



CONFERENZA DELLE REGIONI E DELLE PROVINCE AUTONOME

---

**LINEE GUIDA**

**LAVORI A RIDOSSO DEL FRONTE**

*Ottobre 2015*

Questo documento fornisce soluzioni di sicurezza nei lavori a ridosso del fronte negli scavi di gallerie eseguite con tecnica tradizionale.

## **PREMESSA**

I metodi e le tecniche di scavo per la realizzazione di gallerie sono profondamente mutati con il passare degli anni.

Sino a metà del secolo scorso le gallerie erano in genere di ridotta sezione areale, quelle di grande sezione erano scavate con metodi a sezione parzializzata. Gli operatori e le macchine erano impegnati su fronti di ampiezza molto ridotta rispetto alle attuali dimensioni delle gallerie realizzate per le grandi opere infrastrutturali.

Nel passato, il lavoro era quindi caratterizzato da un'alta incidenza della manodopera che eseguiva, perlopiù manualmente, le azioni elementari necessarie per realizzare l'avanzamento e per mettere in opera il sostegno della porzione scavata. Le macchine e le attrezzature erano anch'esse di dimensioni proporzionate alle ridotte sezioni ed ai limitati avanzamenti.

Più recentemente l'introduzione di macchine ed impianti di grande potenza hanno prodotto innovazioni nella progettazione aumentando la produttività e permettendo un incremento notevole delle sezioni di scavo e dei metri di avanzamento per turno. L'aumento di potenza meccanica ha introdotto, insieme ad una drastica riduzione della manodopera, una maggiore complessità nelle lavorazioni. Se queste non sono affidate a personale altamente competente e consapevole dei pericoli connessi alle lavorazioni, si verifica un aumento del rischio di infortunio per le maestranze.

Lo scavo delle gallerie con approccio tradizionale è estremamente delicato, poiché impone ai lavoratori di operare a ridosso di aree soggette ad elevati pericoli derivanti da caduta di gravi o attività quali, ad esempio:

- messa in opera delle centine, loro collegamento alle precedenti con le cosiddette "catene" e corretto allineamento;
- messa in opera del puntone;
- realizzazione di elementi strutturali per il consolidamento di prima fase;
- caricamento dell'esplosivo nei fori da mina.

Per quanto riguarda i problemi di caduta di gravi la presente Linea Guida fornisce soluzioni riguardanti anche la sicurezza nell'uso delle piattaforme di lavoro elevabili che operano in prossimità di fronti "freschi" di scavo.

Queste Linee Guida sono state redatte dal gruppo di lavoro Grandi Opere del Coordinamento Tecnico Interregionale PSAL delle Regioni e delle Province Autonome. Alla redazione hanno contribuito anche operatori dei Servizi PSAL ed un Professore Ordinario della Scuola di Ingegneria e Architettura, Dipartimento DICAM, dell'Università di Bologna.

Il documento è stato ratificato dal Coordinamento Tecnico Interregionale della Prevenzione nei luoghi di lavoro e approvato dalla Conferenza permanente per i rapporti

tra lo Stato, le Regioni e le Province autonome di Trento e di Bolzano (D.Lgs. 81/2008 e s.m.i., art. 2, lettera z).

## **0. INTRODUZIONE**

La presente Linea Guida fornisce indicazioni rivolte a ridurre il rischio di infortuni associato alla presenza di lavoratori a ridosso dei fronti di scavo ed è redatta considerando che la sicurezza degli operatori è un obiettivo che deve essere perseguito dall'azione concertata di tutti i differenti soggetti coinvolti nella realizzazione dell'opera.

La sicurezza dei lavoratori che devono operare in prossimità del fronte "fresco di scavo" è legata a più aspetti, di seguito elencati e trattati nel presente documento:

- valutazione dello specifico rischio di infortunio provocato da caduta di gravi;
- sostituzione delle fasi di lavoro manuale a ridosso del fronte con l'adozione di nuove tecnologie, meccanizzate e/o robotizzate. In alternativa, adozione di procedure che riducano drasticamente il numero dei lavoratori esposti che, comunque, devono essere adeguatamente protetti dagli effetti della caduta di gravi, ed i tempi di permanenza al fronte;
- adeguata opera di disgregazione volta ad eliminare blocchi o porzioni di ammasso instabili o poco coesi;
- progettazione esecutiva delle tecniche di posa in opera del rivestimento di prima fase che consideri gli aspetti connessi alla sicurezza dei lavoratori rispetto alla caduta di gravi rilasciati dalle superfici appena scavate;
- utilizzo di piattaforme elevabili dotate di strutture di protezione contro la caduta di gravi per gli impieghi al fronte;
- definizione delle procedure da applicarsi nelle lavorazioni al fronte;
- presenza in sotterraneo di una figura dotata di adeguate competenze in grado di valutare le condizioni del fronte (Tecnico competente preposto al fronte);
- valutazione ed autorizzazione per l'accesso a zone in prossimità di un fronte "fresco di scavo" (a cura del Tecnico competente preposto al fronte).

## **1. SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE**

Queste Linee Guida sono finalizzate a minimizzare le situazioni di rischio degli addetti che operano a ridosso del fronte esposti al pericolo di caduta di gravi e devono essere poste in essere per garantirne l'incolumità fisica.

Le soluzioni indicate nel documento si applicano a gallerie di grande sezione di scavo ( $\geq 70 \text{ m}^2$ ), realizzate con metodo a piena sezione e con tecnica di scavo tradizionale.

Per gli scavi di minore sezione connessi alle gallerie principali (ad es. bypass, finestre, nicchie) e per le gallerie di sezione medio – piccola (gallerie idrauliche, monocanna, ecc.) come per quelle di grande sezione ma realizzate con scavo parzializzato, occorre verificare l'applicabilità delle misure indicate alla luce delle peculiarità del cantiere.

## 2. RIFERIMENTI NORMATIVI

D.P.R. n. 320 del 20/03/1956	“Norme per la prevenzione degli infortuni e l’igiene del lavoro in sotterraneo”
D.Lgs. n. 81 del 09/04/2008	“Attuazione dell’articolo 1 della Legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro” e successive modifiche ed integrazioni
UNI EN 280: 2013	“Piattaforme di lavoro elevabili – Calcoli per la progettazione – Criteri di stabilità – Costruzione – Sicurezza – Esami e prove”
UNI EN 16228-1: 2014	“Attrezzature per perforazioni e fondazioni – Sicurezza – Parte 1: Prescrizioni generali”
UNI EN 16228-2: 2014	“Attrezzature per perforazioni e fondazioni – Sicurezza – Parte 2: Perforatrici mobili per lavori di ingegneria civile e geotecnica e per l’industria mineraria ed estrattiva”
UNI EN ISO 3449: 2009	“Macchine movimento terra – Strutture di protezione contro la caduta di oggetti – Prove di laboratorio e requisiti di prestazione”

## 3. TERMINI, DEFINIZIONI, ABBREVIAZIONI

- a. **Catena:** elemento metallico di collegamento tra due centine contigue;
- b. **Centina:** struttura metallica di forma arcuata in genere composta di più elementi il cui extra dosso viene messo a contatto con il profilo della sezione scavata. La centina associata con lo spritz beton costituisce il rivestimento di 1<sup>a</sup> fase;
- c. **Coronella:** insieme di aste metalliche poste a corona nell’ammasso in prossimità del profilo di scavo per evitare il franamento della volta della galleria;
- d. **Disgaggiatore (macchina disgaggiatrice) (inglese scaling):** macchina concepita per svolgere le funzioni di disgaggio;
- e. **Disgaggio:** operazione che serve a neutralizzare le condizioni di instabilità locale o puntuale. Da un punto di vista storico il termine indicava lo scalzamento, con operazione manuale, di frammenti di roccia potenzialmente instabili, tramite una leva od un palanchino, entrambi di acciaio, sufficientemente lunghi ma anche maneggevoli, caratterizzati da una delle due estremità a forma di punta e dall’altra a forma di unghia;

