatori presso i PAC o le UAD – in fase preliminare – e presso l'Unità di Gestione – in fase successiva;
- validazione dei dati in base ai criteri stabiliti per ogni strumento ed ogni sezione;
- introduzione – o trasferimento - dei dati nel Data Base esistente;
- predisposizione dei reports numerici e grafici;
- trasmissione dei rapporti al Committente.

3.10.2 Modalità di elaborazione e validazione dei dati

L'elaborazione dei dati comprenderà:

- conversione dei segnali elettrici in grandezze ingegneristiche;
- verifica della correttezza dei singoli dati (validazione);
- verifica della congruenza delle misure per confronto tra gruppi omogenei di strumenti anche attraverso l'analisi dello stato di avanzamento dei lavori e comunque delle condizioni al contorno;
- predisposizione dei rapporti;

Queste operazioni saranno svolte dal personale esperto ed utilizzano, per quanto possibile, programmi di analisi di impiego comune.

3.10.3 Modalità di presentazione/restituzione dei dati

I risultati delle elaborazioni saranno presentati in forma numerica e grafica, in rapporti periodici che illustreranno brevemente le attività di lavoro concernenti il periodo in considerazione e le eventuali annotazioni relative al funzionamento degli strumenti o di altri componenti il sistema.

I report numerici saranno organizzati per sezione e riporteranno chiaramente la geometria della sezione, la disposizione degli strumenti, i percorsi cavi, lo stato di avanzamento dei lavori e, per quanto riguarda i dati strumentali, una serie cronologica, organizzata in colonne che comprenderanno, come base:

- data e ora della misura;
- numero di serie dello strumento con riferimento ai disegni inclusi;
- valore letto in unità ingegneristiche;
- valori di soglia se previsti;

I rapporti grafici riporteranno, oltre alle indicazioni di carattere generale di cui al punto precedente (report numerici), i grafici illustrativi dello stato di avanzamento dei lavori (es.: progressiva raggiunta dallo scavo). Verranno riprodotti, per quanto possibile, sullo stesso grafico tutti gli strumenti dello stesso tipo presenti nella sezione omogeneizzando le scale ed adottando gli stessi riferimenti assoluti, al fine di permettere un rapido confronto tra i dati dei singoli strumenti e poter quindi più facilmente comprendere il comportamento della sezione o la presenza di andamenti anomali, malfunzionamenti degli strumenti, errori di elaborazione dei dati. A tal proposito si rimanda al capitolo 4 relativo alla descrizione dei moduli di diffusione dei dati.

3.10.4 Archiviazione dei dati

I dati raccolti (dati origine) verranno archiviati in archivi di cantiere e verranno trasferiti alla Banca Dati di riferimento per garantirne la disponibilità in ogni momento. Si conserveranno gli originali cartacei ed i file originali. I risultati delle elaborazioni saranno archiviati in archivi di cantiere a disposizione del Committente.

3.10.5 Prescrizioni per il magazzino

Le procedure di magazzino garantiranno un numero minimo di componenti tali da non provocare fermi di cantiere o ritardi nella realizzazione delle opere per mancanza dei componenti da installare. Le stime verranno fatte in base al programma lavori e dovranno essere costantemente aggiornate in base agli stati di avanzamento, nonché un quantitativo di scorte tali da far fronte ad eventuali aumenti delle quantità di alcuni componenti - es. i cavi - dovuti alle condizioni operative ed alle normali incertezze di cantiere

3.11 Gestione, controllo e validazione dei dati

Le diverse stazioni di indagine e di monitoraggio che verranno installate in galleria produrranno una mole di dati di vario tipo che verrà organizzata e gestita in modo controllato col fine di garantire la rintracciabilità e la rapida consultazione dei dati. I dati convogliati presso gli uffici di cantiere dalle varie stazioni di monitoraggio, acquisitori, data logger, centraline di acquisizione sismica, ecc., saranno sottoposti a un processo di controllo e validazione interna, dalla produzione del dato fino alla sua emissione ufficiale (Tabella 1).

<i>Processo</i>	<i>Responsabile</i>	<i>Scopo</i>
1. Verifica della validità dei dati strumentali	Responsabile dell'esecuzione delle singole prove	Esclusione di dati anomali derivanti da malfunzionamento o da errori di acquisizione
2. Controllo	Responsabile delle indagini di cantiere	Verifica della congruità dell'insieme dei dati prodotti
3. Controllo, approvazione e validazione	Responsabile dell'équipe proposta alla gestione delle indagini e dei monitoraggi, con la supervisione del responsabile scientifico di riferimento	Verifica dell'inquadramento dei dati all'interno del modello geologico, geotecnico, geomeccanico e idrogeologico di riferimento
4. Approvazione e validazione	Team di progettazione	Verifica della rispondenza con i parametri progettuali prescelti per l'adeguamento di tali parametri in funzione dei risultati delle indagini
5. Trasmissione al PCM	Responsabile della direzione lavori	Controllo, verifica e approvazione da parte della direzione lavori

Tabella 1 – Schematizzazione del processo di verifica e validazione dei dati prodotti.

I dati acquisiti e le interpretazioni finali saranno messi a disposizione di LTF, previo completamento del processo di validazione, in un lasso di tempo variabile da prova a prova in funzione delle metodologie di acquisizione e della complessità dell'interpretazione.

I dati saranno resi disponibili su supporto cartaceo e informatico, in formati compatibili con gli standard adottati dal Committente (cfr. capitolo successivo).

4. Formati di diffusione dei dati delle indagini e dei monitoraggi

4.1 Indagini in avanzamento finalizzate alla caratterizzazione dell'ammasso roccioso da scavare

4.1.1 Sondaggi a distruzione con misura dei parametri di avanzamento

Durante l'esecuzione dei sondaggi a distruzione in avanzamento saranno misurati tutti i parametri necessari alla compilazione di una stratigrafia di massima volta a definire la qualità della roccia attraversata. La registrazione dei diversi parametri sarà effettuata sia manualmente dal personale specializzato, che successivamente, attraverso un programma grafico, redigerà una scheda stratigrafica di massima (Figura 5), sia in modo computerizzato attraverso uno strumento tipo data-logger che registrerà in continuo tutti i parametri di avanzamento e restituirà gli stessi attraverso specifici tabulati e diagrafie (Figura 6). Tutti gli allegati grafici e le immagini contenenti le stratigrafie saranno trasmessi in formato JPG o PDF.

CUNICOLO ESPORATIVO DI VENAUS				STRATIGRAFIA DEL SONDRAGGIO ESPLORATIVO FAC-SIMILE		Eseguito da	Località:	Lunghezza foro (m):	Pag.
						dal	prog.	Inclinazione:	Rapporto del
Profondità in m da cassa a a a	n° cassa a a a	a a a	a a a	Zone a a a	PROFILO LITOLOGICO	DESCRIZIONE LITOLOGICA		NOTE	Campioni prelevati
						LITOLOGIA	STRUTTURA		
0						Calcescisti	Roccia prevalentemente discreta.		
2							Roccia prevalentemente medio buona.		
4									
6									
8									
10									
12									
14							Roccia prevalentemente da mediocre a discreta.		
16									
18									
20							Roccia prevalentemente medio buona.	Acqua < 0,3 l/s	
22									
24									
26							Roccia prevalentemente discreta.		
28									
30									

Figura 5 – Esempio di stratigrafia di un sondaggio a distruzione di nucleo.

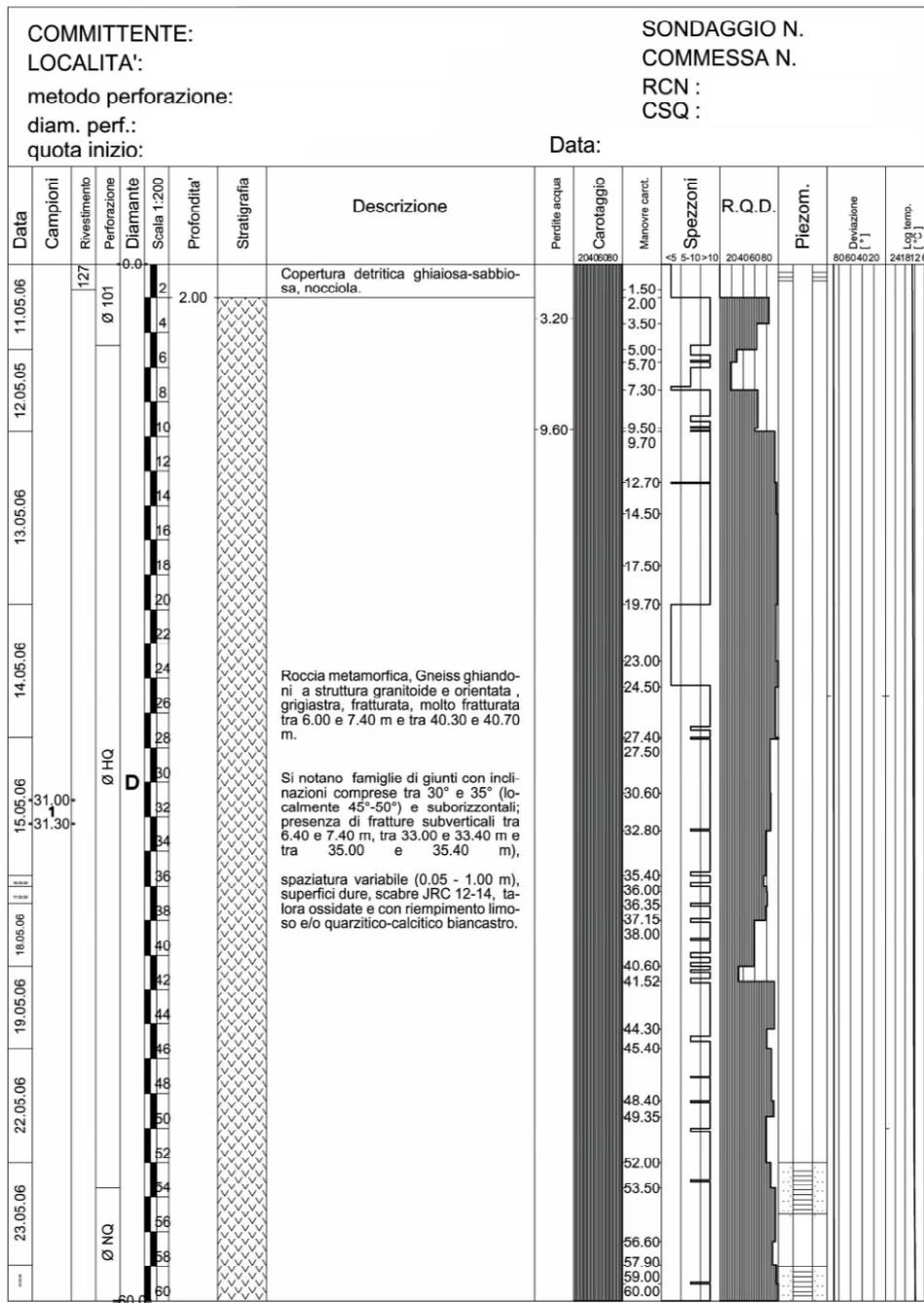


Figura 7 – Esempio di stratigrafia di un sondaggio a carotaggio continuo.

