

 eni S.p.A. Distretto Centro Settentrionale	Data Agosto 2015	Doc. SICS_207_Integraz Integrazioni allo Studio di Impatto Ambientale Pozzo esplorativo “Carpignano Sesia 1 dir”	All. 2.1
--	------------------------	---	----------

INTEGRAZIONI ALLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

Pozzo esplorativo “Carpignano Sesia 1 Dir”

*Capitolo 2 - Risposta alla richieste di integrazioni pervenute
dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del
Mare*

*Allegato 2.1 – Analisi degli scenari incidentali previsionali –
Progetto di perforazione del pozzo esplorativo “Carpignano
Sesia 1 Dir”*



Distretto Centro Settentrionale

ANALISI DEGLI SCENARI INCIDENTALI PREVISIONALI – PROGETTO DI PERFORAZIONE DEL POZZO ESPLORATIVO “CARPIGNANO SESIA 1 DIR”

0	Emissione Per Enti	CREA S.r.l.	eni	eni	24/08/2015
REV.	Descrizione	Preparato	Verificato	Approvato	Data





INDICE

1.	SCOPO	3
2.	RIFERIMENTI	4
3.	FILOSOFIA GENERALE DI SICUREZZA	5
3.1	Concetto di barriera	5
3.2	Gestione Delle Emergenze	5
3.3	Strategia per la risposta alle emergenze del DICS	6
3.4	Piano generale di Emergenza del DICS	6
4.	SISTEMI DI SICUREZZA	8
4.1	Sistemi di sicurezza meccanici	8
4.2	Sistemi di sicurezza strumentali	8
4.3	Sistemi Di Sicurezza Procedurali	9
5.	ANALISI DEGLI SCENARI INCIDENTALI	12
5.1	Perforazione	12
5.1.1	Sistemi di Well Control	12
5.1.2	Metodologia di valutazione	18
5.1.3	Risultati	19
5.2	Prove di produzione	22
5.2.1	Misure di prevenzione e protezione	23
5.2.2	Metodologia di Valutazione	25
	APPENDICE	49
	ALLEGATI	50



1. SCOPO

Scopo del presente studio è quello di condurre l'analisi degli scenari incidentali previsionali per le diverse fasi di perforazione del pozzo esplorativo "Carpignano Sesia 1 Dir".

Si sottolinea che le procedure di lavoro, le scelte progettuali e le barriere preventive presenti su tutti gli impianti, fanno sì che incidenti durante la perforazione e la coltivazione del giacimento siano eventi rari ed estremamente improbabili. Inoltre, si precisa che durante tutte le fasi operative del progetto in esame vengono adottate una serie di misure di preventive e di mitigazione, in accordo a precise specifiche tecniche stabilite da eni, che garantiscono di limitare al massimo sia il rischio che l'impatto, anche nel caso di tali eventuali improbabili eventi.

Il professionista, analista di rischio, e la società CREA s.r.l., con sede legale in Via R. Murri n. 21 in Ravenna, cui il professionista appartiene, dichiarano di avere utilizzato ai fini della presente analisi le informazioni e le documentazioni fornite dalla società eni spa.



2. RIFERIMENTI

[Rif. 1]	TNO Coloured Books
[Rif. 2]	TNO EFFECTS, vers. 10.0
[Rif. 3]	Loss Prevention in the Process Industries" - F. P. Lees
[Rif. 4]	"Hydrogen sulfide" www.cdc.gov/niosh/idlh/7783064.html
[Rif. 5]	Carpignano Sesia 1 Dir - Programma di perforazione, Febbraio 2014
[Rif. 6]	General Guidance on Emergency Planning within the CIMAH regulation for Chlorine installation
[Rif. 7]	API PUB 581-"Risk-Based Inspection Base Resource Document", 2000
[Rif. 8]	D.M. 20/10/1998 - "Criteri di analisi e valutazione dei rapporti di Sicurezza relativi a depositi di liquidi facilmente infiammabili e/o tossici"
[Rif. 9]	DPCM 25 Febbraio 2005 "Pianificazione dell'Emergenza Esterna degli Stabilimenti Industriali a Rischio di Incedente Rilevante"



3. FILOSOFIA GENERALE DI SICUREZZA

3.1 Concetto di barriera

Il principale concetto di progettazione, per aumentare la sicurezza del luogo di lavoro, è quello di impedire la contemporaneità dei seguenti fattori:

- Rilascio di idrocarburi (perdita di contenimento);
- Presenza di una fonte di innesco;
- Presenza di comburente (ossigeno).

Per impedire la contemporaneità di questi fattori è utilizzata la cosiddetta "barriera di sicurezza" che impedisce che tali tre fattori siano presenti nello stesso luogo nello stesso momento.

Una "barriera di sicurezza" è qualsiasi dispositivo (o insieme di dispositivi) atto a contrastare gli effetti di un evento incidentale e/o limitarne l'estensione.

L'analisi delle attività e, di conseguenza, delle possibili situazioni di potenziale pericolo, permette sia di implementare soluzioni progettuali (ingegneria) ed operative (procedure), che di applicare idonee misure di prevenzione, riducendo quindi la probabilità che possa accadere un incidente eliminando o neutralizzando tutte le cause che lo possono determinare.

3.2 Gestione Delle Emergenze

La risposta alle emergenze rappresenta una delle barriere mitigative nel caso in cui si materializzi un qualsiasi evento imprevisto e/o accidentale, che alteri il normale andamento lavorativo e che rappresenti un pericolo per le persone, per l'ambiente o per i beni aziendali.

Con particolare riferimento eventi oggetto del presente studio la risposta alle emergenze rappresenta un elemento di cruciale importanza. Al fine di assicurare la corretta informazione su situazioni critiche e la conseguente attivazione di persone e mezzi necessari ad organizzare efficacemente e il più velocemente possibile l'intervento appropriato, eni s.p.a. ha redatto una serie di documenti in materia con lo scopo di fornire indicazioni specifiche per l'implementazione di un'efficace ed efficiente sistema di gestione delle emergenze. Ciascuna procedura tratta una tematica specifica relativa al processo dell'Emergency Response e riporta in maniera esaustiva gli aspetti cardine da includere nei rispettivi piani e procedure di emergenza delle controllate.



3.3 Strategia per la risposta alle emergenze del DICS

La Strategia per la risposta alle emergenze del DICS descrive i principi basilari e requisiti minimi da rispettare al fine implementare un sistema efficace per la risposta alle emergenza DICS, in linea con quanto riportato nella *Strategy* di sede descritta nel documento "opi sg hse 005 e&p r02". La Strategia per la risposta alle emergenze tratta tutti gli aspetti cardine relativi all'*Emergency Response* (es. leggi e standard applicabili, ruoli e responsabilità, formazione, dotazioni, ecc.) ed ha come obiettivi principali quelli di identificare i mezzi da utilizzare per garantire un'adeguata risposta alle emergenze e di assicurare il successivo monitoraggio delle misure individuate, al fine di garantirne l'adeguatezza. Il Piano Generale di Emergenza di DICS segue le indicazioni riportate nella Strategia. In linea con quanto riportato all'interno delle *Professional Operating Instructions* della Compagnia, la Strategia del DICS, così come il relativo Piano Generale di Emergenza, codifica tre diversi livelli di gestione dell'emergenza, a cui si aggiunge un livello di crisi, definiti in funzione del coinvolgimento del personale esterno all'installazione.

3.4 Piano generale di Emergenza del DICS

Mentre la Strategia ha come obiettivo principale quello di definire i principi cardine ed i requisiti da rispettare al fine di garantire un sistema di gestione delle emergenze adeguato alla realtà operativa e territoriale cui si riferisce, il Piano Generale di Emergenza del Distretto Centro Settentrionale costituisce il vero e proprio quadro di riferimento per la gestione delle situazioni di emergenza del DICS, con il fine di assicurare una corretta informazione su situazioni critiche in modo da attivare persone e mezzi necessari per organizzare l'intervento appropriato, riducendo al massimo il pericolo per le vite umane, per l'ambiente e per i beni della Compagnia. Il Piano Generale di Emergenza viene attivato immediatamente nel momento in cui si verifica un'emergenza presso l'installazione. Il "*Referente del Sito*" contatta il proprio interlocutore di riferimento e comunica le informazioni relative all'emergenza in questione. Nel documento sono riportati i *form* dei contatti per le emergenze, i numeri telefonici delle figure di riferimento DICS coinvolte nella gestione dell'emergenza, una chiara indicazione delle informazioni da comunicare, nonché i ruoli specifici attribuiti alle varie figure professionali che possono essere coinvolte nella gestione dell'emergenza, distinte in base alla loro prevalente collocazione operativa (in campo, in campo o in sede, in sede DICS). In allegato al Piano di Emergenza, sono riportati in forma grafica le azione specifiche da intraprendere in funzione delle diverse emergenze considerate. Il Piano per le Esercitazioni di Emergenza HSE del DICS ha lo scopo di fornire le istruzioni necessarie alla pianificazione ed esecuzione delle esercitazioni HSE e alla redazione e distribuzione del verbale di esercitazione. Il Piano identifica gli attori che hanno la responsabilità dello svolgimento delle attività nonché dei soggetti che partecipano allo svolgimento dell'azione.



eni
DICS

Il Piano di Emergenza Sanitaria nei luoghi di lavoro di DICS descrive le azioni specifiche da attuare nei siti in caso di emergenza sanitaria, al fine di tutelare la salute del personale operante presso le sedi di DICS. Nello specifico, la procedura individua le figure interessate alla gestione delle emergenze sanitarie e le modalità operative a cui le stesse devono attenersi.



4. SISTEMI DI SICUREZZA

Ai fini dell'analisi di rischio risulta indispensabile individuare le dotazioni di sicurezza, i sistemi di monitoraggio, di protezione e le procedure operative che costituiscono le "barriere di sicurezza" atte a prevenire e contenere i rischi indotti dalle operazioni di lavoro.

I sistemi di sicurezza impiantistici presenti nel posto di lavoro durante le operazioni in oggetto sono di due tipi: meccanico e strumentale.

4.1 Sistemi di sicurezza meccanici

Tale insieme di sistemi è costituito dagli elementi di impianto quali tubazioni, serbatoi, raccorderia, valvole ed altre apparecchiature. Queste apparecchiature, fornite sotto uno stretto controllo di qualità, vengono collaudate secondo modalità approvate, in accordo con specifiche procedure, allo scopo di garantire l'integrità fisica necessaria e la resistenza alle condizioni di processo progettuali.

In tutta l'area di lavoro la disposizione delle facilities è tale che:

- siano presenti vie di fuga e di evacuazione su tutti i lati del perimetro del posto di lavoro;
- adeguato spazio è stato destinato alla movimentazione dei mezzi per il carico/scarico delle unità dell'impianto, per il carico del petrolio grezzo e per lo scarico del gasolio.

All'insieme dei sistemi di sicurezza meccanici appartiene anche la recinzione in rete metallica plastificata alta 2 metri che recinta il posto di lavoro nel suo insieme, evitando l'accesso a persone non autorizzate.

Le aree cordolate, installate a protezione dei serbatoi di gasolio e dei serbatoi di stoccaggio petrolio grezzo, hanno la funzione primaria di contenere accidentali spargimenti in caso di rottura dei serbatoi; inoltre, i serbatoi di servizio dei gruppi elettrogeni sono interni alle apparecchiature e, pertanto, risultano protetti contro eventuali urti e danneggiamenti.

4.2 Sistemi di sicurezza strumentali

Il secondo tipo di sistema di sicurezza all'interno del posto di lavoro è di tipo strumentale. Il cantiere di perforazione, come previsto dal contratto, è dotato di un



impianto di monitoraggio per rilevare l'eventuale presenza di H₂S e miscela esplosiva in atmosfera, di proprietà della azienda di mud logging.

All'interno dell'area è posta una segnalazione acustica e ottica in grado di allertare in modo selettivo il personale operante in zona sulla presenza di H₂S o miscela esplosiva.

I sensori di H₂S o di miscela esplosiva al raggiungimento delle rispettive soglie di pre - allarme e di allarme attivano la segnalazione ottico ed acustica, che permetterà di eseguire le procedure operative di emergenza del caso per la messa in sicurezza dell'area.

4.3 Sistemi Di Sicurezza Procedurali

Oltre ai normali sistemi di sicurezza impiantistici, di tipo meccanico e strumentale, previsti nei capitoli precedenti, sono attivate dalla Società in coordinamento con le aziende contrattiste presenti ed incaricate dello svolgimento dei lavori, le seguenti misure di sicurezza organizzative e procedurali:

- Prima dell'inizio dei lavori viene effettuata una Riunione di Coordinamento finalizzata all'esame del DSSC (Documento Salute e Sicurezza Coordinato) e delle procedure, a cui partecipano il Direttore Responsabile, il Sorvegliante e tutti i Preposti delle aziende che prenderanno parte ai lavori. In tale riunione vengono richiamati i contenuti del DSSC, le responsabilità del Sorvegliante e dei Preposti e viene analizzato un programma di massima dello svolgimento dei lavori.
- Giornalmente il Sorvegliante indice un Briefing di Coordinamento con i Preposti delle ditte coinvolte, in cui vengono analizzate le attività da svolgere ed in particolare le possibili interferenze.
- Il traffico veicolare e l'utilizzo di apparecchiature dotate di motore a combustione interna è ammesso solo se tali apparecchiature sono dotate di rompifiamma sulla condotta di scarico.
- All'interno dell'area viene adottata la procedura per l'emissione dei Permessi di Lavoro per ogni tipologia d'attività tecnico- operativa/manutentiva.
- Prima di ogni fase lavorativa che possa comportare operazioni ritenute critiche per la loro pericolosità, viene effettuata una Riunione di Coordinamento Straordinaria con la presenza dei Preposti delle ditte coinvolte, del Sorvegliante e se necessario del Direttore Responsabile.
- Vengono attivate le procedure di coordinamento sui rischi di incendio e di presenza di gas infiammabili, contenute nelle specifiche schede del DSSC.
- Il personale che arriva per la prima volta nel cantiere deve effettuare un Briefing Informativo di Sicurezza.



- Tutto il personale presente nel cantiere deve indossare i Dispositivi di Protezione Individuale specifici per la propria attività lavorativa, e avere disponibili nelle immediate vicinanze quelli previsti per il luogo di lavoro e per i rischi ad esso connessi.
- Nell'area è fatto divieto assoluto di fumare, di portare fiammiferi o accendisigari, e nelle aree classificate, di utilizzare strumenti non antiscintilla o impianti elettrici non antideflagranti. L'uso di fiamme libere è soggetto all'approvazione del Sorvegliante/Direttore Responsabile tramite l'adozione della Procedura dell'emissione dei Permessi di lavoro.
- Saranno effettuate con regolare cadenza esercitazioni di sicurezza affinché il personale operante presso il sito possa conoscere le vie di fuga, i punti di raduno, le procedure di comunicazione, le dotazioni di sicurezza, i numeri di telefono da utilizzare, ecc.
- Il personale operante presso il sito sarà dotato di Certificato di Idoneità alla mansione, saranno inoltre presenti addetti antincendio e addetti al pronto soccorso con apposito corso di formazione.
- Eventuali attività di saldatura saranno effettuate tramite emissione del permesso di lavoro, con misurazione dell'atmosfera esplosiva prima e durante le operazioni stesse, con un presidio antincendio di almeno un estintore portatile e se necessario con l'utilizzo di schermi protettivi.
- Gli organi di sollevamento sono certificati e testati come da normativa vigente.
- Per evitare interferenze e/o collisioni tra due o più gru adibite alla movimentazione dei carichi pesanti, viene elaborata la pianificazione relativa alle attività di sollevamento.
- Per ridurre i Rischi di danni da caduta carichi si utilizzano sistemi di prevenzione che limitano l'altezza di movimentazione ed il peso sollevato. Durante la movimentazione sono limitate il numero di attività contemporanee. Vengono utilizzati, inoltre, appositi basket in ferro che ospitano le attrezzature e/o i gravi sollevati e/o movimentati.
- Vengono evitate tutte le manovre che possano causare caduta di oggetti sulle attrezzature o linee in pressione.
- Durante la movimentazione dei carichi il Sorvegliante assicura che nessuno sosti o transiti nel raggio di azione della gru o dei dispositivi manuali di sollevamento. Prima di qualsiasi manovra il gruista segnala acusticamente al personale l'inizio della movimentazione.
- I carichi da movimentare sono compatibili con le caratteristiche della gru, così come le modalità di imbracaggio e di aggancio alla taglia sono conformi alle specifiche di lavoro.
- Il personale addetto alla movimentazione della gru rimane sempre in contatto con il personale addetto all'assistenza, il quale prontamente lo avverte in caso di problematiche.



- Tutto il personale avente mansioni nella Squadra di Emergenza ha svolto corsi specifici riguardanti l'intervento e la gestione dell'emergenza che coprono tutte le anomalie o incidenti ipotizzabili per l'attività mineraria.
- In caso di principio di incendio il personale presente si attiverà per tentare lo spegnimento e nel frattempo darà l'allarme.
- In cabina mud logging è sempre presente personale in grado di allertare tutto il personale in caso di risalite di gas, grazie al controllo degli indicatori di livello delle vasche dei fanghi.
- Il controllo dei livelli dei fanghi viene inoltre eseguito anche da personale dell'impianto di perforazione.
- Al verificarsi di un innalzamento del livello vasche fango, associato eventualmente a presenza di gas, viene applicata la procedura aziendale "Well Control Policy".
- In caso di formazione di miscela esplosiva, si attiveranno gli allarmi preposti a seguito dei quali il personale ottempererà quanto previsto nel Piano di Emergenza.
- Il personale delle aziende contrattiste operanti nell'area metterà in sicurezza le proprie attrezzature.
- L'area di lavoro è delimitata utilizzando bande o catenelle apposite. Sono presenti specifici cartelli di segnalazione di pericolo, nei quali è riportato il divieto d'accesso al personale non autorizzato. In caso non possa essere assicurato il rispetto della prescrizione sono messe in atto protezioni specifiche, quali rete, pannelli di protezione, etc...



5. ANALISI DEGLI SCENARI INCIDENTALI

5.1 Perforazione

Le operazioni di perforazione di un pozzo petrolifero prevedono l'applicazione di sistemi di controllo e di adeguate misure preventive e mitigative finalizzate ad assicurarne lo svolgimento nelle massime condizioni di sicurezza, sia per il personale coinvolto che per le persone e l'ambiente circostanti.

La conoscenza delle operazioni da eseguire è necessaria per individuare, di volta in volta, adeguate misure preventive e mitigative dei pericoli associati, le quali sono finalizzate, rispettivamente, a diminuire la probabilità di accadimento di eventi indesiderati e a ridurre l'impatto potenzialmente derivante dalla loro occorrenza.

Per "sicurezza intrinseca" si intende il grado di sicurezza garantito dall'applicazione dei procedimenti progettuali e delle procedure operative standard di cui eni è in possesso:

- gli standard della Società hanno lo scopo di assicurare l'eccellenza tecnica. Essi possono essere espressi in termini ingegneristici, ad esempio come coefficienti di sicurezza da adottare nella progettazione delle colonne di rivestimento dei pozzi (*casing*) o in termini operativi, come il numero di barriere di sicurezza da mantenere efficienti durante le operazioni.
- le procedure operative della Società forniscono, invece, i dettagli su come operare conformemente alla normativa vigente e agli standard internazionali per garantire la massima sicurezza nelle operazioni.

5.1.1 Sistemi di Well Control

5.1.1.1 Le Barriere Preventive

Le barriere preventive sono strumenti atti a prevenire il verificarsi di un evento incidentale. La filosofia di sicurezza della Società prevede che, per lo svolgimento in sicurezza delle attività, sia sempre e comunque rispettato il concetto della "doppia barriera".

