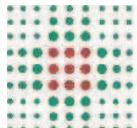


28

Nota interregionale “Grisù 3^a edizione”



SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA

REGIONE
TOSCANA



Servizio
Sanitario
della
Toscana

Protocollo N° ASS/PRC/05/1141

data 13 GEN 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 TOGOZZI 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: **Lavori in sotterraneo. Scavo in terreni grisutosi.
Grisù 3^a edizione**

La presente è la 3^a edizione della Nota Interregionale in tema di scavo in terreni grisutosi. Le precedenti edizioni hanno rappresentato un'importante nuovo approccio alla sicurezza in un ambiente particolare quale quello in cui è prevedibile o è stata accertata la presenza di grisù.

In particolare, la 2^a edizione ha introdotto un complesso ed articolato sistema di misure impiantistiche, procedurali ed organizzative che partono da una classificazione in sede preliminare. Secondo tale nuovo approccio la classe a cui è fatto corrispondere un correlato insieme di misure di sicurezza è stabilita sulla base della conoscenza delle formazioni geologiche interessate dallo scavo, dei dati provenienti dalla letteratura e dalle indagini in situ, del metodo e della tecnica di scavo, delle dimensioni dell'opera e dell'organizzazione del cantiere.

Durante i lavori di scavo uno specialista segue gli aspetti relativi al rischio grisù e collabora con la direzione aziendale per garantire le migliori condizioni di sicurezza. Ci si riferisce alla nuova figura del Responsabile del Monitoraggio, che è una figura tecnica specializzata in tema di misure dello stato fisico dell'aria, in controlli e condizionamento della composizione dell'atmosfera in galleria, in progettazione e controllo dei circuiti di ventilazione.

L'applicazione del modello previsto dalla Nota "Grisù 2^a edizione" nei lavori inerenti alla costruzione della linea ferroviaria ad Alta Velocità ha comportato una riclassificazione di molte gallerie introducendo misure di sicurezza in luoghi che, sulla base della normativa precedente, non avevano particolari precauzioni rispetto al rischio grisù. Tutto questo ha incrementato le dotazioni di sicurezza.

Ad oggi, un grande numero di gallerie sono state scavate applicando questi standard di sicurezza. Durante questi lavori, molteplici sono stati gli eventi previsti o anche inattesi che si sono dovuti affrontare permettendo di controllare l'efficacia della 2^a edizione.

Questa “prova sul campo”, durata circa quattro anni, ha consentito una verifica della validità del modello utilizzato ed ha suggerito una serie di modifiche-integrazioni per calibrare al meglio la Nota.

Inoltre in questi anni, alcune importanti novità legislative e normative sono entrate in vigore.

Ci si riferisce:

- alla Direttiva 94/9/CE in materia di apparecchi e sistemi di protezione destinati ad essere utilizzati in atmosfera potenzialmente esplosiva (ATEX 4) recepita in Italia con il D.P.R. 126/98;
- alla norma tecnica armonizzata per i motori utilizzati in atmosfere potenzialmente esplosive in lavori sotterranei (UNI EN 1834-2);
- alla Direttiva 1999/92/CE relativa alle prescrizioni minime per il miglioramento della tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori esposti al rischio di atmosfere esplosive, recepita in Italia con il D.Lgs. 233/03.

Il recepimento italiano di questa ultima direttiva è stato attuato adeguando il D.Lgs. 626/94 con l'aggiunta del Titolo VIII-bis.

In origine la direttiva era rivolta alla prevenzione ed alla protezione dall'esplosione in ambiente industriale, ma nel recepimento italiano il legislatore, al punto 2 dell'art. 88-bis, ha esteso il campo di applicazione ai lavori in sotterraneo ove è presente o è prevedibile un'atmosfera esplosiva. È stato inoltre abolito il capo X del D.P.R. 320/56.

Queste scelte, se da una parte hanno permesso di superare una normativa per certi versi anacronistica ed inadeguata, d'altro canto hanno dato origine ad una serie di problemi applicativi in quanto le modalità di definizione del rischio, proprie dell'industria, non sono applicabili al contesto dei lavori in sotterraneo.

Questa 3^a edizione della Nota tiene conto delle modifiche suggerite dall'esperienza acquisita e della necessità di armonizzare il contenuto tecnico della Nota con il nuovo panorama legislativo.

Il documento è stato elaborato nell'ambito del Gruppo interregionale Alta Velocità, da operatori delle Unità operative di Prevenzione e Sicurezza negli Ambienti di Lavoro e Unità operative Impiantistiche – Antinfortunistiche delle Aziende USL, da operatori delle Regioni interessate e con la collaborazione del Dipartimento DICMA (Ingegneria Chimica, Mineraria e delle Tecnologie Ambientali) della Facoltà di Ingegneria dell'Università di Bologna, del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Firenze e del Prof. Ing. EnzoMaria Dantini della Facoltà di Ingegneria dell'Università di Roma “La Sapienza”.

Si invitano le società committenti dei lavori a trasmettere copia della presente Nota Interregionale alle imprese a cui è stata assegnata o verrà affidata la realizzazione di lotti dei lavori di queste opere, e a svolgere la prevista opera di controllo e coordinamento.

Si invitano le singole imprese a dare adempimento ai provvedimenti in oggetto e a trasmetterne copia alle imprese in subappalto e a tutte le altre imprese che effettueranno lavori in sotterraneo (forniture di materiale, trasporto a piè d'opera, ecc.) affinché anch'esse si adeguino.

Si invitano tutti i soggetti interessati a dare applicazione ai provvedimenti in oggetto.
Si invitano i servizi di vigilanza in indirizzo a fare applicare i provvedimenti in oggetto.

Si allega: "Lavori in sotterraneo. Scavo in terreni grisutosi. Grisù 3^a edizione"

**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**

Lavori in sotterraneo. Scavo in terreni grisutosi
Grisù 3^a edizione

1. PREMESSA

Nel corso di questi anni, lo scavo delle gallerie in terreni grisutosi dell'Appennino Tosco-Emiliano è stato affrontato con l'applicazione delle indicazioni e degli standard di sicurezza contenuti nelle Note Interregionali "Grisù 1^a edizione" e "Grisù 2^a edizione".

Questa 3^a edizione, come le precedenti, contiene linee guida di sicurezza per scavi di gallerie potenzialmente soggetti al pericolo di esplosione di miscele aria – metano.

Il contenuto della presente Nota Interregionale costituisce un riferimento tecnico per il Committente, il Coordinatore alla Sicurezza ed il Datore di Lavoro nell'ambito dei rispettivi compiti in materia di sicurezza.

Questa edizione considera anche le seguenti novità legislative e normative entrate in vigore dopo la pubblicazione della precedente Nota Interregionale:

- il D.P.R. 126/98 che recepisce la Direttiva di prodotto 94/9/CE (nota come ATEX 4). Tale decreto disciplina gli apparecchi e i sistemi di protezione destinati ad essere utilizzati in atmosfera potenzialmente esplosiva. Il campo di applicazione riguarda l'ambiente industriale e più in generale tutti gli impianti di superficie (apparecchi di gruppo II) e l'ambiente minerario e dei lavori in sotterraneo (apparecchi di gruppo I);
- la norma UNI EN 1834-2 che disciplina la costruzione dei motori da utilizzarsi in lavori sotterranei in atmosfere potenzialmente esplosive, grisutose con o senza polveri infiammabili;
- il D.Lgs. 233/03 che recepisce la Direttiva 1999/92/CE relativa alle prescrizioni minime per il miglioramento della tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori esposti al rischio di atmosfere esplosive e che introduce nel D.Lgs. 626/94 il Titolo VIII-bis "Protezione da atmosfere esplosive";
- la norma UNI EN 1127-1 "Prevenzione dell'esplosione e protezione contro l'esplosione. Concetti fondamentali e metodologia";
- la norma UNI EN 1127-2 "Prevenzione dell'esplosione e protezione contro l'esplosione. Concetti fondamentali e metodologia per attività in miniera".

