VALUTAZIONE DI COMPLETEZZA DELL'ANALISI DI SICUREZZA CONDOTTA IN ALCUNE TIPOLOGIE DI STABILIMENTI A RISCHIO DI INCIDENTE RILEVANTE

Gianfranco CAPPONI – APAT / Servizio Rischio Industriale – cappg@apat.it

Fausta DELLI QUADRI – APAT / Servizio Rischio Industriale – delliquadri@apat.it

Valentina FERIANI – Stagista presso APAT / Servizio Rischio Industriale – feriani@apat.it

APAT – Dipartimento nucleare, rischio tecnologico e industriale – Servizio Rischio Industriale
via Vitaliano Brancati 48, 00144 Roma

PREMESSA

Il presente studio si inserisce nel quadro delle attività svolte dal Servizio Rischio Industriale del Dipartimento Nucleare Rischio Tecnologico Industriale dell'APAT, comprendente, tra l'altro, la definizione di modelli e di criteri utili nei processi di valutazione di Rapporti di Sicurezza relativi a stabilimenti soggetti alla Direttiva Seveso II.

Nell'ambito di tale attività è emersa la evidente necessità di elaborare linee guida e documentazione tecnica di orientamento per le Amministrazioni pubbliche impegnate, nel corso dell'Istruttoria tecnica, nella valutazione dell'analisi di rischio.

In tale contesto si inserisce il presente articolo, il quale prende spunto da un preliminare lavoro di analisi e confronto tra Rapporti di Sicurezza relativi ad un gruppo di stabilimenti della stessa tipologia (raffinerie).

Metodologia di studio ed articolazione del lavoro sono stati, così come impostati in questa fase di lavoro preliminare, ripresi e sviluppati nel presente lavoro relativo al caso specifico dei depositi di liquidi infiammabili e/o tossici, che si prefigge, in linea con la costante necessità di fornire un supporto tecnico agli organismi impegnati nelle Istruttorie, di fornire elementi, circa le modalità ed i criteri di approccio al problema, utilizzabili nel corso di tali attività. A ciò si aggiunge la prospettiva di futura ulteriore estensione del metodo fornito ad eventuali altre tipologie di stabilimenti/impianti di interesse.

Da tale input, i cui dettagli verranno descritti nel corpo dell'articolo, il presente lavoro si propone quindi l'obiettivo di delineare un approccio organico e sistematico per la valutazione delle analisi di rischio, nell'ambito delle attività di valutazione dei Rapporti di Sicurezza.

Sulla base dell'esperienza maturata nell'attività sopra menzionata per le raffinerie, e prendendo a riferimento il caso dei depositi di liquidi infiammabili e/o tossici, nel documento vengono esaminate le componenti tecnologiche critiche, ovvero quelle componenti che, come confermato da un approfondimento dell'analisi storica degli eventi incidentali, si sono rivelate essere determinanti nel verificarsi degli incidenti.

Dalla ricognizione dei dati storici e dall'esame che è stato effettuato circa le analisi di sicurezza riportate in alcuni Rapporti di Sicurezza significativi, viene giustificato e proposto un set "preliminare" di scenari incidentali da prendere in considerazione nell'analisi di rischio di impianti della tipologia considerata.

Dall'esame dei Rapporti di Sicurezza stessi è stato possibile ricavare ulteriori informazioni riguardanti le cause che possono determinare lo svilupparsi dell'incidente, gli effetti fisici possibili a seguito del rilascio e le stime dell'impatto sull'uomo, sull'ambiente e sulle strutture.

I dati raccolti sono stati organizzati in un documento unico, che può fornire degli elementi utili al giudizio della Analisi di rischio, e può orientare il valutatore in alcune importanti fasi, quale per esempio quella della individuazione dei fattori tecnici che necessitano ulteriori approfondimenti da parte del gestore per una corretta valutazione degli scenari incidentali di riferimento.

La metodologia di lavoro predisposta, basata principalmente sul documento ottenuto, sebbene applicata al caso specifico dei depositi di liquidi facilmente infiammabili e/o tossici, risulta tuttavia utilizzabile ed estendibile per l'analisi di altri tipi di impianto.

1. PROBLEMATICHE CONNESSE ALLA VALUTAZIONE DEI RDS

Gli impianti presi in considerazione nel presente studio sono quelli soggetti alla Direttiva Seveso II (Direttiva 96/82/CE) e al suo recepimento italiano, il D.Lgs.334/99.

In particolare ci si riferisce agli stabilimenti soggetti all'articolo 8 del presente Decreto. Mentre infatti per quelli soggetti agli altri articoli (5, 6, 7) l'analisi di rischio viene esaminata in base a considerazioni relative al caso in questione, per gli impianti regolamentati dall'articolo 8 essa deve essere sottoposta obbligatoriamente a valutazione da parte dell'Autorità Pubblica, attraverso la fase di Istruttoria Tecnica. In questo caso, l'analisi di rischio viene riportata all'interno di un preciso documento: il Rapporto di Sicurezza.

Il presente lavoro nasce in considerazione di alcune problematiche emerse dall'esperienza maturata in seno all'attività di Istruttoria Tecnica, già incontrate nel corso del preliminare e citato lavoro di raffronto tra rapporti di sicurezza di raffinerie, condotto in precedenza.

Essa ha messo in luce innanzitutto una mancanza di condivisione delle esperienze di valutazione. Queste vengono effettuate infatti caso per caso, in assenza di un confronto con esperienze precedenti. Proprio queste ultime potrebbero, al contrario, fornire elementi di riferimento utili per casi di impianti della stessa tipologia. La valutazione è affidata al valutatore stesso, il quale si basa principalmente sulla propria esperienza, non disponendo di un documento di riferimento, che possa fornire un termine di confronto. Tale soggettività insita nel processo di valutazione conduce, come conseguenza principale, ad una certa disomogeneità tra valutazioni di impianti simili, dovuta essenzialmente all'assenza di una metodologia unica di approccio. Questa dovrebbe fornire invece un supporto all'esaminatore anche nell'eventualità del riscontro di discrepanze tra Rapporti di Sicurezza relativi ad impianti di tipologia e dimensioni simili.

Se poi, alla disomogeneità presente nel processo di valutazione si aggiunge un modesto grado di congruenza, riscontrato nei rapporti di sicurezza analizzati sia nel caso iniziale delle raffinerie, sia nella successiva estensione ai depositi di liquidi infiammabili, si comprende come il problema di acquisizione di una metodologia unica di approccio alla attività di Istruttoria divenga ancor più critico.

Nel tentativo di affrontare tali problematiche, i criteri di seguito esposti considerano l'ipotesi dell'adozione di un riferimento unico, comune a tutti gli organi coinvolti nelle attività di valutazione e, in primo luogo, le ARPA, nei cui riguardi l'APAT svolge funzione di coordinamento ed indirizzo tecnico. Tale riferimento, basato principalmente sulla condivisione delle esperienze di valutazione, tenta di superare le eventuali incongruenze e disomogeneità emerse nelle valutazioni di stabilimenti simili.

2. ANALISI E CONFRONTO PRELIMINARE DI ALCUNI RDS RELATIVI A STABILIMENTI SIMILARI: IL CASO DELLE RAFFINERIE

Contenuto ed obiettivi

L'attività analitica e di confronto tra dati contenuti in diversi rapporti di sicurezza ha trovato la sua origine in una fase preliminare di lavoro condotta, nel 2002, su documenti tecnici di alcune raffinerie (tre) di petrolio localizzate su territorio nazionale.

Tale lavoro, condotto da un gruppo tecnico costituito da rappresentanti di differenti istituzioni nazionali e locali, anche coinvolte nel procedimento di Istruttoria Tecnica, era partito con l'obiettivo di esaminare i contenuti dei Rapporti di Sicurezza di alcune raffinerie, afferenti la parte dell'analisi di rischio, per fornire un supporto tecnico alle autorità di controllo coinvolte nelle attività di Istruttoria.

Il lavoro condotto sulle raffinerie si è sviluppato con un'analisi a tappeto dei dati relativi agli incidenti esaminati nei singoli RdS, ed un successivo confronto tra gli elementi corrispondenti individuati nei diversi stabilimenti, seguendo una metodologia di studio spiegata in dettaglio più avanti.

