

5

Nota interregionale “Grisù” 2^a edizione

Servizio Sanitario Nazionale



REGIONE
TOSCANA



Prot. n. 9940/PRC

Bologna, 9 marzo 2000

**Azienda Sanitaria USL 10 di Firenze
Dipartimento di Prevenzione**

**Azienda USL Bologna Sud
Dipartimento di Sanità Pubblica**

Ministero del Lavoro

**ISPESL
Dipartimento tecnologie di sicurezza**

Direzione regionale del lavoro Emilia – Romagna

Direzione regionale del lavoro Toscana

**Organizzazioni sindacali
FILLEA-CGIL, FILCA-CISL, FENEAL-UIL**

CONSORZIO CAVET

Oggetto: **Standard di sicurezza per lo scavo di gallerie in terreni grisutosi nell'Appennino Tosco Emiliano
DPR 320/56 Capo X.
2^a edizione**

L'imponente sviluppo di gallerie ferroviarie e stradali in corso di realizzazione ed i progetti di opere in sotterraneo, che saranno operativi nei prossimi anni nelle Regioni Emilia Romagna e Toscana, hanno reso ineluttabile l'analisi dell'applicabilità e dell'efficacia delle misure di prevenzione previste dal Capo X del DPR 320/56 "Norme per la prevenzione degli infortuni e l'igiene del lavoro nei lavori in sotterraneo".

Nella precedente Nota interregionale, sullo stesso oggetto (prot. N. 15267/PRC del 20/4/98), si fornivano le linee guida per valutare in modo corretto il rischio di esplosione di miscele gassose "grisù – aria" che si dovessero formare nelle gallerie del progetto TAV, tratta Bologna – Firenze. Inoltre le linee guida erano utili anche per la Valutazione dei Rischi prevista dal D.Lgs. 626/94.

Considerato che:

- a) in Italia il tema trattato dalla Nota non è mai stato affrontato in maniera approfondita;
- b) si è constatato che molte modalità di lavoro, adottate nei cantieri del progetto TAV, non sembrano conformi all'applicazione di principi e standard di sicurezza specifici ed adeguatamente studiati per fronteggiare il problema "esplosioni di metano". Infatti esse appaiono per lo più frutto di esperienze acquisite in altri cantieri (spesso non confrontabili con quelle del progetto TAV), che non hanno affrontato problemi di emissioni di gas;
- c) durante i lavori attualmente in corso di esecuzione sono emersi numerosi elementi di valutazione sull'efficienza degli standard di sicurezza, anche a seguito di numerose situazioni di rischio che si sono dovute affrontare e risolvere;

le scriventi Regioni hanno ritenuto necessario integrare e precisare la precedente Nota con questo documento (2^a edizione), i cui contenuti sono estesi a tutte le gallerie in corso di esecuzione o che saranno eseguite in futuro.

La nota interregionale ha come riferimento le gallerie di grande sezione scavate con metodologia tradizionale (perforazione e sparo, escavazione, demolizione con demolitori idraulici, ecc.).

Nel caso di gallerie scavate con frese puntuali o a piena sezione e di sezione sensibilmente diverse da quelle adottate nel progetto TAV le linee guida contenute nell'allegato tecnico dovranno essere di volta in volta adattate alla specifica situazione del caso.

Le principali novità introdotte riguardano i seguenti argomenti:

- indicazioni relative alle gallerie dichiarate non grisutose eseguite in ammassi sospettati di contenere grisù;
- criteri per la redazione della relazione tecnica riguardante gli studi sulla presenza di grisù;
- chiarimenti sulla classificazione della galleria in "tratti" e nel suo insieme;
- estensione e generalizzazione, dei principi e degli standard minimi di sicurezza qui delineati, ad ogni opera in sottterraneo.

In particolare si precisa che questa nuova valutazione non modifica nulla riguardo alle modalità di riconoscimento ed agli standard tecnici previsti per le gallerie grisutose così come indicato dal capo X del DPR 320/56.

Una attenta revisione degli studi geologici e delle valutazioni storiche relative ai terreni attraversati ha permesso una riclassificazione delle gallerie in grisutose e non grisutose.

Per le gallerie grisutose (definite di classe 2) è prevista la piena applicazione del capo X.

Nell'ambito delle non grisutose sono comprese gallerie nelle quali è esclusa la presenza di gas ed altre nelle quali non è possibile escludere il sospetto di un eventuale rinvenimento, pur non sussistendo elementi tali da giustificare una classificazione in grisutose. Per queste ultime gallerie è prevista una articolazione in più classi (definite 1a, 1b, 1c) in cui adottare misure di sicurezza crescenti e più cogenti rispetto a quelle sicuramente non grisutose ed allineate con la valutazione dei rischi.

In altri termini questa nuova valutazione ha permesso di incrementare gli standard di sicurezza di un insieme di gallerie che, non essendo definibili in senso strettamente giuridico come grisutose, non godevano di particolari misure.

Vista invece la particolarità geologica degli ammassi in cui si deve operare dette misure sono necessarie per consentire lo svolgimento dei lavori con un più elevato livello di sicurezza.

Le indicazioni sulle procedure di sicurezza, contenute in questa 2^a edizione, sono riportate nell'elaborato tecnico allegato.

L'elaborato, nella 1^a edizione, era stato redatto dal Gruppo interregionale Alta Velocità Rischio metano costituito da operatori dei servizi di Sicurezza del lavoro delle Aziende USL e da operatori delle Regioni interessate, con la consulenza del Dipartimento DICMA, Università di Bologna, Sezione Ingegneria Mineraria. Per la seconda edizione le figure sopra richiamate si sono avvalse anche della consulenza del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Firenze e dei Servizi Impiantistici - Antinfortunistici delle Aziende USL ed ha preso in considerazione il documento "Analisi ed integrazione della documentazione progettuale sulla presenza di manifestazioni gassose" del giugno 1999, insieme con le successive modifiche ed integrazioni, curato dal Consorzio CAVET a seguito di una specifica iniziativa dei servizi di prevenzione delle Aziende USL.

Le indicazioni contenute nella presente nota, che integrano e sostituiscono quelli della precedente (prot. N. 15287/PRO del 20/4/98) sono sottoposte all'attenzione degli Enti e degli organismi competenti in indirizzo per una valutazione in merito e nello stesso tempo vengono a costituire linee di indirizzo per i Servizi ed i Dipartimenti delle Aziende Sanitarie per le decisioni da assumere nei confronti delle imprese.

Regione Emilia Romagna
Assessorato alla Sanità
Servizio Prevenzione collettiva

PAOLO TORI

Regione Toscana
Dipartimento del Diritto alla salute e
delle Politiche di solidarietà
Area Servizi di Prevenzione

BRUNO CRAVEDI

Si allega: "Gallerie eseguite nell'Appennino Tosco Emiliano: classificazione in relazione al rischio metano e conseguenti provvedimenti di sicurezza sul lavoro da adottare."

**Gallerie eseguite nell'Appennino Tosco Emiliano:
classificazione in relazione al rischio metano e conseguenti
provvedimenti di sicurezza sul lavoro da adottare**

1. PREMESSA

Molte formazioni geologiche dell'Appennino Tosco – Emiliano contengono serbatoi di gas metano, più o meno importanti e continui. Quindi è possibile che, durante la realizzazione di opere di scavo o durante l'esercizio, l'atmosfera delle gallerie in costruzione sia invasa, in modo più o meno importante, dal gas.

La presenza di serbatoi d'idrocarburi all'interno delle formazioni appenniniche era nota fin dai tempi più remoti, grazie a diffuse manifestazioni in superficie quali ad esempio: trasudamenti di petrolio, emanazioni di gas, gorgogliamenti d'acqua di pozzi, vulcanelli di fango, ecc. Tali fenomeni, oggetto di numerosi studi e di censimenti, sono per lo più scomparsi anche a seguito della realizzazione, in zone limitrofe, di pozzi di ricerca o di sfruttamento di idrocarburi.

D'altra parte, l'esecuzione delle gallerie nell'Appennino Tosco – Emiliano, dal finire del secolo scorso fino ad oggi, è stata caratterizzata da invasioni di grisù i cui problemi sono stati, talora, ampiamente documentati nella letteratura tecnica specialistica.

