



**ERG RAFFINERIE MEDITERRANEE
RAFFINERIA ISAB - IMPIANTI SUD**

**IMPIANTO 1800
“NUOVA ULTRADESOLFORAZIONE GASOLI”**

**DOCUMENTO DI RISCONTRO ALLE OSSERVAZIONI DEL CTR
RIF. DELIBERA N°53 DEL 17/11/2004
ED ALLA DOCUMENTAZIONE INTEGRATIVA
ESAMINATA NELLA SEDUTA DEL 22/03/05**

Data : Gennaio 2006

a) Dovrà essere eseguito un'ulteriore studio sulla possibilità di effetti domino

Gli scenari incidentali considerati per l'impianto comportano il rilascio di sostanze tossiche e/o infiammabili che possono dare luogo a:

- concentrazioni tossiche sottovento al punto di rilascio;
- zone di infiammabilità sottovento al punto di rilascio e possibilità di incendio (flash-fire);
- irraggiamento da pozze o superfici incendiate di liquidi infiammabili;
- getti incendiati di idrocarburi;
- sovrappressioni da esplosioni non confinate di nubi di vapori infiammabili (se in presenza di significativi quantitativi di vapori sul campo di infiammabilità alle soglie di riferimento).

Per quanto riguarda le concentrazioni tossiche sottovento al rilascio, pericolose per gli eventuali operatori presenti, le procedure di emergenza di impianto prevedranno a secondo dei casi: allontanamento/evacuazione, utilizzo di DPI (autoprotettori, maschere).

Per quanto riguarda le zone di infiammabilità, (sottovento al punto di rilascio) i possibili effetti di incendio (flash-fire) sulle strutture e/o apparecchiature presenti sono alquanto limitati in conseguenza della brevità dell'evento. Per il personale presente nella zona le procedure di emergenza prevedono l'allontanamento/evacuazione.

Per quanto riguarda gli effetti di sovrappressione le conseguenze sulle strutture/apparecchiature presenti sono consistenti per sovrappressioni $\geq 0,3$ bar.

E' opportuno sottolineare quanto segue:

- a) per tutte le aree sono stati definiti gli incidenti credibili; si rammenta che definire un incidente "credibile" non equivale ad affermare che lo stesso debba verificarsi nel corso del ciclo di vita dell'impianto;
- b) il concatenamento comunque degli eventi è tale da consentire l'intervento sia in fase di prevenzione che di limitazione e contenimento degli effetti.

L'impianto è di nuova realizzazione, e quindi potrà fruire delle più recenti tecnologie di processo, dei materiali e della strumentazione di controllo digitale.

Il mantenimento del livello di sicurezza dell'impianto, sarà affidato non solo alla ottimizzazione dei processi, alla selezione dei materiali e ad una accurata progettazione di dettaglio, ma anche ad operatori adeguatamente preparati e periodicamente aggiornati.

Non potendo escludere la possibilità che un incidente abbia a manifestarsi, sarà predisposto un adeguato piano di prevenzione e protezione allo scopo di controllare simili situazioni incidentali. Saranno infatti previste ispezioni periodiche delle apparecchiature, aggiornamento ed addestramento del personale, utilizzo di sistemi di controllo a tecnologia avanzata.

Queste misure saranno soggette a periodiche revisioni anche in accordo ad un concetto di sicurezza dinamica in relazione agli sviluppi di nuove tecnologie.

Comunque non si dimentichi che anche nell'ipotesi, dovesse effettivamente verificarsi un incidente, la ERG Raffinerie Mediterranee, Impianti SUD, dispone di un adeguato Piano di Emergenza in linea con quanto previsto dall'Allegato IV al D.Lgs. 334/99, per intervenire in caso di emergenza con attrezzature specifiche e con personale addestrato allo scopo; contemporaneamente vengono attivate le procedure operative di emergenza d'impianto che consistono nel ridurre o bloccare la perdita che ha determinato tale situazione di emergenza.