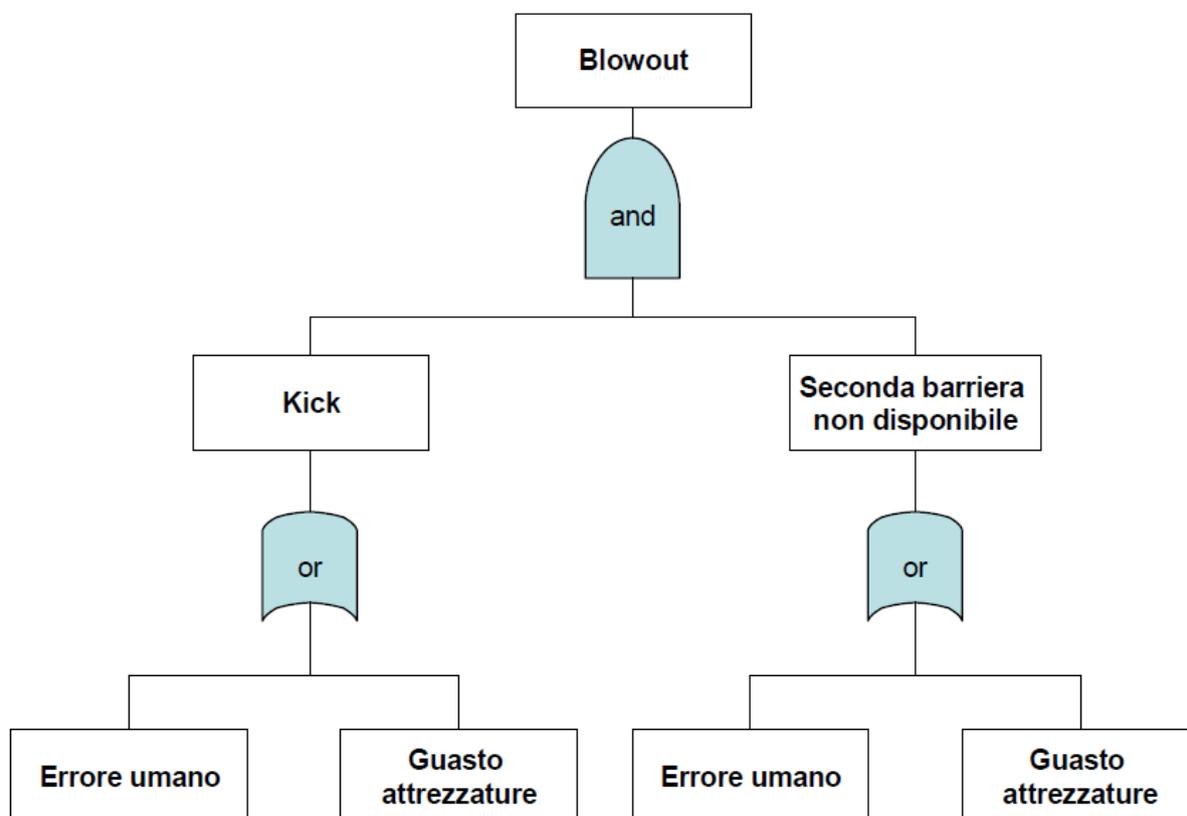
Pertanto nel caso che un evento possa compromettere l'integrità o la perdita di una delle due barriere verranno attivate tutte le necessarie operazioni correttive per il ripristino della funzionalità delle barriere adottate, atte a consentire di minimizzare il rischio di eruzione del pozzo.

Infatti, affinché si verifichi un rilascio da pozzo, è necessario che avvenga un fenomeno di kick, ossia una perdita di controllo del pozzo operato principalmente dal

fluido di perforazione (barriera primaria) ed il mancato funzionamento o attivazione delle barriere di sicurezza (barriera secondaria). Quindi, come previsto da procedura eni la perforazione e il completamento del pozzo sono sempre svolti in sicurezza, mantenendo attive sempre almeno 2 barriere (di norma, fango + BOP stack).

L'evento di rilascio è quindi schematizzabile come nella figura seguente, che può essere così sintetizzata:

- Affinché si verifichi l'evento di rilascio deve esserci un kick e non deve essere disponibile la seconda barriera (legame AND, ossia entrambi i fattori devono avvenire contemporaneamente).
- Il kick può essere causato da un errore umano oppure da caratteristiche specifiche del pozzo (es. sovrappressione) (legame OR, uno solo dei due fattori è sufficiente affinché si verifichi un kick).
- L'indisponibilità della seconda barriera può essere causata da errori umani oppure da un guasto delle attrezzature (legame OR, uno solo dei due fattori è sufficiente affinché non sia disponibile la seconda barriera).





5.1.1.1.1 Barriera primaria

Come già detto la barriera primaria è costituita dal fluido di perforazione o fango. I rischi potenziali che possono generare la perdita della barriera primaria, durante la fase di perforazione e completamento, per il pozzo sono fattori geologici (es. sovrappressione) o errori umani.

Tutto il personale (sia eni che Appaltatore specializzato) svolge corsi specifici riguardanti l'intervento e la gestione dell'emergenza che coprono tutte le anomalie o incidenti ipotizzabili per l'attività mineraria.

In particolare:

- corso di Controllo Pozzo: I.W.C.F. (International Well Control Forum). Questo corso di addestramento, che dura una settimana, prevede un esame finale a seguito del quale viene rilasciato un patentino internazionale di idoneità. Il patentino I.W.C.F. ha una validità biennale: per continuare a mantenere la propria idoneità l'operatore, ogni due anni, deve ripetere il corso e risostenere l'esame;
- corso Prevenzione Infortuni - Antincendio - H₂S attestato da patentino di idoneità;
- corso di Pronto soccorso per un addetto dell'Appaltatore specializzato Impianto facente parte della Squadra di Emergenza.

Durante l'attività operativa vengono poi svolte periodicamente delle esercitazioni di sicurezza. In particolare:

- Pit Drill (aumento del livello nelle vasche fango - drilling break ecc);
- Esercitazione Antincendio / Rilascio miscela esplosiva.

Tali esercitazioni coinvolgono tutto il personale presente in cantiere.

Vengono simulate diverse situazioni di potenziale pericolo, in conseguenza delle quali il personale di cantiere si attiva secondo le procedure predisposte per far fronte a tali evenienze; in tale modo tutte le operazioni di well control diventano familiari ed automatiche.

Durante lo svolgimento di tali esercitazioni, alcune volte, viene anche simulato un infortunio per esercitarsi a questa evenienza.

Alla termine delle esercitazioni vengono redatti dei rapporti dove vengono evidenziati i seguenti punti:



- l'andamento dell'esercitazione (specialmente i tempi di reazione ed esecuzione delle operazioni di well control)
- la valutazione dell'esercitazione
- eventuali commenti e/o suggerimenti.

5.1.1.1.2 **Barriera secondaria**

La barriera secondaria è, invece, costituita principalmente da attrezzature meccaniche attivate dal personale che lavora sull'impianto. La barriera secondaria è il BOP stack che tipicamente include:

- wellhead connector
- BOP
- Kill/choke lines
- Attuatori
- Accumulatori

Nel progetto di perforazione del pozzo esplorativo in esame saranno applicate anche le seguenti nuove tecnologie:

- **Eni-Circulating Device (e-cd™)**: si tratta di una doppia valvola filettata installata nella string di perforazione che permette di avere la circolazione in continuo del fluido di perforazione nel pozzo, anche durante operazioni di aggiunta e rimozione delle string di perforazione; ciò permette di minimizzare tutte le problematiche connesse alla perdita di tenuta da parte del fluido di perforazione.
- **Technical Team**: si tratta di un vero e proprio Centro per il controllo in tempo reale della operazioni di pozzo, dove personale specializzato in varie discipline monitora 24h su 24h i parametri, la strumentazione e la situazione in generale presente sul sito di perforazione, fornendo un fondamentale supporto durante le operazioni di normale attività e nel prevedere e prevenire eventuali deviazioni.
- **BOP a Ganasce trancianti**: i *Blow-Out Preventers* rappresentano da sempre la seconda barriera nella prevenzione di fuoriuscite incontrollate. Essi vengono attivati quando si registra l'ingresso in pozzo di fluidi di formazione, al fine di attivare in sicurezza le procedure di controllo pozzo (finalizzate all'espulsione controllata dei fluidi entrati in pozzo). Tipicamente, in un impianto eni di perforazione sono presenti quindi due tipologie di BOP, anulare e a ganasce. Il B.O.P. anulare, o a sacco per la forma dell'organo di chiusura, è montato superiormente a tutti gli altri. Esso dispone di un elemento in gomma, opportunamente sagomato, che sollecitato da un pistone idraulico con spinta in senso assiale, si deforma aderendo al profilo dell'elemento interno su cui fa chiusura ermetica. Quindi la chiusura avviene per ogni diametro e sagomatura

della batteria di perforazione o di casing. Anche nel caso di pozzo libero dalla batteria di perforazione, il B.O.P. anulare assicura sempre una certa tenuta.

Il B.O.P. a ganasce dispone di due saracinesche prismatiche, opportunamente sagomate per potersi adattare al diametro delle attrezzature presenti in pozzo, che possono essere serrate tra loro da un meccanismo idraulico. Il numero e la dimensione delle ganasce è in funzione del diametro degli elementi costituenti la batteria di perforazione. E' presente anche un set di ganasce trancianti, dette "shear rams", che opera la chiusura totale del pozzo quando questo è libero da attrezzature. Queste ganasce sono in grado, in caso di emergenza, di tranciare le aste di perforazione qualora queste si trovassero tra di esse all'atto della chiusura. Questi elementi sono normalmente assemblati a formare lo "stack B.O.P.", generalmente composto da 1 o 2 elementi a sacco e 3 o 4 elementi a ganasce: le funzioni dei B.O.P. sono operate idraulicamente da 2 pannelli remoti. Per la circolazione e l'espulsione dei fluidi di strato vengono utilizzate delle linee ad alta pressione dette *choke* e *kill lines* e delle apposite valvole a sezione variabile dette *choke valves*, che permettono di controllare pressione e portata dei fluidi in uscita.

Le funzioni dei B.O.P., così come quelle di tutte le valvole e delle linee di circolazione *kill* e *choke*, sono operate dalla superficie tramite comandi elettroidraulici; tutte le funzioni ed i comandi sono ridondanti e "fail safe" (ossia chiudono in assenza di pressione del fluido operativo di comando, causata da un qualsiasi guasto o incidente possa avvenire).

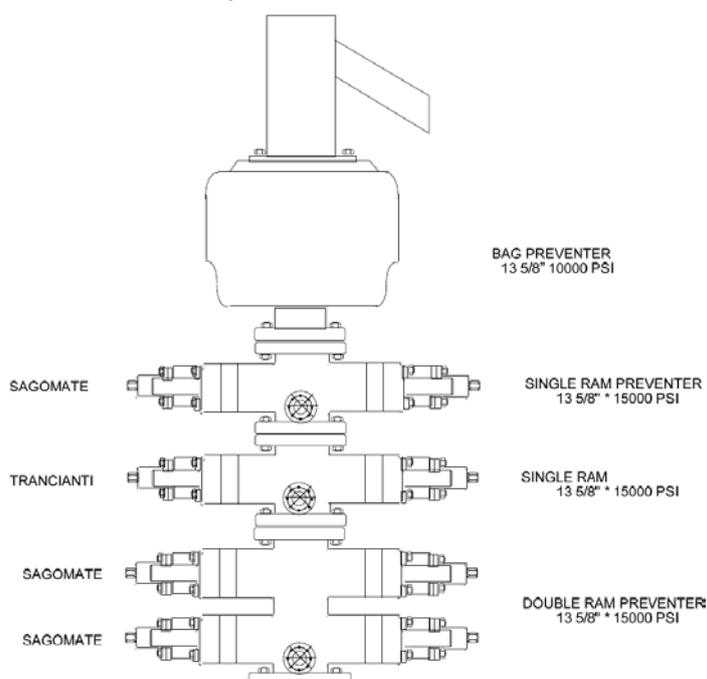


Figura 5.1 – Tipologico di un B.O.P.



5.1.1.2 Le Barriere Mitigative

Le barriere mitigative sono, invece, quelle che intervengono nel momento in cui l'evento incidentale si materializza e sono in grado di mitigarne le conseguenze.

Eni è in grado di predisporre ben precise strategie per rispondere e gestire in sicurezza gli interventi sul pozzo finalizzate a limitare la durata di un evento incidentale, proteggere le persone, l'ambiente, l'asset e la reputazione.

Tra le misure mitigative è possibile annoverare:

- Sistema di rivelazione Incendio e Gas (F&G);
- Sistema antincendio;
- Piani di emergenza;
- Mezzi di evacuazione e salvataggio;
- Contratti con società qualificate di pronto intervento ambientale e antinquinamento;
- Contratti con società di Well Control che intervengono in caso di rilascio dal pozzo.

Come precedentemente detto, la causa principale per cui si verifica l'ingresso del fluido di formazione in pozzo è la mancanza di un'adeguata pressione idrostatica che contenga i fluidi di formazione.

Se, per qualche motivo, la pressione idrostatica si riduce al punto da essere inferiore alla pressione di formazione, ci sono le condizioni necessarie per generare un ingresso di fluido di formazione in pozzo (fenomeno denominato "kick").

Per il controllo di tale evento vengono installate due tipi di barriere:

1. la barriera primaria rappresentata dal fango di perforazione/fluido di completamento che sarà sempre adeguata al controllo del pozzo considerato poiché il gradiente dei pori è ben conosciuto
2. le barriere secondarie rappresentate dai BOP e da altre attrezzature meccaniche che sono sempre ridondanti e coprono qualsiasi evenienza per tutte le fasi di perforazione/produzione.

Eni ha messo a punto una procedura per la chiusura del pozzo nel caso di un'eventuale ingresso in pozzo di fluidi di formazione (kick) (procedura di "Hard shut-in"). La politica di eni prevede che, qualora si rilevi un qualsiasi indizio di kick, il personale addetto alle operazioni di perforazione proceda alla immediata chiusura del pozzo (well shut-in) secondo la procedura HARD SHUT-IN, che prevede:



- 1) chiusura del BOP;
- 2) apertura valvola idraulica sulla choke line
- 3) registrazione delle pressioni alle aste (Shut In Drill Pipe Pressure, SIDPP) e al casing (Shut In Casing Pressure, SICP) stabilizzate e dell'aumento del volume di fluido in vasca.

In conclusione la fuoriuscita incontrollata dei fluidi di formazione è contrastata da due barriere fisiche: il fluido di perforazione/fluido di completamento, ed i Blow-Out Preventer (B.O.P., apparecchiature di sicurezza appositamente installate per intercettare meccanicamente la risalita incontrollata dei fluidi di formazione), alle quali va associato un sistema di sicurezza (Well Control System) che prevede:

- l'adozione di elevati standard tecnici e procedurali;
- l'impiego di un sistema di controllo ed allarme ridondante;
- l'addestramento del personale a gestire prontamente eventuali situazioni di emergenza.

I sistemi di sicurezza, prevenzione e protezione precedentemente descritti e l'adozione delle procedure operative e di emergenza citate garantiscono la possibilità di intervento immediato con lo scopo di ripristinare le condizioni di sicurezza ed evitare l'eruzione incontrollata del pozzo. Alla luce di quanto sopra, alla luce delle richieste del MATTM, si è ritenuto di analizzare lo scenario di kick per la fase di perforazione.

5.1.2 Metodologia di valutazione

I tempi minimi di un kick per arrivare in superficie sono tali da consentire al personale di cantiere di azionare tutti i ridondanti sistemi di Well Control descritti nei paragrafi precedenti, nella massima sicurezza e garantire la chiusura del pozzo in un tempo massimo compreso tra 15 e 60 secondi; per questo, in tale lasso di tempo, il solo fluido che potrebbe fuoriuscire dal pozzo è il fango di perforazione.

Si è quindi voluto valutare la portata di fango che fuoriuscirebbe dal pozzo in caso di kick nei 60 secondi richiesti per la chiusura del pozzo. Tale valutazione è stata effettuata tramite la formula desunta dalla Norma CEI 31-35:

$$Q_L = \rho * C_D * A * \sqrt{2 * \frac{P_{rel}}{\rho} - g * h_L} \quad (1)$$

Dove:

Q_L = portata massica (kg/s) di emissione di liquido

ρ = densità del liquido emesso (kg/m³)

C_D = Coefficiente di efflusso (pari a 0,8)



A = Area di efflusso (m²)

P_{rel} = differenza di pressione attraverso la sezione di uscita (Pa)

h_L = lunghezza (TVD) del pozzo (m)

A questo punto è possibile ottenere la distanza massima di ricaduta del getto, tramite la formula:

$$x_{max} = \frac{v_{vento}}{\sqrt{\frac{g}{2 \cdot h_{max}}}} \quad (2)$$

Dove:

h_{max} = è la massima altezza verticale raggiunta dal getto

$$h_{max} = \frac{v_{efflusso}^2}{2 \cdot g} \quad (3)$$

E dove:

v_{efflusso} = velocità con cui il getto esce dal punto di emissione

$$v_{efflusso} = \frac{Q_L}{\rho \cdot A} \quad (4)$$

I risultati ottenuti sono esposti nel paragrafo seguente.

5.1.3 Risultati

Per l'analisi sono stati utilizzati i seguenti dati di input:

- pressione di testa pozzo in condizioni statiche **517 kg/cm²**
- temperatura a testa pozzo **130°C**
- TVD: **4500 m**
- Diametro di rilascio: **2,25"** (diametro della sezione anulare ottenuto sottraendo al diametro di open hole (5"¾), il diametro esterno della batteria di perforazione dell'ultimo tratto (3"½))
- Densità del fango di perforazione: **2250 kg/m³**
- velocità del vento: **2 m/s** e **5 m/s**

Tramite la formula (1) sopra esposta è stata calcolata una portata di rilascio del fango pari a **136,7 kg/s**.

Dalle formule sopra esposte i risultati ottenuti sono i seguenti.



DATI DI OUTPUT Ricaduta di Fango		
Velocità di efflusso (v_{efflusso})	23,7	m/s
Altezza massima del getto (h_{max})	28,6	m
Distanza massima raggiunta ($x_{\text{max},1}$) con velocità media del vento pari a 2 m/s	4,8	m
Distanza massima raggiunta ($x_{\text{max},2}$) con velocità media del vento pari a 5 m/s	12	m

Tabella 5.1 - Risultati nel calcolo della traiettoria

Nella figura seguente è, quindi, riportato il raggio di ricaduta del fango con velocità di vento a 2 m/s (linea color magenta) e a 5 m/s (linea color arancione), dove è evidente come l'area di ricaduta del fango, in base ai calcoli effettuati, rimanga ampiamente all'interno del confine dell'area pozzo e nello specifico all'interno dell'area cementata (impermeabilizzata).



Dalla figura sopra riportata, e in base ai calcoli effettuati, è possibile vedere come la ricaduta del fango di perforazione dal pozzo Carpignano Sesia 1 DIR, interesserebbe, nel caso peggiore (vento a 5 m/s), un'area con raggio di circa 12 m, rimanendo quindi all'interno del perimetro di impianto e dell'area cementata.

5.2 Prove di produzione

Le prove di produzione del pozzo, sono eseguite attraverso l'installazione temporanea nell'intorno dell'area pozzo, di un impianto generalmente molto semplice e costituito tipologicamente dai seguenti item:

- Choke Manifold
- Oil Manifold
- Gas Manifold
- Misuratore multifase
- Separatore Trifase
- Surge Tank
- KO Drum
- Gas Flare
- Cabina laboratorio/ufficio

Una rappresentazione tipologica di questi impianti temporanei, è riportata nel seguito, attraverso uno schema generico di flusso, che ha il solo scopo di fornire un'idea del processo di funzionamento.

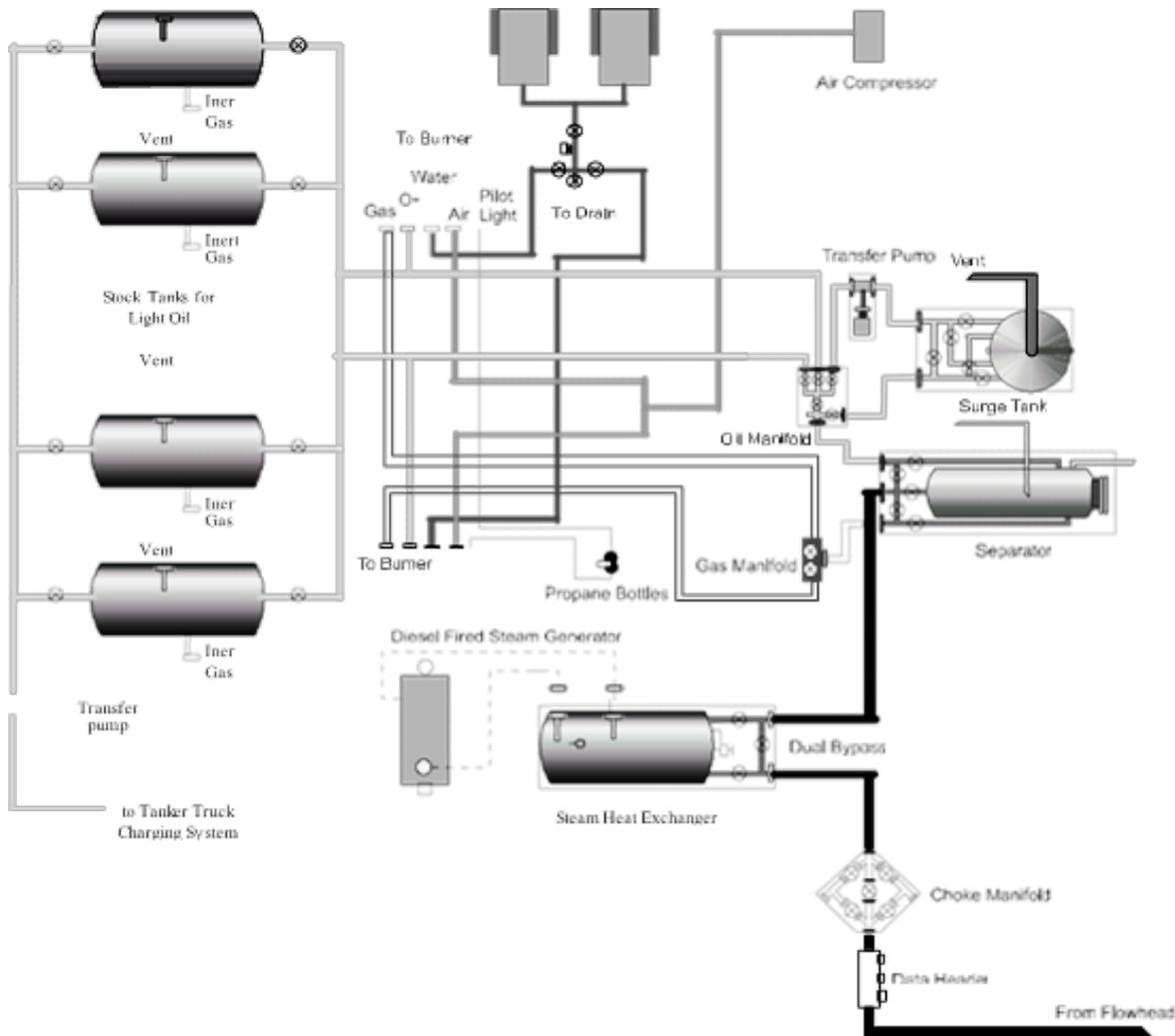


Figura 5.3 – Tipologico di impianto per prove di produzione

5.2.1 Misure di prevenzione e protezione

Le misure di prevenzione normalmente presenti in questa tipologia di impianto hanno lo scopo di mantenere i parametri di processo all'interno dei normali range di funzionamento, e di effettuare il blocco dell'intero processo in caso di emergenza.