Pertanto, la realizzazione di gallerie, nell'Appennino Tosco – Emiliano, non può ignorare la presenza del metano ed i conseguenti problemi di sicurezza creati dalla diffusione del gas all'interno delle opere in esecuzione.

Tenuto conto degli aspetti economici correlati alla tutela della sicurezza nei luoghi di lavoro, il metano ed i relativi problemi di sicurezza devono essere considerati a cominciare dagli studi di fattibilità preliminari e devono essere elementi fondamentali del progetto, al fine di approntare modalità di lavoro e contesti impiantistici adeguati.

Il DPR 320/56 "*Norme per la prevenzione degli infortuni e l'igiene del lavoro nei lavori in sotterraneo*" definisce sommariamente le procedure ed i sistemi di sicurezza contro il rischio di deflagrazione del grisù e non è mai stato accompagnato da strumenti applicativi specifici.

L'impianto di tale legislazione non prevede la correlazione fra il livello di rischio riscontrato e le misure di sicurezza prescritte.

Infatti, il Capo X "*Scavi in terreni grisutosi e misure di sicurezza contro le esplosioni*" trova applicazione integrale ogni qualvolta la presenza di grisù sia da ritenersi probabile, come stabilisce l'art. 71 che così recita: "*Quando nel sotterraneo, in base alle preventive indagini geologiche sia da ritenersi probabile la presenza di gas infiammabili o esplosivi o comunque quando tale presenza venga riscontrata nel corso dei lavori, si osservano le norme del presente Capo*".

Il criterio (probabilità) in base al quale diventa operante il Capo X, appare quanto meno impreciso ed il parametro di riferimento, a rigore, indeterminabile. Infatti, la "Probabilità" è un valore numerico, attribuibile ad ogni evento casuale, definito dalla frequenza relativa del numero di volte che l'evento si presenta in un gran numero di prove. Viceversa, il DPR non definisce la "popolazione statistica" che si deve prendere in considerazione e, sulla base della quale, valutare il valore numerico della probabilità.

Inoltre, la mancanza di indici numerici ai quali far corrispondere i diversi gradi d'intervento a tutela della sicurezza, fa sì che il Servizio di vigilanza e le Imprese costruttrici siano spinti, sull'onda della polarizzazione, a richiedere il massimo degli apprestamenti di sicurezza (il Servizio di vigilanza) ed a ridurre al minimo l'entità degli stessi (l'Impresa).

Per contro, l'esperienza ha insegnato che nuocciono alla sicurezza sia la sovrastima del rischio sia il sotto dimensionamento delle misure di prevenzione.

Infine il DPR non affronta i seguenti importanti aspetti centrali per garantire condizioni di sicurezza:

- tipologia delle indagini preventive volte a determinare la presenza di grisù durante i lavori di scavo;
- criteri di giudizio per la valutazione del rischio;
- soggetto responsabile della classificazione delle gallerie;
- * sistema di monitoraggio del metano nelle gallerie grisutose;
- * procedure da seguire in caso di venute di gas nelle gallerie dichiarate non grisutose;
- * misure precauzionali per le gallerie dichiarate non grisutose realizzate in ammassi comunque sospetti di contenere serbatoi di metano;
- * ottimizzazione dei parametri di ventilazione.

Al settore degli scavi in sotterraneo è applicabile, insieme con il DPR 320/56, anche il D.Lgs. 626/94, che pone a carico delle Imprese esecutrici l'obbligo della "Valutazione dei Rischi". Tale decreto afferma in maniera esplicita che la valutazione deve tenere conto non solo delle norme applicabili (nel caso in oggetto il DPR 320/56), ma anche del grado d'evoluzione della tecnica in materia di prevenzione e protezione.

Questa Nota interregionale si propone di colmare le lacune sopra delineate, indicando percorsi logici e procedurali per un'efficace valutazione dei rischi d'esplosione da parte delle Imprese, facendo perno sull'individuazione di un preciso percorso di governo del rischio secondo cui:

- la definizione della classifica tecnica delle formazioni geologiche interessate dagli scavi, in relazione al rischio che il metano invada le gallerie in costruzione, è redatta dal Tecnico specialista, sulla base dei risultati di studi ed indagini specifiche;
- il controllo delle concentrazioni di gas metano nel corso dei lavori di scavo è affidata ad un Responsabile del monitoraggio del gas;
- quando le concentrazioni di gas raggiungono i valori limite, prescritti per interventi di sicurezza, la direzione delle operazioni all'interno del cantiere è assunta da una precisa figura di tecnico che ha la responsabilità globale di governo della "situazione di crisi".

Ai sensi del DPR 320/56, il compito di definire grisutosa una galleria è in capo all'impresa appaltatrice, così come l'adozione degli standard operativi di sicurezza.

Qualora ci si trovi nel campo d'applicazione del D.Lgs. 494/96, tali compiti spettano in primo luogo al committente (redazione del Piano di Sicurezza da parte del Coordinatore per la Sicurezza durante la progettazione). Tuttavia, l'impresa

appaltatrice non è esonerata dalla Valutazione del rischio metano, poiché è la principale destinataria degli obblighi previsti dal DPR 320/56 e dal D.Lgs. 626/94.

2. GLOSSARIO PER LE GALLERIE

In questa nota, limitatamente allo scavo di gallerie, si adotteranno termini tecnici il cui significato è definito nel seguente glossario:

- a) **Ammassi o formazioni sospette:** formazioni geologiche o complesso di formazioni geologiche che possono dare luogo ad emissioni di gas nell'atmosfera della galleria (emettitori di gas), o perché contengono serbatoi di grisù direttamente interessati dalla realizzazione dell'opera d'ingegneria, oppure perché a causa delle operazioni di scavo possono collegare idraulicamente l'opera con formazioni lontane dalla galleria contenenti grisù;
- b) **Tratto di galleria:** segmento dell'opera che attraversa una porzione di formazione, omogenea come emettitore di gas e per le modalità d'emissione (portate di flusso eiettabili, pressione dei serbatoi contenuti nella formazione, modalità di manifestazione delle emissioni, omogeneità di caratteristiche geostrutturali);
- c) **Galleria:** opera in corso di realizzazione, compresa tra due sezioni a cielo aperto o tra il fronte ed una sezione a cielo aperto, comprendente la successione dei tratti di galleria tra loro comunicanti in sotterraneo senza soluzione di continuità;
- d) **Tecnico specialista:** laureato in ingegneria o in scienze geologiche ed iscritto al relativo Albo professionale. Deve possedere esperienza documentata nella classificazione delle formazioni geologiche in termini di "ammasso sospetto", ovvero come emettitori di gas, e nella caratterizzazione, sotto il profilo geometrico ed idraulico, delle trappole e dei serbatoi d'idrocarburi contenuti nelle formazioni attraversate e delle modalità di collegamento con serbatoi lontani. Quanto meno, deve possedere esperienza documentata nella valutazione delle possibilità che le formazioni liberino grisù nell'atmosfera della galleria in corso di realizzazione;
- e) **Serbatoio di grisù:** porzione di ammasso permeabile, contenente grisù nei sistemi di fratture e/o nei pori, isolata idraulicamente in alto e lateralmente dalle circostanti formazioni geologiche;
- f) **Trappola di grisù:** contesto geologico strutturale che, per le sue caratteristiche morfologiche ed idrauliche, ha determinato l'accumulo di gas nei serbatoi di grisù;
- g) **Responsabile del monitoraggio:** specialista laureato preferibilmente in ingegneria iscritto all'Albo professionale con esperienza documentata in misure dello stato fisico dell'aria di ventilazione dei cantieri in sotterraneo, in controlli ed in condizionamento della composizione dell'atmosfera in galleria, nella progettazione, realizzazione e controllo di circuiti di ventilazione. Il Responsabile coordina le rilevazioni di grisù, sovrintende ai sistemi di monitoraggio ed all'analisi ed elaborazione dei valori misurati, assume la direzione delle operazioni all'interno del cantiere nelle "situazioni di crisi";
- h) **Flusso di grisù:** è un afflusso di grisù, da ammassi (vicini o lontani) alla galleria, di qualsiasi entità, purché segnalata dal sistema di monitoraggio;
- i) **Situazione di crisi:** situazione determinata da invasioni di metano con concentrazioni di gas che raggiungono i valori limite prescritti per interventi di sicurezza, quali la sospensione temporanea dei lavori o l'evacuazione del cantiere;

- j) **Classe:** tratti di galleria o gallerie che attraversano formazioni geologiche classificabili in termini di ammasso sospetto con lo stesso indice.

3. VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI AFFLUSSO DI METANO E SUA CLASSIFICAZIONE

Il capitolo delinea linee guida integrative della normativa vigente sulla prevenzione degli infortuni che deriverebbero dall'esplosione di miscele aria – grisù (art. 7, lettera g, e art. 71 del DPR 320/56; art. 4 comma 1 D.Lgs. 626/94). Le linee guida devono essere applicate alle gallerie in costruzione nell'Appennino Tosco – Emiliano nelle quali si potrebbe registrare afflusso di grisù.

3.1. Valutazione del rischio e Relazione tecnica.

Il rischio, che gli scavi causino un flusso di grisù (cfr. glossario), deve essere valutato dal Tecnico Specialista (cfr. glossario).

La valutazione del rischio deve essere formalizzata con una Relazione tecnica, così caratterizzata. Deve:

- a) essere specifica e quindi relativa alla galleria in esame;
- b) contenere unicamente valutazioni documentate sul rischio di invasione del gas, qualunque sia l'entità e la modalità attesa del flusso (da tracce a grosse manifestazioni);
- c) essere esplicitamente basata sullo studio, documentato, dei singoli "tratti di galleria" (cfr. glossario);
- d) classificare, utilizzando i criteri indicati nel capitolo seguente, per ogni tratto ed eventualmente per tutta la galleria, il livello del rischio che si provochino flussi di grisù. La Relazione deve considerare anche gli effetti indotti dalla realizzazione dell'opera sull'ammasso circostante gli scavi, in termini di variazione dello stato di fratturazione e della permeabilità dell'ammasso stesso;
- e) allegare la documentazione utilizzata per gli studi, le ricerche e le indagini;
- f) indicare le modalità, la strumentazione, la periodicità delle verifiche da eseguirsi in corso d'opera (sondaggi in avanzamento, monitoraggio, ecc.);
- g) recare data, firma e timbro del Tecnico specialista.

Da quanto sopra deriva che ogni "tratto di galleria" deve essere classificato sulla base dei risultati di studi, ricerche ed indagini. Le indagini di tipo bibliografico, storico (storicità delle manifestazioni spontanee d'idrocarburi, dei fenomeni registrati nell'esecuzione di altre opere), industriale (produzioni di idrocarburi nell'area in esame), teorico e le indagini sperimentali di superficie e profonde (sondaggi, pozzi, cunicoli, indagini geofisiche, ecc.) devono essere mirate a:

- definire le condizioni geostrukturali locali, importanti in relazione alla presenza di idrocarburi (stato di fratturazione, trappole di idrocarburi di tipo strutturale);
- zonizzare la galleria determinando la geometria e la distribuzione spaziale delle porzioni omogenee di ammasso in termini di coefficiente di permeabilità;
- stabilire le relazioni di tipo stratigrafico e/o strutturale tra le diverse formazioni, che possono influenzare il flusso di grisù all'interno della galleria;
- definire le dimensioni e le caratteristiche idrauliche dei serbatoi di grisù che potrebbero essere incrociati entrare oppure entrare in comunicazione idraulica con il tratto da classificare.

Inoltre le indagini devono essere integrate, in corso d'opera, in relazione all'evoluzione dello stato delle conoscenze ed eventualmente ai sistemi di misura e di indagine, con ulteriori studi mirati alla evoluzione del livello di rischio di afflusso di metano nei cantieri sotterranei.

3.2 Classificazione delle formazioni in termini di ammassi sospetti

La classificazione può essere relativa all'intera galleria oppure a singoli tratti, a seconda che la valutazione porti o no allo stesso risultato.

I tratti di galleria possono essere raggruppati nelle seguenti cinque classi, diverse tra loro in relazione alle condizioni di flusso di grisù che si prevede possano essere indotte dalla realizzazione dell'opera sotterranea:

- classe 0:** gallerie/tratti per le quali tutti gli elementi oggettivi e documentati di valutazione portano ad escludere che la realizzazione dell'opera possa indurre flussi di grisù (cfr. glossario) dai massicci attraversati dall'opera oppure lontani ma connessi idraulicamente alla galleria;
- classe 1a:** gallerie/tratti per le quali tutti gli elementi portano a prevedere come remota la possibilità di flussi significativi di gas, sia per l'assenza di indizi derivanti dalle indagini preliminari (studi e ricerche, analisi della storicità, sondaggi) e dalle informazioni ottenute nello scavo della porzione d'opera già realizzata, sia per considerazioni geologiche e strutturali;
- classe 1b:** gallerie/tratti per le quali l'analisi geologica strutturale porta a prevedere flussi di grisù (cfr. glossario), ma non ci sono elementi di riscontro dalle indagini preliminari (studi e ricerche, analisi della storicità, sondaggi) effettuate in fase di progetto e dalla porzione d'opera già realizzata. In definitiva le manifestazioni gassose sono possibili ma con portata prevedibilmente modesta;
- classe 1c:** gallerie/tratti per le quali le indagini bibliografiche, storiche (storicità delle manifestazioni spontanee e degli interventi industriali per la produzione di idrocarburi, dei fenomeni registrati nell'esecuzione di altre opere) e le indagini sperimentali di superficie e profonde (sondaggi, pozzi, cunicoli, indagini geofisiche, ecc.) fanno presumere che i lavori di scavo possano indurre flussi di grisù da porzioni di ammasso (gli inclusi lapidei) con caratteristiche proprie delle rocce serbatoio, che hanno forma e dimensioni molto varie e distribuzione spaziale casuale ed imprevedibile. Tali porzioni sono collocate in una matrice avente permeabilità notevolmente più bassa di quella degli inclusi. In definitiva, si tratta di strutture che rispecchiano la configurazione tipica delle trappole di idrocarburi e che possono riversare in galleria afflussi di gas con portate molto varie non escluse quelle a carattere massivo. Il Complesso delle Argille Scagliose è, tra le formazioni geologiche a maggiore diffusione nel territorio italiano, quello che più da vicino rispecchia il contesto descritto;
- classe 2:** gallerie/tratti per le quali le indagini bibliografiche, storiche (storicità delle manifestazioni spontanee e degli interventi industriali per la produzione di idrocarburi, dei fenomeni registrati nell'esecuzione di altre opere) e le indagini sperimentali di superficie e profonde (sondaggi, pozzi, cunicoli, indagini geofisiche, ecc.), fanno ritenere che, a causa della realizzazione degli scavi, siano probabili afflussi significativi di grisù in galleria in

corrispondenza di strutture geologiche note, tecnicamente, come potenziali trappole di idrocarburi (anticlinali, fasce di intensa fratturazione in corrispondenza delle zone di accavallamento tettonico, ecc.). Attraversando le trappole, sono da attendersi flussi di grisù continui oppure discontinui ma con frequenza tale da non farli ritenere un evento eccezionale.

Le gallerie ed i tratti di galleria collocati nella classe 2 rientrano nel Capo X del DPR 320/56, e quindi sono definibili in senso giuridico come grisutose.

Per rendere esplicita l'identità tra le gallerie della classe 2 e quelle regolate dal Capo X, si è fatto ricorso al termine probabilità.

Le gallerie collocabili nelle classi 1, pur non essendo definibili in senso giuridico grisutose, richiedono l'adozione di tre diversi sistemi di interventi di sicurezza ciascuno dei quali è specifico per una delle tre classi 1, con complessità crescente passando dalla classe 1a alla classe 1c.

Per rendere esplicita la non applicabilità delle disposizioni del suddetto Capo X si è adottato il termine possibilità.

