

7

Nota interregionale “Grisù” 2<sup>a</sup> edizione riordinata per classe

## Servizio Sanitario Nazionale



REGIONE  
TOSCANA



Prot. n. 12440/PRC

Bologna, 22 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: **edizione riordinata per classe di galleria ed annotata dell'allegato tecnico della 2<sup>a</sup> edizione della nota interregionale "Standard di sicurezza per lo scavo di gallerie in terreni grisutosi nell'Appennino Tosco Emiliano. DPR 320/56 Capo X".**

Le scriventi Regioni hanno recentemente emanato la 2° edizione della nota interregionale "Standard di sicurezza per lo scavo di gallerie in terreni grisutosi nell'Appennino Tosco Emiliano. DPR 320/56" (nota prot. n°9940/PRC del 9/3/2000).

La nuova edizione della nota si differenzia dalla precedente per una classificazione delle formazioni geologiche più organica ai fini della valutazione del rischio di afflusso di grisù in galleria e per il sistema articolato e progressivo di soluzioni organizzative, impiantistiche, di controlli dell'aria in galleria e di misure di sicurezza adeguato al livello di rischio di irruzione di gas ipotizzabile nei vari contesti geologici.

La seconda edizione della nota è stata redatta esaminando ogni aspetto per le diverse classi di gallerie. A titolo di esempio: un capitolo è dedicato alle misure di sicurezza, un altro all'abbandono della galleria, ecc. In altri termini, si è voluto mettere bene in evidenza il filo logico su cui è fondata la seconda edizione della circolare, che impone il progressivo incremento delle misure di sicurezza man mano che si passa dalle gallerie non grisucose (di classe 0) a quelle grisucose (classe 2).

Il modello espositivo adottato, se da un lato pone l'accento sui criteri logici dati alla soluzione dei problemi di sicurezza, rende però non del tutto agevole l'utilizzazione pratica della nota da parte degli operatori, durante le ispezioni in galleria. In questo caso è molto più rapida la consultazione di un documento che, per ogni classe di galleria, esamina i vari aspetti di sicurezza.

Per rendere più fruibile il documento in sede operativa e rispondere così alle istanze pervenute dai servizi si è predisposta una edizione della nota interregionale riordinata per classe di galleria e corredata di note esplicative .

E' evidente che il documento allegato alla presente non sostituisce negli aspetti formali ed ufficiali la nota interregionale, ma ne è la trasposizione fedele di più agevole lettura ed utilizzazione.

Si allega: "Edizione riordinata per classe di galleria ed annotata dell'allegato tecnico della 2<sup>a</sup> edizione della nota interregionale Gallerie eseguite nell'Appennino Tosco Emiliano: classificazione in relazione al rischio metano e conseguenti provvedimenti di sicurezza sul lavoro da adottare".

**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**

## Premessa

L'allegato tecnico alla 2<sup>a</sup> edizione della nota interregionale "Standard di sicurezza per lo scavo di gallerie in terreni grisutosi nell'Appennino Tosco Emiliano. DPR 320/56 Capo X" si caratterizza per il fatto che l'insieme delle misure di sicurezza e gli aspetti impiantistici previsti per ogni classe di galleria sono stati raccolti sotto il medesimo capitolo.

Lo scopo del lavoro è quello di creare un documento di facile consultazione per gli operatori dei Servizi che devono fare applicare le disposizioni della circolare durante la loro attività.

Inoltre sono state introdotte delle brevi note di commento a carattere esplicativo nei punti di passaggio cruciale del sistema delle misure di sicurezza previsto nelle varie classi di galleria.

E' evidente che l'allegato tecnico costituisce un documento di lavoro e non sostituisce negli aspetti formali ed ufficiali la "nota interregionale" emanata congiuntamente dalle Regioni Emilia - Romagna e Toscana.