Sull'impianto sono normalmente previste le seguenti sicurezze:

- **Pressure Safety Valve (PSV):** si tratta di valvole di scarico delle sovrappressioni che sono posizionate sulle linee e sugli item dell'impianto e con scarico in fiaccola tramite KO Drum.
- **Surface Safety Valve (SSV):** si tratta di valvole di sicurezza pneumatiche normalmente chiuse. La SSV principale è posizionata sulla linea di erogazione

a monte del Choke Manifold per la chiusura del pozzo in caso di emergenza, mentre una seconda SSV con pressione di esercizio inferiore alla prima è collegata all'ingresso dell'impianto. Tali SSV sono operate idraulicamente da un pannello di controllo ESD che, in caso di azionamento, le mantiene aperte. L'azionamento della valvola può essere sia manuale tramite pulsanti remoti dislocati in vari punto dell'impianto e collegati al pannello ESD che automatico, tramite il segnale inviato da pressostati di alta e bassa pressione presenti in campo e sempre collegati allo stesso pannello di controllo.

- **Croce di Produzione:** durante l'esecuzione delle prove di produzione, sulla testa pozzo verrà installata la croce di produzione composta di valvole manuali e automatiche.

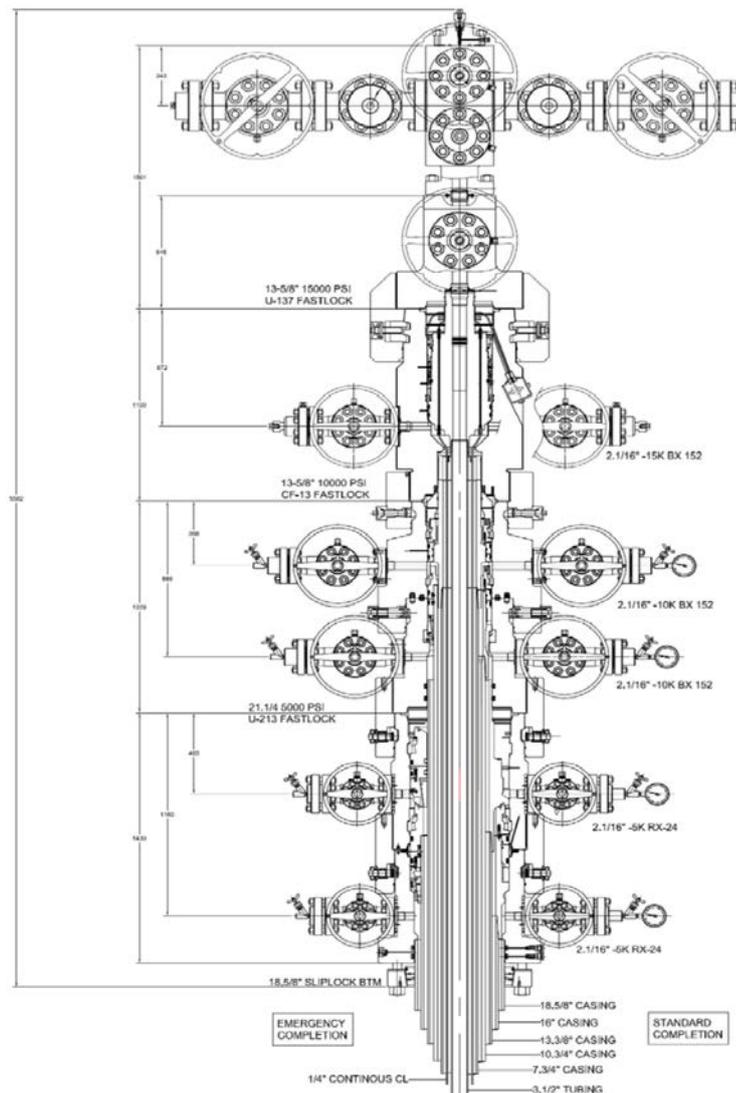


Figura 5.4 – Tipologico di una croce di produzione



5.2.2 Metodologia di Valutazione

Durante le prove di produzione la collocazione delle apparecchiature viene studiata e valutata, con lo scopo di limitare al massimo l'interferenza delle apparecchiature con altre possibili attività di cantiere.

L'area individuata infatti deve consentire di garantire una buona ventilazione naturale, di mantenere specifiche vie di fuga e una appropriata viabilità.

Tutte le apparecchiature utilizzate per le prove di produzione sono conformi alla normativa vigente.

Le fasi attraverso cui è stata sviluppata l'analisi sono le seguenti:

1. Individuazione delle sorgenti di rilascio e valutazione della frequenza di accadimento tramite Fault Tree Analysis (FTA)
2. Individuazione degli scenari incidentali e valutazione della loro frequenza di accadimento tramite Event Tree Analysis (ETA)
3. Modellazione delle conseguenze attraverso la delineazione di linee isorischio

Gli scenari incidentali previsionali durante la prova di produzione del pozzo Carpignano Sesia 1 DIR che si andranno ad analizzare nel presente studio sono:

- Perdita continua di petrolio grezzo e rilascio continuo in atmosfera di gas infiammabile e/o H₂S da tubazione con failure delle barriere previste;
- Perdita di petrolio grezzo da separatore di prova e rilascio in atmosfera di gas infiammabile e/o H₂S con failure delle barriere previste
- Perdita di petrolio grezzo da serbatoio di stoccaggio e rilascio in atmosfera di gas infiammabile e/o H₂S con failure delle barriere previste
- Rilascio di Gasolio da serbatoi di stoccaggio senza intervento del personale preposto.

5.2.2.1 Identificazione delle sorgenti di rilascio e delle relative frequenze

La tecnica utilizzata per la valutazione della credibilità o meno di tali scenari è quella degli Alberi di Guasto (o FTA – Fault Tree Analysis), che rappresentano uno schema logico finalizzato a calcolare appunto la probabilità di accadimento degli eventi individuati.

La loro lettura viene fatta nel seguente modo: partendo dalla base vengono analizzate le singole cause che possono dare origine ad eventi pericolosi per la sicurezza; tali cause sono legate insieme da porte logiche definite AND e OR:



- La porta logica "AND" vuole significare che tutte le cause in ingresso alla porta devono verificarsi (nessuna esclusa) perché si abbia l'evento in uscita; dal punto di vista del calcolo il numero da associare all'evento in uscita è rappresentato dal prodotto dei numeri in ingresso.
- La porta logica "OR" vuole significare che è sufficiente il verificarsi di una sola fra le cause in ingresso perché si abbia l'evento in uscita; dal punto di vista del calcolo il numero da associare all'evento in uscita è rappresentato dalla somma dei numeri in ingresso.

Risalendo l'albero, le singole cause vengono così composte, indicando le condizioni necessarie per la realizzazione dell'evento incidentale considerato, posto nella parte sommitale del grafo.

Per ogni causa, viene associata una frequenza di accadimento, (espressa in eventi/anno), risultante dall'analisi dei sistemi di sicurezza impiantistici e procedurali descritti nei capitoli precedenti. Utilizzando le porte logiche, è possibile calcolare la probabilità di accadimento dell'evento incidentale indicato nell'alto dell'albero di guasto.

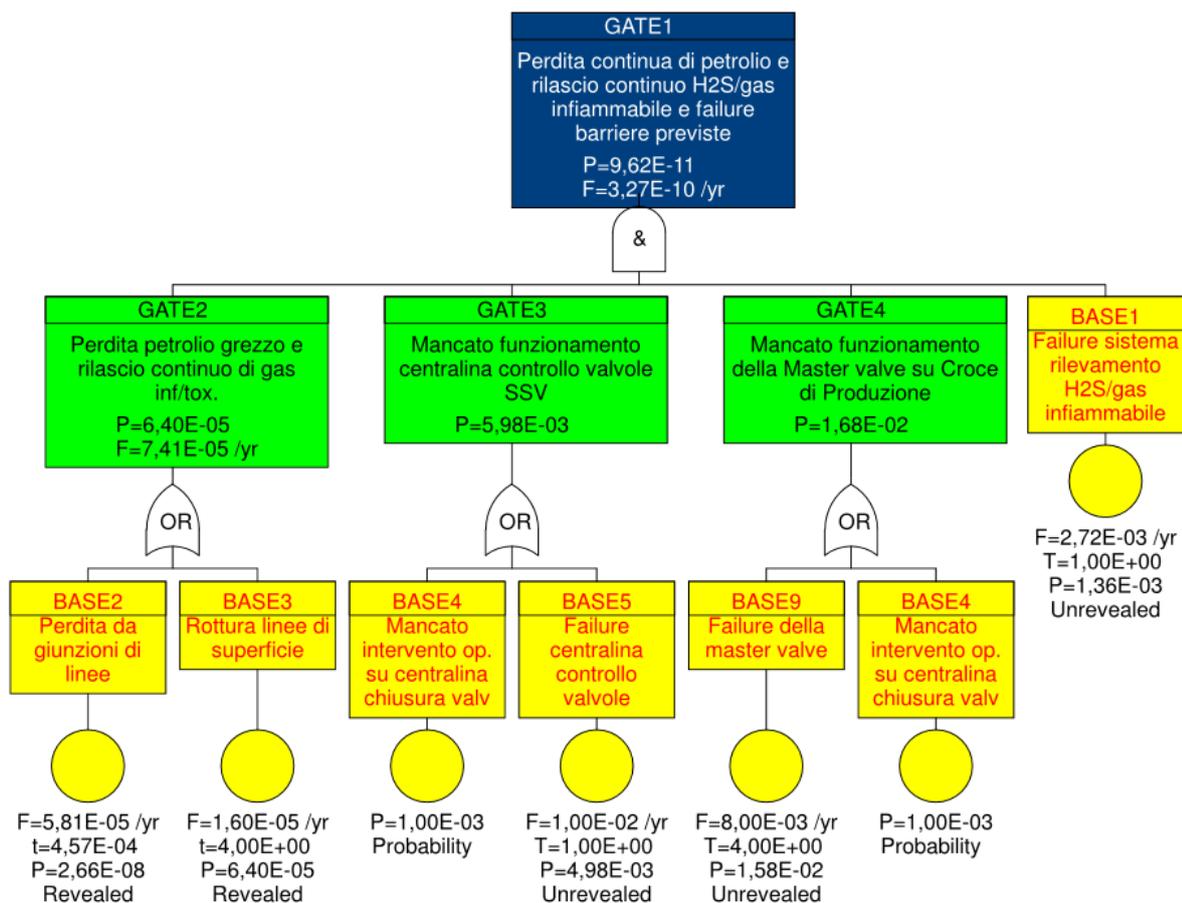
I valori di riferimento per gli alberi di guasto sono stati dedotti da:

- HSE UK – Failure Rate and Event Data for use within Risk Assessment (28/06/2912).
- Offshore Reliability Data Handbook pubblicato da OREDA 2009;
- OGP – Risk Assessment Data Directory;
- RISK ANALYSIS of six potentially hazardous industrial objects in the Rijnmond area, a pilot study. (Cremer and Warner);
- Lees - Loss Prevention in Process Industries
- TNO Purple book – "Guideline for quantitative risk assessment";
- TNO Red book – "Methods for determining and processing probabilities";

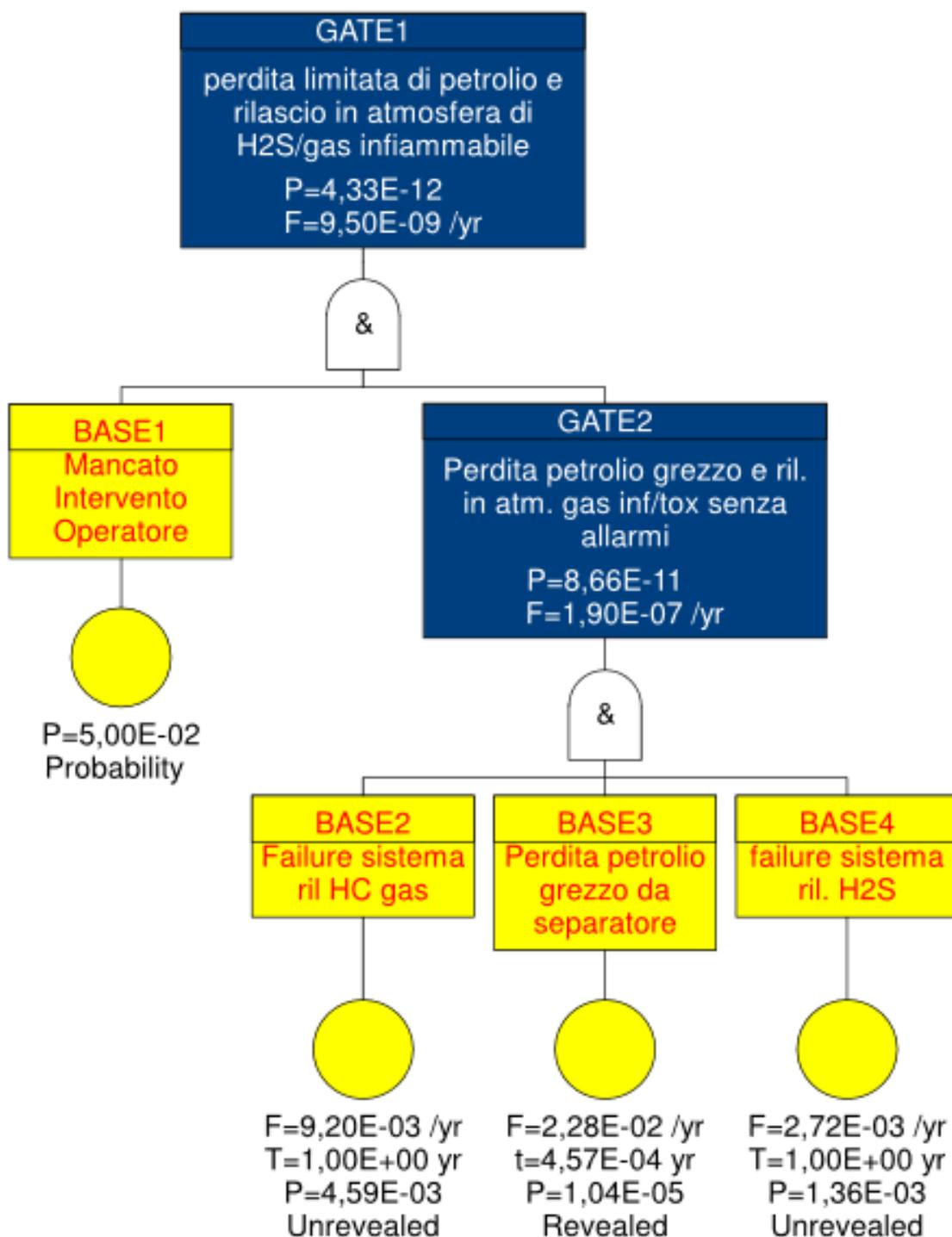
Di seguito si analizzano tramite la tecnica degli alberi di guasto gli scenari incidentali più credibili e quelli ritenuti comunque "significativi" nel contesto del luogo di lavoro in esame. Il software utilizzato per il calcolo e la realizzazione di tali alberi è LOGAN Fault and Event Tree Analysis (Versione 7.2.6)



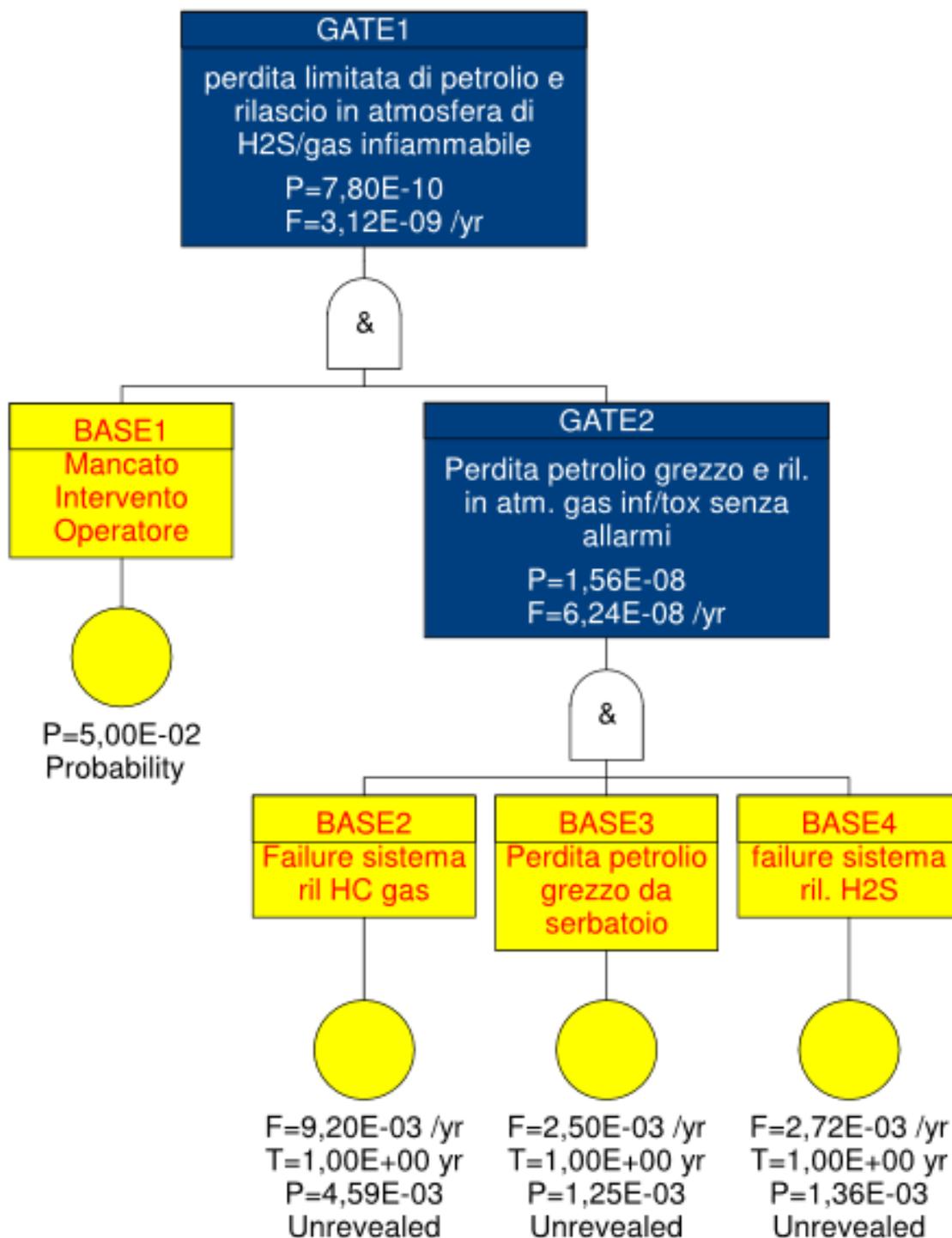
5.2.2.1.1 FTA n. 1: Perdita continua da tubazione di petrolio grezzo e rilascio continuo in atmosfera di gas infiammabile e/o H2S con failure delle barriere previste



