

PROPONENTE:



PROGETTAZIONE:



## CENTRO DI PRODUZIONE FIRENZE

### PROGETTO DEFINITIVO

#### RIAMBIENTALIZZAZIONE DELL'AREA MINERARIA DI S.BARBARA

INTERVENTI DI IMPLEMENTAZIONE DELLA FUNZIONE  
ECOLOGICA E PAESAGGISTICA DELLA COLLINA SCHERMO  
ELABORATI GENERALI

RELAZIONE SUL MONITORAGGIO GEOTECNICO  
IN FASE DI COSTRUZIONE E POST OPERAM

SCALA :

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

FEW1    40    D    29    RO    GE0115    002    A


Revis.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato / Data
A	Emissione	F. Bavetta	Novembre 2010	F. Coppini	Novembre 2010	G.Venditti	Novembre 2010	Ing. F. ARDUINI Novembre 2010

File: FEW1-40-D-29-RO-GE0115-002-A.doc

n. Elab.:

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>DOCUMENTI DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>3</b>
2.1	ELABORATI DI PROGETTO DI RIFERIMENTO .....	3
<b>3</b>	<b>MONITORAGGIO GEOTECNICO COLLINA SCHERMO</b> .....	<b>4</b>
3.1	MISURA DEGLI ASSESTAMENTI DEL TERRENO .....	5
3.1.1	<i>Definizione</i> .....	5
3.1.2	<i>Frequenza dei rilevamenti</i> .....	5
3.1.3	<i>Sistema di acquisizione dati</i> .....	5
3.1.4	<i>Restituzione dati</i> .....	6
3.2	MISURA DEGLI SPOSTAMENTI ORIZZONTALI .....	7
3.2.1	<i>Definizione</i> .....	7
3.2.2	<i>Frequenza dei rilevamenti</i> .....	7
3.2.3	<i>Sistema di acquisizione dati</i> .....	7
3.2.4	<i>Restituzione dati</i> .....	7
3.3	MISURA DELLE PRESSIONI INTERSTIZIALI .....	8
3.3.1	<i>Definizione</i> .....	8
3.3.2	<i>Frequenza dei rilevamenti</i> .....	8
3.3.3	<i>Sistema di acquisizione dati</i> .....	8
3.3.4	<i>Restituzione dati</i> .....	8
<b>4</b>	<b>VALORI DI SOGLIA DEI PRINCIPALI PARAMETRI MONITORATI</b> .....	<b>10</b>

	<b>RIAMBIENTALIZZAZIONE DELL'AREA MINERARIA S.BARBARA</b> <b>INTERVENTI DI IMPLEMENTAZIONE DELLA FUNZIONE ECOLOGICA  E PAESAGGISTICA DELLA COLLINA SCHERMO</b>					
<b>PROGETTO DEFINITIVO  ELABORATI GENERALI</b> <b>RELAZIONE SUL MONITORAGGIO GEOTECNICO IN FASE DI  COSTRUZIONE E POST OPERAM</b>	<b>PROGETTO  FEW1</b>	<b>LOTTO  40 D 29</b>	<b>CODIFICA  RO</b>	<b>DOCUMENTO  GE 01 15 002</b>	<b>REV.  A</b>	<b>FOGLIO  2/10</b>

## 1 PREMESSA

Nell'ambito del progetto di recupero ambientale della miniera di S.Barbara, è previsto che le terre di scavo provenienti dal Nodo AV di Firenze siano utilizzate per la realizzazione di una "collina" volta a schermare, sia dal punto di vista paesaggistico sia dal punto di vista acustico, la zona del lago di Castelnuovo dalla zona industriale della centrale elettrica di proprietà Enel.

Questo intervento, che prevede il conferimento di 1'350'000 m<sup>3</sup> di terreno, è stato oggetto di una precedente progettazione.

Al fine di implementare la finalità ecologica ed ambientale della Collina schermo sono previsti due successivi "Ambiti Operativi", il primo per ulteriori 1'500'000 m<sup>4</sup> provenienti anch'essi dallo scavo della galleria del Passante AV e della stazione AV del Nodo di Firenze ed un secondo, di entità più modesta e pari a 200'000 m<sup>3</sup> conferiti da Enti terzi.

Oggetto della presente relazione è la definizione del sistema di monitoraggio geotecnico necessario per la realizzazione di tali interventi di implementazione.

