

GRANDI RISCHI INDUSTRIALI E INCIDENTI RILEVANTI



I grandi rischi industriali rappresentano una categoria di eventi con potenziale di causare gravi danni a persone, beni e ambiente, tipicamente associati a processi produttivi complessi, all'uso di sostanze pericolose o all'inadeguatezza delle misure di sicurezza.

Definizione e Tipologie di Grandi Rischi Industriali

- Eventi che possono causare danni significativi a persone, ambiente e infrastrutture.
- Esempi: esplosioni, rilascio di sostanze chimiche, incidenti nucleari, incendi, crolli strutturali.

I grandi rischi industriali possono includere:

- **Incidenti chimici:** rilascio accidentale di sostanze tossiche, esplosioni o incendi.
- **Incidenti nucleari:** fuga di radiazioni da impianti nucleari.
- **Incidenti petrolchimici:** incendi o sversamenti nei siti di estrazione, trasporto o raffinazione di petrolio.
- **Incidenti biologici:** dispersione accidentale di agenti biologici in laboratori o stabilimenti industriali.
- **Rottura di dighe:** rilascio improvviso di grandi quantità d'acqua con impatti devastanti.



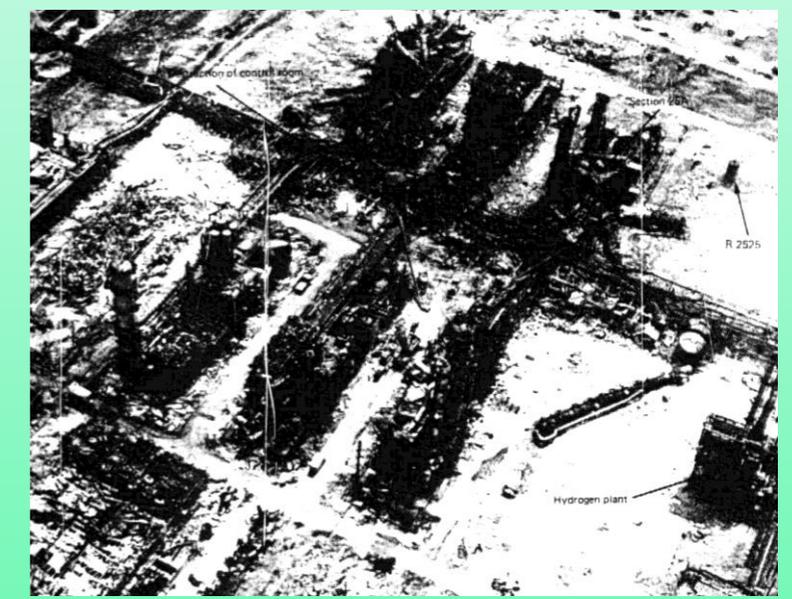
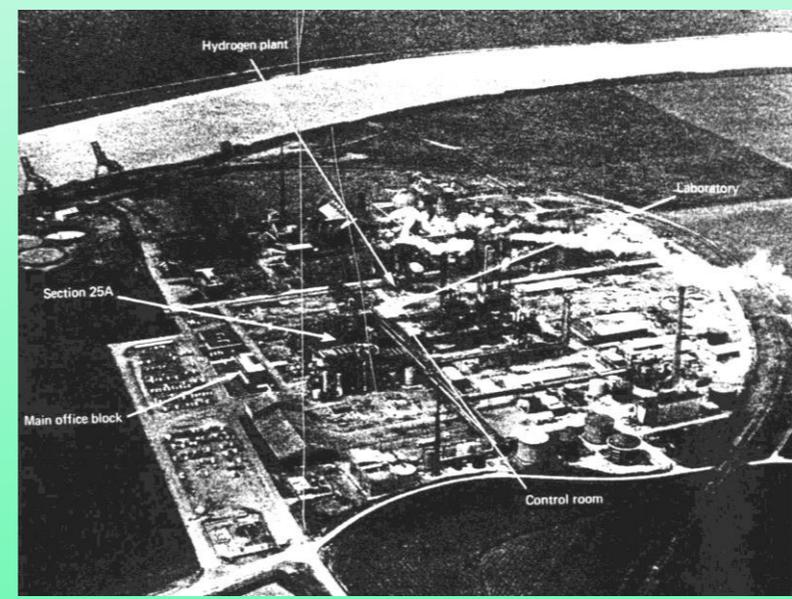
Alcuni grossi incidenti avvenuti in impianti industriali in Europa, con grandi effetti all'esterno degli stabilimenti, indicavano la necessità di definire nuovi strumenti per studiare gli impianti e migliorarne la sicurezza rispetto ad incidenti "catastrofici". Gli incidenti che hanno mosso l'Unione Europea a promulgare una Direttiva, sono riconducibili a:

Incidente a Pernis, Olanda 1968.

Nella raffineria olandese, un serbatoio di petrolio esplose con conseguenze disastrose, causando la morte di due operai e 85 feriti. Dato che la raffineria fu ed è tuttora gestita dalla Shell, i giornali furono messi a tacere per coprire l'accaduto.

Incidente a Flixborough, Inghilterra 1974

Un esplosione distrugge un impianto della Nytro, specializzata nella produzione di cicloesano con 28 lavoratori uccisi e 36 feriti con relativi danni all'esterno dello stabilimento.



PRIMA

DOPO

La normativa sui grandi rischi nasce in risposta alla necessità di prevenire e gestire eventi di grande portata che possono avere conseguenze catastrofiche sulla salute, la sicurezza delle persone, l'ambiente e le infrastrutture. Questa normativa si è sviluppata nel corso del tempo, in particolare a partire da eventi disastrosi che hanno messo in evidenza le lacune esistenti nella gestione dei rischi.

Origini della normativa sui grandi rischi

Anni '70: La presa di coscienza internazionale

1. A partire dagli anni '70, vari incidenti industriali di grandi dimensioni, come l'incidente di **Seveso (1976)** in Italia, hanno fatto emergere l'urgenza di regolare e monitorare le attività ad alto rischio.
2. L'incidente di Seveso ha segnato un punto di svolta: la fuoriuscita di diossina da un impianto chimico ha portato all'evacuazione e bonifica della zona. Da questo evento è nata la prima normativa specifica a livello europeo.

1982: Direttiva Seveso (Dir. 82/501/CEE)

1. L'Unione Europea ha adottato la **Direttiva Seveso**, una delle prime normative mirate a prevenire grandi incidenti industriali e a minimizzarne le conseguenze.
2. La direttiva richiedeva ai gestori di stabilimenti industriali di identificare i rischi e predisporre piani di emergenza.

Il disastro di Seveso, avvenuto il 10 luglio 1976, è stato uno dei più gravi incidenti ambientali in Italia. Una nube tossica di diossina fuoriuscì dall'azienda chimica ICMESA di Meda, contaminando vaste aree dei comuni limitrofi, tra cui Seveso, Meda, Cesano Maderno e Desio. Questo evento ebbe conseguenze significative sulla salute umana e sull'ambiente, portando all'evacuazione di centinaia di persone e all'abbattimento di migliaia di animali.

LA DIRETTIVA SEVESO

L'INCIDENTE DI SEVESO

Il 10 Luglio 1976 alle 12.37, un'esplosione fa saltare la valvola di sicurezza del reattore chimico dell'ICMESA, fabbrica ubicata a ridosso dell'abitato di Seveso in Brianza.

