



L'estratto che stai visualizzando
è tratto da un volume pubblicato su
ShopWKI - La libreria del professionista

[VAI ALLA SCHEDA PRODOTTO](#)

SOMMARIO

Introduzione	p.	IX
Autore	»	X

CAPITOLO 1

IL FENOMENO DELL'ESPLOSIONE NELL'INDUSTRIA

1.1	Le esplosioni nel luogo di lavoro	»	2
1.2	Le esplosioni delle polveri combustibili	»	5
1.3	Le esplosioni di gas, vapori e nebbie infiammabili	»	9
1.4	Asfissia e prevenzione dell'ATEX	»	11
1.5	Case History	»	11
1.5.1	Esplosione di vapori infiammabili: Umbria Olii (Italia), Novembre 2006	»	12
1.5.2	Esplosione di vapori infiammabili: Barton Solvents Wichita (USA), Luglio 2007	»	13
1.5.3	Esplosione di gas infiammabili: Manutenzione su cisterna (Italia), 2007	»	14
1.5.4	Esplosione di vapori infiammabili: Feyzin (Francia), Gennaio 1966	»	14
1.5.5	Esplosione di vapori infiammabili: Paloma Condensate (USA), Luglio 1952	»	15
1.5.6	Esplosione di vapori infiammabili: Impianto petrolchimico (Italia), 2004	»	16
1.5.7	Esplosione di vapori infiammabili: Azienda di produzione di carrelli elevatori (Italia), 2003	»	16
1.5.8	Esplosione di vapori infiammabili: Azienda del settore legno (Italia), 2008	»	17
1.5.9	Esplosione di nebbie e spray: ThyssenKrupp (Italia), Dicembre 2007	»	18
1.5.10	Esplosione di nebbie e spray: Ingersoll-Rand & Co (USA), 1959	»	22
1.5.11	Esplosione di polveri combustibili: SEMABLA (Francia), 1997	»	23
1.5.12	Esplosione di polveri combustibili: DeBruce Grain Co. (USA), 1998	»	25
1.5.13	Esplosione di polveri combustibili: Fabbricazione accessori per abbigliamento (Italia), 2003	»	25
1.5.14	Esplosione di polveri combustibili: Operazioni di caricamento delle polveri nell'industria farmaceutica	»	26
1.5.15	Esplosione di polveri combustibili: Molino Cordero di Fossano (Italia), 2007	»	27
1.5.16	Asfissia dovuta a gas inerti: Valero Energy Corporation (USA), 2005	»	28
1.6	L'incidente di Flixborough e il nuovo approccio alla sicurezza nell'industria di processo	»	30
1.6.1	Il sito industriale	»	30
1.6.2	Il ciclo produttivo	»	31
1.6.3	Un disastro annunciato	»	32
1.6.4	Il giorno dell'esplosione	»	34
1.6.5	La valutazione del rischio	»	37
1.7	Conclusioni	»	38

CAPITOLO 2

L'ESPLOSIONE, LE SOSTANZE E I PARAMETRI

2.1	I parametri di esplosione	»	43
2.1.1	I limiti di esplosione	»	43
2.1.2	Concentrazione limite di ossigeno (LOC)	»	46
2.1.3	Temperatura di accensione	»	46
2.1.4	Minima energia di accensione	»	47
2.1.5	Punto di infiammabilità (Flash Point) e temperature limite di infiammabilità	»	52
2.1.6	Velocità di combustione	»	58
2.1.7	Granulometria delle polveri	»	59
2.1.8	I parametri caratteristici di esplosione	»	60
2.1.9	Le caratteristiche di caricamento elettrostatico	»	65
2.1.10	Le incompatibilità tra le sostanze	»	67
2.1.11	Test di combustibilità delle polveri	»	71
2.1.12	Test di screening di esplosibilità (US Bureau of Mines Report of Investigations 5624, Laboratory Equipment and Test Procedure for Evaluating Explosibility of Dusts)	»	72
2.1.13	Polveri combustibili e scelta dei metodi di prova	»	73
2.2	Le miscele ibride	»	75
2.3	Le miscele infiammabili in atmosfere arricchite d'ossigeno	»	76