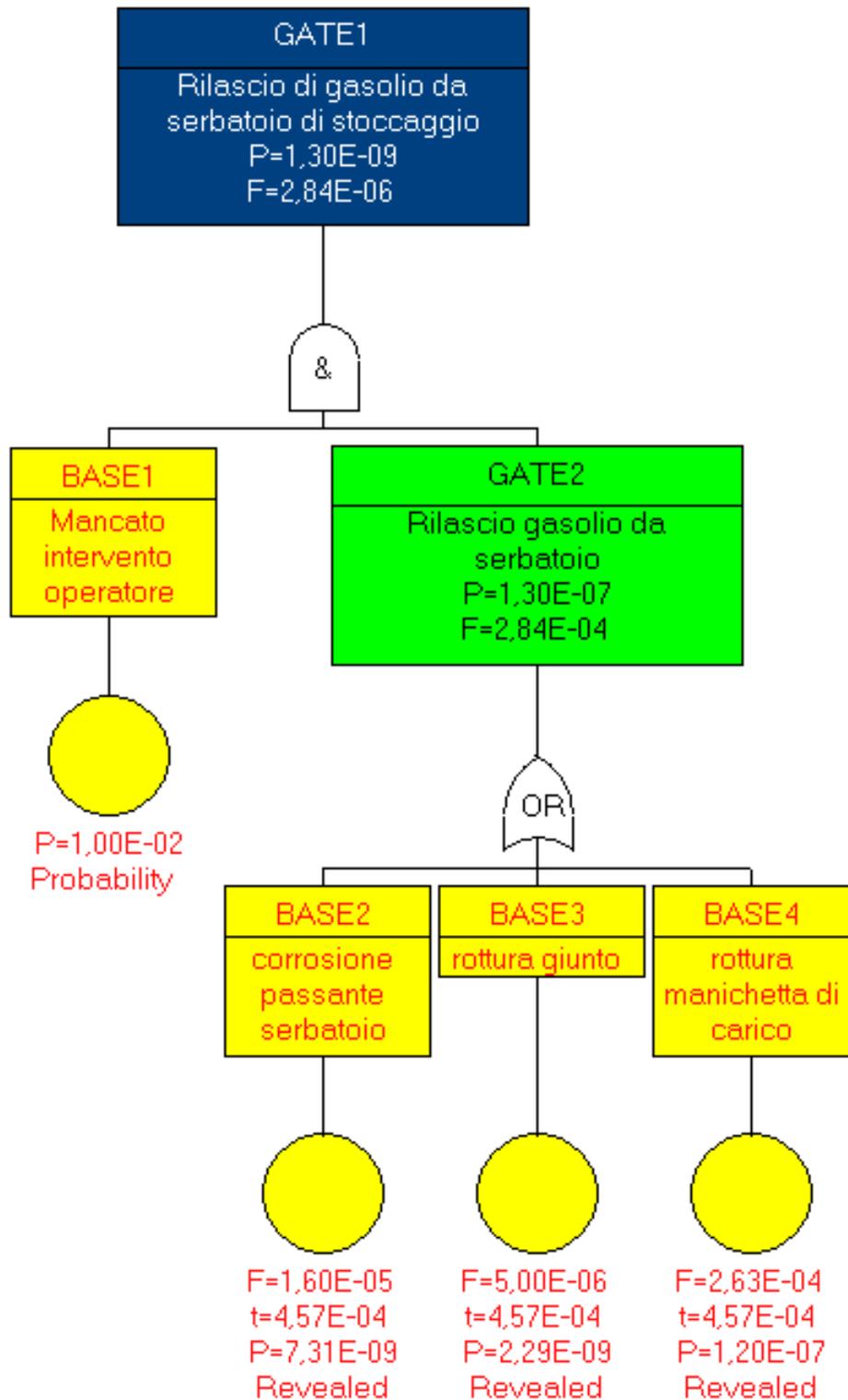
5.2.2.1.2 FTA n. 2: Perdita di petrolio grezzo da separatore di prova e rilascio in atmosfera di gas infiammabile e/o H2S con failure delle barriere previste



5.2.2.1.3 FTA n. 3: Perdita di petrolio grezzo da serbatoio di stoccaggio e rilascio in atmosfera di gas infiammabile e/o H2S con failure delle barriere previste



5.2.2.1.4 FTA n. 4: Rilascio di Gasolio da serbatoi di stoccaggio con failure delle barriere previste





5.2.2.2 Individuazione scenari incidentali e della relativa frequenza di accadimento

A partire dai Top Event appena individuati, si procede all'analisi degli eventi incidentali attraverso la tecnica degli Event Tree Analysis. Essa consiste nell'individuazione preliminare di tutti i sistemi, fenomeni, condizioni che possono influenzare l'evolversi di un fenomeno iniziale. Ognuno di tali sistemi, fenomeni etc. costituisce un nodo dell'albero che può avere due uscite, solitamente indicate con "Si" e "No" (indicanti rispettivamente l'accadimento o meno dell'evento), a ognuna delle quali è associata una probabilità di accadimento.

I nodi dell'albero sono costituiti da fenomeni quali, ad esempio, l'innesco immediato o ritardato, l'occorrenza di diverse condizioni meteorologiche, l'intervento o meno di sistemi di protezione o mitigazione etc.

Componendo le probabilità assegnate ad ogni percorso che porta ad uno degli scenari alternativi, se ne individua la probabilità di accadimento.

La frequenza di ogni scenario è quindi deducibile dalla combinazione fra la frequenza di base del Top Event con la probabilità dello scenario selezionato.

Le classi di foro considerate e le relative frequenze di accadimento degli eventi di rilascio connessi sono stati scelti in modo diverso a seconda della tipologia di apparecchiatura considerata.

Nella tabella seguente sono mostrati i criteri di scelta delle classi di foro e delle frequenze di accadimento degli scenari di rilascio.

	Classe di foro scelta	Fonte Frequenze di accadimento
Piping	10% del Diametro Nominale (TNO)	TNO
Altre apparecchiature	¼", 1", 4" (API)	API

Tabella 5.2 – Criteri di determinazione delle classi di foro e delle frequenze di accadimento

Secondo le linee guida del Decreto Ministeriale del 20/10/1998, "Criteri di analisi e valutazione dei rapporti di sicurezza relativi ai depositi di liquidi facilmente infiammabili e/o tossici" si può ritenere che le ipotesi di rottura maggiori di quelle indicate, come ad esempio la rottura catastrofica, pur non essendo escludibili in termini deterministici, per impossibilità fisica di accadimento, siano associabili ad eventualità così remota da costituire comunque un contributo marginale al rischio



globale e in tal senso, salvo casi particolari, essere ritenute trascurabili ai fini di una valutazione complessiva.

Nella situazione in esame i rilasci analizzati sono sversamenti di idrocarburi liquidi. Il liquido rilasciato determina la formazione di una pozza dalla quale la sostanza evapora generando una nube di vapori che, in assenza di innesco (immediato e ritardato), si disperde nell'ambiente.

Qualora si verifici l'innesco immediato (prima della formazione di una nube contenente una quantità significativa di vapori), lo scenario risultante è un pool fire.

Nel caso in cui l'innesco sia ritardato, l'evento incidentale può evolvere nell'esplosione della nube (UVCE/VCE) oppure in un flash fire.

Le probabilità attribuite in funzione della natura del fluido e della portata del rilascio sono presentate nelle tabelle sottostanti, basate sulle indicazioni desumibili da "Loss Prevention in the Process Industries" - F. P. Lees.

Una volta calcolate le frequenze di accadimento per ogni singolo evento incidentale individuato, la si confronta con il criterio di credibilità secondo la classificazione riportata nella seguente tabella tratta da "General Guidance on Emergency Planning within the CIMAH regulation for Chlorine installation".

CLASSE EVENTO	FREQUENZA ATTESA DI ACCADIMENTO (eventi/anno)
Probabile	$> 1,0 E-2$
Non trascurabile	$1,0 E-4 \div 1,0 E-2$
Improbabile	$1,0 E-5 \div 1,0 E-4$
Raro	$1,0 E-6 \div 1,0 E-5$
Estremamente improbabile	$< 1,0 E-6$

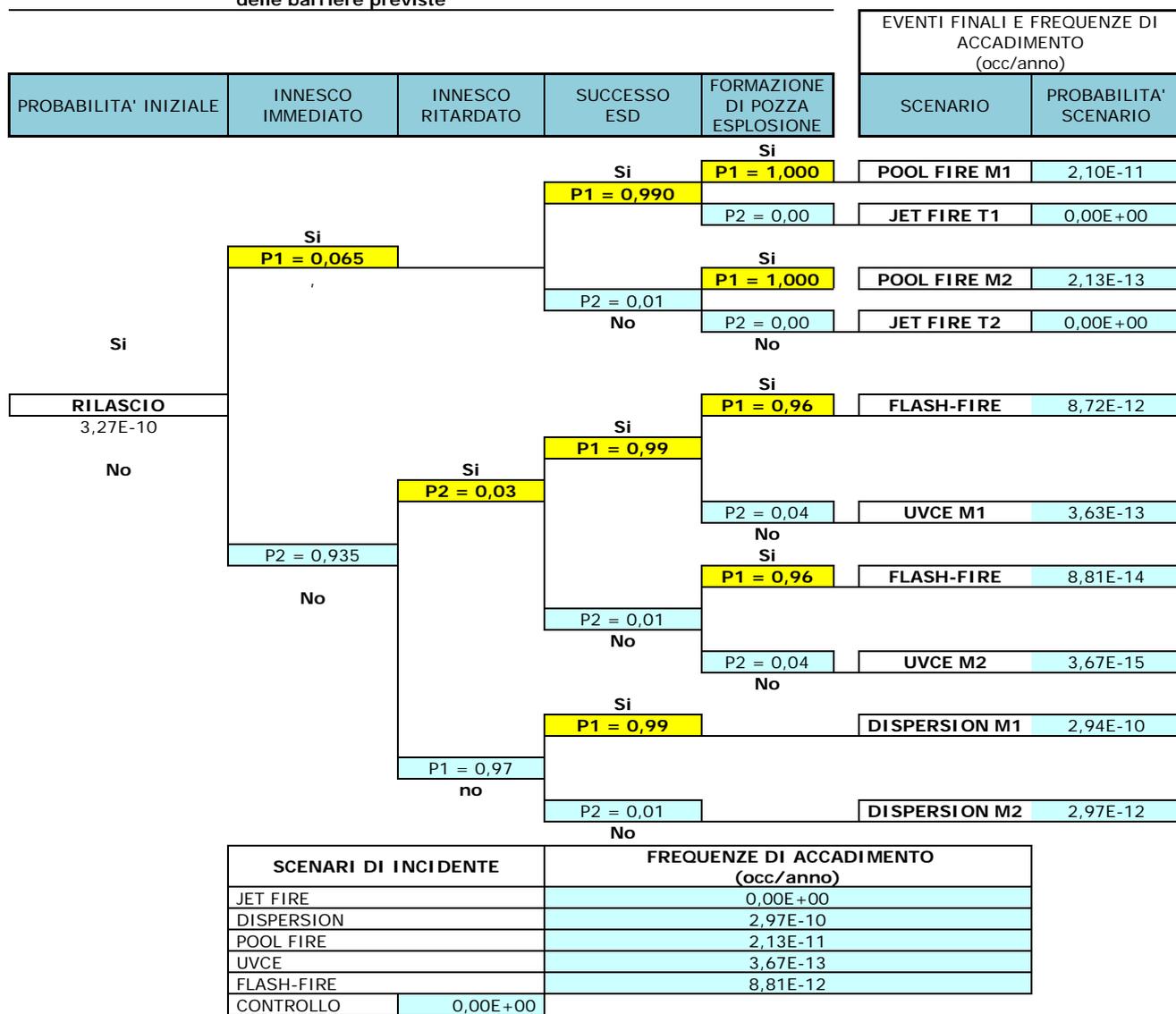
Tabella 5.3 – Criteri di credibilità

A seguire si analizzano le probabilità di innesco delle sostanze che a fronte dei top event analizzati nel Capitolo 5.2.2.1 si potrebbero verificare in impianto.



5.2.2.2.1 ETA n. 1: Perdita continua da tubazione di petrolio grezzo e rilascio continuo in atmosfera di gas infiammabile e/o H2S con failure delle barriere previste

SOCIETA'	ENI
IMPIANTO	CARPIGNANO SESIA 1DIR
UNITA'	AREA POZZO
EVENTO INIZIALE:	Perdita continua da tubazione di petrolio grezzo e rilascio continuo in atmosfera di gas infiammabile e/o H2S con failure delle barriere previste



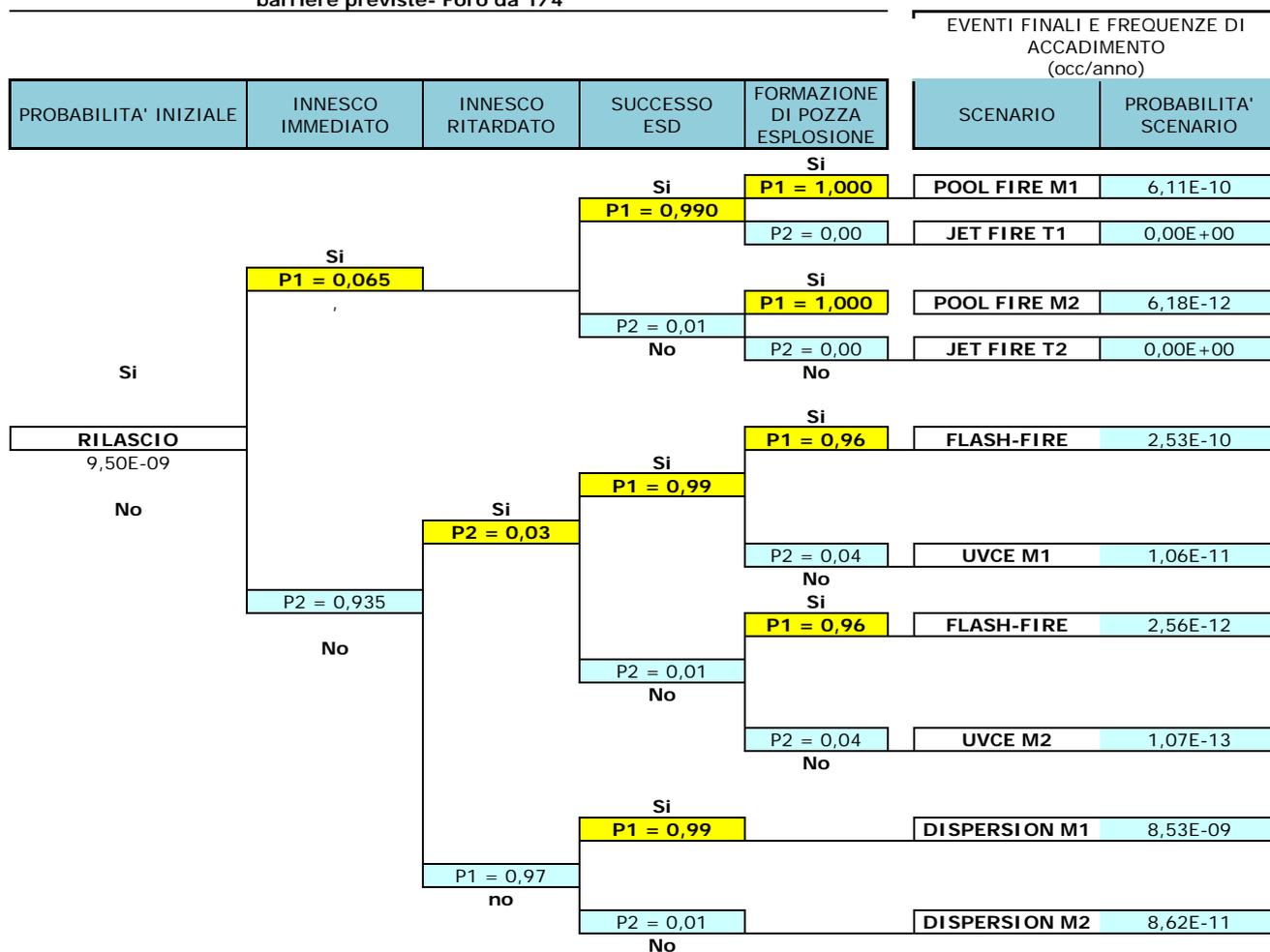
Legenda:

- [1] POOL FIRE - Incendio di pozza di liquido infiammabile rilasciato sul terreno
- [2] UVCE - Esplosioni non confinate, in cui la miscela forma una nube in ambiente aperto
- [3] FLASH FIRE - Innesco di una miscela infiammabile lontano dal punto di rilascio con conseguente incendio
- [4] DISPERSION - Dispersione di un liquido infiammabile sul terreno ed emissione di gas associati



5.2.2.2.2 ETA n. 2: Perdita di petrolio grezzo da separatore di prova e rilascio in atmosfera di gas infiammabile e/o H2S con failure delle barriere previste

SOCIETA'	ENI
IMPIANTO	CARPIGNANO SESIA 1DIR
UNITA'	AREA POZZO
EVENTO INIZIALE:	Perdita di petrolio grezzo da separatore di prova e rilascio in atmosfera di gas infiammabile e/ o H2S con failure delle barriere previste- Foro da 1/4"



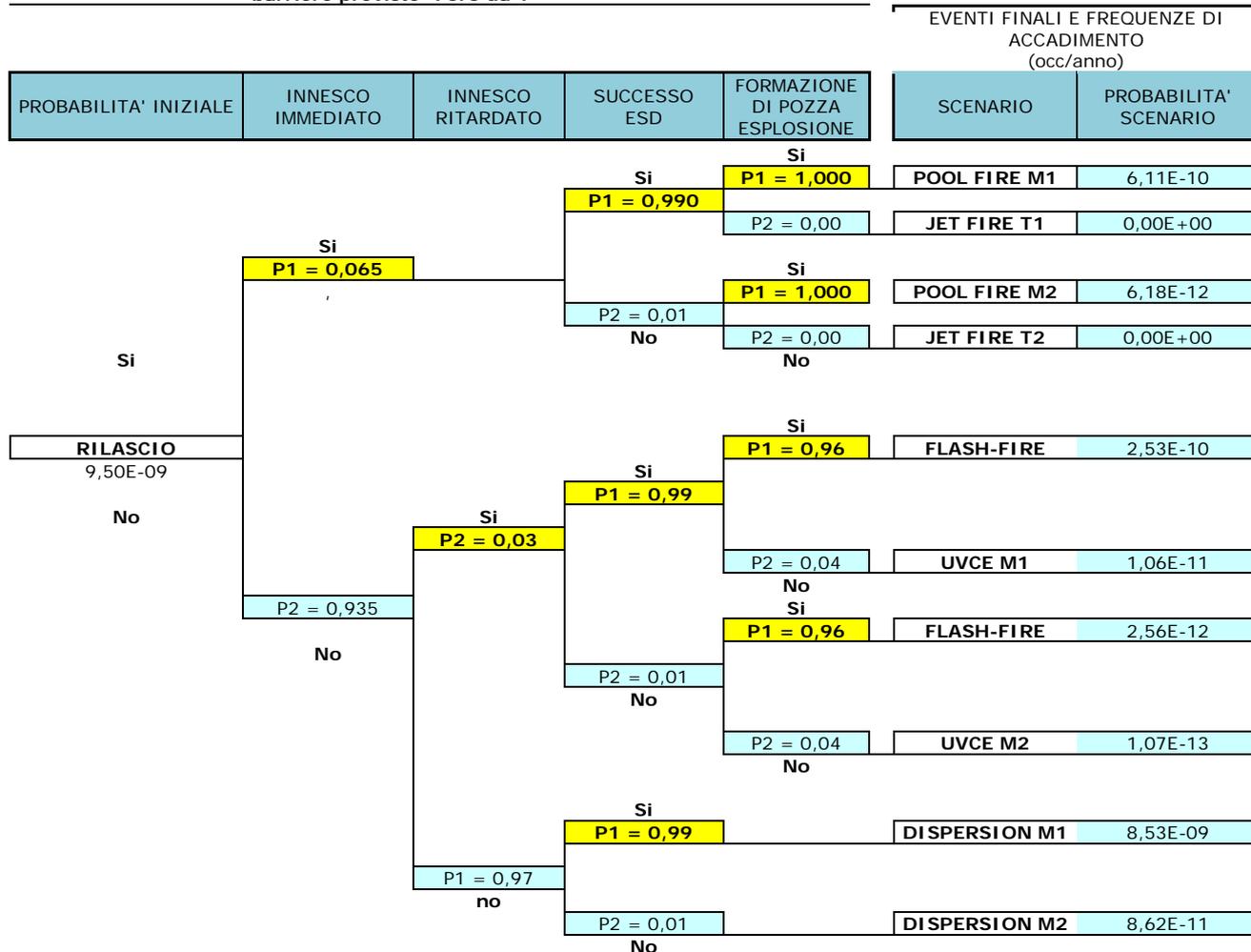
SCENARI DI INCIDENTE	FREQUENZE DI ACCADIMENTO (occ/anno)
JET FIRE	0,00E+00
DISPERSION	8,62E-09
POOL FIRE	6,18E-10
UVCE	1,07E-11
FLASH-FIRE	2,56E-10
CONTROLLO	0,00E+00

Legenda:

- [1] POOL FIRE - Incendio di pozza di liquido infiammabile rilasciato sul terreno
- [2] UVCE - Esplosioni non confinate, in cui la miscela forma una nube in ambiente aperto
- [3] FLASH FIRE - Innescio di una miscela infiammabile lontano dal punto di rilascio con conseguente incendio
- [4] DISPERSION - Dispersione di un liquido infiammabile sul terreno ed emissione di gas associati



