



Protocollo N° 13277

data 31 MAR 2005

DS

**AL RESPONSABILE DEL DIPARTIMENTO
DELLA PREVENZIONE AZIENDA USL 10 DI
FIRENZE**

**AL RESPONSABILE DEL DIPARTIMENTO
DI SANITÀ PUBBLICA AZIENDA USL DI
BOLOGNA**

**AL MINISTERO DEL LAVORO E DELLE
POLITICHE SOCIALI**

**AL RESPONSABILE DEL DIPARTIMENTO
TECNOLOGIE DI SICUREZZA
ISPESL**

**AL DIRETTORE DELLA DIREZIONE
REGIONALE DEL LAVORO TOSCANA**

**AL DIRETTORE DELLA DIREZIONE
REGIONALE DEL LAVORO EMILIA-
ROMAGNA**

**AI RESPONSABILI DELLE
ORGANIZZAZIONI SINDACALI
FILLEA-CGIL, FILCA-CISL, FENEAL-UIL**

A AUTOSTRADE S.p.A.

A ITALFERR S.p.A.

A R.F.I. S.p.A.

A SPEA INGEGNERIA EUROPEA S.p.A.

A TAV S.p.A.

A BALDASSINI E TOGNOZZI S.p.A.

A CONSORZIO CAVET

A CONSORZIO RISALTO

**A ING. NINO FERRARI
IMPRESA COSTRUZIONI GENERALI S.R.L.**

A QUERCIA 2 S.C. a R.L.

A S. RUFFILLO S.C. a R.L.

A SOC. ITAL. CONDOTTE D'ACQUA S.p.A.

A TOTO S.p.A.

Oggetto: **Grisù 3^a edizione riordinata per classe**

Le scriventi Regioni hanno recentemente emanato la Nota Interregionale prot. n° ASS/PRC/05/1141 del 13/01/2005 "Lavori in sotterraneo. Scavo in terreni grisutosi. Grisù 3^a edizione".

Detta Nota, comunemente indicata come "Grisù 3^a edizione" è strutturata per tematiche di sicurezza, esponendo in uno stesso capitolo le misure da adottare nelle diverse classi di galleria. Questo modello espositivo è stato adottato per rendere evidente la logica che porta ad un incremento delle misure di sicurezza nel passare da gallerie con minore rischio di manifestazioni di grisù ad altre con rischio maggiore.

In sede operativa, durante la predisposizione o la verifica delle misure di sicurezza in una determinata galleria classificata, può essere utile consultare un documento in cui, per ogni singola classe di galleria, é elencato l'insieme dei requisiti di sicurezza necessari.

Per favorire questo tipo di consultazione è stata predisposta la presente versione.

E' evidente che questa edizione riordinata costituisce un documento di lavoro e non sostituisce negli aspetti formali ed ufficiali la Nota Interregionale "Lavori in sotterraneo. Scavo in terreni grisutosi. Grisù 3^a edizione".

Si allega: "Grisù 3^a edizione riordinata per classe"

**Regione Emilia Romagna
Assessorato alla Sanità**

**Servizio Sanità Pubblica
Pierluigi Macini**

**Regione Toscana
Dipartimento del Diritto alla Salute
e delle Politiche di Solidarietà
Settore Prevenzione e Sicurezza
Marco Masi**

Grisù 3^a edizione riordinata per classe

PREMESSA

Il presente documento è stato redatto riorganizzando i contenuti della Nota Interregionale "Lavori in sotterraneo. Scavo in terreni grisutosi. Grisù 3^a edizione" emanata congiuntamente dalle Regioni Emilia - Romagna e Toscana, in modo da raccogliere per ogni singola classe l'insieme delle misure di sicurezza e degli aspetti impiantistici richiesti.

Lo scopo di tale rielaborazione consiste nel fornire un documento che agevoli l'individuazione dei requisiti per far fronte al rischio grisù per la classe di interesse, facilitando così la concreta realizzazione e la verifica delle misure di prevenzione.

E' evidente che questa edizione riordinata costituisce un documento di lavoro e non sostituisce negli aspetti formali ed ufficiali la Nota "Grisù 3^a edizione".

A quest'ultima, in particolare, si rimanda per alcune parti che non sono state riportate nel presente documento al fine di non appesantirne l'utilizzo, limitato, come detto, ai soli aspetti operativi.

Le parti non riportate riguardano i seguenti temi: la premessa e i riferimenti di dettaglio, il campo di applicazione, le ipotesi e gli obiettivi di sicurezza, la valutazione del rischio, i criteri di assegnazione, di verifica e di modifica della classe, le due Appendici esplicative.

A. GLOSSARIO PER LE GALLERIE

In questa Nota, si adotteranno termini tecnici il cui significato è definito nel seguente glossario:

- a) **Ammassi sospetti:** ammassi o complessi di rocce e terreni che possono dare luogo ad emissioni di gas nell'atmosfera della galleria (emettitori di gas), perché contengono serbatoi di grisù direttamente interessati dalla realizzazione dell'opera d'ingegneria, oppure perché le operazioni di scavo possono collegare idraulicamente l'opera con ammassi, contenenti grisù, non direttamente interessati dallo scavo;
- b) **Tratto di galleria:** segmento dell'opera che attraversa una porzione di ammasso che può essere considerato omogeneo come emettitore di gas e per le modalità d'emissione (portate di flusso eiettabili, pressione del gas nei serbatoi contenuti nell'ammasso, 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 degli ammassi, 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 negli ammassi attraversati

dall'opera o ad essa limitrofi e delle modalità di collegamento con serbatoi contenenti grisù, non direttamente interessati dallo scavo. Quanto meno, deve possedere esperienza documentata nella valutazione delle possibilità che gli ammassi liberino grisù nell'atmosfera della galleria in corso di realizzazione. Il Tecnico Specialista classifica la galleria e fornisce indicazioni per la redazione di un progetto di scavo compatibile con i rischi derivanti dalle condizioni di flusso ipotizzate;

- e) **Serbatoio di grisù:** porzione di ammasso permeabile, contenente grisù nei sistemi di fratture e/o nei pori, isolata idraulicamente in alto e lateralmente dai circostanti ammassi;
- f) **Trappola di grisù:** contesto geologico strutturale con caratteristiche morfologiche ed idrauliche idonee a determinare l'accumulo di gas nei serbatoi di grisù;
- g) **Responsabile del Monitoraggio:** laureato, preferibilmente in ingegneria, iscritto all'Albo professionale, non appartenente all'organizzazione aziendale, con esperienza documentata in misure dello stato fisico dell'aria nei cantieri in sotterraneo e nella loro elaborazione, 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, collabora con la direzione di cantiere nelle "situazioni di crisi";
- h) **Addetto al Monitoraggio:** tecnico, funzionalmente dipendente dal Responsabile del Monitoraggio, formato ed addestrato da quest'ultimo sulla esecuzione corretta di misure dello stato fisico dell'aria nei cantieri in sotterraneo, sui controlli e sul condizionamento della composizione dell'atmosfera in galleria, in grado di esprimere una prima valutazione sui valori misurati in relazione al rischio di esplosione;
- i) **Flusso di grisù:** afflusso di grisù da ammassi (vicini o lontani) verso la galleria, di qualsiasi entità purché rilevabile dal sistema di monitoraggio;
- j) **Situazione di crisi:** situazione determinata da invasioni di grisù con concentrazioni che raggiungono i valori limite prescritti dalla presente Nota per interventi di sicurezza, quali la sospensione temporanea dei lavori o l'evacuazione del cantiere;
- k) **Classe:** indice di classifica, attribuito al tratto di galleria od alla galleria, che esprime la previsione delle condizioni di flusso di grisù in relazione alla geometria dello scavo ed alle modalità costruttive dell'opera;
- l) **Grado di sicurezza equivalente** (con riferimento all'art. 1.1.03b Norma CEI 64-2 fasc. 2960C): il grado di sicurezza di un singolo apprestamento di difesa (barriera) indica il suo livello di efficacia contro il manifestarsi di un evento non voluto. Il grado di sicurezza equivalente di più barriere in serie, tra di loro indipendenti da cause comuni di inefficienza, ne indica il livello di efficacia contro il manifestarsi dell'evento non voluto ed è la somma dei gradi di sicurezza delle singole barriere.

Nella presente Nota Interregionale i termini gas, metano, grisù, miscela aria-metano, miscela aria-grisù sono utilizzati in modo indifferenziato in quanto considerati sinonimi.

B. GALLERIE DI CLASSE 0

B.1 Definizione

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 dagli ammassi attraversati dall'opera oppure da quelli lontani ma connessi idraulicamente alla galleria.

B.2 Segnaletica

All'inizio di ogni tratto di galleria deve essere installato un cartello con fondo blu, riportante la scritta in colore bianco "Rischio grisù: galleria di classe 0".

All'imbocco di ogni galleria deve essere installato un cartello con fondo blu, riportante, con caratteri in colore bianco, la progressiva di inizio e di fine di ogni tratto classificato ed il relativo indice di classifica.

B.3 Monitoraggio gas

- assente

B.4 Impianti, macchine ed attrezzature

- ordinari

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

C.1 Definizione

classe 1a: gallerie/tratti per le quali tutti gli elementi portano a prevedere come remota la possibilità di flussi di grisù, in base all'assenza di indizi derivanti dalle indagini preliminari (studi e ricerche, analisi della storicità, sondaggi), alle informazioni ottenute nello scavo della porzione d'opera già realizzata, alle considerazioni geologiche e strutturali.

C.2 Segnaletica

All'inizio di ogni tratto di galleria deve essere installato un cartello con fondo blu, riportante la scritta in colore bianco "Rischio grisù: galleria di classe 1a".

All'imbocco di ogni galleria deve essere installato un cartello con fondo blu, riportante, con caratteri in colore bianco, la progressiva di inizio e di fine di ogni tratto classificato ed il relativo indice di classifica.