Il sistema articolato di interventi di sicurezza che definisce le classi 1, tiene conto del fatto che alcune formazioni geologiche, come ad esempio le argille scagliose, sono caratterizzate dalla diffusa presenza di trappole per idrocarburi (volumi di roccia ad alta permeabilità racchiusi in una matrice pressoché impermeabile). Queste sono potenziali serbatoi di grisù dei quali non si conosce la distribuzione spaziale, i volumi e le forme, le caratteristiche idrauliche (contenuto in idrocarburi, pressione, ecc.). Pertanto, è ipotizzabile la possibilità di indurre flussi di grisù ma l'evento è prevalentemente casuale e non si possono prevedere le modalità di flusso.

Al contrario, per altre formazioni, come ad esempio la marnosa arenacea, a seguito di studi e ricerche specialistiche, è possibile determinare posizione, forma e volume delle trappole di idrocarburi ed è possibile accertare la presenza o meno di un serbatoio e delle sue caratteristiche idrauliche. Pertanto, in assenza di strutture favorevoli all'accumulo del gas è improbabile che l'esecuzione degli scavi determini flussi di grisù nei cantieri.

3.3 Modifica dell'indice di classifica

L'indice di classifica o classe attribuito dal Tecnico specialista alle formazioni in sede di progetto deve essere verificato in corso d'opera.

Qualora il Tecnico specialista riscontri una incongruenza tra la sua previsione e la situazione in essere deve verificare l'indice di classifica attribuito in termini di ammasso sospetto.

4. MISURE DI SICUREZZA

All'inizio di ogni tratto di galleria deve essere installato un cartello a fondo blu e scritta bianca riportante la scritta "galleria di classe ...".

All'inizio di ogni tratto di galleria grisutosa deve essere apposto un cartello a fondo blu e scritta bianca riportante la scritta "galleria grisutosa".

Per ognuna delle classi definite nel precedente capitolo, si devono adottare i seguenti standard operativi minimi di sicurezza.

4.1 Classe 0: per le gallerie/tratti che rientrano in questa classe non si applica il Capo X del DPR 320/56 e si seguono le seguenti indicazioni

- **Monitoraggio gas**
 - assente
- **Assetto impiantistico**
 - ordinario
- **Utilizzazione di sorgenti di calore con temperature pericolose e/o produzione di fiamme e/o di scintille**
 - nessuna limitazione
- **Utilizzazione degli esplosivi**
 - esplosivi ed accessori di tipo ordinario

4.2 Classe 1a: per le gallerie/tratti che rientrano in questa classe non si applica il Capo X del DPR 320/56 ma occorre introdurre le seguenti misure di sicurezza

- **Monitoraggio gas**
 - eseguito dal Responsabile del monitoraggio. Il monitoraggio deve essere almeno manuale con strumentazione portatile idonea al funzionamento in zona con pericolo di esplosione per la presenza di grisù. Il monitoraggio manuale deve essere associato ad eventuali prelievi con ampolla. Per ogni turno di lavoro il Responsabile deve redigere un verbale recante, per ogni misura e/o per ogni prelievo con ampolla: l'ora, il luogo della misura, le modalità ed i valori di tenore in gas
- **Assetto impiantistico**
 - ordinario
- **Ventilazione**
 - devono essere realizzati l'ottimizzazione ed il controllo automatico con registrazione di tutti i parametri che governano la ventilazione. Il calcolo delle portate d'aria necessarie, per la realizzazione dei lavori di scavo, deve considerare non solo il numero di minatori e la potenza complessiva delle macchine impegnate, ma anche gli eventuali flussi di grisù. I controlli strumentali devono essere collegati a sistemi di allarmi che segnalino condizioni carenti, rispetto a valori previsti dal progetto, o condizioni di arresto della ventilazione. I controlli strumentali devono essere mirati alla misura della prevalenza e della portata nella sezione iniziale ed in sezioni intermedie della tubazione del circuito di ventilazione. I controlli devono essere altresì mirati a misurare le perdite d'aria lungo lo sviluppo della tubazione e la portata in uscita dal tubo. Il controllo della portata deve

essere realizzato anche su sezioni della galleria caratterizzanti il riflusso dell'aria

- **Utilizzazione di sorgenti di calore con temperature pericolose e/o produzione di fiamme e/o di scintille**
 - nessuna limitazione se la strumentazione utilizzata per il monitoraggio del grisù indica assenza di gas nell'atmosfera della galleria e, soprattutto nei volumi d'aria prossimi alle lavorazioni
- **Utilizzazione degli esplosivi**
 - esplosivi ed accessori di tipo ordinario o antigrisutoso in relazione al modello di flusso di gas derivante dall'elaborazione dei dati di monitoraggio gas

4.3 Classe 1b: per le gallerie/tratti che rientrano in questa classe non si applica il Capo X del DPR 320/56, ma occorre introdurre le seguenti misure di sicurezza

- **Monitoraggio gas**
si richiede di:
 - installare un impianto di monitoraggio automatico con registrazione continua delle concentrazioni di metano. L'impianto di monitoraggio deve governare i sistemi di allarme associati alle concentrazioni di gas ritenute pericolose. L'impianto di registrazione deve essere collocato in una sala di controllo posta all'esterno della galleria
 - integrare il monitoraggio automatico con misure e controlli sistematici eseguiti dal Responsabile del monitoraggio con strumentazione portatile idonea al funzionamento in zona con pericolo di esplosione per la presenza di grisù e con prelievi con ampolla. Per ogni turno di lavoro il Responsabile deve redigere un verbale recante, per ogni misura o per ogni prelievo con ampolla: l'ora, il luogo della misura e/o del prelievo, le modalità ed i valori di tenore in gas
 - analizzare i valori del monitoraggio automatico e manuale e elaborare un modello di flusso del gas per la redazione di un progetto di scavo compatibile con le condizioni di flusso previste
 - prevedere un programma di manutenzione periodica e sottoporre a frequenti ispezioni, mirate alla verifica dell'efficienza, l'impianto di monitoraggio automatico, il sistema di registrazione, il sistema di allarme governato dal monitoraggio automatico. Le ispezioni devono essere curate dal Responsabile del monitoraggio. La manutenzione programmata deve essere integrata da interventi della Società che ha fornito il sistema e ne ha curato l'installazione
- **Assetto impiantistico**
 - sistema d'allarme comandato dai sensori di concentrazione gas che preveda la messa fuori tensione automatica e manuale degli impianti elettrici non idonei per la zona con pericolo di esplosione per la presenza di grisù determinata, ad eccezione degli impianti elettrici relativi ai servizi di sicurezza, ossia l'impianto di ventilazione artificiale, il sistema di

- controllo di esplosività dell'atmosfera, l'illuminazione di sicurezza, l'impianto di comunicazione interno/esterno, ecc
- realizzazione in esecuzione di tipo idoneo al funzionamento nella zona con pericolo di esplosione per la presenza di grisù (AD-PE, AD-FE1, AD-I, ecc.) di tutti gli impianti elettrici relativi ai servizi di sicurezza sopra elencati
 - disponibilità al fronte di veicolo idoneo al funzionamento nella zona con pericolo di esplosione per la presenza di grisù (AD-PE, AD-FE1, AD-I, ecc.) per l'immediata evacuazione del personale nelle "situazioni di crisi"
- **Ventilazione**
 - devono essere realizzati l'ottimizzazione ed il controllo automatico con registrazione di tutti i parametri che governano la ventilazione. Il calcolo delle portate d'aria necessarie, per la realizzazione dei lavori di scavo, deve considerare non solo il numero di minatori e la potenza complessiva delle macchine impegnate, ma anche gli eventuali flussi di grisù. I controlli strumentali devono essere collegati a sistemi di allarmi che segnalino condizioni carenti, rispetto a valori previsti dal progetto, o condizioni di arresto della ventilazione. I controlli strumentali devono essere mirati alla misura della prevalenza e della portata nella sezione iniziale ed in sezioni intermedie della tubazione del circuito di ventilazione. I controlli devono essere altresì mirati a misurare le perdite d'aria lungo lo sviluppo della tubazione e la portata in uscita dal tubo. Il controllo della portata deve essere realizzato anche su sezioni della galleria caratterizzanti il riflusso dell'aria
 - **Aspetti organizzativi**
si deve provvedere a:
 - addestrare ed informare il personale
 - sui rischi derivanti da invasioni di grisù in galleria
 - sui comportamenti da tenere
 - sulle norme e le procedure di sicurezza da rispettare
 - elaborare un sistema di procedure, come indicato nel successivo capitolo 5
 - **Utilizzazione di sorgenti di calore con temperature pericolose e/o produzione di fiamme e/o di scintille**
 - nessuna limitazione se la strumentazione utilizzata per il monitoraggio del grisù indica assenza di gas nell'atmosfera della galleria e, soprattutto nei volumi d'aria prossimi alle lavorazioni
 - **Utilizzazione degli esplosivi**
 - esplosivi ed accessori di tipo ordinario o antigrisutoso in relazione al modello di flusso di gas derivante dall'elaborazione dei dati di monitoraggio gas
- 4.4 Classe 1c:** per le gallerie/tratti che rientrano in questa classe, si applicano le cautele previste dal Capo X del DPR 320/56 ai mezzi ed agli impianti destinati all'esecuzione dei sondaggi esplorativi sul fronte

di scavo per la preventiva ricerca del gas. Inoltre, occorre introdurre le seguenti misure di sicurezza