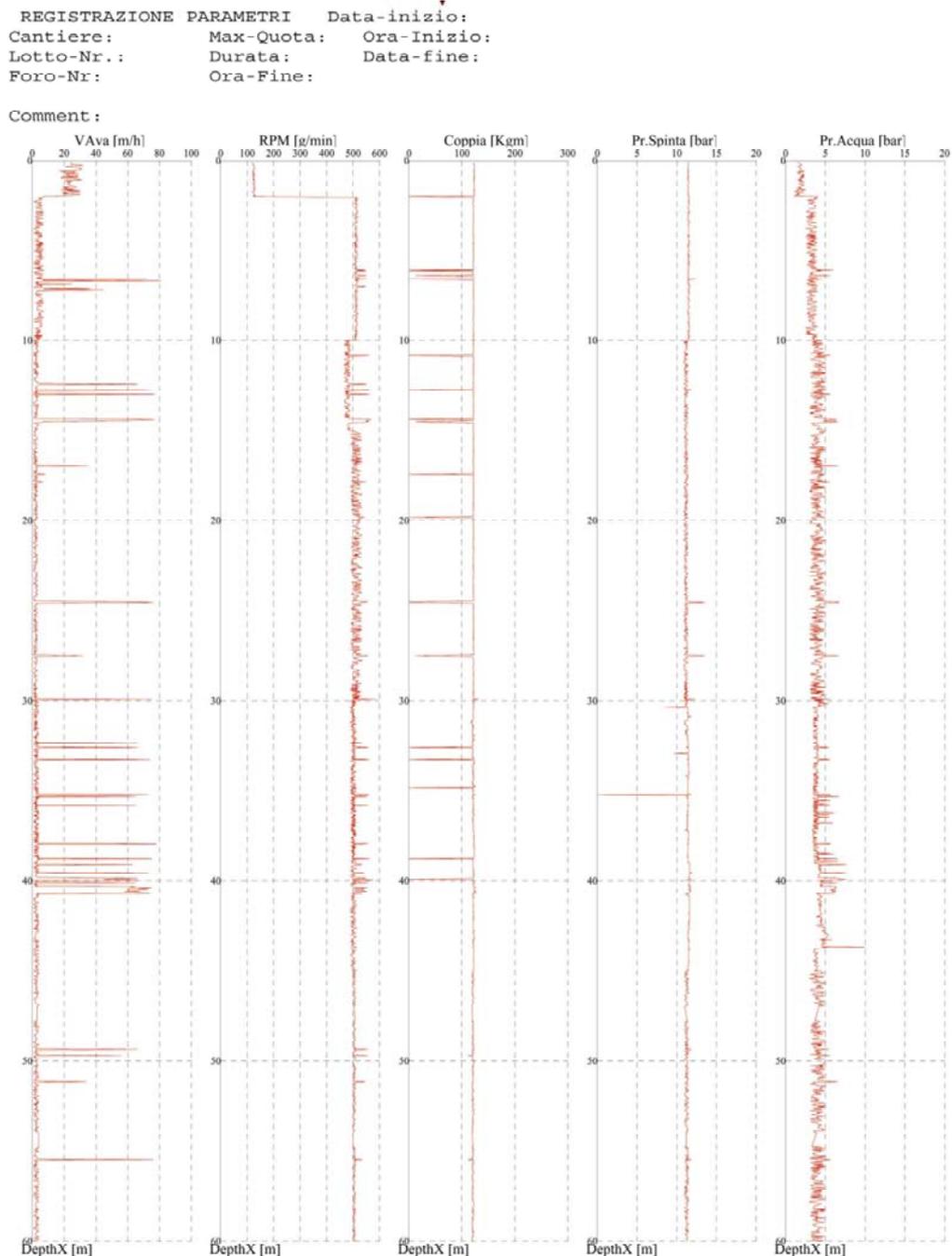


Figura 8 – Esempio di tabulato restituito da data-logger per la registrazione in continuo dei parametri di avanzamento.

4.1.3 Indagini geofisiche in avanzamento con tecnica tipo TSP

L'acquisizione ed il trattamento dati saranno elaborati mediante *software* specifici che permettono una determinazione delle riflessioni presenti oltre fronte di scavo.

I risultati saranno presentati in forma grafica (Figura 9). Il risultato finale dell'elaborazione consentirà una visualizzazione delle variazioni delle proprietà meccaniche dell'ammasso roccioso mediante schemi bi- o tri-dimensionali dei riflettori sismici situati davanti al fronte di scavo. Tutti gli allegati grafici e le immagini contenenti le stratigrafie saranno trasmessi in formato JPG o PDF. La valutazione della qualità delle misure effettuate così come un primo

trattamento dati verranno effettuati in sito al fine di validare rapidamente i risultati dell'acquisizione.

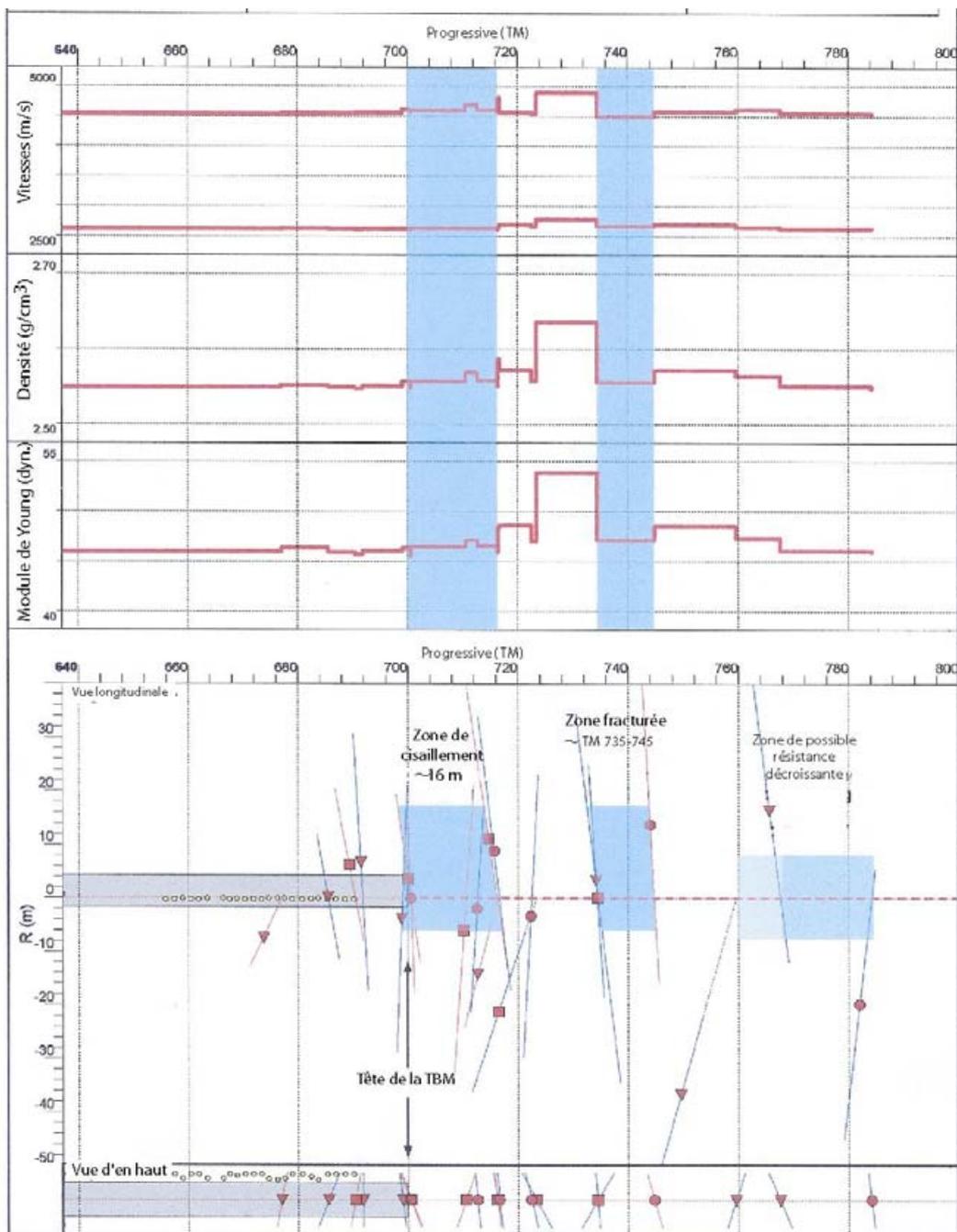


Figura 9 – Esempio di tabulato restituito da data-logger per la registrazione in continuo dei parametri di avanzamento.

4.1.4 Tomografie sismiche in avanzamento con tecnica tipo TRTo ISIS

I dati registrati vengono elaborati mediante software interattivo che permette di interpretare i dati ricevuti dall'unità di acquisizione, identificando posizione e distanza dei diversi riflettori intercettati dall'indagine, nonché la determinazione delle proprietà meccaniche dell'ammasso roccioso all'interno della zona investigata. I risultati saranno presentati in forma grafica e numerica.

Il risultato finale dell'elaborazione consiste in una tomografia tridimensionale del volume roccioso indagato. La valutazione della qualità delle misure effettuate così come un primo trattamento dati verranno effettuati in sito al fine di validare rapidamente i risultati dell'acquisizione. Tutti gli allegati grafici e le immagini contenenti le stratigrafie saranno trasmessi in formato JPG o PDF.

Di seguito vengono schematizzati il sistema di restituzione dati e lo schema di esecuzione dell'indagine TRT (Figura 10).