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

**A. GLOSSARIO PER LE GALLERIE**

Il significato dei termini tecnici di seguito utilizzati è definito nel seguente glossario:

- a) **Ammassi o formazioni sospetti:** formazioni geologiche o complesso di formazioni geologiche che possono dare luogo ad emissioni di gas nell'atmosfera della galleria (sono quindi potenziali 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 dell'irruzione di gas, 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 o formazione sospetta", 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 reso possibile 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 o irruzione di grisù nella galleria (comunemente si fa anche riferimento al termine "invasione della galleria"), da ammassi (vicini o lontani), di qualsiasi entità, purché segnalata dal sistema di monitoraggio;

- i) **Situazione di crisi:** situazione determinata da invasioni (afflussi, irruzioni) 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.

## **B. GALLERIE DI CLASSE 0**

### **B.1 Definizione**

**classe 0:** gallerie o tratti di gallerie 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;

### **B.2 Segnaletica**

All'inizio del tratto di galleria deve essere installato un cartello a fondo blu e scritta bianca riportante la scritta "galleria di classe 0".

### **B.3 Monitoraggio gas**

- assente

### **B.4 Assetto impiantistico**

- ordinario

### **B.5 Utilizzazione di sorgenti di calore con temperature pericolose e/o produzione di fiamme e/o di scintille**

- nessuna limitazione

### **B.6 Utilizzazione degli esplosivi**

- esplosivi ed accessori di tipo ordinario

## **C. GALLERIE DI CLASSE 1a <sup>(1) (2)</sup>**

### **C.1 Definizione**

**classe 1a:** gallerie o tratti di gallerie per le quali tutti gli elementi portano a prevedere come remota la possibilità di flussi di grisù significativi, 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

## **C.2 Segnaletica**

All'inizio del tratto di galleria deve essere installato un cartello a fondo blu e scritta bianca riportante la scritta "galleria di classe 1a".

## **C.3 Monitoraggio gas**

- deve essere eseguito dal Responsabile del monitoraggio. Il monitoraggio deve essere almeno manuale, con strumentazione portatile idonea al funzionamento nella zona con pericolo di esplosione del grisù. Il monitoraggio manuale deve essere associato a 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 di misura e/o di prelievo ed i valori del tenore in gas

## **C.4 Assetto impiantistico**

- ordinario

## **C.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

## **C.6 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

## **C.7 Ventilazione**

- devono essere realizzati l'ottimizzazione ed il controllo automatico del flusso d'aria 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 allarme che segnalino condizioni non conformi ai 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

## C.8 Controllo delle concentrazioni di grisù nell'atmosfera della galleria

- monitoraggio manuale. Il monitoraggio deve essere eseguito quanto meno con cadenza corrispondente a 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 del grado di fratturazione del massiccio e di zone instabili e/o franose

## D. GALLERIE DI CLASSE 1b <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup>

### D.1 Definizione

**classe 1b:** gallerie o tratti di gallerie per le quali l'analisi geologica strutturale porta a prevedere flussi di grisù (cfr. glossario), ma non si sono ottenuti elementi di riscontro con le indagini preliminari (studi e ricerche, analisi della storicità, sondaggi) effettuate in fase di progetto e dalle osservazioni eseguite durante lo scavo della porzione d'opera già realizzata. In definitiva le manifestazioni gassose sono possibili ma con portata prevedibilmente modesta

### D.2 Segnaletica

All'inizio del tratto di galleria deve essere installato un cartello a fondo blu e scritta bianca riportante la scritta "galleria di classe 1b".