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATI GENERALI**  
RELAZIONE SUL MONITORAGGIO GEOTECNICO IN FASE DI  
COSTRUZIONE E POST OPERAM


PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
FEW1	40 D 29	RO	GE 01 15 002	A	3/10

## 2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

### 2.1 Elaborati di progetto di riferimento

Gli elaborati del progetto di variante della Collina Schermo, in particolare l'elaborato grafico che illustra la disposizione della strumentazione di monitoraggio:

Planimetria ubicazione strumentazione geotecnica e schemi di posa	F	E	W	1	4	0	D	2	9	P	7	G	E	0	1	1	5	0	0	2	A
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

	<b>RIAMBIENTALIZZAZIONE DELL'AREA MINERARIA S.BARBARA</b> <b>INTERVENTI DI IMPLEMENTAZIONE DELLA FUNZIONE ECOLOGICA  E PAESAGGISTICA DELLA COLLINA SCHERMO</b>					
<b>PROGETTO DEFINITIVO  ELABORATI GENERALI</b> <b>RELAZIONE SUL MONITORAGGIO GEOTECNICO IN FASE DI  COSTRUZIONE E POST OPERAM</b>	PROGETTO FEW1	LOTTO 40 D 29	CODIFICA RO	DOCUMENTO GE 01 15 002	REV. A	FOGLIO 4/10

### 3 MONITORAGGIO GEOTECNICO COLLINA SCHERMO

Il monitoraggio geotecnico della collina schermo è volto al controllo delle condizioni di sicurezza della realizzazione dell'opera.

Si realizzano pertanto le misura dei parametri di deformazione dei terreni e di pressione idrica interstiziale, al fine di ottenere informazioni utili alla valutazione delle condizioni geotecniche per la sicurezza della realizzazione.

La strumentazione installata si compone di:

- N°2 PIEZOMETRI ELETTRICI – con celle a profondità 12 m e 25 m in ciascun piezometro
- N°2 TUBAZIONI INCLINOMETRICHE - profondità 40 m
- N°12 ASSESTIMETRI A PIASTRA
- N°2 ASSESTIMETRI ORIZZONTALI - lunghezza 150 m

Per i piezometri elettrici e le tubazioni inclinometriche, le lunghezze indicate rappresentano l'approfondimento dello strumento al di sotto del piano di posa della collina, da realizzarsi con perforazione.

Gli inclinometri ed i piezometri saranno tutti realizzati e resi efficienti prima dell'inizio del riempimento. Gli inclinometri posti sul versante saranno realizzati prima dell'inizio della costruzione e prolungati verso l'alto contestualmente al procedere di questa. Il tubo inclinometrico andrà opportunamente protetto ed ancorato al nuovo terreno negli innalzamenti e la sommità della colonna sarà servita da un pozzetto in cls con coperchio. I piezometri saranno collegati via cavo con una centralina posizionata al di fuori delle aree soggette a riporto. Il cavo sarà opportunamente interrato e protetto nei riguardi della circolazione dei mezzi di cantiere. Il punto di acquisizione andrà anch'esso protetto da pozzetto in cls con coperchio e mantenuto accessibile.

La strumentazione assestimetrica viene installata anch'essa prima della costruzione del rilevato, per la misura delle deformazioni del piano di appoggio e dei terreni formati dai nuovi riporti, senza la necessità di realizzare perforazioni nel terreno in sito.


Ogni assestimetro orizzontale viene realizzato in un'unica soluzione. Lo strumento viene posato all'interno di una trincea scavata lungo l'allineamento previsto in progetto.

Gli assestimetri a piastra saranno prolungati verso l'alto contestualmente al procedere della costruzione.

Contestualmente all'installazione della strumentazione andranno eseguite le necessarie battute topografiche.

Le letture della strumentazione dovranno proseguire per almeno un anno dopo il raggiungimento della sagoma finale del rilevato.

Nei paragrafi che seguono vengono descritte le misurazioni da realizzare, vengono inoltre definiti i valori di soglia dei parametri monitorati e le contromisure da intraprendere in caso di superamento dei valori di soglia dei parametri.