- f. **Disgaggio di sicurezza:** intervento rivolto a garantire la sicurezza dei lavoratori operanti a ridosso del fronte. L'azione è mirata a rimuovere i frammenti o le porzioni di terreno o roccia pericolanti che potrebbero franare ed investire uomini e macchine operatrici;
- g. **DLV:** acronimo di Deflection Limiting Volume. Volume limite di deflessione. Volume che deve essere garantito dalla struttura in caso venga investita dalla caduta di gravi;
- h. **FGPS:** acronimo di Front Guard Protective Structure. Struttura di protezione del frontale della cabina di macchine contro gli oggetti che potrebbero colpire il frontale cabina;
- i. **FOPS:** acronimo di Falling Objects Protective Structure. Struttura di protezione della cabina contro la caduta di oggetti;
- j. **Infilaggi:** consolidamenti preventivi effettuati in avanzamento sulla sezione di scavo in terreni scarsamente coesivi e che consistono nella messa in opera di elementi lineari in VTR cementato ad andamento orizzontale e sub-orizzontale lungo generatrici cilindriche o coniche;
- k. **Jet grouting:** operazione di iniezione nel terreno di una miscela cementizia, attraverso piccoli ugelli, con pressioni molto elevate (fino a 600 bar o più) al fine di consolidare il terreno;
- l. **Martello demolitore (martellone):** martello pneumatico di grandi dimensioni applicato al braccio dell'escavatore per effettuare lo scavo in avanzamento;
- m. **Martello disgaggiatore:** martello demolitore progettato specificatamente per eseguire il disgaggio. Presenta una frequenza di battuta aumentata ed una ridotta forza di impatto rispetto ai martelli demolitori ordinari;
- n. **Pre-spritz:** conglomerato cementizio lanciato ad alta velocità sulla superficie appena scavata. Il pre-spritz contiene additivi, in genere silicati, che conferiscono al prodotto caratteristiche di presa rapida e di maturazione accelerata: Serve ad impedire il decadimento delle proprietà meccaniche a seguito del contatto con l'aria. In spessore adeguato serve anche a trattenere il materiale minuto non ben coeso alla superficie;
- o. **Ripper (unghione):** attrezzatura installata sul braccio escavatore ed impiegata per lavori di estrazione in cava su terreni molto duri e compatti o su superfici rocciose. Viene anche impiegato in lavori di scavo in galleria;
- p. **Rivestimento di 1<sup>a</sup> fase (pre-rivestimento):** soluzione tecnica che consiste nella messa in opera a contorno del profilo scavato di: centine, eventuale rete metallica, spritz beton, al fine di assicurare la stabilità della galleria e del fronte di scavo fino alla realizzazione del rivestimento definitivo;
- q. **Spritz beton:** conglomerato cementizio posto in opera dopo la posa delle centine. Assieme alla centinatura costituisce il rivestimento di 1<sup>a</sup> fase;

- r. **Tecnico competente preposto al fronte:** figura professionale che è in grado di identificare i pericoli esistenti e quelli prevedibili nelle lavorazioni in prossimità del fronte ed ha l'autorità per intervenire.

#### 4. VALUTAZIONE DEL RISCHIO

La valutazione del rischio di infortunio provocato da caduta di gravi a ridosso del fronte, da collassi del fronte e dall'utilizzo delle macchine e la sua minimizzazione è innanzitutto un obbligo del Committente (D.Lgs. 81/08, art. 90, comma 1), obbligo che deve essere affrontato già nella fase di progettazione dell'opera attraverso la collaborazione tra il Progettista ed il Coordinatore per la Sicurezza durante la Progettazione (CSP).

Durante la realizzazione dell'opera la valutazione e la minimizzazione dei rischi prosegue con l'attività del Coordinatore per la Sicurezza in Fase di Esecuzione (CSE), dell'Affidataria e dei Datori di Lavoro delle imprese esecutrici, fermi restanti gli obblighi del Progettista / Direttore dei Lavori.

Il Progetto, il PSC ed i POS delle singole imprese, ognuno per quanto di competenza, devono contenere la valutazione di questo rischio, comprensiva delle misure di prevenzione, con gli eventuali aggiornamenti che dovessero risultare necessari.

Tale analisi deve considerare (in ordine di priorità):

- l'ottimizzazione delle fasi/operazioni (consequibile, ad esempio, adottando una diversa tecnologia o modificando l'organizzazione);
- la sostituzione di fasi/operazioni manuali con fasi/operazioni robotizzate o meccanizzate, svolte, con macchine idonee, da operatori collocati in postazione sicura;
- l'ottimizzazione della durata delle fasi/operazioni e del numero di operatori impiegati, ottenuta attraverso un'attenta analisi gestionale ed organizzativa del processo lavorativo;
- l'accurata progettazione/definizione in termini di sicurezza delle fasi/operazioni da compiere, delle attrezzature e delle procedure di lavoro, del sistema delle responsabilità e delle autorizzazioni e dei controlli in cantiere;
- la puntuale gestione e la costante verifica di quanto pianificato.

Nei capitoli seguenti si analizzano alcuni aspetti essenziali per una corretta valutazione del rischio di infortunio da caduta di gravi.

## **5. SUPERAMENTO DELLE FASI DI LAVORO MANUALI MEDIANTE L'ADOZIONE DI NUOVE TECNOLOGIE O DI PROCEDURE ALTERNATIVE**

Lo scavo delle gallerie con tecniche tradizionali si avvale di potenti macchine operatrici che hanno minimizzato l'incidenza del lavoro umano e, più radicalmente, di quello manuale, e centuplicato la produttività.

Il progresso tecnico e tecnologico non investe in maniera generalizzata tutta l'ingegneria degli scavi tanto che sono ancora presenti alcune fasi di lavoro che impongono la presenza di lavoratori a ridosso del fronte appena scavato.

D'altra parte, la tutela della sicurezza dei lavoratori impone che si orientino con urgenza risorse ed energie per individuare soluzioni tecniche, eventualmente già disponibili nel mercato, che rendano possibile la sostituzione di quote di lavoro manuale con soluzioni meccanizzate e/o robotizzate.

In sede di progetto deve essere valutata attentamente l'adottabilità delle più recenti soluzioni tecniche disponibili, prediligendo quelle a minore intensità di lavoro manuale ed in grado di tutelare, al massimo livello desumibile dai più avanzati risultati della ricerca tecnologica e gestionale, i lavoratori esposti al pericolo di impatto conseguente a caduta di gravi.

## **6. RUOLO DELLA PROGETTAZIONE RIGUARDO AGLI ASPETTI CONNESSI ALLA SICUREZZA DEI LAVORATORI**

Una delle finalità principali del progetto di una galleria è quella di definire, con grande dettaglio, le modalità di realizzazione dello scavo. Per garantire la regolarità e la continuità del processo costruttivo, secondo le previsioni tecnico-economiche, il progetto definisce le caratteristiche geomeccaniche e geostrutturali del mezzo da attraversare, gli interventi, le azioni e le indagini da sviluppare in corso d'opera per assicurare la stabilità "a livello di grande scala" della geometria dello scavo.