### D.3 Monitoraggio gas

si deve:

- 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 nella zona con pericolo di esplosione del 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 di misura e/o di prelievo ed i valori del tenore in gas
- analizzare i valori del monitoraggio automatico e manuale ed elaborare un modello di flusso del gas da utilizzare nella redazione di un progetto di scavo compatibile con le condizioni di flusso previste
- prevedere un programma di manutenzione periodica dell'impianto di monitoraggio automatico, del sistema di registrazione, del sistema di allarme governato dal monitoraggio automatico che devono esser sottoposti a frequenti ispezioni, mirate alla verifica della loro efficienza. Le ispezioni devono essere curate dal Responsabile del monitoraggio. La manutenzione

programmata deve essere integrata da interventi della Società che ha fornito gli impianti ed i sistemi suddetti e ne ha curato le installazioni

#### **D.4 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 alla presenza di metano e presenti nella zona con pericolo di esplosione del grisù. Il sezionamento non deve coinvolgere gli impianti elettrici dei servizi di sicurezza, ossia: l'impianto di ventilazione artificiale, il sistema di controllo del tenore di gas in atmosfera, l'illuminazione di sicurezza, l'impianto di comunicazione interno/esterno, ecc;
- realizzazione in esecuzione di tipo idoneo al funzionamento in 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 in presenza di grisù (AD-PE, AD-FE1, AD-I, ecc.) per l'immediata evacuazione del personale nelle "situazioni di crisi".

#### **D.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

#### **D.6 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

#### **D.7 Ventilazione**

- devono essere realizzati l'ottimizzazione ed il controllo automatico del flusso d'aria 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 allarme che segnalino condizioni non conformi ai 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

## D.8 Aspetti organizzativi

l'azienda 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

## D.9 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 significativa della galleria (o del tratto di galleria) 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, quindi, in zone predefinite, 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

## D.10 Abbandono della galleria

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 seguenti valori limite, delle concentrazioni di gas in atmosfera:

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

Se tali concentrazioni sono misurate con strumentazione portatile, il sistema di allarme è messo in funzione manualmente.

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
- determinare 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.

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, a partire 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 anche con un allarme acustico
- lungo lo sviluppo della galleria (o del tratto di 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 % (assenza gas) e dello 0,35%

## **D.11 Sezionamento automatico dell'impianto elettrico**

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 alla presenza di metano e presenti nella zona con pericolo di esplosione del grisù. Il sezionamento non deve coinvolgere gli impianti elettrici relativi ai servizi di sicurezza, ossia: l'impianto di ventilazione artificiale, il sistema di controllo del tenore di gas in atmosfera, l'illuminazione di sicurezza, l'impianto di comunicazione interno/esterno, ecc.

## **E. GALLERIE DI CLASSE 1c <sup>(1) (2)</sup>**

### **E.1 Definizione**

**classe 1c:** gallerie o tratti di gallerie 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 inclusi lapidei di forma e dimensioni molto varie e distribuzione spaziale casuale ed imprevedibile, contenuti negli ammassi o formazioni, e con caratteristiche proprie delle rocce serbatoio. Tali inclusi sono collocati in una matrice avente permeabilità notevolmente bassa. 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 di entità molto varia 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

## **E.2 Segnaletica**

All'inizio del tratto di galleria deve essere installato un cartello a fondo blu e scritta bianca riportante la scritta "galleria di classe 1c".

## **E.3 Monitoraggio gas**

si deve:

- 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 esterna alla galleria
- integrare il monitoraggio automatico con misure e controlli sistematici eseguiti dal Responsabile del monitoraggio con strumentazione portatile idonea al funzionamento nella zona con pericolo di esplosione del 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 di misura e/o di prelievo ed i valori del tenore in gas
- eseguire sondaggi esplorativi sul fronte di scavo per la preventiva ricerca del gas ed il monitoraggio all'interno dei fori da sonda e a boccaforo
- effettuare il controllo delle fasi di ricerca a cura del Responsabile del monitoraggio
- analizzare i valori del monitoraggio automatico e manuale ed elaborare un modello di flusso del gas da utilizzare nella redazione di un progetto di scavo compatibile con le condizioni di flusso previste
- prevedere un programma di manutenzione periodica dell'impianto di monitoraggio automatico, del sistema di registrazione, del sistema di allarme governato dal monitoraggio automatico che devono essere sottoposti a frequenti ispezioni, mirate alla verifica della loro efficienza. Le ispezioni devono essere curate dal Responsabile del monitoraggio. La manutenzione programmata deve essere integrata da interventi della Società che ha fornito gli impianti ed i sistemi suddetti e ne ha curato le installazioni