La Direttiva 1999/92/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 16/12/1999 non tratta esplicitamente i lavori in sotterraneo soggetti a rischio di atmosfere esplosive, che vengono invece esplicitamente trattati dal decreto di recepimento italiano (D.Lgs. 233/03).

Tale scelta nazionale e la contemporanea abrogazione del Capo X "Scavi in terreni grisutosi e misure di sicurezza contro le esplosioni" del D.P.R. 320/56 sono tese ad aggiornare la normativa, richiedendo nel contempo l'individuazione di soluzioni tecniche adeguate a questo specifico settore.

La presente 3^a edizione della Nota Interregionale sostituisce le precedenti (prot. n° 9940/PRC del 09/03/00 - Grisù 2^a edizione e prot. n° 12440/PRC del 22/03/00 - Grisù 2^a edizione riordinata per classe).

Pertanto, tutti i riferimenti alle problematiche qui trattate, contenuti nelle altre Note Interregionali e/o InterUSL vanno adeguati alle indicazioni del presente documento.

Queste linee guida sono state redatte considerando gallerie di grande sezione, realizzate con metodo a piena sezione e con tecnologia di scavo tradizionale. Nel caso di opere con sezioni medio – piccole o di opere realizzate con sezione parzializzata e nel caso di scavo a piena sezione con TBM occorre ridefinire l'applicazione dei concetti enunciati.

La presente Nota deve essere intesa come indicazione specifica per la redazione del "Documento sulla protezione dalle esplosioni" previsto dal D.Lgs. 233/03.

2. 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.

3. VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI FLUSSO DI GRISÙ E SUA CLASSIFICAZIONE

Il rischio di flusso di grisù e la conseguente classificazione delle gallerie devono essere valutati e verificati in tutte le fasi progettuali ed anche in corso d'opera.

3.1 VALUTAZIONE DEL RISCHIO E RELAZIONE TECNICA

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

La valutazione del rischio è formalizzata con una Relazione tecnica, che deve quanto meno:

- a) essere riferita specificatamente alla galleria in esame;
- b) contenere valutazioni documentate sul rischio di invasione del gas, qualunque siano l'entità e le modalità attese del flusso (da tracce di gas a grosse manifestazioni);
- c) essere esplicitamente basata sullo studio, documentato, del "tratto di galleria" valutato;
- d) classificare, utilizzando i criteri indicati nel capitolo seguente, per ogni tratto ed eventualmente per tutta la galleria, la previsione che si provochino flussi di grisù. La previsione deve considerare anche gli effetti indotti dalla realizzazione dell'opera sull'ammasso circostante gli scavi, in termini di variazione dello stato di fratturazione e della permeabilità dell'ammasso stesso, parametri che potenzialmente influiscono sul flusso di gas;

- e) allegare la documentazione utilizzata per gli studi, le ricerche e le indagini;
- f) indicare le modalità, la strumentazione, la periodicità delle verifiche da eseguirsi in corso d'opera (sondaggi in avanzamento, monitoraggi, ecc.);
- g) recare data, firma e timbro del Tecnico Specialista.

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

- definire le condizioni geostrutturali locali, ritenute importanti in relazione alla presenza di idrocarburi (stato di fratturazione, trappole di idrocarburi di tipo strutturale, ecc.);
- suddividere la galleria in tratti (porzioni omogenee di ammasso in termini di previsioni di flusso);
- stabilire le relazioni di tipo stratigrafico e/o strutturale tra i diversi ammassi, che possono influenzare il flusso di grisù all'interno della galleria;
- definire le dimensioni e le caratteristiche idrauliche dei serbatoi di grisù che potrebbero entrare in comunicazione idraulica, direttamente e non, con il tratto in corso di classifica.

Inoltre, le valutazioni devono essere integrate, in corso d'opera, in relazione all'evoluzione dello stato delle conoscenze, con ulteriori studi mirati alla evoluzione della previsione di afflusso di metano nei cantieri sotterranei.

3.2 CLASSIFICAZIONE DELLE GALLERIE

La classificazione può portare ad un unico indice valido per tutta la galleria oppure ad indici diversi, ciascuno attribuito ad un tratto di galleria.

Per la classificazione si utilizza uno dei seguenti cinque indici, ciascuno dei quali caratterizzante la previsione delle condizioni di flusso di grisù correlabili alla realizzazione dell'opera in sotterraneo:

- 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;
- 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;
- 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;
- 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;

- 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.

Le classi 1a ed 1b sono applicabili in assenza di geo – strutture favorevoli all'accumulo del gas e, conseguentemente, è limitata ma non si può escludere con assoluta certezza la possibilità che gli scavi determinino flussi di grisù nel sotterraneo.

Il sistema di interventi di sicurezza rappresentato dalla classe 1c, è il più articolato poiché considera gli ammassi caratterizzati dalla presenza di potenziali serbatoi di grisù costituiti da volumi di roccia ad alta permeabilità racchiusi in una matrice pressoché impermeabile. In particolare, tiene conto dei casi in cui non è possibile stabilire a priori la distribuzione spaziale, le dimensioni e le forme, le caratteristiche idrauliche (contenuto in idrocarburi, pressione, ecc.) dei potenziali serbatoi e, conseguentemente, i plausibili flussi di grisù in galleria devono essere considerati prevalentemente casuali e con modalità di flusso in gran parte imprevedibili.

Per contro, la classe 2 indica gli interventi di sicurezza che devono essere posti in essere nei casi in cui, i risultati degli studi e delle ricerche specialistiche, permettono di determinare posizione, forma e volume delle trappole di idrocarburi e di accertare la presenza o meno di un serbatoio e delle sue caratteristiche idrauliche.

3.3 MODIFICA DELL'INDICE DI CLASSIFICA

L'indice di classifica attribuito, in sede di progetto, dal Tecnico Specialista deve essere verificato in corso d'opera.

Qualora il Tecnico Specialista riscontri incongruenze tra le previsioni e la situazione in essere deve aggiornare l'indice di classifica attribuito.

4. MISURE DI SICUREZZA CORRELATE ALL'INDICE DI CLASSIFICA

La classifica delle gallerie al paragrafo 3.2 individua al massimo la sola *condizione pericolosa 2* definita dalla Norma UNI EN 1127-2 (vedi Appendice A).

Nei lavori di scavo in terreni grisutosi la prevenzione contro le esplosioni persegue l'obiettivo di evitare sempre e comunque la condizione pericolosa 1, ossia lo svolgimento dell'attività lavorativa in presenza di atmosfera esplosiva, ricorrendo agli apprestamenti di difesa ed alle procedure di lavoro indicate nella presente Nota.

Questi, quantomeno, impongono la ventilazione forzata della galleria e la presenza di un sistema di monitoraggio ambientale che prevede l'interruzione dei lavori con conseguente progressiva messa fuori servizio delle macchine operatrici e messa fuori tensione degli impianti elettrici, anche idonei ad operare in atmosfera potenzialmente esplosiva, fino al raggiungimento di valori di concentrazione di grisù in aria pari al massimo al suo limite inferiore di esplodibilità (LEL).

Gli apprestamenti di difesa e le procedure di lavoro mirano a contenere la concentrazione di grisù in aria al di sotto del LEL e, in caso di superamento, di limitarne la presenza ad un periodo breve.

L'assetto impiantistico da realizzare deve essere conseguente alla valutazione di rischio di afflusso di grisù: devono essere installati, ove necessario, apparecchi del gruppo I e di categoria M2 (vedi Appendice B).

Viene conseguito un grado di sicurezza equivalente contro l'innesto di un'esplosione pari almeno a 3, in quanto sono previste tre barriere di sicurezza in serie, tra di loro indipendenti da cause comuni di inefficienza:

- ⇒ una barriera nell'ambiente, mediante la presenza dell'impianto di ventilazione forzata
- ⇒ due barriere sugli apparecchi, in relazione ai modi di protezione previsti (vedi Tab. 5 nell'Appendice B).