Storicamente, per contro, la progettazione non si cura in genere, se non marginalmente, delle attività che in cantiere devono essere rivolte a garantire il contenimento di processi di instabilità locale e/o di "piccola scala". Tali processi hanno grande rilevanza per la sicurezza delle maestranze e del personale coinvolti nella realizzazione dell'opera e la selezione delle attività da porre in essere per contenerli è solitamente demandata all'azienda costruttrice che, in sede operativa, spesso affida ai preposti la scelta degli interventi rivolti al contenimento dei processi di instabilità.

In un approccio che invece rispetti il dettato normativo il progettista in costante collaborazione con il Coordinatore per la Sicurezza in fase di Progettazione dell'opera, deve, invece, considerare e trattare non solo gli aspetti riguardanti:

- la stabilità globale della galleria in fase di scavo, rivolta a garantire il costante rispetto delle geometrie di progetto (dimensioni e forma della sezione), la stabilità, la durabilità e le prestazioni dell'opera in fase di esercizio;

ma anche:

- la stabilità locale o puntuale, che riguarda porzioni limitate delle superfici di scavo, rivolta a garantire la tutela della sicurezza del lavoro.

Con riferimento alle gallerie realizzate con il metodo a piena sezione e con tecniche tradizionali, gli aspetti progettuali relativi alla stabilità globale del cavo (stabilita su grande scala) si fondano sulla zonizzazione del mezzo da attraversare (ammasso roccioso o terreno) ricorrendo a indici di classifica basati su parametri geomeccanici. Per ciascuna delle zone, ritenute omogenee sotto il profilo geomeccanico, si determina la tipologia degli interventi di prima fase rivolti a contenere il livello delle deformazioni.

Tali interventi possono essere ricondotti nella maggior parte dei casi, alla:

- realizzazione del consolidamento del fronte tramite infilaggi di tubi in vetroresina, coronelle, jet grouting, ecc.;
- esecuzione dello scavo di ribasso al piede del fronte per alloggiare il puntone e per l'installazione dello stesso;
- posa in opera della centina tramite le seguenti attività:
  - ❖ suo sollevamento fino ad una posizione prossima alla verticale
  - ❖ parziale suo incatenamento alla centina precedente
  - ❖ controllo della giacitura del piano virtuale che la contiene rispetto all'asse della galleria
  - ❖ suo definitivo incatenamento
- posa in opera, tra centine adiacenti, delle reti elettrosaldate;
- posa in opera dello spritz-beton sulla superficie del fronte e lungo il perimetro della porzione scavata (eventualmente additivato di microfibre in alternativa alle reti elettrosaldate).

La sicurezza del lavoro nelle fasi di scavo per conseguire l'avanzamento o per la realizzazione di strutture accessorie ("nicchioni", "bypass", ecc.), dipende dalla stabilità puntuale o locale del fronte.

A titolo di esempio, nelle sezioni più gravose è prevista la posa in opera del puntone fra i "piedi" della centina. Il puntone ha forma semi ellittica (in altri termini si tratta di un arco rovescio di prima fase). Frequentemente il puntone è alloggiato alla base del fronte, in uno scavo che assume la forma di una trincea a pareti pressoché verticali e profondità variabile conformemente alla geometria del puntone. Il valore massimo dell'altezza di scavo si attinge nella parte centrale e può raggiungere i 2 – 3 m. La larghezza è legata al passo delle centine, che in particolari contesti geotecnici (terreni incoerenti, spingenti e, conseguentemente, instabili sia alla piccola scala che alla grande scala) si aggira attorno al metro. Nella trincea le maestranze entrano ed escono tramite una scala a pioli; l'operazione del collegamento del puntone alla centina è completamente manuale e di lunga durata. Qualora si dovessero registrare segnali di instabilità incipiente, anche di limitata entità, la fuga degli operatori in trincea risulta difficoltosa.

Ne consegue che il progetto e la sua esecuzione devono considerare ed analizzare in dettaglio le potenziali instabilità locali a ridosso dell'avanzamento appena realizzato in relazione all'intervento o all'azione elementare che devono svolgere gli operatori.

Pertanto il progetto deve definire l'organizzazione dettagliata per ciascuna delle operazioni elementari o per ciascun intervento che occorre eseguire per stabilizzare il fronte



tempestivamente (rivestimento di prima fase) nonché i mezzi e le procedure. Tale definizione non può prescindere dall'effettiva modalità di esecuzione del lavoro, che deve trovare la sua esplicitazione nel PSC, anche con l'indicazione della tipologia di attività manuale e dell'entità di risorse umane per portare a compimento l'opera in condizioni di sicurezza (punto 2.1.3 dell'allegato XV del D.Lgs. 81/08).

In fase di dimensionamento degli interventi di consolidamento o di rivestimento di prima fase si deve considerare che la loro realizzazione, in alcuni casi (ad esempio quello rappresentato nei capoversi precedenti), impone la presenza di maestranze a ridosso del fronte ovvero in una zona decisamente critica rispetto al rischio di caduta di gravi. Pertanto il progetto, nel definire i parametri caratteristici (ad esempio distanza tra fronte e centina) necessari per garantire la stabilità su grande scala dell'opera, deve considerare anche il rischio di instabilità puntuale che si traduce in una locale caduta di gravi.

Per le operazioni che impongono la presenza di operatori a ridotta distanza dal fronte, il progetto, in condivisione con il PSC, deve affrontare gli aspetti tecnologici e deve definire, in dettaglio, le macchine e le attrezzature specifiche per l'azione che devono esercitare e le modalità operative da porre in essere a tutela dell'incolumità degli operai durante la preparazione e la realizzazione dell'intervento.

L'area produttiva (area a ridosso del fronte) deve essere caratterizzata con una mappa di rischio costruita esaminando, con il massimo dettaglio, lo svolgimento temporale delle attività di produzione (ad esempio posa in opera della centina) e considerando la possibilità che, nei diversi spazi operativi, durante lo svolgimento del ciclo di lavoro, si concretizzino agenti materiali di infortunio.

Qualsiasi soluzione progettuale deve discendere dalla valutazione dei rischi associati a ciascuna delle diverse opzioni prese in considerazione. La soluzione deve comprendere le misure atte ad annullare i rischi di infortunio correlati.

A seguire si riportano alcuni esempi:

- negli ultimi anni molte gallerie hanno sezioni più ampie rispetto a quelle del passato, e per la loro realizzazione si ricorre al metodo di scavo a piena sezione. Tale metodo, che riduce alcuni rischi di infortunio non considerati in questa Linea Guida, espone gli operatori al fronte al rischio di incidenti connesso alla caduta di gravi o collassi. Pertanto si ritiene che la scelta progettuale del metodo di scavo, a piena sezione o a sezione parzializzata, debba essere attentamente valutata e motivata in relazione a tale rischio di infortunio;
- per assicurare la stabilità del cavo su ampia scala, i progetti impongono, in funzione del contesto geotecnico, una configurazione concava del fronte. Questa soluzione deve essere generalizzata a tutti i casi in cui è indispensabile la presenza di operai a ridosso del fronte. Tale geometria del fronte di scavo coopera alla riduzione del rischio di infortunio da caduta di gravi che è tanto più elevato quanto più è ampia, piana e subverticale la superficie sotto cui si opera;
- il rivestimento di prima fase si traduce generalmente nel montaggio e nella posa in opera delle centine. La posa in opera delle centine è caratterizzata da un'intensa attività a carattere manuale e le procedure di controllo sono artigianali. Spesso queste operazioni si concretizzano a distanze molto ridotte al fronte o a ridosso di questo.

L'adozione di soluzioni che prevedano la meccanizzazione del montaggio della centina porta ad eliminare questo rischio.

Per limitare l'entità delle convergenze, si può ricorrere, in alternativa all'impiego delle centine, ad altre soluzioni quali, ad esempio, i consolidamenti radiali.