A seguito dell'incidente, in un'area dove all'epoca vivevano circa 100.000 persone, si sviluppò nell'atmosfera una nube di gas altamente tossico contenente circa 10-12 chili di diossina che colpì 158 lavoratori dello stabilimento, 37.000 abitanti della zona, gli animali, inquinò gravemente il suolo ed estese i suoi effetti dannosi al patrimonio genetico delle persone colpite. L'incidente ebbe ripercussioni non solo di carattere sociale ed economico, ma anche di carattere psicologico su tutta la popolazione. Comincia, infatti, a manifestarsi presso la popolazione la consapevolezza di precarietà rispetto alle problematiche di sicurezza e di tutela della popolazione e dell'ambiente. I legislatori cominciano nei primi anni '80 a discutere su una normativa che regolamentasse gli aspetti di sicurezza e protezione dell'ambiente di particolari impianti con caratteristiche di pericolosità intrinseca.

o: così al-
hiarato. Mo-
nte alla riu-
si è riferi-
ra chiederà
arciti hanno
dare troppo
e commen-
io negativo.
ento» tede-
icende della
e prevederlo.
sempre ri-
a studiando
di governo,
ndo l'inseri-
nisti in una
DC ha riat-
fiorri fa, co-
imibile, la
i Bianchi
ONDA PAGINA
e
via al con-
no per cu-
guerra alle
Non sono
Italia)
cciso, poli-
he non fu
verto l'uovo
(di Ettore

Un gas misterioso che uccide piante e animali invade un paese: quattordici bimbi intossicati

MILANO — Quattordici bambini intossicati da un gas e ricoverati in ospedale con sintomi che nessuno ancora riesce a spiegare, una grande moria di animali, la totale distruzione di fiori, frutta e ortaggi. Questo il primo bilancio dei danni provocati da una nube di gas tossico che, sprigionatasi da un'industria chimica, ha investito in pieno il quartiere San Pietro a Seveso, sul confine col comune di Meda. L'incidente è avvenuto più di una settimana fa, ma soltanto ora si comincia a scoprirne tutta la gravità.

«Erano circa le dodici e mezzo di sabato dieci luglio — racconta Vinicio Lazzaretto, un abitante di San Pietro, mentre sgombera la conigliera dalle carcasse degli animali che muoiono in continuazione — abbiamo visto sollevarsi dall'ICMESA, una fabbrica lontana circa un chilometro, una grande nube biancastra, poi il vento ce l'ha portata addosso. Non si riusciva a respirare, bruciavano gli occhi. Il giorno dopo le foglie delle piante, i fiori, erano già rinsecchiti, come bucherellati da una grandine microscopica».

Al momento della fuga di gas nella fabbrica chiusa per

il week-end era al lavoro solo una squadra di manutenzione, una quindicina di persone in tutto. Il fatto viene segnalato alle autorità locali. L'ufficiale sanitario, professor Giuseppe Ghetti, è in ferie, lo sostituisce il dottor Francesco Uberti.

Il primo rapporto del dottor Uberti sull'accaduto, dopo essersi consultato con i responsabili della fabbrica, è sostanzialmente questo: i danni della fuga di gas sembrano limitati alle colture.

Purtroppo accade qualcosa che non era previsto. Dopo qualche giorno, tra mercoledì e giovedì, cominciano a morire gli animali. Le bestie diventano sempre più apatiche, poi cominciano a perdere sangue dal naso, dalla bocca, muoiono nel giro di pochi minuti. Anche i bambini presentano i primi sintomi di irritazione cutanea: «Una specie di orticaria», dicono gli abitanti del quartiere San Pietro, un centinaio di famiglie.

L'ICMESA, immediatamente dopo la fuga di gas, comunica di essere intervenuta «presso i vicini per impedi-

Andrea Bonanni

CONTINUA IN SECONDA PAGINA



Una delle bambine colpite da intossicazione dopo la fuga di gas a Seveso.

Il possiamo c
to parlamen
sempre in di
pre sul punto
dicamente e
entrato nella
la pratica poli
Oggi questo
Nessuno dei
titi vuol anc
un rapporto
stabilizzato e
nori hanno
duramente p
nuovo confro
ma volta do
può partire
che il parlam
fino allo scad
tura.

Il secondo
lità è costitut
è scomparsa u
ratteristica
precedente.
mento i vot
più quelli de
maggioranza.
che su questi
— in realtà s
fessionali —
e soprattutto
poteva agire
confessionale
un diritto di
maggioranza
suo governo
Il risultato f
tare all'esasp
menti laici e
vili in quant
non riusciva
legge decenti
del parlamen
rossistica la

Terzo fatto
gole del giocc
rigide e sot
«partiti cus
maggiori prof
sono costretti

CONTINUA IN

Gli stabilimenti industriali che utilizzano o detengono sostanze chimiche per le loro attività produttive rappresentano un possibile rischio per la popolazione e l'ambiente circostante.

Tale rischio è legato alla possibilità del verificarsi di un incidente all'interno di uno stabilimento che può determinare un pericolo, immediato o differito nel tempo, dovuto all'emissione nell'ambiente di sostanze pericolose. L'incidente può verificarsi a causa di imprevisti durante l'attività di lavoro e si caratterizza per la sua natura improvvisa.

L'entità del rischio per la salute umana dipende dalla natura delle sostanze che potrebbero essere rilasciate nell'atmosfera, dal quantitativo, dalla durata dell'esposizione e dalla dose assorbita.

Per l'ambiente, i possibili effetti, legati alla tipologia delle sostanze e al quantitativo, sono la contaminazione di suolo, acqua ed aria.

Secondo la normativa Seveso, un incidente industriale è rilevante se si configura come "un'emissione, un incendio o una esplosione di grande entità, dovuto a sviluppi incontrollati che si verificano durante l'attività di uno stabilimento" ... "e che dia luogo ad un pericolo grave, immediato o differito, per la salute umana e per l'ambiente, all'interno o all'esterno dello stabilimento, e in cui intervengano una o più sostanze pericolose" (D.Lgs. n. 105/2015) .

Si ipotizza che possano verificarsi 3 tipologie di incidente, la cui gravità viene valutata in base a parametri specifici:

- rilascio di sostanze tossiche: il rischio dipende dalle caratteristiche tossicologiche della sostanza e dalle quantità rilasciate nell'ambiente;
- incendio: il rischio è quantificato misurando il calore (irraggiamento termico) provocato dall'incendio stesso;
- esplosione: il rischio si quantifica valutando la variazione della pressione (onda d'urto) conseguente al rilascio di energia.

Un evento dannoso comporta un rischio intrinseco, potenziale, che può essere mitigato o esaltato dalle condizioni del contesto in cui si sviluppa. Una valutazione rigorosa del rischio è estremamente difficile perché suscettibile di numerose incertezze sulle modalità di calcolo delle probabilità, della magnitudo e degli scenari del danno.

A seguito del gravissimo incidente avvenuto a Seveso nel 1976 è iniziato il processo di regolamentazione degli aspetti legati alla prevenzione dei rischi di incidenti rilevanti, che ha visto dapprima l'emanazione della Direttiva 82/501/CEE (nota come Seveso I), recepita in Italia con il D.P.R. 175/1988, e poi delle successive Direttive 96/82/CE e 2003/105/CE, recepite rispettivamente dal D.Lgs. 334/99 e dal D.Lgs. 238/2005.

Attualmente la normativa di riferimento è il Decreto Legislativo n. 105 del 26 giugno 2015, che recepisce la Direttiva 2012/18/UE (Seveso III), entrato in vigore il 29 luglio 2015, abrogando il D.Lgs. n. 334/99 e s.m.i.

L'evoluzione del quadro normativo traccia con chiarezza il mutato approccio che la Commissione Europea e la comunità scientifica hanno delineato.