- **Monitoraggio gas**

si richiede di:

- installare un impianto di monitoraggio automatico con registrazione continua delle concentrazioni di metano. L'impianto di monitoraggio deve governare i sistemi di allarme associati alle concentrazioni di gas ritenute pericolose. L'impianto di registrazione deve essere collocato in una sala di controllo posta all'esterno della galleria
- integrare il monitoraggio automatico con misure e controlli sistematici eseguiti dal Responsabile del monitoraggio con strumentazione portatile idonea al funzionamento in zona con pericolo di esplosione per la presenza di grisù e con prelievi con ampolla. Per ogni turno di lavoro il Responsabile deve redigere un verbale recante, per ogni misura o per ogni prelievo con ampolla: l'ora, il luogo della misura e/o del prelievo, le modalità ed i valori di tenore in gas
- eseguire i sondaggi esplorativi sul fronte di scavo per la preventiva ricerca del gas e monitoraggio all'interno dei fori da sonda e a boccaforo
- effettuare il controllo delle fasi di ricerca da parte del Responsabile del monitoraggio
- analizzare i valori del monitoraggio automatico e manuale e elaborare un modello di flusso del gas per la redazione di un progetto di scavo compatibile con le condizioni di flusso previste
- prevedere un programma di manutenzione periodica e sottoporre a frequenti ispezioni, mirate alla verifica dell'efficienza, l'impianto di monitoraggio automatico, il sistema di registrazione, il sistema di allarme governato dal monitoraggio automatico. Le ispezioni devono essere curate dal Responsabile del monitoraggio. La manutenzione programmata deve essere integrata da interventi della Società che ha fornito il sistema e ne ha curato l'installazione

- **Assetto impiantistico**

- sistema d'allarme comandato dai sensori di concentrazione gas che preveda la messa fuori tensione automatica e manuale degli impianti elettrici non idonei per la zona con pericolo di esplosione per la presenza di grisù determinata, ad eccezione degli impianti elettrici relativi ai servizi di sicurezza, ossia l'impianto di ventilazione artificiale, il sistema di controllo di esplosività dell'atmosfera, l'illuminazione di sicurezza, l'impianto di comunicazione interno/esterno, ecc
- macchina idonea al funzionamento nella zona con pericolo di esplosione per la presenza di grisù (AD-PE, AD-FE1, AD-I, ecc.) da utilizzare al fronte nella fase di ricerca del gas
- impianto di illuminazione di tipo idoneo al funzionamento nella zona con pericolo di esplosione per la presenza di grisù (AD-PE, AD-FE1, AD-I, ecc.), con alimentazione dall'esterno della galleria, tale ad poter funzionare nel tratto di galleria di lunghezza pari a 500 m a partire dal fronte

- realizzazione in esecuzione di tipo idoneo al funzionamento nella zona con pericolo di esplosione per la presenza di grisù (AD-PE, AD-FE1, AD-I, ecc.) di tutti gli impianti elettrici relativi ai servizi di sicurezza sopra elencati
 - disponibilità al fronte di veicolo idoneo al funzionamento nella zona con pericolo di esplosione per la presenza di grisù (AD-PE, AD-FE1, AD-I, ecc.) per l'immediata evacuazione del personale nelle "situazioni di crisi"
- **Ventilazione**
 - devono essere realizzati l'ottimizzazione ed il controllo automatico con registrazione di tutti i parametri che governano la ventilazione. Il calcolo delle portate d'aria necessarie, per la realizzazione dei lavori di scavo, deve considerare non solo il numero di minatori e la potenza complessiva delle macchine impegnate, ma anche gli eventuali flussi di grisù. I controlli strumentali devono essere collegati a sistemi di allarmi che segnalino condizioni carenti, rispetto a valori previsti dal progetto, o condizioni di arresto della ventilazione. I controlli strumentali devono essere mirati alla misura della prevalenza e della portata nella sezione iniziale ed in sezioni intermedie della tubazione del circuito di ventilazione. I controlli devono essere altresì mirati a misurare le perdite d'aria lungo lo sviluppo della tubazione e la portata in uscita dal tubo. Il controllo della portata deve essere realizzato anche su sezioni della galleria caratterizzanti il riflusso dell'aria
- **Aspetti organizzativi**
si deve provvedere a:
 - addestrare ed informare il personale
 - sui rischi derivanti da invasioni di grisù in galleria
 - sui comportamenti da tenere
 - sulle norme e le procedure di sicurezza da rispettare
 - elaborare un sistema di procedure, come indicato nel successivo capitolo 5
- **Utilizzazione di sorgenti di calore con temperature pericolose e/o produzione di fiamme e/o di scintille**
 - nessuna limitazione se la strumentazione utilizzata per il monitoraggio del grisù indica assenza di gas nell'atmosfera della galleria e, soprattutto nei volumi d'aria prossimi alle lavorazioni
 - vietata durante la fase di prospezione
- **Utilizzazione degli esplosivi**
 - esplosivi ed accessori di tipo ordinario o antigrisutoso in relazione al modello di flusso di gas derivante dall'elaborazione dei dati di monitoraggio gas
- **Modifica dell'indice di classifica**
 - se nel corso degli scavi si registrano in galleria flussi di grisù "con caratteristiche di continuità" oppure "discontinui ma con frequenza tale da non fare ritenere eccezionale il fenomeno", si deve modificare l'indice di

classifica del tratto di galleria o della galleria sede del fenomeno attribuendo la galleria/tratto alla classe 2

4.5 Classe 2: per le gallerie/tratti che rientrano in questa classe si applica il Capo X del DPR 320/56

- **Monitoraggio gas**

si richiede di:

- installare un impianto di monitoraggio automatico con registrazione continua delle concentrazioni di metano. L'impianto di monitoraggio deve governare i sistemi di allarme associati alle concentrazioni di gas ritenute pericolose. L'impianto di registrazione deve essere collocato in una sala di controllo posta all'esterno della galleria
- integrare il monitoraggio automatico con misure e controlli sistematici eseguiti dal Responsabile del monitoraggio con strumentazione portatile idonea al funzionamento in zona con pericolo di esplosione per la presenza di grisù e con prelievi con ampolla. Per ogni turno di lavoro il Responsabile deve redigere un verbale recante, per ogni misura o per ogni prelievo con ampolla: l'ora, il luogo della misura e/o del prelievo, le modalità ed i valori di tenore in gas
- prevedere un programma di manutenzione periodica e sottoporre a frequenti ispezioni, mirate alla verifica dell'efficienza, l'impianto di monitoraggio automatico, il sistema di registrazione, il sistema di allarme governato dal monitoraggio automatico. Le ispezioni devono essere curate dal Responsabile del monitoraggio. La manutenzione programmata deve essere integrata da interventi della Società che ha fornito il sistema e ne ha curato l'installazione

- **Assetto impiantistico**

- impianti, macchine operatrici e per trasporto persone e/o cose idonei al funzionamento nella zona con pericolo di esplosione per la presenza di grisù (AD-PE, AD-FE1, AD-I ,ecc.)