#### **E.4 Assetto impiantistico <sup>(3)</sup>**

- sistema d'allarme comandato dai sensori di concentrazione gas che preveda la messa fuori tensione automatica e manuale degli impianti elettrici non idonei alla presenza di metano e presenti nella zona con pericolo di esplosione del grisù. Il sezionamento non deve coinvolgere gli impianti elettrici dei servizi di sicurezza, ossia: l'impianto di ventilazione artificiale, il sistema di controllo del tenore di gas in atmosfera, l'illuminazione di sicurezza, l'impianto di comunicazione interno/esterno, ecc;
- macchina di perforazione idonea al funzionamento in atmosfera con 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 in atmosfera con presenza di grisù (AD-PE, AD-FE1, AD-I, ecc.), alimentato 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 in atmosfera con 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 in atmosfera con presenza di grisù (AD-PE, AD-FE1, AD-I, ecc.) per l'immediata evacuazione del personale nelle "situazioni di crisi"

#### **E.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

#### **E.6 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

#### **E.7 Ventilazione**

- devono essere realizzati l'ottimizzazione ed il controllo automatico del flusso d'aria 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 allarme che segnalino condizioni non conformi ai valori previsti dal progetto, oppure 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

## **E.8 Aspetti organizzativi**

l'azienda deve provvedere ad:

- 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

## **E.9 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 almeno 5 rilevatori. Una stazione di misura deve essere costituita da due rilevatori posti sui paramenti destro e sinistro e da un terzo posto in calotta in una sezione significativa della galleria (o del tratto di galleria) e quanto più vicina possibile al fronte. 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. Il 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 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 o di avanzamento 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 dal preconsolidamento del fronte ottenuto perforando un elevato numero di fori nei quali si inseriscono elementi strutturali. 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 l'indagine sull'intera sezione di scavo e sulla zona di influenza dello stesso. Con l'avanzare del fronte, deve essere garantita una sovrapposizione per almeno 9 m dei tratti di galleria perforati. Pertanto, i 10 fori di prospezione devono essere eseguiti ogni 13 m 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

## E.10 Abbandono della galleria

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 seguenti valori limite delle concentrazioni di gas in atmosfera:

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

Se tali concentrazioni sono misurate con strumentazione portatile, il sistema di allarme è messo in funzione manualmente.

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 sottoterraneo.

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 delle diffusioni all'interno dei fori di ricerca, di volata, di preconsolidamento e consolidamento.

A tale 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%

## E.11 Sezionamento automatico dell'impianto elettrico

Al raggiungimento della concentrazione 0,35% in volume di gas l'impianto di monitoraggio deve mettere fuori tensione automaticamente gli impianti elettrici non idonei alla presenza di metano. Il sezionamento non deve coinvolgere gli impianti elettrici dei servizi di sicurezza, ossia: l'impianto di ventilazione artificiale, il sistema di controllo del tenore di gas in atmosfera, l'illuminazione di sicurezza, l'impianto di comunicazione interno/esterno, ecc.

## E.12 Modifica dell'indice di classifica <sup>(4)</sup>

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 o il tratto di galleria alla classe 2

## F. GALLERIE DI CLASSE 2 (5)

### F.1 Definizione

**classe 2:** gallerie o tratti di gallerie 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 irruzioni significative di grisù in galleria in corrispondenza di strutture geologiche, tecnicamente assimilabili a potenziali trappole di idrocarburi (anticlinali, fasce di intensa fratturazione in corrispondenza delle zone di accavallamento tettonico, ecc.). L'attraversamento delle trappole rende probabile l'afflusso di grisù continuo oppure discontinuo ma con frequenza tale da non farlo ritenere un evento eccezionale

### F2 Segnaletica

All'inizio del tratto di galleria deve essere installato un cartello a fondo blu e scritta bianca riportante la scritta "galleria di classe 2" e la scritta "galleria grisutosa".

