



Piattaforma polifunzionale Ponticelle

Nulla Osta di Fattibilità (N.O.F.)


D.Lgs. 26 giugno 2015 n. 105 e s.m.i.

RAPPORTO PRELIMINARE DI SICUREZZA *Piattaforma polifunzionale Ponticelle*

APPENDICE D

Analisi probabilistica degli eventi incidentali

Approvato HA	R. Boschi E. Zamagni		Approvato ER	G. Romano F. Lia	
Controllato HA	M. Facchini L. Pernetta		Controllato ER	E. Lagrotta M. Campello	
Redatto Golder		F. De Giorgi C. Zaffaroni P. Zoppellari			
Cod. Doc. HA	CO 05 RA VA 01 RP DT 07.00		Cod. Doc. ER	160053-ENG-F-F5-2460_All.D	
Rev.	00	Data	09/09/2021	Pagine	1 di 31



GOLDER

SOMMARIO

A	PREMESSA	3
B	ANALISI PROBABILISTICA CON GLI ALBERI DI GUASTO.....	4
C	RISULTATI DELL'ANALISI	6
	C.1 RILASCIO DI RIFIUTO LIQUIDO A SEGUITO DI PERDITA DA FUSTO / CISTERNETTA.....	9
	C.1.1 Top Event 1.A / 1.B: Perdita da fusti / cisternette.....	9
	C.2 RILASCIO DI RIFIUTO LIQUIDO IN FASE DI CARICO / SCARICO ATB.....	11
	C.2.1 Top Event 2.A / 2.B: Perdita da manichetta di carico / scarico autobotte	11
	C.3 RILASCIO DI RIFIUTO LIQUIDO IN FASE DI RICONFEZIONAMENTO	13
	C.3.1 Top Event 3A / 3B: Rilascio in fase di riconfezionamento	13
	C.4 RILASCIO DI RIFIUTO LIQUIDO IN BACINO DI CONTENIMENTO	15
	C.4.1 Top Event 4.A / 4.B: Sovrariempimento serbatoio	15
	C.4.2 Top Event 5.A / 5.B: Implosione serbatoio.....	17
	C.4.3 Top Event 6.A / 6.B: Cedimento serbatoio per alta pressione.....	18
	C.5 INCENDIO DI GAS INFIAMMABILE IN IMPIANTO DI TRITURAZIONE	19
	C.5.1 Top Event 7: Incendio di gas infiammabile	19
	C.6 RILASCIO DI RIFIUTO LIQUIDO PER ROTTURA TUBAZIONE DI TRASFERIMENTO.....	20
	C.6.1 Top Event 8.A/8.B: Rottura / perdita tubazione di trasferimento	20
D	ANALISI DELL'EVOLUZIONE DEGLI EVENTI INCIDENTALI	22

CO 05 RA VA 01 RP DT 07.00	Appendice D	00	09/09/2021	2 di 31
Cod. HA	Descrizione	Rev.	Data	

A PREMESSA

L'analisi degli eventi incidentali è stata condotta secondo le modalità indicate nel Capitolo 2 dell'Allegato I al D.P.C.M. del 31 marzo 1989.

In particolare, la valutazione delle frequenze attese per i Top Event delineati in Appendice C è stata realizzata attraverso l'analisi con **alberi di guasto** (FTA – *Fault Tree Analysis*). Per l'individuazione delle frequenze di accadimento degli eventi primari sono stati consultati i dati affidabilistici disponibili in letteratura e nelle banche dati del settore.

Le tipologie di eventi non influenzate da particolari misure di prevenzione, come sistemi di controllo o di blocco, quali ad esempio le cosiddette “rotture random” delle tubazioni, sono state analizzate con il solo utilizzo di dati affidabilistici riconosciuti.

I Top Event analizzati con gli alberi di guasto innescano a loro volta degli scenari accidentali, tipicamente il rilascio di sostanze pericolose. Da tali scenari si originano una serie di possibili conseguenze (incendi di pozza, flash-fire, esplosioni, dispersioni di vapori, ecc.) le cui frequenze di accadimento vengono stimate con la tecnica degli **alberi degli eventi** (ETA – *Event Tree Analysis*).

CO 05 RA VA 01 RP DT 07.00	Appendice D	00	09/09/2021	3 di 31
Cod. HA	Descrizione	Rev.	Data	

B ANALISI PROBABILISTICA CON GLI ALBERI DI GUASTO

La tecnica degli alberi di guasto rappresenta un processo di analisi a ritroso per cui, iniziando dal Top Event (evento indesiderato), si procede ad analizzare la causa della deviazione che lo determina, la quale a sua volta viene esaminata per risalire a tutte le cause che ad essa possono concorrere, ipotizzando ad ogni passaggio il mancato intervento delle protezioni (automatiche o manuali) previste.

Lo sviluppo di tali diagrammi logici assume la caratteristica forma di un albero rovesciato, con in cima il Top Event individuato e a scendere una serie di biforcazioni e rami rappresentati dagli eventi che concorrono all'accadimento del Top Event. Alla base dell'albero sono presenti i cosiddetti **Eventi Primari**, raffigurati da un cerchio e le cui frequenze di accadimento sono desunte direttamente dalle banche dati affidabilistiche.

Più sopra è possibile individuare gli **Eventi Intermedi** (rettangolo), che scaturiscono come conseguenza di uno o più eventi primari. I legami tra due o più eventi sono espressi attraverso le porte (gate) che si distinguono in **And Gate** e **Or Gate** (Tabella 1).

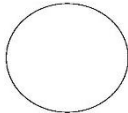
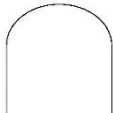
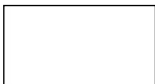
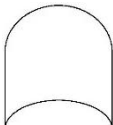
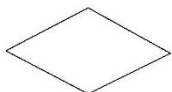
Eventi	Operatori
 Base: guasto-base che non richiede ulteriori sviluppi	 And gate: intersezione di più eventi (la conseguenza è data dal verificarsi di tutti gli eventi in input)
 Intermedio: avviene come conseguenza di cause a monte	 Or gate: unione di più eventi (la conseguenza è data dal verificarsi di almeno un evento in input)
 Non sviluppato: presentato nel dettaglio in altri fogli	

Tabella 1 – Significato dei principali simboli impiegati nella costruzione degli alberi dei guasti

Una porta di tipo “And” configura l’intersezione di più eventi, ossia rappresenta una conseguenza dovuta al simultaneo verificarsi di più eventi. Algebricamente tale strumento assume il significato di una moltiplicazione, per cui dal prodotto delle frequenze di accadimento degli eventi in input si ottiene la frequenza dello scenario conseguente.

CO 05 RA VA 01 RP DT 07.00	Appendice D	00	09/09/2021	4 di 31
Cod. HA	Descrizione	Rev.	Data	

Le porte di tipo “Or” invece rappresentano l’unione di diversi eventi, per cui dal verificarsi di almeno uno di questi deriva una conseguenza. Algebricamente si traducono in una somma delle frequenze di accadimento degli eventi in input.

Il campo di valori entro cui si sono scelte le frequenze di guasto o di mancato intervento per ogni tipologia di componente (blocco, valvola, ecc.) è stato definito utilizzando informazioni fornite dalle principali banche dati di affidabilità nazionali e internazionali, quali:

- “*Methods for determining and processing probabilities*”, Red Book, II ed., Committee for the Prevention of Disasters, 1997;
- “*Manuale per la prevenzione, la limitazione e la gestione del rischio industriale rilevante*”, Dossier Ambiente Associazione Ambiente e Lavoro, n. 26 di giugno 1994;
- “*Loss Prevention in the Process Industries*”, III ed., Lees, 2005;
- “*Failure Rate and Event Data for use within Risk Assessments*”, HSE, 2017.

Tali dati sono stati integrati con quanto emerso negli anni dall’esperienza operativa presso altri impianti del Gruppo Herambiente soggetti alla disciplina Seveso.

Gli alberi di guasto realizzati vengono riportati nell’Appendice D.1.

CO 05 RA VA 01 RP DT 07.00	Appendice D	00	09/09/2021	5 di 31
Cod. HA	Descrizione	Rev.	Data	

C RISULTATI DELL'ANALISI

Il calcolo delle frequenze di accadimento è stato effettuato per eventi che possono condurre a diverse tipologie incidentali e che, in funzione dell'utilizzo delle apparecchiature e degli impianti presenti nella piattaforma, possono portare a valori diversi in termini di frequenze di accadimento e di conseguenze.

L'analisi è quindi stata condotta al fine di studiare singolarmente gli scenari incidentali nei quali possano evolvere i Top Event individuati nell'Appendice C e di seguito riportati.

