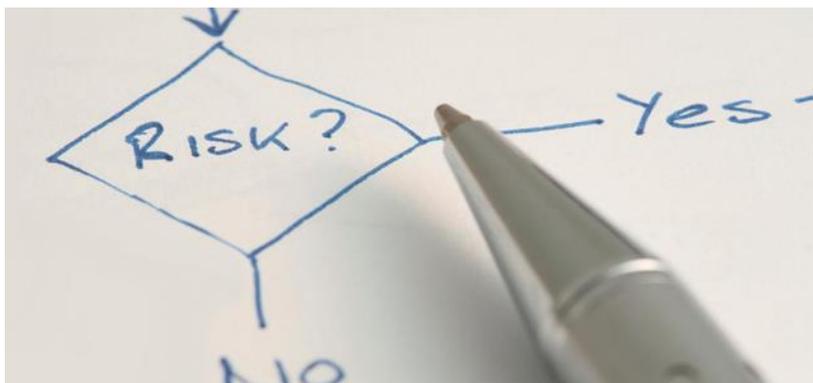


# Analisi dei Rischi ed Esperienza Operativa nelle Aziende a Rischio di Incidente Rilevante

D.Lgs 105/15 e s.m.i.

Statistiche degli eventi incidentali

Modulo 4 Lezione 1 di 3



# Il disastro del fiume Lambro - Italia



Nella notte tra lunedì 22 e martedì 23 febbraio 2010 alla Lombarda Petroli, l'immissione dolosa di una ingente quantità di petrolio nel fiume Lambro ha provocato un disastro ambientale senza precedenti per questo fiume.

il petrolio inizialmente defluì in una "vasca", ma dopo pochi minuti, a causa dell'enorme quantità riversata "esondò" scendendo verso valle trasportato dalla corrente del fiume.

Una task force formata dai Vigili del Fuoco, dai volontari della Protezione Civile e dai tecnici dell'ARPA, con l'aiuto del Corpo Forestale dello Stato subito cominciò ad installare lungo il corso del fiume delle dighe galleggianti in grado di fermare il petrolio.

# Il disastro del fiume Lambro - Italia



il petrolio raggiunse ugualmente il Mare Adriatico ma fortunatamente, grazie ad altri interventi attuati velocemente lungo il restante corso del fiume, il petrolio arrivato in mare era così poco da non costituire un pericolo per l'ambiente.

Il recupero dell'ecosistema fu lungo perché il fiume Lambro è stato colpito, anche se con danni minori, quando altre aziende sconosciute hanno approfittato della situazione in cui si trovava il fiume per scaricare i propri effluenti tossici nelle acque, evitando i costi di smaltimento.

Nel 2011, il responsabile tecnico a livello regionale del controllo acque, ha dichiarato che «la Regione ha stabilito che entro il 2027, grazie a precisi impegni assunti con la sottoscrizione tra diversi enti del 'contratto fiume Lambro', l'ecosistema si sarà del tutto ripreso».

Gli incidenti rilevanti costituiscono un fattore di pressione ambientale completamente a se stante e **sono fonte di particolare apprensione** a causa di vari fattori:



Potenziale **portata** dei loro effetti



La loro **imprevedibilità**



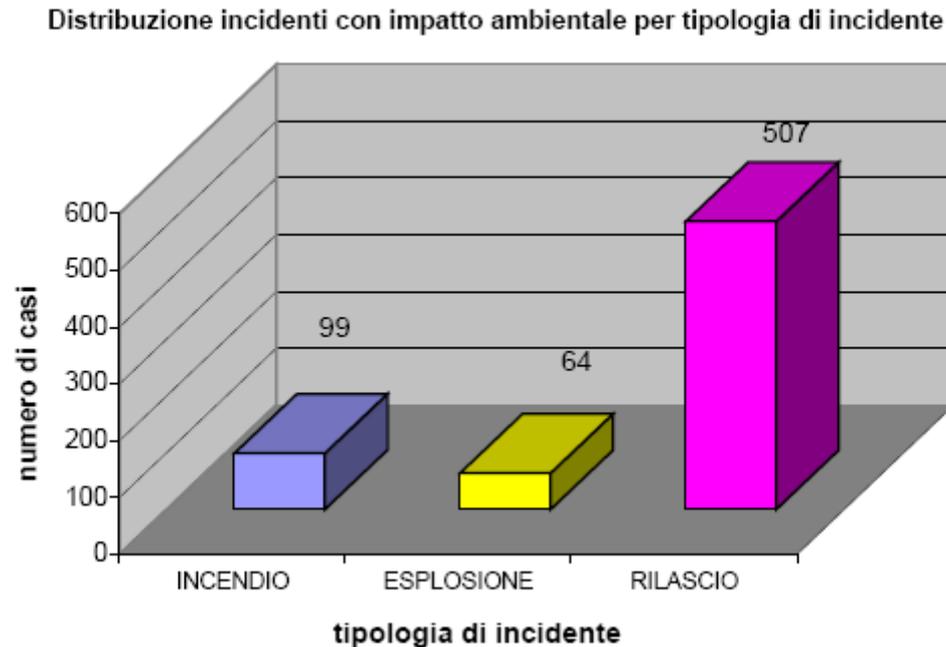
L'incertezza riguardo le loro **conseguenze**

Spesso si dispone di scarse conoscenze riguardo ai percorsi che le sostanze incidentalmente rilasciate potrebbero compiere nell'ambiente e al loro impatto su quest'ultimo e sulla salute umana. Tale incertezza è ulteriormente accresciuta dalle interazioni, talvolta impreviste, che tali eventi possono avere con l'ambiente circostante nel momento in cui si verificano.

I dati relativi agli eventi occorsi in passato possono senz'altro fornire utili indicazioni riguardo le conseguenze ambientali di possibili eventi futuri, tuttavia la complessità delle cause responsabili di questi episodi rende difficoltosa la formulazione di previsioni al riguardo.