	<b>RIAMBIENTALIZZAZIONE DELL'AREA MINERARIA S.BARBARA</b> <b>INTERVENTI DI IMPLEMENTAZIONE DELLA FUNZIONE ECOLOGICA  E PAESAGGISTICA DELLA COLLINA SCHERMO</b>					
<b>PROGETTO DEFINITIVO  ELABORATI GENERALI</b> <b>RELAZIONE SUL MONITORAGGIO GEOTECNICO IN FASE DI  COSTRUZIONE E POST OPERAM</b>	<b>PROGETTO  FEW1</b>	<b>LOTTO  40 D 29</b>	<b>CODIFICA  RO</b>	<b>DOCUMENTO  GE 01 15 002</b>	<b>REV.  A</b>	<b>FOGLIO  5/10</b>

### 3.1 Misura degli assestamenti del terreno

#### 3.1.1 Definizione

La misura degli assestamenti del terreno consiste nel monitorare, attraverso l'installazione di assestimetri orizzontali e piastre assestimetriche, i cedimenti del terreno. Nota la quota iniziale prima dell'inizio della costruzione con misure di livellazione successive si valuterà per differenza l'abbassamento progressivo dovuto ai riporti.

Tutte le misure saranno riferite ad almeno due capisaldi fissi esterni all'area di influenza della collina.

Con la posa in opera degli assestimetri sarà possibile controllare l'entità nonché la distribuzione delle variazioni di tensione nei terreni in funzione dell'applicazione del sovraccarico in superficie e si potrà definire la porzione di ammasso interessato da eventuali fenomeni deformativi.

#### 3.1.2 Frequenza dei rilevamenti

Gli spostamenti sono misurati durante le fasi di costruzione della collina e successivamente al completamento dell'opera.

Dovrà essere prevista una serie di almeno 4 letture di zero per ogni strumento, che serviranno come valori di riscontro per le misure successive.

Le misure andranno eseguite con la seguente frequenza:

- n°1 lettura ogni mese per tutti gli assestimetri, durante le fasi di riporto e formazione del rilevato e comunque ad ogni incremento di altezza del rilevato di 2 m;
- n°1 lettura ogni tre mesi per un anno successivamente al completamento dell'opera;

In seguito alla rilevazione di fenomeni anomali si aumenterà opportunamente la frequenza di lettura della strumentazione

#### 3.1.3 Sistema di acquisizione dati


Gli assestimetri orizzontali sono letti mediante apposita centralina dalla estremità fuori terra dello strumento; le misure sono riferite ad un sensore di riferimento la cui quota dovrà essere letta contestualmente mediante livellazione rispetto ai capisaldi fissi.

Gli assestimetri a piastra andranno letti mediante livellazione rispetto ai medesimi capisaldi fissi.

Ogni volta che le aste assestimetriche verranno prolungate verso l'alto occorrerà effettuare la doppia misura prima e dopo il prolungamento dell'asta.

L'elaborazione dei dati deve fornire i seguenti diagrammi e tabulati numerici:


- Posizione in quota di tutti i punti di misura
- Variazione della quota altimetrica di tutti i punti di misura
- Differenza reciproca della quota altimetrica per tutti i punti di misura contigui lungo un allineamento

	<b>RIAMBIENTALIZZAZIONE DELL'AREA MINERARIA S.BARBARA</b> <b>INTERVENTI DI IMPLEMENTAZIONE DELLA FUNZIONE ECOLOGICA</b> <b>E PAESAGGISTICA DELLA COLLINA SCHERMO</b>					
<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>ELABORATI GENERALI</b> <b>RELAZIONE SUL MONITORAGGIO GEOTECNICO IN FASE DI</b> <b>COSTRUZIONE E POST OPERAM</b>	<b>PROGETTO</b> <b>FEW1</b>	<b>LOTTO</b> <b>40 D 29</b>	<b>CODIFICA</b> <b>RO</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>GE 01 15 002</b>	<b>REV.</b> <b>A</b>	<b>FOGLIO</b> <b>6/10</b>

### 3.1.4 Restituzione dati

Si richiedono i diagrammi ed i tabulati secondo quanto indicato nel paragrafo dell'acquisizione dati.

I dati elaborati per ciascuna stazione vanno forniti entro 5 giorni dal momento della esecuzione del rilievo. In caso di risultati anomali la Direzione Lavori dovrà essere immediatamente informata. E' richiesta altresì una copia di tali dati anche su supporto magnetico.