TOP EVENT	Scenario
Top Event 1	Perdita da fusti / cisternette
Top Event 2	Perdita da manichetta di carico / scarico autobotte
Top Event 3 ^(*)	Rilascio in fase di riconfezionamento
Top Event 4	Sovrariempimento serbatoio di stoccaggio rifiuti liquidi
Top Event 5	Implosione serbatoio di stoccaggio rifiuti liquidi
Top Event 6	Cedimento strutturale serbatoio per alta pressione
Top Event 7 ^(*)	Rilascio istantaneo di gas infiammabile in fase di triturazione e innesco immediato
Top Event 8 ^(*)	Rottura / Perdita tubazione di trasferimento
^(*) : scenario non analizzato con la tecnica degli alberi dei guasti	

Tabella 2 – Elenco dei possibili Top Event per la piattaforma

Identificati i Top Event, per ciascuno di essi è stato quindi possibile prevedere l'evoluzione incidentale cui poter assistere.

In Tabella 3 sono indicati gli eventi credibili conseguenti ai Top Event identificati.

A ciascuno di tali eventi potranno poi corrispondere, in base alle risultanze delle analisi successive, più scenari incidentali finali.

La numerazione dei Top Event è progressiva e sono stati utilizzati codici alfabetici per fornire una distinzione tra Top Event analoghi, aventi però diversa localizzazione e da cui possono derivare differenze nella valutazione dell'evoluzione incidentale.

Ogni Top Event sarà quindi contraddistinto dalla seguente sigla:

Top Event N. X.Y

CO 05 RA VA 01 RP DT 07.00	Appendice D	00	09/09/2021	6 di 31
Cod. HA	Descrizione	Rev.	Data	

dove per “X” si intende il numero progressivo già identificato nel precedente elenco (cfr. Tabella 2) e per “Y” un codice alfabetico che identifica i rifiuti coinvolti, in termini di caratteristiche di pericolo.

Si precisa che gli eventi associati al rilascio di:

- **rifiuti liquidi pericolosi per l'ambiente (HP14) e/o tossici per l'uomo (HP6) e/o infiammabili (HP3)** saranno contrassegnati dalla lettera “A” (ad es. Top Event 4.A);
- **rifiuti liquidi pericolosi per l'ambiente (HP14) e/o tossici per l'uomo (HP6) e/o infiammabili (HP3) con concentrazioni non trascurabili di composti clorurati** saranno contrassegnati dalla lettera “B” (ad es. Top Event 4.B).

TOP EVENT		LOCALIZZAZIONE DELL'EVENTO	EVENTO CONSEGUENTE
1.A	Perdita da fusti / cisternette	Comparto di stoccaggio liquidi in colli N8	Rilascio di rifiuto liquido infiammabile, tossico e/o pericoloso per l'ambiente su superficie pavimentata
		Area riconfezionamento N10 (zona transito)	
1.B	Perdita da fusti / cisternette	Comparto di stoccaggio liquidi in colli N8	Rilascio di rifiuto liquido infiammabile, tossico e/o pericoloso per l'ambiente con concentrazioni non trascurabili di composti clorurati su superficie pavimentata
		Area riconfezionamento N10 (zona transito)	
2.A	Perdita da manichetta di carico / scarico autobotte	Area carico / scarico autobotte adiacente al parco serbatoi	Rilascio di rifiuto liquido infiammabile, tossico e/o pericoloso per l'ambiente su superficie pavimentata
2.B	Perdita da manichetta di carico / scarico autobotte	Area carico / scarico autobotte adiacente al parco serbatoi	Rilascio di rifiuto liquido infiammabile, tossico e/o pericoloso per l'ambiente con concentrazioni non trascurabili di composti clorurati su superficie pavimentata
3.A	Rilascio in fase di riconfezionamento	Comparto di riconfezionamento liquidi N10	Rilascio di rifiuto liquido infiammabile, tossico e/o pericoloso per l'ambiente su superficie pavimentata
3.B	Rilascio in fase di riconfezionamento	Comparto di riconfezionamento liquidi N10	Rilascio di rifiuto liquido infiammabile, tossico e/o pericoloso per l'ambiente con concentrazioni non trascurabili di composti clorurati su superficie pavimentata
4.A	Sovrariempimento serbatoio di stoccaggio rifiuti liquidi	Area stoccaggio in serbatoi N9	Rilascio di rifiuto liquido infiammabile, tossico e/o pericoloso per l'ambiente in bacino di contenimento
4.B	Sovrariempimento serbatoio di stoccaggio rifiuti liquidi	Area stoccaggio in serbatoi N9	Rilascio di rifiuto liquido infiammabile, tossico e/o pericoloso per l'ambiente con concentrazioni non trascurabili di composti clorurati su superficie pavimentata

CO 05 RA VA 01 RP DT 07.00	Appendice D	00	09/09/2021	7 di 31
Cod. HA	Descrizione	Rev.	Data	

TOP EVENT		LOCALIZZAZIONE DELL'EVENTO	EVENTO CONSEGUENTE
5.A	Implosione serbatoio di stoccaggio rifiuti liquidi	Area stoccaggio in serbatoi N9	Rilascio di rifiuto liquido infiammabile, tossico e/o pericoloso per l'ambiente in bacino di contenimento
5.B	Implosione serbatoio di stoccaggio rifiuti liquidi	Area stoccaggio in serbatoi N9	Rilascio di rifiuto liquido infiammabile, tossico e/o pericoloso per l'ambiente con concentrazioni non trascurabili di composti clorurati su superficie pavimentata
6.A	Cedimento strutturale serbatoio per alta pressione	Area stoccaggio in serbatoi N9	Rilascio di rifiuto liquido infiammabile, tossico e/o pericoloso per l'ambiente in bacino di contenimento
6.B	Cedimento strutturale serbatoio per alta pressione	Area stoccaggio in serbatoi N9	Rilascio di rifiuto liquido infiammabile, tossico e/o pericoloso per l'ambiente con concentrazioni non trascurabili di composti clorurati su superficie pavimentata
7	Rilascio istantaneo di gas infiammabile in fase di triturazione ed innesco immediato	Comparto di triturazione N2	Incendio di gas infiammabile
8.A	Rottura / perdita tubazione di trasferimento	Area stoccaggio in serbatoi N9	Rilascio di rifiuto liquido infiammabile, tossico e/o pericoloso per l'ambiente su superficie pavimentata o nel bacino di contenimento
		Area riconfezionamento N10	
8.B	Rottura / perdita tubazione di trasferimento	Area stoccaggio in serbatoi N9	Rilascio di rifiuto liquido infiammabile, tossico e/o pericoloso per l'ambiente con concentrazioni non trascurabili di composti clorurati su superficie pavimentata
		Area riconfezionamento N10	

Tabella 3 – Potenziali eventi conseguenti ai Top Event identificati

Si sottolinea **che la probabilità di presenza di rifiuti liquidi contenenti composti clorurati in concentrazioni non trascurabili viene considerata pari al 10%, presso i comparti N8, N9 ed N10**. Tale assunzione rispetta un approccio conservativo ritenuto necessario in fase di progettazione della piattaforma polifunzionale di trattamento rifiuti, basato anche sull'esperienza gestionale ed operativa del Gruppo HERAmbiente nella gestione di impianti di trattamento rifiuti industriali soggetti alle disposizioni del D.Lgs. 105/2015. Le valutazioni sui rifiuti trattati che sono state svolte negli anni per le analisi di rischio di incidente rilevante di alcuni stabilimenti del Gruppo hanno dimostrato, infatti, che la presenza effettiva di rifiuti con concentrazioni significative di sostanze clorurate è del tutto residuale. Il valore del 10% viene infatti prescelto con approccio, come detto, conservativo, sebbene gli impianti esistenti del Gruppo ricevano rifiuti liquidi di questa tipologia con frequenze decisamente inferiori.

CO 05 RA VA 01 RP DT 07.00	Appendice D	00	09/09/2021	8 di 31
Cod. HA	Descrizione	Rev.	Data	

Determinando le combinazioni di eventi primari che, verificandosi contemporaneamente, possono dare luogo a uno degli scenari individuati, è possibile risalire alla frequenza di accadimento legata ai diversi Top Event. Le varie combinazioni prendono il nome di Cut-Set (o insiemi di taglio) e la frequenza con cui si verificano viene calcolata come segue:

$$f_{acc}(Cs_i) = P(Ev_{i1} \text{ } \& \text{ } Ev_{i2} \text{ } \& \text{ } Ev_{i3} \text{ } \& \text{ } \dots \text{ } \& \text{ } Ev_{iN_i}) \quad [1]$$

dove

- $f_{acc}(Cs_i)$, frequenza di accadimento dell'i-esimo cut-set;
- Ev_{ij} , frequenza di accadimento del j-esimo evento base facente parte del cut-set;
- N_i , numero di eventi primari che costituiscono il cut-set.

Un insieme di cut-set si definisce “minimo” quando nessun cut-set è ricompreso all'interno di un altro. La determinazione della frequenza di accadimento del Top Event passa per l'individuazione dell'insieme minimo di cut-set, secondo la seguente espressione.

$$f_{acc}(TOP) = f_{acc}(Cs_1 \text{ } \dot{\cup} \text{ } Cs_2 \text{ } \dot{\cup} \text{ } \dots \text{ } \dot{\cup} \text{ } Cs_N) \quad [2]$$

dove

- $f_{acc}(TOP)$, frequenza di accadimento del Top Event;
- Cs_i , j-esimo cut-set che contribuisce all'accadimento del Top Event;
- N , numero di cut-set che costituiscono il Top Event.