Se infatti la prima Direttiva Seveso si proponeva di ridurre il rischio a livelli compatibili, grazie all'interazione tra le misure preventive e quelle mitigative, partendo da un approccio improntato sulla verifica analitico-impiantistica, con le successive Direttive l'accento è stato spostato anche sul controllo delle modalità adottate per la gestione della sicurezza. **Attività come la formazione e l'addestramento del personale, il controllo operativo, la progettazione degli impianti e le modifiche che essi subiscono durante il loro ciclo di vita sono parti integranti e sostanziali di un Sistema di Gestione della Sicurezza (SGS)** che deve essere sviluppato all'interno delle aziende.



Conseguenze sull'ambiente e sulla salute

1. Moria della vegetazione: In pochi giorni, alberi e piante hanno iniziato a seccarsi. Gli animali da allevamento e selvatici sono morti a migliaia.

2. Effetti sulla popolazione:

- Circa **3.300 persone** furono evacuate.
- Molti residenti soffrirono di cloracne, una grave condizione della pelle causata dall'esposizione alla diossina.
- I rischi a lungo termine includevano tumori, malformazioni congenite e problemi endocrini.

3. Bonifica: L'area contaminata è stata sottoposta a una delle prime operazioni di bonifica ambientale su larga scala, con la rimozione di tonnellate di terreno e la creazione di una discarica per rifiuti tossici.

Impatto normativo

L'incidente di Seveso portò all'emanazione della **Direttiva Seveso** dell'Unione Europea nel 1982, che stabilisce regole rigorose per la prevenzione degli incidenti industriali e per la gestione dei rischi associati a sostanze pericolose.



SEVESO - Causa dell'incidente

L'incidente è stato causato da un'esplosione in un reattore chimico dove si stava producendo **tricloro-fenolo**, un composto chimico utilizzato per fabbricare erbicidi e disinfettanti. Durante il processo, si è accumulata una quantità eccessiva di calore all'interno del reattore, a causa di un malfunzionamento del sistema di controllo.

1. **Errore nel processo chimico:** La reazione chimica esotermica è sfuggita al controllo. Il raffreddamento non è stato sufficiente per dissipare il calore generato.
2. **Aumento della pressione interna:** Il calore in eccesso ha causato un forte aumento della pressione nel reattore.
3. **Rottura del disco di sicurezza:** Il dispositivo di sicurezza (un disco di sfogo) è stato progettato per aprirsi in caso di eccesso di pressione. Quando ciò è avvenuto, una nube di sostanze chimiche è stata rilasciata nell'ambiente.

Sostanza rilasciata

La nube conteneva diversi composti tossici, tra cui **diossina TCDD (2,3,7,8-tetraclorodibenzo-p-diossina)**, una sostanza estremamente tossica e cancerogena.

- La TCDD è un sottoprodotto non desiderato della reazione chimica. Anche in quantità minime, è pericolosa per la salute umana e per l'ambiente.

Effetti immediati

- La nube tossica si è dispersa nell'atmosfera, contaminando un'area di circa **18 chilometri quadrati** attorno all'impianto, comprendendo i comuni di **Seveso, Meda, Cesano Maderno e Desio**.
- L'area più colpita è stata classificata come "Zona A", dove la contaminazione da diossina era massima.



La responsabilità dell'incidente di Seveso è stata attribuita a più fattori, riconducibili sia alla gestione aziendale che a carenze sistemiche nei controlli di sicurezza dell'epoca. Nonostante non ci sia stato un colpevole unico, è possibile identificare alcune responsabilità chiave:

1. L'azienda: Industrie Chimiche Meda Società Azionaria (ICMESA)

La **ICMESA**, di proprietà della multinazionale svizzera **Givaudan**, che a sua volta apparteneva alla società Roche, gestiva lo stabilimento in cui si è verificato l'incidente. Diverse pratiche aziendali furono messe sotto accusa:

- **Mancanza di misure di sicurezza adeguate:** Il reattore chimico non era dotato di sistemi di raffreddamento o controllo della pressione sufficientemente affidabili per prevenire un'esplosione.
- **Dispositivo di sicurezza inadeguato:** Il disco di sfogo non era collegato a sistemi di contenimento che potessero neutralizzare o catturare le sostanze tossiche rilasciate.
- **Scarsa consapevolezza del rischio:** L'azienda non aveva previsto o valutato adeguatamente il rischio legato alla produzione di diossina come sottoprodotto del processo.

2. Le autorità locali e nazionali

All'epoca, i sistemi di regolamentazione e controllo sulla sicurezza degli impianti industriali erano carenti:

- **Normative insufficienti:** Non esistevano regolamenti specifici che obbligassero a valutazioni approfondite dei rischi per impianti di questo tipo.
- **Controlli inadeguati:** Le ispezioni agli stabilimenti chimici non erano frequenti né approfondite.

3. La multinazionale Roche

Essendo il gruppo proprietario della Givaudan e quindi indirettamente della ICMESA, la Roche fu accusata di non aver esercitato un controllo sufficiente sulla gestione delle sue sussidiarie. La critica principale riguardava:

- **Scarsa supervisione globale:** La multinazionale non aveva implementato standard di sicurezza uniformi e rigorosi nei suoi impianti, nonostante la natura pericolosa dei processi chimici coinvolti.

4. Problemi culturali e di gestione del rischio

L'incidente ha messo in evidenza una generale sottovalutazione del rischio industriale negli anni '70, sia da parte delle aziende che delle autorità. In particolare:

- Non c'era una diffusa consapevolezza sui pericoli della diossina e sulla necessità di prevenire il rilascio di sostanze tossiche nell'ambiente.
- La gestione dell'emergenza iniziale fu lenta e inefficace. Le autorità e l'azienda tardarono a informare la popolazione sul pericolo, peggiorando le conseguenze per i residenti.

Gli effetti sulla popolazione sono quasi immediati: le prime avvisaglie sono un intenso odore di zolfo e il bruciore agli occhi, ma già dal giorno successivo si verificano i primi casi di intossicazione e di cloracne, violenta irritazione cutanea. Col passare dei giorni aumentano i casi di aborti spontanei, mentre centinaia di animali domestici muoiono fra atroci sofferenze. Destino ancor peggiore per gli animali da fattoria: in molti muoiono naturalmente ed i restanti, circa 70 mila, vengono macellati per impedire alla diossina di inserirsi nella catena alimentare. E poi alberi e piante essiccate ed intere coltivazioni da buttare. Si delinea lo scenario di **un disastro ambientale senza precedenti in Italia.**

In quella occasione le istituzioni, colpevoli di aver fatto trascorrere ben sedici giorni prima di far evacuare la zona, si affrettarono ad assicurare che non era successo niente di grave e che l'esposizione ai 400/500 grammi di diossina dispersi nell'ambiente non avrebbe avuto effetti a lungo termine. Molti apparati di stato e autorità locali cercarono di diffondere sui media tale tesi, che fu avallata persino dalla celebre rivista scientifica "The Lancet".

Oggi sappiamo che non è così. L'approfondito studio condotto dai ricercatori della Fondazione Irccs Ospedale Maggiore Policlinico Mangiagalli e Regina Elena di Milano e pubblicato sulla rivista *Environmental Health*, **riguardante il ventennio che va** dall'incidente fino al '96, testimonia un notevole incremento di leucemie, linfomi e tumori al seno nei territori contaminati.

Nelle zone A, B, ed R (così vennero chiamate, in ordine di contaminazione decrescente, le tre aree più colpite dal disastro) si sono riscontrati **oltre duemila casi di tumori maligni**, più di seicento dopo il '91. Soprattutto nelle zone A e B l'incidenza è di diversi punti percentuale sopra la media italiana.