Per ognuna delle cinque classi, si devono adottare gli standard operativi minimi di sicurezza descritti nei successivi paragrafi.

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 ...".

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.

4.1 CLASSE 0: alle gallerie/tratti che rientrano in questa classe si applicano le seguenti misure di sicurezza

- **Monitoraggio gas**
 - assente
- **Impianti, macchine ed attrezzature**
 - ordinari
- **Utilizzazione di sorgenti di calore con temperature pericolose e/o produzione di fiamme e/o di scintille**
 - nessuna limitazione

- **Utilizzazione degli esplosivi**
 - esplosivi ed accessori di tipo ordinario

4.2 CLASSE 1A: alle gallerie/tratti che rientrano in questa classe si applicano le seguenti misure di sicurezza

- **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 successivo capitolo 6
- 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). 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 nel successivo capitolo 8.

- **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)
- 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

- **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

- **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 capitoli 5 e 6

- **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

- **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

4.3 CLASSE 1B: alle gallerie/tratti che rientrano in questa classe si applicano le seguenti misure di sicurezza

- **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 capitolo 6. 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) e con prelievi di acqua per la misura del grisù dissolto
- 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 nel successivo capitolo 8
- **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)
 - 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)
 - 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 e motori del gruppo I, categoria M2, in conformità a UNI EN 1834-2) per l'immediata evacuazione del personale nelle situazioni di crisi
 - **Ventilazione**
si deve:
 - realizzare l'ottimizzazione della ventilazione ed il controllo automatico con registrazioni 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

- **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 capitoli 5 e 6

- **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

- **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

4.4 CLASSE 1c: alle gallerie/tratti che rientrano in questa classe si applicano le seguenti misure di sicurezza

- **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 capitolo 6. 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) 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 nel successivo capitolo 8
- **Impianti, macchine ed attrezzi**
 - 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)
 - 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. 9), 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)
 - 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 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 attrezzi non idonei 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 attrezzi 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 e motori del gruppo I, categoria M2, in conformità a UNI EN 1834-2) per l'immediata evacuazione del personale nelle situazioni di crisi

- **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

- **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 capitoli 5 e 6

- **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

- **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

4.5 CLASSE 2: alle gallerie/tratti che rientrano in questa classe si applicano le seguenti misure di sicurezza

- **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 capitolo 6. 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) 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 nel successivo capitolo 8

- **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 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 e motore del gruppo I, categoria M2, in conformità a UNI EN 1834-2) per l'immediata evacuazione del personale nelle situazioni di crisi

- **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

- **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 capitoli 5 e 6

- **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

- **Utilizzazione degli esplosivi**

- esplosivi ed accessori di tipo antigrisutoso

5. DEFINIZIONE DEL SISTEMA E DELLE PROCEDURE DI MONITORAGGIO

Nei capitoli precedenti si è fatto riferimento a modalità esecutive dei controlli di concentrazione del grisù indicando alcune specifiche tecniche.

In questo capitolo si definiscono, per ogni classe, l'organizzazione del servizio di Monitoraggio gas e le procedure correlate.

5.1 CLASSE 1A

- **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
- **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 discolto

5.2 CLASSE 1B

- **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

- **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 disiolto

5.3 CLASSE 1c

- **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

- **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 punto 5.2 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 boccaforo durante tutta la successiva fase di perforazione

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

5.4 CLASSE 2

- **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
- **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

6. 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

6.1 CLASSE 1A

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 ≥ 0,35 % si deve dare corso alle procedure per l'abbandono del sotterraneo.

In questa classe, che non prevede la realizzazione di un sistema che diffonda l'allarme per la presenza di gas a tutto il sotterraneo, 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.

6.2 CLASSE 1B

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 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

6.3 CLASSE 1c

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

6.4 CLASSE 2

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%

7. SEZIONAMENTO DEGLI IMPIANTI ELETTRICI

7.1 CLASSE 1A

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.

7.2 CLASSE 1B

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.

7.3 CLASSE 1C

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.

7.4 CLASSE 2

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

8. 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 che seguono 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.

8.1 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.

8.2 VERIFICA DEI SISTEMI DI CONTROLLO DELL'ESPLOSIVITÀ DELL'ATMOSFERA, DELLE COSTRUZIONI ELETTRICHE A SOVRAPRESSIONE INTERNA E DEI LOCALI PRESSURIZZATI

8.2.1 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 resasi 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.

8.2.2 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.

8.2.3 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.

9. 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 implantistico 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).

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.

9.1 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)
 - 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

* 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.

atmosfera potenzialmente esplosiva costituita dalla miscela aria-grisù (apparecchi del gruppo I, categoria M2, modi di protezione: vedi Tab. 5 nell'Appendice B)

- 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 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

9.2 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)
 - 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)
 - 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 attrezzi
 - 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 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/semafori
 - 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)

10 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, 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.

APPENDICE A

RISCHIO DI ATMOSFERE ESPLOSIVE

A.1 LE INNOVAZIONI INTRODOTTE DAL D.LGS. 233/03

Il D.Lgs. 12/06/2003 n° 233 “*Attuazione della direttiva 1999/92/CE relativa alle prescrizioni minime per il miglioramento della tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori esposti al rischio di atmosfere esplosive*”, in vigore dal 10/09/2003, nell’ambito del D.Lgs. 626/94 esplicita la valutazione dei rischi di esplosione nell’ambito più generale della valutazione dei rischi lavorativi.

Il decreto “*si applica anche nei lavori in sotterraneo ove è presente un’area con atmosfere esplosive, oppure è prevedibile, sulla base di indagini geologiche, che tale area si possa formare nell’ambiente*”.

In particolare il datore di lavoro deve valutare i rischi specifici, esaminati nel loro complesso, derivanti da atmosfere esplosive tenendo conto almeno di:

- probabilità e durata della presenza di atmosfere esplosive;
- probabilità che le fonti di accensione, comprese le scariche elettrostatiche, siano presenti e divengano efficaci;
- caratteristiche dell’impianto, sostanze utilizzate, processi e loro possibili interazioni;
- entità degli effetti prevedibili.

Dalla valutazione suddetta deve descendere una suddivisione del luogo di lavoro in aree, distinte per gas/vapori/nebbie infiammabili e polveri combustibili, caratterizzate dalla frequenza e dalla durata della presenza di atmosfera esplosiva.

Per quanto attiene ai gas/vapori/nebbie infiammabili il datore di lavoro deve definire tre tipi di zone:

Zona 0

Area in cui è presente in permanenza o per lunghi periodi o frequentemente un’atmosfera esplosiva consistente in una miscela di aria e di sostanze infiammabili sotto forma di gas, vapore o nebbia.

Zona 1

Area in cui la formazione di un’atmosfera esplosiva, consistente in una miscela di aria e di sostanze infiammabili sotto forma di gas, vapori o nebbia, è probabile che avvenga occasionalmente durante le normali attività.

Zona 2

Area in cui durante le normali attività non è probabile la formazione di un’atmosfera esplosiva consistente in una miscela di aria e di sostanze infiammabili sotto forma di gas, vapore o nebbia o, qualora si verifichi, sia unicamente di breve durata.

Il D.Lgs. 233/03 indica come possibile riferimento per la definizione delle zone suddette la Norma tecnica armonizzata EN 60079-10 (CEI 31-30) “*Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas. PARTE 10: Classificazione dei luoghi pericolosi*”.

Tale norma è però rivolta sostanzialmente alle attività industriali di superficie e per queste stabilisce i criteri per la classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione.

Il procedimento di classificazione si può schematizzare in:

- individuazione delle sostanze infiammabili;
- individuazione delle sorgenti di emissione, caratterizzate dal grado e dalla durata dell'emissione;
- definizione delle caratteristiche della ventilazione, naturale e/o artificiale, (grado e disponibilità);
- determinazione del tipo e dell'estensione della *zona pericolosa* per ogni sorgente di emissione;
- classificazione del luogo pericoloso dall'inviluppo delle zone pericolose determinate.