Nel corso del suo sviluppo, e come interessante risultato conseguito, lo studio ha evidenziato l'importanza del grado di congruenza ed omogeneità tra dati, informazioni, assunzioni e considerazioni connessi con le analisi di sicurezza esaminate, via via raccolti nella documentazione tecnica delle raffinerie. Sicchè l'esito dello studio ha fornito, in termini orientativi ed assolutamente preliminari, elementi di confronto tra rapporti di sicurezza appartenenti a stabilimenti simili, stimolando la comprensione di quanto le diversità riscontrate nel confronto possano essere plausibili o meno.

I dati forniti nei rapporti di sicurezza dovrebbero infatti, in linea teorica almeno, mostrare generalmente degli elementi di congruenza più o meno evidenti, riguardando stabilimenti ed impianti caratterizzati da una forte analogia e somiglianza di strutture e di processi, come nel caso esaminato. Tuttavia, la diversa origine dei RdS ed i molteplici gradi di libertà insiti nella scelta delle ipotesi di base e nell'assunzione dei parametri e dei termini di sorgente possono condurre, in molti casi, ad una serie di discordanze reciproche, che di fatto devono comunque poter essere giustificate con approfondimenti ed indagini successive sulle ipotesi di base adottate nei diversi stabilimenti considerati.

Da tali considerazioni nasce la necessità di "affrontare" le discordanze riscontrate, cercando le necessarie spiegazioni nonché giustificazioni che le sostengano: ciò implica uno stimolo immediato al dialogo ed al confronto diretto tra l'estensore del RdS ed il valutatore impegnato nell'Istruttoria.

L'ottenimento di un grado adeguato di omogeneità tra i dati dei RdS, nonché una adeguata giustificazione delle differenze, si rivelano in ogni caso necessarie per assicurare una significatività all'analisi di rischio affrontata dai singoli gestori di impianti simili, e per non incorrere, inoltre, ad una indebita penalizzazione di alcuni soggetti nei confronti di altri in fase di istruttoria condotta dalle Autorità Competenti.

L'importanza di tali aspetti si esalta considerando che, l'esigenza di una congruenza ed omogeneità nel metodo di conduzione delle analisi di sicurezza compiute dai singoli gestori, vale anche per stabilimenti soggetti ad Articolo 6 del D.Lgs. 334/99. Per questi, infatti, l'azione di omogeneizzazione diviene ancora più

forte, vista la mancanza di una fase esplicita di valutazione dei rapporti di sicurezza da parte di un Organo Tecnico competente.

L'utilità dell'analisi condotta in tale lavoro preliminare sulle raffinerie si manifesta su più fronti:

- come supporto tecnico per le autorità di controllo impegnate alle attività di istruttoria relative agli stabilimenti dell'area in esame;
- fornendo ai gestori la possibilità di confronto dei dati assunti nella propria realtà industriale con quelli relativi alle attività industriali analoghe, alla luce anche della necessità di predisporre un'analisi storica richiesta dal DPCM del 31 Marzo 1989 nella redazione del RdS;
- come stimolo al dialogo tecnico tra i soggetti coinvolti per la validazione del RdS (gestori e valutatori)
- come possibilità di collaborazione, non solo tra APAT, ARPA e CNVVF, ma anche tra i diversi organismi non tutti in precedenza coinvolti in simili complesse problematiche;
- come possibilità di integrazione di una rete informativa condivisa a livello nazionale, ad oggi mirata alla predisposizione di una banca dati incidentale, con le informazioni relative alle analisi di sicurezza effettuate per gli stabilimenti soggetti alla Seveso II.

Metodologia di studio

Le scelte, analisi e confronto effettuati sono relativi, come detto, a dati estrapolati da alcuni rapporti di sicurezza di raffinerie di petrolio presenti sul territorio nazionale; in particolare:

- 1) I rapporti di sicurezza sono stati consultati e confrontati in maniera approfondita grazie anche al supporto tecnico delle ARPA e dei CTR, da cui sono emersi notevoli spunti di discussione congiunta ai fini del completamento delle Istruttorie in corso
- 2) La tipologia dei dati raccolti, in riferimento anche ai contenuti dei rapporti di sicurezza, ai sensi del DPCM 31/3/89, è relativa a ipotesi di base ed assunzioni fatte in fase di analisi di sicurezza
- 3) La modalità di confronto dei dati individuati è stata realizzata su formato tabulare, ove sono stati raccolti i dati corrispondenti ai diversi stabilimenti, al fine di consentire una rapida visualizzazione delle differenze riscontrabili, sia per ogni singolo evento, sia a livello superiore per ogni singolo impianto. In particolare si è cercato di distinguere gli eventi ritenuti credibili da quelli non soggetti invece ad una successiva stima delle conseguenze.
- 4) Il raffronto effettuato in dettaglio per ognuna delle tipologie di dati di interesse ha consentito di trarre gli elementi richiesti (analogie e discordanze) per la finalità dello studio.

Metodologia di confronto e criticità assegnate

Per il confronto tra gli eventi incidentali considerati nelle diverse raffinerie sono stati, in sintesi, seguiti gli step elencati:

- identificazione delle ipotesi di lavoro considerate da ogni raffineria, tra cui:
 - la **tipologia degli scenari incidentali** considerati
 - la **geometria dei rilasci** relativi agli eventi incidentali;
 - i **tempi di intervento** considerati necessari per il blocco delle perdite;
 - la **tipologia dei modelli di calcolo** utilizzati per la simulazione degli effetti;
 - le **probabilità di innesco** considerate in riferimento all'entità del rilascio;
 - le **condizioni meteorologiche** assunte per i modelli di simulazione adottati al fine della stima delle conseguenze degli scenari incidentali ipotizzati;
- schematizzazione (su apposito format) delle ipotesi incidentali associate alle diverse unità impiantistiche, al fine di facilitare il confronto tra gli scenari simili, per l'evidenziazione, e l'opportuna distinzione, dei seguenti elementi:
 - sezione di impianto ove si ipotizza l'evento
 - tipologia di evento
 - frequenza di accadimento
 - distanze di danno per i diversi scenari.
- confronto degli eventi di ogni sezione, con particolare attenzione a quelli presenti in tutte le raffinerie in esame e con raggi di danno esplicitati, con analisi degli scenari individuati, dei relativi raggi di danno e frequenze, ed estrapolazione degli elementi di analogia o di differenza significativa individuabili;
- individuazione degli scenari maggiormente frequenti per ogni stabilimento;
- raffronto con l'eventuale esperienza storica disponibile.

Per un approfondimento e completamento del confronto, ai fini di una ricerca a monte delle motivazioni sugli esiti dello studio effettuato, è stato predisposto un ulteriore format contenente i dati preliminari direttamente connessi con l'analisi di sicurezza, come le cause iniziali identificate per ogni evento, le ipotesi di base, i termini di sorgente.

Il collegamento logico tra i due format ha consentito di completare il raffronto tra le analisi di sicurezza effettuate per le raffinerie.

Nelle tabelle A e B si riporta stralci esemplificativi dei tabulati di confronto contenenti i dati estratti dai rapporti di sicurezza di tre raffinerie esaminate. Gli stralci si riferiscono all'unità vacuum, e si compongono di 2 parti: una tabella A contenente i dati su scenari, frequenze di accadimento ed effetti degli eventi analizzati, ed una tabella B contenente dati sulle cause iniziatrici ed i termini di sorgente degli eventi stessi. Sono evidenziate le informazioni in parallelo per le tre raffinerie, nonché eventuali commenti sulle discrasie riscontrate.