ANALISI DEI POSSIBILI EFFETTI DOMINO

Per l'analisi degli effetti domino è stato adottato l'approccio metodologico proposto in allegato 1 – punto 4 della bozza del Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio *“Criteri per l'individuazione e la perimetrazione di aree ad elevata concentrazione di stabilimenti soggetti al Decreto Legislativo 17 Agosto 1999, n. 334, e per la predisposizione e la valutazione dello studio di sicurezza integrato”*.

Nella tabella seguente, sono riportate le probabilità di effetto domino, in funzione dell'effetto della sorgente su un possibile obiettivo.

Applicando la probabilità di effetto domino alle frequenze di accadimento degli scenari incidentali ipotizzati, si desume la possibilità che si possano verificare effetti domino.

Incendio

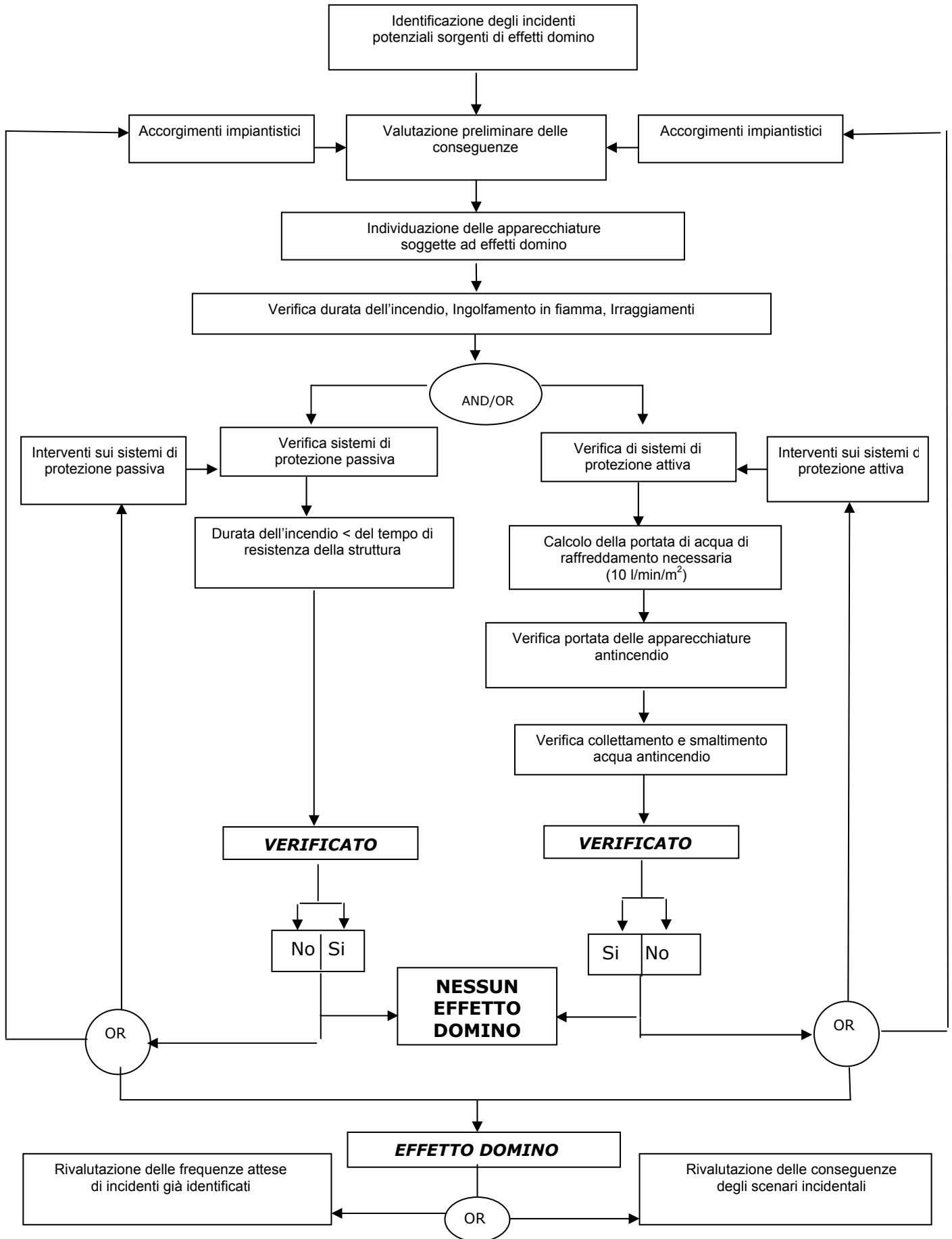
Effetto sorgente	Probabilità di effetto domino	Nota
Ingolfamento in fiamma da jet fire con durata ≤ 5 minuti	0	
Ingolfamento in fiamma da jet fire con durata tra 5 e 10 minuti	0.5	
Ingolfamento in fiamma da jet fire con durata > 10 minuti	1	
Irraggiamento superiore a 37,5 kW/m ² o ingolfamento in fiamma da pool fire con durata inferiore a 10 minuti	0	1
Irraggiamento superiore a 37,5 kW/m ² o ingolfamento in fiamma da pool fire con durata superiore a 10 minuti (per obiettivi come serbatoi atmosferici)	1	2
Irraggiamento superiore a 37,5 kW/m ² o ingolfamento in fiamma da pool fire con durata superiore a 10 minuti (per obiettivi come serbatoi pressurizzati e tubazioni)	0.5	2
Irraggiamento superiore a 37,5 kW/m ² con durata superiore a 20 minuti	1	2
Irraggiamento inferiore a 12,5 kW/m ²	0	1
Irraggiamento tra 12,5 kW/m ² e 37,5 kW/m ² con durata inferiore a 10 minuti	0	1
Irraggiamento tra 12,5 kW/m ² e 37,5 kW/m ² con durata superiore a 10 minuti	Vedi nota	3
Irraggiamento tra 12,5 kW/m ² e 37,5 kW/m ² con durata superiore a 20 minuti	Vedi nota	3