C.3 Monitoraggio gas

Il Responsabile del Monitoraggio deve:

- scegliere la dislocazione dei sensori dell'impianto di monitoraggio automatico con registrazione continua delle concentrazioni di grisù in aria. La registrazione deve essere quantomeno locale. L'impianto deve essere associato ad un sistema ottico – acustico locale correlato alle concentrazioni limite di gas definite nel paragrafo C.11
- eseguire il monitoraggio manuale con strumentazione portatile idonea a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva costituita dalla miscela aria-grisù (apparecchio del gruppo I, categoria M2, modi di protezione: vedi Tab. 5 nell'Appendice B alla Nota Interregionale "Grisù 3^a edizione"). Il monitoraggio manuale deve essere integrato con prelievi di acqua per la misura del grisù disciolto
- redigere, per ogni turno di lavoro, un verbale recante, per ogni misura e/o per ogni prelievo d'acqua: 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. Tale analisi deve essere comunicata al Tecnico Specialista che, se lo ritiene opportuno, rielabora il modello di flusso del gas e fornisce al cantiere nuove soluzioni tecniche di sicurezza
- stabilire un programma di verifica e manutenzione dei sistemi di controllo dell'esplosività dell'atmosfera secondo quanto indicato nei successivi paragrafi C.13, C.14, C.15 e C.16

C.4 Organizzazione del servizio di Monitoraggio gas

- il servizio di Monitoraggio gas deve essere costituito da un Responsabile del Monitoraggio e da Addetti al Monitoraggio. La presenza di questi ultimi deve essere garantita per ogni turno di lavoro e, visto che l'azione di controllo gas avviene in momenti discontinui, gli Addetti possono fare parte del personale aziendale non dedicato esclusivamente al monitoraggio, ma diventano funzionalmente dipendenti dal Responsabile del Monitoraggio e svincolati dalle attività di produzione durante le azioni connesse al monitoraggio gas. Gli Addetti, quando sono di provenienza aziendale, devono essere preventivamente accettati dal Responsabile del Monitoraggio che ne attesta le capacità tecniche in relazione alle funzioni da svolgere

C.5 Controllo delle concentrazioni di grisù nell'atmosfera della galleria

- impianto di monitoraggio automatico, con registrazione continua dei tenori di gas di tipo locale, per il controllo dell'atmosfera in prossimità del fronte di avanzamento. L'impianto deve essere costituito da una stazione di misura con almeno 2 rilevatori da posizionare in modo tale che non siano investiti dalle correnti di aria fresca proveniente dall'esterno e che siano soggetti alla corrente di riflusso (alle spalle della sezione terminale del tubo di ventilazione)
- monitoraggio manuale, deve essere eseguito quanto meno con la frequenza indicata dal Tecnico Specialista. Le indicazioni fornite da quest'ultimo devono basarsi su un modello dinamico aggiornato con i dati provenienti

dall'avanzamento dello scavo (ad esempio 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)

- il controllo deve essere integrato con prelievi di acqua per la ricerca del gas disciolto

C.6 Impianti, macchine ed attrezzature

- ordinari, con esclusione dell'impianto di monitoraggio automatico con registrazione delle concentrazioni di metano in aria. Quest'ultimo impianto deve essere di tipo idoneo a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva costituita dalla miscela aria-grisù (apparecchio del gruppo I, categoria M2, modi di protezione: vedi Tab. 5 nell'Appendice B alla Nota Interregionale "Grisù 3^a edizione")
- deve essere possibile la messa fuori tensione manuale degli impianti elettrici non idonei
- raggiunta la concentrazione di grisù del 5 % in volume, l'impianto di monitoraggio, dopo l'attivazione della procedura di allarme, deve essere sezionato automaticamente
- al fronte deve essere disponibile un veicolo per l'immediata evacuazione del personale in situazioni di crisi

C.7 Ventilazione

si deve:

- realizzare l'ottimizzazione della ventilazione ed il controllo automatico con registrazione dei parametri che la governano (portata e prevalenza). Il calcolo delle portate d'aria, necessarie per la realizzazione dei lavori di scavo, deve considerare il numero di lavoratori e la potenza complessiva delle macchine impegnate. Inoltre, occorre che l'impianto sia in grado di erogare una portata suppletiva atta a fronteggiare le irruzioni di gas. I controlli strumentali devono misurare la prevalenza e la portata nella sezione iniziale e la portata nella sezione terminale del tubo di ventilazione. L'efficienza della ventilazione deve essere controllata anche con misure manuali in sezioni di riflusso significative. Il Responsabile del Monitoraggio deve imporre specifiche procedure di sicurezza idonee a fare fronte a condizioni di ventilazione carente, rispetto a problematiche connesse al rischio grisù, o all'arresto dei ventilatori

C.8 Aspetti organizzativi

si deve:

- informare, formare ed addestrare il personale relativamente alle proprie funzioni anche:
 - sui rischi derivanti da presenza di miscele aria-grisù in galleria
 - sui comportamenti da tenere in presenza di grisù nell'atmosfera di galleria
 - sulle norme e le procedure di sicurezza da rispettare per far fronte al rischio di esplosione di miscele gassose
 - sull'uso, sui limiti di utilizzo e sulla manutenzione degli apparecchi, dei sistemi di protezione e dei componenti in relazione al rischio grisù

- attuare il sistema di procedure di monitoraggio, di allarme e di abbandono indicati nei paragrafi C.4, C.5 e C.11

C.9 Utilizzazione di sorgenti di calore con temperature pericolose e/o produzione di fiamme e/o di scintille

- il Responsabile del Monitoraggio, in base all'analisi di rischio, deve imporre procedure di sicurezza per l'utilizzazione di sorgenti di calore con temperature pericolose e/o produzione di fiamme e/o di scintille. Nel caso si siano registrati flussi di gas, il Responsabile del Monitoraggio deve autorizzare di volta in volta l'esecuzione dei lavori a rischio di esplosione della miscela aria-grisù con specifiche soluzioni tecniche di sicurezza

C.10 Utilizzazione degli esplosivi

- esplosivi ed accessori di tipo ordinario
- qualora si riscontri presenza di gas al fronte tutto il personale deve essere fatto uscire dal sottoterraneo per il brillamento della volata ed il Responsabile del Monitoraggio deve imporre procedure di sicurezza per il rientro dopo la volata

C.11 Stati di allarme e abbandono della galleria

Il sistema di allarme locale che segnala la presenza di gas, è acustico e luminoso ed è governato dai rilevatori fissi che controllano con continuità il tenore di gas nell'atmosfera della galleria. Il sistema deve entrare in funzione automaticamente quando uno qualsiasi dei sensori misura i valori limite delle concentrazioni di gas in atmosfera sotto indicati.

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

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

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

Se i tenori di gas in atmosfera raggiungono la concentrazione di preallarme (0,15 % in volume) si devono mettere in atto le seguenti azioni:

- verificare immediatamente l'affidabilità della misura
- avvertire il Responsabile del Monitoraggio
- verificare le dimensioni del fenomeno
- dare attuazione alle specifiche procedure stabilite dal Responsabile del Monitoraggio

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

In questa classe, che non prevede la realizzazione di un sistema che diffonda l'allarme per la presenza di gas a tutto il sottoterraneo, il personale al fronte deve attivare il

sistema di allarme generale, di cui alla Nota Interregionale “Postazioni SOS” prot. n° 10319/PRC del 13/03/00.

Se le concentrazioni limite sopraccitate sono rilevate con strumentazione portatile, il sistema di allarme gas locale deve essere attivato manualmente. Nel caso in cui la misura manuale superi la concentrazione di 0,35% deve essere attivato anche l’allarme generale.

Le procedure da adottare al raggiungimento della concentrazione di abbandono devono essere definite dal Responsabile del Monitoraggio. Tali procedure devono garantire la sicurezza del personale e l’inibizione di ogni potenziale sorgente di innesco.

C.12 Sezionamento degli impianti elettrici

Al raggiungimento della concentrazione di gas 0,35% si devono attuare procedure che prevedano la messa fuori tensione manuale degli impianti elettrici non idonei a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva costituita dalla miscela aria-grisù, ad eccezione del sistema di controllo dell’esplosività dell’atmosfera e dell’impianto di ventilazione (se è esterno).

Al raggiungimento della concentrazione di gas pari al 5% in volume anche l’impianto di monitoraggio, solo dopo l’attivazione della procedura di allarme, deve essere messo fuori tensione.

C.13 Ispezione e manutenzione dei sistemi di controllo dell’esplosività dell’atmosfera

Vedi punto F.13

C.14 Taratura dei sensori

Vedi punto F.14

C.15 Verifica della corrispondenza tra le concentrazioni rilevate e le azioni del sistema. Prove periodiche di messa fuori tensione dell’impianto elettrico

Vedi punto F.15

C.16 Prove straordinarie di messa fuori tensione degli impianti elettrici

Vedi punto F.16

D. GALLERIE DI CLASSE 1b

D.1 Definizione

classe 1b: gallerie/tratti per le quali l’analisi geologica strutturale porta a prevedere flussi di grisù, ma non ci sono elementi di riscontro desunti 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 portate prevedibilmente modeste o con modalità che si ritiene non portino a condizioni di rischio.

D.2 Segnaletica

All'inizio di ogni tratto di galleria deve essere installato un cartello con fondo blu, riportante la scritta in colore bianco "Rischio grisù: galleria di classe 1b".

All'imbocco di ogni galleria deve essere installato un cartello con fondo blu, riportante, con caratteri in colore bianco, la progressiva di inizio e di fine di ogni tratto classificato ed il relativo indice di classifica.