### F.3 Monitoraggio gas

si deve:

- 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 esterna alla galleria

- integrare il monitoraggio automatico con misure e controlli sistematici eseguiti dal Responsabile del monitoraggio con strumentazione portatile idonea al funzionamento nella zona con pericolo di esplosione del 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 di misura e/o di prelievo ed i valori del tenore in gas
- prevedere un programma di manutenzione periodica dell'impianto di monitoraggio automatico, del sistema di registrazione, del sistema di allarme governato dal monitoraggio automatico che devono essere sottoposti a frequenti ispezioni, mirate alla verifica della loro efficienza. Le ispezioni devono essere curate dal Responsabile del monitoraggio. La manutenzione programmata deve essere integrata da interventi della Società che ha fornito gli impianti ed i sistemi suddetti e ne ha curato le installazioni

#### **F.4 Assetto impiantistico**

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

#### **F.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
  - qualora permanesse la necessità di ricorrere ad alcune lavorazioni pericolose, queste potranno essere effettuate solo se saranno autorizzate, attraverso l'emaneazione 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
    - la zona delle lavorazioni deve essere adeguatamente ventilata

## F.6 Utilizzazione degli esplosivi

- esplosivi ed accessori di tipo antigrisutoso

## F.7 Ventilazione

- devono essere realizzati l'ottimizzazione ed il controllo automatico del flusso d'aria 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 allarme che segnalino condizioni non conformi ai valori previsti dal progetto, oppure 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

## F.8 Aspetti organizzativi

l'azienda 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

## F.9 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

## F.10 Abbandono della galleria

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 seguenti valori limite delle concentrazioni di gas in atmosfera:

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

Se tali concentrazioni sono misurate con strumentazione portatile, il sistema di allarme è messo in funzione manualmente.

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
- determinare le dimensioni del fenomeno
- il Responsabile del monitoraggio chiede l'incremento della ventilazione
- il Responsabile del monitoraggio informa la Direzione del cantiere della necessità di preparare l'eventuale abbandono del sotterraneo

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

L'attivazione del sistema di allarme deve essere noto a 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%

## G. INTERAZIONE TRA GALLERIE E/O TRATTI DI GALLERIE DI DIVERSA CLASSE <sup>(6)</sup>

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'irruzione 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.

Se la velocità di riflusso è pari a 0,5 m/s (30 m/minuto) il tappo di gas, per percorrere una distanza di 800 m, impiega un tempo di 27 minuti.

Questo valore temporale (legato alla lunghezza della galleria o del tratto di galleria già realizzato) 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.

### **G.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 idoneo al funzionamento in zona con presenza di grisù
  - nel tratto di galleria altrimenti classificato (0, 1a, 1b, 1c) 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 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 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 grisutoso 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 è sufficiente 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

## **G.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 E 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 E 4 ed E 9
  - 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'innescò della miscela esplosiva e l'inerzia termica è tale da non garantire un sufficiente decremento della temperatura in tempi brevi

### Note

(1) *Il quadro legislativo relativo alle opere di ingegneria civile si presenta diverso rispetto al quadro minerario. Nel primo caso la normativa definisce in maniera astratta la probabilità di rinvenimenti di gas e non correla il livello di rischio con le misure di sicurezza richieste. Il DPR 320/56 è una legislazione di tipo on-off in cui, indipendentemente dal livello di rischio, il riconoscimento del gas non è correlato all'entità del fenomeno ed al modello di emissione. La genericità legislativa è inadatta ad affrontare le situazioni intermedie esponendo così la materia trattata ad una aleatorietà che può nuocere al principio di approntare i lavori in sicurezza. Per queste ragioni accanto alle gallerie di classe 0 (in cui è esclusa la presenza di manifestazioni grisutose) ed a quelle di classe 2 (gallerie grisutose) è stata definita una categoria di gallerie di classe 1 suddivise in tre sottoclassi (1a, 1b, 1c). 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 Capo X si è adottato il termine possibilità.*