Un'ulteriore conferma dell'alta pericolosità della **diossina che in molte delle sue varianti si presenta come un agente carcinogeno accertato e riconosciuto** (la Tcdd in particolar modo è classificata dall'OMS come carcinogeno di classe uno). E' un campanello d'allarme per tutti noi. Infatti la diossina non si sprigiona nell'aria solo in seguito ad incidenti e disastri: se così fosse potremmo rallegrarci delle misure di sicurezza europee sugli apparati industriali di tipo chimico entrate in vigore nel 1982 e inserire la disgrazia di Seveso nell'album dei ricordi tragici della nostra nazione.

Ma la realtà è ben diversa. Proprio **noi italiani siamo i maggiori produttori europei di diossine.** L'unico rapporto della UE a riguardo, datato 1999, dice che ne produciamo il **38** per cento in più della Spagna, il **31** in più della Gran Bretagna, il **29** della Germania e ben il **75** per cento in più di Danimarca, Finlandia, Norvegia e Svezia messe insieme. Industrie, inceneritori, discariche, disperdono ogni anno sul nostro territorio dai 500 ai 1000 grammi di diossina – due Seveso all'anno, per intenderci – che si vanno a depositare sulle piante, si infiltrano nelle falde acquifere, inquinano e intossicano i cibi che mangiamo.

BHOPAL - incidente

Il **disastro di Bhopal** è stato un incidente industriale avvenuto il 3 dicembre 1984 in uno stabilimento chimico di proprietà della multinazionale Union Carbide, situato nella città di Bhopal, nello stato indiano del Madhya Pradesh. L'evento comportò la fuoriuscita nell'atmosfera di circa 40 tonnellate di vapori di **isocianato di metile** (MIC), un composto estremamente **tossico che causa danni irreversibili agli organismi**. Si formò una nube che si diffuse sui quartieri della città in un raggio di alcuni chilometri, prevalentemente a sud dello stabilimento. Oltre duemila persone morirono la notte stessa del disastro, mentre tentavano la fuga per le strade oppure poco dopo il trasporto in ospedale. Si stima che le vittime decedute per gli effetti dell'avvelenamento nel corso dei mesi e degli anni successivi siano nell'ordine delle decine di migliaia. L'impianto era specializzato nella produzione di insetticidi e apparteneva alla *Union Carbide India Limited* (UCIL), consociata della multinazionale statunitense Union Carbide specializzata nella produzione di fitofarmaci

Il rilascio di isocianato di metile avvenne poco dopo la mezzanotte fra il 2 e il 3 dicembre 1984, nell'impianto deputato alla produzione dell'insetticida *Sevin*. La nube ricadde sulla città uccidendo in poco tempo **2 259 persone**, e ne **avvelenò altre decine di migliaia**. Il governo del Madhya Pradesh ha confermato un totale di 3 787 morti direttamente correlate all'evento ma successive stime di agenzie governative indicano **15-20 000** vittime rendendolo il più grave incidente da fuga di sostanze chimiche mai avvenuto.



La sera del 2 dicembre 1984, poco dopo l'inizio del turno notturno, un operatore stava effettuando una pulizia di routine delle tubature nell'impianto dove era stoccato l'isocianato di metile, operazione per la quale vengono inserite piccole paratie di sicurezza che isolano le condutture, una precauzione nel caso che le valvole di chiusura non siano a tenuta. L'isocianato di metile (MIC) infatti reagisce violentemente a contatto con l'acqua, che pertanto non deve mai raggiungere i serbatoi dove è immagazzinato. Per qualche ragione il getto d'acqua ad alta pressione ruppe una paratia: all'insaputa dell'operatore, una perdita d'acqua da una valvola difettosa (che non venivano più sostituite regolarmente) raggiunse le cisterne di MIC. Nelle due ore successive l'acqua penetrò in una delle tre cisterne sotterranee nelle quali era stoccato il composto, quella denominata E610, nella quale si trovavano 42 tonnellate di isocianato di metile (C_2H_3NO).

Il contatto tra l'acqua e il MIC diede luogo a una reazione che sviluppò calore, fece aumentare gradualmente la temperatura del liquido fino a portarlo a ebollizione, causando un rapido aumento della pressione all'interno dei serbatoi. I vapori di reazione furono rilasciati dalla valvola di sicurezza della cisterna all'interno dell'impianto. Sistemi di sicurezza in grado di neutralizzare una fuga di sostanze tossiche erano in teoria presenti nell'impianto, in particolare un abbattitore a torre, dove il composto avrebbe potuto essere distrutto chimicamente, e una torre-torcia dove avrebbe potuto essere bruciato. Questi sistemi erano tuttavia fuori uso e non si attivarono. I vapori di MIC raggiunsero la torre della fiamma pilota, spenta e con i condotti tappati. La pressione portò alla rottura delle valvole e il gas venne rilasciato dallo scappamento di una torre di sfiato.

Alle 22:30 i tecnici che presenziavano l'impianto notarono che i manometri della cisterna segnavano una pressione di 5,5 volte superiore alla norma. Due tecnici anziani, in due diverse parti dell'impianto, ritennero che la lettura fosse un errore dovuto a un difetto degli strumenti. Un'ora dopo, quando nell'aria si iniziò ad avvertire il pungente odore di "cavolo cotto" proprio del MIC, si decise di indagare la presenza di una perdita, che fu individuata alle 23:45. Nessuno tra il personale aveva però piena contezza della pericolosità del gas stoccato sottoterra, sicché solo dopo la mezzanotte, quando i manometri segnavano 4 atmosfere (un valore 27 volte più alto della norma) venne dato l'allarme con l'attivazione delle sirene dello stabilimento, che venne frettolosamente evacuato.

Dinamica del disastro

Le condizioni atmosferiche favorirono la catastrofe, provocando una stratificazione della sostanza, più pesante dell'aria. La nuvola si diresse verso le bidonville dei quartieri poveri che si trovano nella cosiddetta "spianata nera", abbattendosi su centinaia di migliaia di persone. All'una di notte la polizia iniziò a ricevere chiamate dalla zona circostante lo stabilimento di Bhopal, i cui residenti stavano manifestando crisi respiratorie e tentavano di darsi alla fuga; vennero allertati gli ospedali e furono richiesti chiarimenti alla fabbrica, che diede però indicazioni vaghe e contrastanti, affermando dapprima che il gas era ammoniac, poi fosgene, e infine isocianato di metile, senza però precisarne la pericolosità. Lo stesso fece la direzione della Union Carbide, negli USA. Nondimeno, un'ora dopo, osservando che la pressione nella cisterna (ormai semivuota) era tornata a livelli normali, i tecnici dissero alle forze dell'ordine che la perdita era stata riparata. Alcuni superstiti riferirono di aver trovato salvezza su un colle lì vicino sopra un lago, da cui proveniva aria fresca che allontanava nella direzione opposta la nube tossica.

Persero la vita all'incirca 8 000-10 000 persone secondo i dati del centro di ricerca medica indiana, oltre 25 000 per Amnesty International. La stima più probabile parla di 21 000 vittime e 500 000 intossicati più o meno gravi. La successiva indagine rivelò che non vennero applicate diverse procedure di sicurezza. I deflettori, che avrebbero potuto impedire l'infiltrazione dell'acqua, non furono utilizzati; i refrigeratori erano fuori uso, così come lo erano le torce che avrebbero potuto impedire la fuga di gas. Per molto tempo dopo il disastro i medici locali continuarono poi a non essere informati sulla natura del gas, impedendo di fatto i trattamenti sanitari e la conseguente pianificazione degli interventi. La maggioranza dei morti e dei feriti fu causata da edema polmonare, ma il gas causò tutta una serie di diversi disturbi anche a distanza come alterazioni genetiche che si sono espresse nei neonati con gravi malformazioni congenite.

L'Incidente di Bhopal: Una Catastrofe Industriale

L'incidente di Bhopal, avvenuto il **3 dicembre 1984**, è considerato uno dei peggiori disastri industriali della storia.