- **Ventilazione**

- devono essere realizzati l'ottimizzazione ed il controllo automatico con registrazione di tutti i parametri che governano la ventilazione. Il calcolo delle portate d'aria necessarie, per la realizzazione dei lavori di scavo, deve considerare non solo il numero di minatori e la potenza complessiva delle macchine impegnate, ma anche gli eventuali flussi di grisù. I controlli strumentali devono essere collegati a sistemi di allarmi che segnalino condizioni carenti, rispetto a valori previsti dal progetto, o condizioni di arresto della ventilazione. I controlli strumentali devono essere mirati alla misura della prevalenza e della portata nella sezione iniziale ed in sezioni intermedie della tubazione del circuito di ventilazione. I controlli devono essere altresì mirati a misurare le perdite d'aria lungo lo sviluppo della tubazione e la portata in uscita dal tubo. Il controllo della portata deve essere realizzato anche su sezioni della galleria caratterizzanti il riflusso dell'aria

- **Aspetti organizzativi**

si deve provvedere a:

- addestrare ed informare il personale
 - sui rischi derivanti da invasioni di grisù in galleria
 - sui comportamenti da tenere
 - sulle norme e le procedure di sicurezza da rispettare
- elaborare un sistema di procedure, come indicato nel successivo capitolo 5

- **Utilizzazione di sorgenti di calore con temperature pericolose e/o produzione di fiamme e/o di scintille**

- l'art 75 del DPR 320/56 vieta le lavorazioni con produzione di fiamme o riscaldamenti pericolosi e l'art. 76 obbliga ad adottare ogni cautela per evitare scintille. In considerazione del fatto che diverse operazioni, ordinarie e non, svolte durante i lavori di scavo implicano la produzione di riscaldamenti pericolosi, fiamme e scintille si ritiene opportuno richiamare quanto segue
- le lavorazioni con produzione di riscaldamenti pericolosi, fiamme e scintille devono essere svolte all'esterno della galleria. Per dare adempimento a tale indicazione deve essere svolta un'attenta analisi delle lavorazioni
- qualora permanesse la necessità di ricorrere ad alcune lavorazioni pericolose, queste potranno essere effettuate solo se saranno autorizzate, attraverso l'emanazione di un Decreto Ministeriale di pari efficacia, ai sensi dell'art. 394 comma 1 lettera h del DPR 547/55
- la richiesta di pari efficacia deve essere fondata sull'applicazione di un'idonea procedura specifica che dovrà considerare tra l'altro i seguenti elementi:
 - autorizzazione scritta all'esecuzione dei lavori
 - presenza, sul luogo di lavoro, del Responsabile del monitoraggio che valuta preventivamente le condizioni ambientali e le lavorazioni da eseguire
 - assenza di lavorazioni che possano produrre nuovi afflussi di gas (perforazioni, scavi, ecc.)
 - durante l'esecuzione dei lavori il Responsabile del monitoraggio segue costantemente, con strumentazione portatile, l'evoluzione delle concentrazioni di gas nell'atmosfera attorno all'area di lavoro, al fine di interrompere la lavorazione nel caso venga riscontrata presenza di grisù
 - prima della lavorazione pericolosa, deve essere verificata la piena funzionalità della ventilazione, del sistema di allarme e la disponibilità di estintori sul luogo dei lavori

- **Utilizzazione degli esplosivi**

- esplosivi ed accessori di tipo antigrisutoso

5. DEFINIZIONE DELLE PROCEDURE DI MONITORAGGIO

Nei capitoli precedenti si è fatto riferimento a modalità esecutive dei controlli di concentrazione del grisù indicando anche alcune specifiche tecniche che vengono in parte integrate in questo capitolo.

In via generale dovrà essere previsto quanto segue:

- presenza del Responsabile del monitoraggio
- presenza di personale adeguatamente formato ed addestrato addetto ai rilievi
- procedure di taratura e di controllo periodiche del sistema di monitoraggio

5.1 Classe 1a

- **Controllo delle concentrazioni di grisù nell'atmosfera della galleria.**
 - monitoraggio manuale. Il monitoraggio deve essere eseguito quanto meno ogni 10 m di avanzamento. La frequenza dei controlli deve essere aumentata in prossimità di strutture tettoniche e, più in generale, in prossimità di discontinuità importanti, in corrispondenza di un aumento dello grado di fratturazione del massiccio e di zone instabili e/o franose

5.2 Classe 1b

- **Controllo delle concentrazioni di grisù nell'atmosfera della galleria.**
 - impianto di monitoraggio automatico, con registrazione continua dei tenori in gas, per il controllo dell'atmosfera in prossimità del fronte di avanzamento. L'impianto deve essere costituito da una stazione di misura con almeno 3 rilevatori. Due rilevatori devono essere posti sui paramenti destro e sinistro ed il terzo in calotta in una sezione della galleria significativa e quanto più vicina possibile al fronte
 - monitoraggio manuale con strumenti portatili. È dimostrato sperimentalmente che le concentrazioni di gas nell'atmosfera della galleria sono disomogenee. Poiché i rilevatori dell'impianto automatico controllano volumi limitati dell'atmosfera, molto prossimi agli stessi rilevatori e predefiniti, il monitoraggio manuale ha il compito di integrare le misure automatiche ricercando il gas in zone di possibile accumulo. Il monitoraggio manuale deve essere effettuato in modo sistematico, durante tutte le fasi d'avanzamento, almeno in corrispondenza del fronte di scavo ed in prossimità di strutture tettoniche o in generale in prossimità di discontinuità importanti. In funzione dei valori misurati, il controllo deve essere integrato con prelievi con ampolla

5.3 Classe 1c

- **Controllo delle concentrazioni di grisù nell'atmosfera della galleria.**
 - impianto di monitoraggio automatico, con registrazione continua dei tenori in gas, per il controllo dell'atmosfera in prossimità del fronte di avanzamento. L'impianto deve essere costituito da una stazione di misura composta da almeno 3 rilevatori, quanto più vicini possibile al fronte. Due rilevatori devono essere posti sui paramenti destro e sinistro ed il terzo in

calotta in una sezione della galleria significativa. Inoltre, altri due rilevatori devono essere installati in calotta tra il fronte e l'imbocco della galleria ad una distanza di 200 m tra loro e dalla stazione di misura prossima al fronte

- monitoraggio manuale con strumentazione portatile per il controllo continuo dell'atmosfera in prossimità del fronte e nei sondaggi durante la fase di ricerca degli inclusi. Detto controllo deve essere effettuato sia in ambiente sia in almeno 10 fori di prospezione in avanzamento. Le misure devono essere integrate con prelievi con ampolla. Il controllo con strumentazione portatile dell'atmosfera deve inoltre essere eseguito in maniera sistematica in prossimità del fronte durante tutta la successiva fase di perforazione per il consolidamento del fronte e nelle zone di possibile accumulo
- monitoraggio nei sondaggi e nei fori per il preconsolidamento del fronte. Nelle formazioni rientranti in questa classe, solitamente, è necessario far precedere la fase di scavo a un preconsolidamento del fronte. Detto preconsolidamento è costituito dalla realizzazione di una serie di fori sul fronte con successiva inserzione di elementi strutturali di consolidamento. Questi sondaggi devono essere utilizzati anche per la preventiva ricerca del gas negli inclusi. In base all'esito della ricerca del gas nei fori di prospezione ed in quelli di preconsolidamento si dovranno elaborare un modello di emissione e un progetto di avanzamento congruente. I 10 fori di prospezione devono avere una lunghezza minima di 22 m e devono essere distribuiti sul fronte in modo tale da garantire una indagine sull'intera sezione di scavo e sulla zona di influenza dello stesso. Con l'avanzare del fronte, deve essere garantita una sovrapposizione dei tratti di galleria perforati di almeno 9 m. Pertanto, i 10 fori di prospezione devono essere eseguiti ogni 13 metri di avanzamento. Nei 10 fori di prospezione deve essere controllata l'eventuale diffusione del gas con misure in foro. I restanti fori di consolidamento del fronte forniscono informazioni sulla presenza di gas per emissioni a pressione