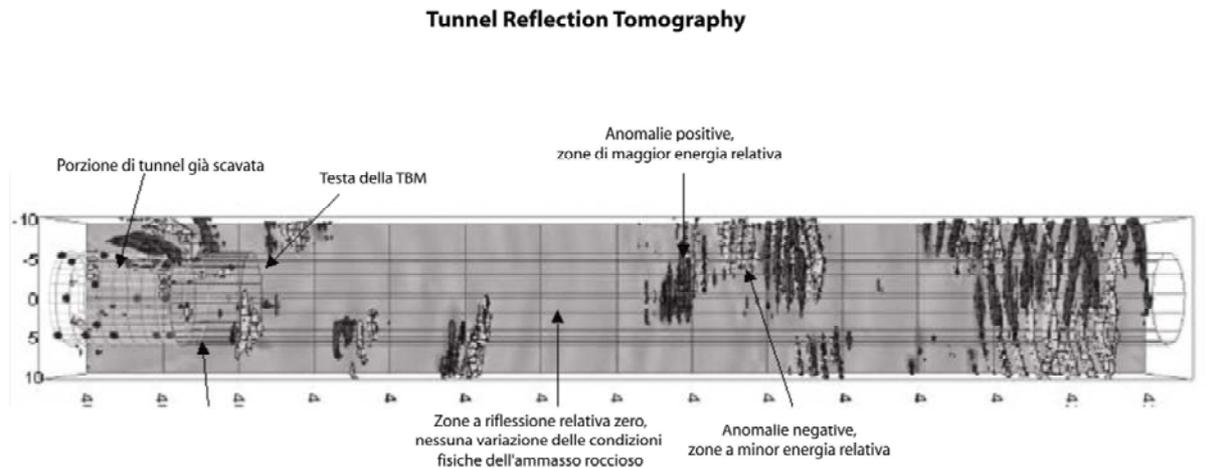


Figura 10 – Schema indagine TRT.

4.1.5 Rilievi geostrutturali

Sarà elaborata una scheda di rilievo geologico-geomeccanico dei paramenti con indicazione delle principali caratteristiche geologiche e geomeccaniche rilevate. La scheda fornirà anche i parametri per il calcolo degli indici RMR e GSI e i risultati della classificazione effettuate in base ai dati raccolti. Essa sarà inoltre corredata di documentazione fotografica esaustiva (Figura 11 e Figura 12). Tutti gli allegati grafici e le immagini contenenti le stratigrafie saranno trasmessi in formato JPG o PDF.

Relazione sistema di raccolta e archiviazione dati geotecnici

GALLERIA: CUNICOLO GEOGNOSTICO DI VENAUS | Da Progr. _____ a Progr. _____

COPERTURA m

Sezione trasversale nel senso di avanzamento TBM

DISCONTINUITA'

TIPO:	GIACITURA		SPAZIATURA m	PERSISTENZA m	APERTURA mm	SCABREZZA JRC	ALTERAZIONE Tipo	RIEMPIMENTO mm	ORIENTAMENTO
	imm.	incl.							

CARATTERISTICHE LITOLOGICHE E STRUTTURALI:

ACQUA: _____

METODOLOGIA DI SCAVO: Meccanizzato TBM | Avanzamento giornaliero: _____

Jv _____ | $I_{s_{(50)}}$ (point load test) _____ | Resistenza a compressione: _____

NOTE:

Rilevato da:
Dott. _____
Dott. _____

Figura 11 – Esempio di scheda di rilievo strutturale dei paramenti della galleria.

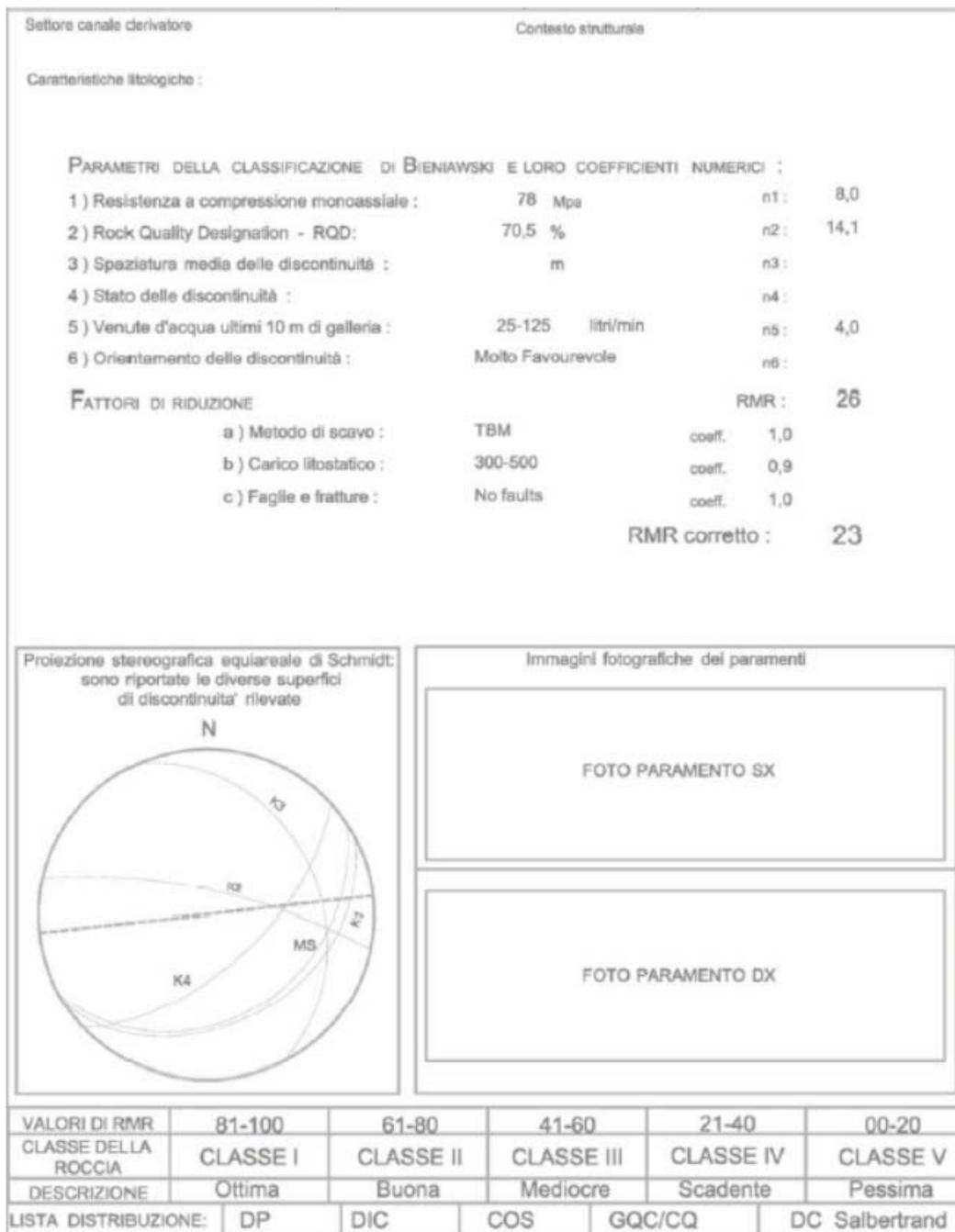


Figura 12 – Esempio di scheda di rilievo strutturale dei paramenti della galleria con il calcolo dell'indice RMR.

4.1.6 Rilievi idrogeologici in avanzamento

Verrà compilato uno specifico database idrogeologico attraverso Microsoft Excel, in cui si attribuirà ad ogni venuta d'acqua misurata un codice identificativo relativo alla progressiva di riferimento, e a cui saranno associate le relative caratteristiche chimico-fisiche (portata, temperatura e conducibilità) determinate in basi alle analisi strumentali spedite (eseguite in galleria - Figura 13).

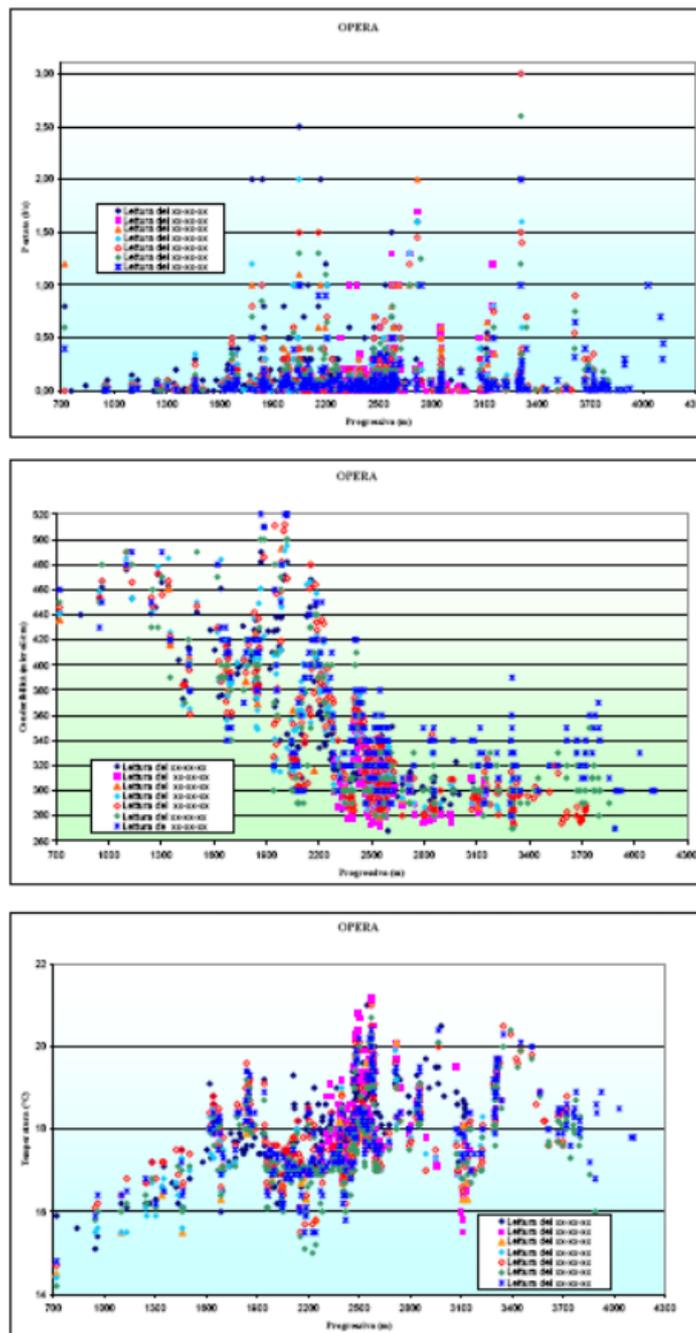


Figura 13 – Esempio di grafici relativi ai rilievi idrogeologici monitorati in galleria (portata, conducibilità e temperatura delle venute d’acqua).