Le soluzioni individuate in fase di progetto devono essere integrate ed ottimizzate in fase di esecuzione sulla base delle osservazioni di cantiere.

Vanno quindi esplicitate nel progetto l'organizzazione, le responsabilità e le procedure atte ad assicurare la pronta modifica delle scelte progettuali e/o delle modalità esecutive in relazione a quanto emerge durante l'esecuzione dell'opera.

Riepilogando:

### **Stabilità globale e puntuale**

il progettista della galleria si deve fare carico degli aspetti relativi ai problemi di stabilità globale e puntuale nelle modalità sopra descritte.

Negli appalti assegnati per la sola esecuzione dell'opera, in cui il progettista è una figura che non è più presente in sede realizzativa, gli aspetti conseguenti all'applicazione della Linea Guida devono essere assunti dalla Direzione Lavori che sostituisce il progettista.

Nel caso di appalti integrati, gli aspetti conseguenti all'applicazione della Linea Guida sono posti in carico al progettista, figura presente nel corso dell'esecuzione dell'appalto.

### **Pre-spritz**

Nel caso di fermata dell'avanzamento il calcolo dello spessore di pre-spritz in grado di resistere alla spinta di porzioni instabili della superficie appena scavata (tampone) deve essere effettuato dal progettista. Il calcolo deve valutare il tempo massimo di efficacia rispetto al contenimento di masse instabili.

Ad ogni sfondo lo spessore di pre-spritz da apporre deve essere calcolato dall'impresa esecutrice e deve essere indicato nel P.O.S. In questo caso il pre-spritz svolge la funzione di protezione del fronte dall'umidità dell'aria, contrasta il decadimento delle caratteristiche geomeccaniche causato dall'assorbimento dell'acqua e svolge la funzione di trattenuta di materiale minuto.

### **Disgaggio**

Il progetto deve indicare per ogni tipologia di formazione geologica attraversata le modalità di disgaggio, specificando procedure, attrezzature e parametri tecnici e conseguenti metodi ed attrezzature idonei ad impedire il rilascio di gravi.

Il PSC deve recepire e declinare tutte le prescrizioni operative stabilite nel progetto.

## **7. TECNICO COMPETENTE PREPOSTO AL FRONTE**

Il Tecnico competente preposto al fronte, persona appartenente alla società che esegue lo scavo della galleria, è un esperto in possesso delle più recenti conoscenze tecnico – scientifiche applicabili alla valutazione dei rischi puntuali al fronte.

L'analisi del Tecnico competente preposto al fronte, effettuata sulle base delle scelte del progettista, deve considerare le caratteristiche dell'ammasso in ciascuna fase di scavo ed il suo comportamento geomeccanico, la tecnica di scavo ed il metodo, il tipo di macchine operatrici utilizzate, l'entità dello sfondo e la velocità di avanzamento, nonché il tipo di intervento di prima fase e le sue modalità di realizzazione, le caratteristiche del rivestimento definitivo e la sua distanza lineare e temporale dal fronte.

Preventivamente, ogni fase di lavoro che impone la presenza di personale a ridosso del fronte deve essere analizzata dal Tecnico competente preposto al fronte, per individuare le azioni più efficaci per ridurre il rischio di investimento del personale da gravi e, più in generale, da processi di instabilità locale.

Nei lavori al fronte, i pericoli prevedibili, potenziali ed esistenti, anche nelle singole operazioni, devono essere preventivamente e tempestivamente identificati, valutati, corretti e neutralizzati dal Tecnico competente preposto al fronte prima, durante ed al termine di ogni avanzamento del fronte.

I rischi di infortunio, delle persone che operano in prossimità del fronte in avanzamento, possono essere conseguenti a:

- distacchi, crolli, frane di rocce o di terreni provocati da fenomeni o processi di instabilità geomeccanica, dalle dimensioni e geometrie di scavo, dalle tecniche di abbattimento, dalle soluzioni adottate per il rivestimento di prima fase;
- interventi di stabilizzazione;
- messa in opera di centine, bulloni, chiodature, ecc.;
- macchine e mezzi che operano al fronte.

In particolare il Tecnico competente preposto al fronte:

- ispeziona l'area di lavoro e controlla la stabilità del fronte e delle pareti ad esso contigue;
- controlla tutte le attrezzature e le macchine necessarie alle operazioni al fronte prima del loro utilizzo;
- controlla lo stato del priverivestimento;
- esegue l'esame sullo stato del fronte prima del disaggio;
- dirige l'operazione di disaggio;
- deve essere informato sulla esecuzione dei rilievi geologico – strutturali del fronte, sulle misure di convergenza, sulle estrusioni e sulle risultanze di detti rilievi e misure;
- deve essere in grado di valutare le variazioni delle caratteristiche geostrutturali e delle condizioni del fronte nel suo progredire.

Il Tecnico competente preposto al fronte all'inizio del turno esegue le ispezioni, i controlli e gli esami sopra indicati ed annota le osservazioni, le valutazioni e gli interventi di sicurezza fatti effettuare su un modulo predisposto dalla Direzione di cantiere (vedi allegati A e B), modulo che contiene gli elementi da valutare per autorizzare l'accesso alla zona rischiosa e che permette di verificare il rispetto delle procedure stabilite per l'esecuzione delle fasi pericolose (scavo, sagomatura fronte, disaggio, smarino, pre-spritz e suo spessore, priverivestimento e suo spessore, ecc.).

Nel modulo il Tecnico competente preposto al fronte annota, sottoscrivendola, l'autorizzazione o il divieto di eseguire le lavorazioni ovvero le misure di sicurezza ulteriori che ha fatto applicare.

Al termine del proprio turno consegna il modulo compilato al Tecnico competente preposto al fronte montante in modo che quest'ultimo sia informato della situazione pregressa.

Dopo l'effettuazione degli interventi sopra descritti, per conseguire la riduzione o l'annullamento del rischio residuo, il Tecnico competente preposto al fronte deve operare:

- a) garantendo le condizioni per un'agile e rapida fuga dalla zona soggetta ad impatto. Pertanto il piano di calpestio deve essere mantenuto sgombero da ogni elemento od ostacolo che impedisca il rapido allontanamento del personale e devono essere evitate tutte quelle lavorazioni che impediscano o rallentino la fuga dalla zona soggetta a caduta di gravi quando le stesse costituiscano ostacolo per altri lavoratori posti in posizione più avanzata;
- b) vietando lo svolgimento contemporaneo di più azioni elementari al fronte (disgaggio, smarino, perforazione, caricamento, abbattimento meccanico, ecc.);
- c) riducendo i lavoratori al numero strettamente indispensabile per lo svolgimento della singola azione elementare;
- d) limitando il tempo di permanenza degli operatori in prossimità del fronte.

L'applicazione delle voci:

- a) e b) permette di evitare l'infortunio garantendo una fuga agile, lineare e senza ostacoli;
- a), b), e c) permette di limitare allo stretto indispensabile gli scenari che devono essere tenuti sotto stretto controllo dall'operatore al fronte;
- b), c) e d) permette di prevenire l'infortunio in quanto l'attenzione dell'operatore resta limitata al lavoro che sta eseguendo ed alle pareti da cui potrebbe avere origine il distacco di gravi e riduce il numero degli esposti.

Qualora le condizioni in essere superino la sua capacità di valutazione il Tecnico competente preposto al fronte sospende le lavorazioni e fa riferimento alla Direzione di cantiere / Progettista i quali intervengono per l'adozione dei provvedimenti necessari alla ripresa dei lavori in sicurezza.