2.4	Esempi applicativi ed approfondimenti	p.	77
2.4.1	Ampliamento del campo di infiammabilità conseguente ad un aumento di pressione ...»		77
2.4.2	Calcolo del LOC dell'esano		77
2.4.3	Le condizioni atmosferiche secondo la Direttiva 2014/34/UE.....»		78
2.4.4	Calcolo della MIE dell'ATEX della polvere di latte disidratato a 100 °C		79
2.4.5	Calcolo delle temperature limite per uno stoccaggio di acetone		79
2.4.6	Calcolo della modifica del punto di infiammabilità in una miscela metanolo-acqua ...»		80
2.4.7	Caratterizzazione statistica di un campionamento di polveri.....»		81
2.4.8	Calcolo del valore di K_g dell'acetone		82
2.4.9	Approfondimento: Proprietà particolari di alcuni gas e vapori infiammabili		82
2.4.10	Confronto tra l'ATEX dovuta a gas naturale e a GPL		83
2.4.11	Le polveri marginalmente esplosive.....»		87
2.5.	Parametri caratteristici di alcune sostanze.....»		90

CAPITOLO 3

SCENARI INCIDENTALI DI RIFERIMENTO

3.1	Tipologie di esplosione		103
3.1.1	Deflagrazione e detonazione		103
3.2	Le principali tipologie di incidente		106
3.3	Esplosioni causate dal rilascio di gas e vapori infiammabili		109
3.3.1	Esplosione di vapori, VCE		110
3.3.2	Flash Fire		111
3.4	Alberi degli eventi per rilascio di liquidi e gas infiammabili		112
3.4.1	Scenari connessi al rilascio di gas infiammabili in fase singola		112
3.4.2	Scenari connessi al rilascio di liquidi che non evaporano all'emissione		113
3.4.3	Scenari connessi al rilascio di liquidi che evaporano all'emissione		114
3.5	Esplosioni confinate di gas e vapori infiammabili e polveri combustibili		115
3.5.1	Esplosioni confinate di gas e vapori infiammabili		115
3.5.2	Esplosioni confinate di polveri combustibili		119
3.6	Alberi degli eventi per esplosioni confinate in impianti contenenti liquidi infiammabili o polveri combustibili.....»		124
3.6.1	Scenari connessi ad impianti contenenti liquidi infiammabili con presenza o meno di venting ed isolamento.....»		125
3.6.2	Scenari connessi ad impianti contenenti liquidi infiammabili con presenza o meno di soppressione chimica ed isolamento		126
3.6.3	Scenari connessi ad impianti contenenti polveri combustibili con presenza o meno di venting ed isolamento.....»		127
3.6.4	Scenari connessi ad impianti contenenti polveri combustibili con presenza o meno di soppressione chimica ed isolamento		127
3.6.5	Le misure di prevenzione e protezione		128
3.7	Esempi applicativi ed approfondimenti.....»		130
3.7.1	Scenario prevedibile per rilascio di liquidi infiammabili		131

CAPITOLO 4

LA PROBABILITÀ E LA DURATA DELL'ATEX

4.1	Analisi degli scenari di emissione catastrofica di ATEX		136
4.2	Introduzione alla classificazione delle zone a rischio di esplosione		137
4.3	Classificazione delle zone a rischio di esplosione per gas, vapori e nebbie infiammabili.....»		149
4.3.1	Le sorgenti di emissione		151
4.3.2	I fori di guasto nelle tenute		153
4.3.3	La classificazione di campo lontano		158
4.3.4	La classificazione di campo vicino		164
4.3.5	La procedura di classificazione delle zone a rischio di esplosione.....»		171
4.3.6	Modelli di emissione e dispersione		179
4.3.7	Ulteriori relazioni utili alla determinazione della distanza pericolosa		196
4.3.8	La nuova CEI EN 60079-10-1:2016.....»		203
4.3.9	La classificazione delle zone a rischio di esplosione dovute a gas, vapori e nebbie ed il D.Lgs. n. 81/2008		212
4.3.10	La classificazione delle zone a rischio di esplosione dovute a gas, vapori e nebbie e la Direttiva 2014/34/UE		215