# Analisi dei dati incidentali – tipo di incidente

Tratto da **rapporto ISPRA 2013**:

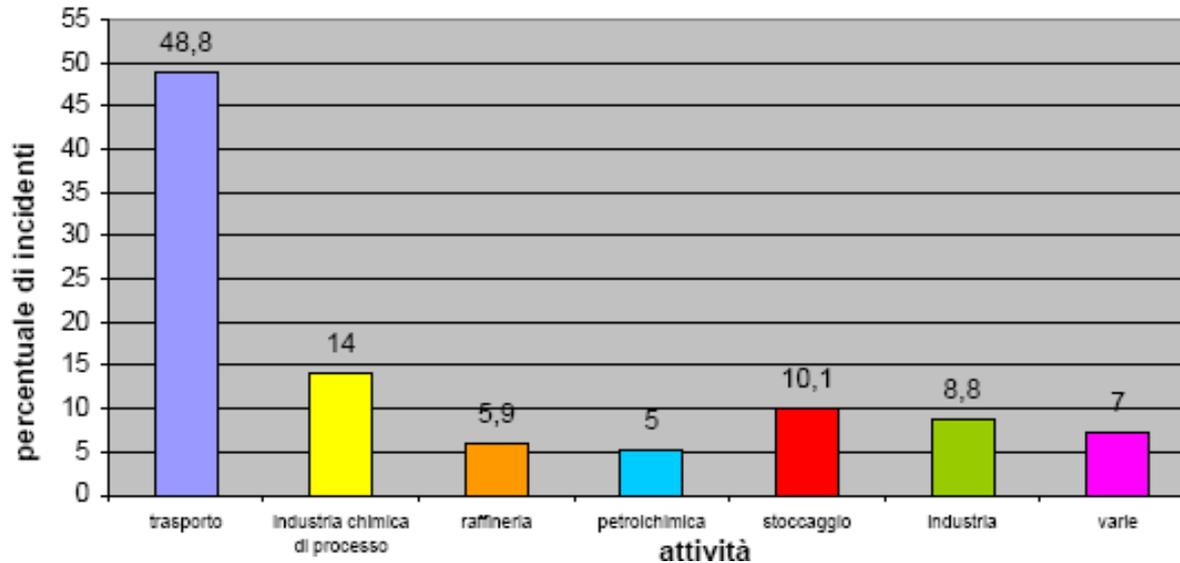


Lo scopo del rapporto ISPRA, che integra i precedenti rapporti tecnici interni e ne aggiorna i dati, è quello di focalizzare meglio l'attenzione sugli incidenti con impatti sull'ambiente contenuti nella Banca Dati BIRD.

La rielaborazione dei dati BIRD per tipologia di scenario incidentale mostra una netta prevalenza dei rilasci come origine di contaminazione dell'ambiente. Risultano infatti ben 507 casi di rilascio-perdita-spillamento su un totale di 670 incidenti individuati

# Analisi dei dati incidentali – attività specificata

Distribuzione incidenti con impatto ambientale per tipologia di attività  
(casi con tipologia di attività specificata : 548 su 594)

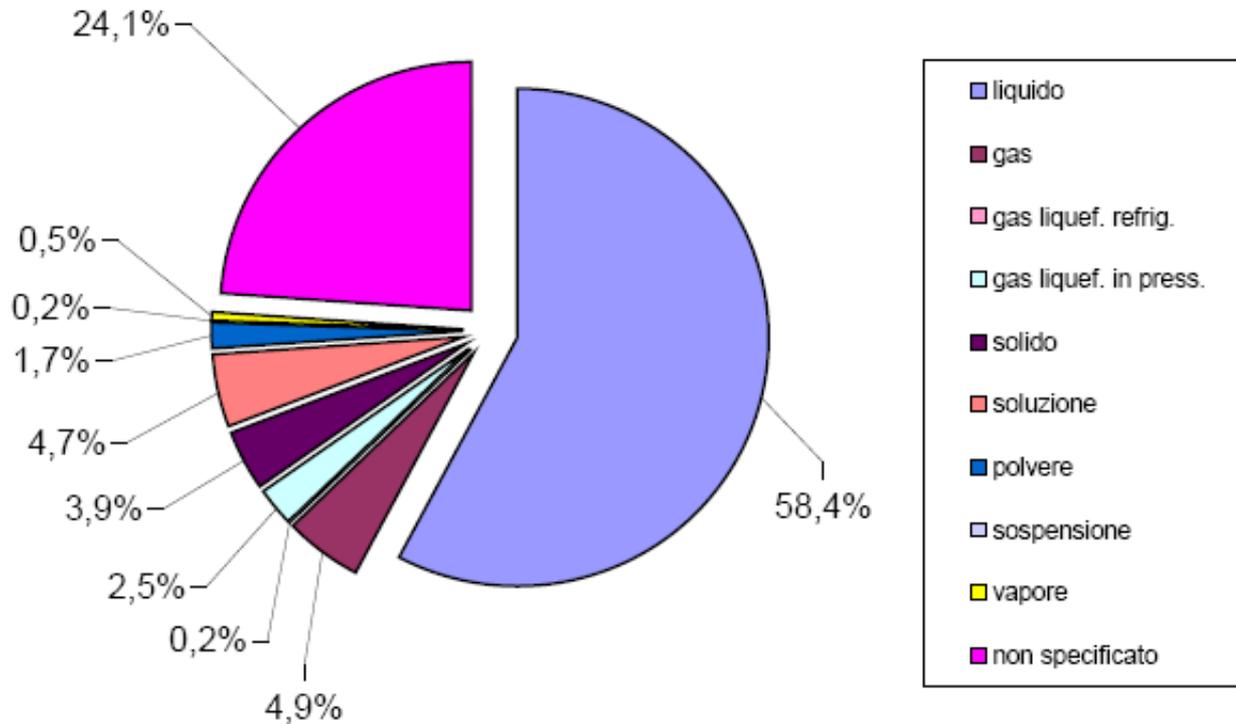


Anche se esclusi dal contesto Seveso, gli incidenti di trasporto sono stati comunque inclusi nell'analisi, dato che possono fornire importanti elementi sul destino degli inquinanti nell'ambiente acquatico e sulla estensione delle loro conseguenze. L'industria chimica di processo e lo stoccaggio appaiono le tipologie di attività più a rischio, almeno secondo i dati contenuti nella Banca Dati BIRD.