Oltre al rilievo delle venute d’acqua in galleria i rilievi idrogeologici verteranno anche nella misura dei piezometri installati alle diverse progressive lungo la galleria. I dati di tali strumentazioni verranno trattati attraverso Microsoft Excel ed organizzati in uno specifico data base e restituiti in forma di tabelle e grafici (Figura 14).

Sector	Descrizione del Settore : Lotto Numero 1					
	Codice del Settore : Lotto1					
Section	Codice Sezione 1		Codice Sezione 2		Codice Sezione 2	
	PK100		PK200		PK200	
Instrument	Progressiva Sezione 1		Progressiva Sezione 2		Progressiva Sezione 2	
	100		200		200	
Instrument	Tipo		Tipo		Tipo	
	Piezometro		Piezometro		Piezometro	
Location	Codice Univoco		Codice Univoco		Codice Univoco	
	P-Pz1		P-Pz2		P-Pz3	
	Location 1		Location 2		Location 3	
	PK100_Pz1		PK200_Pz2		PK200_Pz3	
Location	Coordinate X		Coordinate X		Coordinate X	
	569.319		560.411		540.298	
	Coordinate Y		Coordinate Y		Coordinate Y	
-6208.555		-6234.084		-6307.605		
Coordinate Z		Coordinate Z		Coordinate Z		
37.4119		37.8251		35.1935		
Date	D (m)	RL (m)	D (m)	RL (m)	D (m)	RL (m)
25/03/2004	37,4	0,0	37,8	0,0	35,2	0,0
01/04/2004	37,5	0,1	38,1	0,3	33,5	-1,7
08/04/2004	37,3	-0,1	37,7	-0,1	34,4	-0,8

Figura 14 – Esempio di tabella relativa alla misurazione dei piezometri installati lungo la galleria.

4.1.7 Rilievi termometrici

Analogamente alle misure piezometriche, i risultati dei rilievi termometrici in galleria saranno trattati attraverso Microsoft Excel ed ordinati secondo apposite tabelle attraverso le quali verranno indicate le date di misurazione ed i relativi valori di temperatura misurati per i diversi sensori installati.

4.2 Indagini finalizzate alla caratterizzazione geomeccanica e dello stato tensionale dell'ammasso roccioso

4.2.1 Prove dilatometriche

I risultati delle prove saranno trattati attraverso Microsoft Excel ed ordinati secondo apposite tabelle e relativi grafici riportanti i diagrammi della pressione in funzione degli spostamenti diametrali e della profondità (**Figura 15**).

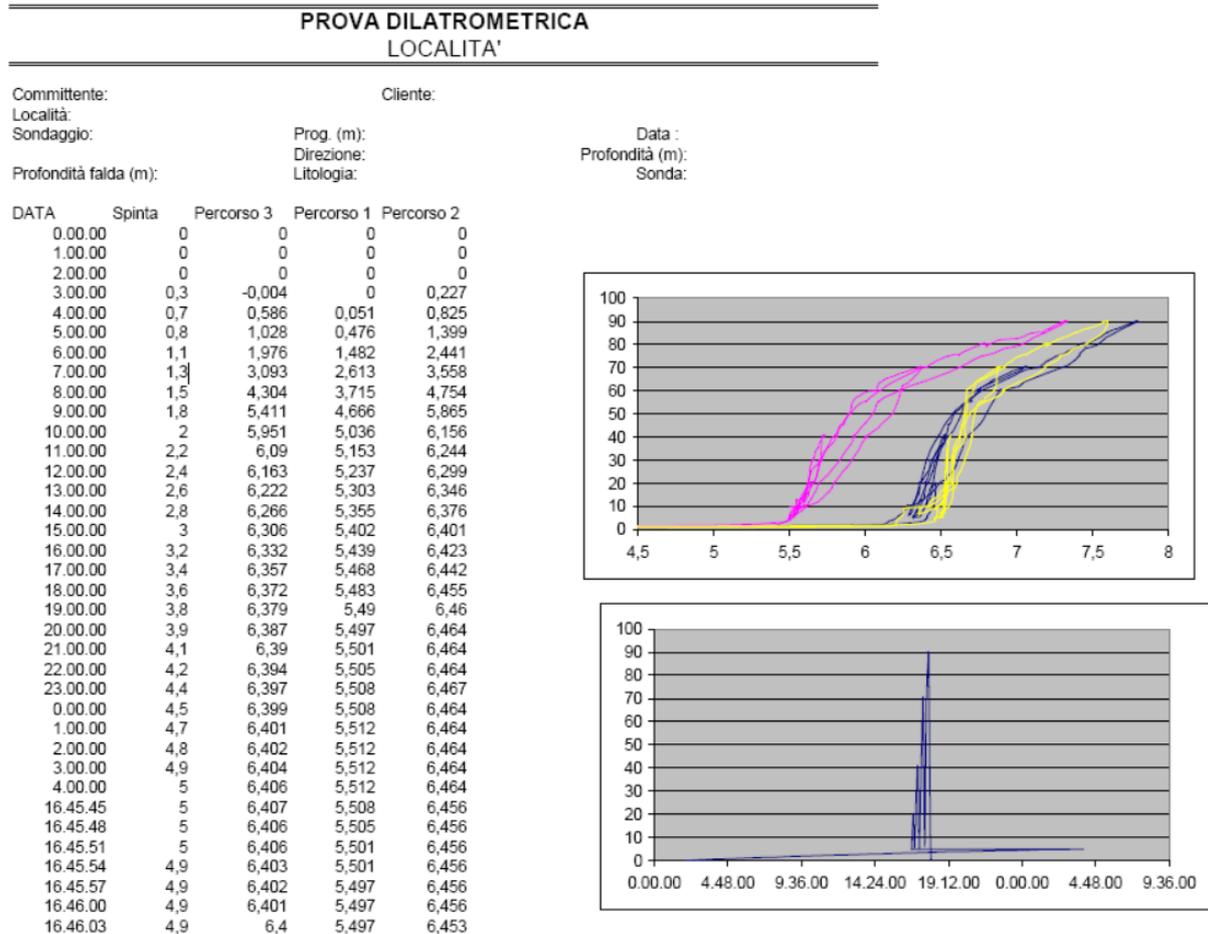


Figura 15 – Esempio di restituzione dei dati relativi ad una prova dilatometrica.

4.2.2 Prove di fratturazione idraulica (in nicchia)

I risultati di prova sono costituiti da grafici dell'andamento delle pressioni in funzione del tempo e da una rappresentazione grafica in scala appropriata della traccia della frattura sulla parete del foro sviluppata in piano.

La successiva elaborazione permette di ricostruire lo stato tensionale originale che viene rappresentato su diagrammi polari nonché su grafici specifici allo scopo di permettere l'utilizzo del risultato nelle schematizzazioni progettuali. Verranno quindi prodotti:

- grafici pressione/tempo e portata/tempo (**Figura 16**);
- rappresentazione grafica orientata degli sforzi principali (**Figura 17**).

Tutti gli allegati grafici e le immagini contenenti le stratigrafie saranno trasmessi in formato JPG o PDF.

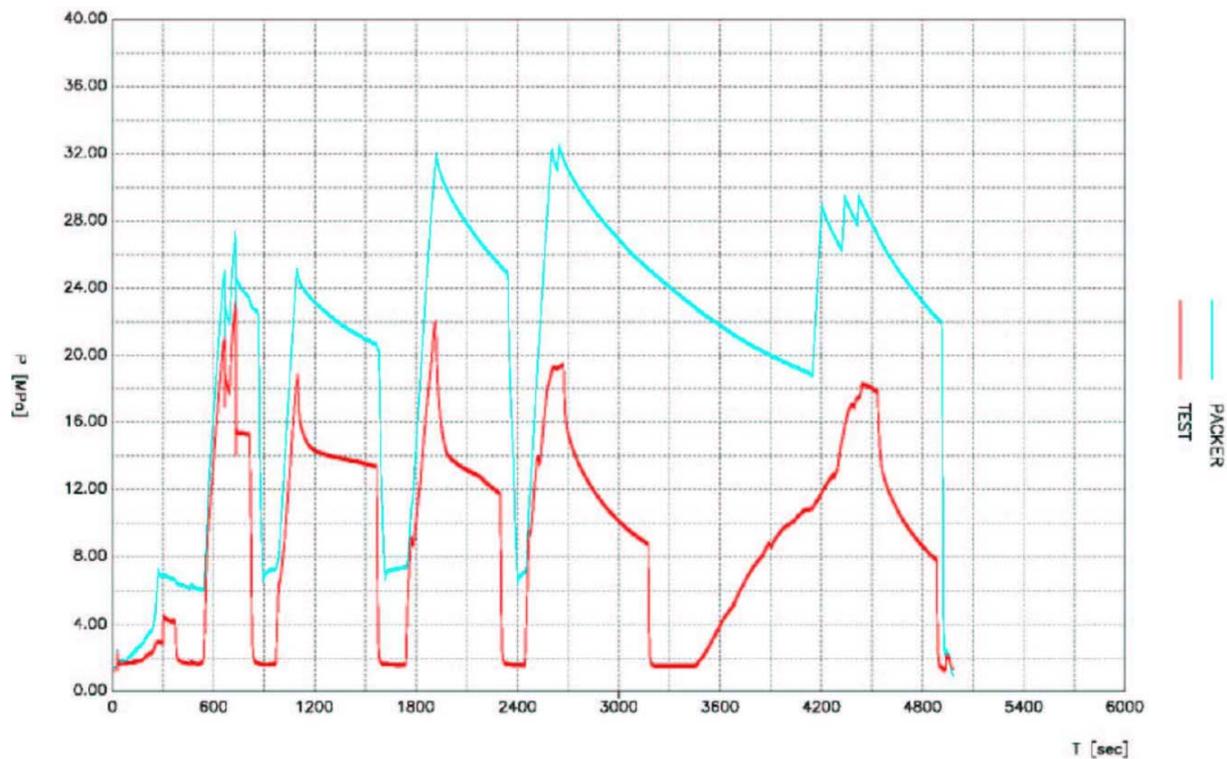


Figura 16 – Prova di fratturazione idraulica: esempio di diagrafia.