4.4	Classificazione delle zone a rischio di esplosione per polveri combustibili.....	p.	216
4.4.1	Le sorgenti di emissione.....	»	216
4.4.2	La procedura di classificazione delle zone a rischio di esplosione.....	»	218
4.4.3	La nuova CEI EN 60079-10-2:2015.....	»	231
4.4.4	La classificazione delle zone a rischio di esplosione dovuta a polveri combustibili ed il D.Lgs. n. 81/2008.....	»	231
4.4.5	La classificazione delle zone a rischio di esplosione dovute a polveri combustibili e la Direttiva 2014/34/UE.....	»	231
4.5	Esempi applicativi ed approfondimenti.....	»	232
4.5.1	Approfondimento: il sisma ed il rischio di esplosione.....	»	232
4.5.2	Scenari di emissione catastrofica.....	»	232
4.5.3	Domande su polveri e gas.....	»	234
4.5.4	Definizione delle condizioni atmosferiche nel caso di ATEX derivante da metano... »	»	239
4.5.5	Procedura di esclusione delle sorgenti di emissione da un reparto di finitura per intermedi farmaceutici.....	»	239
4.5.6	Esempi di sorgenti di emissione di gas, liquidi infiammabili e polveri combustibili .. »	»	241
4.5.7	Studio del campo lontano per un'emissione di gas di secondo grado (CEI EN 60079-10-1:2010).....	»	241
4.5.8	Esclusione di una sorgente di emissione potenziale con l'ausilio del triangolo di infiammabilità.....	»	243
4.5.9	Determinazione della classificazione ATEX dovuta ad una flangia convogliante gas metano (CEI EN 60079-10-1:2010).....	»	244
4.5.10	Determinazione della classificazione ATEX dovuta ad una flangia convogliante gas metano ed azoto (CEI EN 60079-10-1:2010).....	»	247
4.5.11	Confronto tra i limiti minimi di classificazione proposti dalla CEI 31-35, CEI EN 60079-10-1 ed IP15.....	»	250
4.5.12	Classificazione di un impianto di estrazione olio operante ad esano collocato in capannone chiuso (CEI EN 60079-10-1:2010).....	»	252
4.5.13	Determinazione della zona pericolosa di campo vicino, a seguito di rilascio di un gas liquefatto.....	»	260
4.5.14	Esempi di tipici errori di classificazione delle zone a rischio di esplosione.....	»	261
4.5.15	Semplificazione della classificazione e valutazione delle zone a rischio di esplosione... »	»	262
4.5.16	Utilizzo del software ALOHA per determinare gli effetti di uno sversamento in pozza .. »	»	263
4.5.17	Calcolo della distanza di classificazione con simulazione software ingegneristico TNO-Effects. Rilascio di gas compresso.....	»	263
4.5.18	Calcolo della distanza di classificazione con simulazione software ingegneristico TNO-Effects. Rilascio di gas liquefatto.....	»	267
4.5.19	Simulazione CFD nel caso di rilasci di gas naturale, propano e metano: la posizione dell'HSL britannico.....	»	272
4.5.20	Calcolo della frazione di evaporata durante la fase di flashing in occasione del rilascio di propano da un recipiente in pressione.....	»	274
4.5.21	Classificazione interna di un silos di stoccaggio polveri.....	»	275
4.5.22	Classificazione interna in tubazioni dedicate al trasporto pneumatico di zucchero ... »	»	275
4.5.23	Esempi di classificazione delle zone per presenza di polveri (CEI EN 60079-10-2:2010).....	»	276
4.5.24	Determinazione dell'effetto dell'aspirazione localizzata in una lavorazione del settore legno (CEI EN 60079-10-2:2010).....	»	281
4.5.25	Calcolo della pressione di transizione tra zona a getto e zona a diffusione per l'idrogeno (CEI EN 60079-10-1:2016).....	»	284
4.5.26	Limiti di classificazione per un laboratorio chimico indicati dalla CEI EN 60079-10-1:2016.....	»	287
4.5.27	Classificazione di un ambiente chiuso e ventilato per presenza di gas metano (CEI EN 60079-10-1:2016).....	»	288
4.5.28	Confronto tra le distanze di classificazione dovute a sversamento in pozza.....	»	291