D.3 Monitoraggio gas

Il Responsabile del Monitoraggio deve:

- scegliere la dislocazione dei sensori dell'impianto di monitoraggio automatico con registrazione continua delle concentrazioni di grisù in aria. L'impianto deve governare i sistemi di allarme associati alle concentrazioni limite di gas definite nel successivo paragrafo D.11. 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 con strumentazione portatile idonea a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva costituita dalla miscela aria-grisù (apparecchio del gruppo I, categoria M2, modi di protezione: vedi Tab. 5 nell'Appendice B alla Nota Interregionale "Grisù 3^a edizione") e con prelievi di acqua per la misura del grisù disciolto
- redigere, per ogni turno di lavoro, un verbale recante, per ogni misura o per ogni prelievo di acqua: 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. Tale analisi deve essere comunicata al Tecnico Specialista che, se lo ritiene opportuno, rielabora il modello di flusso del gas e fornisce al cantiere nuove soluzioni tecniche di sicurezza
- stabilire un programma di verifica e manutenzione dei sistemi di controllo dell'esplosività dell'atmosfera secondo quanto indicato nei successivi paragrafi D.13, D.14, D.15 e D.16

D.4 Organizzazione del servizio di Monitoraggio gas

- il servizio di Monitoraggio gas deve essere costituito da un Responsabile del Monitoraggio e da Addetti al Monitoraggio. La presenza di questi ultimi deve essere garantita per ogni turno di lavoro e, visto che l'azione di controllo gas avviene in momenti discontinui, gli Addetti possono fare parte del personale aziendale non dedicato esclusivamente al monitoraggio, ma diventano funzionalmente dipendenti dal Responsabile del Monitoraggio e svincolati dalle attività di produzione durante le azioni connesse al monitoraggio gas. Gli Addetti, quando sono di provenienza aziendale, devono essere preventivamente accettati dal Responsabile del Monitoraggio che ne attesta le capacità tecniche in relazione alle funzioni da svolgere

D.5 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, non devono essere investiti dalle correnti di aria fresca proveniente dall'esterno e devono essere soggetti alla corrente di riflusso (alle spalle della sezione terminale del tubo di ventilazione)
- monitoraggio manuale, deve essere eseguito quanto meno con la frequenza indicata dal Tecnico Specialista. Le indicazioni fornite da quest'ultimo devono basarsi su un modello dinamico aggiornato con i dati provenienti dall'avanzamento dello scavo (ad esempio 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)
- il controllo deve essere integrato con prelievi di acqua per la ricerca del gas disciolto

D.6 Impianti, macchine ed attrezzature

- ordinari, con esclusione degli impianti elettrici relativi ai servizi di sicurezza, quali ad esempio l'impianto di ventilazione, il sistema di controllo di esplosività dell'atmosfera, l'illuminazione di sicurezza, l'impianto di comunicazione interno/esterno, ecc., che devono essere di tipo idoneo a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva costituita dalla miscela aria-grisù (apparecchi del gruppo I, categoria M2, modi di protezione: vedi Tab. 5 nell'Appendice B alla Nota Interregionale "Grisù 3^a edizione")
- ordinari, con esclusione dell'illuminazione del fronte che deve essere di tipo idoneo a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva costituita dalla miscela aria-grisù (apparecchi del gruppo I, categoria M2, modi di protezione: vedi Tab. 5 nell'Appendice B alla Nota Interregionale "Grisù 3^a edizione")
- ordinari, con esclusione dei sensori di concentrazione gas che devono governare il sistema di allarme e devono mettere fuori tensione automaticamente gli impianti elettrici non idonei a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva costituita dalla miscela aria-grisù. Sono pertanto esclusi dal sezionamento gli impianti elettrici relativi ai servizi di sicurezza sopra elencati
- deve essere possibile la messa fuori tensione manuale degli impianti elettrici non idonei
- gli impianti elettrici a sicurezza devono essere sezionati automaticamente al raggiungimento della concentrazione di grisù del 5% in volume
- al fronte deve essere presente un veicolo idoneo a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva costituita dalla miscela aria-grisù (apparecchi del gruppo I, categoria M2, modi di protezione: vedi Tab. 5 nell'Appendice B alla Nota Interregionale "Grisù 3^a edizione" e motori del gruppo I, categoria M2, in conformità a UNI EN 1834-2) per l'immediata evacuazione del personale nelle situazioni di crisi

D.7 Ventilazione

si deve:

- realizzare l'ottimizzazione della ventilazione ed il controllo automatico con registrazione dei parametri che la governano (portata e prevalenza). Il calcolo delle portate d'aria, necessarie per la realizzazione dei lavori di scavo, deve considerare il numero di lavoratori e la potenza complessiva delle macchine impegnate. Inoltre, occorre che l'impianto sia in grado di erogare una portata suppletiva atta a fronteggiare le irruzioni di gas. I controlli strumentali devono misurare la prevalenza e la portata nella sezione iniziale e la portata nella sezione terminale del tubo di ventilazione. L'efficienza della ventilazione deve essere controllata anche con misure manuali in sezioni di riflusso significative. Il Responsabile del Monitoraggio deve imporre specifiche procedure di sicurezza idonee a fare fronte a condizioni di ventilazione carente, rispetto a problematiche connesse al rischio grisù, o all'arresto dei ventilatori

D.8 Aspetti organizzativi

si deve:

- informare, formare ed addestrare il personale relativamente alle proprie funzioni anche:
 - sui rischi derivanti da presenza di miscele aria-grisù in galleria
 - sui comportamenti da tenere in presenza di grisù nell'atmosfera di galleria
 - sulle norme e le procedure di sicurezza da rispettare per far fronte al rischio di esplosione di miscele gassose
 - sull'uso, sui limiti di utilizzo e sulla manutenzione degli apparecchi, dei sistemi di protezione e dei componenti in relazione al rischio grisù
- attuare il sistema di procedure di monitoraggio, di allarme e di abbandono indicati nei paragrafi D.4, D.5 e D.11

D.9 Utilizzazione di sorgenti di calore con temperature pericolose e/o produzione di fiamme e/o di scintille

- il Responsabile del Monitoraggio, in base all'analisi di rischio, deve imporre procedure di sicurezza per l'utilizzazione di sorgenti di calore con temperature pericolose e/o produzione di fiamme e/o di scintille. Nel caso si siano registrati flussi di gas, il Responsabile del Monitoraggio deve autorizzare di volta in volta l'esecuzione dei lavori a rischio di esplosione della miscela aria-grisù con specifiche soluzioni tecniche di sicurezza

D.10 Utilizzazione degli esplosivi

- esplosivi ed accessori di tipo ordinario
- qualora si riscontri presenza di gas al fronte tutto il personale deve essere fatto uscire dal sotterraneo per il brillamento della volata ed il Responsabile del Monitoraggio deve imporre procedure di sicurezza per il rientro dopo la volata

D.11 Stati di allarme e abbandono della galleria

Il sistema di allarme che segnala la presenza di gas, è acustico e luminoso ed è governato dai rilevatori fissi che controllano con continuità il tenore di gas nell'atmosfera della galleria. Il sistema deve entrare in funzione automaticamente quando uno qualsiasi dei sensori misura i valori limite delle concentrazioni di gas in atmosfera sotto indicati. Il sistema di allarme deve essere attivabile anche manualmente poiché tali concentrazioni possono essere rilevate con strumentazione portatile.

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

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

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

Se i tenori di gas in atmosfera raggiungono la concentrazione di preallarme (0,15 % in volume) si devono mettere in atto le seguenti azioni:

- verificare immediatamente l'affidabilità della misura
- avvertire il Responsabile del Monitoraggio
- verificare le dimensioni del fenomeno
- dare attuazione alle specifiche procedure stabilite dal Responsabile del Monitoraggio

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

Le procedure da adottare al raggiungimento della concentrazione di abbandono devono essere definite dal Responsabile del Monitoraggio. Tali procedure devono garantire la sicurezza del personale e l'inibizione di ogni potenziale sorgente di innesco.

Inoltre, l'attivazione del sistema di allarme deve essere portata a conoscenza di tutto il personale che si trova 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 relativa 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%. Questi impianti semaforici possono essere in esecuzione ordinaria purché vengano automaticamente sezionati dopo un intervallo di tempo, contato a partire dal momento dell'attivazione dell'allarme per il superamento della concentrazione di

abbandono, determinato dal Responsabile del Monitoraggio sulla base della distanza tra il fronte ed il primo impianto semaforico e della velocità di riflusso

D.12 Sezionamento degli impianti elettrici

Al raggiungimento della concentrazione di gas 0,35% l'impianto di monitoraggio deve prevedere la messa fuori tensione automatica degli impianti elettrici non idonei a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva costituita dalla miscela aria-grisù, ad eccezione degli impianti elettrici relativi ai servizi di sicurezza, ossia l'impianto di ventilazione, il sistema di controllo dell'esplosività dell'atmosfera, l'illuminazione di sicurezza, l'impianto di comunicazione interno/esterno, ecc.

Al raggiungimento della concentrazione di gas pari al 5% in volume l'impiantistica elettrica a sicurezza deve essere messa automaticamente fuori tensione.

D.13 Ispezione e manutenzione dei sistemi di controllo dell'esplosività dell'atmosfera

Vedi punto F.13

D.14 Taratura dei sensori

Vedi punto F.14

D.15 Verifica della corrispondenza tra le concentrazioni rilevate e le azioni del sistema. Prove periodiche di messa fuori tensione dell'impianto elettrico

Vedi punto F.15

D.16 Prove straordinarie di messa fuori tensione degli impianti elettrici

Vedi punto F.16

E. GALLERIE DI CLASSE 1c

E.1 Definizione

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, ecc.) 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 discontinui e poco frequenti e quindi tali da far ritenere l'emissione eccezionale. Situazioni del genere sono tipiche di serbatoi di idrocarburi isolati e di dimensioni limitate in collegamento idraulico con l'opera. Tali serbatoi hanno forma e dimensioni molto varie e distribuzione spaziale casuale ed imprevedibile e possono far affluire gas in galleria con portate molto varie non escluse quelle a carattere massivo.

E.2 Segnaletica

All'inizio di ogni tratto di galleria deve essere installato un cartello con fondo blu, riportante la scritta in colore bianco "Rischio grisù: galleria di classe 1c".

All'imbocco di ogni galleria deve essere installato un cartello con fondo blu, riportante, con caratteri in colore bianco, la progressiva di inizio e di fine di ogni tratto classificato ed il relativo indice di classifica.

