

Allegato 4A

Analisi di Rischio Preliminare

TAMOIL RAFFINAZIONE S.p.A.

RAFFINERIA DI CREMONA

**CREMOMA UPGRADING
PROJECT (CUP)**

***ANALISI DI RISCHIO
PRELIMINARE***

| Emis. N. | Data | Descrizione | Redatto | Verificato | Approvato |
|------------------------|--------------------|-------------------------|---------------------------------------|-------------------|--|
| | | | | | |
| | | | | | |
| 01 | Maggio 2007 | Emissione finale | FP | GP | Il Direttore Generale Ing. Alfredo Romano |
| Commessa: 70255 | | | File: 3002-CSE Rapporto-00.doc | | |

INDICE

| | |
|---|-----------|
| PREMESSA | 3 |
| 1 CRITERI ADOTTATI | 4 |
| 2 SCENARI INCIDENTALI PIU' CAUTELATIVI | 7 |
| 2.1 SCENARI POOL FIRE..... | 7 |
| 2.2 SCENARI JET FIRE..... | 8 |
| 2.3 SCENARI FLASH FIRE | 9 |
| 2.4 SCENARI ESPLOSIONE | 10 |
| 2.5 SCENARI DISPERSIONE TOSSICO | 10 |
| 3 CONCLUSIONI..... | 11 |

ALLEGATI

| | |
|-------------|--|
| ALLEGATO 1 | Planimetria Raffineria TAMOIL con indicazione degli Scenari di Pool Fire |
| ALLEGATO 2 | Planimetria Raffineria TAMOIL con indicazione degli Scenari di Jet Fire |
| ALLEGATO 3 | Planimetria Raffineria TAMOIL con indicazione degli Scenari di Flash Fire |
| ALLEGATO 4 | Planimetria Raffineria TAMOIL con indicazione degli Scenari di Esplosione |
| ALLEGATO 5 | Planimetria Raffineria TAMOIL con indicazione degli Scenari di Dispersione Tossica |
| ALLEGATO 6 | Elaborati di calcolo dei nuovi scenari di Pool Fire |
| ALLEGATO 7 | Elaborati di calcolo dei nuovi scenari di Jet Fire |
| ALLEGATO 8 | Elaborati di calcolo dei nuovi scenari di Flash Fire |
| ALLEGATO 9 | Elaborati di calcolo dei nuovi scenari di Esplosione |
| ALLEGATO 10 | Elaborati di calcolo dei nuovi scenari di Dispersione Tossica |

PREMESSA

Lo scopo del presente studio è quello di fornire informazioni relative all'Analisi di Rischio preliminare della Raffineria TAMOIL di Cremona, considerando l'introduzione delle nuove unità dovuto al CUP (Cremona Upgrading Project).

L'obiettivo di questo studio è stato quello di identificare i più cautelativi scenari credibili della Raffineria TAMOIL (per ogni tipo di scenario, come il Pool Fire, Jet Fire, Flash Fire, etc) dovuti al CUP (Cremona Upgrading Project).

Sono stati considerati i seguenti parametri per identificare i più cautelativi scenari incidentali credibili:

- massime condizioni operative (pressione, temperatura);
- massime dimensioni delle tubazioni che possono generare uno scenario incidentale;
- soglia della frequenza di accadimento di 10^{-5} occ/anno per definire la credibilità dello scenario incidentale esaminato nell'Analisi di rischio preliminare, come riportato nel verbale di riunione del 31 gennaio 2007.

Le nuove unità di processo incluse nel TAMOIL CUP sono le seguenti:

- Hydrocracker
- Sezione di Rigenerazione Ammina, inclusa nell'impianto Hydrocracker
- Sezione produzione H₂
- Minimum Investment Project (MIP)
 - modifica dell'Impianto Catalitic Dewaxing (CDW)
 - modifica dell'Impianto Crude Unit (CDU)

1 CRITERI ADOTTATI

In modo da definire l'analisi di rischio preliminare, relativa all'introduzione delle nuove unità di processo introdotte dal CUP, sono stati definiti i più cautelativi scenari credibili.

