

**CNVVF  
CPAI**

**Sistemi di protezione contro le esplosioni  
Determinazione degli indici di esplosione  
di polveri combustibili in aria**

**UNI**  
**EN 26184**  
Parte 1<sup>a</sup>

Explosion protection systems — Part 1: Determination of explosion indices of combustible dusts in air

La presente norma è la versione ufficiale della norma europea EN 26184 parte 1<sup>a</sup> (edizione gennaio 1991) in lingua italiana. Essa è stata tradotta dall'UNI.

La norma europea EN 26184 parte 1<sup>a</sup> ha lo status di norma nazionale.

Le norme UNI sono revisionate, quando necessario, con la pubblicazione sia di nuove edizioni sia di fogli di aggiornamento. È importante pertanto che gli utenti delle stesse si accertino di essere in possesso dell'ultima edizione o foglio di aggiornamento.



---

CDU 614.835:614.833.5

Descrittori: esplosioni, protezione contro le esplosioni, polvere, prove, indice di esplosione

Sistemi di protezione contro le esplosioni

Determinazione degli indici di esplosione di polveri combustibili in aria  
(ISO 6184/1:1985)

**Explosion protection systems**  
**Determination of explosion indices of combustible dusts in air**  
(ISO 6184/1:1985)

**Systèmes de protection contre les explosions**  
**Détermination des indices d'explosion des poussières combustibles dans l'air**  
(ISO 6184/1:1985)

**Explosions-Schutzsysteme**  
**Bestimmung der Explosionskenngrößen von brennbaren Stäuben in Luft**  
(ISO 6184/1:1985)

La presente norma europea è stata adottata dal CEN il 5 ottobre 1990. I Paesi membri del CEN sono tenuti ad attenersi alle Regole Comuni del CEN/CENELEC che definiscono le modalità secondo le quali deve essere attribuito, senza modifiche, lo status di norma nazionale alla norma europea.

Gli elenchi aggiornati e i riferimenti bibliografici relativi alle norme nazionali corrispondenti possono essere ottenuti dalla Segreteria Centrale del CEN oppure dai Paesi membri del CEN.

La presente norma europea è stabilita dal CEN in tre versioni ufficiali (inglese, francese e tedesca). Una traduzione effettuata da un altro Paese membro, sotto la propria responsabilità, nella sua lingua nazionale e notificata alla Segreteria Centrale del CEN ha il medesimo status.

I membri del CEN sono gli Organismi nazionali di normazione dei seguenti Paesi: Austria, Belgio, Danimarca, Finlandia, Francia, Germania, Grecia, Irlanda, Islanda, Italia, Lussemburgo, Norvegia, Paesi Bassi, Portogallo, Regno Unito, Spagna, Svezia e Svizzera.

**C E N**

**COMITATO EUROPEO DI NORMAZIONE**

**European Committee for Standardization**  
**Comité Européen de Normalisation**  
**Europäisches Komitee für Normung**

Segreteria Centrale: rue de Stassart 36 - B - 1050 Bruxelles

---

La presente norma è in vendita presso gli Organismi nazionali di normazione.

© I diritti di riproduzione di questa norma sono riservati ai soli Organismi nazionali di normazione.

## **Cronistoria**

A seguito del risultato positivo della procedura di Voto Formale, la norma internazionale

ISO 6184/1:1985 “Sistemi di protezione contro le esplosioni — Determinazione degli indici di esplosione di polveri combustibili in aria”

è stata adottata come norma europea.

In accordo con le Regole Comuni CEN/CENELEC, i seguenti Paesi sono tenuti ad adottare la presente norma europea: Austria, Belgio, Danimarca, Finlandia, Francia, Germania, Grecia, Irlanda, Islanda, Italia, Lussemburgo, Norvegia, Paesi Bassi, Portogallo, Regno Unito, Spagna, Svezia e Svizzera.