La norma EN citata stabilisce dei criteri del tutto generici per la classificazione dei luoghi pericolosi ed è di fatto inapplicabile, in assenza di una guida.

A tale scopo in Italia è stata pubblicata la Norma CEI 31-35, 2001-01, Seconda edizione “*Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas. Guida all'applicazione della Norma CEI EN 60079-10 (CEI 31-30). Classificazione dei luoghi pericolosi*”.

La guida suggerisce che, una volta stabilito il tipo di zona, sulla base del grado dell'emissione e del grado e della disponibilità della ventilazione, se ne verifichi la correttezza facendo riferimento ai limiti di durata complessiva di atmosfera esplosiva (somma delle durate dei singoli eventi) riportati nella tabella seguente:

Zona	Probabilità di atmosfera esplosiva in 365 d (un anno)	Durata complessiva di atmosfera esplosiva in 365 d (un anno)
zona 0	$P > 10^{-1}$	oltre 1000 h
zona 1	$10^{-1} \geq P > 10^{-3}$	oltre 10 h fino a 1000 h
zona 2 ⁽²⁾	$10^{-3} \geq P > 10^{-5}$	oltre 0,1 h fino a 10 h ⁽¹⁾
(1) Per durata complessiva di atmosfera esplosiva in 365 d (un anno) fino a 0,1 h il luogo non è generalmente pericoloso, in particolare quando le emissioni sono più di una in 365 d. In ogni caso la durata di atmosfera esplosiva nei singoli eventi non può essere maggiore di 0,1 h. Per essere certi che il luogo non presenta pericoli di esplosione occorre tuttavia effettuare di volta in volta un'analisi di rischio.		
(2) Quando non sono disponibili valori attendibili dei ratei di guasto, può essere generalmente considerato almeno un evento ogni 365 d.		

Tabella 1 – Valori di riferimento per i limiti di durata complessiva di atmosfera esplosiva nelle zone 0, 1 e 2

A.2 L'APPLICAZIONE DEL D.Lgs. 233/03 ALLE GALLERIE GRISUTOSE

Da quanto riportato nel paragrafo precedente consegue che non è possibile utilizzare, per i lavori in sotterraneo in presenza di grisù, i criteri adottati per la classificazione per gli impianti di superficie ed indicati nel D.Lgs. 233/03.

Il termine “area”, come recita testualmente la Norma UNI EN 1127-2 “Atmosfere esplosive. Prevenzione dell'esplosione e protezione contro l'esplosione. Concetti fondamentali e metodologia per l'attività in miniera”, non è utilizzato per la classificazione

degli impianti minerari sotterranei¹ esposti al pericolo di esplosione, perché generalmente questo termine definisce lo spazio chiaramente specificato a livello di dimensioni attorno a un'installazione tecnica generalmente fissa, per esempio un impianto chimico con installazioni fisse e limiti specificati per quanto riguarda il processo di lavorazione.

La determinazione di “zone” a diversa probabilità di presenza di atmosfera esplosiva non può essere condotta applicando i criteri stabiliti dalla Norma CEI EN 60079-10 e dalla relativa guida applicativa italiana CEI 31-35, per l'impossibilità di caratterizzare le sorgenti di emissione con le grandezze ed i parametri suggeriti dalle stesse.

La valutazione della probabilità di presenza di atmosfera esplosiva in galleria è alquanto complessa e non si presta dunque ad un procedimento di calcolo, a causa della mancanza di due dati in ingresso fondamentali: la portata e la durata di emissione di grisù in galleria a seguito dello stabilirsi di un collegamento tra la galleria stessa ed una trappola per idrocarburi.

Le gallerie sono pertanto classificate sulla base non di una quantificazione della suddetta probabilità, ma di una valutazione qualitativa dei flussi di grisù che possono essere causati dall'interazione dello scavo con un determinato ammasso e considerando gallerie di grande sezione, realizzate con metodo a piena sezione e con tecnologia di scavo tradizionale.

La diversa probabilità di afflusso di gas in galleria è legata quindi alla diversa struttura degli ammassi, alla loro diversa attitudine a favorire l'accumulo del gas, alle caratteristiche geometriche dell'opera, all'organizzazione del cantiere, al metodo ed alla tecnica di scavo.

In altri termini, le norme volte alla tutela della sicurezza in ambienti industriali sono costruite nell'ipotesi di potere predeterminare con sufficiente certezza ed univocità gli elementi necessari per una compiuta analisi del rischio. Tale scenario non può essere mutuato per gli scavi, sia minerari che civili, che presentano elevata variabilità delle caratteristiche. Molti elementi di valutazione possono essere acquisiti o determinati solo in corso d'opera, e gli stessi elementi possono variare con il progredire dello scavo. Il cantiere stesso è caratterizzato da un'elevata dinamicità sia in termini geometrici, sia come tipologia della lavorazione.

Nella presente Nota Interregionale, le gallerie sono classificate, come precisato nel paragrafo 3.2, in tre classi (0, 1, 2) di cui la 1 suddivisa in tre sottoclassi (1a, 1b, 1c) a probabilità crescente di afflussi significativi di grisù e con correlate misure di sicurezza crescenti.

Nell'ambito di tale classificazione non sono determinabili **zone** nel senso indicato dal D.Lgs. 233/03, ma risulta più appropriata l'individuazione di **due condizioni pericolose** come previste dalla Norma UNI EN 1127-2:

- **condizione pericolosa 2 (atmosfera potenzialmente esplosiva)**
campo compreso tra 0% e sotto il LEL (limite inferiore di esplodibilità) oppure sopra l'UEL (limite superiore di esplodibilità) fino al 100% di grisù nell'aria;
- **condizione pericolosa 1 (atmosfera esplosiva)**
campo compreso tra il LEL e l'UEL di grisù nell'aria.

¹ In tali impianti per analogia si possono includere anche le gallerie grisutose.

APPENDICE B

APPARECCHI E SISTEMI DI PROTEZIONE DESTINATI AD ESSERE UTILIZZATI IN ATMOSFERA A RISCHIO GRISÙ

La scelta degli apparecchi e dei sistemi di protezione, elettrici e non elettrici, da utilizzare in un dato luogo a rischio grisù, è conseguente alla classificazione del luogo stesso nel senso indicato nell'appendice precedente.

L'assetto della normativa vigente in materia è stato modificato profondamente dall'entrata in vigore, dal 01/07/2003, del D.P.R. n° 126 del 23/03/1998 "Regolamento recante norme per l'attuazione della direttiva 94/9/CE in materia di apparecchi e sistemi di protezione destinati ad essere utilizzati in atmosfera potenzialmente esplosiva" (comunemente detto ATEX 4).

A seguire si riportano sinteticamente la normativa preesistente e il D.P.R. 126/98, rispettivamente per:

- apparecchi elettrici;
- motori a combustione interna.

B.1 APPARECCHI ELETTRICI

B.1.1 La normativa preesistente al D.P.R. 126/98

Al materiale elettrico destinato ad essere utilizzato in "atmosfera potenzialmente esplosiva", ad eccezione del materiale destinato all'impiego nei lavori sotterranei delle miniere grisutose e del materiale elettrico usato in medicina, si applica il D.P.R. 21/07/1982 n°727 "Attuazione della direttiva (CEE) n. 76/117 relativa al materiale elettrico destinato ad essere utilizzato in «atmosfera esplosiva»" (comunemente detto ATEX 1).

Il materiale elettrico di cui sopra può essere venduto, circolare liberamente ed essere usato in modo conforme alla sua destinazione solo se:

- risponde a norme armonizzate, comprovate da un **certificato di conformità** rilasciato da un organismo autorizzato;

oppure

- garantisce, in base ad uno speciale esame della fabbricazione, una sicurezza almeno equivalente a quella delle norme stesse, comprovata da un **certificato di controllo** rilasciato da un organismo autorizzato.