Nei paragrafi seguenti si riporta una sintesi dei risultati ottenuti per i diversi scenari configurati.

C.1 RILASCIO DI RIFIUTO LIQUIDO A SEGUITO DI PERDITA DA FUSTO / CISTERNETTA

C.1.1 Top Event 1.A / 1.B: Perdita da fusti / cisternette

Lo stoccaggio di rifiuti liquidi in fusti o cisternette avviene nel comparto N8, dedicato interamente allo stoccaggio di liquidi in colli, e presso una zona del comparto di riconfezionamento N10, dove è prevista un'area di transito in cui si conferiscono e si fanno transitare i contenitori dei rifiuti liquidi.

I rifiuti liquidi di natura pericolosa potranno essere contenuti in imballaggi vari come cisternette o fusti, di capacità massima pari ad 1 m³ (cisternetta tipica).

CO 05 RA VA 01 RP DT 07.00	Appendice D	00	09/09/2021	9 di 31
Cod. HA	Descrizione	Rev.	Data	

Tutti i rifiuti pericolosi stoccati presso le aree sopra indicate potranno presentare con frequenza non trascurabile caratteristiche di pericolosità HP3 (Infiammabilità), HP6 (Tossicità Acuta) e HP14 (Ecotossico) che li rendono assimilabili alle categorie di sostanze pericolose, rispettivamente, P5c – Liquidi infiammabili, H2 – Tossicità acuta e E2 – Pericoloso per l'ambiente acquatico riportate in Allegato 1 parte 1 del D.Lgs. 105/2015.

Inoltre sarà possibile lo stoccaggio di rifiuti liquidi con concentrazioni non trascurabili di composti clorurati.

Il rilascio di rifiuto liquido è legato alla caduta del collo (fusto / cisternetta) e alla sua conseguente rottura al momento dell'impatto al suolo che si ritiene possa essere completa (probabilità di accadimento minore) con rilascio dell'intero quantitativo di rifiuto contenuto all'interno del collo oppure parziale (probabilità maggiore) con rilascio di un minor quantitativo di rifiuti e, pertanto, ritenuto non in grado di generare un incidente rilevante.

Il fattore umano ha un ruolo decisivo negli eventi che possono innescare il Top Event, in particolare ha un ruolo fondamentale nelle rilevazioni di criticità durante le ispezioni nelle aree di stoccaggio o nelle errate manovre durante le movimentazioni con il carrello elevatore.

Si sottolinea che tutte le attività di trasferimento e movimentazione dei fusti/cisternette avvengono con carrello elevatore in aree dotate di pavimentazione in cemento armato impermeabilizzato, inclinata e convergente verso il centro, dove si trova una caditoia di raccolta.

Di seguito si analizza l'albero dei guasti riportato in Appendice D.1, relativo alla rottura generica di un fusto o di una cisternetta.

La perdita da fusto / cisternetta (TOP) può essere causata dalla contemporanea ("and") caduta del collo (GATE 1) e dalla completa rottura dello stesso (EVENT 5). Si evidenzia nuovamente che cadute del collo con rotture parziali dello stesso porterebbero ad un rilascio di un quantitativo di rifiuti potenzialmente non in grado di provocare un incidente rilevante.

La caduta del collo è causata alternativamente dall'errata movimentazione della stessa con carrello (EVENT 4), oppure ("or") da un'inadeguata gestione dello stoccaggio (GATE 2).

L'ammaloramento del piano di appoggio o del pallet (EVENT 1) oppure ("or") un'errata disposizione iniziale dei colli (EVENT 2) contemporanei ("and") ad una mancata rilevazione durante l'ispezione (EVENT 3) in fase di controllo, sono le cause principali di un'inadeguata gestione dello stoccaggio (GATE 2).

CO 05 RA VA 01 RP DT 07.00	Appendice D	00	09/09/2021	10 di 31
Cod. HA	Descrizione	Rev.	Data	

Dall'albero riportato in Appendice D.1, è possibile notare come il valore di frequenza finale del Top Event in esame sia pari a 2,66 E-03 eventi/anno.

La frequenza del **Top Event 1.A**, ossia la frequenza di rottura di un singolo fusto o di una singola cisternetta contenente rifiuti con caratteristiche di pericolosità HP3, HP6 e HP14, è pari a **2,66 E-03 eventi/anno**.

Associando invece il valore di frequenza ricavato mediante l'albero di guasto alla probabilità di presenza di rifiuti contenenti concentrazioni non trascurabili di composti clorurati, si ottiene la frequenza di accadimento del **Top Event 1.B**, pari a **2,66E-04 eventi/anno**.

C.2 RILASCIO DI RIFIUTO LIQUIDO IN FASE DI CARICO / SCARICO ATB

C.2.1 Top Event 2.A / 2.B: Perdita da manichetta di carico / scarico autobotte

Durante le operazioni di carico / scarico delle ATB contenenti rifiuti liquidi pericolosi presso l'apposita area adiacente al parco serbatoi N9 è possibile ipotizzare la rottura/distacco della manichetta con conseguente spandimento al suolo di quantità non trascurabile di rifiuti liquidi aventi caratteristiche di pericolo HP3 (Infiammabilità), HP6 (Tossicità Acuta) e HP14 (Ecotossico).

Le operazioni di carico / scarico delle ATB possono anche coinvolgere rifiuti liquidi con concentrazioni non trascurabili di composti clorurati.

Si sottolinea che un eventuale rilascio di rifiuto liquido pericoloso andrebbe ad interessare in ogni caso una superficie pavimentata, adeguatamente collegata al sistema fognario di stabilimento.

Si ipotizza che l'evento sia innescato da un danneggiamento della manichetta per una sua eccessiva usura o da una sollecitazione anomala dovuta ad un'errata manovra dell'autista dell'autobotte in fase di carico / scarico dei rifiuti.

Si ritiene plausibile considerare che agli effetti correlati alla rottura di una manichetta possano assimilarsi anche gli effetti potenzialmente correlati alla rottura della tenuta di una pompa. Si sottolinea infatti che la rottura della tenuta di una pompa di carico/scarico comporterebbe unicamente un trafilamento di lieve entità di rifiuto pericoloso al suolo, ossia di un volume di gran lunga inferiore rispetto ad un rilascio causato dalla rottura di una manichetta. La rottura catastrofica del corpo della pompa è invece associata a frequenze di accadimento di gran lunga inferiori alla rottura di una tenuta. Si procede quindi alla quantificazione della probabilità di accadimento di una rottura di una manichetta di carico / scarico ATB.

CO 05 RA VA 01 RP DT 07.00	Appendice D	00	09/09/2021	11 di 31
Cod. HA	Descrizione	Rev.	Data	

Si illustra di seguito l'albero di guasto riportato in Appendice D.1 l'albero di guasto relativo presente Top Event in esame.

La rottura della manichetta in fase di carico/scarico ATB (TOP) è legata ad un mancato intervento immediato da parte dell'operatore (EVENT 5) a seguito di un danneggiamento verificatosi sulla manichetta. Tale danneggiamento (GATE 1) può essere provocato dalla mancata rilevazione dello stesso (GATE 2) oppure ("or") da una sollecitazione anomala in fase di carico / scarico dell'autobotte (GATE 3).

La mancata rilevazione del danneggiamento della manichetta può essere dovuta ad un'inadeguata o mancata ispezione (EVENT 1) e ("and") dalla mancata sostituzione della manichetta (EVENT 2).

La sollecitazione anomala in fase di carico / scarico dell'autobotte può essere causata dal mancato inserimento del freno a mano da parte dell'autista (EVENT 3) e ("and") da un errore dell'autista in fase di avvicinamento con l'autobotte (EVENT 4).

La frequenza dell'evento in oggetto, calcolata con la tecnica degli alberi dei guasti, è risultata essere pari a $5,08 \text{ E-}07$ ev/anno.

La frequenza del **Top Event 2.A**, ossia la frequenza di perdita della manichetta di carico / scarico autobotte contenente rifiuti con caratteristiche di pericolosità HP3, HP6 e HP14, è pari a **$5,08 \text{ E-}07$ eventi/anno**.

Associando invece il valore di frequenza ricavato mediante l'albero di guasto alla probabilità di presenza di rifiuti contenenti concentrazioni non trascurabili di composti clorurati, si ottiene la frequenza di accadimento del **Top Event 2.B**, pari a **$5,08\text{E-}08$ eventi/anno**.

Come riportato in Appendice C, le operazioni di carico ATB direttamente da fusti / cisternette possono saltuariamente essere svolte anche all'interno del locale N10. Analogamente a quanto descritto sopra, tali operazioni vengono svolte alla costante presenza dell'operatore, che in caso di perdita / rottura della manichetta potrebbe prontamente intervenire per intercettare la perdita. Per dinamiche di accadimento (trasferimento di rifiuti liquidi da un contenitore all'altro), localizzazione (locale N10) e quantità di rifiuti pericolosi potenzialmente coinvolti (il travaso coinvolgerebbe una cisternetta per volta), si rimanda direttamente alla trattazione del successivo paragrafo C.3.1.