## **Dichiarazione**

Il testo della norma internazionale ISO 6184/1, edizione 1985, è stato approvato dal CEN, senza alcuna modifica, come norma europea.

# NORMA EUROPEA

# EN 26184

Parte 1<sup>a</sup>

## Sistemi di protezione contro le esplosioni Determinazione degli indici di esplosione di polveri combustibili in aria

### 0. Premessa

**0.1.** La valutazione delle misure di protezione contro i rischi di esplosione relativi a miscele polvere/aria richiede la preventiva determinazione della potenziale violenza di esplosione di tali miscele mediante misurazione dei loro indici di esplosione. D'altro canto, per misurare l'efficacia e le prestazioni dei sistemi di protezione contro le esplosioni, è necessario collaudare detti sistemi in presenza di esplosioni di violenza nota.

La violenza di un'esplosione di polveri combustibili è funzione dei seguenti parametri:

- a) le proprietà fisiche e chimiche della polvere;
- b) la concentrazione di polvere nella miscela polvere/aria;
- c) l'omogeneità e il grado di turbolenza della miscela polvere/aria;
- d) il tipo, l'energia e l'ubicazione della sorgente di accensione;
- e) la forma del recipiente;
- f) la temperatura, la pressione e il grado di umidità della miscela esplosiva polvere/aria.

**0.2.** La presente parte della UNI EN 26184 appartiene ad una serie di norme relative ai sistemi di protezione contro le esplosioni. Le altre parti della serie sono le seguenti:

Parte 2<sup>a</sup>: Determinazione degli indici di esplosione di gas combustibili in aria

Parte 3<sup>a</sup>: Determinazione degli indici di esplosione di miscele combustibile/aria diverse da miscele polvere/aria e gas/aria

Parte 4<sup>a</sup>: Determinazione dell'efficacia dei sistemi di soppressione di esplosioni

**0.3.** Deve essere riconosciuta l'interpretazione degli indici di esplosione determinati con il metodo specificato dalla presente parte della UNI EN 26184 e la loro relazione con lo sviluppo di esplosioni in caso di rischi comunemente riscontrati nella pratica.

In particolare, il grado di turbolenza può influenzare il rischio in modo significativo. In pratica, il collegamento fra un determinato grado di turbolenza ed uno specifico tipo di rischio è di competenza degli specialisti del settore delle esplosioni e della protezione contro le esplosioni.

Di seguito si riportano due casi estremi di turbolenza comunemente riscontrati in impianti industriali:

- a) condizioni di bassa turbolenza presenti in un silo alimentato per gravità;
- b) condizioni di alta turbolenza presenti in un mulino o in un "micronizzatore".

La turbolenza può manifestarsi in due modi:

- a) turbolenza intrinseca dell'impianto, in condizioni di funzionamento normale, in conseguenza di perturbazioni del flusso d'aria;
- b) turbolenza prodotta da ostacoli all'interno dell'impianto, in un gas che si dilata a seguito di un'esplosione.

### 1. Scopo

La presente parte della UNI EN 26184 specifica un metodo di prova per la determinazione degli indici di esplosione di polveri combustibili sospese in aria in un contenitore chiuso.

Essa fornisce inoltre i criteri mediante i quali i risultati ottenuti, utilizzando altri metodi di prova, possono essere correlati con valori degli indici di esplosione determinati con il metodo specificato nella presente parte della UNI EN 26184.

(segue)

## 2. Campo di applicazione

La presente parte della UNI EN 26184 si applica esclusivamente alla determinazione degli indici di esplosione relativi allo sviluppo di esplosioni circoscritte di miscele polvere/aria in contenitori chiusi dopo l'accensione dei reagenti. Essa non si applica agli indici relativi alle condizioni necessarie a provocare l'accensione dei reagenti. Qualora il procedimento sperimentale specificato per la determinazione degli indici di esplosione non provochi l'accensione della miscela polvere/aria, non si deve dedurre che la polvere in questione non possa esplodere. L'interpretazione di tali casi deve essere affidata a specialisti di esplosioni e di protezione contro le esplosioni.