SOCIETA'	ENI
IMPIANTO	CARPIGNANO SESIA 1DIR
UNITA'	AREA POZZO
EVENTO INIZIALE:	Perdita di petrolio grezzo da separatore di prova e rilascio in atmosfera di gas infiammabile e/ o H2S con failure delle barriere previste- Foro da 1"



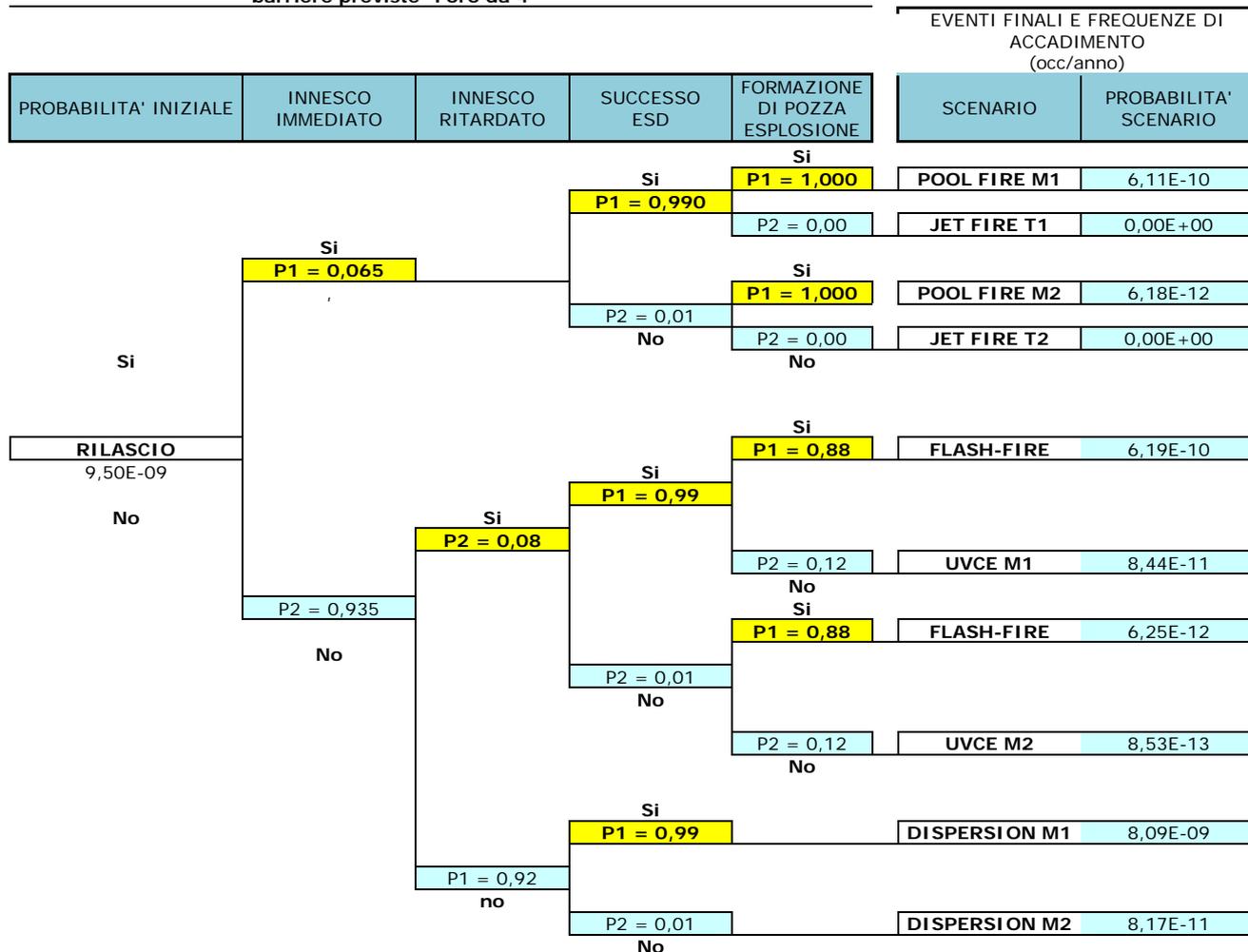
SCENARI DI INCIDENTE	FREQUENZE DI ACCADIMENTO (occ/anno)
JET FIRE	0,00E+00
DISPERSION	8,62E-09
POOL FIRE	6,18E-10
UVCE	1,07E-11
FLASH-FIRE	2,56E-10
CONTROLLO	0,00E+00

Legenda:

- [1] POOL FIRE - Incendio di pozza di liquido infiammabile rilasciato sul terreno
- [2] UVCE - Esplosioni non confinate, in cui la miscela forma una nube in ambiente aperto
- [3] FLASH FIRE - Innesci di una miscela infiammabile lontano dal punto di rilascio con conseguente incendio
- [4] DISPERSION - Dispersione di un liquido infiammabile sul terreno ed emissione di gas associati



SOCIETA'	ENI
IMPIANTO	CARPIGNANO SESIA 1DIR
UNITA'	AREA POZZO
EVENTO INIZIALE:	Perdita di petrolio grezzo da separatore di prova e rilascio in atmosfera di gas infiammabile e/ o H2S con failure delle barriere previste- Foro da 4"



SCENARI DI INCIDENTE	FREQUENZE DI ACCADIMENTO (occ/anno)
JET FIRE	0,00E+00
DISPERSION	8,17E-09
POOL FIRE	6,18E-10
UVCE	8,53E-11
FLASH-FIRE	6,25E-10
CONTROLLO	0,00E+00

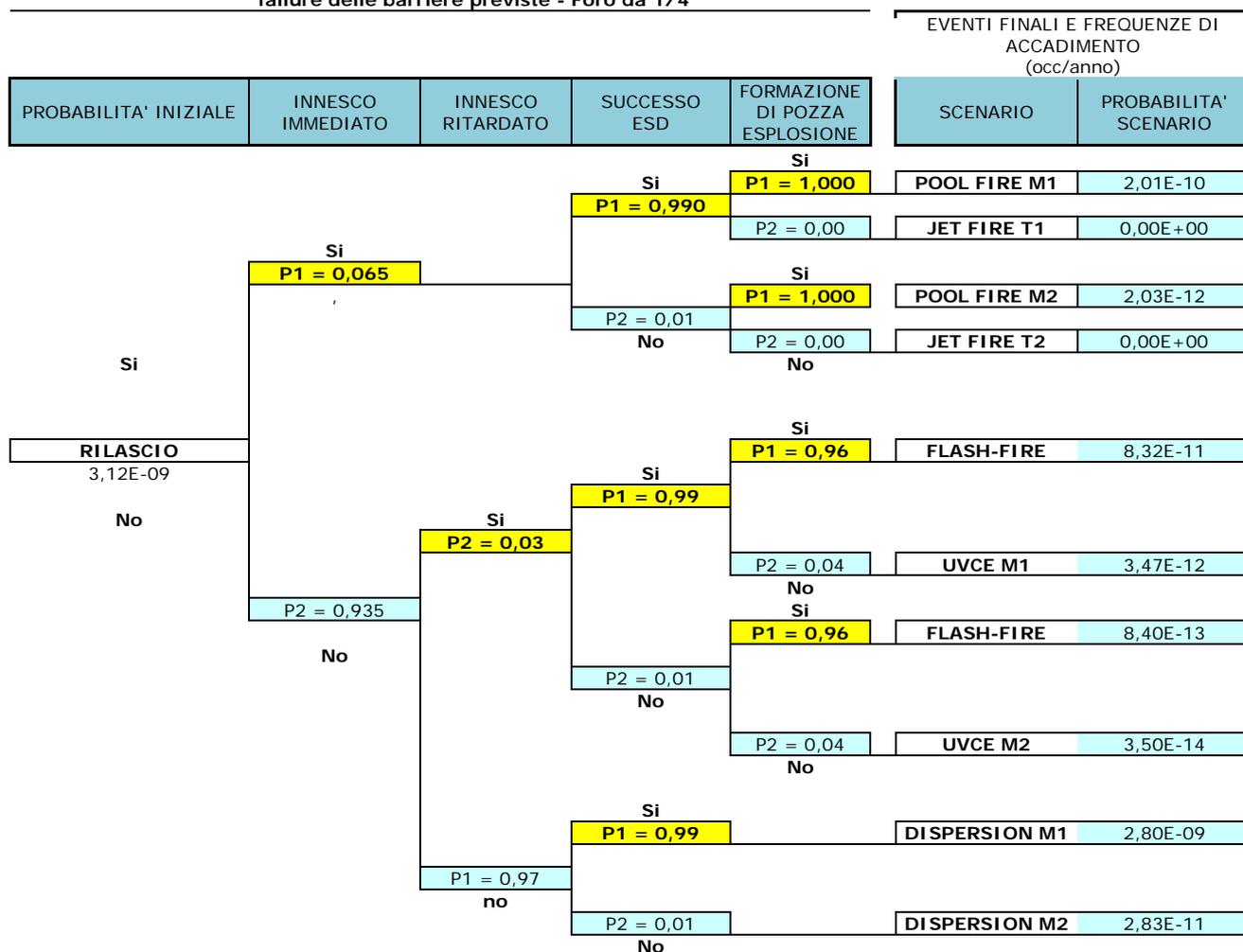
Legenda:

- [1] POOL FIRE - Incendio di pozza di liquido infiammabile rilasciato sul terreno
- [2] UVCE - Esplosioni non confinate, in cui la miscela forma una nube in ambiente aperto
- [3] FLASH FIRE - Innescio di una miscela infiammabile lontano dal punto di rilascio con conseguente incendio
- [4] DISPERSION - Dispersione di un liquido infiammabile sul terreno ed emissione di gas associati



5.2.2.2.3 ETA n. 3: Perdita di petrolio grezzo da serbatoio di stoccaggio e rilascio in atmosfera di gas infiammabile e/o H2S con failure delle barriere previste

SOCIETA'	ENI
IMPIANTO	CARPIGNANO SESIA 1DIR
UNITA'	AREA POZZO
EVENTO INIZIALE:	Perdita di petrolio grezzo da serbatoio di stoccaggio e rilascio in atmosfera di gas infiammabile e/ o H2S con failure delle barriere previste - Foro da 1/4"



SCENARI DI INCIDENTE	FREQUENZE DI ACCADIMENTO (occ/anno)
JET FIRE	0,00E+00
DISPERSION	2,83E-09
POOL FIRE	2,03E-10
UVCE	3,50E-12
FLASH-FIRE	8,40E-11
CONTROLLO	0,00E+00

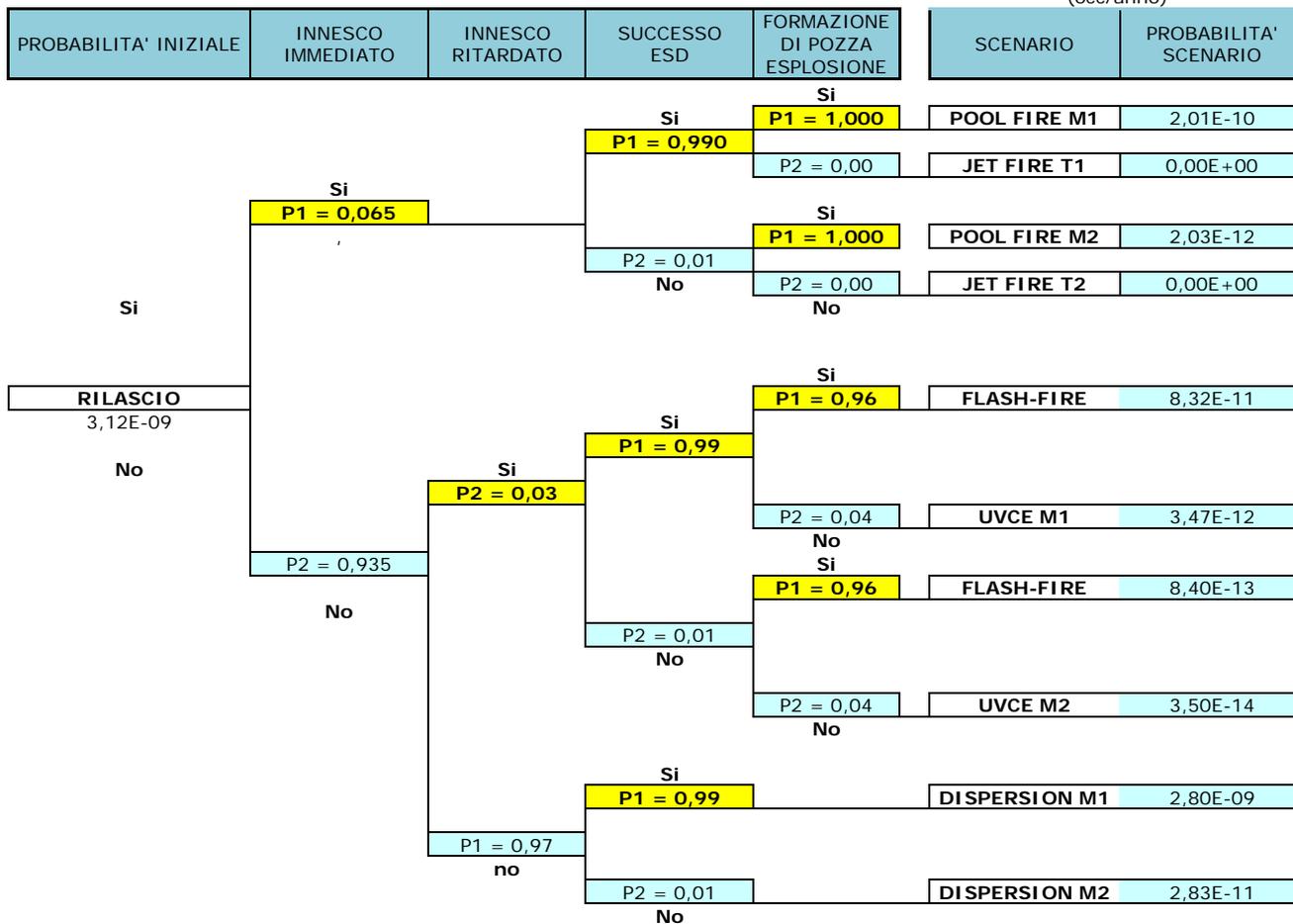
Legenda:

- [1] POOL FIRE - Incendio di pozza di liquido infiammabile rilasciato sul terreno
- [2] UVCE - Esplosioni non confinate, in cui la miscela forma una nube in ambiente aperto
- [3] FLASH FIRE - Innesco di una miscela infiammabile lontano dal punto di rilascio con conseguente incendio
- [4] DISPERSION - Dispersione di un liquido infiammabile sul terreno ed emissione di gas associati



SOCIETA'	ENI
IMPIANTO	CARPIGNANO SESIA 1DIR
UNITA'	AREA POZZO
EVENTO INIZIALE:	Perdita di petrolio grezzo da serbatoio di stoccaggio e rilascio in atmosfera di gas infiammabile e/ o H2S con failure delle barriere previste - Foro da 1"

EVENTI FINALI E FREQUENZE DI ACCADIMENTO (occ/anno)



SCENARI DI INCIDENTE	FREQUENZE DI ACCADIMENTO (occ/anno)
JET FIRE	0,00E+00
DISPERSION	2,83E-09
POOL FIRE	2,03E-10
UVCE	3,50E-12
FLASH-FIRE	8,40E-11
CONTROLLO	0,00E+00

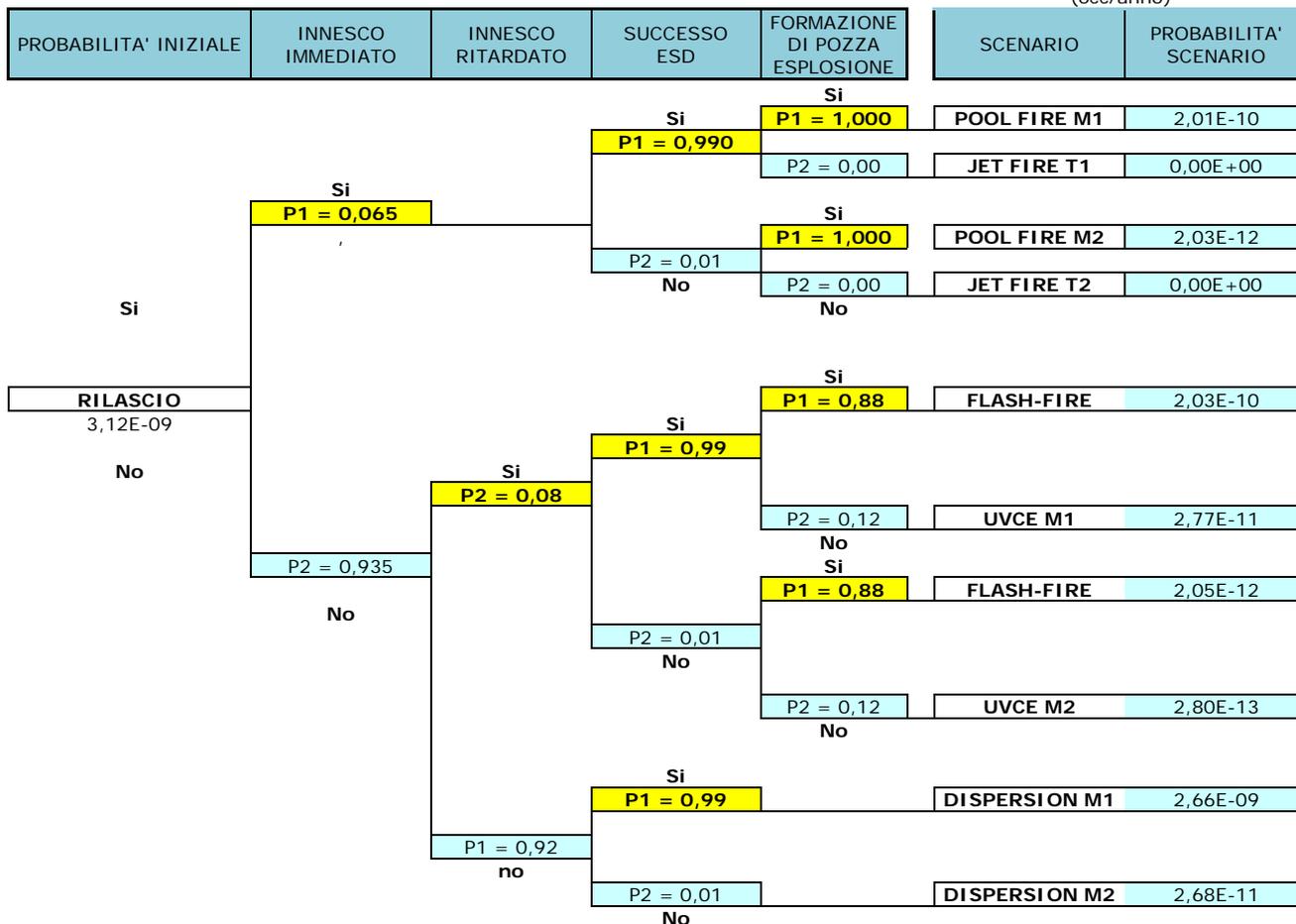
Legenda:

- [1] POOL FIRE - Incendio di pozza di liquido infiammabile rilasciato sul terreno
- [2] UVCE - Esplosioni non confinate, in cui la miscela forma una nube in ambiente aperto
- [3] FLASH FIRE - Innescio di una miscela infiammabile lontano dal punto di rilascio con conseguente incendio
- [4] DISPERSION - Dispersione di un liquido infiammabile sul terreno ed emissione di gas associati



SOCIETA'	ENI
IMPIANTO	CARPIGNANO SESIA 1DIR
UNITA'	AREA POZZO
EVENTO INIZIALE:	Perdita di petrolio grezzo da serbatoio di stoccaggio e rilascio in atmosfera di gas infiammabile e/ o H2S con failure delle barriere previste- Foro da 4"

EVENTI FINALI E FREQUENZE DI ACCADIMENTO (occ/anno)



SCENARI DI INCIDENTE	FREQUENZE DI ACCADIMENTO (occ/anno)
JET FIRE	0,00E+00
DISPERSION	2,68E-09
POOL FIRE	2,03E-10
UVCE	2,80E-11
FLASH-FIRE	2,05E-10
CONTROLLO	0,00E+00