CO 05 RA VA 01 RP DT 07.00	Appendice D	00	09/09/2021	12 di 31
Cod. HA	Descrizione	Rev.	Data	

C.3 RILASCIO DI RIFIUTO LIQUIDO IN FASE DI RICONFEZIONAMENTO

C.3.1 Top Event 3A / 3B: Rilascio in fase di riconfezionamento

Il riconfezionamento in cisternette, svolto all'interno del locale N10, è un'operazione essenzialmente manuale, che deve essere svolta seguendo i passaggi descritti di seguito:

- posizionamento dei contenitori da svuotare e della pompa pneumatica portatile all'interno dell'area delimitata dalla tenda, sotto la cappa di aspirazione;
- accensione della cappa di aspirazione;
- apertura del contenitore da svuotare, da effettuarsi con cautela in caso fosse in pressione;
- connessione della pompa portatile alla rete dell'aria compressa;
- connessione della pompa portatile con il fusto da svuotare e con la cisternetta da riempire;
- avviamento della pompa;
- controllo del livello del liquido nella nuova cisternetta: se è piena, si provvede alla sua chiusura; viceversa, si deve controllare quanto liquido può ancora ospitare;
- deposito dei contenitori svuotati nell'area deputata al loro stoccaggio.

A seconda del tipo di rifiuto contenuto nei fusti, l'operatore può anche:

- inserire un miscelatore nel fusto, in caso si vogliano riportare in sospensione particelle sedimentate o rimiscelare fasi separatesi ed evitare di avere un fondo più denso e non pompabile;
- inserire una manichetta connessa alla rete dell'acqua industriale e aggiungere acqua per rendere il rifiuto meno denso, in caso ci siano difficoltà con il pompaggio (se la tipologia di rifiuto lo consente).

Un eventuale errore operativo durante le operazioni descritte, come ad esempio una disattenzione dell'operatore addetto alla supervisione delle attività e quindi il mancato intervento sui dispositivi di blocco in campo, potrebbe comportare il rilascio di un quantitativo non trascurabile di rifiuto potenzialmente infiammabile (HP3) e/o tossico (HP6) e/o pericoloso per l'ambiente (HP14) all'interno dell'area di riconfezionamento. Inoltre sarà possibile anche il rilascio di rifiuti liquidi con concentrazioni non trascurabili di composti clorurati.

Alcuni rifiuti (es. acidi, basici e infiammabili) potranno essere inviati ai serbatoi di stoccaggio del parco serbatoi N9, nella Linea 4. Il riconfezionamento nei serbatoi è un'operazione per la quale ci si avvale delle due pompe pneumatiche fisse installate nell'edificio N10.

CO 05 RA VA 01 RP DT 07.00	Appendice D	00	09/09/2021	13 di 31
Cod. HA	Descrizione	Rev.	Data	

I passaggi da eseguire sono descritti di seguito:

- posizionamento dei contenitori da svuotare nelle vicinanze delle pompe pneumatiche, all'interno dell'area delimitata, sotto la cappa di aspirazione;
- accensione cappa di aspirazione;
- apertura del contenitore da svuotare, da effettuarsi con cautela in caso fosse in pressione;
- connessione della pompa pneumatica con il fusto da svuotare e con il serbatoio da riempire;
- avviamento della pompa;
- deposito dei contenitori svuotati nell'area deputata al loro stoccaggio.

A seconda del tipo di rifiuto contenuto nei fusti, l'operatore può:

- inserire un miscelatore nel fusto, in caso si vogliano riportare in sospensione particelle sedimentate o ri-miscelare fasi separate ed evitare di avere un fondo più denso e non pompabile;
- inserire una manichetta connessa alla rete dell'acqua industriale e aggiungere acqua per rendere il rifiuto meno denso, in caso ci siano difficoltà con il pompaggio (se la tipologia di rifiuto lo consente).

Anche in questo caso, un eventuale errore operativo durante le operazioni descritte, come ad esempio una disattenzione dell'operatore addetto alla supervisione delle attività e quindi il mancato intervento sui dispositivi di blocco in campo, potrebbe comportare il rilascio di un quantitativo non trascurabile di rifiuto potenzialmente infiammabile (HP3) e/o tossico (HP6) e/o pericoloso per l'ambiente (HP14) all'interno dell'area di riconfezionamento. Inoltre sarà possibile anche il rilascio di rifiuti liquidi con concentrazioni non trascurabili di composti clorurati.

Si sottolinea che all'interno del locale N10, sono presenti sistemi di raccolta di eventuali spanti dovuti alla rottura accidentale degli imballaggi o delle confezioni dei rifiuti. I sistemi prevedono che la pavimentazione sia in cemento armato impermeabilizzato, inclinata e convergente verso il centro, dove si trova una caditoia di raccolta.

Si ricorda che essendo tutte attività di tipo manuale o al più semi-automatiche sempre supervisionate dall'operatore, un'eventuale fuoriuscita può essere immediatamente intercettata dall'operatore che sta svolgendo le attività di riconfezionamento.

Tutte le eventuali cause del rilascio di rifiuto pericoloso possono essere perciò ricondotte unicamente ad errori umani, la cui frequenza di accadimento risulterebbe, ai fini del presente calcolo, sempre credibile.

CO 05 RA VA 01 RP DT 07.00	Appendice D	00	09/09/2021	14 di 31
Cod. HA	Descrizione	Rev.	Data	

Le eventuali conseguenze derivanti dal rilascio di rifiuto nelle attività di travaso sopra individuate sarebbero comunque assorbite, in termini di effetti di danno, dalle conseguenze individuate per il **Top Event 1.A/1.B** presso il locale N10, in quanto il quantitativo di rifiuto liquido rilasciato in fase di riconfezionamento sarà certamente limitato a piccole quantità, sicuramente inferiori a quelle che possono generarsi dalla rottura di una cisternetta di rifiuti liquidi pericolosi durante la movimentazione con carrello.

Non viene perciò sviluppato un albero dei guasti relativo all'errore operativo in fase di travaso (**Top Event 3.A/3.B**), bensì vengono presi a riferimento, per similitudine ed analogia di evento incidentale, i risultati ottenuti dall'albero dei guasti del **Top Event 1.A/1.B** (cfr. Appendice D.1).

Da questo momento i **Top Event 1 e 3** vengono analizzati congiuntamente.

C.4 RILASCIO DI RIFIUTO LIQUIDO IN BACINO DI CONTENIMENTO

C.4.1 Top Event 4.A / 4.B: Sovrariempimento serbatoio

L'evento incidentale di sovrariempimento in fase di caricamento di un serbatoio può verificarsi presso tutti i serbatoi presenti nel parco serbatoi N9 della piattaforma polifunzionale di trattamento rifiuti, coinvolgendo rifiuti liquidi potenzialmente assimilabili alle sostanze pericolose di cui al D.Lgs. 105/2015.

Tutti i rifiuti pericolosi stoccati presso l'area nello stato di progetto potranno infatti presentare con frequenza non trascurabile caratteristiche di pericolosità HP3 (Infiammabilità), HP6 (Tossicità Acuta) e HP14 (Ecotossico) e potranno quindi risultare assimilabili alle categorie di sostanze pericolose, rispettivamente, P5c – Liquidi infiammabili, H2 – Tossicità acuta e E2 – Pericoloso per l'ambiente acquatico riportate in Allegato 1 parte 1 del D.Lgs. 105/2015. Inoltre, sarà possibile lo stoccaggio di rifiuti liquidi contenenti composti clorurati.

Le operazioni di scarico delle ATB nei serbatoi del parco N9 avvengono in presenza del personale che si occupa della connessione della ATB alla pompa e della connessione della ATB alla linea di polmonazione.

Il funzionamento delle pompe di caricamento dei serbatoi è asservito al controllo di livello LIT installato in ciascun serbatoio, che in caso di alto livello arresta la pompa di caricamento.

Gli interruttori di livello LSH/L assicureranno un arresto di emergenza delle pompe in caso di malfunzionamento dei misuratori elettronici LIT.

CO 05 RA VA 01 RP DT 07.00	Appendice D	00	09/09/2021	15 di 31
Cod. HA	Descrizione	Rev.	Data	

Il sistema DCS/ESD consente dunque il controllo del livello nei serbatoi in tempo reale e l'arresto delle pompe in caso di emergenza.

Si evidenzia dunque che gli eventi che concorrono allo scenario finale ipotizzato sono legati ad un'errata destinazione del carico o ad un'errata valutazione della capacità disponibile e ad un mancato intervento dei sistemi di protezione.

Il sovrariempimento di un serbatoio di stoccaggio (TOP) è dunque provocato dal verificarsi contemporaneo delle cause che lo generano (GATE 1) e del mancato intervento delle protezioni presenti (GATE 2).

Le cause, come già evidenziato, possono essere legate ad un errore di destinazione del carico (EVENT 1), per esempio destinazione di un refluo ad un serbatoio già pieno, o ("or") ad un errore di valutazione del volume disponibile nel serbatoio (EVENT 2).