## 3. Definizioni

Ai fini della presente parte della UNI EN 26184, valgono le seguenti definizioni.

**3.1. esplosione:** Propagazione di una fiamma in una pre-miscela di gas combustibili, polvere o polveri in sospensione, vapore o vapori combustibili, nebbia o nebbie o loro miscele, con un ossidante gassoso, quale l'aria, contenuta in un recipiente chiuso o praticamente chiuso.

**3.2. indice di esplosione:** Valore numerico, determinato secondo i metodi di prova specificati nella presente parte della UNI EN 26184, che caratterizza l'esplosione circoscritta di una data concentrazione di reagenti in un recipiente avente un volume di 1 m<sup>3</sup>.

Nota — *La fig. 1 illustra l'evoluzione nel tempo, espresso in secondi, della pressione, espressa in bar<sup>1)</sup>, di un'esplosione tipo.*

**3.2.1. indice di esplosione  $p_m$ :** Sovrappressione massima (rispetto alla pressione nel recipiente al momento dell'accensione) raggiunta durante un'esplosione.

**3.2.2. indice di esplosione  $p_{max}$ :** Valore massimo dell'indice di esplosione  $p_m$  determinato per mezzo di prove su un ampio intervallo di concentrazioni di reagenti.

**3.2.3. indice di esplosione  $K$ :** Costante che definisce la velocità massima dell'aumento di pressione  $(dp/dt)_m$  di un'esplosione in un volume  $V$ , e che viene espressa dalla formula:

$$K = \left( \frac{dp}{dt} \right)_m \times V^{1/3}$$

Nota — *In determinate condizioni, questa formula non vale per i recipienti il cui rapporto lunghezza/diametro è maggiore di 2:1, o il cui volume è minore di 1 m<sup>3</sup>.*

**3.2.4. indice di esplosione  $K_{max}$ :** Valore massimo dell'indice di esplosione  $K$  determinato mediante prove su un ampio intervallo di concentrazioni di reagenti. La violenza di un'esplosione viene valutata sulla base del valore di  $K_{max}$ .

**3.3. indice di turbolenza:** Valore numerico che definisce il grado di turbolenza nelle condizioni sperimentali in cui vengono determinati gli indici di esplosione.

**3.3.1. indice di turbolenza  $t_v$  (ritardo di accensione):** Parametro sperimentale definito come intervallo di tempo tra l'inizio della dispersione della polvere in un'apparecchiatura di prova e l'attivazione della sorgente di accensione. Esso caratterizza il grado di turbolenza predominante al momento dell'accensione.

(segue)

1) 1 bar = 10<sup>5</sup> Pa.

**3.3.2. Indice di turbolenza  $T_U$ :** Rapporto tra l'indice di esplosione  $K_{\max, \text{turbolento}}$ , determinato sulla base della presente parte della UNI EN 26184, e l'indice di esplosione  $K_{\max, \text{quiescente}}$  dei reagenti allo stato quiescente. È espresso dalla formula:

$$T_U = \frac{K_{\max, \text{turbolento}}}{K_{\max, \text{quiescente}}}$$

Nota — Per le miscele polvere/aria,  $K_{\max, \text{quiescente}}$  è un parametro ottenuto a partire da valori teorici.