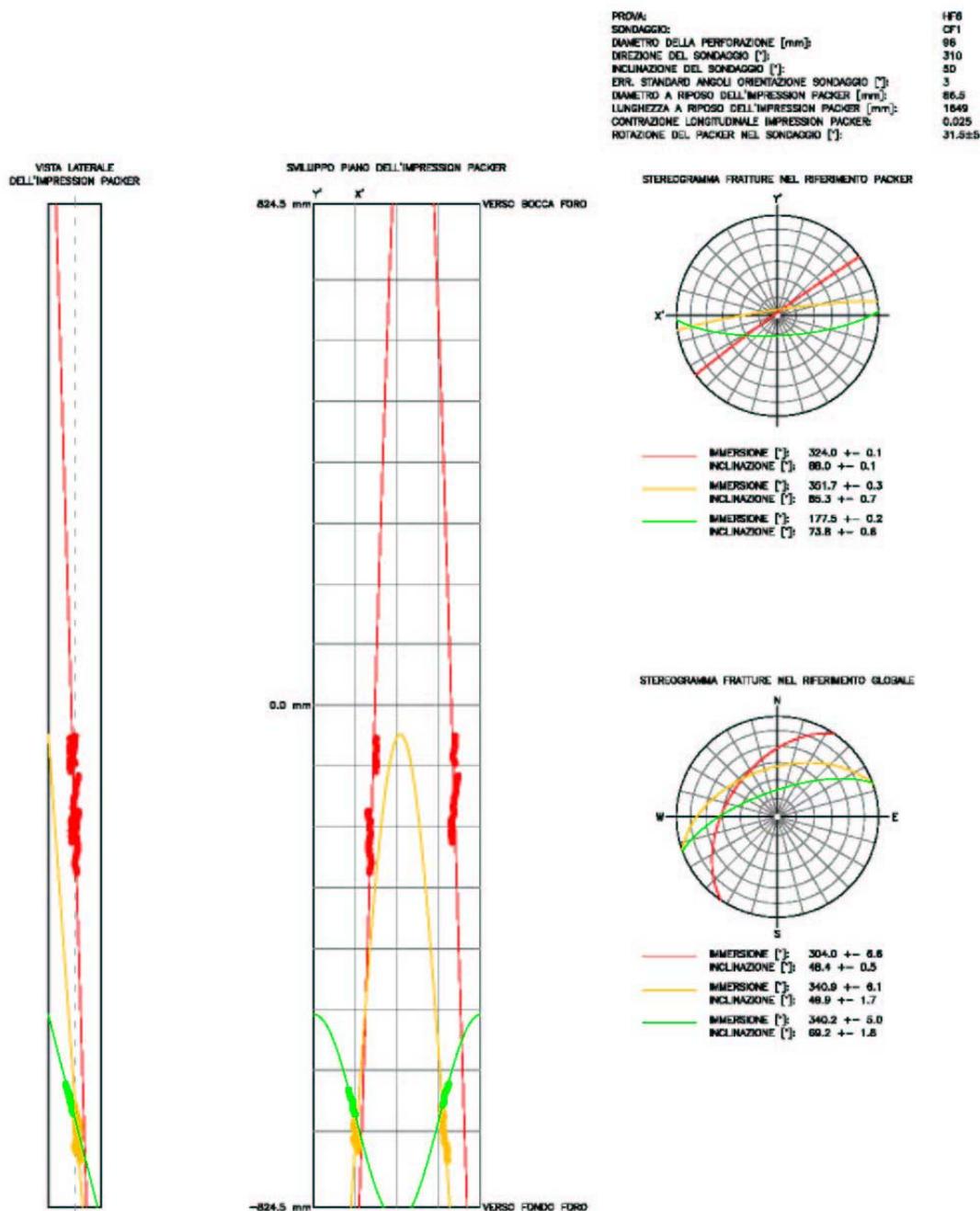


Figura 17 – Prova di fratturazione idraulica: esempio di diagrafia con diagrammi polari.

4.2.3 Prove di sovracarotaggio CSIRO (in nicchia)

Gli elaborati prodotti a seguito della prova sintetizzeranno per mezzo di tabelle, elaborate attraverso Microsoft Excel, i seguenti parametri:

- deformazioni degli estensimetri;
- i valori di modulo di elasticità e di rapporto di Poisson utilizzati per i calcoli e modalità di prova con cui sono stati misurati;
- i valori dei tensori di sforzo calcolati e relativi intervalli di confidenza;
- i valori delle tensioni principali calcolate e relative orientazioni.

4.2.4 Prove di martinetto piatto

I risultati delle prove saranno trattati attraverso Microsoft Excel ed ordinati secondo apposite tabelle riassuntive.

Per l'insieme delle prove eseguite si fornirà:

- documentazione dell'interpretazione delle prove, eseguita mediante modello matematico 2D;
- documentazione dell'analisi di regressione multipla;
- stato tensionale originario del piano trasversale alla galleria determinato con l'analisi di regressione multipla.

4.2.5 Prove di carico su piastra (in nicchia)

I risultati delle prove di carico verranno elaborati attraverso Microsoft e saranno organizzati in tabelle in cui verranno riassunti i valori delle letture originali (deformazioni, pressioni, tempi) e con le quali si accompagneranno allegati grafici quali ad esempio:

- grafico pressione/deformazione per i diversi punti di rilievo delle deformazioni;
- grafico deformazione/tempo per i diversi punti di rilievo delle deformazioni;
- nel caso di utilizzo di estensimetri multibase, grafico deformazione/profondità, con deformazioni riferite all'ancoraggio più profondo.

4.2.6 Prove di taglio su giunto

Come per la prova di carico su piastra, anche per la prova di taglio su giunto, i dati in uscita dagli strumenti saranno trattati attraverso Microsoft Excel ed organizzati in apposite tabelle, in particolare saranno prodotte:

- tabelle delle letture originali (tempi, forze, spostamenti);
- tabelle con i valori di resistenza di picco (misurati o calcolati) e di resistenza residua in funzione dei valori di sforzo normale;
- tabelle con i valori derivati di resistenza al taglio (angolo di attrito e coesione).

In allegato alle tabelle saranno presentati specifici grafici quali:

- grafico sforzo di taglio, spostamento normale e dilatanza in funzione dello spostamento tangenziale;
- grafico angolo di attrito e coesione istantanei in funzione dello spostamento tangenziale.

4.2.7 Prove di compressione monoassiale in sito (in nicchia)

I risultati saranno trattati attraverso Microsoft Excel ed organizzati in forma di tabelle riassuntive comprendenti i valori degli spostamenti rilevati dagli estensimetri o dai trasduttori di spostamento in funzione della sollecitazione applicata e del tempo progressivo, nonché con la media dei valori rilevati.

In allegato alle tabelle saranno presentati grafici riportanti i diagrammi sollecitazione-spostamenti rilevati a ciascun estensimetro o trasduttore di spostamento e alla loro media.

4.2.8 Prove idrauliche in foro

Una volta acquisiti i dati di prova saranno trattati attraverso Microsoft Excel e successivamente verrà tracciato un grafico delle portate (espresse in litri/minuto) in funzione delle pressioni (MPa) corrispondenti a ciascun gradino in andata e in ritorno e di conseguenza

verrà determinata la permeabilità media corrispondente al tratto di foro testato (**Figura 18**).
 Le caratteristiche generali della prova saranno riassunte in una tabella (**Figura 19**).

PROVA DI PERMEABILITA' TIPO LUGEON							
Norma di riferimento: Raccomandazioni per le Indagini Geotecniche AGI (1977)							
COMMITTENTE							
LOCALITA'							
PROVA NR.				2			
DATA ESECUZIONE PROVA							
SONDAGGIO							
PROFONDITA' PROVA (m)							
Packer	Doppio			Alt. Strumenti (banco) da P.C.	0,80		
				Diametro Camera - (m)	0,101		
				Pressione Packer - (MPa)	1,90		
Prova in	Avanzamento			Quota falda prima della prova - (m)	9,20		
				Quota falda dopo la prova - (m)	9,20		
Andata				Ritorno			
Pressione letta al manometro - (MPa)	Tempo - (s)	Letture conta litri - (m ³)	Portata - (l/min)	Pressione letta al manometro - (MPa)	Tempo - (s)	Letture conta litri - (m ³)	Portata - (l/min)
0,3	0	239,0	20,10	0,5	0	883,0	16,40
	120	290,0			120	941,0	
	240	329,0			240	1006,0	
	360	371,0			360	1047,0	
	480	406,0			480	1100,0	
	600	440,0			600	1154,0	
0,5	0	635,0	30,60	0,3	0	329,0	8,60
	120	696,0			120	360,0	
	240	759,0			240	391,0	
	360	816,0			360	415,0	
	480	880,0			480	435,0	
	600	941,0			600	452,0	
0,7	0	276,0	40,00				
	120	342,0					
	240	445,0					
	360	525,0					
	480	607,0					
	600	676,0					

Figura 18 – Esempio di tabella con sintesi dei principali dati relativi a una prova idraulica in foro.

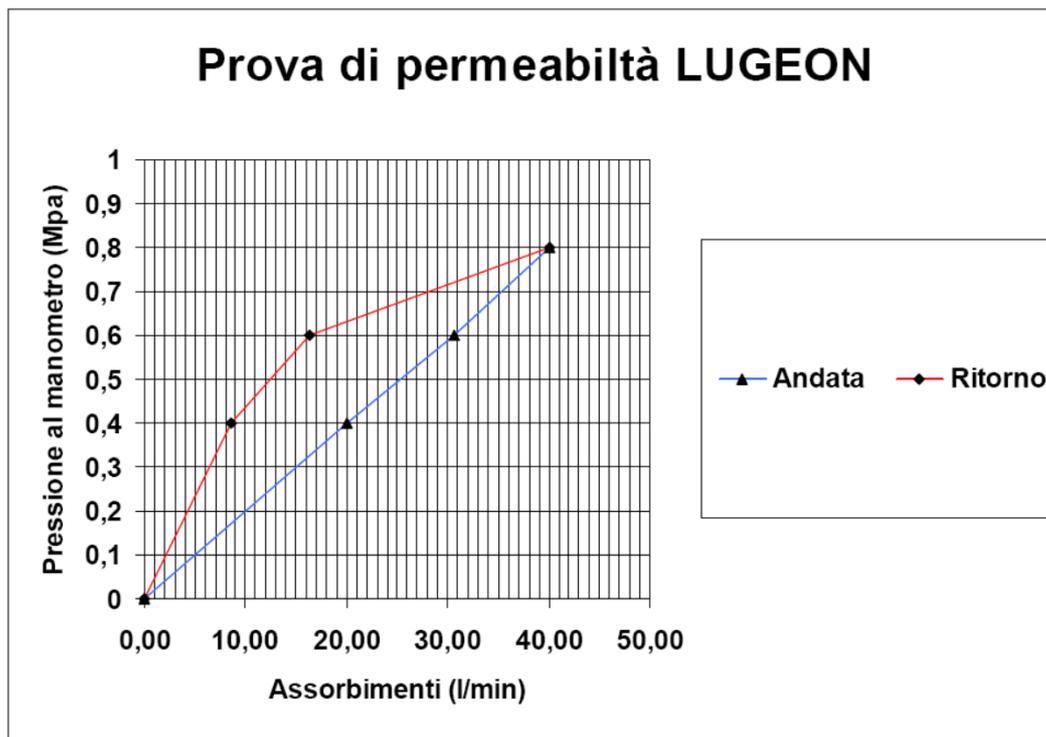


Figura 19 – Esempio grafico delle portate in funzione delle pressioni corrispondenti a ciascun gradino in andata e in ritorno.