Al materiale elettrico destinato ad essere utilizzato in "atmosfera potenzialmente esplosiva", ad eccezione del materiale destinato all'impiego nei lavori sotterranei delle miniere grisutose e del materiale elettrico usato in medicina, si applica il D.P.R. 21/07/1982 n° 675 "Attuazione della direttiva (CEE) n. 196 del 1979 relativa al materiale elettrico destinato ad essere utilizzato in atmosfera esplosiva, per il quale si applicano taluni metodi di protezione" (comunemente detto ATEX 2).

Il materiale elettrico costruito con i seguenti modi di protezione:

- immersione in olio "o";
- sovrapressione interna "p";

- immersione sotto sabbia “q”;
- custodia a prova di esplosione “d”;
- sicurezza aumentata “e”;
- sicurezza intrinseca “i”;

può essere venduto, circolare liberamente ed essere usato in modo conforme alla sua destinazione solo se è conforme, oltre che al D.P.R. 727/82, anche al D.P.R. 675/82, alle norme armonizzate ad esso indicate e se è provvisto del marchio distintivo comunitario



La L. 17/04/1989 n° 150 *“Attuazione della direttiva 82/130/CEE e norme transitorie concernenti la costruzione, la vendita di materiale elettrico destinato ad essere utilizzato in atmosfera potenzialmente esplosiva”* (comunemente detta ATEX 3), con i relativi D.M. 08/04/1991 n° 228 e D.M. 10/08/1994 n° 587, differisce dal D.P.R. 675/82 e D.P.R. 727/82 soltanto per il campo di applicazione.

Essa si applica al materiale elettrico destinato ad essere utilizzato nei lavori in sotterraneo nelle miniere grisutose; nonché, in deroga a quanto disposto dal D.P.R. 675/82 e dal D.P.R. 727/82, al materiale elettrico destinato ad essere utilizzato negli impianti minerari in superficie che possono venire in contatto con il grisù convogliato attraverso il circuito di ventilazione sotterranea.

B.1.2 Le novità introdotte dal D.P.R. 126/98

Le principali novità introdotte dal D.P.R. 126/98 sono:

- il campo di applicazione;
- i criteri di approccio alla prevenzione e alla protezione;
- la classificazione dei prodotti Ex;
- le procedure di valutazione della conformità;
- la marcatura.

• CAMPO DI APPLICAZIONE

Il regolamento si applica a tutti i tipi di prodotti Ex, compresi i veicoli, destinati ad essere utilizzati in atmosfera potenzialmente esplosiva, senza distinzione alcuna tra ambienti grisutosi e non.

Il regolamento si applica inoltre ai dispositivi di sicurezza, di controllo e di regolazione destinati ad essere utilizzati al di fuori di atmosfere potenzialmente esplosive, necessari o utili per un sicuro funzionamento dei prodotti Ex, per quanto attiene ai rischi di esplosione.

• CRITERI DI APPROCCIO ALLA PREVENZIONE E ALLA PROTEZIONE

La direttiva, al fine di eliminare le barriere tecniche e garantire la libera circolazione dei prodotti Ex all'interno del territorio dell'Unione Europea, indica (allegato II) i requisiti essenziali di sicurezza e di salute (**RES**) che devono essere soddisfatti dai prodotti Ex.

Stabilisce che i prodotti Ex siano progettati secondo il principio della sicurezza integrata contro le esplosioni.

A tal fine il costruttore deve:

- evitare che i prodotti Ex producano o liberino essi stessi atmosfera esplosiva;
- prevenire l'innescio dell'atmosfera esplosiva da parte dei prodotti Ex, considerando le possibili sorgenti d'innescio dovute a:
 - archi elettrici
 - scintille elettriche
 - fiamme

- superfici calde
 - urti meccanici
 - frizioni
 - compressioni
 - elettricità statica
 - radiazione elettromagnetica
 - radiazione ionizzante
 - reazioni chimiche
 - energia acustica
- controllare gli effetti di un'esplosione, usando un sistema di protezione per:
- contenere
 - isolare
 - sopprimere attivamente
 - sopprimere passivamente
 - sfiatare.

I RES sono i criteri base per stabilire la conformità di un prodotto Ex alla direttiva e sono obbligatori. Nella loro generalità diventano il criterio predominante per verificare la sicurezza.

La direttiva introduce inoltre il concetto di presunzione del rispetto dei RES da parte dei prodotti Ex realizzati in conformità alle norme EN. L'applicazione delle norme EN è quindi condizione sufficiente, ma non necessaria, per il rispetto dei RES.

- **CLASSIFICAZIONE DEI PRODOTTI Ex**

I prodotti Ex sono classificati dalla direttiva in:

a) apparecchi:

macchine, materiali, dispositivi fissi o mobili, organi di comando, strumentazione e sistemi di rilevazione e di prevenzione che, da soli o combinati, sono destinati alla produzione, al trasporto, al deposito, alla misurazione, alla regolazione e alla conversione di energia e al trattamento di materiale e che, per via delle potenziali sorgenti d'innesto che sono loro proprie, rischiano di provocare un'esplosione.

Esempi:

- apparecchiature elettriche;
- apparecchiature non elettriche;
- apparecchiature per miniere;
- apparecchiature da utilizzare in atmosfere potenzialmente esplosive per gas/vapori infiammabili Ex (G) gas;
- apparecchiature da utilizzare in atmosfere potenzialmente esplosive per polveri infiammabili Ex (D) polveri.

b) sistemi di protezione:

dispositivi, incorporati negli apparecchi o separati da essi, diversi dai componenti degli apparecchi di cui alla lettera a), la cui funzione è arrestare le esplosioni o circoscrivere la zona da essa colpita, se immessi separatamente sul mercato come sistemi con funzioni autonome.

Esempi:

- parafiamma;
- barriere ad acqua;
- sistemi a prova di esplosione (dischi di sicurezza, pannelli di sfiato, ecc.);
- barriere di soffocamento.

c) componenti:

parti essenziali per il funzionamento degli apparecchi e dei sistemi di protezione, prive di funzione autonoma.

Esempi:

- morsetti;
- pulsantiere;
- custodie "d" vuote.

Gli apparecchi sono suddivisi in due gruppi:

➤ **gruppo di apparecchi 1**

Apparecchi destinati ai lavori in sotterraneo nelle miniere, nelle gallerie e nei relativi impianti di superficie, esposti a rischio di sprigionamento di grisù o di polveri combustibili.

➤ **gruppo di apparecchi 2**

Apparecchi destinati ad essere utilizzati in altri siti esposti ai rischi di atmosfere esplosive.

Entrambi i tipi di apparecchi sono classificati in categorie, a seconda del livello di protezione assicurato.

Nella tabella 2 è riportata la classificazione degli apparecchi del gruppo 1.

Gli apparecchi sono classificati in due categorie: **M1** e **M2**. Gli apparecchi della categoria M1 sono destinati a funzionare anche in presenza di atmosfera esplosiva, gli apparecchi della categoria M2 non vengono invece alimentati in tali condizioni. I primi assicurano un livello di protezione più elevato dei secondi.

La categoria dell'apparecchio non è associata ad una zona con una data probabilità di presenza di atmosfera esplosiva, come avviene negli altri luoghi con pericolo di esplosione, in quanto per gli ambienti grisutosi non è a tutt'oggi possibile quantificare tale probabilità, ma alle due **condizioni pericolose (1 e 2)** definite dalla Norma UNI EN 1127-2 e riportate al punto A.2.

Nella **condizione pericolosa 1** possono funzionare esclusivamente apparecchi di categoria **M1**, mentre nella **condizione pericolosa 2** possono essere impiegati apparecchi sia di categoria **M1** che **M2**.