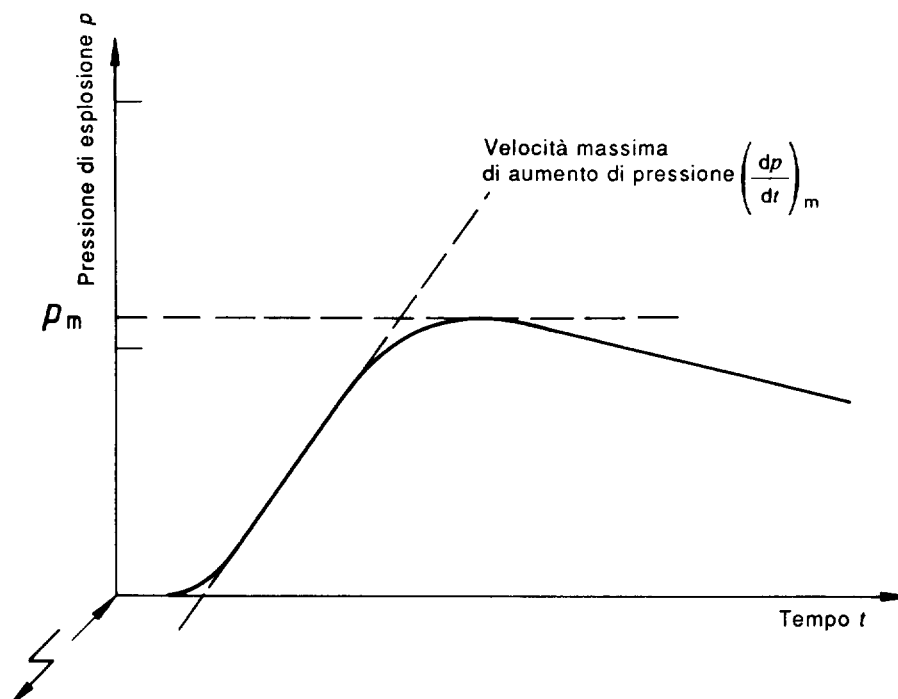


Fig. 1

## 4. Metodo di prova

### 4.1. Generalità

L'apparecchiatura di prova descritta nella presente parte della UNI EN 26184 è stata scelta come apparecchiatura di riferimento ed è adatta alla valutazione degli indici di esplosione di polveri combustibili con granulometria minore di  $63 \mu\text{m}$  e contenuto di umidità non maggiore del 10% (m/m).

Nota 1 — Nella pratica, anche una polvere con granulometria maggiore e/o contenuto di umidità più elevato può essere sottoposta a prova con questa apparecchiatura normalizzata, a condizione che la polvere stessa possa effettivamente essere dispersa nella camera di esplosione.

Nota 2 — Il campione da sottoporre a prova deve essere rappresentativo del materiale in uso per quanto riguarda granulometria e contenuto di umidità.

### 4.2. Apparecchiatura

L'apparecchiatura è costituita essenzialmente da una camera di esplosione cilindrica avente un volume di  $1 \text{ m}^3$  ed una proporzione geometrica nominale di 1:1, come illustrato in fig. 2.

Un recipiente avente una capacità di circa 5 l, che possa essere pressurizzato con aria a 20 bar, viene collegato alla camera d'esplosione. Questo recipiente è dotato di una valvola ad apertura rapida di 19 mm che permette l'iniezione libera del contenuto del recipiente entro i 10 ms successivi dall'apertura della valvola. Il recipiente è collegato alla camera d'esplosione mediante un tubo avente diametro interno di 19 mm, che forma un polverizzatore perforato semicircolare (diametro dei fori da 4 a 6 mm). Il numero di fori deve essere scelto in modo tale che la superficie totale delle loro sezioni sia di circa  $300 \text{ mm}^2$ .

La sorgente di accensione è composta da due inneschi pirotecnici, aventi un'energia totale di 10 kJ, ed è predisposta in modo tale da accendersi dopo un determinato tempo di accensione, corrispondente ad un indice di turbolenza  $t_v = 0,6$  s. La massa totale della sorgente di accensione è di 2,4 g, ed è composta da 40% di zirconio, 30% di nitrato di bario e 30% di perossido di bario. Essa viene attivata per mezzo di un innesco elettrico. Questa sorgente di accensione deve essere posta al centro geometrico della camera di esplosione. Un trasduttore di pressione, collegato a un registratore, è fissato alla camera di esplosione per misurarne la pressione interna.