E.3 Monitoraggio gas

Il Responsabile del Monitoraggio deve:

- scegliere la dislocazione dei sensori dell'impianto di monitoraggio automatico con registrazione continua delle concentrazioni di metano in aria. L'impianto deve governare i sistemi di allarme associati alle concentrazioni limite di gas definite nel successivo paragrafo E.11. 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 con strumentazione portatile idonea a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva costituita dalla miscela aria-grisù (apparecchio del gruppo I, categoria M2, modi di protezione: vedi Tab. 5 nell'Appendice B alla Nota Interregionale "Grisù 3^a edizione") e con prelievi di acqua per la misura del grisù disciolto
- redigere, per ogni turno di lavoro, un verbale recante, per ogni misura o per ogni prelievo di acqua: l'ora, il luogo della misura e/o del prelievo, le modalità ed i valori di tenore in gas
- eseguire misure di tenore di gas a boccaforo ed all'interno dei sondaggi esplorativi realizzati sul fronte di scavo per la preventiva ricerca del gas
- analizzare i valori del monitoraggio automatico e manuale. Tale analisi deve essere comunicata al Tecnico Specialista che, se lo ritiene opportuno, rielabora il modello di flusso del gas e fornisce al cantiere nuove soluzioni tecniche di sicurezza
- stabilire un programma di verifica e manutenzione dei sistemi di controllo dell'esplosività dell'atmosfera secondo quanto indicato nei successivi paragrafi E.13, E.14, E.15 e E.16

E.4 Organizzazione del servizio di Monitoraggio gas

- il servizio di Monitoraggio gas deve essere costituito da un Responsabile del Monitoraggio e da Addetti al Monitoraggio. La presenza di questi ultimi deve essere garantita per ogni turno di lavoro e, visto che l'azione di controllo gas avviene in momenti discontinui, gli Addetti possono fare parte del personale aziendale non dedicato esclusivamente al monitoraggio, ma diventano funzionalmente dipendenti dal Responsabile del Monitoraggio e svincolati dalle attività di produzione durante le azioni connesse al monitoraggio gas. Gli Addetti, quando sono di provenienza aziendale, devono essere preventivamente accettati dal Responsabile del Monitoraggio che ne attesta le capacità tecniche in relazione alle funzioni da svolgere

E.5 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 5 rilevatori, da posizionare in modo tale che non siano investiti dalla corrente di aria fresca proveniente dall'esterno e che siano soggetti alla corrente di riflusso (alle spalle della sezione terminale del tubo di ventilazione). Tre dei cinque rilevatori costituiscono la stazione di misura prossima al fronte, da collocare come indicato al precedente paragrafo D.5 (classe 1b) e i restanti due devono essere installati in calotta, ad una distanza di 200 m tra loro e dalla stazione di misura prossima al fronte
- monitoraggio manuale per il controllo continuo dell'atmosfera in prossimità del fronte e nei sondaggi durante la fase di ricerca gas. Tale controllo deve essere effettuato sia in ambiente sia all'interno di fori di prospezione in avanzamento. Il numero, la lunghezza, l'orientazione spaziale dei fori e l'entità della sovrapposizione tra 2 campi successivi di perforazione devono essere determinati dal Tecnico Specialista sulla base di una valutazione documentata con dettagliata relazione tecnica delle caratteristiche geometriche e della dislocazione rispetto al tracciato delle potenziali trappole di idrocarburi nonché delle dimensioni dell'opera. Terminata la fase di prospezione, nel caso i terreni siano tali da richiedere interventi di consolidamento del fronte mediante infilaggi o altre perforazioni, si raccomanda il controllo manuale dell'atmosfera in prossimità dei boccafori durante tutta la successiva fase di perforazione
- il controllo deve essere integrato con prelievi di acqua per la ricerca del gas disciolto

E.6 Impianti, macchine ed attrezzature

- ordinari, con esclusione degli impianti elettrici relativi ai servizi di sicurezza, quali ad esempio l'impianto di ventilazione, il sistema di controllo di esplosività dell'atmosfera, l'illuminazione di sicurezza, l'impianto di comunicazione interno/esterno, ecc., che devono essere di tipo idoneo a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva costituita dalla miscela aria-grisù (apparecchi del gruppo I, categoria M2, modi di protezione: vedi Tab. 5 nell'Appendice B alla Nota Interregionale "Grisù 3^a edizione")
- ordinari, con esclusione dei sensori di concentrazione gas che devono governare il sistema di allarme e devono mettere fuori tensione automaticamente gli impianti elettrici non idonei a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva costituita dalla miscela aria-grisù. Sono pertanto esclusi dal sezionamento gli impianti elettrici relativi ai servizi di sicurezza sopra elencati e l'impianto di illuminazione del franco di sicurezza
- in un tratto di galleria lungo almeno 500 m, estensione misurata a partire dal fronte (franco di sicurezza, vedi cap. I), l'impianto di illuminazione deve essere idoneo a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva costituita dalla miscela aria-grisù (apparecchi del gruppo I, categoria M2, modi di protezione: vedi Tab. 5 nell'Appendice B alla Nota Interregionale "Grisù 3^a edizione")
- nella fase di ricerca del gas tramite sondaggi al fronte deve essere impiegata una macchina perforatrice idonea a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva costituita dalla miscela aria-grisù (apparecchi del gruppo I, categoria

- M2, modi di protezione: vedi Tab. 5 nell'Appendice B alla Nota Interregionale "Grisù 3^a edizione" e motore del gruppo I, categoria M2, in conformità a UNI EN 1834-2) e nel franco di sicurezza non è ammesso mantenere in tensione impianti elettrici e utilizzare macchine e attrezzature non idonee a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva costituita dalla miscela aria-grisù
- durante la fase di ricerca del gas, a distanza di almeno 500 m dal fronte (inizio del franco di sicurezza), deve essere installato un cartello a fondo rosso riportante in caratteri di colore bianco la dicitura: "Fase di ricerca gas. Divieto di oltrepassare questo limite con mezzi ed attrezzature in esecuzione ordinaria. Divieto di fumare"
 - deve essere possibile la messa fuori tensione manuale degli impianti elettrici non idonei
 - gli impianti elettrici a sicurezza devono essere sezionati automaticamente al raggiungimento della concentrazione di grisù del 5% in volume
 - al fronte deve essere presente un veicolo idoneo a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva costituita dalla miscela aria-grisù (apparecchi del gruppo I, categoria M2, modi di protezione: vedi Tab. 5 nell'Appendice B alla Nota Interregionale "Grisù 3^a edizione" e motori del gruppo I, categoria M2, in conformità a UNI EN 1834-2) per l'immediata evacuazione del personale nelle situazioni di crisi

E.7 Ventilazione

si deve:

- realizzare l'ottimizzazione della ventilazione ed il controllo automatico con registrazione dei parametri che la governano (portata e prevalenza). Il calcolo delle portate d'aria, necessarie per la realizzazione dei lavori di scavo, deve considerare il numero di lavoratori e la potenza complessiva delle macchine impegnate. Inoltre, occorre che l'impianto sia in grado di erogare una portata suppletiva atta a fronteggiare le irruzioni di gas. I controlli strumentali devono misurare la prevalenza e la portata nella sezione iniziale e la portata nella sezione terminale del tubo di ventilazione. L'efficienza della ventilazione deve essere controllata anche con misure manuali in sezioni di riflusso significative. Il Responsabile del Monitoraggio deve imporre specifiche procedure di sicurezza idonee a fare fronte a condizioni di ventilazione carente, rispetto a problematiche connesse al rischio grisù, o all'arresto dei ventilatori

E.8 Aspetti organizzativi

si deve:

- informare, formare ed addestrare il personale relativamente alle proprie funzioni anche:
 - sui rischi derivanti da presenza di miscele aria-grisù in galleria
 - sui comportamenti da tenere in presenza di grisù nell'atmosfera di galleria
 - sulle norme e le procedure di sicurezza da rispettare per far fronte al rischio di esplosione di miscele gassose
 - sull'uso, sui limiti di utilizzo e sulla manutenzione degli apparecchi, dei sistemi di protezione e dei componenti in relazione al rischio grisù
- attuare il sistema di procedure di monitoraggio, di allarme e di abbandono indicati nei paragrafi E.4, E.5 e E.11

E.9 Utilizzazione di sorgenti di calore con temperature pericolose e/o produzione di fiamme e/o di scintille

- vietata durante la fase di prospezione
- il Responsabile del Monitoraggio, in base all'analisi di rischio, deve imporre procedure di sicurezza da porre in essere per l'utilizzazione di sorgenti di calore con temperature pericolose e/o produzione di fiamme e/o di scintille. Nel caso si siano registrati flussi di gas, il Responsabile del Monitoraggio deve autorizzare di volta in volta l'esecuzione dei lavori a rischio di esplosione della miscela aria-grisù con specifiche soluzioni tecniche di sicurezza

E.10 Utilizzazione degli esplosivi

- esplosivi ed accessori di tipo ordinario
- qualora si riscontri presenza di gas al fronte tutto il personale deve essere fatto uscire dal sotterraneo per il brillamento della volata ed il Responsabile del Monitoraggio deve imporre procedure di sicurezza per il rientro dopo la volata

E.11 Stati di allarme e abbandono della galleria

Il sistema di allarme che segnala la presenza di gas, è acustico e luminoso ed è governato dai rilevatori in posizione fissa che controllano con continuità il tenore di gas nell'atmosfera della galleria. Il sistema deve entrare in funzione automaticamente quando uno qualsiasi dei rilevatori misura i valori limite delle concentrazioni di gas in atmosfera sotto indicati. Il sistema di allarme deve essere attivabile anche manualmente poiché tali concentrazioni possono essere rilevate con strumentazione portatile.

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

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

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

Se i tenori di gas in atmosfera raggiungono la concentrazione di preallarme (0,15 % in volume) si devono mettere in atto le seguenti azioni:

- verificare immediatamente l'affidabilità della misura
- avvertire il Responsabile del Monitoraggio
- verificare le dimensioni del fenomeno
- dare attuazione alle specifiche procedure stabilite dal Responsabile del Monitoraggio

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

Le procedure da adottare al raggiungimento della concentrazione di abbandono devono essere definite dal Responsabile del Monitoraggio. Tali procedure devono garantire la sicurezza del personale e l'inibizione di ogni potenziale sorgente di innesco.