Si è verificato presso lo stabilimento chimico della **Union Carbide Corporation (UCC)** a Bhopal, in India, a causa del rilascio di una nube tossica di **isocianato di metile (MIC)**, una sostanza estremamente pericolosa.

1. Contesto dell'Incidente

- **Lo Stabilimento:** L'impianto era utilizzato per la produzione di pesticidi, in particolare il **Carbaryl (Sevin)**, che richiedeva l'isocianato di metile come intermedio chimico.
- **La Sostanza Tossica:** L'isocianato di metile è altamente reattivo e tossico. È letale in concentrazioni superiori a 21 ppm (parti per milione) nell'aria.

2. Cause del Disastro

L'incidente fu causato da una combinazione di errori tecnici, organizzativi e gestionali:

- **Manutenzione Inadeguata:**
 - ✓ L'impianto era in cattive condizioni, con sistemi di sicurezza non funzionanti o inattivi.
 - ✓ I serbatoi di MIC erano sovraccarichi rispetto ai limiti operativi di sicurezza.
- **Ingresso d'Acqua nel Serbatoio:**
 - ✓ L'acqua si infiltrò nel serbatoio E610 contenente MIC, causando una reazione chimica esotermica incontrollata.
 - ✓ La reazione liberò calore, aumentando la pressione e provocando il rilascio della sostanza tossica.
- **Sistemi di Sicurezza Non Operativi:**
 - ✓ Il sistema di raffreddamento del serbatoio era fuori uso.
 - ✓ Lo scrubber, progettato per neutralizzare le emissioni, non funzionava.
 - ✓ La torcia a gas (flare) per bruciare il MIC non era attiva.
- **Scarsa Formazione del Personale:**
 - ✓ Il personale era poco addestrato e incapace di gestire l'emergenza.
- **Taglio dei Costi:**
 - ✓ La compagnia aveva ridotto i costi operativi, compromettendo la sicurezza.



3. Impatti

Impatto Umano

- **Morti Immediate:** Circa **3.800 persone** morirono entro poche ore.
- **Morti Successive:** Stime successive indicano tra **15.000 e 20.000 vittime**.
- **Feriti:** Oltre **500.000 persone** esposte alla nube tossica, con effetti sulla salute a lungo termine come malattie respiratorie, cecità, cancro e problemi neurologici.

Impatto Ambientale

- Contaminazione del suolo e delle falde acquifere intorno all'impianto.
- Residui tossici che ancora oggi influenzano la qualità della vita nella zona.

Impatto Economico e Sociale

- Distruzione di intere comunità.
- Spese mediche ingenti per la popolazione colpita.
- Perdita di fiducia nell'industria chimica globale.

4. Risposte e Conseguenze

Gestione dell'Emergenza

- La risposta iniziale fu lenta e inefficace.
- Mancava un piano di evacuazione e molte persone non furono avvisate del pericolo.

Conseguenze Legali

- La Union Carbide pagò un risarcimento di **470 milioni di dollari** nel 1989, considerato insufficiente dalle vittime.
- **Warren Anderson**, CEO di UCC, fu incriminato ma non fu mai estradato dagli Stati Uniti.
- Il sito contaminato non è stato completamente bonificato.

Riforme Normative

- L'incidente portò a una revisione delle normative internazionali sulla sicurezza industriale.
- Fu introdotta la **Direttiva Seveso II** in Europa per prevenire disastri simili.

5. Lezioni Apprese

1.Importanza della Manutenzione: Sistemi di sicurezza attivi e funzionanti sono essenziali.

2.Gestione del Rischio: La valutazione dei rischi deve essere parte integrante della gestione aziendale.

3.Trasparenza: Le comunità locali devono essere informate dei potenziali pericoli.

4.Responsabilità Sociale: Le aziende devono assumersi la responsabilità delle proprie operazioni e delle conseguenze ambientali.

6. Eredità

L'incidente di Bhopal è un monito su come la mancanza di sicurezza, il taglio dei costi e la scarsa formazione possano portare a catastrofi umane e ambientali. È anche un simbolo della lotta per la giustizia ambientale e sociale, con molte vittime ancora oggi in cerca di risarcimenti adeguati.

Se vuoi ulteriori dettagli su un aspetto specifico, come la chimica del disastro o la gestione post-incidente, fammi sapere!



Piattaforme petrolifere

Gli incidenti sulle piattaforme petrolifere e di estrazione di gas sono eventi gravi che possono avere conseguenze devastanti per l'ambiente, i lavoratori coinvolti e le economie locali. Eccone una panoramica con esempi significativi:

Cause principali degli incidenti

1. Errori umani:

- Decisioni operative errate.
- Mancanza di formazione o supervisione.

2. Malfunzionamenti tecnici:

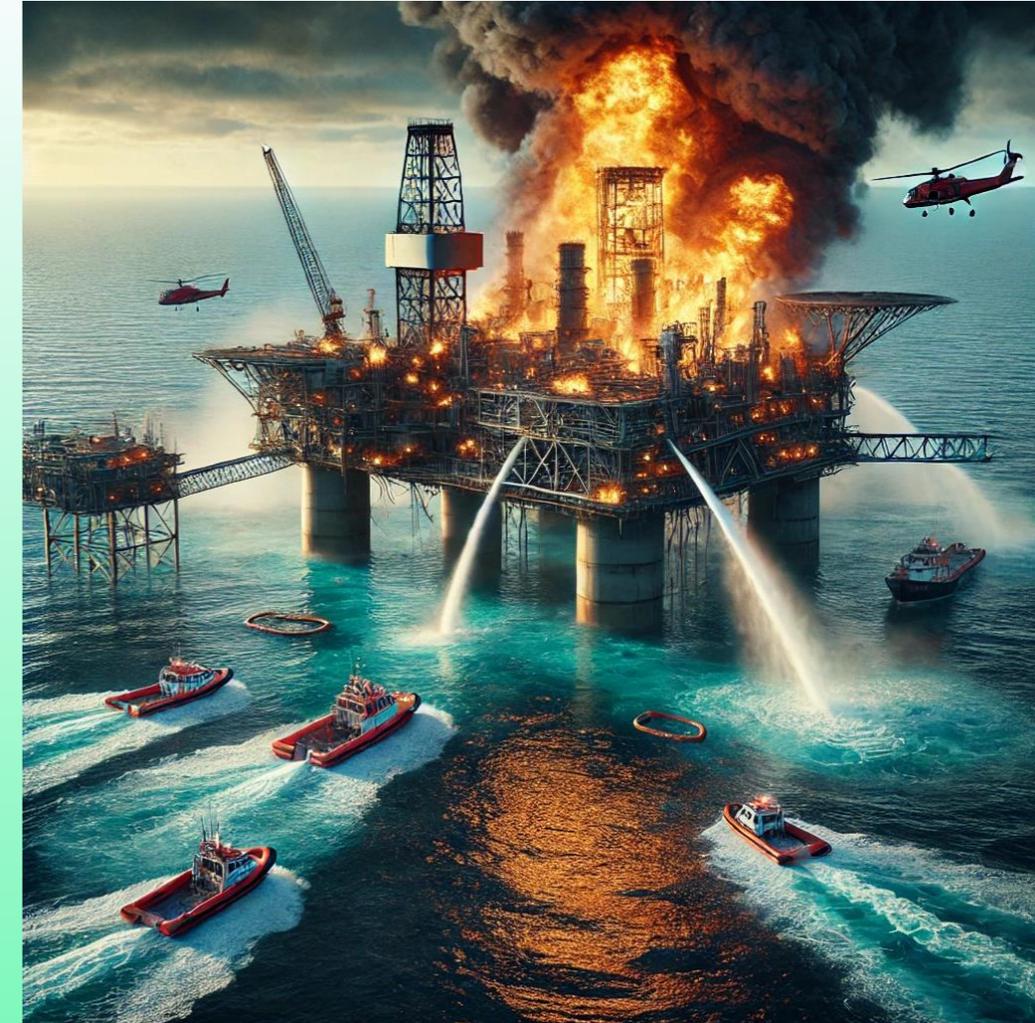
- Guasti nei sistemi di perforazione o nelle valvole di sicurezza.
- Problemi strutturali nella piattaforma.