Note alla tabella:

1. Salvo i casi in cui sia ipotizzabile una propagazione dell'incendio a causa di materiale strutturale o componentistico infiammabile (es. pannellature di materiale plastico, ecc.), ovvero un danneggiamento di componenti particolarmente vulnerabili (es. recipienti o tubazioni in vetroresina, serbatoi o tubazioni con rivestimenti plastici, ecc.)
2. Nel caso in cui siano presenti sistemi di protezione attivi (raffreddamento) automatici o manuali, aventi probabilità P di mancato intervento su domanda o di inefficacia per tutta la durata dell'effetto sorgente, le probabilità di effetto domino vanno moltiplicate per P . Nel caso in cui siano presenti sistemi di protezione passiva (fire proofing, interrimento, barriere tagliafiamme) le probabilità di effetto domino sono trascurabili per durata dell'effetto fisico pari o inferiore a quello eventuale di resistenza del sistema.
3. Probabilità interpolata linearmente rispetto alle probabilità corrispondenti ai due estremi del valore di irraggiamento

La metodologia seguita è schematizzata nella seguente figura.

Metodologia di valutazione degli effetti domino



Per i casi in esame è stata assunta come probabilità che il sistema automatico di raffreddamento non intervenga, conservativamente pari a 10^{-2} (Banca Dati Oreda = $1,8 \cdot 10^{-3}$, R.M. Consultants = $2,6 \cdot 10^{-2}$, E.K. Budnic su Fire Protection Engineering = $3 \cdot 10^{-2}$); mentre per i sistemi di raffreddamento manuali è stata assunta come probabilità 10^{-1} . Le stesse probabilità possono essere assunte per i sistemi di spegnimento a schiuma automatici o manuali.