Inoltre, l'attivazione del sistema di allarme deve essere portata a conoscenza di tutto il personale che si trova 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 relativa 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%. Questi impianti semaforici possono essere in esecuzione ordinaria purché vengano automaticamente sezionati dopo un intervallo di tempo, contato a partire dal momento dell'attivazione dell'allarme per il superamento della concentrazione di abbandono, determinato dal Responsabile del Monitoraggio sulla base della distanza tra il fronte ed il primo impianto semaforico e della velocità di riflusso

E.12 Sezionamento degli impianti elettrici

Al raggiungimento della concentrazione di gas 0,35% l'impianto di monitoraggio deve prevedere la messa fuori tensione automatica degli impianti elettrici non idonei a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva costituita dalla miscela aria-grisù, ad eccezione degli impianti elettrici relativi ai servizi di sicurezza, ossia l'impianto di ventilazione, il sistema di controllo dell'esplosività dell'atmosfera, l'illuminazione di sicurezza, l'impianto di comunicazione interno/esterno, ecc. e dell'impianto di illuminazione del franco di sicurezza.

Al raggiungimento della concentrazione di gas pari al 5% in volume l'impiantistica elettrica a sicurezza deve essere messa automaticamente fuori tensione.

E.13 Ispezione e manutenzione dei sistemi di controllo dell'esplosività dell'atmosfera

Vedi punto F.13

E.14 Taratura dei sensori

Vedi punto F.14

E.15 Verifica della corrispondenza tra le concentrazioni rilevate e le azioni del sistema. Prove periodiche di messa fuori tensione dell'impianto elettrico

Vedi punto F.15

E.16 Prove straordinarie di messa fuori tensione degli impianti elettrici

Vedi punto F.16

F. GALLERIE DI CLASSE 2

F.1 Definizione

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, tecnicamente note come potenziali trappole di idrocarburi (anticlinali, fasce di intensa fratturazione in corrispondenza delle zone di accavallamento tettonico, ecc.). Attraversando le trappole, o comunque a causa del collegamento idraulico con esse realizzato a seguito dello scavo, sono da attendersi flussi di grisù continui oppure discontinui ma con frequenza tale da non farli ritenere un evento eccezionale.

F.2 Segnaletica

All'inizio di ogni tratto di galleria deve essere installato un cartello con fondo blu, riportante la scritta in colore bianco "Rischio grisù: galleria di classe 2".

All'imbocco di ogni galleria deve essere installato un cartello con fondo blu, riportante, con caratteri in colore bianco, la progressiva di inizio e di fine di ogni tratto classificato ed il relativo indice di classifica.

F.3 Monitoraggio gas

Il Responsabile del Monitoraggio deve:

- scegliere la dislocazione dei sensori dell'impianto di monitoraggio automatico con registrazione continua delle concentrazioni di metano in aria. L'impianto deve governare i sistemi di allarme associati alle concentrazioni limite di gas definite nel successivo paragrafo F.11. 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 con strumentazione portatile idonea a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva costituita dalla miscela aria-grisù (apparecchio del gruppo I, categoria M2, modi di protezione: vedi Tab. 5 nell'Appendice B alla Nota Interregionale "Grisù 3^a edizione") e con prelievi di acqua per la misura del grisù disciolto
- redigere, per ogni turno di lavoro, un verbale recante, per ogni misura o per ogni prelievo di acqua: l'ora, il luogo della misura e/o del prelievo, le modalità ed i valori di tenore in gas

- eseguire misure di tenore di gas a boccaforo ed all'interno dei sondaggi esplorativi realizzati sul fronte di scavo per la preventiva ricerca del gas
- analizzare i valori del monitoraggio automatico e manuale. Tale analisi deve essere comunicata al Tecnico Specialista che, se lo ritiene opportuno, rielabora il modello di flusso del gas e fornisce al cantiere nuove soluzioni tecniche di sicurezza
- stabilire un programma di verifica e manutenzione dei sistemi di controllo dell'esplosività dell'atmosfera secondo quanto indicato nei successivi paragrafi F.13, F.14, F.15 e F.16

F.4 Organizzazione del servizio di Monitoraggio gas

- il servizio di Monitoraggio gas deve essere costituito da un Responsabile del Monitoraggio e da Addetti al Monitoraggio. Questo personale, visto che l'azione di controllo gas è il punto nodale del sistema di sicurezza ed è necessario sia di tipo continuo, deve essere costituito da personale non aziendale e funzionalmente dipendente dal Responsabile del Monitoraggio. Il numero di addetti deve essere sufficiente alla copertura di tutti i turni di lavoro

F.5 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 da posizionare in modo tale che non siano investiti dalle correnti di aria fresca proveniente dall'esterno e che siano soggetti alla corrente di riflusso (alle spalle della sezione terminale del tubo di ventilazione)
- per controllare il movimento del "tappo" di gas, devono essere installati ulteriori rilevatori tra il fronte e l'imbocco. Il numero e la posizione di tali sensori devono essere stabiliti dal Responsabile del Monitoraggio a seguito di uno studio, i cui risultati devono essere formalizzati con relazione tecnica. Devono comunque essere previsti sensori all'imbocco della galleria e negli incroci con gli innesti
- monitoraggio manuale, 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. Tale controllo deve essere eseguito con continuità
- il controllo deve essere integrato con prelievi di acqua per la ricerca del gas disciolto

F.6 Impianti, macchine ed attrezzature

- impianti, macchine ed attrezzature idonei a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva costituita dalla miscela aria-grisù (apparecchi del gruppo I, categoria M2, modi di protezione: vedi Tab. 5 nell'Appendice B alla Nota Interregionale "Grisù 3^a edizione" e motori del gruppo I, categoria M2, in conformità a UNI EN 1834-2)
- gli impianti elettrici a sicurezza devono essere sezionati automaticamente al raggiungimento della concentrazione di grisù del 5% in volume
- al fronte deve essere presente un veicolo idoneo a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva costituita dalla miscela aria-grisù (apparecchi del gruppo I, categoria M2, modi di protezione: vedi Tab. 5 nell'Appendice B alla

Nota Interregionale “Grisù 3^a edizione” e motore del gruppo I, categoria M2, in conformità a UNI EN 1834-2) per l'immediata evacuazione del personale nelle situazioni di crisi

F.7 Ventilazione

si deve:

- realizzare l'ottimizzazione della ventilazione ed il controllo automatico con registrazione dei parametri che la governano (portata e prevalenza). Il calcolo delle portate d'aria, necessarie per la realizzazione dei lavori di scavo, deve considerare il numero di lavoratori e la potenza complessiva delle macchine impegnate. Inoltre, occorre che l'impianto sia in grado di erogare una portata suppletiva atta a fronteggiare le irruzioni di gas. I controlli strumentali devono misurare la prevalenza e la portata nella sezione iniziale e la portata nella sezione terminale del tubo di ventilazione. L'efficienza della ventilazione deve essere controllata anche con misure manuali in sezioni di riflusso significative. Il Responsabile del Monitoraggio deve imporre specifiche procedure di sicurezza idonee a fare fronte a condizioni di ventilazione carente, rispetto a problematiche connesse al rischio grisù, o all'arresto dei ventilatori

F.8 Aspetti organizzativi

si deve:

- informare, formare ed addestrare il personale relativamente alle proprie funzioni anche:
 - sui rischi derivanti da presenza di miscele aria-grisù in galleria
 - sui comportamenti da tenere in presenza di grisù nell'atmosfera di galleria
 - sulle norme e le procedure di sicurezza da rispettare per far fronte al rischio di esplosione di miscele gassose
 - sull'uso, sui limiti di utilizzo e sulla manutenzione degli apparecchi, dei sistemi di protezione e dei componenti in relazione al rischio grisù
- attuare il sistema di procedure di monitoraggio, di allarme e di abbandono indicati nei successivi paragrafi F.4, F.5 e F.11

F.9 Utilizzazione di sorgenti di calore con temperature pericolose e/o produzione di fiamme e/o di scintille

in linea di principio, sulla base di una corretta valutazione del rischio, le lavorazioni con produzione di temperature pericolose, fiamme e scintille devono essere svolte all'esterno della galleria o se possibile devono essere sostituite con altre che non comportano tale rischio. Se, a seguito di un'attenta analisi delle singole lavorazioni, permanesse la necessità di ricorrere ad alcune lavorazioni pericolose, queste potranno essere svolte solo se si applicano idonee procedure che, quanto meno, devono prevedere:

- specifica autorizzazione scritta all'esecuzione dei lavori da parte del Responsabile del Monitoraggio
- assenza di lavorazioni che possano produrre nuovi afflussi di gas (perforazioni, scavi, ecc.) o che possano movimentare accumuli localizzati all'interno dello scavo (lancio dello spritz beton)

- analisi dello stato dell'aria in un significativo intorno della sorgente di innesco, prima e durante la lavorazione che potrebbe innescare l'esplosione (è imposta la presenza, sul luogo di lavoro, dell'Addetto al Monitoraggio che valuta preventivamente le condizioni ambientali e che, durante l'esecuzione dei lavori, 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)
- immissione sull'area di lavoro di aria prelevata direttamente dall'esterno con circuito indipendente, in quantità giudicata sufficiente dal Responsabile del Monitoraggio per mantenere i livelli di concentrazione al di sotto della sensibilità strumentale
- 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

F.10 Utilizzazione degli esplosivi

- esplosivi ed accessori di tipo antigrisutoso

F.11 Stati di allarme e abbandono della galleria

Il sistema di allarme che segnala la presenza di gas, è acustico e luminoso ed è governato dai rilevatori in posizione fissa che controllano con continuità il tenore di gas nell'atmosfera della galleria. Il sistema deve entrare in funzione automaticamente quando uno qualsiasi dei rilevatori misura i valori limite delle concentrazioni di gas in atmosfera sotto indicati. Il sistema di allarme deve essere attivabile anche manualmente poiché tali concentrazioni possono essere rilevate con strumentazione portatile.