CAPITOLO 5

LA PREVENZIONE DELLA FORMAZIONE DI ATEX

5.1	Inertizzazione.....	»	296
5.1.1	Possibili configurazioni impiantistiche.....	»	299
5.1.2	Purgaggio in pressione.....	»	301
5.1.3	Purgaggio sottovuoto.....	»	302
5.1.4	Flussaggio.....	»	303

5.1.5	Interruzione del servizio di inertizzazione.....	p. 304
5.1.6	Affidabilità del sistema di monitoraggio e controllo	» 304
5.1.7	Classificazione delle zone a rischio di esplosione	» 306
5.1.8	Il rischio per la sicurezza dei lavoratori	» 307
5.1.9	L'inertizzazione e il D.Lgs. n. 81/2008	» 309
5.1.10	L'inertizzazione e la Direttiva 2014/34/UE	» 311
5.2	Concentrazione delle miscele infiammabili esterne al campo di esplosione LEL-UEL.....	» 313
5.3	Sostituzione o riduzione della quantità di sostanze in grado di formare ATEX	» 313
5.3.1	Diluizione di liquidi infiammabili con acqua	» 313
5.3.2	Inumidimento delle polveri	» 314
5.4	Esempi applicativi ed approfondimenti	» 314
5.4.1	Calcolo dei cicli di purgaggio a pressione e sottovuoto	» 314
5.4.2	Esempio di calcolo di un impianto a inertizzazione	» 315
5.4.3	Infiammabilità dei vapori contenuti in recipienti atmosferici	» 318
5.4.4	Infiammabilità di una miscela etanolo-acqua	» 319

CAPITOLO 6

LA PREVENZIONE DELLE SORGENTI DI ACCENSIONE

6.1	Apparecchi elettrici e non elettrici secondo il D.Lgs. n. 85/2016 e la norma EN 60079-0	» 322
6.1.1	Apparecchi non elettrici	» 323
6.1.2	Apparecchi elettrici	» 324
6.2	Gli assiemi, i componenti, i dispositivi di sicurezza, i luoghi di impiego previsti e le installazioni secondo il D.Lgs. n. 85/2016	» 327
6.2.1	Assiemi	» 327
6.2.2	Componenti	» 328
6.2.3	Dispositivi di sicurezza, di controllo e di regolazione	» 329
6.2.4	Luogo di impiego previsto	» 329
6.2.5	Installazioni	» 329
6.3	La valutazione del rischio dovuto alla presenza di sorgenti di accensione ai sensi del Titolo XI, D.Lgs. n. 81/2008	» 330
6.4	Sorgenti di accensione e misure di prevenzione e protezione	» 334
6.4.1	Superfici calde	» 334
6.4.2	Fiamme e gas caldi	» 337
6.4.3	Scintille di origine meccanica	» 349
6.4.4	Materiale elettrico	» 353
6.4.5	Elettricità statica	» 353
6.4.6	Fulmini	» 369
6.4.7	Onde elettromagnetiche	» 369
6.4.8	Reazioni esotermiche, inclusa l'autoaccensione delle polveri	» 372
6.5	Gli apparecchi installati precedentemente al 30 giugno 2003	» 373
6.5.1	Le sorgenti di accensione e il D.Lgs. n. 81/2008	» 375
6.6	Esempi applicativi ed approfondimenti	» 381
6.6.1	Il contenuto della marcatura CE-ATEX	» 381
6.6.2	Il contenuto delle istruzioni per l'uso	» 381
6.6.3	Il contenuto della dichiarazione di conformità	» 382
6.6.4	Esempio di marcatura CE	» 383
6.6.5	Marcatura supplementare specifica	» 383
6.6.6	La procedura CE-ATEX di marcatura degli apparecchi e dei sistemi di protezione autonoma	» 385
6.6.7	Analisi funzionale di un ciclo di verniciatura a spruzzo in cabina	» 386
6.6.8	Esempio di compilazione del modulo di registrazione del rischio di accensione	» 387
6.6.9	Valutazione dell'efficacia di accensione di un ventilatore in caso di guasto	» 393
6.6.10	Il rischio di accensione in caso di surriscaldamento di una pompa centrifuga.....	» 394
6.6.11	I DPI ed il rischio di innesco elettrostatico	» 394
6.6.12	Calcolo del caricamento elettrostatico per strofinio	» 395
6.6.13	L'applicazione della direttiva 94/9/CE a silos e filtri	» 396
6.6.14	Tipizzazione dei gruppi e delle classi di temperatura di un campione di sostanze infiammabili	» 398