Il mancato intervento delle protezioni, invece, può essere causato dal mancato blocco della pompa di trasferimento (GATE5) per cui la pompa non si blocca in automatico e ("and") risultano guasti gli interruttori per il blocco della pompa di trasferimento. In alternativa ("or"), il mancato intervento delle protezioni è dovuto al mancato intervento a seguito dell'allarme di alto livello (GATE 3). Il mancato intervento a seguito del segnale di allarme può essere dovuto al mancato intervento dell'operatore (EVENT 5) oppure ("or") oppure all'avaria del sistema di allarmi di alto livello (GATE 4). Tale avaria può essere a sua volta dovuta all'avaria del sensore di livello (EVENT 6) o all'avaria del trasmettitore di livello (EVENT 7).

La frequenza di accadimento di un tale evento, calcolata con la tecnica degli alberi dei guasti (cfr. Appendice D.1), è risultata essere pari a 7,46 E-9 ev/anno.

La frequenza del **Top Event 4.A**, ossia la frequenza di rilascio di rifiuti liquidi con caratteristiche di pericolosità HP3, HP6 e HP14 a causa del sovrariempimento di uno dei serbatoi collocati nel parco N9, è pari a **7,46 E-9 eventi/anno**.

Associando invece il valore di frequenza ricavato mediante l'albero di guasto alla probabilità di presenza di rifiuti contenenti concentrazioni non trascurabili di composti clorurati, si ottiene la frequenza di accadimento del **Top Event 4.B**, pari a **7,46 E-10 eventi/anno**.

CO 05 RA VA 01 RP DT 07.00	Appendice D	00	09/09/2021	16 di 31
Cod. HA	Descrizione	Rev.	Data	

C.4.2 Top Event 5.A / 5.B: Implosione serbatoio

La possibilità di accadimento dell'evento di implosione dei serbatoi di stoccaggio dei rifiuti liquidi pericolosi potrebbe riguardare tutti i serbatoi situati nel Parco serbatoi N9.

La possibilità di accadimento dell'evento di implosione dei serbatoi di stoccaggio di rifiuti liquidi sarebbe imputabile all'assenza di azoto dalla rete in concomitanza di attività di scarico dei serbatoi ed al mancato intervento dei sistemi di protezione.

Nello specifico, l'implosione di un serbatoio di stoccaggio (TOP) è dunque provocato dal mancato intervento delle protezioni (GATE 1) e ("and") dall'assenza di azoto dalla rete (GATE 5).

Il mancato intervento delle protezioni è determinato a sua volta dal mancato intervento delle protezioni di tipo automatico (GATE 2) e dalla concomitante mancata interruzione delle operazioni di scarico del serbatoio (GATE 4).

Il mancato intervento delle protezioni automatiche riguarda il mancato blocco della pompa di scaricamento (EVENT 3) e ("and") i malfunzionamenti dei sistemi di controllo della pressione, ossia il guasto del PT sulla linea dell'azoto che entra nel serbatoio (EVENT 1) e ("and") il guasto del PT posto sul serbatoio stesso (EVENT 2).

La mancata interruzione delle operazioni di scarico del serbatoio (GATE 4) può avere origine dal guasto del misuratore di livello che in caso di basso livello blocca la pompa di svuotamento (EVENT 4) oppure ("or") dalla mancata visualizzazione da parte dell'operatore dello stato del serbatoio da HMI (EVENT 5) o ("or") delle segnalazioni ottiche di anomalia/guasto (EVENT 6).

L'assenza di azoto dalla rete (GATE 5) può essere determinato dall'interruzione della fornitura di azoto (EVENT 7) oppure ("or") dalla rottura della relativa tubazione che alimenta l'azoto al serbatoio (EVENT 8).

La frequenza di accadimento di un tale evento, calcolata con la tecnica degli alberi dei guasti (cfr. Appendice D.1), è risultata essere pari a **1,90 E-9 ev/anno**.

La frequenza del **Top Event 5.A**, ossia la frequenza di rilascio di rifiuti liquidi con caratteristiche di pericolosità HP3, HP6 e HP14 a causa dell'implosione di uno dei serbatoi collocati nel parco N9, è pertanto pari a **1,90 E-9 eventi/anno**.

CO 05 RA VA 01 RP DT 07.00	Appendice D	00	09/09/2021	17 di 31
Cod. HA	Descrizione	Rev.	Data	

Associando invece il valore di frequenza ricavato mediante l'albero di guasto alla probabilità di presenza di rifiuti contenenti concentrazioni non trascurabili di composti clorurati, si ottiene la frequenza di accadimento del **Top Event 5.B**, pari a **1,90 E-10 eventi/anno**.

È opportuno infine segnalare che, qualora l'autobotte oggetto delle operazioni di carico rifiuti da serbatoio sia stata preventivamente inertizzata, gli sfiati presenti all'interno dell'autobotte verranno ricircolati all'interno del serbatoio in cui è in corso l'operazione di svuotamento. Tale sistema rappresenterebbe quindi, nel caso specifico di autobotti inertizzate, un ulteriore elemento di sicurezza contro la possibilità di implosione del serbatoio e che andrebbe certamente a ridurre, qualora analizzato all'interno dell'albero di guasto, la frequenza di accadimento del Top Event in esame. Poiché però, come spiegato, tale sistema di ricircolo degli sfiati da autobotte a serbatoio verrà messo in atto solamente in caso di autobotte preventivamente inertizzata, si è deciso cautelativamente di non prendere in considerazione tale aspetto all'interno delle presenti valutazioni.

c.4.3 Top Event 6.A / 6.B: Cedimento serbatoio per alta pressione

La possibilità di accadimento dell'evento di cedimento strutturale per sovrappressione dei serbatoi di stoccaggio dei rifiuti liquidi pericolosi potrebbe riguardare i serbatoi collocati nel Parco serbatoi N9.

Tale evento potrebbe verificarsi in caso di anomalia dei sistemi di sfiato, dei sistemi di protezione e nel caso di malfunzionamento del sistema di polmonazione.

In particolare, il cedimento di un serbatoio per alta pressione (TOP) è dovuto al mancato intervento dell'operatore (EVENT 5) e ("and") all'elevata pressione che si crea all'interno del serbatoio (GATE 1).

L'alta pressione nel serbatoio è determinata dal guasto del PT posto sul serbatoio (EVENT 4) e ("and") da anomalie del sistema di sfiato (GATE 2), ossia dal mancato intervento della valvola di sicurezza (EVENT 1) e ("and") da anomalie del sistema di polmonazione (GATE 3). Il sistema di polmonazione potrebbe non funzionare correttamente a causa della mancata connessione tra serbatoio ed autobotte (EVENT 2) oppure per problemi lungo la linea dell'azoto uscente dal serbatoio tali da determinarne l'ostruzione (EVENT 3).

La frequenza di accadimento di un tale evento, calcolata con la tecnica degli alberi dei guasti (cfr. Appendice D.1), è risultata essere pari a 1,60 E-11 ev/anno.

CO 05 RA VA 01 RP DT 07.00	Appendice D	00	09/09/2021	18 di 31
Cod. HA	Descrizione	Rev.	Data	

La frequenza del **Top Event 6.A**, ossia la frequenza di rilascio di rifiuti liquidi con caratteristiche di pericolosità HP3, HP6 e HP14 a causa del cedimento di uno dei serbatoi collocati nel parco N9, è pari a **1,60 E-11 eventi/anno**.

Associando invece il valore di frequenza ricavato mediante l'albero di guasto alla probabilità di presenza di rifiuti contenenti concentrazioni non trascurabili di composti clorurati, si ottiene la frequenza di accadimento del **Top Event 6.B**, pari a **1,60 E-12 eventi/anno**.

C.5 INCENDIO DI GAS INFIAMMABILE IN IMPIANTO DI TRITURAZIONE

C.5.1 *Top Event 7: Incendio di gas infiammabile*

Come indicato in Appendice C, lo sviluppo di un Flash-Fire legato all'evaporazione rapida di eventuali residui liquidi all'interno degli imballaggi sporchi avviati alla triturazione (fusti, cisternette, ecc.) sarebbe pressoché istantaneo, in quanto l'atmosfera infiammabile creata dalla formazione di vapori infiammabili, troverebbe facilmente un innesco con le parti meccaniche del trituratore surriscaldate o a seguito delle possibili scintille provocate dalla triturazione di rifiuti metallici.

Secondo tale descrizione, è evidente come la "nube" di vapori infiammabili avrebbe dimensioni tali da coinvolgere solamente la tramoggia e un suo potenziale innesco potrebbe coinvolgere nell'evento di incendio unicamente il contenuto del cassone sottostante.