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

- | | |
|---------|--|
| ➤ 0,3 % | concentrazione di attenzione |
| ➤ 0,7 % | concentrazione di preallarme |
| ➤ 1,0 % | concentrazione di abbandono della galleria |

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

Se i tenori di gas in atmosfera raggiungono la concentrazione di preallarme (0,7 % in volume) si devono mettere in atto le seguenti azioni:

- verificare immediatamente l'affidabilità della misura
- avvertire il Responsabile del Monitoraggio
- verificare le dimensioni del fenomeno
- dare attuazione alle specifiche procedure stabilite dal Responsabile del Monitoraggio

Se il tenore di gas raggiunge la concentrazione di abbandono della galleria (1,0 %) deve essere allontanato tutto il personale dal sotterraneo.

Le procedure da adottare al raggiungimento della concentrazione di abbandono devono essere definite dal Responsabile del Monitoraggio. Tali procedure devono garantire la sicurezza del personale e l'inibizione di ogni potenziale sorgente di innesco.

Inoltre, l'attivazione del sistema di allarme deve essere portata a conoscenza di tutto il personale che si trova 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 relativa 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%

F.12 Sezionamento degli impianti elettrici

Al raggiungimento della concentrazione di gas pari al 5% in volume l'impiantistica elettrica deve essere messa automaticamente fuori tensione.

F.13 Ispezione e manutenzione dei sistemi di controllo dell'esplosività dell'atmosfera

I sistemi di rilevazione di concentrazione del metano e di allarme devono essere sottoposti ad interventi di manutenzione per garantire nel tempo l'efficienza.

Si definiscono:

- ispezione, accertamento che comprende l'esame a vista e l'eventuale esecuzione di prove;
- controllo e manutenzione preventiva, periodico accertamento della completa e corretta funzionalità del sistema ed esecuzione dei necessari interventi; la cadenza dei controlli deve essere adeguata a garantire costantemente l'efficienza del sistema;
- manutenzione per guasto, insieme di operazioni messe in atto a seguito del rilevamento di un guasto ed eseguite al fine di ripristinare la corretta funzionalità del sistema

La periodicità degli interventi di ispezione e manutenzione deve essere la seguente:

- ispezione, interventi a **carattere giornaliero** eseguiti dall'Addetto al Monitoraggio o da personale adeguatamente addestrato;
- controllo e manutenzione preventiva, interventi a **cadenza settimanale** a cura dell'Addetto al Monitoraggio. Tali interventi devono essere attuati sulla base delle istruzioni del costruttore, dei fattori che possono determinare il deterioramento del sistema (umidità, polvere, vibrazioni, urti, ecc.) e dei risultati dei controlli precedenti. L'intervento deve essere registrato su apposito foglio di

lavoro a cura dell'Addetto al Monitoraggio e vistato dal Responsabile del Monitoraggio. Il foglio di lavoro deve contenere tutti gli estremi utili per individuare la data, il componente del sistema di controllo interessato dall'intervento e il tipo di intervento eseguito;

- manutenzione per guasto, interventi di riparazione ***eseguiti quando necessario*** da personale tecnicamente specializzato con la supervisione dell'Addetto al Monitoraggio. L'intervento deve essere registrato su apposito foglio di lavoro a cura dell'Addetto al Monitoraggio e vistato dal Responsabile del Monitoraggio. Il foglio di lavoro deve contenere tutti gli estremi utili per individuare la data, il componente del sistema di controllo interessato dall'intervento, il guasto rilevato e gli esiti dell'intervento.

In caso di necessità le azioni devono essere integrate da interventi della Società che ha fornito il sistema e ne ha curato l'installazione. Anche in questo caso deve essere predisposta idonea documentazione da cui sia possibile individuare la data, il componente del sistema di controllo interessato dall'intervento e il tipo di intervento eseguito.

F.14 Taratura dei sensori

I sensori del sistema di rilevazione di concentrazione del metano devono essere sottoposti ad interventi di taratura (calibrazione dei sensori) per garantire nel tempo l'efficienza.

La periodicità degli interventi di taratura deve essere la seguente:

- taratura, interventi a ***cadenza trimestrale***, salvo periodicità più frequente stabilita dal costruttore o resa necessaria in funzione dei risultati degli interventi precedenti. La taratura deve essere curata dal Responsabile del Monitoraggio e deve essere registrata su apposito foglio di lavoro. Quest'ultimo deve contenere tutti gli estremi utili per individuare la data, il sensore, il risultato della calibrazione.

In caso di necessità la taratura deve essere integrata da interventi della Società che ha fornito il sistema e ne ha curato l'installazione. Anche in questo caso deve essere predisposta idonea documentazione da cui sia possibile individuare la data, il sensore e il risultato della calibrazione.

F.15 Verifica della corrispondenza tra le concentrazioni rilevate e le azioni del sistema. Prove periodiche di messa fuori tensione dell'impianto elettrico

La verifica dell'efficienza del sistema di controllo dell'esplosività deve considerare tutti gli elementi che lo costituiscono: sensori di rilevamento gas, linee di trasmissione dati, computer di acquisizione ed elaborazione dati, gruppo di segnalazione allarmi, circuito di comando dello sgancio dell'impianto elettrico.

Le prove di sgancio automatiche e manuali devono riguardare:

- gli impianti elettrici ordinari nei casi delle gallerie di classe 1a, 1b, 1c in cui è previsto lo sgancio degli impianti elettrici non idonei ad operare in presenza di grisù al superamento della concentrazione di abbandono della galleria

- apparecchi per atmosfere potenzialmente esplosive che utilizzano il modo di protezione a sovrappressione interna
- locali pressurizzati
- gli impianti elettrici idonei a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva costituita dalla miscela aria-grisù

La periodicità delle prove deve essere la seguente:

- prove di sgancio periodiche, prove con **periodicità trimestrale** a cura del Responsabile degli impianti elettrici del cantiere in collaborazione con il Responsabile del Monitoraggio. La prova di sgancio deve essere registrata su apposito foglio di lavoro, firmato dal Responsabile degli impianti elettrici e vistato dal Responsabile del Monitoraggio. Il foglio deve contenere gli estremi utili per individuare la data, l'elemento del sistema di sgancio verificato e il tipo di prova eseguita.
In caso di esito negativo, la prova deve essere eseguita nuovamente subito dopo il ripristino della funzionalità del sistema, annotando l'evento sul foglio di lavoro.

F.16 Prove straordinarie di messa fuori tensione degli impianti elettrici

In occasione di **modifiche significative degli impianti elettrici** quali gli interventi sulla dorsale MT, le modifiche rilevanti della rete di distribuzione e le modifiche degli impianti di sicurezza (sistema di rilevazione gas, sistema di comunicazione e allarme, ecc.) deve essere eseguita una prova integrativa di verifica dello sgancio dell'impianto elettrico.

La periodicità delle prove deve essere la seguente:

- prove di sgancio straordinarie, prove in occasione di modifiche significative apportate agli impianti elettrici eseguite a cura del Responsabile degli impianti elettrici del cantiere in collaborazione con il Responsabile del Monitoraggio. La prova deve essere registrata su apposito foglio di lavoro, firmato dal Responsabile degli impianti elettrici e vistato dal Responsabile del Monitoraggio. Il foglio deve contenere tutti gli estremi utili per individuare la data, l'elemento del sistema di sgancio verificato e il tipo di prova eseguita.
In caso di esito negativo, la prova deve essere eseguita nuovamente subito dopo il ripristino della funzionalità del sistema, annotando quanto accaduto sul foglio di lavoro.

G. RIEPILOGO STATI DI ALLARME E ABBANDONO DELLA GALLERIA

Ai fini della sicurezza del personale, le gallerie o i tratti di galleria sono organizzati con diverse soglie di allarme alle quali corrispondono differenti stati comportamentali (in funzione della classe 1a, 1b, 1c, 2), secondo la seguente tabella:

Stato di Allarme	Tratto di classe 1a		Tratto di classe 1b – 1c		Tratto di classe 2	
	Soglie	Colore semaforo	Soglie	Colore semaforo	Soglie	Colore semaforo
Funzionamento normale	< 0,15 %	non previsto	< 0,15 %	Verde	< 0,3 %	Verde
Attenzione	non prevista	non previsto	non prevista	non previsto	≥ 0,3 % < 0,7 %	Blu
Preallarme	≥ 0,15 % < 0,35 %	non previsto	≥ 0,15 % < 0,35 %	Giallo	≥ 0,7 % < 1 %	Giallo
Allarme (abbandono)	≥ 0,35 %	non previsto	≥ 0,35 %	Rosso	≥ 1 %	Rosso

H. MANUTENZIONE E VERIFICA DEI SISTEMI DI CONTROLLO DELL'ESPLOSIVITÀ

La manutenzione e la verifica dei sistemi di controllo dell'esplosività e dei sistemi di sgancio costituiscono un elemento essenziale del sistema di sicurezza contro il pericolo di esplosione. L'attivazione delle procedure di sicurezza è governata da precise soglie di concentrazione di metano in aria. In particolare si ricorda quanto segue.

Al raggiungimento della concentrazione in volume pari a:

- 0,35% di metano in aria per le gallerie di classe 1a, 1b e 1c
- 1% di metano in aria per le gallerie di classe 2

è previsto l'abbandono del sotterraneo da parte delle maestranze.

Nelle gallerie di classe 1a l'impiantistica elettrica ordinaria è messa fuori tensione manualmente al superamento della concentrazione di abbandono della galleria.

Nelle gallerie di classe 1b e 1c l'impiantistica elettrica ordinaria è messa fuori tensione automaticamente al superamento della concentrazione di abbandono della galleria.

Nelle gallerie di classe 1a, 1b, 1c e 2 l'impiantistica elettrica idonea a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva costituita dalla miscela aria-grisù è messa fuori tensione automaticamente al superamento della soglia del 5% di metano in aria.

Gli impianti elettrici protetti contro le esplosioni mediante sovrappressione interna devono essere messi fuori tensione a seguito della mancanza di pressurizzazione e della simultanea presenza di metano in aria con concentrazione superiore a 1%. In ogni caso devono essere messi fuori tensione automaticamente al superamento della concentrazione di gas pari al 5% in volume.