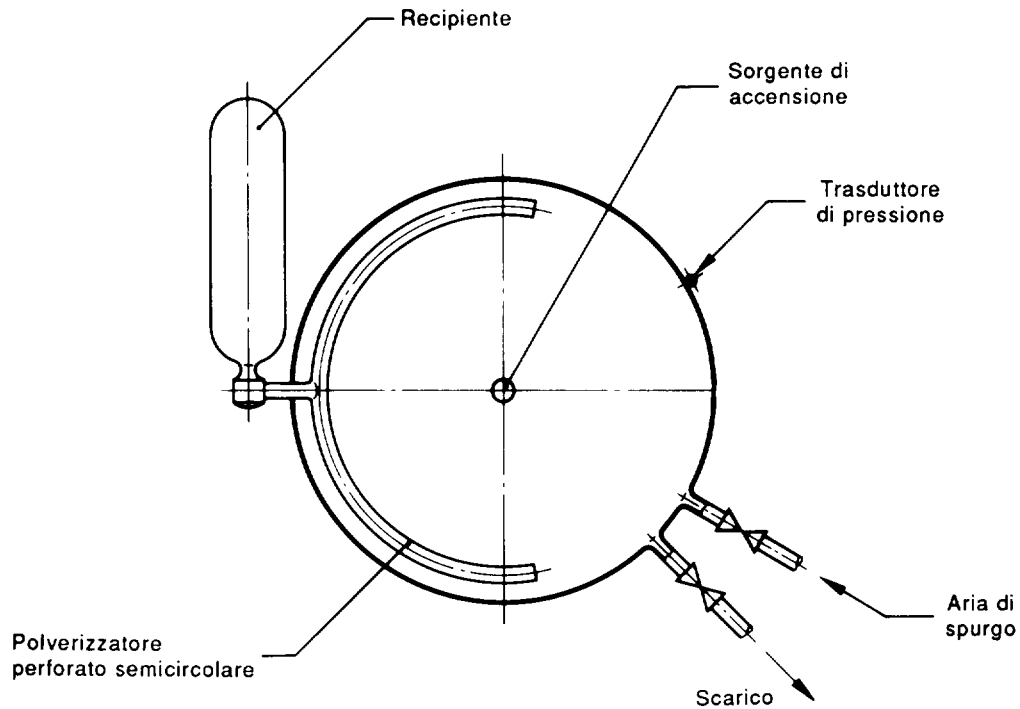


Fig. 2

### 4.3. Procedimento

Collocare il campione di polvere, di massa tale da permettere di ottenere la concentrazione adatta, nel recipiente da 5 l, e pressurizzarlo con aria a 20 bar. Accertarsi che la camera di esplosione sia a pressione atmosferica. Avviare il registratore di pressione, aprire la valvola del recipiente che contiene il campione, quindi attivare l'accensione. Al termine di ogni prova pulire la camera di esplosione spurgandola con aria.

Ripetere il procedimento per un ampio intervallo di concentrazioni di polvere, in modo da poter tracciare le curve di  $p_m$ , in bar, e di  $K$ , in bar metri per secondo, in funzione della concentrazione di polvere, in kilogrammi per metro cubo, e per ottenere, rispettivamente, i valori di  $p_{max}$  e di  $K_{max}$  (vedere fig. 3).