6.6.15	Valutazione dell'efficacia delle scintille di origine meccanica nell'innescò di un'ATEX dovuta a polveri combustibili.....	p. 399
--------	--	--------

CAPITOLO 7

LA PROTEZIONE E L'ISOLAMENTO CONTRO LE ESPLOSIONI

7.1	La sicurezza intrinseca ed i sistemi di protezione	» 402
7.1.1	La sicurezza intrinseca nell'industria	» 402
7.1.2	I sistemi di protezione.....	» 405
7.2	L'adozione delle misure di protezione ed isolamento	» 406
7.3	La progettazione resistente all'esplosione	» 408
7.3.1	La progettazione delle strutture EPR/EPSR	» 416
7.3.2	I materiali utilizzabili e le loro resistenze di progetto	» 416
7.3.3	Analisi e progetto delle strutture	» 417
7.4	Lo sfogo dell'esplosione	» 424
7.4.1	Sistemi per lo sfogo delle esplosioni	» 427
7.4.2	Calcolo delle superfici di minima resistenza in contenimenti isolati	» 432
7.4.3	Marcatura e manutenzione.....	» 439
7.5	La soppressione dell'esplosione	» 440
7.5.1	Rilevatori di pressione	» 442
7.5.2	Soppressori pressurizzati HRD	» 443
7.5.3	Agenti estinguenti	» 444
7.5.4	Centraline di monitoraggio e controllo	» 446
7.5.5	Calcolo dei sistemi di soppressione HRD	» 446
7.5.6	I limiti di applicazione dei sistemi di soppressione HRD	» 448
7.5.7	Marcatura e manutenzione.....	» 449
7.6	I sistemi di isolamento contro le esplosioni	» 449
7.6.1	Sensori di rilevazione	» 450
7.6.2	Dispositivi di isolamento	» 450
7.6.3	Centraline di monitoraggio e controllo	» 452
7.6.4	Sistemi di rilevazione di braci e scintille.....	» 452
7.7	I sistemi di protezione installati precedentemente al 30 giugno 2003.....	» 455
7.8	L'emergenza e l'evacuazione in caso di esplosione	» 457
7.8.1	Le misure di protezione ed il D.Lgs. n. 81/2008	» 459
7.9	Esempi applicativi ed approfondimenti.....	» 463
7.9.1	Tipologia di sollecitazione in un contenimento protetto con venting.....	» 463
7.9.2	Calcolo della pressione ridotta in un ciclone depolveratore.....	» 464
7.9.3	Test di validazione dell'eq. 7.18 relativa alla deformazione plastica di una membrana di forma rettangolare (ICHEM, 2000).....	» 466
7.9.4	Fattori che influenzano il dimensionamento dei sistemi di venting	» 467
7.9.5	Calcolo delle superfici di venting in un silos di stoccaggio	» 469
7.9.6	Valutazione economica nell'adozione di un sistema di sfogo dell'esplosione in un silos d'acciaio	» 475
7.9.7	Esempi di calcolo del rapporto L/D.....	» 477
7.9.8	Esempi di calcolo di un sistema di protezione HRD	» 480
7.9.9	Esempio di protezione ed isolamento contro l'esplosione	» 480
7.9.10	Esempi di misure di prevenzione e protezione da adottare in impianti industriali	» 482