Tra le industrie chimiche di processo il maggior numero di casi riscontrato si riferisce alle industrie di pesticidi/ erbicidi, seguite da quelle di produzione/lavorazione degli acidi e di sostanze chimiche. A livelli comparabili si pone l'industria di raffinazione e petrolchimica

# Analisi dei dati incidentali – stato fisico delle sostanze

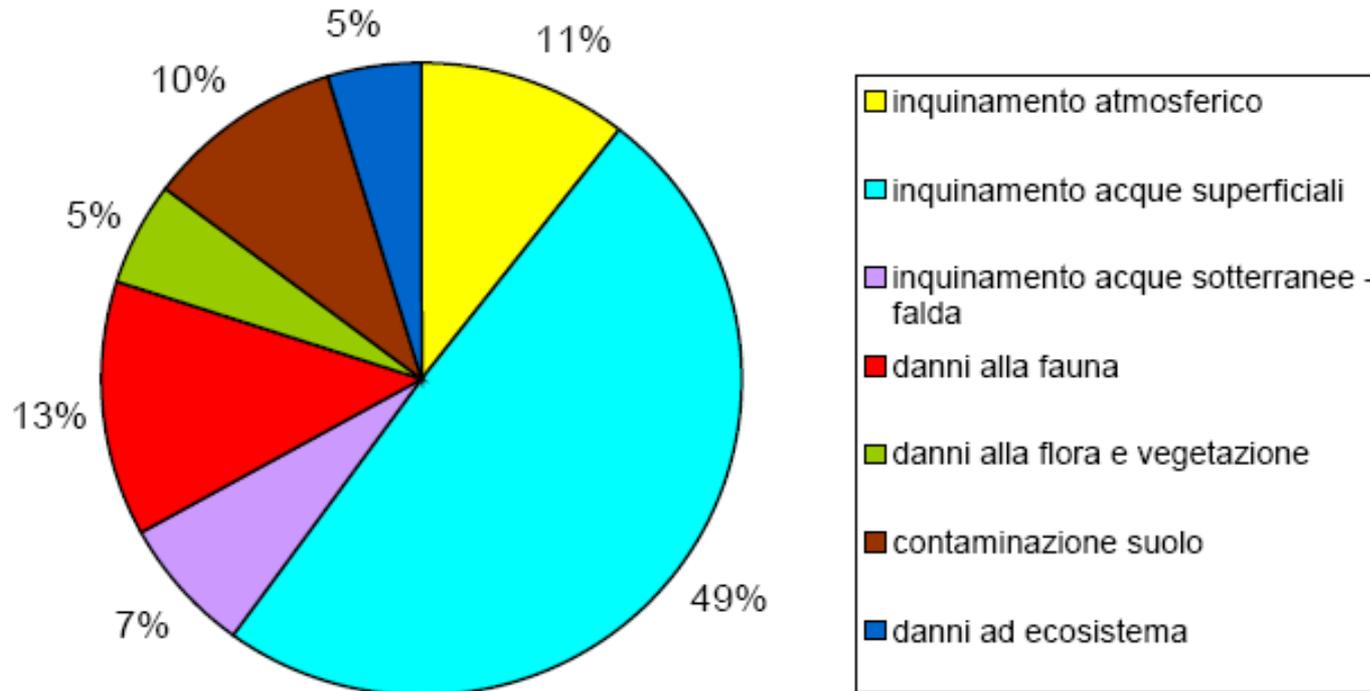
**Distribuzione degli incidenti con impatto ambientale per stato fisico delle sostanze coinvolte**



Come si vede dal grafico lo stato fisico delle sostanze più frequentemente coinvolte negli incidenti chimici, nel 58,4% dei casi è risultato essere quello liquido. Il risultato è coerente con i precedenti (prevalenza di rilasci) e con quelli commentati più avanti.

# Analisi dei dati incidentali-impatto ambientale

Principali conseguenze sull'ambiente riscontrate negli incidenti con impatto ambientale



Il grafico mostra la classificazione degli incidenti chimici con impatto ambientale, sulla base dell'entità di danni apportati all'ambiente in relazione all'entità dei danni o alla contaminazione di acque, flora o fauna o suolo. Si ritiene che tale classificazione possa risultare utile come orientamento in merito all'ordine di grandezza delle conseguenze arrecate all'ambiente in alcuni casi di incidenti "rilevanti"

# Risultati dell'Analisi Storica



Dalla lettura dei grafici riportati si possono elaborare alcune considerazioni di massima:

**Gli incidenti con impatto ambientale risultano associati per lo più a scenari di rilascio/perdita di sostanze chimiche**

In relazione agli effetti sulle matrici ambientali si osserva che le componenti maggiormente contaminate in seguito ad eventi incidentali sono riferibili a:

- ambiente acquatico (per lo più superficiale);
- ambito territoriale (suolo, falde, flora e fauna);
- atmosfera.

La diversa persistenza ed evoluzione delle sostanze inquinanti rilasciate nelle varie componenti ambientali interessate è direttamente connessa con le proprietà chimico-fisiche ed ecotossicologiche dei preparati pericolosi, oltre che con le caratteristiche del sito colpito.