	<b>RIAMBIENTALIZZAZIONE DELL'AREA MINERARIA S.BARBARA</b> <b>INTERVENTI DI IMPLEMENTAZIONE DELLA FUNZIONE ECOLOGICA</b> <b>E PAESAGGISTICA DELLA COLLINA SCHERMO</b>					
<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>ELABORATI GENERALI</b> <b>RELAZIONE SUL MONITORAGGIO GEOTECNICO IN FASE DI</b> <b>CONSTRUZIONE E POST OPERAM</b>	<b>PROGETTO</b> <b>FEW1</b>	<b>LOTTO</b> <b>40 D 29</b>	<b>CODIFICA</b> <b>RO</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>GE 01 15 002</b>	<b>REV.</b> <b>A</b>	<b>FOGLIO</b> <b>7/10</b>

## 3.2 Misura degli spostamenti orizzontali

### 3.2.1 Definizione

Per il controllo della stabilità della collina in riferimento alla formazione di superfici di scorrimento e conseguenti spostamenti di porzioni di terreno si procederà tramite installazione e lettura di inclinometri.

Gli inclinometri saranno posizionati in modo tale da indagare gli spostamenti nei terreni sotto al piano di posa, ed anche all'interno del rilevato in via di formazione. I tubi inclinometrici andranno installati ad una profondità dal piano campagna tale da raggiungere porzioni di terreno non soggette a significativa deformazione. La formazione della colonna inclinometrica verrà estesa verso l'alto seguendo gli innalzamenti dovuti ai riporti e pertanto gli spostamenti sono misurati anche durante le fasi di costruzione della collina.

### 3.2.2 Frequenza dei rilevamenti

Le letture iniziali di zero delle colonne inclinometriche dovranno essere eseguite al termine dell'installazione del tubo.

Sarà prevista una lettura di zero per ogni strumento, che servirà come valore di riscontro per le misure successive.

Le misure andranno eseguite con la seguente frequenza:

- n°1 lettura al mese per tutti gli inclinometri, durante le fasi di riporto e formazione del rilevato e comunque ad ogni incremento di altezza del rilevato di 2 m;
- n°1 lettura ogni tre mesi per un anno successivamente al completamento dell'opera;

In seguito alla rilevazione di fenomeni anomali si aumenterà opportunamente la frequenza di lettura della strumentazione.

### 3.2.3 Sistema di acquisizione dati


Si compone di una sonda e di un'unità di lettura dedicata in grado di misurare differenze nella verticalità dei tubi inclinometrici per effetto del movimento di porzioni di terreno. Per effettuare le misure si introduce la sonda inclinometrica nella tubazione e si effettuano le misure con frequenza non inferiore di 1 al metro. Le misure saranno effettuate su entrambe le guide contrapposte del tubo inclinometrico ed in entrambe le direzioni fra loro ortogonali.

### 3.2.4 Restituzione dati

Il sistema di elaborazione dati avviene su software dedicato e si richiedono i diagrammi ed i tabulati numerici relativi allo spostamento in funzione della profondità

I dati elaborati per ciascuna misura forniti entro 5 giorni dal momento della esecuzione del rilievo. In caso di risultati anomali la Direzione Lavori dovrà essere immediatamente informata. E' richiesta altresì una copia di tali dati anche su supporto magnetico.



	<b>RIAMBIENTALIZZAZIONE DELL'AREA MINERARIA S.BARBARA</b> <b>INTERVENTI DI IMPLEMENTAZIONE DELLA FUNZIONE ECOLOGICA  E PAESAGGISTICA DELLA COLLINA SCHERMO</b>					
<b>PROGETTO DEFINITIVO  ELABORATI GENERALI</b> <b>RELAZIONE SUL MONITORAGGIO GEOTECNICO IN FASE DI  COSTRUZIONE E POST OPERAM</b>	PROGETTO FEW1	LOTTO 40 D 29	CODIFICA RO	DOCUMENTO GE 01 15 002	REV. A	FOGLIO 8/10

### 3.3 Misura delle pressioni interstiziali

#### 3.3.1 Definizione

Per il controllo degli effetti generati dall'applicazione del sovraccarico sulle pressioni interstiziali al di sotto del piano di posa della collina, si prevede l'installazione di piezometri elettrici. La finalità della misura è quella di rilevare l'eventuale aumento eccessivo della pressione neutra e la conseguente riduzione delle condizioni di sicurezza dell'opera.