## 8. DISGAGGIO

Il disgaggio è un'operazione che riveste notevole importanza nel sistema di interventi rivolti a garantire la sicurezza dei lavoratori operanti a ridosso del fronte, poiché serve a neutralizzare le condizioni di instabilità locale o puntuale, non considerate nel progetto statico della galleria.

Gli aspetti inerenti l'efficacia dell'azione di disgaggio interessano sia le gallerie di grande diametro che quelle a sezione medio - piccola.

L'azione di disgaggio è rivolta a conseguire due differenti obiettivi:

- sicurezza. L'azione è mirata a rimuovere i frammenti e le porzioni di terreno o roccia pericolanti che potrebbero cadere o franare ed investire uomini e macchine operatrici. In altri termini, il disgaggio elimina condizioni di instabilità "puntuale";

- produzione. L'intervento è teso ad aumentare il quantitativo di materiale asportabile dal fronte in avanzamento, indebolito dalle azioni di abbattimento meccanico o con la detonazione di cariche esplosive.

Le due azioni devono essere condotte con approcci specifici per ciascuna delle due finalità.

In questa Linea Guida si fa riferimento al disgaggio di sicurezza. Questo deve essere obbligatoriamente eseguito prima di ogni altra operazione prossima alla superficie di contorno della cavità ottenuta con l'avanzamento del fronte (superficie di scavo) e deve essere condotto sulla base dei risultati dell'esame accurato della superficie da "bonificare" (fronte e pareti dello scavo).

## **8.1 ESAME DELLE CONDIZIONI DEL FRONTE**

L'esame delle condizioni del fronte e della corona appena scavata deve essere eseguito dal Tecnico competente preposto al fronte.

Nelle gallerie con un ampio "diametro equivalente" (nel caso delle gallerie autostradali si superano in corrispondenza della chiave di volta i 12 m) la valutazione "da terra" delle condizioni di instabilità puntuale non può raggiungere la stessa efficacia che si avrebbe operando in quota in posizione ravvicinata a quanto da esaminare. Per questa ragione l'esame deve essere effettuato dal Tecnico competente preposto al fronte portandosi in quota mediante una piattaforma di lavoro elevabile in modo tale che possa esaminare a distanza ravvicinata le pareti da disgiungere ed, eventualmente, possa eseguire saggi delle condizioni di stabilità delle superfici "fresche" di scavo, battendo le pareti in esame.

Il Tecnico competente preposto al fronte deve successivamente guidare l'operatore durante tutta l'azione del disgaggio indicando le porzioni di superficie che devono essere sottoposte all'intervento di bonifica e l'intensità dell'intervento stesso.

## **8.2 MODALITÀ DI ESECUZIONE DELL'OPERA DI DISGAGGIO**

Il disgaggio deve essere sempre un'operazione accurata ma non invasiva, deve determinare la rimozione di tutte le porzioni di roccia o di terreno potenzialmente instabili o pericolanti presenti sul fronte e sul contorno del tratto di galleria ottenuto con l'avanzamento del fronte.

Se il disgaggio è mal eseguito o condotto con attrezzatura impropria può portare, rispettivamente, a trascurare porzioni instabili oppure ad estendere i processi di instabilità.

Si possono considerare due condizioni limite:

- superfici di scavo ottenute con la tecnica della perforazione e sparo o con martello demolitore in massicci rocciosi caratterizzati da elevata resistenza;
- superfici di scavo ottenute con macchina operatrice munita di benna rovescia dentata o di ripper in formazioni caratterizzate da bassi valori dei parametri di resistenza.

## 8.2.1 Disgaggio in ammassi rocciosi con elevata resistenza

Il disgaggio è rivolto a rimuovere frammenti o cunei rocciosi instabili, individuati con l'esame preliminare, isolati da giunti naturali e dalla fratturazione indotta dall'energia conferita dalla tecnica di scavo (esplosivo o demolitore).

Nel caso degli ammassi rocciosi, la rimozione dei frammenti o cunei rocciosi non deve produrre ulteriore fratturazione e frantumazione della roccia e, conseguentemente, non deve generare nuove situazioni di instabilità.

Per contro, sia nel caso di avanzamenti con perforazione e sparo sia nei casi di avanzamenti con demolitore è generalizzato il disgaggio ricorrendo allo stesso martello demolitore utilizzato per l'avanzamento. Tale pratica presenta l'inconveniente che la maggior parte dell'energia è trasferita a porzioni di roccia sana, fratturandole e rendendole instabili (propagazione dell'instabilità).

Numerose ricerche scientifiche hanno sottolineato i rischi connessi all'ampliamento ed alla propagazione dello stato di fratturazione che sono indotti da martelli demolitori, utilizzati impropriamente come "disgaggiatori". Tali ricerche convergono nel suggerire, in alternativa, soluzioni manuali o meccanizzate. Queste ultime, però, devono essere meno invasive di quelle esercitate dal martello demolitore e riconducibili all'azione che esercita il palanco incuneato nelle discontinuità che isola la porzione rocciosa potenzialmente instabile. L'azione del palanco è una sollecitazione statica, associata ad una rotazione, assai contenuta, della barra d'acciaio (leva) che provoca l'estrazione della porzione rocciosa.

In pratica, anche nei cantieri ad intensa meccanizzazione, il disgaggio deve essere eseguito con macchine in grado di riprodurre le azioni manuali eseguite con i palanchi oppure con macchine in grado di esercitare azioni dinamiche (colpi), a basso contenuto energetico, sulle porzioni instabili. Pertanto il disgaggio deve essere effettuato con macchine disgaggiatrici, che sono espressamente progettate per questa funzione, dotate di un braccio articolato che consente rotazioni sul piano orizzontale e su quello verticale e di un utensile in grado di scalzare agevolmente i cunei pericolanti. Si tratta di macchine da anni presenti nel panorama internazionale ma mai, fino ad ora, impiegate in Italia.

Tutta l'operazione deve essere effettuata sotto la supervisione del Tecnico competente preposto al fronte.

Nelle gallerie di medio – piccola dimensione, indicativamente con diametro non superiore a 6 m il disgaggio manuale resta il metodo principe di messa in sicurezza, in quanto permette di visionare in modo approfondito tutte le zone del fronte e di apprezzare i singoli elementi di instabilità, intervenendo di conseguenza nel modo più efficace.

Il P.O.S. deve contenere l'indicazione sulla modalità di esecuzione del disgaggio e sul tipo di macchina da impiegare.

## 8.2.2 Disgaggio in formazioni con bassi valori dei parametri di resistenza od eterogenee

L'azione di disgaggio è mirata alla rimozione di porzioni di terreno instabili.

Nel caso di formazioni caratterizzate da bassi valori dei parametri di resistenza l'avanzamento del fronte si ottiene con escavatore, munito di benna rovescia dentata o di ripper, talora integrati da martello demolitore. Le due fasi di avanzamento del fronte e di disgaggio tendono a non avere soluzione di continuità. Solitamente gli escavatori e gli utensili sono utilizzati per le due diverse fasi (produzione e disgaggio). Nei cantieri dove l'avanzamento con escavatore deve essere integrato da interventi con martello demolitore (per l'abbattimento di trovanti lapidei), spesso il disgaggio è eseguito impropriamente con la punta del demolitore utilizzata come un "ripper" ad un dente. Ma, come è noto, la punta del demolitore sottoposta ad azioni di taglio (sollecitazioni tangenziali) tende a rompersi. Inoltre, poiché il demolitore è una macchina pesante, dotata di movimenti molto limitati e rigidi, è improprio utilizzarlo in luogo di macchine/utensili più adatti a svolgere correttamente e compiutamente la rimozione di frammenti rocciosi e/o di porzioni di terreno pericolanti.