# Risultati dell'Analisi Storica



Dalla lettura dei grafici riportati si possono elaborare alcune considerazioni di massima:

**anche rilasci di limitate quantità di alcune sostanze, in determinate circostanze, possono causare gravi danni ambientali.**

Escludendo gli eventi legati all'attività di trasporto, le tipologie di attività più frequentemente responsabili di incidenti, sulla base dei dati analizzati, sono:

- l'industria chimica ed in particolare la produzione-trattamento dei pesticidi e la produzione di acidi e solventi;
- lo stoccaggio di sostanze chimiche, per lo più di petrolio grezzo e dei prodotti di raffinazione.

# Peculiarità dell'Analisi Storica

Va osservato che i dati storici associati agli incidenti rilevanti **NON** sono:

- Statisticamente significativi
- Attendibili o estrapolabili alle tecnologie odierne



È quindi necessario lavorare per **scenari incidentali** stimati tramite opportune metodologie note e consolidate.

I Comuni non possono agire sulla sorgente del rischio, ma possono fare tesoro delle informazioni contenute nel **RDS** (Rapporto Di Sicurezza) che ogni azienda a rischio d'incidente rilevante è tenuta a produrre (secondo il D.Lgs 105/15).

Attraverso la redazione del **PEE** (Piano di Emergenza Esterno, D.Lgs 105/15), comunicato al Prefetto, alla Regione e alla Provincia, i Comuni possono mettere in atto azioni di tipo protettivo

# Metti alla prova le tue conoscenze

## 1. Un Incidente Rilevante:

- a. È prevedibile grazie agli studi statistici degli incidenti rilevanti
- b. L'Esperienza Storica in Italia evidenzia che si tratta di esplosioni
- c. Può provocare gravi danni ad ambiente, cose e persone
- d. Provoca danni irreversibili ad ambiente, cose e persone

Seleziona l'opzione che ritieni corretta

**ESATTO!/ERRATO!**

Infatti grazie all'esperienza storica e agli scenari incidentali si tiene conto della potenziale **portata** dei suoi effetti; della sua **imprevedibilità** e dell'incertezza riguardo alle **conseguenze** che potrebbe portare.

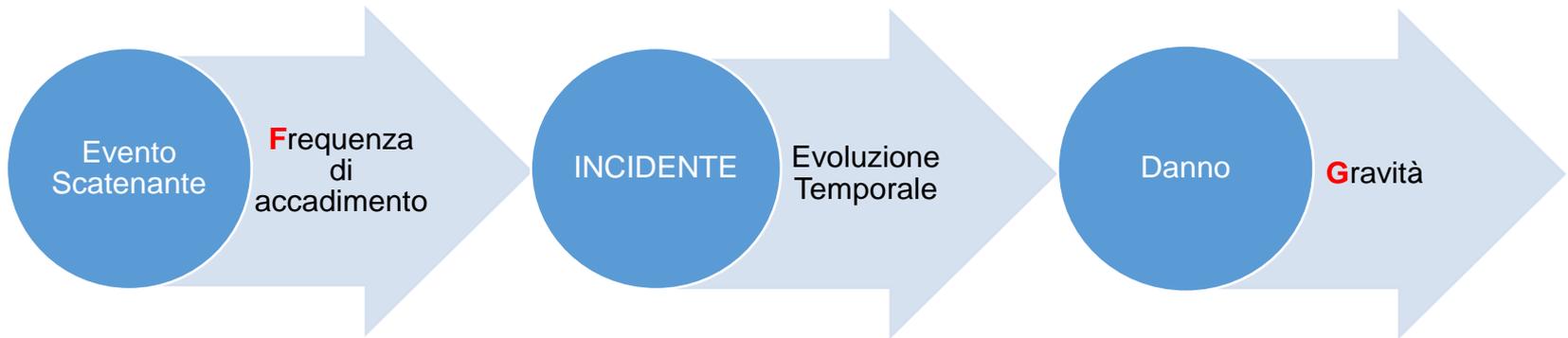
# Analisi dei Rischi ed Esperienza Operativa nelle Aziende a Rischio di Incidente Rilevante

D.Lgs 105/15 e s.m.i.  
Criteri tecnico-operativi

Modulo 4 Lezione 2 di 3



# Definizione del rischio



$$\text{RISCHIO} = F \times G$$

Dato un certo evento scatenante e l'incidente che ne derivi, con i danni ad esso associati, si definisce rischio per quell'incidente la probabilità calcolata moltiplicando la frequenza di accadimento di quell'incidente, in termini di occasioni/anno, per l'entità del danno procurato dall'incidente stesso. Il valore che si otterrà sarà sempre una stima e indica che tanto più il rischio risulterà elevato, tanto maggiori dovranno essere le misure di prevenzione e protezione che l'Azienda dovrà adottare.

# Caratteristiche del Rischio Industriale



Sorgente Antropica



Facilmente individuabile:  
stabilimento produttivo

Magnitudo dell'IR:  
teoricamente  
quantificabile

Magnitudo: complessa da stimare

Ogni impianto un mondo a sé

Tempo di allerta non definibile

Problemi sui tempi di intervento

La peculiarità del rischio Chimico-Industriale, diversamente dai rischi naturali, è quella di essere generato da una Sorgente Antropica: l'insediamento produttivo. Questo fatto ha delle implicazioni sia positive sia negative, considerando ed escludendo dalla presente analisi il fatto che nel caso di rischio da trasporto – non previsto dalla Legge Seveso - non esiste neppure una definizione a priori del sito incidentale. L'analisi di sicurezza necessita quindi di essere condotta tramite:

- Analisi di Rischio;
- Analisi delle Conseguenze.