4.2.9 Tomografie sismiche a rifrazione a paramento

Una volta acquisiti i dati di prova saranno trattati attraverso Microsoft Excel e in forma di tabulati (**Figura 20**) in allegato verranno proposte delle tavole schematiche in formato pdf e/o jpg.

Distanza Progressiva (m)	Distanza (m)	Profondità (m)	Velocità (m/s)
00+295,00	-5	0	1096
00+295,00	-5	-1,88	1157
00+296,87	-3,13	0	1096
00+296,87	-3,13	-1,88	1157
00+296,87	-3,13	-3,75	1320
00+296,87	-3,13	-5,63	1641
00+298,75	-1,25	0	1094
00+298,75	-1,25	-1,88	1166
00+298,75	-1,25	-3,75	1349
00+298,75	-1,25	-5,63	1688
00+298,75	-1,25	-7,5	2201
00+300,63	0,63	0	1057
00+300,63	0,63	-1,88	1147
00+300,63	0,63	-3,75	1362
00+300,63	0,63	-5,63	1739
00+300,63	0,63	-7,5	2269
00+300,63	0,63	-9,38	2771
00+302,50	2,5	0	985
00+302,50	2,5	-1,88	1079
00+302,50	2,5	-3,75	1316
00+302,50	2,5	-5,63	1741
00+302,50	2,5	-7,5	2309
00+302,50	2,5	-9,38	2802
00+304,38	4,38	0	913
00+304,38	4,38	-1,88	1004
00+304,38	4,38	-3,75	1255
00+304,38	4,38	-5,63	1700
00+304,38	4,38	-7,5	2305
00+304,38	4,38	-9,38	2817
00+306,25	6,25	0	899
00+306,25	6,25	-1,88	985
00+306,25	6,25	-3,75	1237
00+306,25	6,25	-5,63	1701
00+306,25	6,25	-7,5	2317
00+306,25	6,25	-9,38	2819
00+308,13	8,13	0	959
00+308,13	8,13	-1,88	1055
00+308,13	8,13	-3,75	1320
00+308,13	8,13	-5,63	1777
00+308,13	8,13	-7,5	2374
00+308,13	8,13	-9,38	2849
00+310,00	10	0	1107
00+310,00	10	-1,88	1216
00+310,00	10	-3,75	1482
00+310,00	10	-5,63	1937
00+310,00	10	-7,5	2470
00+310,00	10	-9,38	2875

Figura 20 – Tabella dei parametri di distanza, profondità e velocità di una tomografia a rifrazione a paramento.

4.2.10 Tomografie sismiche Cross-Hole Vp/Vs

Una volta acquisiti i dati di prova saranno trattati attraverso Microsoft Excel e successivamente verranno tracciati i grafici relativi alle velocità delle onde S e P, al rapporto con il tempo e la velocità e dei relativi moduli (**Figura 21**).

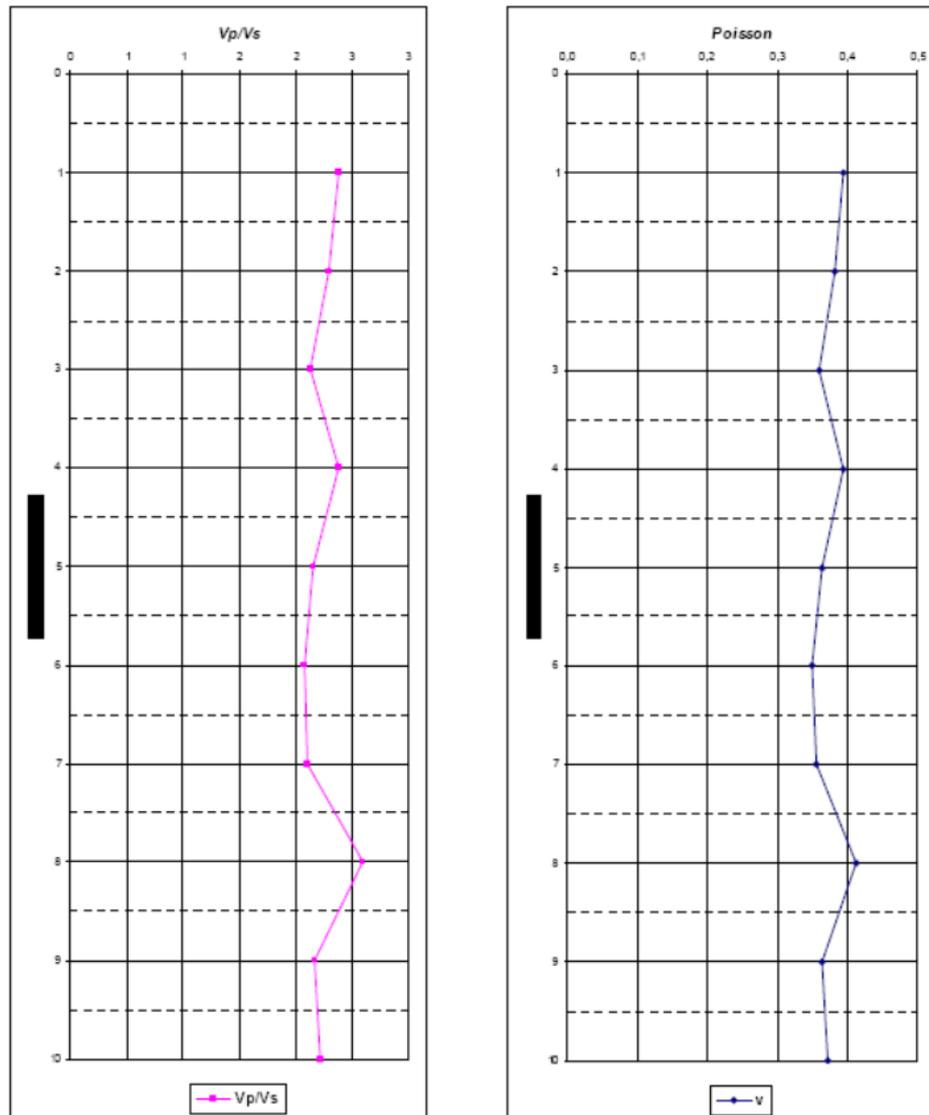


Figura 21 – Grafico Profondità/rapporto V_p/V_s e Profondità/modulo di Poisson. Dei grafici analoghi permettono di visualizzare i rapporti Profondità/Tempo e Profondità/Velocità e Profondità/Modulo dinamico e Profondità Modulo di taglio dinamico.

4.2.11 Analisi di laboratorio

Sono previste le seguenti analisi:

- prove triassiali in controllo di deformazione con misura della resistenza di picco e di quella residua;
- prove di compressione monoassiale in controllo di carico con misura delle deformazioni orizzontali e verticali;
- prove di trazione diretta;
- misura velocità sonica su provini in roccia (onde P);
- misura velocità sonica su provini in roccia (onde P e S);
- determinazione della massa volumica apparente;
- determinazione della massa volumica reale;
- porosità;
- contenuto d'acqua;

- prove di durezza e abrasività;
- prove di taglio diretto;
- analisi in microscopia ottica della caratteristiche petrografiche e mineralogiche.

Le prove sui campioni saranno realizzate presso laboratori certificati; verrà richiesta copia della certificazione per ognuna delle prove previste.

A titolo di esempio si riporta qui di seguito un fac-simile di scheda (**Figura 22** e **Figura 23**) per la restituzione dei dati sulle analisi in microscopia ottica della caratteristiche petrografiche e mineralogiche. Tutti gli allegati grafici e le immagini contenenti le stratigrafie saranno trasmessi in formato JPG o PDF.

ANALISI PETROGRAFICA

Rapporto n.:	Rif.:	Data:	Pag.:	1/3	
Committente: Cliente: Progetto:					
Campione:		Provincia:	Profondità (m):		
Litotipo:					
Costituenti					
Natura mineralogica	Vol%	Dimensioni (mm)	Forma	Abito	Distribuzione
Quarzo (Qz)	74	0.05-1.7	equigranulare	xenoblastico	omogenea
Feldspati (Fld)	8	0.5-1.5	equigranulare	xenoblastico	omogenea
Biotite (Bio)	15	0.2-1	lamellare	sub-idioblastico	omogenea
Muscovite (Mus)	2	0.02-0.2	lamellare	sub-idioblastico	omogenea
Opachi	1	0.02-0.15	equigranulare	sub-idioblastico	omogenea
Caratteri microstrutturali					
Struttura	Struttura gneissica con netta prevalenza di minerali granoblastici				
Pori	Assenti				
Microfratture	assenti				
Esecuzione	Verifica				

Figura 22 – Esempio di scheda descrittiva di un'analisi in microscopia ottica delle caratteristiche petrografiche e mineralogiche.