Per la valutazione dei possibili effetti domino derivanti dagli eventi incidentali considerati, si è proceduto come di seguito schematizzato:

1) Selezione dei Top Event che danno luogo ad irraggiamenti termici stazionari (pool fire / jet fire) e/o variabili (fireball);

2) Per l'evento pool fire:

a. Valutazione della durata dell'incendio

b. Per gli incendi di pozza di durata superiore a 10 minuti:

- ❑ Identificazione delle apparecchiature / strutture coinvolte dalle fiamme (ingolfamento) o da un irraggiamento superiore a $37,5 \text{ kW/m}^2$
- ❑ Identificazione delle apparecchiature soggette ad un irraggiamento compreso tra $12,5$ e $37,5 \text{ kW/m}^2$
- ❑ Identificazione dei sistemi di protezione attiva e/o passiva presenti o previsti, a protezione delle apparecchiature di cui ai precedenti punti
- ❑ Valutazione della frequenza di accadimento relativa all'evento effetto domino, a partire dalla frequenza di accadimento dell'evento primario (per esempio sovrappressione, sovratemperatura, rottura casuale tubazione, ecc.), considerando, ove applicabile:
 - ⇒ La probabilità di innesco immediato della sostanza rilasciata;
 - ⇒ La probabilità di mancata intercettazione in tempi rapidi;
 - ⇒ la probabilità di mancato intervento dei sistemi di protezione attiva presenti (rivelazione gas/incendi, sistemi di raffreddamento fissi ad acqua o a schiuma, ecc);
 - ⇒ la probabilità di effetti domino, desunta dalla tabella sopra riportata.

3) Per l'evento jet fire:

a. Valutazione della durata del getto

b. Per i getti incendiati di durata superiore a 5 minuti:

- ❑ Identificazione delle apparecchiature / strutture coinvolte dal dardo di fuoco (ingolfamento)
- ❑ Identificazione delle apparecchiature soggette ad un irraggiamento compreso tra $12,5$ e $37,5 \text{ kW/m}^2$
- ❑ Identificazione dei sistemi di protezione attiva e/o passiva presenti o previsti, a protezione delle apparecchiature di cui ai precedenti punti
- ❑ Valutazione della frequenza di accadimento relativa all'evento effetto domino, a partire dalla frequenza di accadimento

dell'evento primario (per esempio sovrappressione, sovratemperatura, rottura casuale tubazione, ecc.), considerando, ove applicabile:

- ⇒ La probabilità di innesco immediato della sostanza rilasciata;
- ⇒ La probabilità di mancata intercettazione in tempi rapidi;
- ⇒ la probabilità di mancato intervento dei sistemi di protezione attiva presenti (rivelazione gas/incendi, sistemi di raffreddamento fissi ad acqua, ecc);
- ⇒ la probabilità di effetti domino, desunta dalle “note esplicative all'applicazione dei criteri di attribuzione delle probabilità di effetto domino per irraggiamento”.

- 4) Sulla base dei risultati di cui ai precedenti punti 2) e 3), si è proceduto alla stima delle conseguenze derivanti da “effetti domino” aventi frequenza di accadimento $> 5 \cdot 10^{-6}$ occ/anno

Con riferimento alla metodologia precedentemente descritta, di seguito si riporta l'analisi dei possibili effetti domino.

Scenario 5: Rilascio di off gas da T102/T103 per sovrappressione

La frequenza di accadimento dell'evento primario (rilascio) è stata stimata pari a $8.5 \cdot 10^{-5}$ occ/anno.

Per le apparecchiature presenti nella zona del rilascio, considerando:

- la probabilità di innesco immediato del getto ($P1 = 0.5$);
- la probabilità di mancato intervento dei sistemi attivi/passivi ($P2 = 0.1$),
- la probabilità che il getto colpisca effettivamente le apparecchiature limitrofe pari a 0,1 (ca 1/10 della circonferenza (36°) dell'accoppiamento flangiato)

la frequenza dell'evento incidentale risulta pari a $4.2 \cdot 10^{-7}$ occ/anno.

Considerata la frequenza di accadimento l'effetto domino è da ritenersi estremamente improbabile, per cui non è credibile.

Scenario 6: Trascinamento di combustibile liquido al forno F101

La frequenza di accadimento dell'evento primario (rilascio) è stata stimata pari a $1.5 \cdot 10^{-79}$ occ/anno.

Per le apparecchiature presenti nella zona del rilascio, considerando:

- la probabilità di innesco immediato della pozza ($P1 = 0.5$);
- la probabilità di mancato intervento dei sistemi attivi/passivi ($P2 = 0.1$),

la frequenza dell'evento incidentale risulta pari a $0.795 \cdot 10^{-10}$ occ/anno.