5.4 Classe 2

- **Controllo delle concentrazioni di grisù nell'atmosfera della galleria.**
 - impianto di monitoraggio automatico, con registrazione continua dei tenori in gas, per il controllo dell'atmosfera in prossimità del fronte di avanzamento. L'impianto deve essere costituito almeno da 6 rilevatori collocati in modo da garantire un controllo efficace dell'atmosfera in prossimità del fronte. La dislocazione dei sensori di misura deve tenere conto che il gas tende ad accumularsi in calotta ed in zone di ristagno, create dalla presenza di ostacoli quali il carro d'impermeabilizzazione o il cassero del rivestimento definitivo. Per controllare il movimento del "tappo" di gas, devono essere installati rilevatori in posizione fissa in calotta tra il fronte e l'imbocco della galleria ad una distanza di 500 m tra loro e dalla stazione di misura prossima al fronte ed uno a 50 m dall'imbocco della galleria

- monitoraggio manuale con strumentazione portatile. Ha lo scopo di coadiuvare il sistema di monitoraggio automatico ricercando il gas in zone non coperte dai sensori fissi ed in zone di possibile accumulo

6. ABBANDONO DELLA GALLERIA

6.1 Classe 1b

Il sistema di allarme, acustico e luminoso, è governato dai rilevatori fissi che controllano con continuità il tenore di gas nell'atmosfera della galleria. Il sistema entra in funzione automaticamente quando uno qualsiasi dei sensori misura i valori limite delle concentrazioni di gas in atmosfera sotto indicati. Se tali concentrazioni sono misurate con strumentazione portatile, il sistema di allarme è messo in funzione manualmente. Il sistema di allarme è articolato su due livelli di concentrazione in volume di gas:

- 0,15 % concentrazione di preallarme
- 0,35 % concentrazione di abbandono della galleria

Se i tenori di gas in atmosfera raggiungono la soglia di preallarme (0,15 % in volume) si devono eseguire le seguenti procedure:

- verificare immediatamente l'affidabilità della misura
- avvertire il Responsabile del monitoraggio
- verificare le dimensioni del fenomeno
- dare attuazione alle procedure previste dal piano di sicurezza

Per tenori $\geq 0,35$ % si deve dare corso alle procedure per l'abbandono del sotterraneo.

Si ritiene che le procedure di abbandono del cavo devono essere poste in essere quando il fenomeno assume dimensioni superiori a quelle tipiche dei piccoli accumuli in calotta, delle diffusioni di gas in prossimità dell'abbattuto o all'interno dei fori di ricerca, di volata, di preconsolidamento e consolidamento.

A tal proposito si ricorda che, dal momento in cui i rilevatori indicano valori di concentrazione del gas pari alla soglia di preallarme, la scelta sulle procedure di sicurezza da adottare e la gestione della "situazione di crisi" sono esclusiva competenza del Responsabile del monitoraggio.

Inoltre l'attivazione del sistema di allarme deve essere portata a conoscenza di tutte le persone che si trovano all'interno della galleria e deve essere segnalata all'esterno secondo le seguenti modalità:

- i tre limiti inferiori di concentrazione del gas misurati in galleria e pari a: 0 %, 0,15 % e 0,35 % devono corrispondere a tre diversi colori di un semaforo ubicato all'imbocco della galleria
- una tabella posta in prossimità del semaforo, deve specificare la corrispondenza tra il colore del semaforo e la corrispondente concentrazione del gas

- la condizione di abbandono della galleria (0,35 %) deve essere segnalata con un allarme acustico
- lungo lo sviluppo della galleria, in posizione fissa, devono essere ubicati a distanza di 500 m tra di loro sistemi di ripetizione del segnale acustico ed ottico limitatamente ai valori dello 0 % e dello 0,35%

6.2 Classe 1c

Il sistema di allarme, acustico e luminoso, è governato dai rilevatori in posizione fissa che controllano con continuità il tenore di gas nell'atmosfera della galleria. Il sistema entra in funzione automaticamente quando uno qualsiasi dei rilevatori misura i valori limite delle concentrazioni di gas in atmosfera sotto indicati. Se tali concentrazioni sono misurate con strumentazione portatile, il sistema di allarme è messo in funzione manualmente.

Il sistema di allarme è articolato su due livelli di concentrazione in volume di gas:

- 0,15 % concentrazione di preallarme
- 0,35 % concentrazione di abbandono della galleria

Se i tenori di gas in atmosfera raggiungono la soglia di preallarme (0,15 % in volume) si devono eseguire le seguenti procedure:

- verificare immediatamente l'affidabilità della misura
- avvertire il Responsabile del monitoraggio
- verificare le dimensioni del fenomeno
- dare attuazione alle procedure previste dal piano di sicurezza

Per tenori $\geq 0,35$ % si deve dare corso alle procedure per l'abbandono del sotterraneo.

Si ritiene che le procedure di abbandono del cavo devono essere poste in essere quando il fenomeno assume dimensioni superiori a quelle tipiche dei piccoli accumuli in calotta, delle diffusioni di gas in prossimità dell'abbattuto o all'interno dei fori di ricerca, di volata, di preconsolidamento e consolidamento.

A tal proposito si ricorda che, dal momento in cui i rilevatori indicano valori di concentrazione del gas pari alla soglia di preallarme, la scelta sulle procedure di sicurezza da adottare e la gestione della "situazione di crisi" sono esclusiva competenza del Responsabile del monitoraggio.

Inoltre l'attivazione del sistema di allarme deve essere portata a conoscenza di tutte le persone che si trovano all'interno della galleria e deve essere segnalata all'esterno secondo le seguenti modalità:

- i tre limiti inferiori di concentrazione del gas misurati in galleria e pari a: 0 %, 0,15 % e 0,35 % devono corrispondere a tre diversi colori di un semaforo ubicato all'imbocco della galleria
- una tabella posta in prossimità del semaforo, deve specificare la corrispondenza tra il colore del semaforo e la corrispondente concentrazione del gas

- la condizione di abbandono della galleria (0,35 %) deve essere segnalata con un allarme acustico
- lungo lo sviluppo della galleria, in posizione fissa, devono essere ubicati a distanza di 500 m tra di loro sistemi di ripetizione del segnale acustico ed ottico limitatamente ai valori dello 0 % e dello 0,35%

6.3 Classe 2

Il sistema di allarme, acustico e luminoso, è governato dai rilevatori in posizione fissa che controllano con continuità il tenore di gas nell'atmosfera della galleria. Il sistema entra in funzione automaticamente quando uno qualsiasi dei rilevatori misura i valori limite delle concentrazioni di gas in atmosfera sotto indicati. Se tali concentrazioni sono misurate con strumentazione portatile, il sistema di allarme è messo in funzione manualmente.

Il sistema di allarme è articolato su tre livelli di concentrazione in volume di gas:

- 0,3 % soglia di attenzione
- 0,7 % soglia di preallarme
- 1,0 % soglia di allarme

Il raggiungimento di questi limiti deve dare inizio alle relative procedure di sicurezza.

Se i tenori di gas in atmosfera raggiungono la soglia di preallarme (0,7 % in volume) si devono eseguire le seguenti procedure:

- verificare immediatamente l'affidabilità della misura
- avvertire il Responsabile del monitoraggio
- verificare le dimensioni del fenomeno
- il Responsabile del monitoraggio richiede di incrementare la ventilazione
- il Responsabile del monitoraggio informa la Direzione di cantiere della necessità di prepararsi per l'eventuale abbandono del sotterraneo

Se il tenore di gas raggiunge la soglia di allarme (1,0 %) deve essere allontanato tutto il personale dal sotterraneo.