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

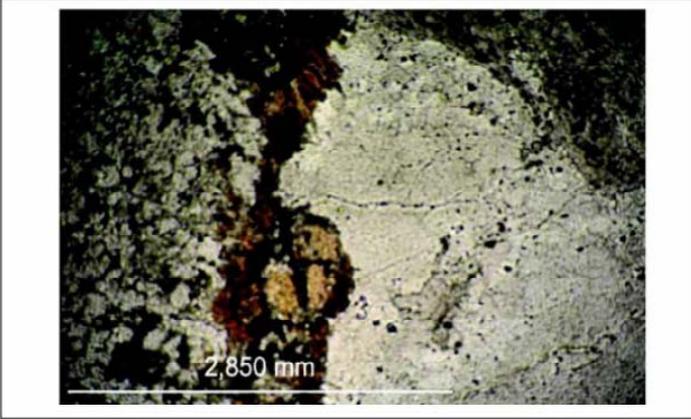
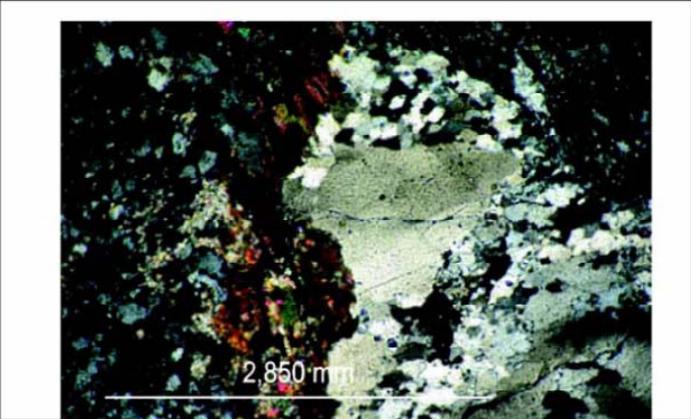
Rap.n:	Rif.:	Data:	Pag. : 3/3
Committente: Cliente: Progetto:			
			
lib1 (Nicols paralleli) .			
			
lib1 (Nicols incrociati)			

Figura 23 – Esempio di scheda descrittiva con allegate fotografie in microscopia ottica delle sezioni sottili dei campioni di roccia analizzati.

4.3 Monitoraggi del comportamento dell'ammasso roccioso e dei sostegni messi in opera

4.3.1 Monitoraggio delle deformazioni dei bulloni

I dati verranno trattati attraverso un programma di calcolo (Microsoft Excel) ed organizzati in tabelle (**Figura 24**). Dei grafici metteranno in evidenza le curve degli spostamenti dell'ammasso nel tempo.

Relazione sistema di raccolta e archiviazione dati geotecnici

Sector	Descrizione del Settore :	Lotto Numero 1									
	Codice del Settore :	Lotto1									
Section	Codice Sezione	PK6000									
	Progressiva Sezione	6000									
	Tipo	Nome Tipo Strumento									
Instrument	Codice Univoco	S6									
	Location 1	Location S6									
Location	Coordinate X	2095,6958									
	Coordinate Y	-4089,9657									
	Coordinate Z	34,6578									
Point Number	0	1	2	3							
Depth	0,000	0,262	1,603	2,942							
Date	Sensore 1	Sensore 2	Sensore 3	Sensore 1	Sensore 2	Sensore 3	Sensore 1	Sensore 2	Sensore 3		
12/06/2004 0.00	0,000	42,0968	0,0000	0,262	41,8348	0,0000	1,603	40,4938	0,0000	2,942	39,1548
21/06/2004 0.00	0,000	42,0968	0,0000	0,262	41,8348	0,0000	1,603	40,4938	0,0000	2,942	39,1548
28/06/2004 0.00	0,000	42,0968	0,0000	0,262	41,8348	0,0000	1,603	40,4938	0,0000	2,942	39,1548
05/07/2004 0.00	0,000	42,0968	0,0000	0,262	41,8348	0,0000	1,603	40,4938	0,0000	2,942	39,1548
14/07/2004 0.00	0,000	42,0950	-0,0018	0,262	41,8330	-0,0018	1,599	40,4960	0,0022	2,949	39,1460
15/07/2004 0.00	0,000	42,3201	-0,0017	0,486	41,8341	-0,0007	1,826	40,4941	0,0003	3,180	39,1401
16/07/2004 0.00	0,000	42,3203	-0,0015	0,486	41,8343	-0,0005	1,820	40,5003	0,0065	3,174	39,1463
17/07/2004 0.00	0,000	42,3199	-0,0019	0,486	41,8339	-0,0009	1,826	40,4939	0,0001	3,176	39,1439
18/07/2004 0.00	0,000	42,3181	-0,0037	0,486	41,8321	-0,0027	1,828	40,4901	-0,0037	3,177	39,1411
19/07/2004 0.00	0,000	42,3184	-0,0034	0,486	41,8324	-0,0024	1,826	40,4924	-0,0014	3,172	39,1464
20/07/2004 0.00	0,000	42,3184	-0,0034	0,486	41,8324	-0,0024	1,826	40,4924	-0,0014	3,171	39,1474
21/07/2004 0.00	0,000	42,3191	-0,0027	0,486	41,8331	-0,0017	1,826	40,4931	-0,0007	3,172	39,1471
22/07/2004 0.00	0,000	42,3200	-0,0018	0,486	41,8340	-0,0008	1,825	40,4950	0,0012	3,173	39,1470
23/07/2004 0.00	0,000	42,3191	-0,0027	0,486	41,8331	-0,0017	1,826	40,4931	-0,0007	3,173	39,1461
24/07/2004 0.00	0,000	42,3188	-0,0030	0,486	41,8328	-0,0020	1,826	40,4928	-0,0010	3,174	39,1448
25/07/2004 0.00	0,000	42,3190	-0,0028	0,486	41,8330	-0,0018	1,826	40,4930	-0,0008	3,173	39,1460

NOTE

- 1 Il nome del foglio deve contenere la parola "DATA" come prima parola: es. "DATA A1-3". I fogli che non iniziano con questa parola non saranno considerati durante l'importazione.
- 2 Non modificare i nomi "Sector", "Section", "Instrument", "Location", "Date", né le loro posizioni.
- 3 Oltre le date ed le letture, soltanto le celle con le descrizioni colorate in rosso (per comprensione migliore) ed i codici sono considerati ed importati nella base di dati.
- 4 Le osservazioni non saranno importate. Lasciare SEMPRE una COLONNA VUOTA fra l'ultima colonna di dati e la colonna di osservazioni, nel caso queste siano presenti.
- 5 La progressiva della sezione deve essere sempre inserita come un numero (es. 6000) e non come una stringa (es. PK6000).
- 6 Un'identificazione di posizione ha bisogno di 4 celle: la descrizione + le coordinate X, Y e Z. La descrizione della location può anche essere la stessa dello strumento.
- 7 Le celle di dati possono contenere le formule.

Figura 24 – Esempio di tabella per la presentazione dei dati relativi al monitoraggio dei bulloni.

4.3.2 Monitoraggio delle deformazioni dei pannelli metallici

Anche in questo caso, come per il monitoraggio delle deformazioni dei bulloni, i dati verranno trattati attraverso un programma di calcolo (Microsoft Excel) ed organizzati in tabelle, mentre in allegato saranno presentati grafici che metteranno in evidenza le curve degli spostamenti dell'ammasso nel tempo.

4.3.3 Monitoraggio delle deformazioni del cavo tramite sezioni di convergenza

I dati verranno trattati attraverso l'utilizzo di un software dedicato (Tipo Geo3D). Dopo aver archiviato le misure nel database sarà possibile elaborarle per poter procedere alla redazione di grafici e tabelle che metteranno in evidenza le curve degli spostamenti dell'ammasso nel tempo (Figura 25, Figura 26).

Relazione sistema di raccolta e archiviazione dati geotecnici

Report Spostamenti Relativi
 File : C:\Documents and Settings\d.dimaggio\Desktop\UMario\PDF Monse Mario\
 Titolo :

Sito :
 Progressiva : 14,70

Mira Data	Zero	Farr Trasn (m)	Tot Trasn (m)	Farr Long (m)	Tot Long (m)	Farr Quota (m)	Tot Quota (m)
1 07/02/2013 00.00	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1 08/02/2013 00.00		-0,0008	-0,0008	0,0003	0,0003	-0,0008	-0,0008
1 11/02/2013 00.00		0,0000	-0,0008	0,0014	0,0017	0,0000	-0,0008

Mira Data	Zero	Farr Trasn (m)	Tot Trasn (m)	Farr Long (m)	Tot Long (m)	Farr Quota (m)	Tot Quota (m)
2 07/02/2013 00.00	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2 08/02/2013 00.00		-0,0012	-0,0012	-0,0003	-0,0003	-0,0008	-0,0008
2 11/02/2013 00.00		-0,0003	-0,0014	0,0013	0,0011	-0,0002	-0,0010

Mira Data	Zero	Farr Trasn (m)	Tot Trasn (m)	Farr Long (m)	Tot Long (m)	Farr Quota (m)	Tot Quota (m)
3 07/02/2013 00.00	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
3 08/02/2013 00.00		-0,0009	-0,0009	-0,0004	-0,0004	-0,0006	-0,0006
3 11/02/2013 00.00		-0,0004	-0,0013	0,0009	0,0005	-0,0001	-0,0007

Mira Data	Zero	Farr Trasn (m)	Tot Trasn (m)	Farr Long (m)	Tot Long (m)	Farr Quota (m)	Tot Quota (m)
4 07/02/2013 00.00	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
4 08/02/2013 00.00		-0,0012	-0,0012	-0,0006	-0,0006	-0,0005	-0,0005
4 11/02/2013 00.00		0,0000	-0,0012	0,0009	0,0004	-0,0003	-0,0003

Mira Data	Zero	Farr Trasn (m)	Tot Trasn (m)	Farr Long (m)	Tot Long (m)	Farr Quota (m)	Tot Quota (m)
5 07/02/2013 00.00	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
5 08/02/2013 00.00		-0,0013	-0,0013	-0,0006	-0,0006	-0,0006	-0,0006
5 11/02/2013 00.00		0,0000	-0,0013	0,0014	0,0009	0,0001	-0,0003

Figura 25 – Esempio di tabelle degli spostamenti assoluti e relativi per le mire ottiche per la restituzione dati del monitoraggio delle deformazioni del cavo.