Alcune conclusioni e commenti

Le risultanze ottenute da questo lavoro di confronto consentono di sottolineare alcuni aspetti di seguito sintetizzati:

- Sono emerse delle differenze di approccio nella fase di individuazione delle ipotesi incidentali per le diverse sezioni impiantistiche analizzate. Le raffinerie, pur utilizzando le stesse tecniche di indagine (sostanzialmente Hazop) su attrezzature ed impianti in linea di massima analoghi, hanno ottenuto differenti insiemi di eventi incidentali, dal punto di vista quantitativo e spesso anche qualitativo
- Il confronto, laddove possibile e significativo, delle distanze di danno calcolate, ha mostrato frequenti disomogeneità per eventi similari. Spesso si riscontrano differenze di notevole entità sulle distanze di danno associate ad irraggiamento e dispersione tossica. Ovviamente ciò in relazione prevalentemente alle diverse ipotesi di base avanzate e condizioni di rilascio fornite in input ai programmi di calcolo, come evidenziato nelle tabelle costruite ad hoc, per consentire questo tipo di confronto.
- Per alcuni eventi, mediante l'esame dei format elaborati, è stato possibile un confronto sia delle cause che delle condizioni di rilascio, necessario per supportare ed ulteriormente commentare le disomogeneità affiorate dall'esame della tabella degli eventi. In molti casi sono state riscontrate condizioni di rilascio notevolmente differenti, in modo particolare per la pressione e la portata di rilascio, in grado di giustificare le diversità di distanze di danno riscontrate per gli scenari proposti.
- Nelle tabelle si nota spesso come lo stesso evento, con raggi di danno comparabili, sia stato diversamente considerato dalle raffinerie relativamente a possibili effetti domino su aree limitrofe o esterne.
- Si riconosce un tentativo, da parte dei gestori, di ricerca di una connessione tra le distanze di danno individuate per ogni scenario e l'effetto domino provocato dallo stesso. Tuttavia si rileva una evidente incompletezza della trattazione, dovuta alla mancata considerazione delle possibili interazioni tra i diversi top-events studiati in fase di analisi di sicurezza, delle conseguenti variazioni delle relative frequenze di accadimento, di potenziali riflessi di incidenti in stabilimenti limitrofi e infine degli eventuali effetti di cause esterne iniziatrici (sisma, vento, fulmine, esplosioni esterne, ecc).

Quanto sopra evidenziato sottolinea la necessità di miglioramento del confronto tra i soggetti coinvolti in tutte le fasi di stesura, controllo, analisi e validazione dei rapporti di sicurezza.

Tabella A - Unità VACUUM

Raffineria 1			Raffineria 2			Raffineria 3			note																																					
N° top event/n° ipotesi: 2/8			N° top event/n° ipotesi: 3/3			N° top event/n° ipotesi: 6/9																																								
N°	Top event	freq	Raggio danno	Top event	freq	Raggio danno	Top event	freq	Raggio danno																																					
POMPE																																														
1	rott tenuta mecc pompa alimentaz forno, ril residuo atm in condiz di autoaccens da tenuta mecc pompa	2,7x10 ⁻⁴	POOLFIRE <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">kW/ m²</th> <th colspan="2">Dist (m)</th> </tr> <tr> <th>2 m/s</th> <th>5 m/s</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>12,5</td> <td>28</td> <td>33</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>35</td> <td>38</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>39</td> <td>39</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>46</td> <td>46</td> </tr> </tbody> </table>	kW/ m ²	Dist (m)		2 m/s	5 m/s	12,5	28	33	7	35	38	5	39	39	3	46	46							rott tenuta mecc pompa centrif adibita allo smaltim livello fondo colonna vacuum, ril olio comb RILASCIO <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">kW/ m²</th> <th colspan="2">Dist (m)</th> </tr> <tr> <th>2 F</th> <th>5 D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>12,5</td> <td>16</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>26</td> <td>31</td> </tr> </tbody> </table>	kW/ m ²	Dist (m)		2 F	5 D	12,5	16	13	5	26	31	- I casi presentati non sono perfettam analoghi, poiché non è la stessa pompa, né la sostanza è la stessa, ma la dinamica è confrontabile - frequenze differenti ed elevate - scenario non ben specificato da 3 - Distanze poco confrontabili. 1 presenta minore distanza di irraggiamento. A 28 m presenta elevata letalità, quando 3 presenta lesioni irreversibili. Probabilm dipende da diversità di sostanza coinvolta. - Evento con frequenza non indifferente, non ipotizzato da 2							
kW/ m ²	Dist (m)																																													
	2 m/s	5 m/s																																												
12,5	28	33																																												
7	35	38																																												
5	39	39																																												
3	46	46																																												
kW/ m ²	Dist (m)																																													
	2 F	5 D																																												
12,5	16	13																																												
5	26	31																																												
SCAMBIATORI																																														
2	sovraT lato mantello scamb preriscald carica di residuo al forno	1,8x10 ⁻³	Shock termici scambiatori preriscald carica, ril olio pesante da tubaz in uscita scamb	2,1x10 ⁻³	DISP NUBE INFIAMMABILE <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Sogl</th> <th colspan="2">m</th> </tr> <tr> <th>2F</th> <th>5D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LFL</td> <td>20</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>½ LFL</td> <td>40</td> <td>40</td> </tr> </tbody> </table> POOLFIRE <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">kW/ m²</th> <th>m 2F</th> <th>m 5D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>37,5</td> <td>11</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td>12,5</td> <td>14</td> <td>19</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>30</td> <td>40</td> </tr> </tbody> </table>	Sogl	m		2F	5D	LFL	20	20	½ LFL	40	40	kW/ m ²	m 2F	m 5D	37,5	11	11	12,5	14	19	5	30	40	sovraT/sovraP treno scambio termico principale, ril olio combustibile da acc flang tra distributore e piastra tubiera	6,7x10 ⁻³	POOLFIRE <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">kW/ m²</th> <th colspan="2">Dist (m)</th> </tr> <tr> <th>2 F</th> <th>5 D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>37,5</td> <td>7</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>12,5</td> <td>14</td> <td>17</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>19</td> <td>21</td> </tr> </tbody> </table>	kW/ m ²	Dist (m)		2 F	5 D	37,5	7	7	12,5	14	17	5	19	21	- frequenze e raggi confrontabili; - per 3 si evince minore distanza dell' rraggiam, che raggiunge i valori di lesioni irrev a 21 m, contro i 40 di 2, a parità di cond atm - 1 non analizza l'evento, pur presentando un'alta frequenza; non ipotizza rilascio - 2 parla di nube di grandi dim e di grossa portata, pur trattandosi di olio pesante: dimens nube esagerate - Viste le condiz confrontabili si rileva diverso approccio; 3 non considera formaz nube
Sogl	m																																													
	2F	5D																																												
LFL	20	20																																												
½ LFL	40	40																																												
kW/ m ²	m 2F	m 5D																																												
	37,5	11	11																																											
12,5	14	19																																												
5	30	40																																												
kW/ m ²	Dist (m)																																													
	2 F	5 D																																												
37,5	7	7																																												
12,5	14	17																																												
5	19	21																																												

Raffineria 1			Raffineria 2			Raffineria 3			note																								
N° top event/n° ipotesi: 2/8			N° top event/n° ipotesi: 3/3			N° top event/n° ipotesi: 6/9																											
Top event	freq	Raggio danno	Top event	freq	Raggio danno	Top event	freq	Raggio danno																									
FORNO																																	
3	Surriscaldam serpentini forno posto tra il treno di preriscaldamento grezzo e la colonna distillaz	$8,9 \times 10^{-5}$		Surriscaldam coils forni preriscaldamento carica imp, ril olio residuo in camera combust per rottura coils	$4,7 \times 10^{-4}$	Probabile incendio di breve durata che potrebbe portare anche al collasso del forno. - fermata pompe di fondo col del topping che alimentano il forno e/o chiusura FRC alimentaz, con mancanza carica forno che, in caso di mancato intervento delle protezioni, porta al collasso dei serpentini: si ritiene che la durata dell'eventuale incendio sia piuttosto bassa; non è atteso irraggiamento rilevante sulle apparecchiature circostanti - degrado serpentini per altissima temperatura per formazione di depositi di coke sulla parete dei serpentini: si assume una durata di ril di 10'; il fluido che esce non riesce a bruciare completamente nella camera di combustione	Rottura serpentino forno di preriscaldamento per sollecitazione termomeccanica, ril prodotto in camera combustione	$2,8 \times 10^{-6}$		- Differenze di frequenze e di criticità; 1 ed 3 non sviluppano scenari - 2 fa solo trattativa qualitativa, ma mancano le distanze di danno																							
4	Formazione misc esplosiva camera combustione forno appena spento	$1,4 \times 10^{-7}$		Formazione misc esplosiva camera combustione forni preriscaldamento carica vacuum, ril olio combustibile da acc flangia transfer forno	$9,6 \times 10^{-8}$	DISPERSIONE <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Soglia</th> <th colspan="2">Dist (m)</th> </tr> <tr> <th>2F</th> <th>5D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LFL</td> <td>13</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>1/2 LFL</td> <td>18</td> <td>8</td> </tr> </tbody> </table> INCENDIO <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>kW/m²</th> <th>m 2F</th> <th>m 5D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>37,5</td> <td>7</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>12,5</td> <td>14</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>35</td> <td>45</td> </tr> </tbody> </table>	Soglia	Dist (m)		2F	5D	LFL	13	5	1/2 LFL	18	8	kW/m ²	m 2F	m 5D	37,5	7	7	12,5	14	18	5	35	45	Formazione misc esplosiva camera combustione forni per tra filamento gas a forno spento	$2,6 \times 10^{-18}$	ESPLOSIONE SEMICONFINATA Irraggiamento, proiezione frammenti, danni nelle immediate vicinanze	- notevoli differenze di frequenze. Quella di 3 è improponibile, eppure è stata fatta trattativa qualitativa - evento non analizzato da 1 nonostante questo presenti la frequenza maggiore - 2 e 3 studiano le conseguenze, nonostante le bassissime frequenze
Soglia	Dist (m)																																
	2F	5D																															
LFL	13	5																															
1/2 LFL	18	8																															
kW/m ²	m 2F	m 5D																															
37,5	7	7																															
12,5	14	18																															
5	35	45																															