Inoltre l'attivazione del sistema di allarme deve essere portata a conoscenza di tutte le persone che si trovano all'interno della galleria e deve essere segnalata all'esterno secondo le seguenti modalità:

- i quattro limiti inferiori di concentrazione del gas misurati in galleria e pari a: 0 %, 0,3 %, 0,7 % ed 1 % devono corrispondere a quattro diversi colori di un semaforo ubicato all'imbocco della galleria
- una tabella posta in prossimità del semaforo, deve specificare la corrispondenza tra il colore del semaforo e la corrispondente concentrazione del gas
- la condizione di abbandono della galleria (1%) deve essere segnalata con un allarme acustico

- lungo lo sviluppo della galleria, in posizione fissa, devono essere ubicati a distanza di 500 m tra di loro sistemi di ripetizione del segnale acustico e luminoso limitatamente ai valori dello 0%, dello 0,7% e dell'1%

7. SEZIONAMENTO AUTOMATICO DELL'IMPIANTO ELETTRICO

7.1 Classe 1b

Al raggiungimento della concentrazione in volume di gas 0,35% l'impianto di monitoraggio deve prevedere la messa fuori tensione automatica degli impianti elettrici non idonei per la zona con pericolo di esplosione per la presenza di grisù determinata, ad eccezione degli impianti elettrici relativi ai servizi di sicurezza, ossia l'impianto di ventilazione artificiale, il sistema di controllo dell'esplosività dell'atmosfera, l'illuminazione di sicurezza, l'impianto di comunicazione interno/esterno, ecc.

7.2 Classe 1c

Al raggiungimento della concentrazione in volume di gas 0,35% l'impianto di monitoraggio deve prevedere la messa fuori tensione automatica degli impianti elettrici non idonei per la zona con pericolo di esplosione per la presenza di grisù determinata, ad eccezione degli impianti elettrici relativi ai servizi di sicurezza, ossia l'impianto di ventilazione artificiale, il sistema di controllo dell'esplosività dell'atmosfera, l'illuminazione di sicurezza, l'impianto di comunicazione interno/esterno, ecc.

8. INTERAZIONE TRA GALLERIE DI DIVERSA CLASSE

Nel caso in cui tratti di galleria adiacenti siano stati classificati con indici di classe diversi deve essere esaminato il problema del differente assetto impiantistico ed organizzativo da approntare.

In questo capitolo si esaminano due casi particolari, con l'avvertenza che l'Impresa costruttrice deve adattare le seguenti indicazioni a realtà specifiche, diverse da quelle prese in esame.

Occorre tenere presente che l'emissione di grisù forma un tappo che sospinto dalla ventilazione di riflusso si allontana dal fronte verso l'imbocco con velocità pari a quella dell'aria di riflusso.

È facile verificare, ad esempio, che se la velocità di riflusso è pari a 0,5 m/s il tappo di gas, per percorrere una distanza di 800 m, impiega un tempo di 27 minuti.

Questo valore temporale è, in condizioni ordinarie, il parametro su cui basare l'accesso di mezzi ordinari nei tratti di galleria che pur non essendo classificati grisutosi possono essere interessati dal transito del tappo di gas.

8.1 Finestra per l'accesso a due fronti opposti e classificati uno in classe 2 e l'altro in una delle altre classi 0, 1a, 1b, 1c

Indicazioni che devono essere osservate:

- impiantistica elettrica
 - nel tratto di galleria di classe 2 l'impiantistica deve essere di tipo idonea al funzionamento in zona con pericolo di esplosione per la presenza di grisù
 - nel tratto di galleria altrimenti classificato l'impiantistica deve essere congruente a quella prevista dalla rispettiva classe
 - nella finestra l'impiantistica deve essere di tipo idoneo al funzionamento in zona con pericolo di esplosione per la presenza di grisù

- mezzi d'opera e macchine operatrici
 - nel tratto di galleria di classe 2 i mezzi devono essere in esecuzione idonea al funzionamento in zona con pericolo di esplosione per la presenza di grisù
 - nel tratto di galleria altrimenti classificato i mezzi devono essere in esecuzione ordinaria, fatta eccezione per la classe 1c nella fase di prospezione
 - l'accesso dei mezzi ordinari al tratto di galleria non di classe 2 attraverso la finestra deve essere regolamentato sulla base del tempo impiegato dal tappo di gas a raggiungere la finestra secondo le indicazioni di cui alla premessa di questo capitolo (distanza tra fronte grisuto ed innesto finestra, velocità di riflusso dell'aria, ecc.). Se nella galleria di classe 2 le concentrazioni di gas superano la soglia di attenzione (0.3 %) entra in azione l'allarme anche nella finestra. I mezzi in versione ordinaria devono essere immediatamente allontanati dalla finestra prima che il tappo di gas raggiunga la stessa. Devono essere predisposte delle procedure comportamentali per gli autisti dei mezzi.
Si precisa che è richiesto l'allontanamento dei mezzi in un luogo sicuro e non il semplice spegnimento degli stessi poiché la temperatura superficiale di alcuni elementi dei mezzi è superiore alla temperatura d'innescò della miscela esplosiva e l'inerzia termica è tale da non garantire un sufficiente decremento della temperatura in tempi brevi

8.2 Finestra per l'accesso a due fronti opposti e classificati uno in classe 1c e l'altro in una delle tre classi 0, 1a, 1b

Indicazioni che devono essere osservate:

- impiantistica elettrica
 - nel tratto di galleria di classe 1c, l'impiantistica deve essere ordinaria con esclusione del tratto al fronte come descritto nel punto 4.4
 - nel tratto di galleria altrimenti classificato 0, 1a, 1b l'impiantistica deve essere congruente con quella prevista dalla rispettiva classe

- nella finestra, l'impiantistica deve essere ordinaria, tranne l'illuminazione di sicurezza che deve essere idonea al funzionamento in zona con pericolo di esplosione per la presenza di grisù (AD-PE, AD-FE1, ecc.)
- mezzi d'opera e macchine operatrici
 - nel tratto di galleria di classe 1c, i mezzi devono essere in esecuzione ordinaria, tranne il mezzo che esegue i sondaggi di prospezione in avanzamento, che deve rispettare le condizioni operative previste ai punti 4.4 e 5.3
 - nel tratto di galleria altrimenti classificato i mezzi devono essere in versione ordinaria
 - nella finestra, in caso di superamento della soglia di abbandono (0.35%), nella galleria di classe 1c, si ha l'attivazione dell'allarme. I mezzi in versione ordinaria devono essere immediatamente allontanati dalla finestra prima che il tappo di gas la invada. Devono essere predisposte delle procedure comportamentali per gli autisti dei mezzi.
Si precisa che è richiesto l'allontanamento dei mezzi in un luogo sicuro e non il semplice spegnimento degli stessi poiché la temperatura superficiale di alcuni elementi dei mezzi è superiore alla temperatura d'innescio della miscela esplosiva e l'inerzia termica è tale da non garantire un sufficiente decremento della temperatura in tempi brevi

INDICE

1	PREMESSA	pag	4
2	GLOSSARIO PER LE GALLERIE	pag	6
3	VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI AFFLUSSO DI METANO E SUA CLASSIFICAZIONE	pag	7
3.1	Valutazione del rischio e Relazione tecnica	pag	7
3.2	Classificazione delle formazioni in termini di ammasso sospetto	pag	8
3.3	Modifica degli indici di classifica	pag	9
4	MISURE DI SICUREZZA	pag	9
4.1	Classe 0	pag	10
4.2	Classe 1a	pag	10
4.3	Classe 1b	pag	11
4.4	Casse 1c	pag	12
4.5	Classe 2	pag	15
5	DEFINIZIONE DELLE PROCEDURE DI MONITORAGGIO	pag	17
5.1	Classe 1a	pag	17
5.2	Classe 1b	pag	17
5.3	Casse 1c	pag	17
5.4	Classe 2	pag	18
6	ABBANDONO DELLA GALLERIA	pag	19
6.1	Classe 1b	pag	19
6.2	Classe 1c	pag	20
6.3	Classe 2	pag	21
7	SEZIONAMENTO AUTOMATICO DELL'IMPIANTO ELETTRICO	pag	22
7.1	Classe 1b	pag	22
7.2	Classe 1c	pag	22
8.	INTERAZIONE TRA GALLERIE DI DIVERSA CLASSE	pag	22
8.1	Finestra per l'accesso a due fronti opposti e classificati uno in classe 2 e l'altro in uno delle altre classi 0, 1a, 1b, 1c	pag	23
8.2	Finestra per l'accesso a due fronti opposti e classificati uno in classe 1c e l'altro in uno delle tre classi 0, 1a, 1b	pag	23