L'analisi di rischio ha la necessità di conoscere le sorgenti di rischio, vale a dire:

- ➔ Sorgente **tecnologica**: Strumentale e Algoritmica (Hardware e Software);
- ➔ **Gestionale**, organizzativa;
- ➔ **Umana** (Fattori Umani)

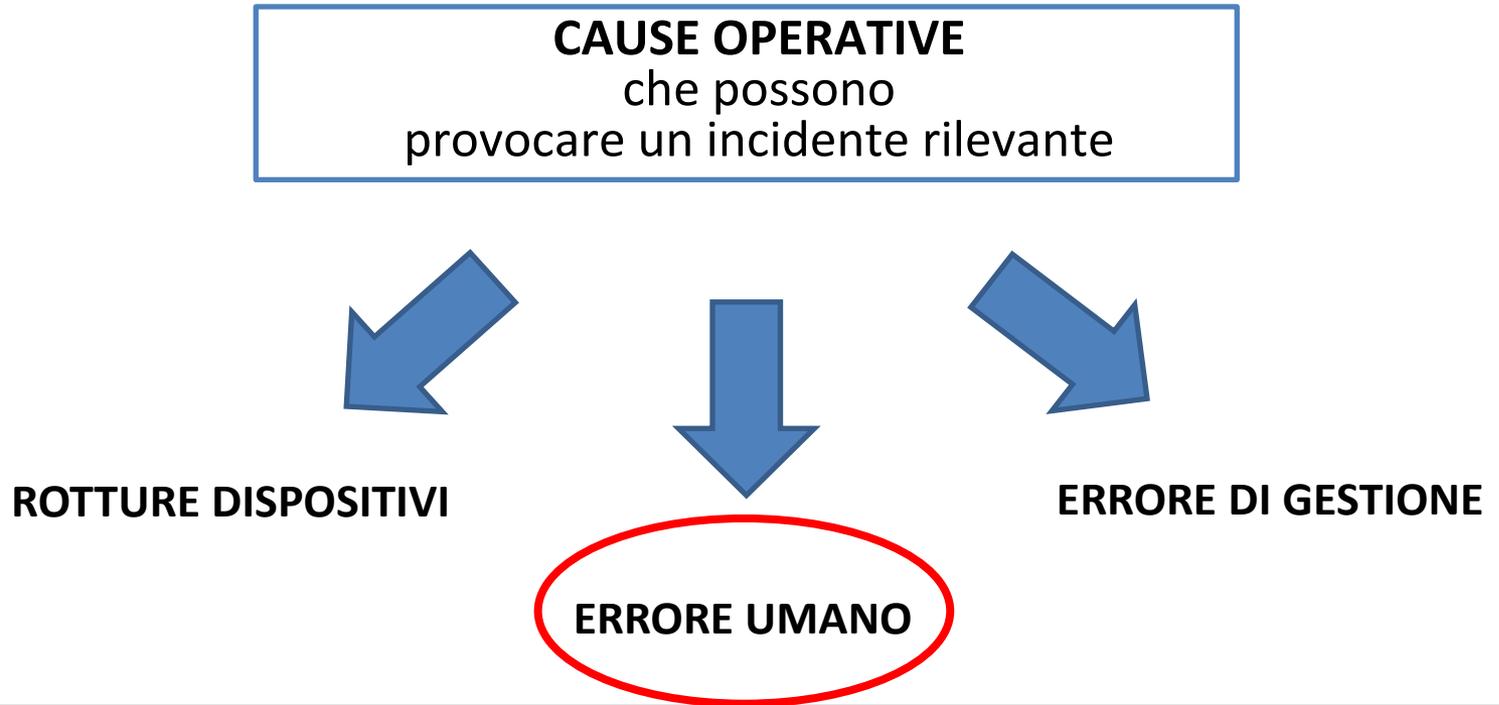


Per ognuna delle TRE sorgenti di rischio (tecnologica, gestionale–organizzativa, umana) esistono degli strumenti per l'analisi di sicurezza sia qualitativi (check-list; analisi what-if; analisi HAZOP; Tripod; Analisi delle Mansioni) sia quantitativi (FMEA; Fault-tree; Event-Tree; Jedi; Cream).

L'affidabilità di queste metodologie decresce progressivamente passando dalla sorgente tecnologica, a quella gestionale–organizzativa fino a quella umana. Per effettuare le analisi di rischio saranno inoltre necessari i dati intesi a chiarire le modalità di guasto e i ratei di guasto.

# Sorgenti di rischio e cause operative

www.stnr.it



Questa slide riprende e schematizza la precedente, in essa possiamo anticipare, rispetto alla slide successiva, che l'errore umano, tra le tre tipologie di errori riportati, risulta maggiormente imprevedibile. Se per le rotture dei dispositivi e gli errori di gestione esistono provvedimenti di prevenzione e protezione assodati come le manutenzioni, gli allarmi, i sistemi di gestione; lo stesso non si può dire per l'errore umano, che può essere gestito principalmente con l'organizzazione corretta del lavoro, l'informazione, la formazione e l'atteggiamento accorto dei lavoratori sul luogo di lavoro.

# Identificazione degli eventi iniziatori

Uno studio condotto a partire dalla banca dati **FACTS** su 216 eventi incidentali ha mostrato che:

Eventi iniziatori	%
Errori di progetto	1
Assemblaggio o costruzione difettosi	6
Procedure incorrette, inadeguate condizioni operative	6
Reazioni incontrollate, instabilità dei prodotti	7.5
Materiali non idonei	8.5
Malfunzionamento di allarmi, protezioni, reti di servizio	9.5
Errori di processo (sovrapressioni, sovrariempimenti)	26
Errori umani	32