Nei paragrafi F.13, F.14, F.15 e F.16 sono descritte periodicità e modalità di verifica del sistema sensori – allarme – sgancio degli impianti elettrici.

In aggiunta a tali controlli, anche gli impianti non elettrici, le macchine e le attrezzature devono essere sottoposti a verifiche, sulla base di specifici protocolli.

I. INTERAZIONE TRA GALLERIE DI DIVERSA CLASSE

Nel caso in cui tratti di galleria siano stati classificati con indice di classifica diversi e tali tratti facciano parte o della stessa galleria o di un sistema complesso di gallerie (ad esempio sistema finestra - galleria di linea), deve essere esaminato il problema dell'assetto impiantistico ed organizzativo sia in sede di progettazione che di gestione.

La progettazione e la gestione devono tenere conto che l'emissione di grisù forma un "tappo" che si allontana dal fronte con velocità pari a quella dell'aria di riflusso e che, in caso di innesco della miscela aria – metano, l'onda di pressione interessa l'intero sotterraneo.

Da tali premesse discende che la segnalazione acustica e visiva di un qualsiasi stato di allarme che interessi un qualsiasi tratto, deve essere trasmessa univocamente a tutto il sotterraneo utilizzando lo stesso colore per i semafori comunque dislocati.

Le procedure di sicurezza da adottare in tutto il sotterraneo, a prescindere dalla classe, sono associate al solo colore del semaforo secondo la seguente tabella:

Stato di Allarme	Colori dei semafori
Funzionamento normale	Verde
Attenzione	Blu
Preallarme	Giallo
Allarme (abbandono)	Rosso

Nei tratti di galleria che, indipendentemente dalla classificazione, possono essere interessati dall'invasione o passaggio del tappo di grisù, gli impianti elettrici relativi ai servizi di sicurezza, quali ad esempio l'impianto di ventilazione, il sistema di controllo dell'esplosività dell'atmosfera, l'illuminazione di sicurezza, l'impianto di comunicazione interno/esterno, ecc., devono essere di tipo idoneo a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva costituita dalla miscela aria-grisù (apparecchi del gruppo I, categoria M2, modi di protezione: vedi Tab. 5 nell'Appendice B alla Nota Interregionale "Grisù 3^a edizione").

Si definisce "**franco di sicurezza**" un segmento di galleria privo di emissioni, contiguo a progressive con possibili emissioni, all'interno del quale si applicano le procedure di sicurezza tipiche della classe 2.

L'estensione del franco di sicurezza deve essere almeno pari a 500 m, ed è stata stabilita in modo da garantire che il fronte del tappo di grisù impieghi un tempo pari almeno a 16 minuti a percorrerlo, considerando una velocità dell'aria di riflusso pari a 0,5 m/s.*

Il franco di sicurezza ha inizio 500 m prima della progressiva relativa, in corrispondenza della quale sono possibili emissioni in atmosfera secondo le modalità tipiche della classe 2.

Vengono di seguito esaminati due casi particolari, con l'avvertenza che l'Impresa costruttrice deve adattare le indicazioni per governare in sicurezza situazioni diverse da quelle prese in esame.

I.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

Come illustrato all'inizio del presente capitolo, occorre garantire un tempo (almeno 16 minuti) affinché gli impianti, le macchine e le attrezzature non idonee a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva, messi fuori servizio a seguito dell'attivazione dell'allarme, si siano raffreddati fino a temperature tali da non costituire più una fonte di innesco al passaggio del tappo di grisù.

Per rispettare l'intervallo di tempo considerato (16 minuti), tenuto conto che frequentemente le caratteristiche geometriche e costruttive della finestra differiscono da quelle della galleria, qualora il franco di sicurezza di 500 m interessi la finestra stessa o una porzione di essa, può essere necessario calcolare la lunghezza del franco considerando la sezione della finestra.

Occorre inoltre considerare che il tappo di grisù può invadere una porzione dell'altro ramo di galleria qualora quest'ultimo non sia ventilato.

Si devono inoltre osservare le seguenti indicazioni:

- impiantistica elettrica
 - all'interno del franco di sicurezza e da questo fino al fronte in classe 2 l'impiantistica deve essere di tipo idonea a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva costituita dalla miscela aria-grisù (apparecchi del gruppo I, categoria M2, modi di protezione: vedi Tab. 5 nell'Appendice B alla Nota Interregionale "Grisù 3^a edizione")
 - la finestra è interessata dal transito del tappo di grisù. L'impiantistica può essere ordinaria, tranne gli impianti elettrici relativi ai servizi di sicurezza, quali ad esempio l'impianto di ventilazione, il sistema di controllo di esplosività dell'atmosfera, l'illuminazione di sicurezza, l'impianto di comunicazione interno/esterno, ecc., che devono essere di tipo idoneo a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva costituita dalla miscela aria-grisù (apparecchi del gruppo I, categoria M2, modi di protezione: vedi Tab. 5 nell'Appendice B alla Nota Interregionale "Grisù 3^a edizione")

* In termini di sicurezza il parametro guida è costituito dal tempo. La temperatura di accensione del grisù riportata in letteratura è pari a 537°C. Le norme costruttive di sicurezza prevedono che la massima temperatura superficiale dei componenti a contatto con l'atmosfera potenzialmente esplosiva non superi i 450°C. Prove sperimentali eseguite sulle macchine in assetto ordinario impiegate in galleria indicano che, una volta spenta la macchina, la temperatura superficiale delle parti più calde scende a circa 200°C in 15 minuti.

- nel ramo di galleria non interessato dal passaggio o invasione di grisù l'impiantistica deve essere congruente a quella prevista per la rispettiva classe
- macchine e attrezzature
 - all'interno del franco di sicurezza e da questo fino al fronte in classe 2, i mezzi devono essere in esecuzione idonea a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva costituita dalla miscela aria-grisù (apparecchi del gruppo I, categoria M2, modi di protezione: vedi Tab. 5 nell'Appendice B alla Nota Interregionale "Grisù 3^a edizione" e motori del gruppo I, categoria M2, in conformità a UNI EN 1834-2)
 - nel ramo di galleria non interessato dal passaggio o invasione di grisù è comunque necessaria la presenza del veicolo di evacuazione per l'emergenza di tipo idoneo a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva; gli altri mezzi possono essere in esecuzione ordinaria, fatta eccezione per la classe 1c nella fase di prospezione
- sistema di allarme/semafori
 - agli imbocchi deve essere installato un semaforo con quattro colori corrispondenti alle diverse condizioni di allarme del sotterraneo
 - la condizione di abbandono del sotterraneo deve essere segnalata anche con un allarme acustico
 - i semafori di allarme gas in sotterraneo, posizionati ogni 500 m a partire dall'imbocco, devono essere dotati di tre luci corrispondenti alle condizioni di regolare funzionamento dell'impianto, preallarme ed allarme
 - nella classe 0 ove non è presente il sistema di monitoraggio continuo e nella classe 1a ove è presente solo un sistema di monitoraggio locale a servizio del fronte, i ripetitori di allarme devono essere posizionati ogni 500 m di galleria a partire dall'imbocco della finestra per tutto il sotterraneo (fino al fronte in classe 0 o 1a)
 - il raggiungimento della concentrazione 0,35% deve comportare almeno l'evacuazione dei tratti non in classe 2

I.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

Per rispettare l'intervallo di tempo considerato (16 minuti), fino a quando il fronte classificato in classe 1c non si allontana di 500 metri (franco di sicurezza) dall'innesto, tenuto conto che frequentemente le caratteristiche geometriche e costruttive della finestra differiscono da quelle della galleria, può essere necessario calcolare la lunghezza del franco considerando la sezione della finestra.

Occorre inoltre considerare che il tappo di grisù può invadere una porzione dell'altro ramo di galleria qualora quest'ultimo non sia ventilato.

Si devono inoltre osservare le seguenti indicazioni:

- impiantistica elettrica
 - all'interno del franco di sicurezza, l'impiantistica deve essere di tipo idoneo a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva (apparecchi del gruppo I, categoria M2, modi di protezione: vedi Tab. 5 nell'Appendice B alla Nota Interregionale "Grisù 3^a edizione")

- la finestra è interessata dal transito del tappo di grisù. Nella porzione di finestra non interessata dal franco di sicurezza, l'impiantistica può essere ordinaria, tranne gli impianti elettrici relativi ai servizi di sicurezza, quali ad esempio l'impianto di ventilazione, il sistema di controllo di esplosività dell'atmosfera, l'illuminazione di sicurezza, l'impianto di comunicazione interno/esterno, ecc., che devono essere di tipo idoneo a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva (apparecchi del gruppo I, categoria M2, modi di protezione: vedi Tab. 5 nell'Appendice B alla Nota Interregionale "Grisù 3^a edizione")
 - nel ramo di galleria non interessato dal passaggio o invasione di grisù l'impiantistica deve essere congruente a quella prevista per la rispettiva classe
- macchine e attrezzature
 - all'interno del franco di sicurezza, i mezzi possono essere in esecuzione ordinaria, tranne la macchina per i sondaggi di prospezione in avanzamento ed il veicolo di evacuazione in caso di emergenza, che devono essere di tipo idoneo a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva (apparecchi del gruppo I, categoria M2, modi di protezione: vedi Tab. 5 nell'Appendice B alla Nota Interregionale "Grisù 3^a edizione" e motori del gruppo I, categoria M2, in conformità a UNI EN 1834-2)
 - nel ramo di galleria non interessato dal passaggio o invasione di grisù è comunque necessaria la presenza del veicolo di evacuazione per l'emergenza di tipo idoneo a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva; gli altri mezzi possono essere in esecuzione ordinaria
- sistema di allarme/semalori
 - agli imbocchi deve essere installato un semaforo con tre colori corrispondenti alle diverse condizioni di allarme del sotterraneo
 - la condizione di abbandono del sotterraneo deve essere segnalata anche con un allarme acustico
 - i semafori di allarme gas in sotterraneo, posizionati ogni 500 m a partire dall'imbocco, devono essere dotati di tre luci corrispondenti alle condizioni di regolare funzionamento dell'impianto, preallarme e allarme
 - nella classe 0 ove non è presente il sistema di monitoraggio continuo e nella classe 1a ove è presente solo un sistema di monitoraggio locale a servizio del fronte, i ripetitori di allarme devono essere posizionati ogni 500 m di galleria a partire dall'imbocco della finestra per tutto il sotterraneo (fino al fronte in classe 0 o 1a)

L. MESSA IN ESERCIZIO E VERIFICHE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI

La messa in esercizio e le verifiche degli impianti elettrici in luoghi con pericolo di esplosione sono attualmente disciplinate dai *Capi III e IV* del D.P.R. n° 462/01 "*Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi*".