Raffineria 1			Raffineria 2			Raffineria 3			note												
N° top event/n° ipotesi: 2/8			N° top event/n° ipotesi: 3/3			N° top event/n° ipotesi: 6/9															
Top event	freq	Raggio danno	Top event	freq	Raggio danno	Top event	freq	Raggio danno													
6	Arrivo HC leggeri liq ai bruciatori fuel gas forno $3,9 \times 10^{-4}$					Percolam forn, expl collettore d'aria alimentaz forno per arrivo liq infiamm (benzina o butano) ai bruc arrivo liq infiamm al forno attrav linee bruciatori gas per sovrariempim accumulatore di raccolta prodotti di testa colonna vuoto, incendio per percolam liq sulla platea forno SPLIT GOF	$1,1 \times 10^{-2}$ $3,2 \times 10^{-4}$	Esplosione nel collettore incendio	- Gli eventi rientrano nel cut-off ma non sono analizzati - Freq molto alta per 3, che fa solo trattaz qualitativa. Mancano le distanze di danno - 2 non si pronuncia, anche se l'evento ricorre nell'analisi storica												
7						SovraP camera comb forno prerisc carica, ril prod di comb da 'casing' forno	$2,8 \times 10^{-3}$	Ril fumi caldi da portine spia bruciatori, pericolo operatori nelle immediate vicinanze	Eventi analizzati solo da 3												
COLONNA																					
9	sovrP colonna distillaz sottovuoto, ril gas da guardia idraulica sezione vuoto $7,3 \times 10^{-3}$	FLASHFIRE $\frac{1}{2}$ LFL : 32 m DISPERSIONE Ril vap tossici (H ₂ S) Il ril non comporta conseg significative in consideraz della limitata presenza di H ₂ S nel prodotto rilasciato e dell'altezza a cui avviene il rilascio				sovrP colonna vuoto per mancata condensaz vapori testa, ril gas tossico sovrP col vuoto split GOFIN, ril gas tossico (H ₂ S) da acc flang su guardia idraulica	$3,3 \times 10^{-6}$ $3,2 \times 10^{-2}$	RILASCIO TOSSICO <table border="1"> <thead> <tr> <th>soglia</th> <th colspan="2">Dist (m)</th> </tr> <tr> <td></td> <td>2F</td> <td>5D</td> </tr> <tr> <td>LC₅₀</td> <td>--</td> <td>--</td> </tr> <tr> <td>IDLH</td> <td>25</td> <td>--</td> </tr> </thead> </table>	soglia	Dist (m)			2F	5D	LC ₅₀	--	--	IDLH	25	--	- Notevoli differenze di frequenze. - Evento non ipotizzato da 2. 2 non consid incid sulla colonna a vuoto. - Gli eventi rientrano nel cut-off ma non sono analizzati - 1 non dà raggi di danno per il rilascio tossico.
soglia	Dist (m)																				
	2F	5D																			
LC ₅₀	--	--																			
IDLH	25	--																			

Tabella B - Unità VACUUM

Raffineria 1			Raffineria 2			Raffineria 3			note
evento	cause	Hp di base	evento	cause	Hp di base	cause	Hp di base	Raggio danno	
1 rott tenuta mecc pompa alimentaz forno, ril residuo atm in condii di autoaccens da tenuta mecc pompa	<ul style="list-style-type: none"> - Arresto pompa e conseq mancanza prodotto in aspiraz pompa - malfunz controllore PIC con apertura valv regolazione e conseguente sovraP sull'aspirazione pompa 	<ul style="list-style-type: none"> - Ø linea: 0,15 m - Quota di ril: 1 m - P ril: 33 bar - T ril: 350°C - t intervento: 5' - Q ril: 15 Kg/s - Ø pozza non conf 19m 				rott tenuta mecc pompa centrif adibita allo smaltim livello fondo colonna vacuum, ril olio comb	<p>Il problema risale a:</p> <ul style="list-style-type: none"> - problemi qualità tenuta in funz del tempo di impiego - cattiva manutenzione - usura fisiologica tenuta - problemi di esercizio (avviam errati, cavitaz frequenti per regolaz non funzionanti, sollecitaz termomeccaniche anomale per arresti improvvisi, ecc) 	<ul style="list-style-type: none"> - Ø linea: 0,1 m - Luce effl: 0,6 mm - P ril: 18 bar - T ril: 380°C - t intervento: 10' - Q ril: 6000 Kg - Durata inc: 10' 	<ul style="list-style-type: none"> - Caratteristiche del ril molto simili - 3 fa trattaz qualitativa delle cause. - 2 non considera le cause di 3 pur avendo queste freq maggiore
2 sovraT lato mantello scamb periscald carica di residuo al forno	<ul style="list-style-type: none"> - malfunz controllore TIC con chiusura valv regolazione a 3 vie lato bypass scambiatore 		Shock termici scambiatori periscald carica, ril olio pesante da tubaz in uscita scamb	<p>Mancanza fluido riscaldato:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Arresto pompa di carica per guasto mecc o mancanza EE al motore - Guasto in chiusura FCV o relativo regolatore <p>Mancanza fluido riscaldante:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Arresto pompa estraz prodotto di fondo col per guasto mecc o per mancanza EE al motore - Guasto in chiusura LCV regolatrice livello fondo col, opp guasto del relativo controllore di livello <p>SovraT fluido riscaldante</p> <ul style="list-style-type: none"> - Arresto pompa estraz prodotto stripper per guasto mecc o mancanza EE al motore 	<ul style="list-style-type: none"> - Ø linea: 0,2 m - P ril: 16 bar - T ril: 250°C - t intervento: 15' - Q ril: 6 Kg/s 	sovraT/sovraP treno scambio termico principale, ril olio combustibile da acc flang tra distributore e piastra tubiera	<p>Sovratemperatura per mancanza fluido riscaldato:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Arresto prolungato pompa di carica e mancato avviamto pompa di riserva - Cavitaz stessa pompa per svuotam accumulatore per chiusura impropria valv di regolaz LCV o arresto pompa da stoccaggio o guasto chiusura FCV asservita allo st1 LC, che regola l'afflusso di residuo caldo da fondo col topping <p>Shock termico per mancanza fluido riscaldante:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Arresto pompa estraz fondo colonna e mancato avviam automatico riserva - Cavitazione stessa pompa per mancanza livello sul fondo - Chiusura impropria valv LCV prodotto fondo colonna <p>Incremento anomalo di T fluido riscaldante:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Guasto chiusura loop regolaz TC FCV che regola l'afflusso di residuo a T inferiore, risp all'estrazione, sul fondo della torre di vuoto in maniera da ridurre la T fondo, per evitare formaz coke <p>SovraP:</p> <ul style="list-style-type: none"> - improponibile 	<ul style="list-style-type: none"> - Ø linea: 0,2m - P ril: 22 bar - T ril: 350°C - t intervento: 5' - Q ril: 2,4 Kg/s <p>- Ø fiamma: 7 m</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Analogia di cause - Condiz ril confrontabili - Notevole diff di portate - 3, pur con T e P più elevate, non considera nube
3 Surriscaldam serpentini forno posto tra il treno di preriscald grezzo e la colonna distillaz	<ul style="list-style-type: none"> - mancanza carica per arresto pompa - malfunzionam di 1 dei 6 controllori a fca con chiusura valv regolaz - malfunz controllore TIC con apertura valv regolazione 		Surriscaldam coils forni periscald carica imp, ril olio residuo in camera comb per rottura coils	<p>Mancanza flusso forni:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Arresto pompa di estraz prod fondo colonna principale topping per guasto mecc o mancanza EE al motore, opp: <p>ecc1 di combustibile ai bruciatori:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Guasto in apertura TCV regolatrice F gas combustibile ai bruciatori, opp guasto del relativo controllore di T a cui la valv è asservita, opp 	<ul style="list-style-type: none"> - t intervento: 10' 	Rottura serpent forno di periscald per sollecitaz termomecc, ril prodotto in camera comb	<ul style="list-style-type: none"> - guasto chiusura di una delle 8 valv distribuz flusso all'interno del forno FCV o del relativo regolatore - guasto chiusura di una delle 8 valv che regolano l'afflusso del vap surriscald di flussaggio proprio al passo dove è mancata l'alimentazione - arresto contemp pompe di carica e mancato avviam della singola riserva 		