Considerata la frequenza di accadimento l'effetto domino è da ritenersi estremamente improbabile, per cui non è credibile.

Scenario 7: Rilascio di idrogeno /recycle gas da D105 per sovrappressione

La frequenza di accadimento dell'evento primario (rilascio) è stata stimata pari a $4.86.5 \cdot 10^{-6}$ occ/anno.

Per le apparecchiature presenti nella zona del rilascio, considerando:

- la probabilità di mancato intervento dei sistemi attivi/passivi ($P2 = 0.1$),
- la probabilità che il getto colpisca effettivamente le apparecchiature limitrofe pari a 0,1 (ca 1/10 della circonferenza (36°) dell'accoppiamento flangiato)

la frequenza dell'evento incidentale risulta pari a $4.86.5 \cdot 10^{-8}$ occ/anno.

Considerata la frequenza di accadimento l'effetto domino è da ritenersi estremamente improbabile, per cui non è credibile.

Scenario 9: Rilascio di gasolio per rottura random tenuta pompa P102A/B/C

La frequenza di accadimento dell'evento primario (rilascio) è stata stimata pari a $3.1 \cdot 10^{-2}$ occ/anno.

Per le apparecchiature presenti nella zona del rilascio, considerando:

- la probabilità di innesco immediato della pozza ($P1 = 0.5$);
- la probabilità di mancato intervento dei sistemi attivi/passivi ($P2 = 0.1$),

la frequenza dell'evento incidentale risulta pari a $1.55 \cdot 10^{-3}$ occ/anno.

La durata dell'incendio è minore di 10 minuti pertanto la probabilità di effetto domino per ingolfamento in fiamma è pari a 0; non sono credibili effetti domino.

Nella tabella seguente si riporta un estratto delle considerazioni effettuate ai paragrafi precedenti.

Rif. Evento	DESCRIZIONE EVENTO INIZIATORE	EFFETTI DOMINO	Note
5	Getto incendiato per rilascio di off gas da T102/T103 per sovrappressione	Non riscontrabili	Frequenza di accadimento per effetti domino $< 5 \cdot 10^{-6}$ occ/anno ($4,2 \cdot 10^{-7}$ occ/anno)
6	Incendio per trascinamento di combustibile liquido al forno F101	Non riscontrabili	Frequenza di accadimento per effetti domino $< 5 \cdot 10^{-6}$ occ/anno ($0,795 \cdot 10^{-10}$ occ/anno)
7	Getto incendiato per rilascio di idrogeno/recycle gas da D105	Non riscontrabili	Frequenza di accadimento per effetti domino $< 5 \cdot 10^{-6}$ occ/anno ($4,86.5 \cdot 10^{-8}$ occ/anno)
9	Incendio per rilascio di gasolio da tenuta pompa P102A/B/C	Non riscontrabili	Durata incendio < 10 minuti

b) Dovrà essere incrementato il numero di monitori in modo da coprire l'intera area dell'impianto ed avere sempre a disposizione per ogni lato dei limiti batteria dell'impianto, almeno un monitor al di fuori della curva dei 5 kW/m²

In fase NOF erano stati previsti n°4 monitori fissi. A seguito delle modifiche effettuate al lay-out dell'impianto è stato ottimizzato il posizionamento degli stessi ed è stato incrementato il numero da 4 a 5. Sono stati inoltre previsti n°2 monitori carrellati a servizio dell'impianto.

L'attivazione dei sistemi antincendio è prevista da posizione protetta ed è stata ottimizzata la posizione delle valvole al di fuori delle curve di irraggiamento dei 5 kW/m².

In Allegato 1.D.1.10 si riporta la planimetria antincendio con evidenziato il posizionamento dei monitori e delle apparecchiature antincendio poste a protezione dell'impianto.

c) Dovranno essere effettuate verifiche sismiche sulle apparecchiature più snelle, tenendo conto del comportamento dinamico dell'insieme apparecchiatura, struttura portante, tubazioni con lo studio delle sollecitazioni indotte dagli spostamenti

Le strutture in elevazione in cemento armato e metalliche nonché in fondazione in cemento armato, per quanto riguarda la resistenza delle stesse al sisma, saranno progettate, verificate e realizzate in accordo alle normative antisismiche vigenti in materia.