3. Fattori ambientali:

- Condizioni meteorologiche estreme (tempeste, uragani, onde anomale).
- Fenomeni naturali come terremoti.

4. Carenze nella gestione del rischio:

- Controlli di sicurezza insufficienti.
- Mancanza di piani di emergenza adeguati.



1. Deepwater Horizon (2010)

Luogo: Golfo del Messico.

Causa: Un'esplosione avvenuta durante la cementazione di un pozzo.

Conseguenze:

- 11 lavoratori morti.
- La fuoriuscita di petrolio è durata quasi 87 giorni, riversando circa **4,9 milioni di barili di greggio** in mare.
- Grave impatto sull'ecosistema marino e sulle economie locali legate alla pesca e al turismo.
- **Implicazioni legali:** La BP, proprietaria della piattaforma, ha affrontato multe e risarcimenti per miliardi di dollari.

5. Montara (2009)

Luogo: Mare di Timor, al largo dell'Australia.

Causa: Problemi tecnici durante il tentativo di tappare un pozzo.

Conseguenze:

- Una fuoriuscita di petrolio che è durata **74 giorni**.
- Danni significativi alla biodiversità marina.

2. Piper Alpha (1988)

Luogo: Mare del Nord, al largo della Scozia.

Causa: Una valvola di sicurezza non era stata correttamente sigillata durante i lavori di manutenzione.

Conseguenze:

- L'esplosione iniziale ha innescato una serie di incendi.
- 167 morti, il più grave incidente offshore in termini di perdita di vite umane.
- Distruzione totale della piattaforma.

3. Ixtoc I (1979)

Luogo: Golfo del Messico, al largo del Messico.

Causa: Un'esplosione durante le operazioni di perforazione ha danneggiato il pozzo.

Conseguenze:

- Circa **3 milioni di barili di petrolio** dispersi nell'oceano.
- Pesanti danni ambientali lungo la costa messicana e texana.

4. Alexander L. Kielland (1980)

Luogo: Mare del Nord, Norvegia.

Causa: Una frattura strutturale dovuta a un difetto di fabbricazione.

Conseguenze:

- La piattaforma si è ribaltata.
- 123 lavoratori morti.

Lezioni apprese

Miglioramento della sicurezza:

1. Sistemi di controllo più rigorosi.
2. Ispezioni periodiche obbligatorie.
3. Uso di tecnologie avanzate per monitorare le operazioni.

Formazione del personale:

1. Addestramento continuo per rispondere a emergenze.
2. Procedure standardizzate per evitare errori operativi.

Normative più stringenti:

1. Adozione di regolamenti come il **Safety Case Regime** nel Mare del Nord dopo Piper Alpha.
2. Implementazione di protocolli di gestione del rischio.

Responsabilità ambientale:

1. Maggiore attenzione alla prevenzione degli sversamenti.
2. Investimenti in tecnologie per la pulizia del petrolio e per limitare i danni.

- **Data e luogo:** Il disastro si è verificato il 26 aprile 1986 nella centrale nucleare di Chernobyl, situata vicino alla città di Prypjat', nell'allora Unione Sovietica (oggi Ucraina).
- **Contesto storico:** La centrale era una delle più grandi dell'URSS, con un ruolo chiave nella produzione energetica nazionale.
- **Tipologia di incidente:** Classificato come incidente nucleare di livello 7 nella scala INES (il massimo).

Cause del disastro

Errore umano e problemi strutturali:

- Test condotto sull'unità 4 del reattore senza adeguati protocolli di sicurezza.
- Disattivazione dei sistemi di sicurezza automatizzati.

Design del reattore (RBMK-1000):

- Instabilità intrinseca a bassi livelli di potenza.
- Mancanza di un contenitore di sicurezza secondario per il reattore.

Errori sistemici:

- Cultura della sicurezza insufficiente all'interno del sistema sovietico.
- Mancanza di addestramento adeguato e una catena di comando poco chiara.

Dinamica dell'incidente

Cronologia:

- Durante il test, la potenza del reattore scese a livelli pericolosamente bassi.
- La rimozione delle barre di controllo ha portato a un picco improvviso di potenza.
- Una reazione a catena incontrollata ha provocato l'esplosione del nucleo.

Esplosione e incendio:

- La prima esplosione distrusse il nucleo del reattore, rilasciando materiali radioattivi nell'atmosfera.
- L'incendio successivo durò 10 giorni, amplificando la dispersione di radionuclidi.





Impatti ambientali

Contaminazione radioattiva:

- Rilascio di isotopi radioattivi come Iodio-131, Cesio-137 e Stronzio-90.
- Nuvola radioattiva che si estese su gran parte dell'Europa.

Effetti sulla flora e fauna:

- Distruzione della "Foresta Rossa" attorno alla centrale.
- Mutazioni genetiche e riduzione della biodiversità.

Persistenza ambientale:

- Cesio-137 rimarrà attivo per circa 30 anni, con aree che restano inabitabili anche oggi.

Impatti sanitari

Dati ufficiali e controversie:

- **Morti immediate:** 31 persone, principalmente operatori e vigili del fuoco.
- **Effetti a lungo termine:** Migliaia di casi di tumori, in particolare alla tiroide, attribuiti alla contaminazione da Iodio-131.

Popolazioni colpite:

- Circa 350.000 persone evacuate permanentemente.
- Milioni di persone esposte a livelli variabili di radiazioni.

Sindrome da radiazione acuta (SRA):

- Casi gravi nei primi soccorritori.
- Sintomi includono nausea, vomito, ustioni da radiazioni e morte.

Conseguenze sociali ed economiche

Evacuazioni di massa:

- Prypjat' evacuata in 36 ore, ma con ritardi iniziali nella comunicazione.

Costi economici:

- Stime di oltre 235 miliardi di dollari tra danni diretti, bonifica e impatti a lungo termine.

Riorganizzazione dell'industria nucleare:

- Introduzione di standard di sicurezza più rigorosi a livello globale.
- Crescente opposizione pubblica all'energia nucleare.

Gestione e bonifica

Sarcophagus e New Safe Confinement (NSC):

- Il primo "sarcofago" costruito rapidamente per contenere le radiazioni.
- NSC completato nel 2016 per garantire una maggiore sicurezza.

Zona di esclusione:

- Area di 30 km attorno alla centrale ancora vietata all'abitazione umana.
- Monitoraggio continuo dei livelli di radiazione.

Lezioni apprese

Cultura della sicurezza:

- Importanza di una leadership trasparente e protocolli chiari.

Tecnologia nucleare:

- Necessità di reattori più sicuri (es. reattori di tipo EPR).

Questi incidenti e tutta una serie di ulteriori incidenti meno catastrofici in termini di contaminazione e impatto globale, rappresentano casi di studio fondamentali nella gestione dei grandi rischi.

Analizzare tali eventi aiuta a comprendere:

- **Importanza della sicurezza industriale:** La necessità di rigorosi protocolli di sicurezza e manutenzione.
- **Gestione delle emergenze:** L'importanza di piani di risposta efficaci per minimizzare l'impatto sugli esseri umani e sull'ambiente.
- **Regolamentazione e conformità:** Come gli incidenti influenzano l'implementazione di normative più severe e standard internazionali.
- **Impatto sociale ed economico:** Le conseguenze a lungo termine sulle comunità locali e sull'economia.