Raffineria 1			Raffineria 2			Raffineria 3			note
evento	cause	Hp di base	evento	cause	Hp di base	cause	Hp di base	Raggio danno	
4 Formaz mix espl camera combust forno appena spento	<ul style="list-style-type: none"> - trfilam valv blocco piloti e bruciatori - malfunzionam del TIC con chiusura valv regolazione - guasto valv regolaz fuel gas - chiusura spuria valv blocco piloti e bruciatori 		Formaz mix espl camera combust forni preriscaldamento carica vacuum, ril olio combustibile da acc flang transfer forno	<p>Per afflusso gas nelle camere di comb forno spentosi per failure della strumentaz di controllo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - spegnim bruciatori pilota per guasto chiusura valv PCV, opp guasto relativo controllore, e contemporaneo: - spegnim bruciatori offgas per ostruz o intasam del rompifiamma a valle del KO drum - spegnim bruciatori a gas per guasto contemp chiusura valv TCV che regolano F gas comb ai bruciatori o per guasto dei relativi controllori, opp guasto chiusura PCV che controlla la P al KO drum <p>per afflusso gas nella camera comb a forno spentosi per intervento protezioni relative alla sovraT linea transfer:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ipotesi 1, e contemporaneo: - spegnim bruciatori pilota per guasto chiusura valv riduttrice di P PCV, opp guasto relativo regolatore, e contemp: - spegnim bruciatori offgas per ostruz o intasam del rompifiamma a valle del KO drum 	<ul style="list-style-type: none"> - Ø linea: 0,9 m - P ril: 1 bar - T ril: 420°C - t intervento: 15' - Q ril: 2,3 Kg/s - Ø pozza conf 	Formaz mix espl camera combust forni per tra filamento gas a forno spento	<ul style="list-style-type: none"> - Mancanza fiamma per spegnim bruciatori pilota e contemporaneo spegnim bruciatori gas comb, gas off e olio comb, attivato da uno di blocchi - Presenza di innesco per presenza di punti caldi tali da innescare eventuale nube 	Trattaz qualitativa	
6 Arrivo HC leggeri liq ai bruciatori fuel gas forno	<ul style="list-style-type: none"> - trasciam hc LIQ dagli stream produttori di fuel gas - condensaz in linea per mancanza di riscaldamento 					<p>Percolam forn, expl collettore d'aria alim forno per arrivo liq infiamm (benzina o butano) ai bruc</p> <p>arrivo liq inf al forno attrav linee bruciatori gas per sovrariemp accumulatore di raccolta prodotti di testa colonna vuoto, incendio per percolam liq sulla platea forno SPLIT GOF</p>	<ul style="list-style-type: none"> - arresto pompa estraz HC dal drum e contemp mancato avviam pompa riserva - guasto chiusura valv regolaz LCV livello HC nel drum o guasto relativo regolatore - guasto livellostato alta LSH che attiva la pompa estraz HC opp guasto della stessa pompa e mancato avviam pompa riserva 	Trattaz qualitativa	

	Raffineria 1			Raffineria 2			Raffineria 3			note
	evento	cause	Hp di base	evento	cause	Hp di base	cause	Hp di base	Raggio danno	
7							SovraP camera comb forno prerisc carica, ril prod di comb			
9	sovraP colonna distillaz sottovuoto	<ul style="list-style-type: none"> - mancata estraz gasolio leggero dal separatore per arresto pompa - malfunz LIC con chiusura valv regolaz gasolio leggero prodotto - mancata condensaz per arresto pompe acqua di raffreddam - mancato riflusso per arresto pompa - malfunzionam LIC con apertura valv regolaz - malfunzionam TIC con chiusura valv regolaz 	<ul style="list-style-type: none"> - Ø linea: 0,05 m - Luce effl: 2 mm - Quota di ril: 50 m - P ril: 2 bar - T ril: 130°C - t intervento: 10' - Q ril: 0,5 Kg/s 				sopraP colonna vuoto per mancata condensaz vapori testa, ril gas tossico sopraP col vuoto split GOFIN, ril gas tossico (H ₂ S) da acc flang su guardia idraulica	<ul style="list-style-type: none"> - Mancanza acqua raffreddam ai refrigeranti di testa con conseguente scatto PSV opp riduz P vapore motore agli eiettori, opp errore manovra nell'esclusione gruppo di eiettori - Blocco chiusura valv PCV regolat P del recipiente condensatore scarico PSV, o guasto regolatore P a cui la valv è asservita - Guasto chiusura valv blocco del gasoff ai bruciatori forno - Eccessiva qtà di leggeri in colonna per: <ul style="list-style-type: none"> o Guasto chiusura FCV che regola vap strippaggio colonna o guasto controllore o Guasto apertura FCV che regola il flusso in colonna, o guasto relativo controllore o Guasto apertura FCV circuito pumparound o guasto sist regolaz a cui la valv è asservita - SovraT forno per: <ul style="list-style-type: none"> o Guasto apertura PCV regolatrice gas combustibile, opp guasto sist regolaz - Interv operativo per la chiusura valv blocco RBV degli in condensabili al forno 	<ul style="list-style-type: none"> - Ø linea: 0,25m - P ril: 1 bar - T ril: 80°C - t intervento: 5' - Q ril: 0,04 Kg/s 	Condiz di base 1 più critiche, dovrebbero dar luogo a ril tossico maggiore di 3. Potrebbe essere giustificato dall'alta quota (50m) con effetto disperdente. 3 non specifica la quota

3. SVILUPPO DI UN METODO DI VALUTAZIONE

Nel presente capitolo viene strutturato e presentato un approccio sistematico, che ha avuto origine dalla metodologia di studio descritta nel precedente paragrafo, ed è stato sviluppato sulla base dell'esperienza effettuata riguardo ai Depositi di liquidi facilmente infiammabili e/o tossici.

L'Analisi di sicurezza, nel corso della quale vengono individuati ed analizzati i potenziali eventi incidentali e le loro conseguenze, consente la comprensione delle considerazioni tecniche che hanno portato all'individuazione, da parte del gestore dell'impianto, degli scenari incidentali di riferimento rappresentativi delle condizioni di rischio "prevedibili" per lo stabilimento esaminato.

La definizione degli scenari incidentali richiede la conoscenza ed il calcolo di un insieme di dati, quali ad esempio:

- le caratteristiche chimico-fisiche della sostanza coinvolta e le sue condizioni di stoccaggio;
- il termine sorgente (portata, durata del rilascio e condizioni della sostanza dopo il rilascio);
- la diffusione della sostanza nello spazio circostante;
- l'analisi e la valutazione degli effetti fisici possibili a seguito del rilascio;
- la stima dell'impatto sull'uomo, sull'ambiente e sulle strutture.

Un problema di importanza fondamentale riguarda l'attendibilità dei risultati dell'analisi di sicurezza, in quanto proprio su tali risultati si basano le decisioni sulle precauzioni impiantistiche da adottare, sulle eventuali modifiche da apportare all'impianto, sulle misure di emergenza da adottare in caso di incidente e le misure di pianificazione e protezione del territorio.

Si comprende a questo punto l'importanza assunta dalla verifica di tale documento, attività all'interno della quale il valutatore esamina i risultati e la loro coerenza con le misure, tecniche e gestionali, adottate in conseguenza di essi.