In particolare:

- tutte le strutture in cemento armato e/o in acciaio, sono state calcolate da tecnici abilitati ed i relativi progetti verificati dagli enti competenti, così come le strutture delle apparecchiature;
- si è assunto un coefficiente sismico di I categoria, nonostante la zona in cui ricade l'installazione sia di II categoria. Il coefficiente di protezione sismica adottato è 1,4.

Tutti i calcoli strutturali nonché le dichiarazioni a lavori ultimati e le certificazioni di collaudo saranno depositati presso il Genio Civile di Siracusa e sono disponibili per ulteriori dettagli presso lo Stabilimento.

Per quanto concerne la valutazione delle sollecitazioni delle azioni sismiche indotte dagli spostamenti, è stato individuato il circuito di testa del reattore come critico sotto questo aspetto, considerando i seguenti parametri : diametro e volume della linea, pressione e temperatura dei fluidi circolanti (le maggiori dell'impianto), massa e geometria dell'apparecchiatura.

Per questo circuito, la valutazione delle sollecitazioni provocate dalle azioni sismiche è stata condotta mediante analisi di tipo statico equivalente (considerate più conservative di quelle di tipo dinamico modale) seguendo i criteri generali di progettazione conformi alla Normativa Italiana vigente.

In particolare, sono state eseguite delle analisi separate su ciascuno dei componenti principali (apparecchiatura/linea/fondazione), considerando però i mutui effetti di ciascun componente sugli altri, imponendo cioè gli spostamenti dei punti di interfaccia quali condizioni al contorno.

d) Dovranno essere previste misure di protezione passiva dei pipe racks di tubazioni e/o strutture portanti di apparecchiature che processano liquidi infiammabili e sostanze pericolose, interessate da una soglia di irraggiamento pari o superiore a 12.5 kW/m²

La protezione al fuoco delle strutture ed apparecchiature critiche in aree critiche di processo è stata effettuata in accordo alla specifica tecnica ERG MED "Criteri per la protezione dal fuoco delle strutture ed apparecchiature in aree critiche di processo".

Per ottemperare alla prescrizione, si sono valutati i volumi che avrebbero potuto essere interessati dalla soglia di irraggiamento di 12.5. Le strutture interessate sono state dotate di protezione passiva. In particolare in aggiunta a quanto previsto dalla specifica tecnica ERG è stato esteso il fire-proofing per il pipe-rack, per tutta la sua elevazione. Per la struttura "A" il fire-proofing è stato esteso fino a 14,3 metri. Analogamente la protezione al fuoco delle strutture portanti del capannone compressori è stata estesa in elevazione. Le pareti della cabina elettrica sono state realizzate in blocchi di cemento armato con spessore tale da garantire una resistenza al fuoco REI120. Analogo grado di protezione è stato previsto per la porta della cabina elettrica e per il primo setto in muratura dei trasformatori. Non sono state previste finestrature sulle pareti della cabina elettrica.

e) Dovrà essere verificata la compatibilità dei materiali utilizzati per le apparecchiature e/o tubazioni con le sostanze processate (idrogeno, idrogeno solforato, etc.) alle condizioni operative di pressione e di temperatura

Le nuove linee ed apparecchiature, saranno progettate e costruite con gli stessi criteri e specifiche adoperati per la costruzione degli impianti esistenti e attenendosi a tutte le normative e leggi in vigore relative alle attrezzature in pressione.

Tutte le linee saranno radiografate secondo quanto previsto dalla specifica delle tubazioni e saranno collaudate alle pressioni previste dalle leggi vigenti, comunque non meno di 1,5 volte la pressione di progetto.