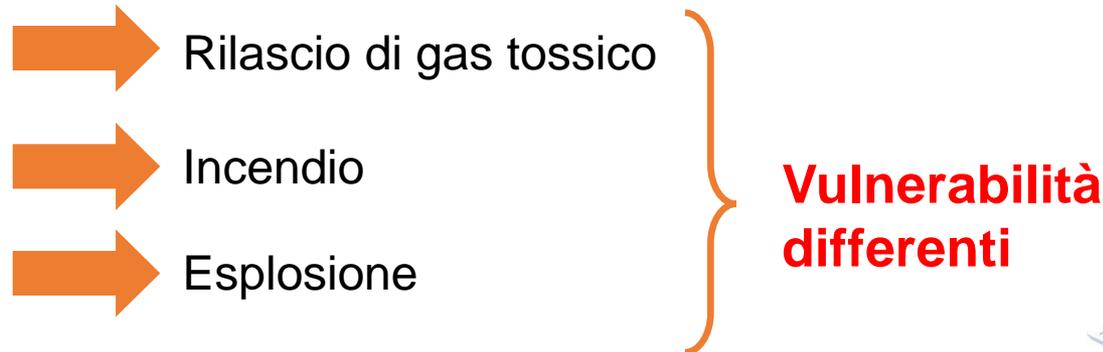
Per comprendere le cause di un incidente è necessario partire dagli eventi che ne hanno dato l'inizio.

La Banca dati FACTS contiene circa 16,000 incidenti industriali accaduti in tutto il mondo negli ultimi 60 anni. Le informazioni principali ivi contenute sono: tipo di attività, causa, data e luogo, tipologia dell'evento, unità di processo coinvolte, operazioni umane intraprese.

Da questo estratto si vede come gli errori umani, di processo ed i malfunzionamenti siano le più frequenti cause iniziatrici.

# Analisi delle conseguenze

Nel caso dell'**Analisi delle Conseguenze** sarà necessario distinguere le richieste di informazione in funzione della tipologia d'evento:



Questo perché a seconda della tipologia di incidente la vulnerabilità cambia sensibilmente. Nel **caso di rilascio di gas tossico** è necessario conoscere: L'intensità(magnitudo) della sorgente; I modelli di propagazione per l'inquinante; Condizioni meteo nell'intorno dell'insediamento produttivo. Nel **caso d'incendio** è necessario conoscere: L'intensità della sorgente; I modelli di variazione dell'illuminazione in funzione delle condizioni meteorologiche; Condizioni meteo. Nel **caso d'esplosione** è necessario conoscere: L'intensità dell'esplosione; I modelli di propagazione delle onde d'urto in funzione del grado di confinamento.

# Valutazione delle conseguenze

Per valutare anticipatamente le conseguenze è necessario simulare gli effetti conseguenti al rilascio di sostanze nocive, ad incendio o ad esplosione, affrontando 3 principali tematiche:

- ➔ **Effetti sorgente**: stoccaggio e modalità di rilascio, sezione di efflusso e quantità riversata.
- ➔ **Dispersione ambientale**: modalità di trasporto del contaminante nell'ambiente. Esposizione dell'individuo alla sostanza nociva.
- ➔ **Stima dei danni**: all'ambiente (uomo, flora e fauna) ed alle cose. Ustioni, traumi, intossicazioni.

La **valutazione degli effetti sorgente** nell'analisi del rischio di incidente rilevante focalizza l'attenzione sull'immissione nell'ambiente di contaminanti allo stato liquido o vapore, i quali possono diffondere espandendosi in pozze o nubi che vengono trasportate dal vento e/o dai moti convettivi atmosferici. La **valutazione della dispersione ambientale** tiene conto delle condizioni al contorno, delle proprietà chimico-fisiche e della tipologia del rilascio. Infine, nell'ambito della normativa italiana, **D.M. 9-mag-2011**, relativa all'analisi di **Rischio da Incidente Rilevante**, si richiede di individuare quattro aree di rischio circostanti l'impianto: alta letalità; inizio letalità; danni irreversibili; danni reversibili alle persone.

# Effetto domino $A \rightarrow B$ e $B \rightarrow A$



**Interazione  $A \rightarrow B$ :** sversamento di sostanze tossiche fluide in un corso d'acqua o nella falda sotterranea.

**Interazione  $B \rightarrow A$ :** esondazione di un corso d'acqua e dilavamento di sostanze chimiche stoccate.

Per quanto pertiene il rischio di incidente rilevante esiste sicuramente anche una possibilità di interazione tra siti produttivi limitrofi (interazione  $A \rightarrow A$ ).

Esiste inoltre una seconda possibilità di interazione tra eventi incidentali di tipologia differente (interazione  $A \rightarrow B$  o  $B \rightarrow A$ ) ad esempio tra rischio chimico industriale e rischio idrogeologico

# Effetto domino A→A



**Influenza diretta:** estensione di incendio o conseguenze dell'esplosione (frammenti, onda d'urto) dal sito incidentale a quello limitrofo.

**Influenza indiretta:** nube tossica rilasciata dal primo sito che può agire sugli operatori del secondo sito (controllabilità e gestione del secondo sito)

Nella fase di valutazione dei rischi da incidente rilevante è necessario considerare anche le possibili interazioni dello stabile a rischio con gli stabili circostanti e valutarne le probabilità di impatto, in relazione al tipo di incidente e alla vulnerabilità. Va considerato che l'effetto domino può presentarsi anche tra aziende limitrofe appartenenti a comuni diversi con le dovute implicazioni per il PEE.