La metodologia proposta, per rendere efficace la valutazione dell'analisi di sicurezza, dovrebbe, almeno sulla base dell'esperienza acquisita, essere eseguita procedendo per passi successivi e comprendendo per lo meno i seguenti momenti:

1) Inquadramento della tipologia di stabilimento analizzata.

In tale fase si procede all'esame dello stabilimento da un punto di vista tecnico impiantistico, al fine di individuarne le criticità generali. L'esame comprende anzitutto la tipologia di sostanza processata o stoccata, in quanto da essa dipendono le tecniche di contenimento, le condizioni di stoccaggio, di trasporto, etc. Si considerano in seguito le parti critiche dell'impianto. Per l'individuazione di esse già il D.P.C.M. 31 marzo 1989: "Applicazione dell'art.12 del Decreto del Presidente della Repubblica 17 maggio 1988, n.175, concernente rischi rilevanti connessi a determinate attività industriali", e più specificatamente i due D.M. 20 ottobre 1998, n.262: "Criteri di analisi e valutazione dei rapporti di sicurezza relativi ai depositi di liquidi facilmente infiammabili e/o tossici" e D.M. 15 maggio 1996: "Criteri di analisi e valutazione dei rapporti di sicurezza relativi ai depositi di gas e petrolio liquefatto (GPL)", suggeriscono l'uso di metodi indicizzati per l'individuazione preliminare delle aree critiche.

Secondo tali linee guida, un impianto deve essere suddiviso in unità logicamente caratterizzate dall'essere separabili o potenzialmente separabili dalle unità adiacenti. In particolare un'unità è identificata come entità fisica dell'impianto, che si distingue dalle altre per la natura delle attività condotte, per la natura delle sostanze contenute in esse o per le condizioni operative.

Il metodo consiste nell'assegnazione ad ogni unità di indici di rischio, che tengono conto dei rischi connessi alla sostanza stoccata, ai processi ed operazioni effettuate, alle quantità processate, ecc, nonché delle compensazioni favorevoli alla sicurezza. Sulla base dei valori degli indici generali determinati, si caratterizzano tutte le unità e dal confronto è possibile individuare le unità maggiormente critiche nonché la natura di tale criticità. A partire dalla categoria attribuita alle singole unità, si effettua in seguito la classificazione dell'intero deposito e si definisce la sua compatibilità rispetto al territorio circostante.

Le analisi effettuate secondo tale criterio, ad uso del valutatore, sono di tipo preliminare e dovrebbero trovare ulteriore evidenza nelle valutazioni effettuate dal gestore mediante l'utilizzo di tecniche più sofisticate (analisi di operabilità Hazop, etc).

Questa fase di indagine consente quindi un primo inquadramento delle problematiche generali che possono insorgere nella conduzione dell'impianto e permette di individuare le aree dello stabilimento sulle quali deve essere posta particolare attenzione nella fase di individuazione delle misure di sicurezza da adottare.

L'individuazione delle criticità nelle componenti tecniche dell'impianto rappresenta infatti la base sulla quale viene strutturata ed organizzata la gestione della sicurezza stessa dello stabilimento.

Quest'ultima comprende un insieme di interventi, volti:

- alla prevenzione, per ridurre la probabilità che l'incidente si verifichi;
- alla protezione, per limitare e contenere i danni provocati in caso l'evento incidentale si verifichi. Le misure di protezione di un impianto possono essere di tipo attivo (addestramento del personale, attivazione

di impianti di allarme, sistemi di rilevazione automatica, impianti di spegnimento), o di tipo passivo (distanze di sicurezza, vasche di contenimento, vie di fuga).

Tali interventi coinvolgono sia l'aspetto tecnologico, che quello gestionale ed organizzativo delle attività.

2) Ricognizione degli eventi incidentali occorsi in impianti del tipo in esame. In altre parole "effettuazione di un'analisi storica" per la tipologia di impianti in esame.

L'analisi storica è importante, in quanto la veridicità e la caratterizzazione di un evento incidentale ipotizzato o non dovrebbero sempre essere congruamente supportate da una adeguata considerazione delle informazioni storiche disponibili.

Tale analisi dovrebbe essere strutturata in modo da poter ottenere ed organizzare statisticamente informazioni quali ad es. le cause che possono portare ad una situazione incidentale, le cause che possono aggravarle, le conseguenze che ne possono derivare, l'effettiva utilità delle precauzioni e delle misure impiantistiche che determinano l'evoluzione dell'incidente, ecc..

Per questo motivo è importante che la ricognizione dei dati comprenda non solo l'individuazione dello scenario incidentale, ma anche la ricerca della maggior quantità disponibile di informazioni tecniche sugli incidenti stessi, quali ad es. le quantità coinvolte e le cause che hanno generato l'evento incidentale.

Le informazioni sugli eventi incidentali occorsi sono normalmente disponibili da fonti quali banche dati, documentazione incidentale (relazioni, rapporti interni ecc.), letteratura (manuali Api, altri testi canonici), articoli, pubblicazioni scientifiche, le stesse analisi storiche riportate nei RdS, ecc..

I dati ricavati dall'analisi storica possono essere confrontati con quelli ottenuti dall'esame dell'impianto descritto al punto precedente.

3) Elaborazione, sulla base dei dati precedentemente ricavati, di un quadro complessivo (Base informativa) degli scenari incidentali di riferimento, dei fattori tecnici e gestionali che ne hanno comportato lo sviluppo e delle quantità coinvolte.

Le informazioni ottenute dall'analisi impiantistica delle unità critiche, dalla ricognizione storica e dal confronto di esse, vengono organizzate in un documento unico, riportante dati riguardanti gli scenari che nella storia si sono sviluppati per la tipologia di impianto in esame e le cause tecniche e gestionali che hanno un ruolo definito per lo sviluppo dell'evento incidentale, quali ad esempio guasti tecnici, errori operativi, etc. Laddove siano reperibili, è importante che dall'analisi storica siano estrapolate anche le quantità coinvolte nell'evento incidentale verificatosi, in quanto esse forniscono informazioni di tipo non solo qualitativo, ma anche quantitativo, sull'evento verificatosi.

Questo documento fornisce sin da questa fase un importante elemento di riferimento per il valutatore, il quale può confrontare i dati in esso contenuti con l'analisi di rischio da esaminare.

4) Confronto del Rapporto di Sicurezza da valutare con la Base informativa.

Confronto degli scenari incidentali individuati come rappresentativi dal Rapporto di Sicurezza con quelli riportati nella Base informativa. Il confronto consente di valutare la veridicità degli eventi incidentali riportati nell'analisi di rischio e degli scenari incidentali ad essi relativi. E' possibile cioè effettuare una valutazione di completezza, verificando se il tipo di incidenti riscontrabile nella storia giustifica (in termini anche quantitativi) la significatività assegnata all'evento considerato ed al relativo scenario incidentale. Se nel RdS non vengono presi in considerazione eventi incidentali occorsi invece nella storia, andranno individuate le considerazioni tecniche che giustificano l'omissione, quale per esempio l'adozione di particolari misure di protezione che diminuiscono la probabilità di accadimento dell'evento incidentale, etc. Nel caso in cui invece scenari incidentali non occorsi nella storia vengano presi in considerazione, dovranno anche in questo caso essere esaminate le motivazioni della scelta. Se le giustificazioni sono accettabili, la Base Informativa potrà essere arricchita con lo scenario considerato dal RdS.

Nel caso in cui, in seguito al confronto, emergano eventuali incongruenze, così come riscontrato nel lavoro preliminare descritto nel paragrafo 2, queste dovranno essere chiarite attraverso un'indagine approfondita sulle considerazioni che hanno portato il gestore alla scelta degli scenari incidentali. L'indagine dovrà procedere attraverso l'esame, dopo un primo momento di confronto e di verifica della coerenza con l'analisi storica e con eventuali altri Rapporti di Sicurezza, delle cause operative o tecniche che giustificano l'assegnazione delle frequenze di accadimento (esame dell'albero dei guasti e dell'albero degli eventi) e/o la significatività degli effetti dell'evento incidentale (esame del termine di sorgente, delle conseguenze finali). In ultima analisi si procederà alla consultazione dell'operatore dell'impianto, il quale potrà fornire eventuali ulteriori chiarimenti non immediatamente evidenti all'interno del Rapporto di Sicurezza.

5) Arricchimento della Base Informativa con altri Rapporti di Sicurezza relativi alla stessa tipologia d'impianto.