CAPITOLO 8

GLI EFFETTI PREVEDIBILI DELLE ESPLOSIONI

8.1	L'esposizione agli effetti dell'esplosione	» 490
8.1.1	Gli effetti del Flash Fire sulle persone	» 490
8.1.2	Gli effetti di una VCE sulle persone	» 492
8.1.3	I limiti di esposizione agli effetti dell'esplosione	» 492
8.2	La valutazione quantitativa degli effetti dell'esplosione.....	» 495
8.2.1	Il metodo del Tritolo Equivalente (TNT _{eq})	» 499
8.2.2	Il metodo TNO-Multienergy modificato	» 501
8.2.3	Il metodo CEI 31-35 modificato.....	» 504
8.2.4	Il metodo NFPA 68	» 504
8.2.5	Il metodo INERIS modificato.....	» 505
8.3	Esempi applicativi ed approfondimenti.....	» 506

8.3.1	Applicazione del metodo TNT_{eq}	p. 506
8.3.2	Applicazione del metodo TNO-Multienergy modificato.....	» 507
8.3.3	Applicazione della funzione di PROBIT	» 507
8.3.4	Effetti prevedibili nell'esplosione di un silos.....	» 508

CAPITOLO 9

LA VALUTAZIONE DEI RISCHI E IL DOCUMENTO SULLA PROTEZIONE CONTRO L'ESPLOSIONE

9.1	La valutazione del rischio di esplosione	» 512
9.1.1	Parte 1: Sicurezza dell'impianto, del processo, delle sostanze e delle possibili interazioni	» 512
9.1.2	Parte 2: Valutazione della mansione esposta al rischio di esplosione	» 514
9.2	Il documento sulla protezione contro le esplosioni	» 520
9.3	Informazione e formazione dei lavoratori	» 521
9.3.1	L'art. 294-bis, D.Lgs. n. 81/2008.....	» 521
9.4	L'installazione, i controlli, le verifiche e la manutenzione degli apparecchi e dei sistemi di protezione	» 523
9.4.1	Il controllo iniziale degli impianti	» 524
9.4.2	Controlli degli impianti	» 526
9.4.3	La manutenzione	» 530
9.4.4	Le verifiche	» 532
9.4.5	Il coordinamento e la gestione delle modifiche	» 532
9.5	Esempi applicativi ed approfondimenti	» 534
9.5.1	Valutazione del rischio di esplosione di una polvere combustibile.....	» 534

CAPITOLO 10

LA LEGISLAZIONE ATEX

10.1	Testo e sanzioni del Titolo XI, D.Lgs. n. 81/2008	» 540
10.2	Allegati del Titolo XI, D.Lgs. n. 81/2008	» 546

CAPITOLO 11

IL RISCHIO INCENDIO E IL RISCHIO D'ESPLOSIONE

11.1	Scopo e campo di applicazione della RTVA	» 551
11.1	La valutazione del rischio di esplosione nella RTVA	» 552
11.2.1	Individuazione delle condizioni generali di pericolo di esplosione	» 553
11.2.2	Identificazione delle caratteristiche delle sostanze infiammabili o polveri combustibili	» 553
11.2.3	Individuazione delle condizioni generali di pericolo di esplosione	» 553
11.2.4	Identificazione dei potenziali pericoli di innesco	» 554
11.2.5	Valutazione dell'entità degli effetti prevedibili di un'esplosione	» 555
11.3	Misure per la riduzione del rischio di esplosione.....	» 556
11.4	Misure per la riduzione del rischio per gli occupanti.....	» 560
11.5	Prodotti impiegabili.....	» 560
11.6	Opere da costruzione progettate per resistere alle esplosioni	» 561

ALLEGATI

Allegato A	– Analisi statistiche.....	» 565
Allegato B	– Calcolo della tensione di vapore	» 573
Allegato C	– Punti della distribuzione t-Student	» 574
Allegato D	– Principali eventi incidentali che possono essere causa o effetto di un'esplosione	» 575
Allegato E	– Punti di infiammabilità di alcune miscele acquose	» 576
Allegato F	– Sostanze con tendenza al riscaldamento spontaneo	» 580
Allegato G	– Classificazione sostanze secondo lo standard IP 15	» 581
Allegato H	– Titoli e riferimenti di norme armonizzate ai sensi della normativa dell'unione sull'armonizzazione.....	» 583

<i>Bibliografia</i>	» 593
---------------------	-------	-------



L'estratto che stai visualizzando
è tratto da un volume pubblicato su
ShopWKI - La libreria del professionista

[VAI ALLA SCHEDA PRODOTTO](#)