In queste formazioni, la stabilizzazione nei confronti di porzioni disarticolabili di terreno/roccia deve essere affidata a:

- un accurato saggio del fronte (sotto la supervisione del Tecnico competente preposto al fronte) mediante la benna/ripper rivolta a saggiare la presenza di porzioni potenzialmente instabili;
- la realizzazione di un'opportuna forma concava del fronte, con freccia quanto più possibile ampia;
- l'applicazione di uno spessore di spritz beton (pre-spritz) calcolato per resistere alla spinta di porzioni instabili della superficie appena scavata (contenimento delle instabilità locali).

In sintesi:

- a) nello scavo di ammassi in formazioni caratterizzate da bassi valori dei parametri di resistenza il disgaggio può essere ottenuto con escavatore munito di benna rovescia dentata o di ripper (unghione).

Il P.O.S. deve contenere l'indicazione sulla modalità di esecuzione del disgaggio;

- b) nello scavo di ammassi eterogenei in termini di resistenza alla frantumazione o escavazione (esempio: formazioni strutturalmente complesse, il "Caotico", le "Bimrocks", la formazione dei "Galestri e Palombini", ammassi con trovanti lapidei in matrice argillitica) si devono prevedere modalità e attrezzature adeguate per effettuare il disgaggio utilizzando le soluzioni martello disgaggiatore, benna rovescia dentata o ripper secondo necessità.

Il P.O.S. deve contenere l'indicazione sulla modalità di esecuzione del disgaggio.

## **9. STRUTTURE DI PROTEZIONE CONTRO LA CADUTA DI GRAVI NELLE PIATTAFORME DI LAVORO ELEVABILI**

Le macchine che operano a ridosso del fronte sono dotate di sistemi di protezione dell'operatore in cabina (protezione FOPS, protezione FGPS), così come previsto dalle normative di settore. Le piattaforme mobili installate sui sollevatori telescopici, sono progettate per l'impiego nel settore industriale o agricolo ove non è prevista la suddetta protezione e quindi sono sprovviste della protezione dell'operatore pur operando in sotterraneo in prossimità del fronte di scavo.

Il rischio di caduta di oggetti dall'alto è stato preso in considerazione, in sede di normazione europea, per le piattaforme di lavoro elevabili montate su perforatrici mobili per lavori di ingegneria civile e geotecnica e per l'industria mineraria se impiegate in sotterraneo (UNI EN 16228 - 2) e la norma ne prevede l'installazione qualora la macchina sia destinata ad operare in una zona in cui sussista il rischio di caduta di oggetti.

Questo capitolo riguarda le piattaforme elevabili che devono essere utilizzate per lavori in quota a ridosso di fronti appena scavati, ossia di superfici (fronti e contorni perimetrali realizzati all'avanzamento) che potrebbero essere interessate dal distacco gravitativo di clasti o di masse terrigene.

I lavori in quota generalmente si eseguono, dopo la realizzazione del disaggio e del pre-spritz, con maestranze a bordo di piattaforme elevabili. Tali lavori sono, ad esempio: la posa in opera di reti elettrosaldate, la congiunzione delle centine con le cosiddette catene, l'esecuzione di elementi strutturali di consolidamento (es. bullonatura ed infilaggi), il caricamento dei fori da mina.

L'esecuzione di un accurato disaggio e del pre-spritz non esonera dal dovere di garantire la rispondenza delle piattaforme elevabili che operano a ridosso del fronte all'esigenza di tutelare i lavoratori che operano a bordo delle stesse, rispetto agli effetti associati all'impatto di gravi che si distaccano dalle superfici di scavo. A seguire si riportano le caratteristiche minime di sicurezza delle piattaforme elevabili e delle strutture di protezione di cui le stesse devono essere dotate.

### **9.1 PRINCIPI GENERALI**

La struttura di protezione a corredo della piattaforma di lavoro elevabile:

- non ha una resistenza meccanica maggiore di quella della piattaforma stessa;
- non è fonte di rischi aggiuntivi quali il ribaltamento del mezzo;
- ha dimensioni e geometria tali da raggiungere un equilibrio tra le esigenze di protezione da caduta gravi, quelle di operatività e quelle di lavorare in sicurezza.

### **9.2 REQUISITI PRESTAZIONALI**

Le piattaforme di lavoro mobili elevabili sono disciplinate dalla norma UNI EN 280.

Le macchine per perforazioni e fondazioni sono disciplinate dal gruppo di norme UNI EN 16228. Le perforatrici mobili per lavori di ingegneria civile e geotecnica e per l'industria



mineraria ed estrattiva sono disciplinate dalla norma UNI EN 16228-2. Se queste sono dotate di piattaforma di lavoro montato su braccio, destinata all'uso in una zona in cui sussista il rischio di caduta di oggetti, la piattaforma deve essere dotata di una struttura FOPS opportunamente progettata (punto 5.2 della norma UNI EN 16228-2). La norma richiede almeno il rispetto del livello I della norma UNI EN ISO 3449.

Le piattaforme elevabili utilizzate per lavori in quota a ridosso di fronti appena scavati sono soggette allo stesso rischio di investimento da caduta gravi delle piattaforme delle macchine perforatrici sopra citate. Conseguentemente si ritiene che debba essere utilizzata, come riferimento tecnico la norma UNI EN ISO 3449.

Si ritiene adeguata una struttura di protezione progettata e realizzata in modo tale da garantire i requisiti di prestazione del livello I, che sia cioè in grado di assorbire un'energia pari a 1385 J, secondo il grafico della norma citata. Il requisito della FOPS deve essere garantito, in fase di progettazione, in relazione sia alla resistenza meccanica della sola struttura di protezione (con piattaforma a terra) sia al sistema costituito da piattaforma e braccio meccanico, in una posizione in cui l'energia dell'oggetto che cade sia assorbita dall'intera macchina nella configurazione più sfavorevole (massimo sbraccio e massima portata).

### **9.3 REQUISITI DIMENSIONALI E MORFOLOGICI**

La probabilità che la piattaforma sia investita da gravi si riduce minimizzando l'estensione in pianta della stessa. D'altra parte la piattaforma deve essere in grado di ospitare comodamente uno o due operatori. Questi devono eseguire movimenti ed azioni in sicurezza e pertanto è richiesta una superficie adeguatamente estesa.

La protezione della piattaforma non deve impedire lavorazioni sulla volta della galleria al di sopra della protezione stessa.

La morfologia della piattaforma e della sua protezione deve permettere anche l'accostamento al profilo curvilineo della volta della galleria, in modo tale da potere eseguire il lavoro evitando che le maestranze pongano in essere comportamenti a rischio. Tale obiettivo si può ottenere ad esempio attraverso opportune rastremature degli spigoli del tetto di protezione e della navicella.

In considerazione di quanto esposto ed in assenza di norme specifiche, si ritiene adeguato l'impiego, nei lavori al fronte della galleria in costruzione, di piattaforme aventi i seguenti limiti dimensionali:

- larghezza massima della piattaforma 1800 mm;
- profondità massima della piattaforma 1000 mm;
- rapporto tra superficie protetta minima e superficie in pianta della piattaforma  $\geq 0,60$ ;
- altezza utile all'interno della piattaforma 1930 mm (1880 mm + 50 mm per il casco)<sup>1</sup>, valore da garantire anche dopo urti di livello I (l'altezza utile deve quindi coincidere con quella del volume limite DLV).

Le navicelle non devono avere la possibilità di estendere la superficie in pianta.