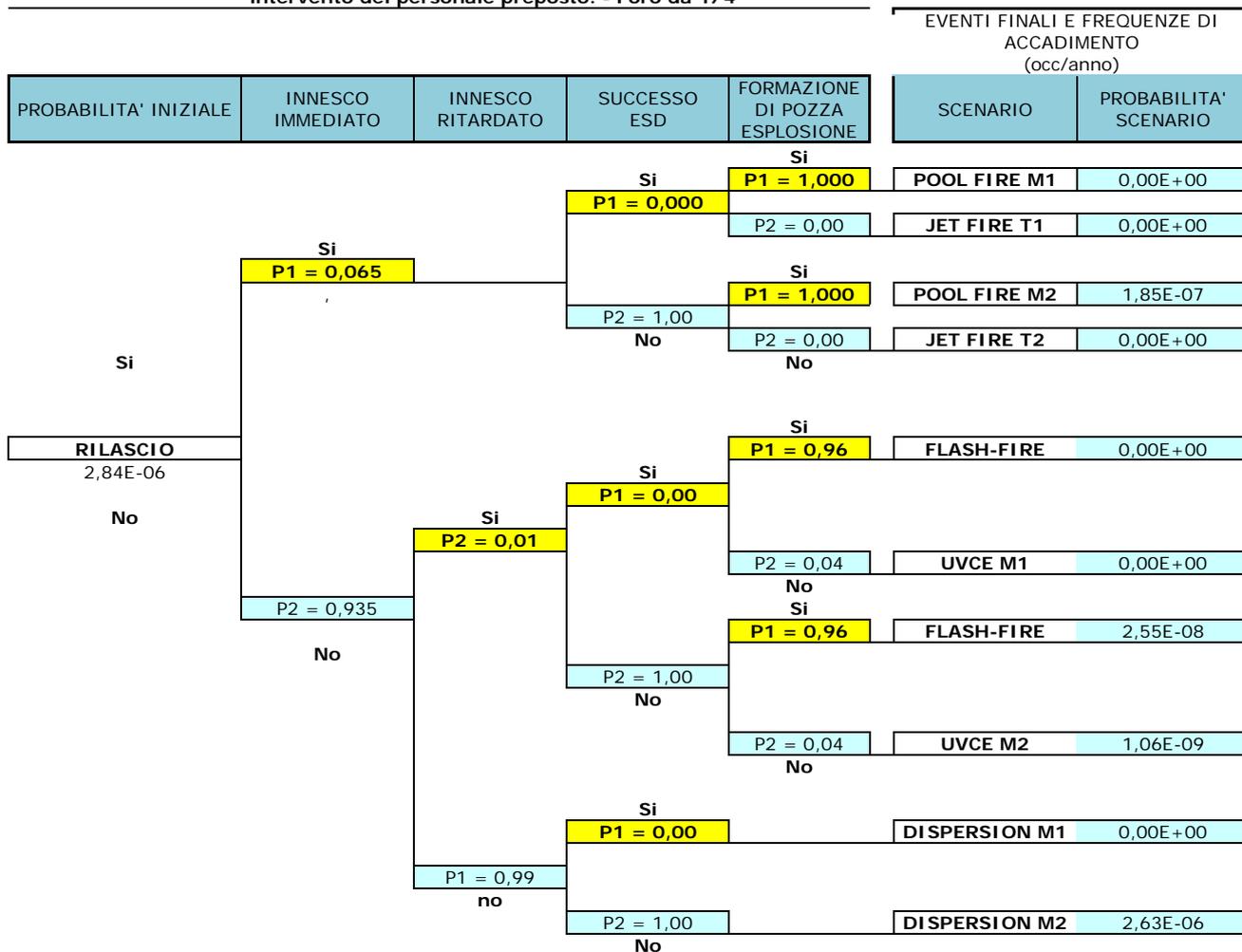
Legenda:

- [1] POOL FIRE - Incendio di pozza di liquido infiammabile rilasciato sul terreno
- [2] UVCE - Esplosioni non confinate, in cui la miscela forma una nube in ambiente aperto
- [3] FLASH FIRE - Innescio di una miscela infiammabile lontano dal punto di rilascio con conseguente incendio
- [4] DISPERSION - Dispersione di un liquido infiammabile sul terreno ed emissione di gas associati



5.2.2.2.4 ETA n. 4: Rilascio di Gasolio da serbatoi di stoccaggio

SOCIETA'	ENI
IMPIANTO	CARPIGNANO SESIA 1DIR
UNITA'	AREA POZZO
EVENTO INIZIALE:	Rilascio di Gasolio da serbatoi di stoccaggio senza intervento del personale preposto. - Foro da 1/4"



SCENARI DI INCIDENTE	FREQUENZE DI ACCADIMENTO (occ/anno)
JET FIRE	0,00E+00
DISPERSION	2,63E-06
POOL FIRE	1,85E-07
UVCE	1,06E-09
FLASH-FIRE	2,55E-08
CONTROLLO	0,00E+00

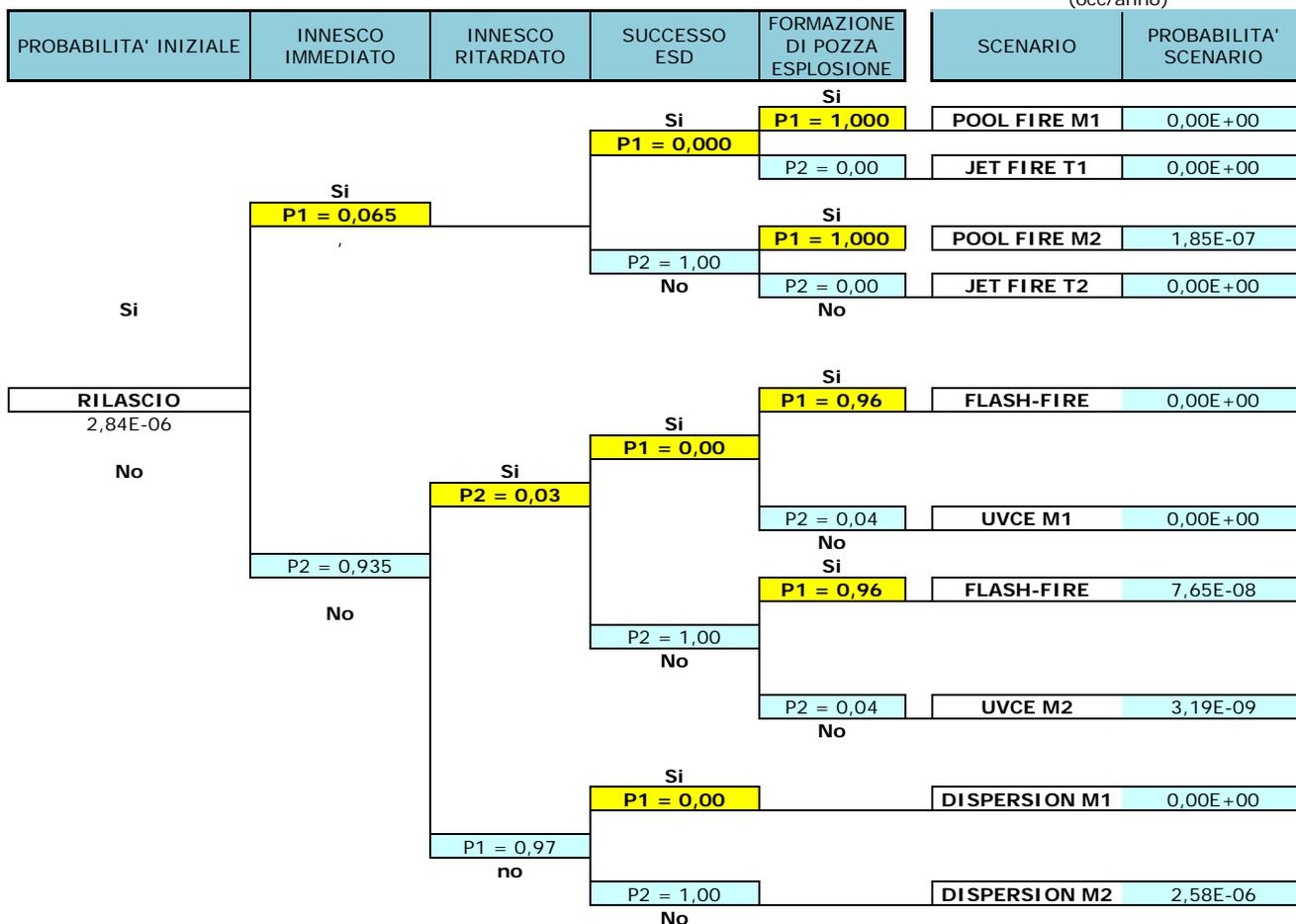
Legenda:

- [1] POOL FIRE - Incendio di pozza di liquido infiammabile rilasciato sul terreno
- [2] UVCE - Esplosioni non confinate, in cui la miscela forma una nube in ambiente aperto
- [3] FLASH FIRE - Innesco di una miscela infiammabile lontano dal punto di rilascio con conseguente incendio
- [4] DISPERSION - Dispersione di un liquido infiammabile sul terreno ed emissione di gas associati



SOCIETA'	ENI
IMPIANTO	CARPIGNANO SESIA 1DIR
UNITA'	AREA POZZO
EVENTO INIZIALE:	Rilascio di Gasolio da serbatoi di stoccaggio senza intervento del personale preposto. - Foro da 1"

EVENTI FINALI E FREQUENZE DI ACCADIMENTO (occ/anno)



SCENARI DI INCIDENTE	FREQUENZE DI ACCADIMENTO (occ/anno)
JET FIRE	0,00E+00
DISPERSION	2,58E-06
POOL FIRE	1,85E-07
UVCE	3,19E-09
FLASH-FIRE	7,65E-08
CONTROLLO	0,00E+00

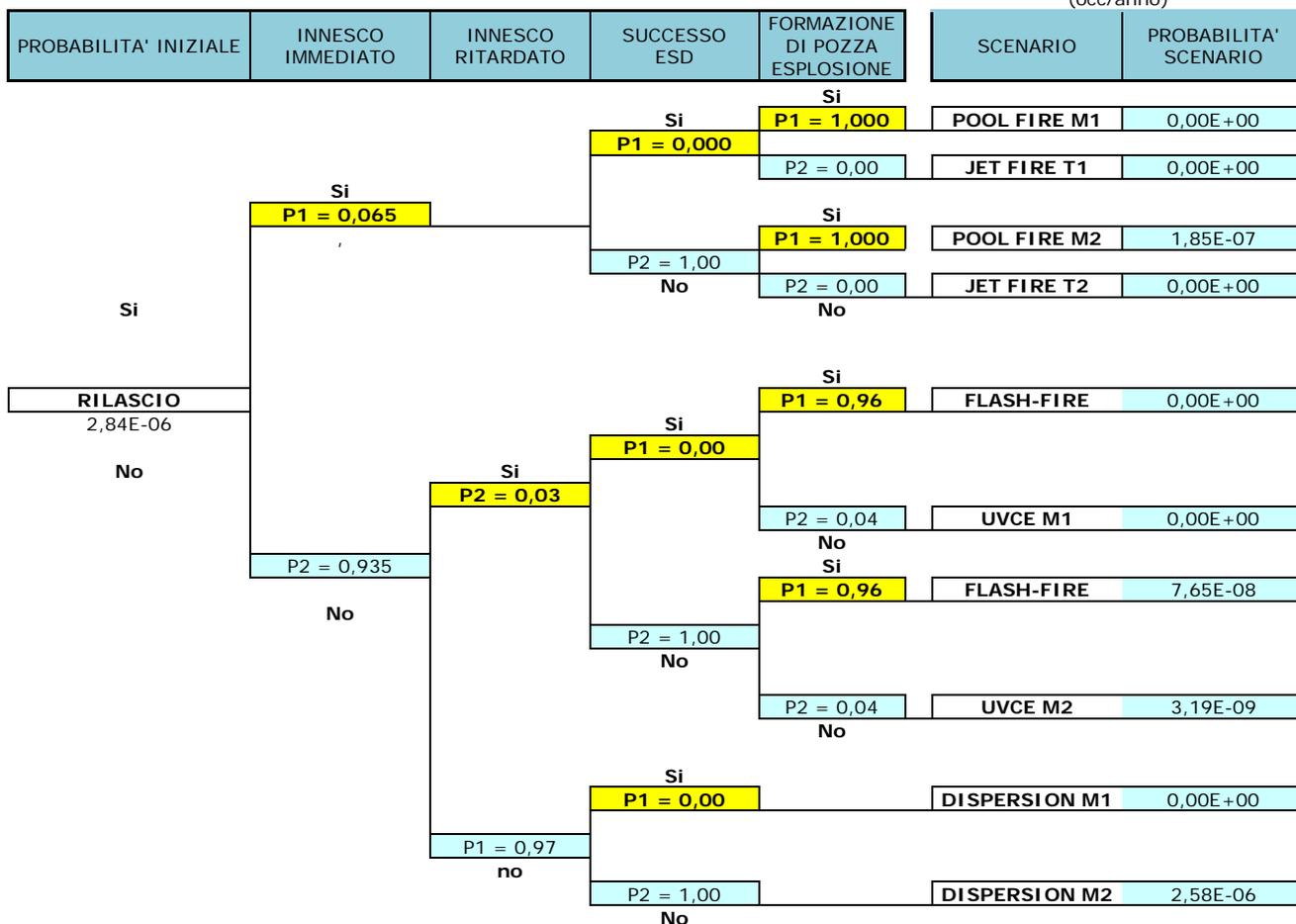
Legenda:

- [1] POOL FIRE - Incendio di pozza di liquido infiammabile rilasciato sul terreno
- [2] UVCE - Esplosioni non confinate, in cui la miscela forma una nube in ambiente aperto
- [3] FLASH FIRE - Innescio di una miscela infiammabile lontano dal punto di rilascio con conseguente incendio
- [4] DISPERSION - Dispersione di un liquido infiammabile sul terreno ed emissione di gas associati



SOCIETA'	ENI
IMPIANTO	CARPIGNANO SESIA 1DIR
UNITA'	AREA POZZO
EVENTO INIZIALE:	Rilascio di Gasolio da serbatoi di stoccaggio senza intervento del personale preposto. - Foro da 4"

EVENTI FINALI E FREQUENZE DI ACCADIMENTO (occ/anno)



SCENARI DI INCIDENTE	FREQUENZE DI ACCADIMENTO (occ/anno)
JET FIRE	0,00E+00
DISPERSION	2,58E-06
POOL FIRE	1,85E-07
UVCE	3,19E-09
FLASH-FIRE	7,65E-08
CONTROLLO	0,00E+00

Legenda:

- [1] POOL FIRE - Incendio di pozza di liquido infiammabile rilasciato sul terreno
- [2] UVCE - Esplosioni non confinate, in cui la miscela forma una nube in ambiente aperto
- [3] FLASH FIRE - Innescio di una miscela infiammabile lontano dal punto di rilascio con conseguente incendio
- [4] DISPERSION - Dispersione di un liquido infiammabile sul terreno ed emissione di gas associati

5.2.2.2.5 Risultati ETA

Si riportano di seguito i risultati degli alberi di eventi elaborati, facendo distinzione tra evento credibile (casella colorata) e non credibile, in base ai criteri di credibilità riportati in Tabella 5.3 (frequenza di accadimento maggiore di 10^{-6} eventi/anno).

Apparecchiatura	Diametro foro	JET FIRE (ev/ anno)	DISPERSIONE TOSSICI (ev/ anno)	POOL FIRE (ev/ anno)	FLASH-FIRE (ev/ anno)	UVCE (ev/ anno)
Tubazione della linea di Prova Rilascio Liquido	10% diametro Tubazione	-	2,97E-10	2,13E-11	8,81E-12	3,67E-13
Separatore trifasico Rilascio liquido	¼"	-	8,62E-09	6,18E-10	2,56E-10	1,07E-11
	1"	-	8,62E-09	6,18E-10	2,56E-10	1,07E-11
	4"	-	8,17E-09	6,18E-10	6,25E-10	8,53E-11
Serbatoi di stoccaggio Rilascio liquido	¼"	-	2,83E-09	2,03E-10	8,40E-11	3,50E-12
	1"	-	2,83E-09	2,03E-10	8,40E-11	3,50E-12
	4"	-	2,68E-09	2,03E-10	2,05E-10	2,80E-11
Serbatoio gasolio Rilascio Liquido	¼"	-	-	1,85E-07	2,55E-08	1,06E-09
	1"	-	-	1,85E-07	7,65E-08	3,19E-09
	4"	-	-	1,85E-07	7,65E-08	3,19E-09

Tabella 5.4 – Risultati degli alberi degli eventi

Si evince come i TOP EVENT individuati tramite gli Alberi di guasto conducano a scenari incidentali con frequenze di accadimento tali da renderli non credibili.

Tuttavia si è scelto di procedere comunque alla valutazione degli scenari di Pool fire, Flash fire e Dispersione di sostanze tossiche a seguito di evaporazione da pozza in considerazione della specifica richiesta del MATTM.

5.2.2.3 *Modellazione delle conseguenze*

Per poter caratterizzare gli scenari incidentali individuati tramite la combinazione di FTA ed ETA, e determinarne gli effetti su persone o cose in termini di irraggiamento termico, sovrappressione o concentrazione tossica, è necessario determinare un opportuno "termine sorgente" (condizioni del rilascio) e quindi analizzare l'evoluzione dello scenario incidentale, applicando codici di simulazione appropriati.



La modellazione del rilascio si basa sulla definizione delle caratteristiche (dimensione e localizzazione) del foro di rilascio e delle condizioni interne (pressione e temperatura) al momento della rottura.

I calcoli dei termini sorgente e degli effetti di danno sono stati condotti con il codice di calcolo EFFECTS 10.0.

Per le simulazioni sono state fatte le seguenti assunzioni:

- I quantitativi di liquido rilasciati, ove applicabile, sono stati valutati assumendo un tempo di intervento dell'operatore o dei sistemi di emergenza automatici di 20 secondi, che sono i tempi di intervento delle valvole di blocco (PSD e SSV).
- Per le simulazioni di pool fire i rilasci di liquido sono stati ipotizzati rivolti verso il basso, in modo da avere l'accumulo di liquido con la conseguente formazione della pozza.
- Nel caso di innesco ritardato di una nube di gas, rilasciato tal quale o evaporante dalla pozza, l'evento incidentale può evolvere nell'esplosione della nube (UVCE/VCE) oppure in un flash fire. Il verificarsi di uno dei due fenomeni piuttosto che l'altro è strettamente dipendente dalle caratteristiche dell'area in cui si ha il rilascio. Nel caso in cui l'area di interesse sia in campo libero si assume di avere come unico scenario il flash fire. Al contrario, per un'area caratterizzata da un elevato grado di congestionamento, si assume che si possa avere anche il fenomeno esplosivo (come indicato da DM del 20/10/98). Per l'impianto in esame, trattandosi di un'area in campo libero, si è assunto di avere come unico scenario il flash fire.
- Visti i risultati dei campionamenti eseguiti presso i pozzi del campo Trecate, che hanno evidenziato una concentrazione di H₂S nell'olio di circa 0,001% m/m, è stato valutato lo scenario di dispersione di sostanze tossiche in conseguenza ad un rilascio di grezzo.
- Conservativamente, le conseguenze dei diversi scenari incidentali sono state valutate per condizioni di efflusso stazionarie alle condizioni operative iniziali, senza cioè tener conto della riduzione di pressione dovuta al rilascio.
- Sono state utilizzate le seguenti condizioni climatiche:
 - Temperatura: 30°C;
 - Umidità Relativa: 70%;
 - Velocità del Vento: 2 m/s e 5 m/s.
- Le valutazioni delle conseguenze sono state effettuate per la classe di stabilità atmosferica D e velocità del vento pari a 5 m/s e per la classe di stabilità atmosferica F e velocità del vento pari a 2 m/s.
- Gli effetti misurati sono quelli peggiori possibili, per tale motivo si è scelto di valutare la classe di foro peggiore, ossia quella che risulterebbe in una portata di rilascio più consistente.



- Per la modellazione delle conseguenze dovute ad un rilascio accidentale, sono state utilizzate le condizioni operative dei pozzi Trecate 19 e Trecate 4 e le composizioni riportate in Appendice.
- Per le valutazioni in oggetto, la possibilità di danni a persone e/o a strutture è stata definita sulla base del superamento dei valori di soglia espressi nella seguente Tabella 5.5.

Scenario Incidentale	Zona I (Elevata Letalità, Effetto Domino)	Zona II (Lesioni Irreversibili)	Zona III (Lesioni Reversibili)
Incendio (radiazione termica stazionaria)	12,5 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²
Flash Fire (radiazione termica istantanea)	LFL	½ LFL	-
Rilascio Tossico (dose assorbita)	LC50 (30min, uomo)	IDLH	-

Tabella 5.5 - Valori di Soglia per la Definizione delle Zone di Rischio

Tali valori di soglia sono identificati dalle Linee Guida della Protezione Civile (DPCM 25 Febbraio 2005 "Pianificazione dell'Emergenza Esterna degli Stabilimenti Industriali a Rischio di Incedente Rilevante").

5.2.2.3.1 Risultati

Nel presente capitolo vengono riportati, per ciascuna unità operativa, la descrizione, la frequenza di accadimento e le conseguenze degli scenari incidentali individuati (le distanze sono espresse in metri).