Nota — *Le pressioni di esplosione raggiungono i loro valori massimi quando l'accensione viene realizzata subito dopo la dispersione della polvere nella camera di esplosione. Con questa apparecchiatura ciò viene ottenuto con un ritardo di accensione ( $t_v$ ) di 0,6 s. Il ritardo di accensione ( $t_v$ ) corrisponde a uno specifico grado di turbolenza, determinato mediante l'indice di turbolenza ( $T_u$ ) e influenza pertanto il valore misurato di  $K_{max}$ . Dato che vi è sempre una certa turbolenza in una miscela polvere/aria,  $T_u$  è necessariamente maggiore di 1. L'aumento di  $t_v$  determina una riduzione del valore di  $K_{max}$  e viceversa (vedere fig. 4).*



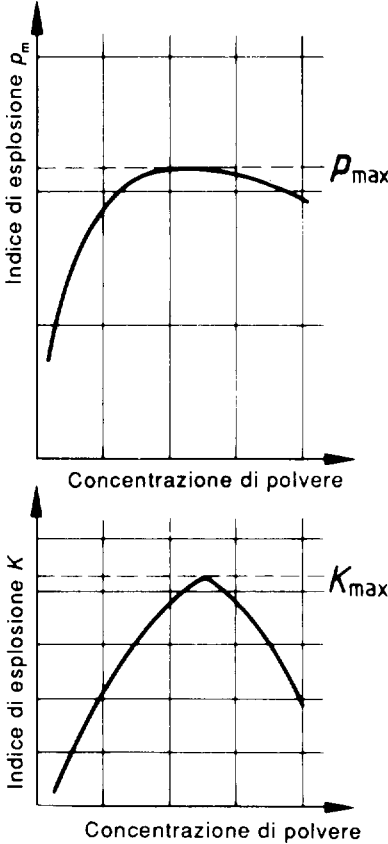


Fig. 3

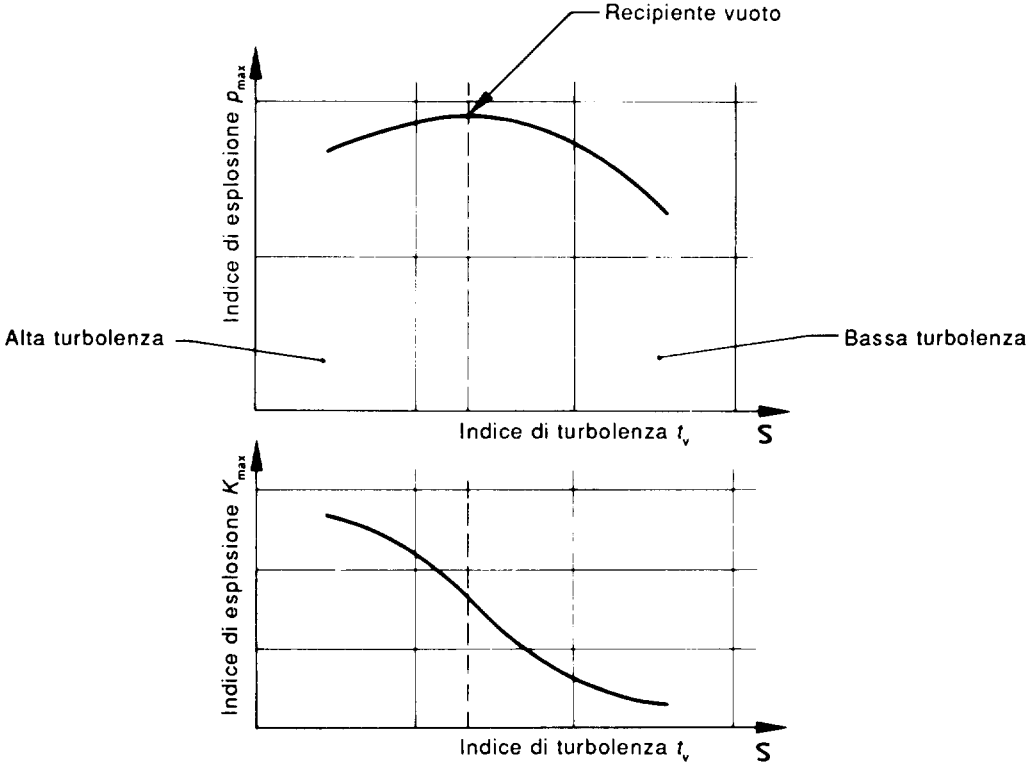


Fig. 4

#### 4.4. Metodi di prova alternativi

Gli indici di esplosione delle miscele combustibili polvere/aria possono essere determinati per mezzo di apparecchiature e/o procedimenti alternativi, a condizione che sia dimostrato che tali metodi danno, direttamente o mediante calcolo, risultati equivalenti (con uno scarto  $\pm 20\%$ ) a quelli ottenuti con l'apparecchio di  $1 \text{ m}^3$  per almeno 5 polveri di ognuno dei seguenti intervalli di esplosività:

$$K_{\max} < 200 \text{ bar} \cdot \text{m/s}$$

$$K_{\max} \leq 300 \text{ bar} \cdot \text{m/s}$$

$$K_{\max} > 300 \text{ bar} \cdot \text{m/s}$$

Nota — Nei casi in cui l'apparecchiatura di prova non sia utilizzata per determinare gli indici di esplosione di polveri con determinati intervalli di esplosività, è possibile ridurre il numero di polveri da sottoporre a prova per tali intervalli.