*In questo insieme di transizione, ovvero di gallerie a vario grado sospette, gli apprestamenti impiantistici, i sistemi di monitoraggio gas, i sistemi di ventilazione, le modalità di conduzione dei lavori sono via via più complessi ed articolati in ragione del grado di possibilità di avere manifestazioni grisutose e del modello di emissione prevedibile.*

(2) *Da un punto di vista scientifico 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 irruzioni 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 irruzioni di grisù nei cantieri.*

- <sup>(3)</sup> *In questa classe di gallerie la possibilità di riscontrare emissioni di grisù è più elevata che nelle classi precedenti ed il modello di emissione può essere di tipo tale da indurre portate di invasione del cavo e pressioni non trascurabili. Per affrontare in sicurezza questi lavori occorre far precedere lo scavo da una fase di prospezione per la ricerca del grisù. Tale ricerca deve essere condotta all'interno dei fori di almeno 10 sondaggi mediante strumentazione portatile e deve essere integrata con un monitoraggio in ambiente mediante strumentazione fissa. La macchina operatrice che esegue le perforazioni di ricerca e l'impiantistica elettrica presente per 500 m a partire dal fronte di scavo devono essere del tipo idoneo ad operare in zona con pericolo di esplosione. Tutte le altre lavorazioni eseguite con attrezzature ordinarie devono essere sospese durante tale fase di ricerca. Al termine della fase di prospezione, se gli esiti degli accertamenti sono stati negativi o non significativi per l'ambiente, i lavori in galleria possono riprendere con macchine ed impianti con assetto ordinario. Nel caso in cui l'azienda debba eseguire ulteriori fori per il preconsolidamento del fronte, in questi ultimi si deve controllare che non si manifestino fuoriuscite a pressione ma non devono essere necessariamente oggetto di ulteriori misure nel loro interno.*

- <sup>(4)</sup> *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.*

<sup>(5)</sup> *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.*

<sup>(6)</sup> *L'argomento trattato in questo capitolo costituisce l'aspetto più complesso di tutta l'architettura di governo dello scavo di gallerie. Nelle opere in corso di realizzazione a volte si attraversano, a partire dallo stesso imbocco, tratti di galleria di classe diversa oppure si è in presenza di una finestra che sbocca in due tratti di galleria a classificazione diversa. Posto che:*

- nei rispettivi tratti di galleria le macchine e l'impiantistica devono essere congruenti con la classificazione assegnata*
- l'eventuale fuoriuscita di grisù proveniente dalla sezione di scavo, nel suo viaggio verso l'esterno, deve necessariamente transitare per il cavo della galleria che porta verso l'uscita si è trovata una soluzione tecnica per regolamentare il transito dei mezzi nel tratto di opera comune.*

*La soluzione adottata si basa sul concetto di tempo di deflusso della corrente gassosa in relazione alla velocità di ritorno dell'aria. In particolare negli esempi citati si sono considerate:*

- una velocità di riflusso di 0,5 m/s (parametro elevato che garantisce un buon margine di sicurezza nei tempi effettivi di deflusso)*
- un franco minimo di 800 m tra il fronte di scavo (possibile punto di emissione) ed il punto in cui, per cambio di classifica si ha un alleggerimento delle misure di sicurezza.*

*La soluzione tecnica trovata richiede però una particolare attenzione gestionale, in quanto gli addetti ai mezzi in transito devono conoscere chiaramente le norme comportamentali da adottare in caso di superamento della soglia di allarme. Particolare attenzione dovrà essere posta nel verificare che il personale addetto ai mezzi di trasporto dipendente dell'azienda che esegue l'opera o appartenente ai fornitori conosca esattamente il comportamento da tenere in situazioni di emergenza.*