I piezometri vengono posizionati in modo tale da indagare l'andamento delle pressioni idriche nei terreni sotto al piano di posa e sono pertanto installati ad adeguata profondità. La realizzazione della collina non pregiudica la funzionalità degli strumenti e pertanto le pressioni sono misurate anche durante le fasi di costruzione della collina.

#### 3.3.2 Frequenza dei rilevamenti

Le letture iniziali dovranno essere eseguite al termine dell'installazione dello strumento.

Dovrà essere prevista una serie di almeno 4 letture di zero per ogni strumento, che serviranno come valori di riscontro per le misure successive.

Le misure andranno eseguite con la seguente frequenza:

- n°1 lettura al mese per tutti i piezometri, durante le fasi di riporto e formazione del rilevato e comunque ad ogni incremento di altezza del rilevato di 2 m;
- n°1 lettura ogni tre mesi per un anno successivamente al completamento dell'opera;

In seguito alla rilevazione di fenomeni anomali si aumenterà opportunamente la frequenza di lettura della strumentazione.

#### 3.3.3 Sistema di acquisizione dati

I sensori vengono letti mediante apposita centralina dai terminali posti nel pozzetto di estremità realizzato in area esterna all'area di impronta della collina.

Verranno forniti i seguenti dati e diagrammi:

- misura della pressione interstiziale locale
- altezza di terreno di riporto in corrispondenza della verticale al momento della misura
- diagramma di variazione della pressione interstiziale in funzione del tempo in parallelo con il diagramma delle altezze di terreno di riporto presente sulla verticale


#### 3.3.4 Restituzione dati

Si richiedono i diagrammi ed i tabulati secondo quanto indicato nel paragrafo dell'acquisizione dati.

**PROGETTO DEFINITIVO  
ELABORATI GENERALI**  
RELAZIONE SUL MONITORAGGIO GEOTECNICO IN FASE DI  
COSTRUZIONE E POST OPERAM

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
FEW1	40 D 29	RO	GE 01 15 002	A	9/10

I dati elaborati per ciascuna stazione vanno forniti entro 5 giorni dal momento della esecuzione del rilievo. In caso di risultati anomali la Direzione Lavori dovrà essere immediatamente informata. E' richiesta altresì una copia di tali dati anche su supporto magnetico..

 <p><b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO</p>	<p align="center"><b>RIAMBIENTALIZZAZIONE DELL'AREA MINERARIA S.BARBARA</b></p> <p align="center"><b>INTERVENTI DI IMPLEMENTAZIONE DELLA FUNZIONE ECOLOGICA E PAESAGGISTICA DELLA COLLINA SCHERMO</b></p>					
<p align="center"><b>PROGETTO DEFINITIVO ELABORATI GENERALI</b></p> <p align="center"><b>RELAZIONE SUL MONITORAGGIO GEOTECNICO IN FASE DI COSTRUZIONE E POST OPERAM</b></p>	<p>PROGETTO FEW1</p>	<p>LOTTO 40 D 29</p>	<p>CODIFICA RO</p>	<p>DOCUMENTO GE 01 15 002</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 10/ 10</p>

#### 4 VALORI DI SOGLIA DEI PRINCIPALI PARAMETRI MONITORATI

Sono di seguito riportati i valori dei parametri fisici principali che possono essere utilizzati come valori di soglia per le verifiche in corso d'opera delle soluzioni di progetto.

Parametro monitorato	Valore di soglia	Contromisure al superamento della soglia
Incremento della pressione piezometrica rispetto alla condizione iniziale indisturbata	Incremento pari all'80% del sovraccarico applicato, in seguito al riporto del materiale, da calcolare sull'allineamento verticale d'installazione dello strumento di misura	Svolgimento di analisi più approfondite al fine d'individuare la necessità di realizzare interventi sul campo

Per quanto riguarda le misure derivanti dagli assestimetri, non si definiscono delle soglie oltre le quali mettere in atto delle contromisure. Questo è motivato dal fatto che la deformazione del terreno sottoposto a misura non è necessariamente testimone dell'instaurarsi di una condizione di pericolo. La misura degli assestimetri descrive il quadro dei movimenti che si sviluppano e fornisce un ausilio alla comprensione dei fenomeni in atto.

Per quanto riguarda le misure derivanti dagli inclinometri non si definiscono valori di soglia ma i risultati sono da trasmettere al progettista per valutazioni.