Per gli impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione, è previsto il seguente iter tecnico-amministrativo:

- l'installatore verifica la conformità dell'impianto alla normativa tecnica applicabile e rilascia al datore di lavoro la dichiarazione di conformità ai sensi della normativa vigente;
- il datore di lavoro mette in esercizio l'impianto e, entro 30 giorni, invia la dichiarazione di conformità all'Az. USL territorialmente competente;
- l'Az. USL competente per territorio effettua l'**omologazione dell'impianto**, con la prima verifica sulla conformità alla normativa vigente di tutti gli impianti denunciati, rilasciando il relativo verbale;
- il datore di lavoro effettua regolari manutenzioni e fa eseguire all'Az. USL o a un Organismo abilitato dal Ministero delle Attività Produttive le **verifiche periodiche biennali**;
- l'Az. USL (o l'Organismo abilitato incaricato) effettua le **verifiche straordinarie** in caso di:
 - esito negativo della verifica periodica
 - modifica sostanziale dell'impianto
 - richiesta del datore di lavoro.

Le prime verifiche, le verifiche periodiche e le verifiche straordinarie sono onerose e le spese per la loro effettuazione sono a carico del datore di lavoro.

Il D.P.R. 462/01, al momento della sua emanazione, non ha individuato l'ambito di applicazione delle norme in esso contenute, rimandando la definizione alla successiva pubblicazione di ulteriori decreti.

Nell'attesa di tale definizione le verifiche degli impianti elettrici installati in luoghi con pericolo di esplosione, attribuite alle Az. USL, sono state effettuate nei luoghi di lavoro indicati dalla normativa preesistente, ossia nei luoghi elencati nelle Tabelle A e B del D.M. 22/12/58 "*Luoghi di lavoro per i quali sono prescritte le particolari norme di cui agli articoli 329 e 331 del decreto del Presidente della Repubblica 27 aprile, n. 547*".

Da tali luoghi erano escluse le gallerie grisutose.

Il D.Lgs. 233/03 (Art. 88-*undecies*, *Verifiche*), che si applica anche ai lavori di scavo in terreni grisutosi, ha definito i luoghi di lavoro nei quali gli impianti elettrici devono essere sottoposti alle verifiche previste dai Capi III e IV del D.P.R. 462/01.

Tali luoghi, per quanto attiene ai gas/vapori/nebbie infiammabili, sono le aree classificate come **zone 0 e 1** che, nelle gallerie grisutose, classificate rispettivamente 1a, 1b, 1c e 2, per quanto verrà illustrato nell'Appendice A alla Nota Interregionale "Grisù 3^a edizione", possono ricondursi alle **condizioni pericolose 1 e 2**.

Pertanto gli impianti elettrici soggetti alle verifiche di cui ai Capi III e IV del D.P.R. 462/01 sono esclusivamente quelli realizzati con apparecchi e sistemi di protezione del gruppo I e di categoria M1 o M2.

Tali prodotti, prescritti nelle condizioni pericolose 1 e 2, garantiscono infatti le stesse barriere di sicurezza garantite dagli analoghi prodotti del gruppo II e di categoria 1 e 2, idonei rispettivamente per zone 0 e 1, e richiedono le stesse procedure di valutazione della conformità.

Dalle verifiche sono esclusi i veicoli e le macchine operatrici, a meno di esplicita richiesta da parte del datore di lavoro.

INDICE

	PREMESSA	pag	3
A	GLOSSARIO PER LE GALLERIE	pag	3
B	GALLERIE DI CLASSE 0	pag	4
	B.1 Definizione	pag	4
	B.2 Segnaletica	pag	5
	B.3 Monitoraggio gas	pag	5
	B.4 Impianti, macchine ed attrezzature	pag	5
	B.5 Utilizzazione di sorgenti di calore con temperature pericolose e/o produzione di fiamme e/o di scintille	pag	5
	B.6 Utilizzazione degli esplosivi	pag	5
C	GALLERIE DI CLASSE 1a	pag	5
	C.1 Definizione	pag	5
	C.2 Segnaletica	pag	5
	C.3 Monitoraggio gas	pag	6
	C.4 Organizzazione del servizio di Monitoraggio gas	pag	6
	C.5 Controllo delle concentrazioni di grisù nell'atmosfera della galleria	pag	6
	C.6 Impianti, macchine ed attrezzature	pag	7
	C.7 Ventilazione	pag	7
	C.8 Aspetti organizzativi	pag	7
	C.9 Utilizzazione di sorgenti di calore con temperature pericolose e/o produzione di fiamme e/o di scintille	pag	8
	C.10 Utilizzazione degli esplosivi	pag	8
	C.11 Stati di allarme e abbandono della galleria	pag	8
	C.12 Sezionamento degli impianti elettrici	pag	9
	C.13 Ispezione e manutenzione dei sistemi di controllo dell'esplosività dell'atmosfera	pag	9
	C.14 Taratura dei sensori	pag	9
	C.15 Verifica della corrispondenza tra le concentrazioni rilevate e le azioni del sistema. Prove periodiche di messa fuori tensione dell'impianto elettrico	pag	9
	C.16 Prove straordinarie di messa fuori tensione degli impianti elettrici	pag	9
D	GALLERIE DI CLASSE 1b	pag	9
	D.1 Definizione	pag	9
	D.2 Segnaletica	pag	10
	D.3 Monitoraggio gas	pag	10
	D.4 Organizzazione del servizio di Monitoraggio gas	pag	10
	D.5 Controllo delle concentrazioni di grisù nell'atmosfera della galleria	pag	11
	D.6 Impianti, macchine ed attrezzature	pag	11
	D.7 Ventilazione	pag	12
	D.8 Aspetti organizzativi	pag	12
	D.9 Utilizzazione di sorgenti di calore con temperature pericolose e/o produzione di fiamme e/o di scintille	pag	12
	D.10 Utilizzazione degli esplosivi	pag	12
	D.11 Stati di allarme e abbandono della galleria	pag	13
	D.12 Sezionamento degli impianti elettrici	pag	14
	D.13 Ispezione e manutenzione dei sistemi di controllo dell'esplosività dell'atmosfera	pag	14
	D.14 Taratura dei sensori	pag	14
	D.15 Verifica della corrispondenza tra le concentrazioni rilevate e le azioni del sistema. Prove periodiche di messa fuori tensione dell'impianto elettrico	pag	14

	D.16 Prove straordinarie di messa fuori tensione degli impianti elettrici	pag	14
E	GALLERIE DI CLASSE 1c	pag	14
	E.1 Definizione	pag	14
	E.2 Segnaletica	pag	15
	E.3 Monitoraggio gas	pag	15
	E.4 Organizzazione del servizio di Monitoraggio gas	pag	15
	E.5 Controllo delle concentrazioni di grisù nell'atmosfera della galleria	pag	16
	E.6 Impianti, macchine ed attrezzature	pag	16
	E.7 Ventilazione	pag	17
	E.8 Aspetti organizzativi	pag	17
	E.9 Utilizzazione di sorgenti di calore con temperature pericolose e/o produzione di fiamme e/o di scintille	pag	18
	E.10 Utilizzazione degli esplosivi	pag	18
	E.11 Stati di allarme e abbandono della galleria	pag	18
	E.12 Sezionamento degli impianti elettrici	pag	19
	E.13 Ispezione e manutenzione dei sistemi di controllo dell'esplosività dell'atmosfera	pag	19
	E.14 Taratura dei sensori	pag	19
	E.15 Verifica della corrispondenza tra le concentrazioni rilevate e le azioni del sistema. Prove periodiche di messa fuori tensione dell'impianto elettrico	pag	19
	E.16 Prove straordinarie di messa fuori tensione degli impianti elettrici	pag	20
F	GALLERIE DI CLASSE 2	pag	20
	F.1 Definizione	pag	20
	F.2 Segnaletica	pag	20
	F.3 Monitoraggio gas	pag	20
	F.4 Organizzazione del servizio di Monitoraggio gas	pag	21
	F.5 Controllo delle concentrazioni di grisù nell'atmosfera della galleria	pag	21
	F.6 Impianti, macchine ed attrezzature	pag	21
	F.7 Ventilazione	pag	22
	F.8 Aspetti organizzativi	pag	22
	F.9 Utilizzazione di sorgenti di calore con temperature pericolose e/o produzione di fiamme e/o di scintille	pag	22
	F.10 Utilizzazione degli esplosivi	pag	23
	F.11 Stati di allarme e abbandono della galleria	pag	23
	F.12 Sezionamento degli impianti elettrici	pag	24
	F.13 Ispezione e manutenzione dei sistemi di controllo dell'esplosività dell'atmosfera	pag	24
	F.14 Taratura dei sensori	pag	25
	F.15 Verifica della corrispondenza tra le concentrazioni rilevate e le azioni del sistema. Prove periodiche di messa fuori tensione dell'impianto elettrico	pag	25
	F.16 Prove straordinarie di messa fuori tensione degli impianti elettrici	pag	26
G	RIEPILOGO STATI DI ALLARME E ABBANDONO DELLA GALLERIA	pag	27
H	MANUTENZIONE E VERIFICA DEI SISTEMI DI CONTROLLO DELL'ESPLOSIVITÀ	pag	27
I	INTERAZIONE TRA GALLERIE DI DIVERSA CLASSE	pag	28
	I.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	29
	I.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	30
L	MESSA IN ESERCIZIO E VERIFICHE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI	pag	31