Per i nuovi scenari incidentali relativi all'Analisi di rischio preliminare, è stato utilizzato il modello EFFECTS 4.0 (TNO) per i calcoli delle distanze di danno e sono stati considerati i seguenti criteri adottati:

- rottura totale delle tubazioni;
- rottura parziale delle tubazioni (diametri del foro pari al 10% diametro del tubo, Riferimenti: "TNO – Purple Book Ed.2005");
- dimensione massima delle tubazioni che possono generare lo scenario incidentale;
- condizioni ambientali:
 - temperatura ambiente: 25°C;
 - umidità ambiente: 75%;
 - F2 per la dispersione di sostanze tossiche e infiammabili (Classe di Pasquill, F; velocità del vento, 2 m/s);
 - D5 per i pool fire (classe di Pasquill, D; velocità del vento, 5 m/s);
- le massime condizioni operative (Pressione e Temperatura) e composizione del fluido di processo e velocità di flusso per unità simili all'impianto Hydrocracker e all'unità di produzione H₂ (esperienza TRR) e considerando i Diagrammi di flusso semplificati e quantificati disponibili e P&I Diagrams per le altre nuove unità;
- presa in considerazione delle temperature di auto-ignizione per tutti i fluidi coinvolti negli scenari incidentali esaminati;
- 8% di confinamento per gli scenari relativi alle esplosioni (Riferimenti: "TNO – Purple Book Ed. 2005");
- probabilità di generare Flash Fire dopo innesco ritardato della nube di gas infiammabile: 0,6 (Riferimenti: "TNO – Purple Book Ed. 2005");
- probabilità di generare Esplosioni dopo innesco ritardato della nube di gas infiammabile: 0,4 (Riferimenti: "TNO – Purple Book Ed. 2005");
- probabilità di innesco immediato (P_{II}) per temperatura di processo più bassa della temperatura di auto-ignizione, come mostrato nella tabella seguente (Riferimenti: "TNO – Purple Book Ed. 2005");

| Rilascio | | Sostanza | | |
|---------------|-----------------|------------|-----------------------|----------------------------|
| Continuo | Istantaneo | K1-liquido | Gas, bassa reattività | Gas, reattività media/alta |
| < 10 kg/s | < 1000 kg | 0,065 | 0,02 | 0,2 |
| 10 – 100 kg/s | 1000 – 10000 kg | 0,065 | 0,04 | 0,5 |
| > 100 kg/s | > 10000 kg | 0,065 | 0,09 | 0,7 |

- probabilità di innesco immediato (P_{II}) pari a 0,9 per temperatura di processo più alta della temperatura di auto-ignizione: (Riferimenti: B.J. WIEKEMA – TNO “Analysis of Vapour Cloud Accidents”);
- probabilità di innesco ritardato (P_{DI}) pari a 0,1 (Riferimenti: B.J. IEKEMA – TNO “Analysis of Vapour Cloud Accidents”);
- banca dati per la stima delle frequenze delle eventi considerando dati statistici per rotture parziali¹: “TNO – Purple Book Ed. 2005”. I dati relativi sono riportati di seguito:
 - diametro tubazione < 3” → 5,0E-6 occ/anno m;
 - 3” < diametro tubazione < 6” → 2,0E-6 occ/anno m;
 - diametro tubazione > 6” → 5,0E-7 occ/anno m;
- banca dati per la stima delle frequenze degli eventi considerando dati statistici per rottura totale: “TNO – Purple Book Ed. 2005”. I dati relativi sono riportati di seguito:
 - diametro tubazione < 3” → 1,0E-6 occ/anno m;
 - 3” < diametro tubazione < 6” → 3,0E-7 occ/anno m;
 - diametro tubazione > 6” → 1,0E-7 occ/anno m;
- banca dati per apparecchiature di processo come colonne, filtri, condensatori, reattori, etc., considerando la rottura parziale come “Rilascio continuo da un foro con un diametro effettivo di 10 mm” → 1,0E-4 occ/anno²;
- soglia LFL per le seguenti sostanze infiammabili:
 - Idrocarburi: 45.000 mg/m³
 - grezzo: 90.000 mg/m³
- soglia di tossicità per l’Idrogeno Solforato:
 - LC₅₀: 834 mg/m³
 - IDLH: 140 mg/m³
- area Pool Fire o area pozza delle sostanze infiammabili rilasciate pari a 100 m², per le nuove unità di processo;
- per le unità di stoccaggio sono state identificate specifiche aree delle pozze considerando la presenza di elementi limitrofi (bacini di contenimento, sistema fognario, etc)
- numero curva esplosione (Multy Energy Model): 5 (Deflagrazione Media)
- direzione di efflusso del jet fire: orizzontale in assenza di ostacoli
- massima portata del liquido rilasciato pari a 1,5 volte la portata della pompa e composizione di processo;

¹Altre apparecchiature relative alle tubazioni come flangie, pompe,etc non sono state considerate, perchè gli effetti delle conseguenze sono inclusi nelle distanze di danno delle tubazioni.