Dal numero di barriere previsto per gli apparecchi delle due categorie, rispettivamente tre per quelli della categoria 1 e due per quelli della categoria 2, si deduce tuttavia che l'obiettivo è comunque quello di **assicurare almeno tre barriere di sicurezza**:

- negli apparecchi della categoria M1 le tre barriere sono tutte nell'apparecchio, in quanto siamo in presenza di atmosfera esplosiva (nessuna barriera nell'ambiente);
- negli apparecchi della categoria M2 sono previste due barriere nell'apparecchio, mentre una è presunta nell'ambiente, in quanto l'atmosfera esplosiva non è presente durante il funzionamento dell'apparecchio.

Gruppo	Categoria	Condizioni di funzionamento	Livello di protezione	Apprestamenti di difesa o barriere di sicurezza	
				Descrizione barriere di sicurezza	Quantità
I Miniere, gallerie e loro impianti di superficie esposti a rischio di venute di grisù	M1	Alimentati in presenza di atmosfera esplosiva	Molto elevato	In caso di guasto di un mezzo di protezione, il livello di sicurezza è garantito da almeno un secondo mezzo di protezione. Il livello di sicurezza è garantito anche se si manifestano due anomalie indipendenti una dall'altra.	3
	M2	Non alimentati in presenza di atmosfera esplosiva	Elevato	Il livello di sicurezza è garantito durante il funzionamento normale, comprese le condizioni di esercizio gravose dovute in particolare ad un uso severo dell'apparecchio e a continue variazioni ambientali.	2

Tabella 2 - Apparecchi e sistemi di protezione del gruppo I categoria M1 e M2

Gruppo	Categoria	Condizioni di funzionamento	Presenza di atmosfera esplosiva	Livello di protezione
II Superficie ed altri siti	1	Zona 0	sempre, spesso e per lunghi periodi	Molto elevato
	2	Zona 1	probabile	Elevato
	3	Zona 2	scarsa possibilità e per breve tempo	Normale

Tabella 3 - Apparecchiature elettriche del gruppo II per gas, vapori o nebbie (G)

Nella tabella 3 è riportata la classificazione delle apparecchiature del gruppo II per gas, vapori e nebbie.

In questo caso alla categoria dell'apparecchiatura corrisponde una zona con pericolo di esplosione caratterizzata da una determinata probabilità di presenza di atmosfera esplosiva decrescente dalla zona 1 alla zona 3; le barriere di sicurezza garantite, dall'ambiente e dall'apparecchiatura sono comunque 3.

- **PROCEDURE DI VALUTAZIONE DELLA CONFORMITÀ**

Sono i criteri per la verifica della sicurezza di un prodotto Ex contro il rischio di esplosione e variano in funzione del tipo di prodotto, del livello di protezione e quindi della categoria di appartenenza.

Le procedure di valutazione della conformità alla Direttiva 94/9/CE sono descritte negli allegati III-IX alla direttiva stessa e riguardano:

- la fase di progettazione;
- la fase di produzione.

Per gli apparecchi e i sistemi di protezione del gruppo I le procedure di valutazione della conformità sono differenziate in funzione della categoria e, rispettivamente:

→ **per gli apparecchi della categoria M1:**

l'Organismo notificato scelto dal costruttore sottopone il prodotto all'esame CE del tipo e, in caso di conformità, rilascia un attestato di esame CE del tipo al richiedente.

Il costruttore o il suo mandatario stabilito nella UE utilizza un sistema di garanzia della qualità per la produzione, approvato dall'Organismo notificato

oppure, in alternativa

il costruttore o il suo mandatario stabilito nella UE garantisce la rispondenza della produzione al prototipo oggetto dell'esame CE del tipo e un Organismo notificato, incaricato della sorveglianza, esegue controlli e prove del caso su ogni singolo prodotto per accertarne la conformità al prototipo oggetto dell'esame CE del tipo e la rispondenza ai requisiti della direttiva ad essi applicabili;

oppure, quando si tratta di un unico prodotto

l'Organismo notificato esamina l'apparecchio o sistema di protezione e lo sottopone a prove in conformità alle norme di riferimento o a prove equivalenti per verificarne la rispondenza ai requisiti della direttiva ad essi applicabili; inoltre redige un attestato di conformità relativo alle prove effettuate ed appone o fa apporre sull'apparecchio o sistema di protezione il proprio numero di identificazione.

Il costruttore o il suo mandatario appone la marcatura CE, a ciascun apparecchio, accompagnata dal numero di identificazione dell'Organismo notificato incaricato della sorveglianza e redige una dichiarazione di conformità al prototipo oggetto dell'esame CE del tipo e di rispondenza ai requisiti della direttiva ad essi applicabili.

→ **per gli apparecchi della categoria M2:**

l'Organismo notificato scelto dal costruttore sottopone il prodotto all'esame CE del tipo e, in caso di conformità, rilascia un attestato di esame CE del tipo al richiedente.

Il costruttore o il suo mandatario stabilito nella UE utilizza un sistema di qualità per l'ispezione finale e le prove di ciascun apparecchio, approvato dall'Organismo notificato;

oppure, in alternativa:

il costruttore o il suo mandatario stabilito nella UE garantisce la rispondenza della produzione al prototipo oggetto dell'esame CE del tipo e la rispondenza ai requisiti della direttiva ad essi applicabili; inoltre esegue o fa eseguire su ogni singolo prodotto le prove concernenti gli aspetti tecnici di protezione contro le esplosioni; tali prove vengono effettuate sotto la responsabilità di un Organismo notificato, incaricato della sorveglianza

oppure, quando si tratta di un unico prodotto

l'Organismo notificato esamina l'apparecchio o sistema di protezione e lo sottopone a prove in conformità alle norme di riferimento o a prove equivalenti per verificarne la rispondenza ai requisiti della direttiva ad essi applicabili; inoltre redige un attestato di conformità relativo alle prove effettuate ed appone o fa apporre sull'apparecchio o sistema di protezione il proprio numero di identificazione.

Il costruttore o il suo mandatario appone la marcatura CE, a ciascun apparecchio, accompagnata dal numero di identificazione dell'Organismo notificato incaricato della sorveglianza e redige una dichiarazione di conformità al prototipo oggetto dell'esame CE del tipo e di rispondenza ai requisiti della direttiva ad essi applicabili.

Gli Organismi di certificazione (notificati) sono gli organismi autorizzati dall'Autorità Competente (in Italia il Ministero delle Attività Produttive) ad espletare le procedure di valutazione della conformità descritte e devono essere notificati alla Commissione dell'UE ed agli Stati membri.

Gli organismi nazionali autorizzati devono trasmettere al Ministero delle Attività Produttive gli attestati di conformità rilasciati e le eventuali revoche degli stessi.

Le procedure di valutazione della conformità sono riassunte nella tabella 4.

Su ciascun apparecchio e sistema di protezione devono figurare in modo leggibile e indelebile almeno le seguenti indicazioni:

- nome e indirizzo del costruttore;
- marcatura CE;
- designazione della serie o del tipo;
- numero di serie (se esiste);
- anno di costruzione;
- numero di identificazione dell'Organismo di certificazione, se interviene nella fase di produzione;
- marcatura specifica di protezione contro le esplosioni, seguita dal simbolo del gruppo di apparecchi e della categoria;
- le indicazioni indispensabili all'impiego in condizioni di sicurezza, qualora necessarie.

Qualora gli apparecchi, i sistemi di protezione ed i dispositivi di sicurezza e controllo siano disciplinati da altre direttive comunitarie relative ad aspetti diversi che prevedono l'apposizione della marcatura CE, quest'ultima può essere apposta solo se il predetto materiale è conforme anche a tali direttive.

Nella tabella 5 sono riportate le indicazioni di carattere tecnico che devono comparire sui contrassegni dei apparecchi Ex del gruppo I.

Nella tabella 6 è riportata la marcatura completa, applicata ad un apparecchio del gruppo I.