In ottemperanza alla Direttiva PED, la selezione dei materiali è stata approvata da un Organismo Notificato dove richiesto dalla Direttiva

f) dovranno essere prese ulteriori misure di compensazione del rischio per eventi incidentali provenienti dall'impianto 1800 (scenario 2) verso l'impianto Turbogas o viceversa

Lo scenario 2 "Rilascio di idrocarburi a valle dello scambiatore E – 102" veniva formulato per la possibilità che verificarsi, a causa di un cattivo funzionamento del loop che regola lo scarico dell'acqua dal D 101, l'invio di acqua all'E101 e da qui al D 102, con rischio di vaporizzazione dell'acqua e di avere una variazione di pressione all'interno delle linee e delle apparecchiature.

Le conseguenze di questo scenario non sono state valutate in quanto, da uno studio più approfondito è risultato che l'aumento di pressione che si avrebbe a causa dell'ipotesi analizzata non comporterebbe comunque un superamento della pressione di progetto delle apparecchiature. Infatti, l'acqua trascinata al D-102, proveniente dal D-101, in seguito al riscaldamento in E102 a 150°C, vaporizzerebbe in D-102, che opera ad una pressione di 1,7 barg. Il controllore P003-C relativo al

sistema di blankettaggio del D-102, farebbe aprire la valvola P005-V, permettendo lo scarico del vapore a fiaccola. Nel caso la valvola non fosse in grado di scaricare tutta la portata di vapore vaporizzata, la pressione aumenterebbe fino a raggiungere un valore uguale alla pressione di saturazione dell'acqua a 150°C, cioè 3,8 barg che rappresenta l'incremento massimo di pressione raggiungibile per effetto della vaporizzazione dell'acqua e che comunque non comporterebbe l'apertura delle PSV poste a protezione del D-102. Le apparecchiature del circuito interessato dal possibile aumento di pressione hanno pressione di progetto superiore a 3,8 barg (E102, FIL101A/B 21 barg; D102 7,3 barg). L'impianto Turbogas non risulta pertanto interessato da alcuno scenario incidentale. Inoltre dall'analisi del Rapporto di Sicurezza elaborato per l'impianto Turbogas non si evince la presenza di scenari incidentali che possono interessare l'impianto 1800.

g) dovrà essere modificato il lay-out dell'impianto in modo da escludere, per l'ipotesi incidentale prevista al top event n°8, il coinvolgimento della sottostazione elettrica e del capannone idrogeno

Il lay-out dell'impianto è stato modificato come rilevabile dalla planimetria riportata in Allegato 1.A.1.2.3/a e nella viste riportate in allegato 1.A.1.2.3/b.

Lo scenario incidentale n°8 è stato eliminato in quanto è stata prevista l'adozione di copriflange corazzate nel circuito considerato che escludono la possibilità di rilascio, come meglio riportato al punto 1.C.1.6 del presente rapporto.

In particolare gli accoppiamenti flangiati corazzati sono stati installati come indicato nella tabella seguente:

Apparecchiatura	Posizione
T102	ingresso stripper
D111	ingresso e uscita D111
R101	Ingresso e uscita reattore
E105	entrata e uscita lato tubi E105; uscita lato mantello E105
E104 A/B/C/D	ingresso E104B lato mantello; uscita E104A lato mantello; ingresso E104D lato mantello; uscita E104C lato mantello
E103 A/D	uscita E103 A lato mantello; uscita E103 D lato mantello;

I criteri adottati per la installazione dei copriflango corazzati sono stati desunti da una valutazione qualitativa del rischio, effettuata dalla società che ha progettato l'impianto, basata sul soddisfacimento contemporaneo delle seguenti condizioni:

- Temperatura di esercizio maggiore di 200°C;
- Pressione di esercizio maggiore di 60 barg;
- Diametro nominale dell'accoppiamento flangiato maggiore di 10".

Conservativamente la verifica della seconda condizione è stata effettuata per la pressione di progetto.

In ogni caso le strutture portanti del capannone compressori sono state protette contro il fuoco per una durata di 120 minuti. Le pareti della cabina elettrica sono state realizzate in blocchi di cemento armato con spessore tale da garantire una resistenza al fuoco REI120. Analogo grado di protezione è stato previsto per la porta della cabina elettrica e per il primo setto in muratura dei trasformatori. Non sono state previste finestrature sulle pareti della cabina elettrica.