SCENARI			ZONA I		ZONA II		ZONA III	
DESCRIZIONE	SCENARIO	FORO	2F	5D	2F	5D	2F	5D
Tubazione della linea di Prova Rilascio Liquido	Pool fire	10% diametro Tubazione	2,8	3	3	4	3,5	5
	Flash fire		Non rilevante					
	Dispersione		0,3	0,2	0,4	0,3		
Separatore trifasico Rilascio liquido	Pool fire	4"	5	8	7	10	8	11
	Flash fire		Non rilevante					
	Dispersione		4	1	14	3		
Serbatoi di stoccaggio Rilascio liquido	Pool fire	4"	5	7	7	8	8	9
	Flash fire		Non rilevante					
	Dispersione		3	1	12	3		
Serbatoio gasolio	Pool fire	4"	5	7	7	9	8	10



SCENARI			ZONA I		ZONA II		ZONA III	
DESCRIZIONE	SCENARIO	FORO	2F	5D	2F	5D	2F	5D
Rilascio Liquido in bacino di contenimento minore	Flash fire		Non rilevante					
Serbatoio gasolio	Pool fire	4"	6	9	9	12	10	13
Rilascio Liquido in bacino di contenimento maggiore	Flash fire		Non rilevante					

Tabella 5.6 – Risultati della modellazione delle conseguenze

In base ai dati riportati all'interno della Tabella 5.6 e alle corrispondenti aree riportate nelle due figure seguenti, estratte dagli Allegati II e III, si evince come le aree di maggiore danno (linea rossa), ricadano tutte all'interno della recinzione in rete metallica che delimita l'area dell'impianto, e che in generale tutte le aree evidenziate restino comunque all'interno del perimetro di pertinenza dello stabilimento (linea blu), questo anche grazie all'adozione di un accorgimento costruttivo e progettuale quale la parete tagliafuoco REI 120 che contorna il bacino di contenimento dei serbatoi di gasolio, sui tre lati che si affacciano all'esterno.



Figura 5.5 – Involuppo degli scenari di pool fire più critici individuati

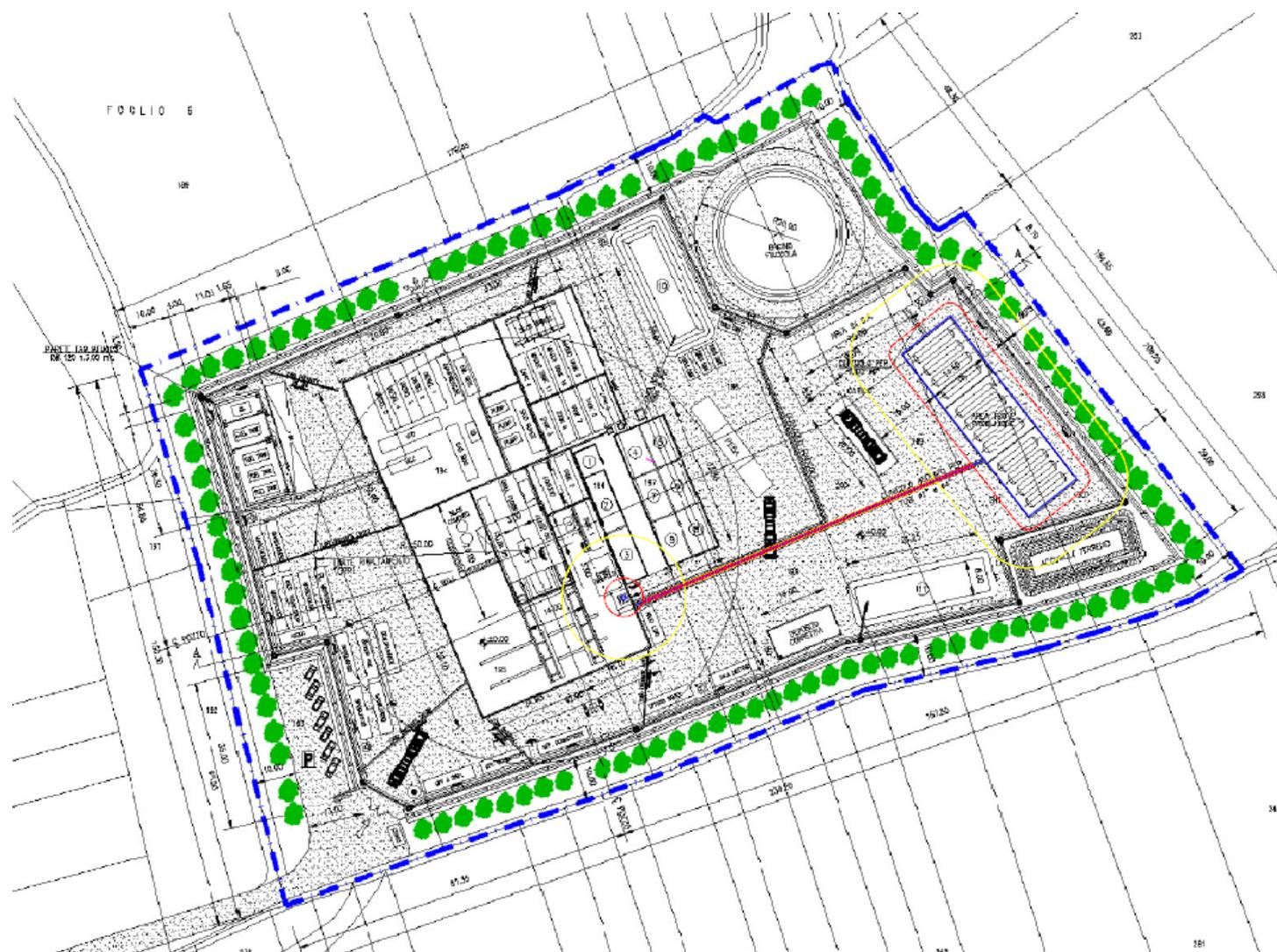


Figura 5.6 – Inviluppo degli scenari di dispersione tossica più critici individuati



APPENDICE

Composizione dell'olio di Trecate

		TRECATE 19		
		MAR-2010	TRC07.2010.03.ET	R.1029
				46,7
				1029
Tab. 1: CRUDE OIL CHARACTERISTICS				
	DENSITY @ 15°C	0,7938	Kg/l	EN ISO 12185
	SPECIFIC GRAVITY @ 60/60°F	0,7942		" "
	API GRAVITY @ 60/60°F	46,7		ASTM 287
✓	KINEMATIC VISCOSITY @ 20 °C	1,901	mm ² /s	EN ISO 3104
✓	" " " " 40 °C	1,418	mm ² /s	" "
✓	" " " " 50 °C	1,253	mm ² /s	" "
✓	UPPER POUR POINT	<-36	°C	ASTM D 5853
✓	LOWER POUR POINT		°C	" "
✓	WAX APPEARANCE TEMPERATURE		°C	DSC
✓	FLASH POINT		°C	EN ISO 2719
✓	VAPOR PRESSURE (Reid) @ 100°F		Kg/cm ²	ASTM D 323
✓	WATER BY DISTILLATION	<0,05	%v/v	ASTM D 4006
✓	WATER (Karl Fisher Method)		%m/m	ASTM D 4928
✓	SEDIMENT BY EXTRACTION		%m/m	ASTM D 473
✓	SALT CONTENT (NaCl)	<0,0020	%m/m	ASTM D 3230
✓	SULPHUR (Total)	0,12	%m/m	ASTM D 4294
✓	MERCAPTAN SULPHUR	2	ppm	ISO 3012
✓	HYDROGEN SULPHIDE (Dissolved)	<0,001	%m/m	UOP 163
✓	ORGANIC CHLORIDE		ppm	ASTM D 4929
✓	ACID NUMBER (Total)	0,05	mg KOH/g	ASTM D 664
✓	WAX CONTENT	2,96	%m/m	BP 237
✓	CARBON RESIDUE (Conradson)	0,39	%m/m	ASTM D 189
✓	ASH CONTENT		%m/m	ISO 6245
✓	ASPHALTENES (n-Heptane)	0,07	%m/m	IP 143
✓	NICKEL	0	ppm	ASTM D 5708
✓	VANADIUM	0	ppm	" "
✓	IRON	1	ppm	ASTM D 5863
✓	GROSS HEAT VALUE	11147	Kcal/Kg	API 14 A1.3
✓	NET HEAT VALUE	10434	Kcal/Kg	API 14 A1.3
✓	UOP K FACTOR	11,9		UOP 375
[c] calculated value				



ALLEGATI

- 1) Planimetria con aree di ricaduta
- 2) Planimetria con Linee di Isorischio – Pool Fire
- 3) Planimetria con Linee di Isorischio – Dispersione
- 4) Report di calcolo del software Effects – Tubazione Prova di Produzione
- 5) Report di calcolo del software Effects – Separatore trifasico
- 6) Report di calcolo del software Effects – Serbatoio di Stoccaggio
- 7) Report di calcolo del software Effects – Serbatoio Gasolio



SCENARI INCIDENTALI POOL FIRE		
I Zona di sicuro impatto Elevata letalità	II Zona di danno Lesioni irreversibili	III Zona di attenzione Lesioni reversibili
12,5 Kw/m ²	5 Kw/m ²	3 Kw/m ²
ROSSO	GIALLO	VERDE

CPEA S.R.L. -PROGETTAZIONE & CONSULENZA-RAVENNA
Via Romolo Murri, 21 - 48124 RAVENNA - Tel. 0544/465657 - Fax 0544/463461

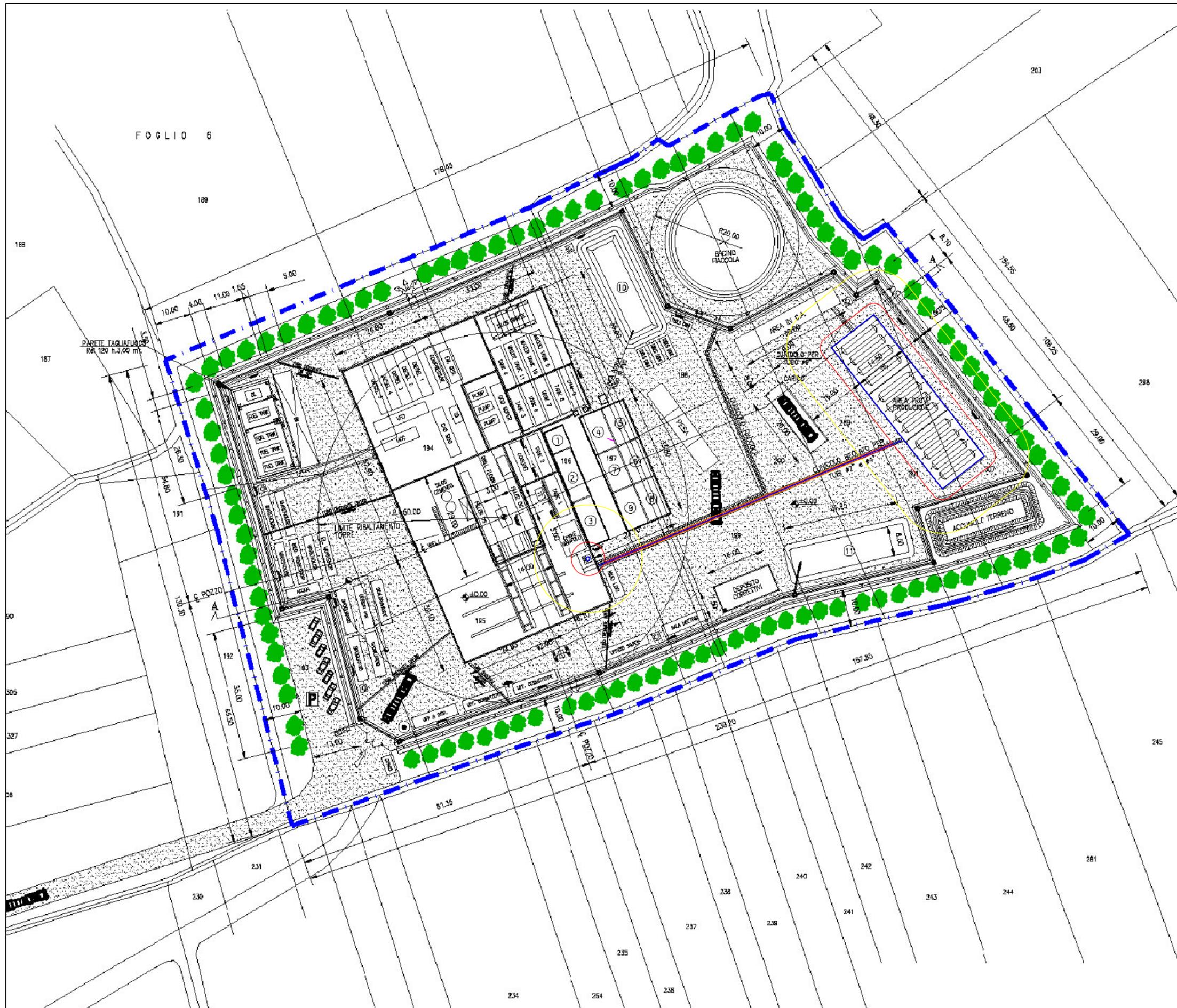
eni S.p.A.
Distretto Centro Settentrionale
CARPIGNANO SESIA
STRALCIO PLANIMETRICO CON AREE DI ISORISCHIO
POOL FIRE

Disegnato: *[Signature]*
Release: _____
Data: _____

CLIENTE: ENI
Nome file: 15-ENICAR-PISO-5-RO
MODIFICHE RELEASE CORRENTE

DATA: 24/08/15

Disegnato: _____
Firma: _____



FOGLIO 6

SCENARI INCIDENTALI DISPERSIONE H2S		
I Zona di sicuro impatto Elevata letalità LC50	II Zona di danno Lesioni irreversibili IDLH	III Zona di attenzione Lesioni reversibili
ROSSO	GIALLO	VERDE

CREA S.R.L. -PROGETTAZIONE & CONSULENZA-RAVENNA
Via Ramato Murri, 21 - 48124 RAVENNA - Tel. 0544/465657 - Fax 0544/463461

eni S.p.A.
Distretto Centro Settentrionale
CARPIGNANO SESIA
STRALCIO PLANIMETRICO CON AREE DI ISORISCHIO
DISPERSIONE H2S

Dis.n.: 0
Scala: 1:1000
Disegnato: *JB*
Rilascio: 0
Data: _____

CLIENTE: ENI
Nome file: 15-ENICAR-PISO-6-RO
MODIFICHE RELEASE CORRENTE

DATA: 24/08/15
Data: _____
Firma: _____



EFFECTS REPORT: Tubazione linea di Prova di produzione – Rilascio da foro di 4”

Model: Liquid release

version: v2015.08.10003 (03/08/2015)

Reference: Yellow Book, CPR-14E, 3rd edition 1997, Paragraph 2.5.4

Inputs

Chemical name	PENTANE (n-) (YAWS)
Use which representative step	First 20% average (flammable)
Type of vessel outflow	Release from vessel through (a hole in) pipe
Pipeline length (m)	150
Pipeline diameter (inch)	3
Pipeline roughness (mm)	0,045
Hole diameter (inch)	0,3
Hole rounding	Sharp edges
Discharge coefficient (-)	0,62
Vessel type	Vertical cylinder
Vessel volume (m3)	40
Height cylinder (m)	2,7
Filling degree (%)	100
Overpressure above liquid (assuming closed system) (bar)	100
Height leak above tank bottom (m)	0
Initial temperature in vessel (°C)	130



Type of calculation	Calculate until specified time
Maximum release duration (s)	20
Ambient pressure (bar)	1,0151
Results	
Initial mass in vessel (kg)	22658
Mass flow rate at time t (kg/s)	0,1164
Total mass released at time t (kg)	2,4843
Filling degree at time t (%)	99,988
Height of liquid at time t (m)	2,6997
Maximum mass flow rate (kg/s)	3,0095
Representative release rate (kg/s)	0,16421
Representative outflow duration (s)	20
Corresponding vessel pressure (bar)	2,8176

Model: Pool evaporation

version: v2015.08.10003 (04/08/2015)

Reference: Yellow Book CPR14E 2rd Edition - Chapter 5: Evaporation. Trijssenaar-Buhre, I.J.M, Sterkenburg, R.P., Wijnant-Timmerman, S.I.: An advanced model for spreading and evaporation of accidentally released hazardous liquids on land. Diffusion coefficient in Schmidt number based on Fuller, Schetter and Gitting correlation, see <http://www.thermopedia.com/content/696>

Inputs

Chemical name	PENTANE (n-) (YAWS)
Use which representative step	First 20% average (flammable)
Evaporation from land or water	Land



Type of release in pool	Semi-continuous
Mass flow rate of the source (kg/s)	3,0095
Duration of the release (s)	20
Total mass released (kg)	2,4843
Type of pool growth on Land	Spreading
Temperature of the pool (°C)	130
Temperature of the subsoil (°C)	30
Wind speed at 10 m height (m/s)	5
Ambient temperature (°C)	30
Ambient pressure (bar)	1,0151
Ambient relative humidity (%)	70
Solar radiation flux	User defined
Solar heat radiation flux (W/m ²)	120
Type of subsoil (evaporation)	Average subsoil
Subsoil roughness description (pool)	flat sandy soil, concrete, tiles, plant-yard
Maximum evaluation time for evaporation (s)	1800
Results	
Heat flux from solar radiation (kW/m ²)	0,12
Purple book representative evaporation rate (kg/s)	0,082333
Purple book representative evaporation duration (s)	616,09
Representative temperature (°C)	32,717
Representative pool diameter (m)	4,0044
Density after mixing with air (kg/m ³)	1,1697
Total evaporated mass (kg)	50,724
... duration evaporation time (s)	1799,5
Corresponding representative pool surface area (m ²)	12,594
Schmidt number used	12,704



Model: Pool fire

version: v2015.08.10003 (04/08/2015)

Reference: Yellow Book (CPR-14E), 3rd edition 1997, Paragraph 6.5.4~Rew, P.J. & Hulbert, W.G. (1997) Modelling of Thermal radiation from external hydrocarbon poolfires, in Trans IChemE, Vol.75 part B,~Rew, P.J. & Hulbert, W.G. (1996), Development of a pool fire thermal radiation model', HSE Contract research report no. 96, ~ Damage: Green Book 1st edition 1992, chapter 1 (Heat radiation); pages 11-36~

Inputs

Chemical name	PENTANE (n-) (YAWS)
Type of pool fire calculation	Pool fire model Yellow Book
Pool size determination	Unconfined fixed feed
Total mass released (kg)	2,4843
Mass flow rate of the source (kg/s)	0,082333
Duration of the release (s)	616,09
Type of pool	Circular
Max. pool surface poolfire (m2)	12,594
Height of the receiver (m)	1,5
Temperature of the pool (°C)	130
Fraction combustion heat radiated (-)	0,35
Wind speed at 10 m height (m/s)	5
Ambient temperature (°C)	30
Ambient pressure (bar)	1,0151
Ambient relative humidity (%)	70
Amount of CO2 in atmosphere (-)	0,0003
Reporting distance (Xd) (m)	200



Maximum heat exposure duration (s)	20
Predefined wind direction	User defined
Wind comes from (North = 0 degrees) (deg)	270
Heat radiation level (lowest) for first contour plot (kW/m ²)	3
Heat radiation level for second contour plot (kW/m ²)	5
Heat radiation level (highest) for third contour plot (kW/m ²)	12,5
Report heat radiation grid	No
Resolution for surface discretization	Medium
Take protective effects of clothing into account	No
Percentage of mortality for contour calculations (%)	1
Heat radiation lethal damage Probit A ((sec*(W/m ²) ⁿ)	-36,38
Heat radiation lethal damage Probit B	2,56
Heat radiation damage Probit N	1,3333
<u>Results</u>	
Equivalent diameter poolfire (m)	0,884
Calculated pool surface area (m ²)	0,61375
Combustion rate (kg/s)	0,075256
Duration of the pool fire (s)	674,02
Surface emissive power flame (kW/m ²)	38,008
Flame tilt (deg)	62,322
Flame temperature (°C)	634,51
Length of the flame (m)	3,692
Weight ratio of HCL/chemical (%)	0
Weight ratio of NO ₂ /chemical (%)	0
Weight ratio of SO ₂ /chemical (%)	0
Weight ratio of CO ₂ /chemical (%)	305,09



Weight ratio of H2O/chemical (%)	149,89
Heat radiation at Xd (kW/m2)	0,00023476
Atmospheric Transmissivity at Xd (%)	50,584
Viewfactor at Xd (-)	1,221E-05
Heat radiation dose at Xd (s*(kW/m2) ^ 4/3)	0,00028964
3 kW/m2 Heat radiation distance (m)	4,5592
5 kW/m2 Heat radiation distance (m)	4,3449
12,5 kW/m2 Heat radiation distance (m)	3,9409
Percentage first degree burns at Xd (%)	0
Percentage second degree burns at Xd (%)	0
Percentage third degree burns at Xd (%)	0
1% First degree burns distance (m)	4,4941
1% Second degree burns distance (m)	3,9989
1% Third degree (Lethal) burns distance (m)	3,9973



EFFECTS REPORT: Separatore Trifasico – Rilascio da foro di 4"

Model: Liquid release

version: v2015.08.10003 (04/08/2015)