# Probabilità e effetti degli eventi incidentali

**Incendi**



Radiazione termica

**Esplosioni**



Impulsi di pressione e ricaduta di frammenti

**Rilasci di sostanze infiammabili**



Concentrazione della sostanza in aria entro i campo di infiammabilità

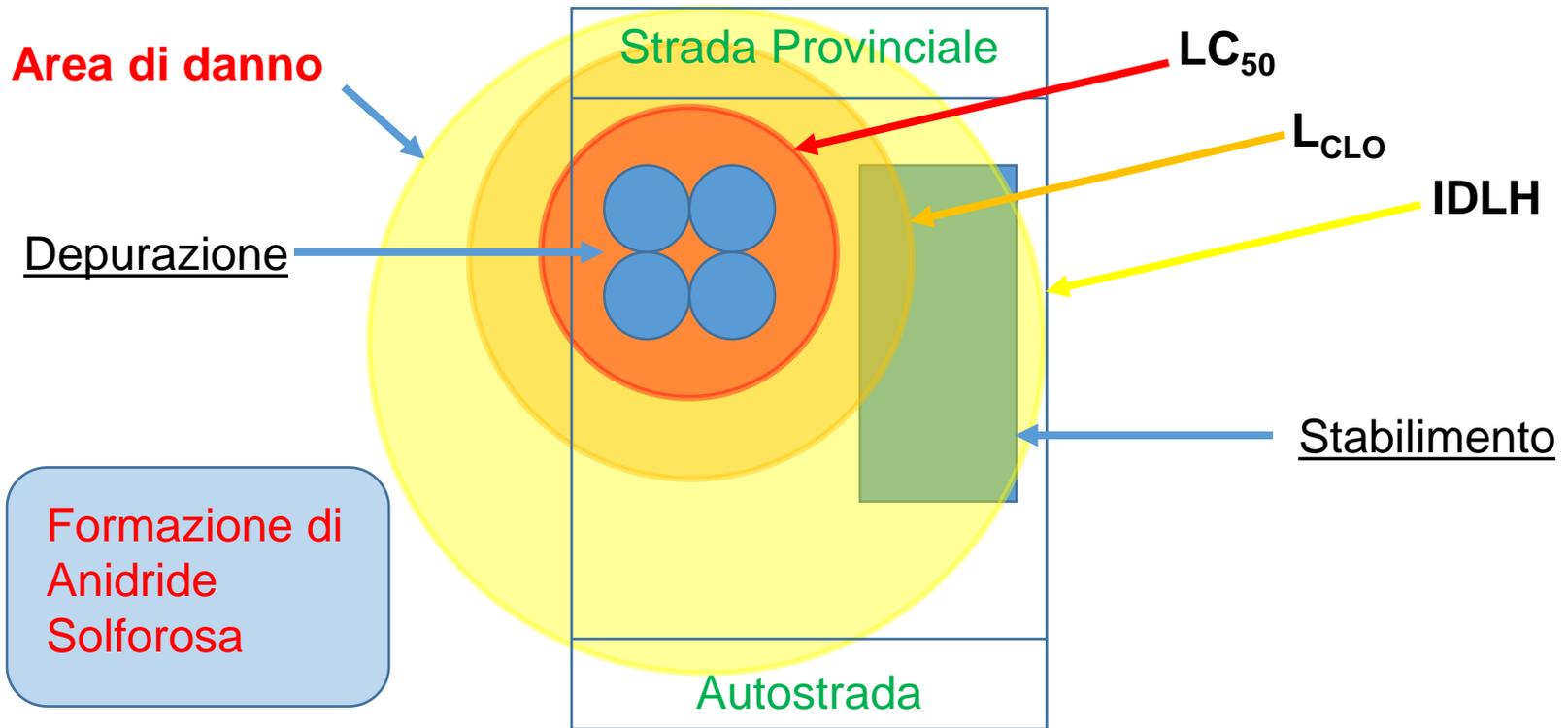
**Rilasci di sostanze tossiche**



Concentrazione della sostanza in aria entro i limiti di tossicità (LC<sub>50</sub> – IDLH – L<sub>clo</sub>)

Il livello atteso di probabilità dell'evento Evento potrà essere definito come **Evento molto probabile** se il suo verificarsi dipende da una sola anomalia e non esistono sistemi protettivi. Come **Evento probabile** in concomitanza di due anomalie elementari e senza sistemi preventivi. Come **Evento poco probabile** in concomitanza di due anomalie elementari, ma con sistemi preventivi. Come **Evento improbabile** in concomitanza di due anomalie elementari con sistemi preventivi abbondanti.

# Un esempio di scenario incidentale



La delimitazione delle zone di rischio può essere suddivisa in una **zona di sicuro impatto** (LC<sub>50</sub>) o soglia di elevata letalità immediatamente adiacente all'incidente. In una **zona di danno** (LCLO) o soglia delle lesioni irreversibili, esterna alla prima e caratterizzata da possibili danni, anche gravi ed irreversibili, per persone senza misure di autoprotezione. La terza è la **zona di attenzione** (IDLH) caratterizzata da possibili effetti lievi e danni reversibili.

# Analisi dei Rischi ed Esperienza Operativa nelle Aziende a Rischio di Incidente Rilevante

D.Lgs 105/15 e s.m.i.

Analisi incidentali e casi di studio

Modulo 4 Lezione 3 di 3

# L'importanza dell'investigazione incidentale



Attualmente ed ormai da diverso tempo, le attività a rischio di incidente rilevante sono gestite e controllate attraverso i **Sistemi di Gestione della Sicurezza (SGS)**. Proprio in tale quadro è particolarmente enfatizzato il ruolo primario associato all'investigazione incidentale.

È opinione condivisa e ben consolidata che il miglioramento e l'effettivo controllo gestionale sono possibili solo in presenza di un'efficace acquisizione e comprensione degli insegnamenti incidentali e, più in generale, degli eventi storici e dell'esperienza operativa.

# Individuazione dei Top Events

**TOP EVENT:** evento indesiderato del quale si vogliono individuare le cause e quantificarne la probabilità di accadimento



**Metodi qualitativi**



Alta – media –  
bassa probabilità



**Metodi quantitativi**



$P=10^{-x}$   
occasioni/anno



**Alberi di guasto**

I **metodi qualitativi** si basano sull'esperienza o sulla concordanza di esperti del settore e richiedono la qualificazione dell'evento sulla base di criteri di alta probabilità, probabilità, poca probabilità e improbabilità.