#### 5. Interpretazione dei risultati

I metodi di prova descritti in 4 permettono di determinare gli indici di esplosione  $p_{\max}$  e  $K_{\max}$  di miscele turbolente polvere/aria. Si può affermare che, in generale, la precisione della determinazione di  $p_{\max}$  è di  $\pm 4\%$ . La precisione per la determinazione di  $K_{\max}$  dipende dalle condizioni di turbolenza della miscela al momento dell'accensione (vedere fig. 5).

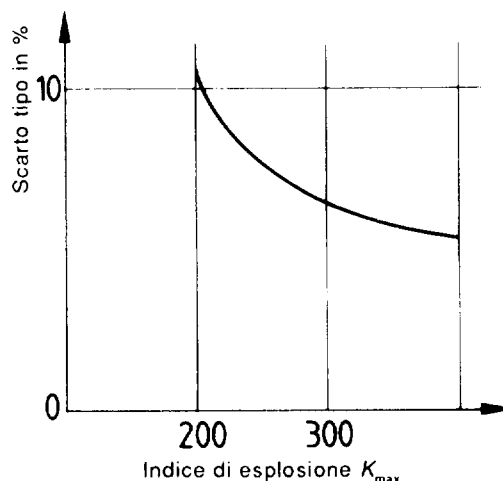


Fig. 5

#### 6. Resoconto di prova

Il resoconto di prova deve riportare le seguenti indicazioni:

- la natura della polvere;
- la granulometria (in micrometri);
- il contenuto di umidità (percentuale in massa);
- l'indice di esplosione  $p_{\max}$ , in bar;
- l'indice di esplosione  $K_{\max}$ , in bar metro per secondo;
- la concentrazione della polvere corrispondente alle misurazioni degli indici di esplosione  $p_{\max}$  e  $K_{\max}$ ;
- eventuali deviazioni rispetto al procedimento di prova descritto in 4; tali deviazioni sono ammesse a condizione che vengano riferite con esattezza;
- la data della prova;
- la temperatura dell'ambiente all'inizio della prova.



**Sistemi di protezione contro le esplosioni**  
**Determinazione degli indici di esplosione di polveri combustibili in aria**  
(UNI EN 26184 Parte 1<sup>a</sup>)

Approvazione del progetto di norma EN — **Commissione “Protezione attiva contro gli incendi” dell’UNI**: 21 mag. 1990.

Approvazione della versione in lingua italiana — **Commissione “Protezione attiva contro gli incendi” dell’UNI**, per referendum il 15 mag. 1991.

Ratifica — **Presidente dell’UNI**, delibera del 21 ott. 1991.