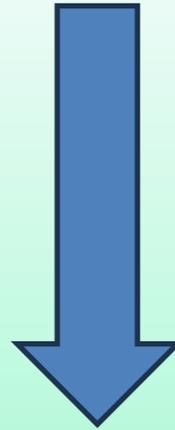


Viene introdotto in concetto di **Effetto Domino** andando a considerare il rischio di effetti domino per cui l'ubicazione e la prossimità di stabilimenti siano tali da poter aumentare le probabilità che si verifichi un incidente rilevante .

Si aggiunge a questo il **Controllo dell'urbanizzazione** dove per proteggere le zone particolarmente sensibili (residenziali, frequentate dal pubblico,...) è necessario che le politiche in materia di destinazione e utilizzazione dei suoli tengano conto della necessità di mantenere opportune distanze tra dette zone e gli stabilimenti.



Il gestore dell'impianto è tenuto a presentare un Rapporto di Sicurezza e adottare una politica di prevenzione.



Introduzione della relazione di un documento di politica di prevenzione e l'adozione di un sistema di gestione della sicurezza (SGS) per una maggiore responsabilizzazione dei gestori delle aziende ritenute "pericolose". In tal modo anche i due strumenti già esistenti di pianificazione della sicurezza (piano di emergenza interno ed esterno) diventano parti integranti di una vera e propria politica aziendale del rischio industriale.



SOGLIE DI RILEVANZA

Le soglie di rilevanza per gli stabilimenti industriali a rischio di incidente rilevante sono definite dalla normativa **Seveso III** (Direttiva 2012/18/UE) e recepite in Italia dal **D.Lgs. 105/2015**. Queste soglie si riferiscono alla quantità di sostanze pericolose presenti in un determinato stabilimento e sono suddivise in due categorie principali:

1. Soglia inferiore

Si applica agli stabilimenti con quantità di sostanze pericolose comprese tra un minimo (specifico per ogni sostanza) e la soglia massima inferiore stabilita dalla legge. Questi stabilimenti sono sottoposti a obblighi ridotti rispetto agli stabilimenti di soglia superiore.

Obblighi principali:

- Notifica alle autorità competenti.
- Elaborazione di un rapporto sintetico di sicurezza.
- Misure di prevenzione degli incidenti.

2. Soglia superiore

Si applica agli stabilimenti che superano la soglia massima inferiore e detengono quantità più elevate di sostanze pericolose. Gli obblighi sono più stringenti rispetto agli stabilimenti di soglia inferiore.

Obblighi principali:

- Notifica dettagliata alle autorità.
- Elaborazione di un **Rapporto di Sicurezza** completo.
- Implementazione di un **Sistema di Gestione della Sicurezza (SGS)**.
- Predisposizione di un **Piano di Emergenza Interno**.
- Collaborazione con le autorità per la redazione di un **Piano di Emergenza Esterno**.

Sostanze pericolose e limiti

Le soglie variano in base alla pericolosità delle sostanze, come indicato negli **allegati del D.Lgs. 105/2015**. Esempi di limiti:

Sostanze tossiche:

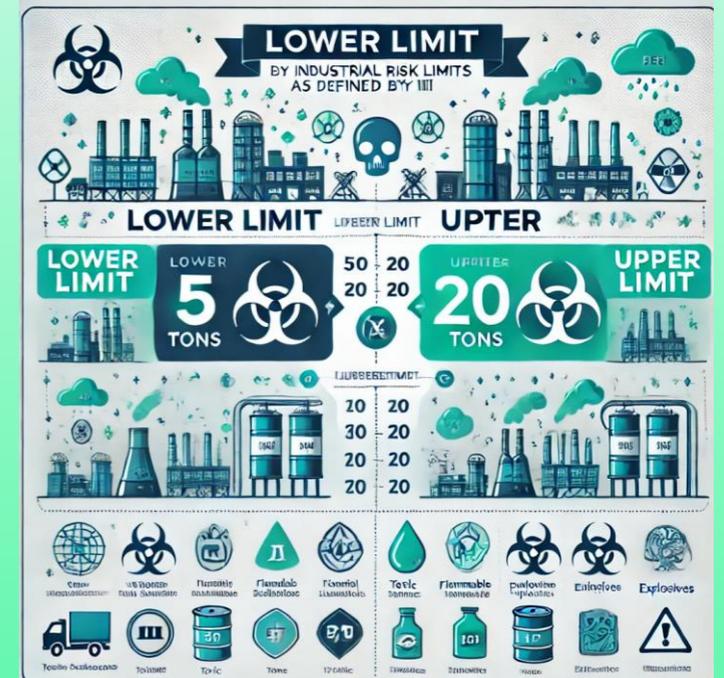
- Soglia inferiore: 5 tonnellate.
- Soglia superiore: 20 tonnellate.

Sostanze infiammabili:

- Soglia inferiore: 10 tonnellate.
- Soglia superiore: 50 tonnellate.

Sostanze esplosive:

- Soglia inferiore: 10 tonnellate.
- Soglia superiore: 50 tonnellate.



Il gestore è tenuto a presentare un Rapporto di Sicurezza per:

- Una politica di prevenzione degli incidenti con relativo sistema di gestione della sicurezza;
- Dimostrare che sono prese le necessarie misure di sicurezza per i pericoli di incidente rilevante ;
- Deve dimostrare che la progettazione dell'impianto, la costruzione, i mezzi utilizzati, ecc, hanno un rapporto con pericoli di incidente nello stesso, sufficientemente sicuri e affidabili;
- Piani di emergenza interni ed esterni;
- Fornire alle autorità competenti le scelte fatte, che permettono loro di prendere decisioni in merito all'insediamento di attività.

Il RdS è revisionato almeno ogni 5 anni o in qualsiasi altro momento su iniziativa del gestore o su richiesta dell'autorità competente.

Il Piano di emergenza ha lo scopo di:

Controllare e circoscrivere gli incidenti;

Informare adeguatamente la popolazione;

Mettere in atto le misure necessarie per proteggere l'uomo e l'ambiente;

Provvedere al ripristino e al disinquinamento dell'ambiente dopo l'incidente.

Il piano di emergenza si divide in interno ed esterno.

Piano Interno



Elaborato in consultazione con il personale che lavora nello stabilimento

Piano Esterno

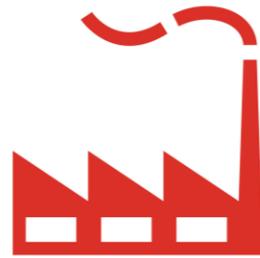


Consultazione della popolazione interessata in caso di incidente rilevante

Nel **territorio regionale** sono presenti **29 stabilimenti** considerati a rischio di incidente rilevante, **15** sono di competenza esclusiva statale (soglia di rischio superiore) e **14** di competenza regionale (soglia inferiore). Le attività prevalenti svolte in questi impianti industriali ricomprendono diversi settori: dalla chimica, agli stoccaggi di Gpl, per proseguire nello stoccaggio di esplosivi e nella produzione di prodotti farmaceutici.