La disponibilità di ulteriori elementi di riferimento da confrontare, basati non più solo su eventi occorsi negli anni passati, ma anche su ipotesi fatte da altri gestori sulla stessa tipologia di stabilimento, facilita l'individuazione e la valutazione delle eventuali incongruenze presenti all'interno del Rapporto di Sicurezza. A tal proposito la metodologia esposta propone un ulteriore momento, successivo alla valutazione di ogni Rapporto di Sicurezza, volto principalmente a mantenere una memoria storica delle valutazioni stesse. Tale momento consiste nell'integrazione della *Base informativa* con dati ottenuti dalle analisi dei Rapporti di Sicurezza, di volta in volta effettuate e confrontate con la Base Informativa stessa. In altre parole compito del valutatore non sarà più solo quello di effettuare la valutazione del documento, ma anche di mantenere memoria di questa, attraverso l'integrazione della Base Informativa con i dati ricavati dal RdS esaminato (frequenza di accadimento dello scenario incidentale, frequenza di accadimento dell'evento iniziatore dal quale lo scenario incidentale si è sviluppato, termine di sorgente, effetti finali), una volta eliminate le eventuali incongruenze e chiarite le giustificazioni tecniche.

La *Base informativa* rappresenta così uno strumento in continuo aggiornamento.

La possibilità di avere a disposizione altri documenti di sicurezza è importante in quanto consente di confrontare non più solo gli scenari incidentali, i relativi eventi iniziatori, ed eventualmente le quantità coinvolte, ma anche altri elementi importanti, che non sono reperibili nella documentazione storica. Essi sono:

- la frequenza di accadimento dello scenario incidentale;
- la frequenza di accadimento dell'evento iniziatore dal quale lo scenario incidentale si è sviluppato;
- il termine di sorgente, ovvero le ipotesi tecniche che hanno portato alla scelta dello scenario incidentale rappresentativo: il diametro di rottura, la portata di rilascio, le quantità rilasciate e il tempo di intervento;
- gli effetti finali che lo scenario individuato come rappresentativo provoca sul territorio adiacente l'impianto, in termini di irraggiamento, dispersione infiammabile, dispersione tossica, esplosione, etc.

4. APPLICAZIONE AL CASO DEI DEPOSITI DI LIQUIDI FACILMENTE INFIAMMABILI E/O TOSSICI

Nel seguito la metodologia individuata viene applicata al caso dei depositi di liquidi facilmente infiammabili e/o tossici. L'utilizzo dell'approccio valutativo precedentemente esposto, pur prendendo in considerazione un numero limitato di casi storici, ha tuttavia dimostrato l'efficacia derivante dalla sua utilizzazione.

I depositi di liquidi facilmente infiammabili e/o tossici rappresentano in Italia una percentuale significativa delle attività di deposito soggette a Direttiva Seveso II e si distinguono dalle altre tipologie di attività per la mancanza di operazioni di processo. Le sostanze principalmente stoccate sono gli oli minerali quali benzina, nafta, petrolio greggio, olio combustibile e gasolio.

1) Inquadramento della tipologia di stabilimento analizzata.

E' stato effettuato innanzitutto un inquadramento impiantistico dello stabilimento considerato. L'analisi è stata svolta seguendo le indicazioni proposte dal D.M. 20 ottobre 1998 (Appendice II, par. 3.1), che fissa i criteri di analisi e valutazione dei Rapporti di sicurezza relativi ai depositi di liquidi facilmente infiammabili e/o tossici. Secondo quanto specificato nel presente Decreto è possibile suddividere un deposito in una serie di unità logiche. Tali unità logiche sono parti del deposito che possono essere caratterizzate come entità fisiche separate. Le unità, indipendentemente dall'essere separate fisicamente da quelle adiacenti, si distinguono le une dalle altre per la natura delle attività condotte, per le sostanze contenute in esse o per le condizioni operative.

Per la tipologia di deposito in esame devono essere individuate almeno le seguenti unità logiche (ove applicabili):

1. UNITA' STOCCAGGIO: area di stoccaggio in serbatoi fissi;
2. UNITA' FUSTI: area di stoccaggio in recipienti mobili;
3. UNITA' TRAVASO: area di carico/scarico da vettori stradali, ferroviari o navali;
4. UNITA' ADDITIVAZIONE/DENATURAZIONE: area di additivazione e denaturazione;
5. UNITA' POMPE: area di pompaggio per movimentazione;
6. UNITA' INFUSTAMENTO: aree di infustamento da serbatoi o vettori;
7. UNITA' SISTEMI DI INTERCONNESSIONE: aree tubazioni per ricezione/spedizione prodotti;
8. UNITA' DEPURAZIONE E TRATTAMENTO DELLE ACQUE.

L'esame delle singole unità ha consentito una prima individuazione generale delle componenti tecnologiche, che, per la particolare tipologia di sostanza stoccata o di attività in esse svolta, o per le condizioni di stoccaggio, sono risultate essere critiche per la categoria d'impianto considerata. Esse sono:

- UNITA' STOCCAGGIO: serbatoio e il bacino di contenimento;

- UNITA' TRAVASO: braccio di carico, manichetta, autobotte;
- UNITA' POMPE: pompe;
- UNITA' SISTEMI DI INTERCONNESSIONE: tubazioni.

2) Ricognizione degli eventi incidentali occorsi in impianti del tipo in esame.

E' stata successivamente svolta una ricognizione storica degli eventi incidentali avvenuti per la suddetta tipologia d'impianto. I dati ricavati sono stati ottenuti dall'esame di:

- testi presenti in letteratura (manuali Api, testi canonici, ecc),
- analisi storiche riportate in alcuni Rapporti di Sicurezza,
- Banca Dati Incidenti Rilevanti interna dell'APAT (BIRD).

3) Elaborazione, sulla base dei dati precedentemente ricavati, di un quadro complessivo (Base informativa) degli scenari incidentali di riferimento, dei fattori tecnici e gestionali che ne hanno comportato lo sviluppo e delle quantità coinvolte.

L'esame dell'analisi storica ha consentito l'individuazione degli scenari incidentali che possono verificarsi per la tipologia d'impianto in esame, delle componenti tecniche o gestionali che hanno comportato il verificarsi dell'evento iniziatore dal quale si è sviluppato lo scenario incidentale, e delle cause generatrici l'evento iniziatore. In alcuni casi è stato possibile ricavare inoltre la quantità di sostanza coinvolta nell'incidente.

I dati sono stati organizzati in un quadro, che rappresenta un primo importante riferimento per il valutatore, in termini di confronto per un esame di completezza delle unità critiche scelte dal gestore dell'impianto nella relativa analisi di rischio.

Nella tabella vengono riportate le componenti critiche, raggruppate per unità d'appartenenza, la quantità di sostanza coinvolta, laddove è stato possibile reperire il dato, gli eventi iniziatori che in seguito al malfunzionamento di tale elemento tecnico possono verificarsi, e infine gli scenari incidentali che da questi ultimi possono svilupparsi.

Viene più avanti riportato un esempio della presente tabella (tabella 1).

4) Confronto del Rapporto di Sicurezza da valutare con la Base informativa.

Sono stati esaminati sei Rapporti di Sicurezza relativi a depositi costieri, adibiti allo stoccaggio di sostanze quali: greggio, benzina, nafta, acrilonitrile, gasolio, metanolo, oli combustibili, petrolio, toluene, acetone.

L'esame dei sei documenti si è sviluppato secondo i seguenti punti:

- individuazione degli scenari incidentali individuati come rappresentativi da ciascun RdS;
- individuazione delle frequenze di accadimento assegnate ad ogni scenario incidentale;
- confronto degli scenari riportati in ciascun RdS con l'analisi storica precedentemente individuata;
- confronto degli scenari riportati in ciascun RdS tra di loro.

Nel caso in cui siano state riscontrate delle incongruenze si è proceduto ad un'indagine sulla coerenza tra cause che hanno condotto il gestore alla scelta di un determinato set di scenari incidentali e gli scenari stessi. Sono state esaminate le cause operative o tecniche che giustificano l'assegnazione delle frequenze di accadimento, attraverso l'analisi degli alberi dei guasti e degli alberi degli eventi. Sono stati in seguito esaminati gli elementi che giustificano la significatività degli effetti dell'evento incidentale: il termine di sorgente, le conseguenze finali. In ultima analisi, nel caso l'incongruenza non trovi ancora giustificazione, si rende necessaria la consultazione dell'operatore dell'impianto, il quale potrà fornire eventuali ulteriori chiarimenti non evidenti all'interno del RdS.