## INDICE

<b>A GLOSSARIO PER LE GALLERIE</b>	<b>pag</b>	<b>1</b>
<b>B GALLERIE DI CLASSE 0</b>	<b>pag</b>	<b>2</b>
B.1 Definizione	pag	2
B.2 Segnaletica	pag	2
B.3 Monitoraggio gas	pag	2
B.4 Assetto impiantistico	pag	2
B.5 Utilizzazione di sorgenti di calore con temperature pericolose e/o produzione di fiamme e/o di scintille	pag	2
B.6 Utilizzazione degli esplosivi	pag	2
<b>C GALLERIE DI CLASSE 1A</b>	<b>pag</b>	<b>2</b>
C.1 Definizione	pag	2
C.2 Segnaletica	pag	3
C.3 Monitoraggio gas	pag	3
C.4 Assetto impiantistico	pag	3
C.5 Utilizzazione di sorgenti di calore con temperature pericolose e/o produzione di fiamme e/o di scintille	pag	3
C.6 Utilizzazione degli esplosivi	pag	3
C.7 Ventilazione	pag	3
C.8 Controllo delle concentrazioni di grisù nell'atmosfera della galleria	pag	4
<b>D GALLERIE DI CLASSE 1B</b>	<b>pag</b>	<b>4</b>
D.1 Definizione	pag	4
D.2 Segnaletica	pag	4
D.3 Monitoraggio gas	pag	4
D.4 Assetto impiantistico	pag	5
D.5 Utilizzazione di sorgenti di calore con temperature pericolose e/o produzione di fiamme e/o di scintille	pag	5
D.6 Utilizzazione degli esplosivi	pag	5
D.7 Ventilazione	pag	5
D.8 Aspetti organizzativi	pag	6
D.9 Controllo delle concentrazioni di grisù nell'atmosfera della galleria	pag	6
D.10 Abbandono della galleria	pag	6
D.11 Sezionamento automatico dell'impianto elettrico	pag	7
<b>E GALLERIE DI CLASSE 1C</b>	<b>pag</b>	<b>7</b>
E.1 Definizione	pag	7
E.2 Segnaletica	pag	8
E.3 Monitoraggio gas	pag	8
E.4 Assetto impiantistico	pag	9
E.5 Utilizzazione di sorgenti di calore con temperature pericolose e/o produzione di fiamme e/o di scintille	pag	9
E.6 Utilizzazione degli esplosivi	pag	9
E.7 Ventilazione	pag	9
E.8 Aspetti organizzativi	pag	10
E.9 Controllo delle concentrazioni di grisù nell'atmosfera della galleria	pag	10
E.10 Abbandono della galleria	pag	11
E.11 Sezionamento automatico dell'impianto elettrico	pag	12
E.12 Modifica dell'indice di classifica	pag	12

<b>F</b>	<b>GALLERIE DI CLASSE 2</b>	<b>pag</b>	<b>12</b>
	F.1 Definizione	pag	12
	F.2 Segnaletica	pag	12
	F.3 Monitoraggio gas	pag	12
	F.4 Assetto impiantistico	pag	13
	F.5 Utilizzazione di sorgenti di calore con temperature pericolose e/o produzione di fiamme e/o di scintille	pag	13
	F.6 Utilizzazione degli esplosivi	pag	14
	F.7 Ventilazione	pag	14
	F.8 Aspetti organizzativi	pag	14
	F.9 Controllo delle concentrazioni di grisù nell'atmosfera della galleria	pag	14
	F.10 Abbandono della galleria	pag	15
<b>G</b>	<b>INTERAZIONE TRA GALLERIE DI DIVERSA CLASSE</b>	<b>pag</b>	<b>15</b>
	G.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	16
	G.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	17
<b>NOTE</b>		<b>pag</b>	<b>18</b>