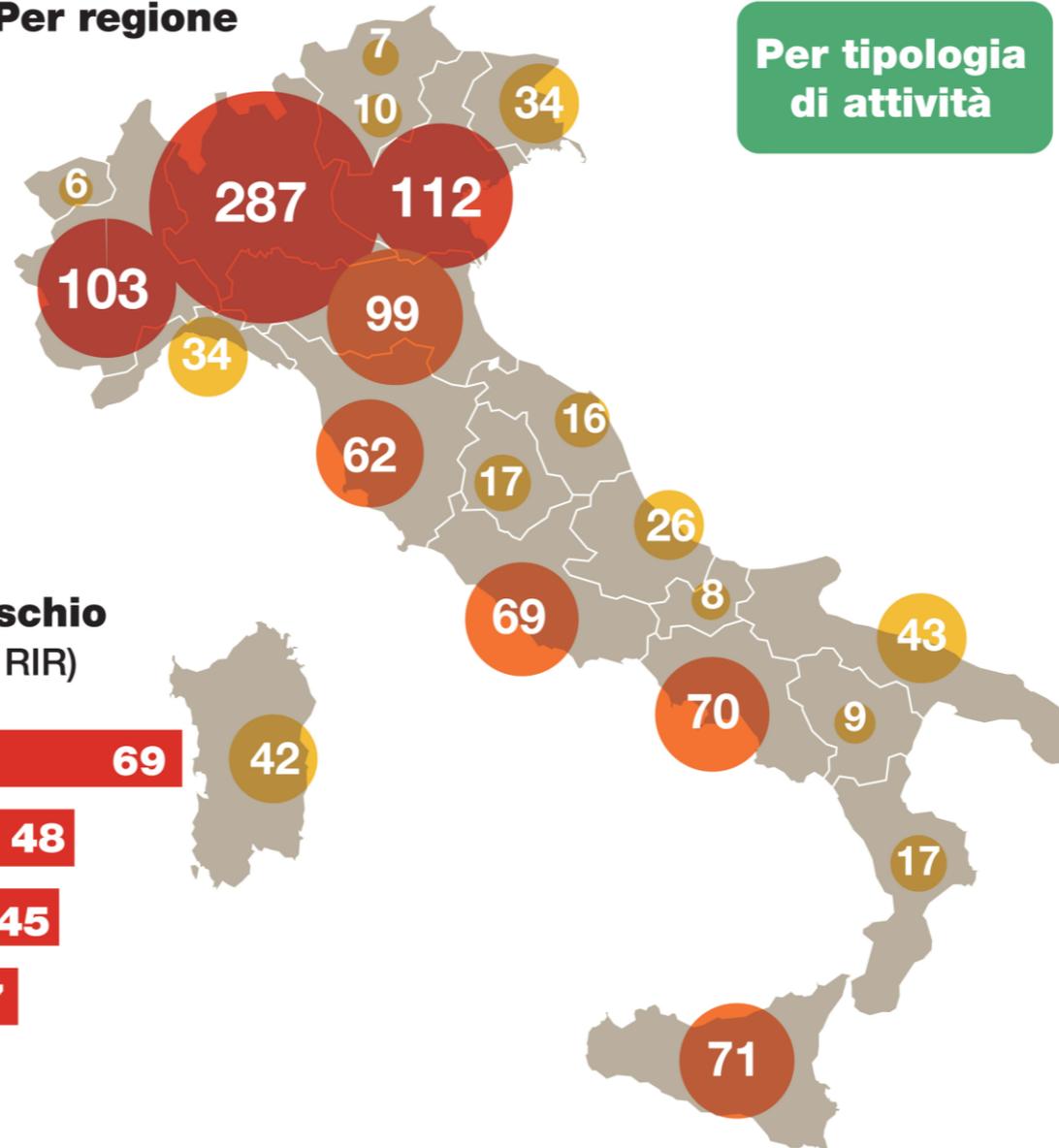
STABILIMENTI A RISCHIO DI INCIDENTE RILEVANTE

Fonte: Ispra, rapporto 2013

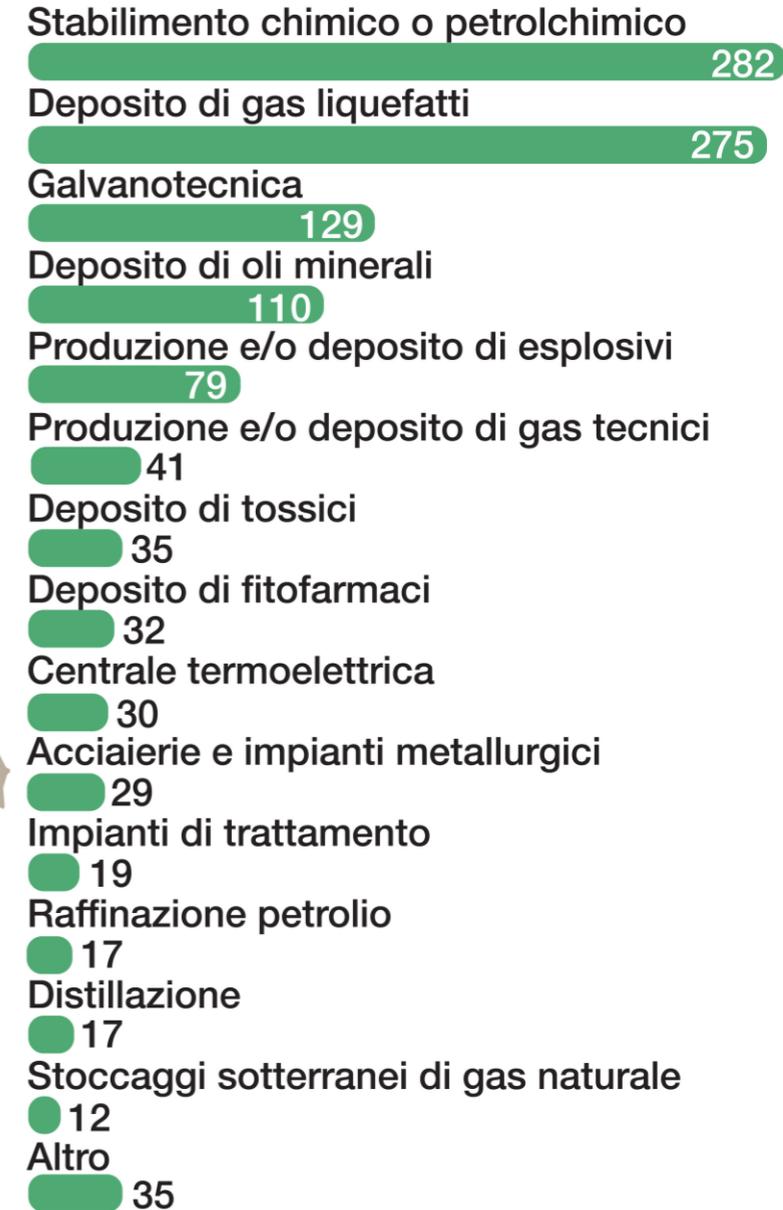


1.142
 stabilimenti
 a rischio
 di incidente
 in Italia

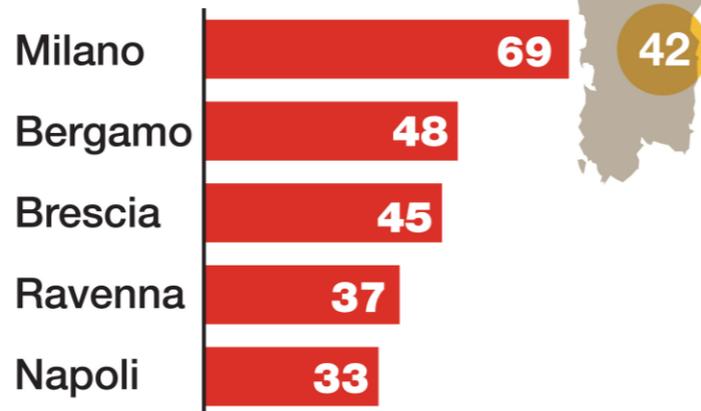
Per regione



Per tipologia di attività



Province più a rischio (numero stabilimenti RIR)





DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA
Prof. Claudio Pantanali, PhD cpantanali@units.it