---

<sup>1</sup> Raccomandazione emessa dal Comitato degli Organismi Notificati direttiva 89/392/EEC del 25/10/2006 rif. CNB/M/12.010 revisione 02 con struttura di protezione senza deformazione

## **10. SICUREZZA DEI LAVORATORI IMPEGNATI AL FRONTE**

L'obiettivo di garantire le migliori condizioni di sicurezza per quanti devono operare in prossimità del fronte si ottiene mediante la presenza continuativa del Tecnico competente preposto al fronte ed in particolare:

- assicurando la presenza al fronte di operatori nel numero strettamente necessario fatte salve le proprie competenze;
- verificando il rispetto delle procedure stabilite e delle eventuali modifiche adottate dal Tecnico competente preposto stesso per l'esecuzione delle fasi pericolose (scavo, sagomatura fronte, disaggio, smarino, pre-spritz, pre-rivestimento, ecc.);
- utilizzando attrezzature idonee alle lavorazioni in atto;
- mantenendo in buone condizioni di manutenzione le attrezzature;
- rispettando le procedure di accesso in zona pericolosa al fronte;
- valutando le condizioni del fronte ed autorizzando formalmente il passaggio ad una fase successiva al compimento della fase precedente.

### **10.1 Disposizioni del Tecnico competente preposto per l'accesso al fronte**

L'accesso al fronte deve avvenire rispettando le seguenti disposizioni:

- su autorizzazione del Tecnico competente preposto al fronte stesso;
- vietando la presenza di maestranze fino al completamento del disaggio e dell'applicazione del pre-spritz;
- in caso di interruzione dei lavori non deve mai essere lasciata accessibile una zona con rischi di caduta materiali dal fronte o dai paramenti;
- qualora il Tecnico competente preposto al fronte non ritenga di poter autorizzare l'accesso o di poter far proseguire i lavori in zona pericolosa, deve allontanare il personale, porre uno sbarramento e un avviso, e darne immediata comunicazione alla Direzione di cantiere.

### **10.2 SEGNALETICA**

Durante le fasi di scavo, di disaggio e di pre-spritz, in galleria, in prossimità del fronte e in posizione di sicurezza, deve essere apposta una transenna provvista di segnaletica indicante il divieto di accesso ai non autorizzati.

Su indicazione del Tecnico competente preposto al fronte verrà rimossa la transenna con il cartello di divieto di accesso una volta terminata la realizzazione del pre-spritz ed accertato che vi sono condizioni di sicurezza.

## **11 MODALITÀ DI COMUNICAZIONE AL FRONTE DI AVANZAMENTO TRA IL TECNICO COMPETENTE PREPOSTO AL FRONTE E GLI ADDETTI ALLE MACCHINE OPERATRICI**

Il Tecnico competente preposto al fronte e l'operatore della macchina (escavatore, pala gommata, disgiatore, perforatrice) che opera a ridosso del fronte devono tra loro

comunicare con un sistema ricetrasmittente. La ricetrasmittente a disposizione dell'operatore macchina deve essere dotata del dispositivo che non richiede azioni manuali per il passaggio da ricezione a trasmissione e viceversa.

Le ricetrasmittenti devono essere idonee all'impiego in galleria in relazione al livello di rumore presente ed all'indice di classifica assegnato per quanto riguarda il rischio grisù (possibilità di formazione di un'atmosfera potenzialmente esplosiva).

## **12 INFORMAZIONE E FORMAZIONE DEL PERSONALE**

I rischi e le associate misure di protezione adottate devono essere comunicati agli operatori coinvolti nei lavori a ridosso del fronte con una specifica e formale riunione in cui viene curata l'informazione e la formazione.

**Allegato A:** Indicazioni per la predisposizione del modulo di verifica delle condizioni di sicurezza al fronte.

**Allegato B:** Modulo di verifica utilizzato durante la realizzazione delle gallerie della Variante Autostradale di Valico A1.

## Allegato A

La complessità e l'estrema variabilità delle condizioni geologiche, geomeccaniche, idrauliche, procedurali e tecnologiche, potenzialmente presenti durante la realizzazione delle gallerie naturali scavate con tecnica tradizionale, sono ostative alla predisposizione di una standardizzazione dei rapporti da redigere per descrivere le condizioni al fronte di: stabilità – instabilità puntuale di rocce e terreni; conformità dell'esecuzione di ciascuna fase operativa rispetto al progetto esecutivo; condizioni di sicurezza – insicurezza derivanti dalle modalità degli interventi di prima fase (spessore e aderenza dello spritz beton, distanza tra le centine, ecc.); condizioni di sicurezza delle macchine in uso all'inizio di ogni fase, ecc.

La Linea Guida prevede, difatti, che il modulo di verifica delle condizioni al fronte sia predisposto dalla Direzione di cantiere, con riferimento alle indicazioni di progetto ed all'organizzazione del cantiere (sequenze operative, fasi di lavorazione, ecc.).

Nella predisposizione del modulo di verifica delle condizioni al fronte è opportuno che si tenga conto dei seguenti riferimenti bibliografici:

- U.S. Department of the Interior – Bureau of Reclamation. Reclamation Safety and Health Standards. July 2014;
- Occupational Safety and Health Administration (OSHA) - U.S. Department of Labor. Underground Construction (Tunneling). OSHA 3115-06R 2003;
- Safe Work Australia – Australian Government Statutory Agency. Guide for Tunneling Work. November 2013

## Allegato B

Nel corso della realizzazione della Variante Autostradale di Valico A1 è stato utilizzato un modulo di verifica delle condizioni di sicurezza al fronte.

Il modulo di seguito riportato è quello utilizzato in tali lavori. Detto modulo ha costituito un primo esempio applicativo di formalizzazione dei controlli eseguiti al fronte.

Il modulo aveva una sua forza espressiva nel fatto che al termine di una fase di lavoro il Tecnico competente preposto al fronte, per autorizzare la successiva, doveva eseguire alcune verifiche e sottoscrivere la parte di modulo di colore verde. Qualora le verifiche avessero avuto esito negativo sospendeva l'attività sottoscrivendo la relativa porzione di modulo di colore rosso.

Pur essendo superato nell'articolazione prevista dalla presente Linea Guida il modulo utilizzato nei lavori della Variante aveva un'incisiva forma grafica che è bene venga mantenuta.

Nella realizzazione del modulo di verifica delle condizioni di sicurezza al fronte è importante che la Direzione di cantiere conservi questa incisiva forma grafica.