Reference: Yellow Book, CPR-14E, 3rd edition 1997, Paragraph 2.5.4

Inputs

Chemical name	PENTANE (n-) (YAWS)
Use which representative step	First 20% average (flammable)
Type of vessel outflow	Release through hole in vessel
Hole diameter (inch)	4
Hole rounding	Sharp edges
Discharge coefficient (-)	0,62
Vessel type	Horizontal cylinder
Vessel volume (m3)	40
Length cylinder (m)	6
Filling degree (%)	100
Overpressure above liquid (assuming closed system) (bar)	100
Height leak above tank bottom (m)	0
Initial temperature in vessel (°C)	130
Type of calculation	Calculate until specified time
Maximum release duration (s)	20
Ambient pressure (bar)	1,0151

Results



Initial mass in vessel (kg)	22658
Mass flow rate at time t (kg/s)	20,933
Total mass released at time t (kg)	450,57
Filling degree at time t (%)	97,898
Height of liquid at time t (m)	2,7558
Maximum mass flow rate (kg/s)	535,45
Representative release rate (kg/s)	29,859
Representative outflow duration (s)	20
Corresponding vessel pressure (bar)	2,8227

Model: Pool evaporation

version: v2015.08.10003 (04/08/2015)

Reference: Yellow Book CPR14E 2rd Edition - Chapter 5: Evaporation. Trijssenaar-Buhre, I.J.M, Sterkenburg, R.P., Wijnant-Timmerman, S.I.: An advanced model for spreading and evaporation of accidentally released hazardous liquids on land. Diffusion coefficient in Schmidt number based on Fuller, Schetter and Gitting correlation, see <http://www.thermopedia.com/content/696>

Inputs

Chemical name	PENTANE (n-) (YAWS)
Use which representative step	First 20% average (flammable)
Evaporation from land or water	Land
Type of release in pool	Semi-continuous
Mass flow rate of the source (kg/s)	29,859
Duration of the release (s)	20
Total mass released (kg)	450,57
Type of pool growth on Land	Spreading



Temperature of the pool (°C)	130
Temperature of the subsoil (°C)	9
Wind speed at 10 m height (m/s)	5
Ambient temperature (°C)	30
Ambient pressure (bar)	1,0151
Ambient relative humidity (%)	70
Solar radiation flux	User defined
Solar heat radiation flux (W/m ²)	120
Type of subsoil (evaporation)	Average subsoil
Subsoil roughness description (pool)	flat sandy soil, concrete, tiles, plant-yard
Maximum evaluation time for evaporation (s)	1800

Results

Heat flux from solar radiation (kW/m ²)	0,12
Purple book representative evaporation rate (kg/s)	0,51602
Purple book representative evaporation duration (s)	808,57
Representative temperature (°C)	31,462
Representative pool diameter (m)	10,738
Density after mixing with air (kg/m ³)	1,1858
Total evaporated mass (kg)	417,24
... duration evaporation time (s)	1799,5
Corresponding representative pool surface area (m ²)	90,565
Schmidt number used	12,704

Model: Pool fire

version: v2015.08.10003 (04/08/2015)



Reference: Yellow Book (CPR-14E), 3rd edition 1997, Paragraph 6.5.4~Rew, P.J. & Hulbert, W.G. (1997) Modelling of Thermal radiation from external hydrocarbon poolfires, in Trans IChemE, Vol.75 part B,~Rew, P.J. & Hulbert, W.G. (1996), Development of a pool fire thermal radiation model', HSE Contract research report no. 96, ~ Damage: Green Book 1st edition 1992, chapter 1 (Heat radiation); pages 11-36~

Inputs

Chemical name	PENTANE (n-) (YAWS)
Type of pool fire calculation	Pool fire model Yellow Book
Pool size determination	Unconfined fixed feed
Total mass released (kg)	450,57
Mass flow rate of the source (kg/s)	0,51602
Duration of the release (s)	808,57
Type of pool	Circular
Max. pool surface poolfire (m ²)	90,565
Height of the receiver (m)	1,5
Temperature of the pool (°C)	130
Fraction combustion heat radiated (-)	0,35
Wind speed at 10 m height (m/s)	5
Ambient temperature (°C)	30
Ambient pressure (bar)	1,0151
Ambient relative humidity (%)	70
Amount of CO ₂ in atmosphere (-)	0,0003
Reporting distance (Xd) (m)	200
Maximum heat exposure duration (s)	20
Predefined wind direction	User defined
Wind comes from (North = 0 degrees) (deg)	270
Heat radiation level (lowest) for first contour plot	3



(kW/m ²)	
Heat radiation level for second contour plot (kW/m ²)	5
Heat radiation level (highest) for third contour plot (kW/m ²)	12,5
Report heat radiation grid	No
Resolution for surface discretization	Medium
Take protective effects of clothing into account	No
Percentage of mortality for contour calculations (%)	1
Heat radiation lethal damage Probit A ((sec*(W/m ²) ⁿ)	-36,38
Heat radiation lethal damage Probit B	2,56
Heat radiation damage Probit N	1,3333
Results	
Equivalent diameter poolfire (m)	2,2662
Calculated pool surface area (m ²)	4,0335
Combustion rate (kg/s)	0,49458
Duration of the pool fire (s)	843,63
Surface emissive power flame (kW/m ²)	43,8
Flame tilt (deg)	59,518
Flame temperature (°C)	666,88
Length of the flame (m)	7,3749
Weight ratio of HCL/chemical (%)	0
Weight ratio of NO ₂ /chemical (%)	0
Weight ratio of SO ₂ /chemical (%)	0
Weight ratio of CO ₂ /chemical (%)	305,09
Weight ratio of H ₂ O/chemical (%)	149,89
Heat radiation at Xd (kW/m ²)	0,0015922
Atmospheric Transmissivity at Xd (%)	51,755



Viewfactor at Xd (-)	7,0236E-05
Heat radiation dose at Xd ($s \cdot (kW/m^2)^{4/3}$)	0,0037183
3 kW/m ² Heat radiation distance (m)	10,742
5 kW/m ² Heat radiation distance (m)	9,5308
12,5 kW/m ² Heat radiation distance (m)	7,6422
Percentage first degree burns at Xd (%)	0
Percentage second degree burns at Xd (%)	0
Percentage third degree burns at Xd (%)	0
1% First degree burns distance (m)	9,9921
1% Second degree burns distance (m)	8,3838
1% Third degree (Lethal) burns distance (m)	8,2474



EFFECTS REPORT: Serbatoio di Stoccaggio - Rilascio da foro di 4"

Model: Liquid release

version: v2015.08.10003 (21/08/2015)

Reference: Yellow Book, CPR-14E, 3rd edition 1997, Paragraph 2.5.4

Inputs

Chemical name	PENTANE (n-) (YAWS)
Type of vessel outflow	Release through hole in vessel
Hole diameter (inch)	4
Vessel type	Horizontal cylinder
Vessel volume (m3)	46
Length cylinder (m)	12
Filling degree (%)	100
Overpressure above liquid (assuming closed system) (bar)	8
Height leak above tank bottom (m)	0
Initial temperature in vessel (°C)	45
Type of calculation	Calculate until specified time
Maximum release duration (s)	20

Results

Initial mass in vessel (kg)	27654
Mass flow rate at time t (kg/s)	19,462
Total mass released at time t (kg)	401,36
Filling degree at time t (%)	98,524



Height of liquid at time t (m)	2,115
Maximum mass flow rate (kg/s)	157,16
Representative release rate (kg/s)	21,639
Representative outflow duration (s)	20
Corresponding vessel pressure (bar)	1,2494

Model: Pool evaporation

version: v2015.08.10003 (21/08/2015)

Reference: Yellow Book CPR14E 2rd Edition - Chapter 5: Evaporation. Trijssenaar-Buhre, I.J.M, Sterkenburg, R.P., Wijnant-Timmerman, S.I.: An advanced model for spreading and evaporation of accidentally released hazardous liquids on land. Diffusion coefficient in Schmidt number based on Fuller, Schetter and Gitting correlation, see <http://www.thermopedia.com/content/696>

Inputs

Chemical name	PENTANE (n-) (YAWS)
Evaporation from land or water	Land
Type of release in pool	Semi-continuous
Mass flow rate of the source (kg/s)	21,639
Duration of the release (s)	20
Total mass released (kg)	401,36
Type of pool growth on Land	Spreading in bunds
Temperature of the pool (°C)	45
Maximum pool surface area (m ²)	235
Wind speed at 10 m height (m/s)	5
Solar heat radiation flux (W/m ²)	120

Results



Heat flux from solar radiation (kW/m ²)	0,12
Purple book representative evaporation rate (kg/s)	0,38162
Purple book representative evaporation duration (s)	799,62
Representative temperature (°C)	31,227
Representative pool diameter (m)	9,1794
Density after mixing with air (kg/m ³)	1,1821
Total evaporated mass (kg)	305,15
... duration evaporation time (s)	1799,5
Corresponding representative pool surface area (m ²)	66,179

Model: Pool fire

version: v2015.08.10003 (21/08/2015)

Reference: Yellow Book (CPR-14E), 3rd edition 1997, Paragraph 6.5.4~Rew, P.J. & Hulbert, W.G. (1997) Modelling of Thermal radiation from external hydrocarbon poolfires, in Trans IChemE, Vol.75 part B,~Rew, P.J. & Hulbert, W.G. (1996), Development of a pool fire thermal radiation model', HSE Contract research report no. 96, ~ Damage: Green Book 1st edition 1992, chapter 1 (Heat radiation); pages 11-36~

Inputs

Chemical name	PENTANE (n-) (YAWS)
Type of pool fire calculation	Pool fire model Yellow Book
Pool size determination	Unconfined fixed feed
Total mass released (kg)	401,36
Mass flow rate of the source (kg/s)	0,38162
Duration of the release (s)	799,62
Type of pool	Circular



Max. pool surface poolfire (m ²)	235
Height of the receiver (m)	1,5
Temperature of the pool (°C)	45
Wind speed at 10 m height (m/s)	5
Reporting distance (Xd) (m)	200

Results

Equivalent diameter poolfire (m)	1,9499
Calculated pool surface area (m ²)	2,9862
Combustion rate (kg/s)	0,36615
Duration of the pool fire (s)	833,41
Surface emissive power flame (kW/m ²)	42,789
Flame tilt (deg)	59,982
Flame temperature (°C)	661,47
Length of the flame (m)	6,6035
Weight ratio of HCL/chemical (%)	0
Weight ratio of NO ₂ /chemical (%)	0
Weight ratio of SO ₂ /chemical (%)	0
Weight ratio of CO ₂ /chemical (%)	305,09
Weight ratio of H ₂ O/chemical (%)	149,89
Heat radiation at Xd (kW/m ²)	0,0011703
Atmospheric Transmissivity at Xd (%)	51,553
Viewfactor at Xd (-)	5,3055E-05
Heat radiation dose at Xd (s*(kW/m ²) ^{4/3})	0,098618
3 kW/m ² Heat radiation distance (m)	9,4356
5 kW/m ² Heat radiation distance (m)	8,438
12,5 kW/m ² Heat radiation distance (m)	6,8837
Percentage first degree burns at Xd (%)	0
Percentage second degree burns at Xd (%)	0



eni
DICS

Percentage third degree burns at Xd (%)	0
1% First degree burns distance (m)	19,77
1% Second degree burns distance (m)	14,872
1% Third degree (Lethal) burns distance (m)	14,555

EFFECTS REPORT: Serbatoio Gasolio – Bacino di contenimento minore (77 m²) – Rilascio da foro di 4"

Model: Liquid release

version: v2015.08.10003 (20/08/2015)

Reference: Yellow Book, CPR-14E, 3rd edition 1997, Paragraph 2.5.4

Inputs

Chemical name	PENTANE (n-) (YAWS)
Type of vessel outflow	Release through hole in vessel
Hole diameter (inch)	4
Vessel type	Horizontal cylinder
Vessel volume (m ³)	30
Length cylinder (m)	1,7
Filling degree (%)	100
Overpressure above liquid (assuming closed system) (bar)	1
Height leak above tank bottom (m)	0
Initial temperature in vessel (°C)	45
Type of calculation	Calculate until device is empty

Results

Initial mass in vessel (kg)	18035
Total mass released (kg)	18035
Time needed to empty vessel (s)	1038
Maximum mass flow rate (kg/s)	62,344



Representative release rate (kg/s)	27,35
Representative outflow duration (s)	659
Corresponding vessel pressure (bar)	1,2613

Model: Pool evaporation

version: v2015.08.10003 (20/08/2015)

Reference: Yellow Book CPR14E 2rd Edition - Chapter 5: Evaporation. Trijssenaar-Buhre, I.J.M, Sterkenburg, R.P., Wijnant-Timmerman, S.I.: An advanced model for spreading and evaporation of accidentally released hazardous liquids on land. Diffusion coefficient in Schmidt number based on Fuller, Schetter and Gitting correlation, see <http://www.thermopedia.com/content/696>

Inputs

Chemical name	PENTANE (n-) (YAWS)
Evaporation from land or water	Land
Type of release in pool	Semi-continuous
Mass flow rate of the source (kg/s)	27,35
Duration of the release (s)	1038
Total mass released (kg)	18035
Type of pool growth on Land	Spreading in bunds
Temperature of the pool (°C)	45
Maximum pool surface area (m ²)	77
Wind speed at 10 m height (m/s)	5
Solar heat radiation flux (W/m ²)	120

Results

Heat flux from solar radiation (kW/m ²)	0,12
---	------



eni
DICS

Time pool spreading ends (s)	14,5
Purple book representative evaporation rate (kg/s)	0,44972
Purple book representative evaporation duration (s)	1760,8
Representative temperature (°C)	32,25
Representative pool diameter (m)	9,9015
Density after mixing with air (kg/m ³)	1,1842
Total evaporated mass (kg)	791,89
... duration evaporation time (s)	1799,5
Corresponding representative pool surface area (m ²)	77

Model: Pool fire

version: v2015.08.10003 (20/08/2015)

Reference: Yellow Book (CPR-14E), 3rd edition 1997, Paragraph 6.5.4~Rew, P.J. & Hulbert, W.G. (1997) Modelling of Thermal radiation from external hydrocarbon poolfires, in Trans IChemE, Vol.75 part B,~Rew, P.J. & Hulbert, W.G. (1996), Development of a pool fire thermal radiation model', HSE Contract research report no. 96, ~ Damage: Green Book 1st edition 1992, chapter 1 (Heat radiation); pages 11-36~

Inputs

Chemical name	PENTANE (n-) (YAWS)
Type of pool fire calculation	Pool fire model Yellow Book
Pool size determination	Unconfined fixed feed
Total mass released (kg)	18035
Mass flow rate of the source (kg/s)	0,44972
Duration of the release (s)	1760,8



eni
DICS

Type of pool	Circular
Max. pool surface poolfire (m ²)	77
Width of rectangle (m)	11
Length of rectangle (m)	7
Height of the receiver (m)	1,5
Temperature of the pool (°C)	45
Wind speed at 10 m height (m/s)	5
Reporting distance (Xd) (m)	200
Results	-
Equivalent diameter poolfire (m)	2,0934
Calculated pool surface area (m ²)	3,4419
Combustion rate (kg/s)	0,42203
Duration of the pool fire (s)	1876,4
Surface emissive power flame (kW/m ²)	43,262
Flame tilt (deg)	59,763
Flame temperature (°C)	664,01
Length of the flame (m)	6,9573
Weight ratio of HCL/chemical (%)	0
Weight ratio of NO ₂ /chemical (%)	0
Weight ratio of SO ₂ /chemical (%)	0
Weight ratio of CO ₂ /chemical (%)	305,09
Weight ratio of H ₂ O/chemical (%)	149,89
Heat radiation at Xd (kW/m ²)	0,0013533
Atmospheric Transmissivity at Xd (%)	51,648
Viewfactor at Xd (-)	6,0569E-05
Heat radiation dose at Xd (s*(kW/m ²) ^{4/3})	0,0029939



eni
DICS

Heat radiation first contour at (m)	10,022
Heat radiation second contour at (m)	8,9407
Heat radiation third contour at (m)	7,2324
Percentage first degree burns at Xd (%)	0
Percentage second degree burns at Xd (%)	0
Percentage third degree burns at Xd (%)	0
1% First degree burns distance (m)	9,4365
1% Second degree burns distance (m)	7,9097
1% Third degree (Lethal) burns distance (m)	7,8021

EFFECTS REPORT: Serbatoio Gasolio – Bacino di contenimento maggiore (165 m²) Rilascio da foro di 4"

Model: Liquid release

version: v2015.08.10003 (20/08/2015)

Reference: Yellow Book, CPR-14E, 3rd edition 1997, Paragraph 2.5.4

Inputs

Chemical name	PENTANE (n-) (YAWS)
Type of vessel outflow	Release through hole in vessel
Hole diameter (inch)	4
Vessel type	Horizontal cylinder
Vessel volume (m3)	30
Length cylinder (m)	1,7
Filling degree (%)	100
Overpressure above liquid (assuming closed system) (bar)	1
Height leak above tank bottom (m)	0
Initial temperature in vessel (°C)	45
Type of calculation	Calculate until device is empty

Results

Initial mass in vessel (kg)	18035
Total mass released (kg)	18035
Time needed to empty vessel (s)	1038



Maximum mass flow rate (kg/s)	62,344
Representative release rate (kg/s)	27,35
Representative outflow duration (s)	659
Corresponding vessel pressure (bar)	1,2613

Model: Pool evaporation

version: v2015.08.10003 (20/08/2015)

Reference: Yellow Book CPR14E 2rd Edition - Chapter 5: Evaporation. Trijssenaar-Buhre, I.J.M, Sterkenburg, R.P., Wijnant-Timmerman, S.I.: An advanced model for spreading and evaporation of accidentally released hazardous liquids on land. Diffusion coefficient in Schmidt number based on Fuller, Schetter and Gitting correlation, see <http://www.thermopedia.com/content/696>

Inputs

Chemical name	PENTANE (n-) (YAWS)
Evaporation from land or water	Land
Type of release in pool	Semi-continuous
Mass flow rate of the source (kg/s)	27,35
Duration of the release (s)	1038
Total mass released (kg)	18035
Type of pool growth on Land	Spreading in bunds
Temperature of the pool (°C)	45
Maximum pool surface area (m ²)	165
Wind speed at 10 m height (m/s)	5
Solar heat radiation flux (W/m ²)	120
Results	-



Heat flux from solar radiation (kW/m ²)	0,12
Time pool spreading ends (s)	24
Purple book representative evaporation rate (kg/s)	0,85669
Purple book representative evaporation duration (s)	1731,9
Representative temperature (°C)	29,205
Representative pool diameter (m)	14,494
Density after mixing with air (kg/m ³)	1,1927
Total evaporated mass (kg)	1483,7
... duration evaporation time (s)	1799,5
Corresponding representative pool surface area (m ²)	165

Model: Pool fire

version: v2015.08.10003 (20/08/2015)

Reference: Yellow Book (CPR-14E), 3rd edition 1997, Paragraph 6.5.4~Rew, P.J. & Hulbert, W.G. (1997) Modelling of Thermal radiation from external hydrocarbon poolfires, in Trans IChemE, Vol.75 part B,~Rew, P.J. & Hulbert, W.G. (1996), Development of a pool fire thermal radiation model', HSE Contract research report no. 96, ~ Damage: Green Book 1st edition 1992, chapter 1 (Heat radiation); pages 11-36~

Inputs

Chemical name	PENTANE (n-) (YAWS)
Type of pool fire calculation	Pool fire model Yellow Book
Pool size determination	Unconfined fixed feed
Total mass released (kg)	18035
Mass flow rate of the source (kg/s)	0,85669



eni
DICS

Duration of the release (s)	1731,9
Type of pool	Circular
Max. pool surface poolfire (m ²)	165
Width of rectangle (m)	15
Length of rectangle (m)	11
Height of the receiver (m)	1,5
Temperature of the pool (°C)	45
Wind speed at 10 m height (m/s)	5
Reporting distance (Xd) (m)	200

Results

Equivalent diameter poolfire (m)	2,9188
Calculated pool surface area (m ²)	6,6913
Combustion rate (kg/s)	0,82046
Duration of the pool fire (s)	1808,4
Surface emissive power flame (kW/m ²)	45,582
Flame tilt (deg)	58,724
Flame temperature (°C)	676,2
Length of the flame (m)	8,8827
Weight ratio of HCL/chemical (%)	0
Weight ratio of NO ₂ /chemical (%)	0
Weight ratio of SO ₂ /chemical (%)	0
Weight ratio of CO ₂ /chemical (%)	305,09
Weight ratio of H ₂ O/chemical (%)	149,89
Heat radiation at Xd (kW/m ²)	0,0026792
Atmospheric Transmissivity at Xd (%)	52,112
Viewfactor at Xd (-)	0,00011279



eni
DICS

Heat radiation dose at Xd ($s \cdot (kW/m^2)^{4/3}$)	0,0074421
Heat radiation first contour at (m)	13,316
Heat radiation second contour at (m)	11,733
Heat radiation third contour at (m)	9,1511
Percentage first degree burns at Xd (%)	0
Percentage second degree burns at Xd (%)	0
Percentage third degree burns at Xd (%)	0
1% First degree burns distance (m)	12,4
1% Second degree burns distance (m)	10
1% Third degree (Lethal) burns distance (m)	9,9023