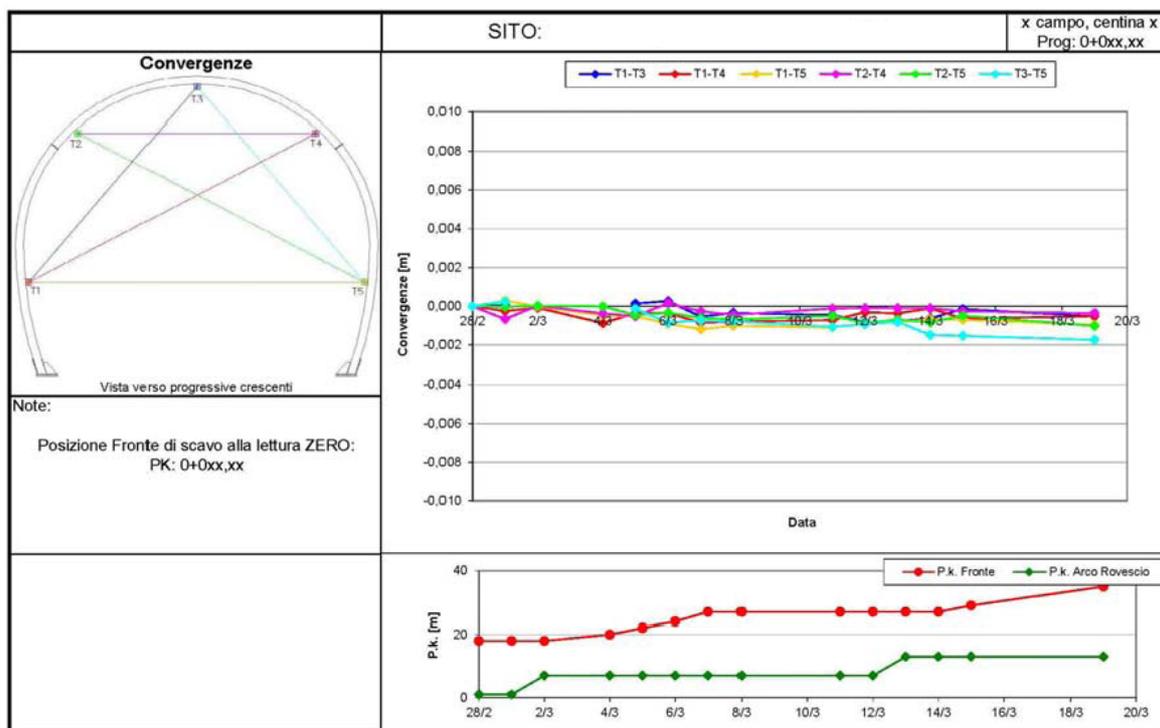


Figura 26 – Esempio di grafici degli spostamenti relativi alle misure di convergenza.

In ogni grafico relativo alle deformazioni sarà rappresentata la posizione del fronte di scavo rispetto alla progressiva a cui è installata la sezione di convergenza, in maniera da poter correlare gli spostamenti con le lavorazioni in corso.

Sarà inoltre presente un riquadro “*Note*” dove, oltre alla distanza del fronte al momento della esecuzione della misura di zero, saranno indicati tutti gli eventi relativi alla storia della sezione di convergenza (es: eventuali successive misure di zero apposte in seguito a urti; sezione progettuale di avanzamento, lavorazioni particolari eseguite in quel campo di scavo, etc.).

Le deformazioni del cavo registrate dalle sezioni di monitoraggio topografico saranno rappresentate attraverso 5 tipologie di grafici:

- Spostamenti Radiali: modulo del vettore spostamento nello spazio;
- Spostamenti Trasversali: modulo del vettore spostamento proiettato sull'asse orizzontale ortogonale all'asse della galleria;
- Spostamenti Verticali;
- Spostamenti Longitudinali: modulo del vettore spostamento proiettato sull'asse della galleria;
- Convergenze: corde fra le 5 mire.

4.3.4 Monitoraggio delle deformazioni dell'ammasso roccioso tramite sezioni estensimetriche

I dati verranno trattati attraverso un programma di calcolo (Microsoft Excel) e rappresentati attraverso tabelle accompagnate da grafici che metteranno in evidenza le curve degli spostamenti dell'ammasso nel tempo.

4.3.5 Monitoraggio delle deformazioni del nucleo di scavo

Come per delle deformazioni dell'ammasso roccioso tramite sezioni estensimetriche, anche in questo caso i dati verranno trattati attraverso un programma di calcolo (Microsoft Excel) e successivamente rappresentati attraverso tabelle accompagnate loro volta da grafici che metteranno in evidenza le curve degli spostamenti dell'ammasso nel tempo.

4.3.6 Monitoraggio delle deformazioni in nicchia

I dati verranno trattati attraverso un programma di calcolo (Microsoft Excel) e successivamente si redigeranno tabelle e grafici che metteranno in evidenza le curve degli spostamenti dell'ammasso nel tempo.

4.3.7 Monitoraggio della plasticizzazione del cavo tramite tomografie Cross Hole Vp

Una volta acquisiti i dati di prova saranno trattati attraverso Microsoft Excel e in forma di tabulati (**Figura 27**) in allegato verranno proposte delle tavole schematiche in formato pdf e/o jpg.

Distanza Progressiva (m)	Distanza (m)	Profondità (m)	Velocità (m/s)
00+295.00	-6	0	109E
00+295.00	-5	-1.68	1157
00+299.87	-8.13	0	109E
00+299.87	-8.13	-1.68	1157
00+299.87	-8.13	-3.75	132C
00+299.87	-8.13	-5.83	1841
00+299.75	-1.25	0	1094
00+299.75	-1.25	-1.68	118E
00+299.75	-1.25	-3.75	134E
00+299.75	-1.25	-5.83	188E
00+299.75	-1.25	-7.5	2201
00+300.83	0.83	0	1057
00+300.83	0.83	-1.68	1147
00+300.83	0.83	-3.75	1382
00+300.83	0.83	-5.83	173E
00+300.83	0.83	-7.5	228E
00+300.83	0.83	-9.88	2771
00+302.50	2.5	0	985
00+302.50	2.5	-1.68	107E
00+302.50	2.5	-3.75	131E
00+302.50	2.5	-5.83	1741
00+302.50	2.5	-7.6	230E
00+302.50	2.5	-9.88	2802
00+304.38	4.38	0	810
00+304.38	4.38	-1.68	1004
00+304.38	4.38	-3.75	125E
00+304.38	4.38	-5.83	170C
00+304.38	4.38	-7.6	230E
00+304.38	4.38	-9.88	2817
00+308.25	8.25	0	699
00+308.25	8.25	-1.68	885
00+308.25	8.25	-3.75	1237
00+308.25	8.25	-5.83	1701
00+308.25	8.25	-7.6	2317
00+308.25	8.25	-9.88	281E
00+308.13	8.13	0	858
00+308.13	8.13	-1.68	105E
00+308.13	8.13	-3.75	132C
00+308.13	8.13	-5.83	1777
00+308.13	8.13	-7.6	2374
00+308.13	8.13	-9.88	284E
00+310.00	10	0	1107
00+310.00	10	-1.68	121E
00+310.00	10	-3.75	148E
00+310.00	10	-5.83	1937
00+310.00	10	-7.6	247C
00+310.00	10	-9.88	287E

Figura 27 – Esempio di tabella per la presentazione dei dati relativi al monitoraggio delle deformazioni in nicchia.

4.3.8 Monitoraggio dei fenomeni di rockburst

Una volta acquisiti i dati di prova saranno trattati attraverso Microsoft Excel e in forma di tabulati e, come allegati in formato pdf e/o jpg, grafici che schematizzeranno, per ogni accelerometro, i parametri di tempo e frequenza (Figura 28).

Asse	Accelerazione (mg)	Frequenza (Hz)
X		
Y		
Z		

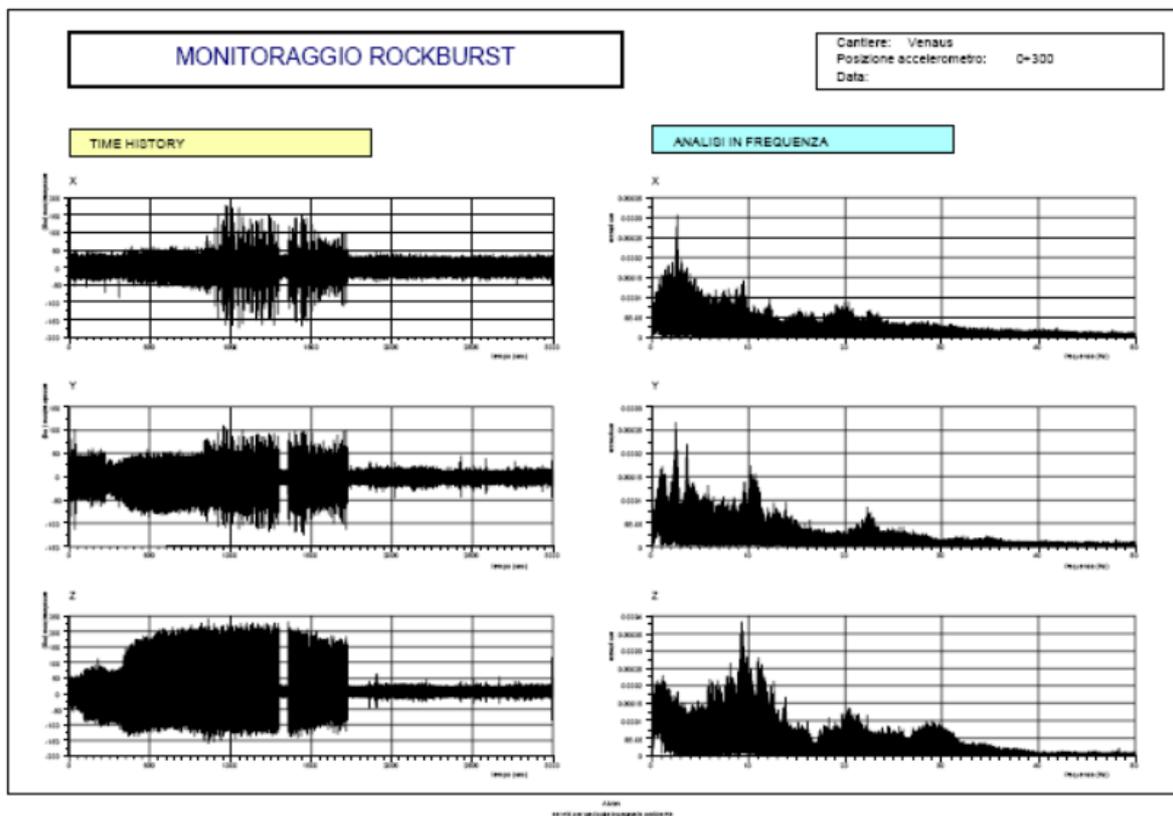


Figura 28 – Grafico di sintesi del monitoraggio del rockburst.