Allegato (1)	Categoria degli apparecchi (2)			Sistemi di protezione
	M1-1	M2-2 [E]	M2-2 [N]	
Fase di progetto				
Attestato di esame CE del tipo	III	X	X	
Controllo interno di fabbricazione	VIII			X(3) X
Verifica di un prodotto unico	IX	O	O	O
Fase di produzione				
Garanzia qualità della produzione	IV	Y		Y
Garanzia qualità del prodotto	VII		Y	
Verifica sul prodotto	V	Y		
Conformità al tipo	VI		Y	Y
Controllo interno di fabbricazione	VIII			X X
Verifica di un prodotto unico	IX	O	O	O

Note:

- (1) ATEX Direttiva 94/9/CE
 - (2) [E] Apparecchi elettrici e motori a combustione interna
[N] Apparecchi non elettrici
 - (3) I documenti tecnici devono essere depositati presso un Organismo notificato
- X – Procedura obbligatoria
O – Procedura alternativa
Y – Procedure alternative tra loro

Tabella 4 - Procedure di valutazione della conformità

CENELEC (EN 50014)			ATEX (Direttiva 94/9/CE)				
EEx	*	*	CE	Ex	*		
Protezioni contro le esplosioni. Norme Europee	Codice del modo di protezione	Gruppo del gas I (miniere e gallerie grisutose)	Contrassegno CE	Marchio distintivo comunitario			
MODI DI PROTEZIONE Apparecchiature elettriche per gas							
		CENELEC		Categoria			
Regole generali		Codice	EN	Gruppo apparecchi			
Immersione in olio		o	50015	M2			
Sovrapressione interna		p	50016	M2			
Riempimento polverulento		q	50017	M2			
Custodie a prova di esplosione		d	50018	M2			
Sicurezza aumentata		e	50019	M2			
Sicurezza intrinseca		ia	50020	M1			
Sicurezza intrinseca		ib	50020	M2			
Incapsulamento		m	50028	M2			
Categoria M1		(*)	50303	M1			
Apparecchiature non elettriche (**)							
Regole generali							
Custodie a respirazione limitata							
Custodie a prova di esplosione							
Sicurezza implicita							
Sicurezza costruttiva							
Controllo delle sorgenti d'innesto							
(*) Il modo di protezione è una combinazione dei modi di protezione previsti per gli apparecchi M2.							
(**) Le Norme CEN EN relative sono in preparazione							

Tabella 5 - Contrassegni degli apparecchi del gruppo I

Requisiti della Direttiva 94/9/CE	
TIZIO via Verdi, 1 00100 ROMA (RM) ITALIA	nome e indirizzo del costruttore
Apparecchio di saldatura tipo CAIO XYZ 2004	tipo, numero di serie anno di costruzione
CE	contrassegno CE
XXXX	n° di identificazione dell'Organismo Notificato, responsabile della sorveglianza
Ex	marchio distintivo comunitario
I M2	apparecchio di gruppo I (miniere) categoria M2 (non alimentato in presenza di atmosfera esplosiva)
Requisiti della norma EN 50014	
Eex	protezione contro le esplosioni; norme europee
d[ib]ib e I	modo di protezione gruppo
INERIS 00 ATEX0001 X	organismo notificato anno di emissione del certificato numero di certificato nell'allegato all'attestato di esame CE del tipo sono contenute le indicazioni indispensabili all'impiego in condizioni di sicurezza

Tabella 6 – Esempio di marcatura completa di un apparecchio del gruppo I

B.2 MOTORI A COMBUSTIONE INTERNA

B.2.1 Le norme preesistenti al D.P.R. 126/98

L'art. 75 del D.P.R. 320/56 "Norme per la prevenzione degli infortuni e l'igiene del lavoro in sotterraneo" vieta, negli scavi in terreni grisutosi, l'uso di motori termici compresi i locomotori a nafta. In questa categoria sono inclusi i motori diesel comunemente presenti nelle macchine di cantiere.

Una deroga all'applicazione di questo articolo è concessa da due decreti ministeriali, emanati ai sensi dell'art. 395 del D.P.R. 547/55 "Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro", che consentono l'impiego di motori termici in gallerie grisutose a condizione che essi siano resi "antideflagranti" e dichiarati come tali dal costruttore.

I due decreti sono:

- il D.M. 10/5/1988 n° 259 "Riconoscimento di efficacia di motori termici di tipo antideflagrante";

- il D.M. 26/2/1991 n° 225 “Regolamento concernente modificazioni alla normativa sul riconoscimento di efficacia di motori termici di tipo antideflagrante prevista dal DM 10/5/1988 n° 259”.

Il D.M. 259/88 detta le norme tecniche da applicare per la trasformazione in *antideflagrante* dei motori diesel con aspirazione a pressione atmosferica e dei rispettivi veicoli sui quali sono installati, nonché le procedure da seguire per la certificazione e per un loro corretto impiego in ambiente grisutoso.

Il D.M. 225/91 apporta modifiche di carattere formale alle norme tecniche contenute nell'allegato I al D.M. 259/88, al fine della loro applicazione ai motori turbocompressi, nei quali l'aria aspirata non è più a pressione atmosferica ma viene compressa e riscaldata per uno scambio energetico con i gas di scarico ottenuto attraverso una turbina.

Le norme tecniche riguardano:

- prescrizioni costruttive;
- verifiche e prove;
- contrassegni del motore;
- documenti da presentare per l'approvazione dell'apparecchiatura.

B.2.2 La norma UNI EN 1834-2

I motori a combustione interna destinati ad essere utilizzati in atmosfera potenzialmente esplosiva rientrano nel campo di applicazione del D.P.R. 126/98 e sono classificati “apparecchi”.

Per i motori a combustione interna aspirati e turbocompressi, da utilizzare in lavori in sotterraneo in terreni grisutosi e/o con polveri combustibili, può essere applicata la Norma UNI EN 1834-2 “*Motori alternativi a combustione interna. Requisiti di sicurezza per la progettazione e la costruzione di motori per l'utilizzo in atmosfere potenzialmente esplosive. Motori del gruppo I per l'utilizzo in lavori sotterranei in atmosfere grisutose con o senza polveri infiammabili*”.

La norma è stata elaborata dal Comitato Tecnico CEN/TC 270 (*Motori a combustione interna*), con l'obiettivo di fornire una norma tecnica armonizzata, con contenuti conformi ai requisiti essenziali di sicurezza della Direttiva macchine (98/37/CE) e della Direttiva ATEX 4 (94/9/CE).

In linea con la Direttiva ATEX 4, la norma considera tutte le possibili sorgenti d'innesto di un'atmosfera esplosiva e ne individua l'origine nel motore:

- superfici calde;
- fiamme libere e gas caldi;
- scintille generate meccanicamente;
- componenti ed impianti elettrici;
- elettricità statica.

- **Requisiti e/o misure di sicurezza principali**

La norma definisce le caratteristiche del **sistema di alimentazione**, del **motore** e del **sistema di scarico gas di combustione**:

- il sistema di alimentazione aria, nella parte compresa tra un dispositivo tagliafiamma ed il motore, deve avere le caratteristiche di una custodia a prova di esplosione;
- il motore non deve avere caratteristiche particolari in relazione al comportamento all'esplosione;

- il sistema di scarico gas di combustione, nella parte compresa tra il motore ed un dispositivo tagliafiamma deve avere le caratteristiche di una custodia a prova di esplosione; tra il dispositivo tagliafiamma e lo scarico in atmosfera deve essere inoltre installato un filtro per particelle incandescenti.

Nei motori dotati di **dispositivo di compressione dell'aria di alimentazione** (motori turbocompressi) la norma è fortemente innovativa rispetto al D.M. 259/88, in quanto indica le caratteristiche che il turbocompressore deve avere perché possa essere realizzato in una conformazione alternativa alla classica nella quale è parte di una custodia a prova di esplosione.

In particolare il turbocompressore deve essere costruito in modo che la temperatura e la pressione al suo interno non determinino condizioni di accensione dell'atmosfera esplosiva e deve essere provvisto di un filtro che impedisca l'ingresso di corpi estranei al suo interno.