MODULO DI VERIFICA DELLE CONDIZIONI DI SICUREZZA AL FRONTE NEI LAVORI VAV

Preposto al fronte	Data	Canna		Turno	Campo	Progressiva
<i>Nome e cognome in stampatello</i>		Canna Nord		N°	N°	..... + .....
		Canna Sud				
COMPILARE AL TERMINE DELLA LAVORAZIONE	<b>SCAVO DI AVANZAMENTO</b>					
	<b>VERIFICHE DA ESEGUIRE</b>	<b>ESITO</b>			<b>Dettagli:</b>	- Non rilevante (N.R.) - Scrivere l'azione correttiva intrapresa
	Il fronte è stato ultimato a forma concava?	Sì		No		
	Il fronte e il contorno sono stabili?	Sì		No		
	Sono presenti zone scadenti?	Sì		No		
	Sono presenti fratture/discontinuità?	Sì		No		
	A fronte delle verifiche svolte, il fronte ed il contorno sono da ritenersi sicuri?	Sì		<b>Autorizzare l'accesso al fronte!</b>		
	<i>Note:</i>	No		<b>Prendere il comando dei lavori al fronte e agire come segue:</b>		
			Non autorizzare l'accesso Allontanare tutto il personale presente al fronte Sbarrare il fronte Avvertire il Direttore di Cantiere			
COMPILARE AL TERMINE DELLA LAVORAZIONE	<b>DISGAGGIO</b>					
	<b>VERIFICHE DA ESEGUIRE (da terra ed in quota)</b>	<b>ESITO</b>			<b>Dettagli:</b>	- Non rilevante (N.R.) - Scrivere l'azione correttiva intrapresa
	Sono presenti blocchi a rischio di distacco?	Sì		No		
	Sono presenti segni d'instabilità locale?	Sì		No		
	A fronte delle verifiche svolte, il fronte ed il contorno sono da ritenersi sicuri?	Sì		<b>Autorizzare l'accesso al fronte!</b>		
	<i>Note:</i>	No		<b>Prendere il comando dei lavori al fronte e agire come segue:</b>		
				Non autorizzare l'accesso Allontanare tutto il personale presente al fronte Sbarrare il fronte Avvertire il Direttore di Cantiere		
	COMPILARE AL TERMINE DELLA LAVORAZIONE	<b>PRE-SPRITZ-BETON</b>				
<b>VERIFICHE DA ESEGUIRE</b>		<b>ESITO</b>			<b>Dettagli:</b>	- Non rilevante (N.R.) - Scrivere l'azione correttiva intrapresa
Steso al fronte e al contorno?		Sì		No		
Spessore coincidente con le disposizioni progettuali e/o della direzione del cantiere?		Sì		No		
Sono stati rispettati i tempi di indurimento, previsti in ..... min?		Sì		No		
A fronte delle verifiche svolte, il fronte ed il contorno sono da ritenersi sicuri?		Sì		<b>Autorizzare l'accesso al fronte!</b>		
<i>Note: per prassi un'autobetoniera con 10 mc equivale a sp. 5 cm di spritz per sfondo.</i>		No		<b>Prendere il comando dei lavori al fronte e agire come segue:</b>		
				Non autorizzare l'accesso Allontanare tutto il personale presente al fronte Sbarrare il fronte Avvertire il Direttore di Cantiere		

		POSA CENTINE				
COMPILARE AL TERMINE DELLA LAVORAZIONE	<b>VERIFICHE DA ESEGUIRE</b>	<b>ESITO</b>			<b>Dettagli:</b>	- Non rilevante (N.R.) - Scrivere l'azione correttiva intrapresa
	Controllo dell'integrità dello spritz al fronte/contorno, dell'assenza di rilasci, anche di scarsa entità.	Sì		No		
	Verifica preventiva delle dimensioni della sede della centina.	Sì		No		
	Controllo dello spritz su fronte, calotta e paramenti dopo il sollevamento della centina.	Sì		No		
	A fronte delle verifiche svolte, il fronte ed il contorno sono da ritenersi sicuri?	Sì		<b>Autorizzare l'accesso al fronte!</b>		Firma: _____
	Note:	No		<b>Prendere il comando dei lavori al fronte e agire come segue:</b>		
		Non autorizzare l'accesso Allontanare tutto il personale presente al fronte Sbarrare il fronte Avvertire il Direttore di Cantiere				
		BULLONATURA CARICAMENTO				
COMPILARE AL TERMINE DELLA LAVORAZIONE	<b>VERIFICHE DA ESEGUIRE</b>	<b>ESITO</b>			<b>Dettagli:</b>	- Non rilevante (N.R.) - Scrivere l'azione correttiva intrapresa
	Controllo dell'integrità dello spritz al fronte/contorno, dell'assenza di fessure, di crepe, di rilasci, anche di scarsa entità. Verifiche da terra ed in quota.	Sì		No		
	A fronte delle verifiche svolte, il fronte ed il contorno sono da ritenersi sicuri?	Sì		<b>Autorizzare l'accesso al fronte!</b>		Firma: _____
	Note:	No		<b>Prendere il comando dei lavori al fronte e agire come segue:</b>		
			Non autorizzare l'accesso Allontanare tutto il personale presente al fronte Sbarrare il fronte Avvertire il Direttore di Cantiere			
VERIFICA MEZZI OPERATIVI ED ATTREZZATURE						
Prendere nota dei mezzi operativi ed attrezzature guaste o malfunzionanti.						
Tipo: _____ Targa/Telaio/n° matricola: _____						
Malfunzionamento/Rottura riscontrata: _____						
<i>Da consegnare in copia al responsabile dell'officina.</i>						

## Indice

	<b>PREMESSA.....</b>	<b>pag</b>	<b>2</b>
<b>0</b>	<b>INTRODUZIONE.....</b>	<b>pag</b>	<b>3</b>
<b>1</b>	<b>SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE.....</b>	<b>pag</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI.....</b>	<b>pag</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>TERMINI, DEFINIZIONI E ABBREVIAZIONI.....</b>	<b>pag</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>VALUTAZIONE DEL RISCHIO.....</b>	<b>pag</b>	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>SUPERAMENTO DELLE FASI DI LAVORO MANUALI MEDIANTE L'ADOZIONE DI NUOVE TECNOLOGIE O DI PROCEDURE ALTERNATIVE.....</b>	<b>pag</b>	<b>7</b>
<b>6</b>	<b>RUOLO DELLA PROGETTAZIONE RIGUARDO AGLI ASPETTI CONNESSI ALLA SICUREZZA DEI LAVORATORI.....</b>	<b>pag</b>	<b>7</b>
<b>7</b>	<b>TECNICO COMPETENTE PREPOSTO AL FRONTE.....</b>	<b>pag</b>	<b>10</b>
<b>8</b>	<b>DISGAGGIO.....</b>	<b>pag</b>	<b>12</b>
8.1	ESAME DELLE CONDIZIONI DEL FRONTE.....	pag	13
8.2	MODALITÀ DI ESECUZIONE DELL'OPERA DI DISGAGGIO.....	pag	13
8.2.1	Disgaggio in ammassi rocciosi con elevata resistenza.....	pag.	14
8.2.2	Disgaggio in formazioni con bassi valori dei parametri di resistenza od eterogenee..	pag.	15
<b>9</b>	<b>STRUTTURE DI PROTEZIONE CONTRO LA CADUTA DI GRAVI NELLE PIATTAFORME DI LAVORO ELEVABILI.....</b>	<b>pag</b>	<b>16</b>
9.1	PRINCIPI GENERALI.....	pag	16
9.2	REQUISITI PRESTAZIONALI.....	pag	16
9.3	REQUISITI DIMENSIONALI E MORFOLOGICI.....	pag	17
<b>10</b>	<b>SICUREZZA DEI LAVORATORI IMPEGNATI AL FRONTE.....</b>	<b>pag</b>	<b>18</b>
10.1	DISPOSIZIONI DEL TECNICO COMPETENTE PREPOSTO PER L'ACCESSO AL FRONTE.....	pag	18
10.2	SEGNALETICA.....	pag	18
<b>11</b>	<b>MODALITA' DI COMUNICAZIONE AL FRONTE DI AVANZAMENTO TRA TECNICO COMPETENTE PREPOSTO AL FRONTE E GLI ADDETTI ALLE MACCHINE OPERATRICI.....</b>	<b>pag</b>	<b>18</b>
<b>12</b>	<b>INFORMAZIONE E FORMAZIONE DEL PERSONALE.....</b>	<b>pag</b>	<b>19</b>
<b>APPENDICE A</b>	<b>INDICAZIONI PER LA PREDISPOSIZIONE DEL MODULO DI VERIFICA DELLE CONDIZIONI DI SICUREZZA AL FRONTE.....</b>	<b>pag</b>	<b>20</b>
<b>APPENDICE B</b>	<b>MODULO DI VERIFICA UTILIZZATO DURANTE LA REALIZZAZIONE DELLE GALLERIE DELLA VARIANTE AUTOSTRADALE DI VALICO A1.....</b>	<b>pag</b>	<b>21</b>