Inoltre, nell'ambito della triturazione dei rifiuti speciali risulta decisamente difficile eseguire valutazioni quantitative con gli approcci adottati per altri eventi a rischio di incidente rilevante poiché:

- non sono reperibili da banche dati storiche dati quantitativi attendibili sulla materia. Si ricorda che sia a livello nazionale che europeo gli impianti di gestione rifiuti notificati Seveso sono molto pochi e solo negli ultimi anni il loro numero sta aumentando. Gli unici dati reperibili sono relativi ai tassi infortunistici, che non sono ovviamente pertinenti per il caso in esame;
- l'applicazione della tecnica degli alberi dei guasti al caso in esame è troppo affetta da ipotesi che derivano da stime del tutto qualitative sul materiale avviato a triturazione, sul quantitativo di rifiuto che effettivamente contamina il collo prima della triturazione, sullo stato del rifiuto che contamina il collo (morchia, fango, solido, ecc.), sul numero e tipologia di fusti avviati a triturazione, ecc. Nel settore dei rifiuti tutti questi aspetti hanno una variabilità continua anche tra una singola carica del trituratore e le successive;

CO 05 RA VA 01 RP DT 07.00	Appendice D	00	09/09/2021	19 di 31
Cod. HA	Descrizione	Rev.	Data	

- la tecnica dell'albero degli eventi risulta scarsamente applicabile per motivazioni analoghe e soprattutto perché lo scenario incidentale finale è già identificabile sulla base dell'esperienza presso impianti di trattamento rifiuti. Non sono quindi credibili eventi incidentali di gravità superiore a quella del flash-fire.

La frequenza di accadimento dell'evento incidentale analizzato deve quindi essere stimata sulla base dell'esperienza operativa nella triturazione dei rifiuti e dell'analisi storica riportata in Appendice B del Rapporto preliminare di Sicurezza.

Come premesso, si è cautelativamente ritenuto che lo scenario incidentale finale di Flash-Fire vada considerato credibile, pertanto è possibile associargli una frequenza di accadimento compresa tra **1E-04 e 1E-05 eventi/anno**.

Ancora con approccio conservativo, si può considerare la frequenza maggiore indicata, ossia **1E-04 eventi/anno**.

C.6 RILASCIO DI RIFIUTO LIQUIDO PER ROTTURA TUBAZIONE DI TRASFERIMENTO

C.6.1 Top Event 8.A/8.B: Rottura / perdita tubazione di trasferimento

Per quanto riguarda le tubazioni di trasferimento di rifiuti liquidi pericolosi che saranno installate presso la piattaforma, si evidenzia che tutte le tubazioni avranno diametro pari a 100 mm, ad eccezione delle tubazioni di trasferimento liquidi dal comparto N10 ai serbatoi di miscelazione, le quali presenteranno un diametro inferiore, pari a 25 mm.

La fonte di riferimento¹ riporta quali tassi di rottura di tubazioni con diametro compreso tra 0 e 49 mm e tra 50 e 149 mm (rottura catastrofica e foro di diametro pari a 25 mm) i valori riportati nella seguente Tabella.

¹ "Failure Rate and Event Data for use within Risk Assessments" HSE, 06/11/2017

CO 05 RA VA 01 RP DT 07.00	Appendice D	00	09/09/2021	20 di 31
Cod. HA	Descrizione	Rev.	Data	

	Ratei di guasto [eventi/(anno*metro)] per diametro della tubazione (mm)	
TIPO DI ROTTURA	0 ≤ d < 49	50 ≤ d < 149
ROTTURA CATASTROFICA	1,0 E-06	5,0 E-07
DIAMETRO FORO 25 mm	5,0 E-06	1,0 E-06

Tabella 4 – Ratei di guasto per diametro della tubazione e per tipologia di rottura

Il tasso di rottura per le tubazioni della piattaforma è stato calcolato conservativamente moltiplicando i dati forniti dalle banche dati per la lunghezza totale in impianto delle tubazioni da 25 mm e da 100 mm. Attraverso una stima conservativa delle lunghezze delle tubazioni, si considerano:

- 55 m di tubazione da 25 mm;
- 150 m di tubazione da 100 mm.

		Frequenza [eventi/(anno*m)]	Lunghezza tubazione (m)	Frequenza rottura (eventi/anno)
DIAMETRO TUBAZIONE 0 ≤ d < 49 mm	ROTTURA CATASTROFICA TUBAZIONE	1,0 E-06	55	5,5E-05
	DIAMETRO FORO 25 mm	5,0 E-06	55	2,75E-04
DIAMETRO TUBAZIONE 50 ≤ d < 149 mm	ROTTURA CATASTROFICA TUBAZIONE	5,0 E-07	150	7,5 E-05
	DIAMETRO FORO 25 mm	1,0 E-06	150	1,5 E-04

Tabella 5 – Frequenze di rottura delle tubazioni per diametro e tipologia di rottura

Si prende a riferimento per il proseguo delle analisi la rottura catastrofica (7,5 E-05 ev/anno), in quanto, nonostante implichi valori di frequenza minori, peraltro comunque credibili, rappresenta la situazione caratterizzata dagli effetti più rilevanti a causa del maggiore quantitativo di rifiuto rilasciato.

La frequenza del **Top Event 8.A**, ossia la frequenza di rottura di una tubazione di trasferimento di rifiuti liquidi con caratteristiche di pericolosità HP3, HP6 e HP14, è dunque assunta pari a **7,5 E-05 eventi/anno**, sia nel caso di rottura catastrofica sia nel caso di fessurazione delle tubazioni.

Associando invece il valore di frequenza ricavato alla probabilità di presenza di rifiuti contenenti concentrazioni non trascurabili di composti clorurati, si ottiene la frequenza di accadimento del **Top Event 8.B**, pari a **7,5 E-06 eventi/anno**.

CO 05 RA VA 01 RP DT 07.00	Appendice D	00	09/09/2021	21 di 31
Cod. HA	Descrizione	Rev.	Data	

D ANALISI DELL'EVOLUZIONE DEGLI EVENTI INCIDENTALI

L'analisi probabilistica prosegue tipicamente attraverso l'utilizzo della metodologia dell'Albero degli Eventi.

Gli alberi degli eventi sono dei diagrammi logici che, dato il rilascio di una sostanza pericolosa, consentono di individuare gli scenari incidentali finali che possono avere origine da tale rilascio.

La radice dell'albero degli eventi è rappresentata dal rilascio, mentre i nodi corrispondono ad eventi intermedi. Da ogni nodo si dipartono due rami (evento verificato o non verificato). Ad ogni ramo è associata una probabilità di accadimento. La somma di tutte le probabilità è pari a uno.

Si sottolinea che l'evento conseguente al **Top Event 7** associato al rilascio istantaneo di gas infiammabile in fase di triturazione, come indicato nei paragrafi precedenti, coincide unicamente con lo sviluppo di un Flash-Fire istantaneo. Per la stima delle conseguenze l'applicazione di un albero degli eventi è decisamente semplificata e coincide con l'evento Flash-Fire.

Invece a seguito del rilascio di un rifiuto potenzialmente tossico e/o infiammabile, i possibili eventi finali che possono svilupparsi, in funzione della tipologia di innesco, sono i seguenti:

- **Incendio di pozza (Pool-Fire)** in caso di innesco immediato;
- **Flash Fire** in caso di innesco ritardato dei vapori evaporati dalla pozza;
- **Dispersione di vapori tossici** in caso di mancato innesco dei vapori evaporati dalla pozza.

Qualora il rifiuto rilasciato presenti anche una concentrazione non trascurabile di composti clorurati, è possibile ipotizzare, conseguentemente all'innesco immediato della pozza al suolo (pool fire), anche una dispersione di vapori di acido cloridrico quale prodotto della combustione delle sostanze clorurate (ad es. Dicloroetano).

Si evidenzia che in caso di innesco ritardato, l'accelerazione del fronte di fiamma potrebbe generare in alternativa al Flash Fire anche fenomeni di tipo esplosivo (VCE), a seconda delle caratteristiche di confinamento della nube di vapori e dell'entità della massa di vapori miscelati in aria nel campo di infiammabilità.