5) Arricchimento della Base Informativa con altri Rapporti di Sicurezza relativi alla stessa tipologia d'impianto.

Alla luce di tali confronti è stato possibile proporre un set di scenari incidentali di riferimento, da prendere in considerazione nell'analisi di rischio di impianti della tipologia in esame.

Il quadro ottenuto è stato in seguito integrato con ulteriori informazioni relative agli scenari stessi, ottenute dal confronto dei Rapporti di Sicurezza tra di loro.

Tali informazioni sono:

- la frequenza di accadimento dello scenario incidentale;
- la frequenza di accadimento dell'evento iniziatore dal quale lo scenario incidentale si è sviluppato;
- il termine di sorgente, ovvero le ipotesi tecniche che hanno portato alla scelta dello scenario incidentale rappresentativo: il diametro di rottura, la portata di rilascio, le quantità rilasciate e il tempo di intervento;
- gli effetti finali che lo scenario individuato come rappresentativo provoca sul territorio adiacente l'impianto.

E' stata elaborata sulla base di tali dati una tabella riassuntiva finale (Tabella 2), comprensiva dei dati ottenuti dall'analisi storica, integrati da quelli ottenuti dal confronto dei RdS tra di loro. Se ne riporta più sotto una parte.

I valori esposti sono stati ricavati effettuando un confronto tra dati riportati sui diversi relativi RdS (sei) allo stesso scenario incidentale.

I dati riferiti ad ogni scenario incidentale sono stati inizialmente confrontati tra di loro e con le informazioni (dove disponibili) ricavabili dall'analisi storica, al fine di verificarne l'omogeneità (confrontabilità degli ordini di grandezza). Successivamente è stata effettuata una media dei valori omogenei, ed il risultato è stato riportato in tabella (dati evidenziati in giallo). Laddove disponibili informazioni dall'Analisi Storica i valori medi, ottenuti come sopra, sono stati interpretati anche con questi valori (dati evidenziati in arancione). Nel caso infine di informazioni provenienti solamente dall'Analisi Storica, queste sono state evidenziate in tabella in rosso.

Una integrazione ed arricchimento della Base Informativa con altri Rapporti di Sicurezza relativi alla stessa tipologia d'impianto dovrebbe condurre all'ottenimento di valori in Tabella 2 "evidenziati in giallo" che, se consistenti e mediati con un esauriente numero di informazioni provenienti da un'accurata analisi storica, dovrebbero infine condurre ad un buon arricchimento di dati "evidenziati in arancione", ovvero dei riferimenti più significativi ed attendibili estratti dal confronto.

Il presente quadro, aggiornato con dati ricavati da ulteriori RdS su cui è stata effettuata l'analisi, rappresenta un primo importante esempio di riferimento per il valutatore.

Esso, pur prendendo ad esame il caso specifico dei depositi di liquidi facilmente infiammabili e/o tossici, evidenzia una metodologia di lavoro utilizzabile per l'analisi di altri tipi di impianto.

Si riportano infine, in tabella 3, per confronto, alcuni dati estratti dai RdS delle raffinerie per le unità di stoccaggio in esse presenti. I dati sono organizzati sostanzialmente secondo la struttura tabellare sviluppata successivamente. Si evidenzia la sostanziale confrontabilità dei valori riportati per le stesse aree, pur appartenenti a tipologie di stabilimenti diversi.

Tabella 1

Area	Apparecch/ componente	Cause iniziatrici	Evento iniziatore	Scenario incidentale	Frequenza evento iniziatore	Frequenza scenario incidentale	Sostanza	Ipotesi scenari					Effetti							Fattori riconosciuti come mitigatori dell'evento incidentale	Fonti	Commenti		
								Ø rottura	Portata rilascio	Qtà rilasciate	Ø pozza	Tempi di intervento	Irraggiamento		Dispers. Infiamm.		Esplosione						Dispersione tossica	
													37,5 kW/m ²	12,5 kW/m ²	LFL	0,5 LFL	0,3 bar	0,1 bar	0,03 bar				IDLH	LC ₅₀
(occ/anno)	(occ/anno)	(mm)	(kg/s)	(m ³)	(m)	(min)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)								
Stoccaggio	Mantello serbatoio	Fessuraz.	Fessuraz. con formazione pozza confinata in bacino contenim.	Rilascio			benzina													-	Analisi storica di RdS			
	Bacino contenim o	Errore operativo	Rilascio per sovrariempim ento serbatoio	Dispersione			benzina														-	Analisi storica di RdS		
				Pool fire			benzina															-	Analisi storica di RdS	
	Tetto galleggiante serbatoio	Affondam. tetto gallegg.	Formazione pozza confinata	Pool fire				greggio													Utilizzo di getti di schiuma adeguati, diretti sopra il tetto serbatoio. Incremento delle ispezioni all'interno del tetto gallegg.	Analisi storica di RdS, Safety digest of lessons learned, Section 6, Api		
Travasò	Braccio di carico in pensiline di carico autobotti	Perdita dovuta a cedimento meccanico	Perdita da braccio di carico	Pool fire			benzina														-	Analisi storica di RdS		
Sistemi di inetrconn.	Tubazione parco serbatoi	Fessuraz.	Perdita significativa	Pool fire			greggio			1250											-	Analisi storica di RdS		
Pompe	Pompa	Rottura tenuta	Rilascio per rottura tenuta pompa	Pool fire			benzina														-	Analisi storica di RdS		

CONCLUSIONI

Lo studio condotto sul caso dei Depositi di liquidi facilmente infiammabili e/o tossici, come estensione e sviluppo di una metodologia già predisposta con un preliminare lavoro di confronto su alcune raffinerie, mette in evidenza la possibilità di ottenere notevoli risultati per la predisposizione di un approccio unico e di un documento tecnico 'guida' per le attività di valutazione dei rapporti di sicurezza relativi agli stabilimenti a rischio di incidente rilevante localizzati su territorio nazionale.

Sebbene l'approccio proposto sia nato con la considerazione di alcune raffinerie e sia stato sviluppato per il caso dei Depositi di liquidi facilmente infiammabili e/o tossici, esso si presta tuttavia ad essere facilmente esteso a tutte le tipologie di impianto soggette a D.Lgs 334/99. Risulta evidente, inoltre, la possibilità di ottenere ulteriori benefici estendendo l'applicazione della metodologia ad un livello regionale, pluri regionale, o nazionale.

Lo sforzo compiuto per l'unificazione e l'integrazione delle valutazioni dei documenti di sicurezza in un unico strumento informativo, qualitativamente e quantitativamente valido può condurre ad una omogeneità tra processi valutativi dell'analisi di rischio. La metodologia individuata propone infatti non solo dei criteri per l'esame dei RdS, ma fornisce anche uno strumento concreto di confronto, cui poter fare riferimento.

La condivisione dello strumento potrà inoltre migliorare il dialogo non solo tra il valutatore ed il presentatore del documento di sicurezza, nella fase di chiarimento delle ipotesi verificate, ma anche tra valutatori stessi, nel momento di consultazione ed arricchimento della base informativa stessa.

L'estensione del lavoro, in vista di un possibile futuro sviluppo, ad un ampio livello, regionale o nazionale, potrà comportare infine un più rapido aggiornamento ed accrescimento della base informativa, la quale, arricchendosi tanto più rapidamente quanto maggiormente utilizzata, potrà costituire un riferimento tecnico sempre più completo ed attendibile.

Bibliografia

- Rapporti di sicurezza raffinerie e depositi liquidi infiammabili e/o tossici
- Banca dati interna APAT: BIRD (Banca Dati Incidenti Rilevanti).
- A.N.P.A.- G.Capponi, D.Esposito, R.Iorio, G.Macchi, A.Ricchiuti, 1998, Criteri di analisi e valutazione dei rapporti di sicurezza relativi ai depositi di liquidi facilmente infiammabili e/o tossici, RTI 3/98-AMB-RISC/ARIS, Roma.
- American Petroleum Institute, Safety digest of lessons learned, Section 6, Washington.
- Frank P.Lees, 1980, Loss prevention in the process industries, Volume 2, Butterworth &Co Ltd, London.
- American Petroleum Institute, 1980, Guide for fire fighting fires in and around petroleum storage tanks, Second Edition, Api Publication, Washington.