La **massima temperatura**, definita come la più alta tra la massima temperatura superficiale e la massima temperatura dei gas di scarico emessi in atmosfera immediatamente a valle del disco tagliafiamma e dell'aria di alimentazione all'uscita del dispositivo di compressione, viene elevata, rispetto al D.M. 259/88, in tutte le condizioni di esercizio, a **450 °C** in lavori in sotterraneo in assenza di polvere combustibile.

Sono previsti **dispositivi di controllo del motore**, costituiti da allarmi e dispositivi di arresto. E' previsto l'arresto automatico del motore in caso di eccesso di velocità. Nei casi indicati nella tabella 7 è previsto un allarme, al quale può seguire l'arresto o una protezione automatica del motore.

Condizione	Arresto automatico o protezione automatica del motore
Sovratesteratura del refrigerante nel sistema raffreddato dal liquido	X
Bassa pressione dell'olio di lubrificazione	X
Basso livello dell'acqua nel sistema di raffreddamento	X
Basso livello dell'acqua nei dispositivi tagliafiamma ad acqua	X
Sovratesteratura del gas di scarico	X
Alta temperatura superficiale per motori raffreddati ad aria	X
Alta temperatura dell'olio del motore	X
Alta temperatura dell'olio idraulico	X

Tabella 7 - Protezione del motore

- **Informazioni che il costruttore deve fornire all'utilizzatore**

La norma prescrive che l'apparecchio sia dotato di un manuale d'uso e manutenzione, nel quale siano contenute almeno le seguenti informazioni:

- le indicazioni sulla manutenzione e sulle condizioni che impongono una limitazione d'uso dell'apparecchio;
- una check list per l'ispezione;
- le indicazioni sulle condizioni che impongono un limite sulle connessioni fisse e sui giunti a prova d'esplosione e sulla relativa manutenzione;
- le raccomandazioni sui criteri di progettazione per l'installazione dei sistemi del combustibile.

- **Contrassegni del motore**

Il motore deve essere dotato dei seguenti contrassegni:

- nome del fabbricante o marchio di identificazione;
- nome o marchio di identificazione dell'organismo notificato (se necessario);
- designazione del tipo di motore;
- categoria M2;
- temperatura;
- tipo di applicazione e caratteristiche nominali;
- anno di fabbricazione;
- il riferimento alla norma (EN 1834-2:2000).

B.3 L'APPLICAZIONE NELLE GALLERIE A RISCHIO GRISÙ DELLE CATEGORIE DI APPARECCHI M1 E M2

Nelle gallerie a rischio grisù, classificate rispettivamente di classe 1a, 1b, 1c e 2, deve essere perseguito il principio di prevenzione basilare di non far coesistere, nello spazio e nel tempo, in presenza di persone, un'atmosfera esplosiva per una significativa durata di tempo con un qualsiasi tipo di innesco che, nel caso in questione, significa fare in modo che la **condizione pericolosa 1** non si verifichi mai. Pertanto nella presente Nota viene considerata esclusivamente la **condizione pericolosa 2**.

Quindi gli apparecchi e i sistemi di protezione, utilizzati in esse ed esposti ad atmosfera potenzialmente esplosiva, devono essere del gruppo I e di categoria almeno M2. Si fa presente che gli apparecchi M2 possono comunque lavorare in atmosfera esplosiva per un breve periodo, data l'affidabilità che garantiscono.

In particolare:

- per gli apparecchi elettrici sono ammessi tutti i modi di protezione indicati nella tabella 5, purché realizzati per il gruppo I;
- per i motori a combustione interna, nell'ambito del rispetto dei RES, può essere applicata la Norma UNI EN 1834-2.

INDICE

1	PREMESSA	pag	5
2	GLOSSARIO PER LE GALLERIE	pag	6
3	VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI FLUSSO DI GRISU' E SUA CLASSIFICAZIONE	pag	7
3.1	VALUTAZIONE DEL RISCHIO E RELAZIONE TECNICA	pag	7
3.2	CLASSIFICAZIONE DELLE GALLERIE	pag	8
3.3	MODIFICA DELL'INDICE DI CLASSIFICA	pag	9
4	MISURE DI SICUREZZA CORRELATE ALL'INDICE DI CLASSIFICA	pag	10
4.1	CLASSE 0	pag	10
4.2	CLASSE 1A	pag	11
4.3	CLASSE 1B	pag	12
4.4	CASSE 1C	pag	14
4.5	CLASSE 2	pag	17
5	DEFINIZIONE DEL SISTEMA E DELLE PROCEDURE DI MONITORAGGIO	PAG	19
5.1	CLASSE 1A	pag	19
5.2	CLASSE 1B	pag	19
5.3	CASSE 1C	pag	20
5.4	CLASSE 2	pag	21
6	STATI DI ALLARME E ABBANDONO DELLA GALLERIA	pag	22
6.1	CLASSE 1A	pag	22
6.2	CLASSE 1B	pag	23
6.3	CLASSE 1C	pag	24
6.4	CLASSE 2	pag	25
7	SEZIONAMENTO DEGLI IMPIANTI ELETTRICI	pag	26
7.1	CLASSE 1A	pag	26
7.2	CLASSE 1B	pag	26
7.3	CLASSE 1C	pag	26
7.4	CLASSE 2	pag	27
8	MANUTENZIONE E VERIFICA DEI SISTEMI DI CONTROLLO DELL'ESPLOSIVITÀ	pag	27
8.1	ISPEZIONE E MANUTENZIONE DEI SISTEMI DI CONTROLLO DELL'ESPLOSIVITÀ DELL'ATMOSFERA	pag	28
8.2	VERIFICA DEI SISTEMI DI CONTROLLO DELL'ESPLOSIVITÀ DELL'ATMOSFERA, DELLE COSTRUZIONI ELETTRICHE A SOVRAPRESSIONE INTERNA E DEI LOCALI PRESSURIZZATI	pag	28
8.2.1	Taratura dei sensori	pag	28
8.2.2	Verifica della corrispondenza tra le concentrazioni rilevate e le azioni del sistema. Prove periodiche di messa fuori tensione dell'impianto elettrico	pag	29
8.2.3	Prove straordinarie di messa fuori tensione degli impianti elettrici	pag	29
9	INTERAZIONE TRA GALLERIE DI DIVERSA CLASSE	pag	30
9.1	FINESTRA PER L'ACCESO A DUE FRONTI OPPosti E CLASSIFICATI UNO IN CLASSE 2 E L'ALTRO IN UNO DELLE ALTRE CLASSI 0, 1A, 1B, 1C	pag	31
9.2	FINESTRA PER L'ACCESO A DUE FRONTI OPPosti E CLASSIFICATI UNO IN CLASSE 1C E L'ALTRO IN UNO DELLE TRE CLASSI 0, 1A, 1B	pag	32
10	MESSA IN ESERCIZIO E VERIFICHE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI	pag	33

APPENDICI

A	RISCHIO DI ATMOSFERE ESPLOSIVE	pag	35
A.1	LE INNOVAZIONI INTRODOTTE DAL D.LGS. 233/03	pag	35
A.2	L'APPLICAZIONE DEL D.LGS. 233/03 ALLE GALLERIE GRISUTOSE	pag	36
B	APPARECCHI E SISTEMI DI PROTEZIONE DESTINATI AD ESSERE UTILIZZATI IN ATMOSFERA A RISCHIO GRISÙ	pag	38
B.1	APPARECCHI ELETTRICI	pag	38
B.1.1	La normativa preesistente al D.P.R. 126/98	pag	38
B.1.2	Le novità introdotte dal D.P.R. 126/98	pag	39
B.2	MOTORI A COMBUSTIONE INTERNA	pag	47
B.2.1	Le norme preesistenti al D.P.R. 126/98	pag	47
B.2.2	La norma UNI EN 1834-2	pag	48
B.3	L'APPLICAZIONE NELLE GALLERIE A RISCHIO GRISÙ DELLE CATEGORIE DI APPARECCHI M1 E M2	pag	50