Tuttavia, nel caso in esame, l'albero degli eventi è stato considerato senza sviluppo di fenomeni esplosivi, per le seguenti considerazioni:

CO 05 RA VA 01 RP DT 07.00	Appendice D	00	09/09/2021	22 di 31
Cod. HA	Descrizione	Rev.	Data	

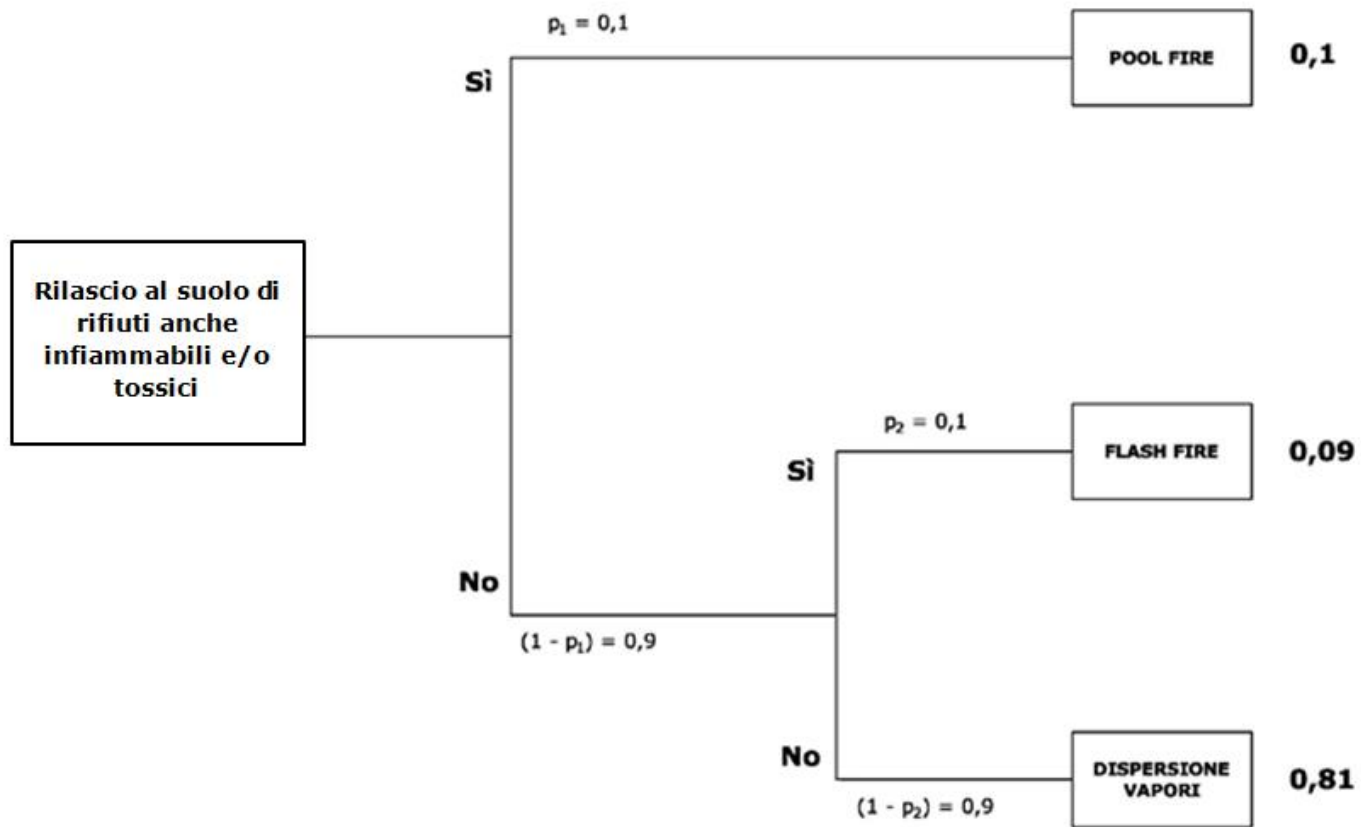
- le quantità di sostanze infiammabili potenzialmente coinvolte in un rilascio accidentale di rifiuti liquidi anche infiammabili sono modeste e quindi non porterebbero al raggiungimento della massa di infiammabilità critica per la transizione dell'evento verso fenomeni di tipo esplosivo;
- all'interno della piattaforma di trattamento rifiuti non si ravvisano condizioni di potenziale forte confinamento della nube di vapori infiammabili originati dall'evaporazione della pozza al suolo.

Per la determinazione delle probabilità di accadimento dei diversi rami si ricorre alle informazioni contenute in banche dati e nella letteratura internazionale di riferimento. In particolare sono stati consultati i seguenti due documenti:

- *“Guidelines for determining probability of Ignition of a released flammable mass”*, Center for Chemical Process Safety CCPS, Wiley, 2014;
- *“Evaluation of the Dutch QRA directives for storage and transportation of flammable liquids”*, National Institute for Public Health and the Environment, 2010.

Nella pagina seguente viene riportato l'albero degli eventi considerato nel caso di rilascio al suolo di rifiuti infiammabili e/o tossici e/o pericolosi per l'ambiente.

CO 05 RA VA 01 RP DT 07.00	Appendice D	00	09/09/2021	23 di 31
Cod. HA	Descrizione	Rev.	Data	



Top Event	Innesco immediato	Innesco ritardato	Scenario finale
-----------	-------------------	-------------------	-----------------

CO 05 RA VA 01 RP DT 07.00	Appendice D	00	09/09/2021	24 di 31
Cod. HA	Descrizione	Rev.	Data	

La possibile evoluzione incidentale analizzata è rappresentata dai due seguenti nodi:

- **p1**, probabilità di innesco immediato;
- **p2**, probabilità di innesco ritardato.

Entrambe le probabilità di innesco sono assunte pari a 0,1. La probabilità che non si verifichino le due tipologie di innesco viene ricavata come complemento a 1 di queste ultime.

In Tabella 6 si riporta un riepilogo degli scenari finali legati al rilascio accidentale di rifiuti infiammabili, con l'espressione delle probabilità ricavata per ognuno di essi.

Innesco		Scenario finale	Probabilità
<input checked="" type="checkbox"/> Immediato	<input type="checkbox"/> Ritardato	Pool fire	$p_1 = 0,1$
<input type="checkbox"/> Immediato	<input checked="" type="checkbox"/> Ritardato	Flash fire	$(1 - p_1) \times p_2 = 0,09$
<input type="checkbox"/> Immediato	<input type="checkbox"/> Ritardato	Dispersione vapori	$(1 - p_1) \times (1 - p_2) = 0,81$

Tabella 6 – Probabilità di accadimento dei tre scenari finali derivanti dal rilascio di rifiuti infiammabili

Nel caso in cui si verificasse l'innesco immediato di un rifiuto clorurato, la probabilità di accadimento della dispersione di vapori di acido cloridrico è stata assunta pari alla probabilità del pool fire.

Le cause principali d'innesco sono rappresentate in generale da:

- fulminazioni;
- fiamme libere o scintille;
- elettricità statica;
- apparecchiature elettriche;
- presenza di automezzi.

Occorre precisare che presso la piattaforma saranno assunte tutte le misure di prevenzione necessarie per limitare la possibilità di fonti d'innesco, ossia: divieto di fumo per il personale, apparecchiature elettriche antideflagranti nelle aree classificate, divieti di utilizzare fiamme libere, rigide procedure autorizzative come l'adozione dei permessi di lavoro, controlli dei veicoli in ingresso

CO 05 RA VA 01 RP DT 07.00	Appendice D	00	09/09/2021	25 di 31
Cod. HA	Descrizione	Rev.	Data	

per manutenzione al deposito, sistema di protezione contro le scariche atmosferiche, sistemi di messa a terra al fine di evitare la formazione di cariche elettrostatiche, ecc.

Come ribadito in precedenza, nel caso si verifichi il rilascio di un rifiuto solamente tossico si ha in ogni caso la dispersione in aria, per cui banalmente l'albero degli eventi assumerebbe una forma lineare, con un unico ramo con probabilità pari a 1, quindi la frequenza dello scenario finale viene a coincidere con quella del Top Event.

In Tabella 7 si riporta il riepilogo delle frequenze di accadimento degli eventi incidentali, calcolate moltiplicando le frequenze dei Top Event per le probabilità di accadimento dei diversi scenari configurati con l'albero degli eventi.

CO 05 RA VA 01 RP DT 07.00	Appendice D	00	09/09/2021	26 di 31
Cod. HA	Descrizione	Rev.	Data	

Top Event		Localizzazione dell'evento	Scenario Conseguente	Frequenza Top Event (ev/anno)	Eventi Incidentali finali	Frequenza (eventi/anno)
1.A	Perdita da fusti / cisternette	Comparto di stoccaggio liquidi in colli N8	Rilascio di rifiuto liquido infiammabile, tossico e/o pericoloso per l'ambiente su superficie pavimentata	2,66 E-03	Pool Fire	2,66E-04
		Area riconfezionamento N10 (zona transito)			Flash Fire	2,39E-04
					Dispersione	2,15E-03
1.B	Perdita da fusti / cisternette	Comparto di stoccaggio liquidi in colli N8	Rilascio di rifiuto liquido infiammabile, tossico e/o pericoloso per l'ambiente con concentrazioni non trascurabili di composti clorurati su superficie pavimentata	2,66 E-04	Pool Fire(*)	2,66E-05
		Area riconfezionamento N10 (zona transito)			Flash Fire	2,39E-05
					Dispersione	2,15E-04
2.A	Perdita da manichetta di carico / scarico autobotte	Area carico / scarico autobotte adiacente al parco serbatoi	Rilascio di rifiuto liquido infiammabile, tossico e/o pericoloso per l'ambiente su superficie pavimentata	5,08 E-07	Pool Fire	5,08E-08
					Flash Fire	4,57E-08
					Dispersione	4,11E-07
2.B	Perdita da manichetta di carico / scarico autobotte	Area carico / scarico autobotte adiacente al parco serbatoi	Rilascio di rifiuto liquido infiammabile, tossico e/o pericoloso per l'ambiente con concentrazioni non trascurabili di composti clorurati su superficie pavimentata	5,08 E-08	Pool Fire(*)	5,08E-09
					Flash Fire	4,57E-09
					Dispersione	4,11E-08
3.A	Rilascio in fase di riconfezionamento	Comparto di riconfezionamento liquidi N10	Rilascio di rifiuto liquido infiammabile, tossico e/o pericoloso per l'ambiente su superficie pavimentata	2,66 E-03	Pool Fire	2,66E-04
					Flash Fire	2,39E-04
					Dispersione	2,15E-03
3.B	Rilascio in fase di riconfezionamento	Comparto di riconfezionamento liquidi N10	Rilascio di rifiuto liquido infiammabile, tossico e/o pericoloso per l'ambiente con concentrazioni non trascurabili di composti clorurati su superficie pavimentata	2,66 E-04	Pool Fire(*)	2,66E-05
					Flash Fire	2,39E-05
					Dispersione	2,15E-04