I **metodi quantitativi** assegnano agli eventi incidentali un valore probabilistico espresso in termini numerici per esempio  $P=10^{-2}$  occasioni/anno significa che ci si attende che l'evento incidentale accada una volta ogni 100 anni.

Gli **alberi di guasto** sono rappresentazioni grafiche delle relazioni logiche tra eventi, che saranno trattati più approfonditamente nelle prossime slides.

# Principi dell'Analisi post-incidentale



«Ciò che **non** viene segnalato non può essere **investigato**»

1

«Ciò che **non** è modificato non può essere **migliorato**»

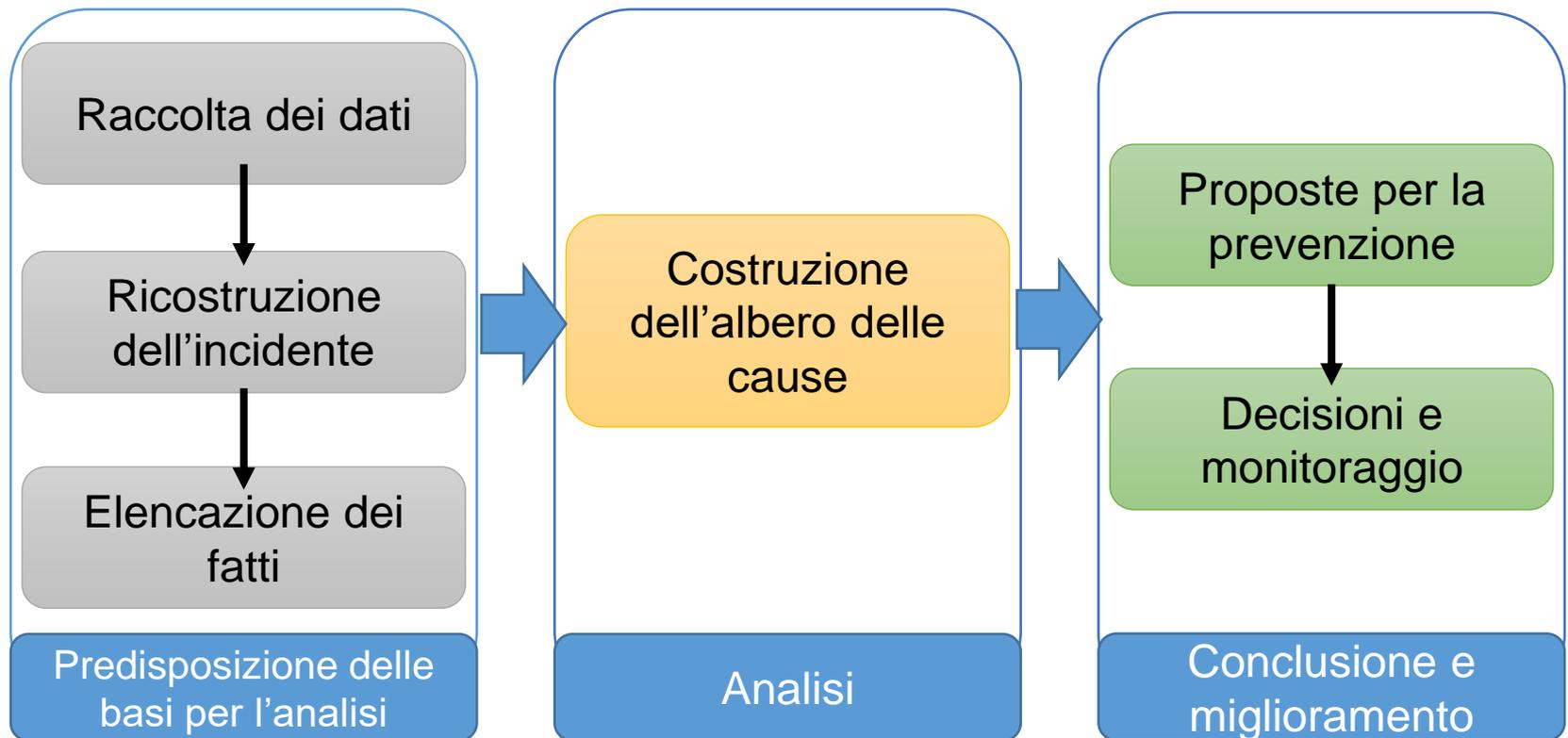
3

«Ciò che **non** è investigato non può essere **modificato**»

2

Anche l'analisi post-incidentale su i più piccoli eventi può portare a risultati positivi altamente significativi, in quanto il piccolo evento e il quasi-incidente possono essere rivelatori di carenze ed omissioni che, in altre circostanze, potrebbero portare a ben altre conseguenze. **Tuttavia, gli apprendimenti derivati dall'analisi post-incidentale potrebbero essere di scarsa utilità o addirittura fuorvianti se non fossero riportati in modo adeguato.** A questo fine, un rapporto d'analisi dovrebbe riportare in termini chiari e ordinati: la descrizione dei fatti; l'analisi dei fatti con l'indicazione delle cause; le conclusioni da trarre dall'analisi; le azioni correttive raccomandate.

# Fasi dell'analisi post-incidentale



A seguito di un incidente, quasi-incidente o anomalia con implicazioni per la sicurezza, la protezione dell'ambiente o la qualità, può essere decisa l'analisi dell'evento mediante la tecnica dell'Albero delle Cause.

La conduzione di un'analisi post-incidentale con l'utilizzo dell'Albero delle Cause deve essere effettuata secondo la seguente sequenza di azioni: raccolta dei dati; ricostruzione dell'incidente; elencazione dei fatti; costruzione dell'albero delle cause; proposte per la prevenzione; decisioni e monitoraggio.