CO 05 RA VA 01 RP DT 07.00	Appendice D	00	09/09/2021	27 di 31
Cod. HA	Descrizione	Rev.	Data	

Top Event		Localizzazione dell'evento	Scenario Conseguente	Frequenza Top Event (ev/anno)	Eventi Incidentali finali	Frequenza (eventi/anno)
4.A	Sovrariempimento serbatoio di stoccaggio rifiuti liquidi	Area stoccaggio in serbatoi N9	Rilascio di rifiuto liquido infiammabile, tossico e/o pericoloso per l'ambiente in bacino di contenimento	7,46 E-9	Pool Fire	7,46E-10
					Flash Fire	6,71E-10
					Dispersione	6,04E-9
4.B	Sovrariempimento serbatoio di stoccaggio rifiuti liquidi	Area stoccaggio in serbatoi N9	Rilascio di rifiuto liquido infiammabile, tossico e/o pericoloso per l'ambiente con concentrazioni non trascurabili di composti clorurati su superficie pavimentata	7,46 E-10	Pool Fire(*)	7,46E-11
					Flash Fire	6,71E-11
					Dispersione	6,04E-10
5.A	Implosione serbatoio di stoccaggio rifiuti liquidi	Area stoccaggio in serbatoi N9	Rilascio di rifiuto liquido infiammabile, tossico e/o pericoloso per l'ambiente in bacino di contenimento	1,90 E-9	Pool Fire	1,90 E-10
					Flash Fire	1,71 E-10
					Dispersione	1,54 E-9
5.B	Implosione serbatoio di stoccaggio rifiuti liquidi	Area stoccaggio in serbatoi N9	Rilascio di rifiuto liquido infiammabile, tossico e/o pericoloso per l'ambiente con concentrazioni non trascurabili di composti clorurati su superficie pavimentata	1,90 E-10	Pool Fire(*)	1,9 E-11
					Flash Fire	1,71 E-11
					Dispersione	1,54 E-10
6.A	Cedimento strutturale serbatoio per alta pressione	Area stoccaggio in serbatoi N9	Rilascio di rifiuto liquido infiammabile, tossico e/o pericoloso per l'ambiente in bacino di contenimento	1,60 E-11	Pool Fire	1,60 E-12
					Flash Fire	1,44 E-12
					Dispersione	1,30 E-11
6.B	Cedimento strutturale serbatoio per alta pressione	Area stoccaggio in serbatoi N9	Rilascio di rifiuto liquido infiammabile, tossico e/o pericoloso per l'ambiente con concentrazioni non trascurabili di composti clorurati su superficie pavimentata	1,60 E-12	Pool Fire(*)	1,60 E-13
					Flash Fire	1,44 E-13
					Dispersione	1,30 E-12

CO 05 RA VA 01 RP DT 07.00	Appendice D	00	09/09/2021	28 di 31
Cod. HA	Descrizione	Rev.	Data	

Top Event		Localizzazione dell'evento	Scenario Conseguente	Frequenza Top Event (ev/anno)	Eventi Incidentali finali	Frequenza (eventi/anno)
7	Rilascio istantaneo di gas infiammabile in fase di triturazione ed innesco immediato	Comparto di triturazione N2	Incendio di gas infiammabile	1,00 E-04	Flash Fire	1,00 E-04
8.A	Rottura / perdita tubazione di trasferimento	Area stoccaggio in serbatoi N9 Area riconfezionamento N10	Rilascio di rifiuto liquido infiammabile, tossico e/o pericoloso per l'ambiente su superficie pavimentata o nel bacino di contenimento	7,5 E-05	Pool Fire	7,5E-06
					Flash Fire	6,75E-06
					Dispersione	6,08E-05
8.B	Rottura / perdita tubazione di trasferimento	Area stoccaggio in serbatoi N9 Area riconfezionamento N10	Rilascio di rifiuto liquido infiammabile, tossico e/o pericoloso per l'ambiente con concentrazioni non trascurabili di composti clorurati su superficie pavimentata	7,5 E-06	Pool Fire(*)	7,5E-07
					Flash Fire	6,75E-07
					Dispersione	6,08E-06

(*) Nel caso in cui si verificasse l'innesco immediato di un rifiuto clorurato, la probabilità di accadimento della dispersione di vapori di acido cloridrico è stata assunta pari alla probabilità del pool fire.

Tabella 7 – Riepilogo delle frequenze di accadimento degli scenari prefigurati per la piattaforma

CO 05 RA VA 01 RP DT 07.00	Appendice D	00	09/09/2021	29 di 31
Cod. HA	Descrizione	Rev.	Data	

Esiste una larga convergenza di opinioni a livello internazionale nel ritenere credibili (ovvero ragionevolmente probabili) gli scenari incidentali che presentano frequenza attesa almeno pari a **1E-05 ev/anno** (cioè una occasione ogni 100.000 anni) o, in alcuni stati o comunque per alcuni riferimenti bibliografici, a **1E-06 ev/anno**.

Prassi che derivano dall'utilizzo di valori di questi ordini di grandezza sono adottate dalle Autorità competenti di importanti paesi industriali, quali la Gran Bretagna, l'Olanda, la Danimarca, etc., certamente all'avanguardia rispetto alle tematiche concernenti l'analisi dei rischi di incidente rilevante, anche di origine naturale.

Tale prassi rispecchia l'adozione di criteri di accettabilità del Rischio Individuale: in Olanda si ritiene accettabile un rischio inferiore a **1E-05 ev/anno** ed in Gran Bretagna un rischio inferiore a **1E-06 ev/anno**.

A livello nazionale, le Linee Guida per la pianificazione dell'emergenza esterna (Presidenza Consiglio Ministri, Dip. Protezione Civile – gennaio 1994, pag.7) definiscono gli scenari credibili, come quelli aventi frequenza almeno dell'ordine di **1E-4 ,1E-5 ev/anno**.

Adottando in maniera largamente conservativa le prassi sopra citate, saranno considerati per la fase di stima delle conseguenze tutti gli scenari incidentali con frequenza di accadimento attesa superiore a 1 E-08 ev/anno, anche in riferimento all'indicazione del D.M. 09/05/2001 relativo alla compatibilità territoriale di Stabilimenti a rischio di incidente rilevante, che riporta quale categoria cui sono associate le minori frequenze di accadimento un valore minore di 1,0 E-06 ev/anno ed alle indicazioni applicative fornite negli anni dal CTR dell'Emilia Romagna.

Sulla base di tali considerazioni si procederà alla stima delle conseguenze relative a tutti gli eventi finali riportati nella precedente tabella ad eccezione di quelli associati ai seguenti Top Event:

- **Top Event 4.A** – Sovrariempimento serbatoio di stoccaggio rifiuti liquidi (Rifiuti infiammabili, tossici e/o pericolosi per l'ambiente);
- **Top Event 4.B** - Sovrariempimento serbatoio di stoccaggio rifiuti liquidi (Rifiuti clorurati);
- **Top Event 5.A** – Implosione serbatoio di stoccaggio rifiuti liquidi (Rifiuti infiammabili, tossici e/o pericolosi per l'ambiente);
- **Top Event 5.B** - Implosione serbatoio di stoccaggio rifiuti liquidi (Rifiuti clorurati);

CO 05 RA VA 01 RP DT 07.00	Appendice D	00	09/09/2021	30 di 31
Cod. HA	Descrizione	Rev.	Data	

- **Top Event 6.A** – Cedimento serbatoio di stoccaggio rifiuti liquidi per alta pressione (Rifiuti infiammabili, tossici e/o pericolosi per l'ambiente);
- **Top Event 6.B** - Cedimento serbatoio di stoccaggio rifiuti liquidi per alta pressione (Rifiuti clorurati).

Si segnala inoltre che l'unico scenario risultato credibile nel caso del **Top Event 2.B** è la dispersione, per la quale dunque si è proceduto alla stima delle conseguenze.

In conclusione, per gli eventi considerati credibili, l'analisi procederà con la valutazione analitica delle conseguenze incidentali operata anche mediante l'utilizzo di strumenti di calcolo software basati sui modelli di simulazione matematica necessari.

Per le risultanze di questa fase di analisi si rimanda all'Appendice E.

CO 05 RA VA 01 RP DT 07.00	Appendice D	00	09/09/2021	31 di 31
Cod. HA	Descrizione	Rev.	Data	