² Il guasto di apparecchiature di processo o di reazione come “rilascio istantaneo dell’intero quantitativo” e rilascio continuo dell’intero hold up in 10 min alla velocità costante del rilascio”, come riportato nel TNO – Purple Book Ed. 1999, non è considerato credibile perchè la frequenza di accadimento è inferiore di 1,0E-5 occ/anno.

- gli scenari del Fire Ball non sono stati inclusi nell'analisi perché considerati scenari "non credibili", considerando che la probabilità di guasto di un fire/gas detector system è molto bassa (0,01 come riportato nel "TNO – Purple Book Ed. 2005").

Nella seguente tabella si è riportato un sommario delle massime condizioni considerate (pressione, temperatura, dimensione delle tubazioni) per ogni unità esaminata in modo da calcolare gli effetti generati dai rilasci gassosi. Per gli scenari dei pool fire, si vedano i criteri adottati menzionati in precedenza. In casi specifici, la presenza di idrogeno o/e la temperatura più alta della temperatura di auto-accensione consentono di non considerare il Flash fire o l'esplosione, in quanto risulta alta la probabilità di generare un immediato Jet Fire.

| Nuove Unità | Sostanze coinvolte | Pressione (bar) | Temperatura (°C) | Massimo diametro tubazioni (") | Tipologia di scenario |
|---------------------------|---|-----------------------|------------------|--------------------------------|-----------------------|
| Hydrocracker | Idrocarburi/H ₂ | 120 | 500 | 6 | JF |
| | | 120 | 150 (< 500) | 12 | FF, E |
| | | Evaporazione da pozza | | | |
| | | 30 | 150 | 12 | JF, FF, E |
| | H ₂ S (60%) rigenerazione ammina | 2 | 100 | 6 | TD |
| Produzione H ₂ | H ₂ | 30 | 900 | 10 | JF |
| MIP - CDW | Gasolio | 2 | 150 | 10 | FF, E |
| | H ₂ | 70 | 100 | 4 | JF |
| MIP - CDU | Grezzo | Evaporazione da pozza | | | FF, E |

Legenda

JF = Jet Fire, FF = Flash Fire, PF = Pool Fire, E = Esplosione, TD = Dispersione Tossica

Nelle tabelle seguenti sono riportati tutti i nuovi scenari incidentali per ogni tipo di effetto (Pool Fire, Jet Fire, etc.).

Considerando la soglia di credibilità pari a 1,0E-5, solo gli scenari incidentali con una frequenza di accadimento più alta di 1,0E-5 sono stati considerati per la presente analisi di rischio. Questi tipi di scenari sono sottolineati con uno sfondo grigio.

2 SCENARI INCIDENTALI PIU' CAUTELATIVI

2.1 SCENARI POOL FIRE

| Scenario n. | Unità | RdS 2005 | Descrizione Ipotesi incidentale | Descrizione Scenario | Frequenze di accadimento (occ/anno) | Distanze (m) relative all'irraggiamento (kW/m ²) (dal centro della pozza) | | | |
|-------------|-----------------------------|----------|---|--|-------------------------------------|---|-----|-----|-----|
| | | | | | | 12,5 | 7 | 5 | 3 |
| PF-16 | Area stoccaggio Idrocarburi | 2 | Affondamento serbatoio tetto galleggiante A7 | Grezzo esposto all'atmosfera | 3,0E-5 | 102 | 132 | 150 | 180 |
| PF-28 | Hydrocracker | -- | Rottura parziale statistica tubazione 12" (lunghezza = 100 m) | Rilascio Idrocarburi Diametro pozza: 11 m | 4,5E-5 | 13 | 22 | 25 | 30 |
| PF-30a | MIP Dewaxing | -- | Rottura parziale statistica tubazione 6" (lunghezza = 50 m) | Rilascio Gasolio Diametro pozza: 11 m | 6,5E-6 | 13 | 22 | 25 | 30 |
| PF-30b | MIP Dewaxing | -- | Rottura parziale statistica tubazione 3" (lunghezza = 50 m) | Rilascio Gasolio Diametro pozza: 11 m | 1,6E-5 | 13 | 22 | 25 | 30 |
| PF-32a | MIP Crude | -- | Rottura parziale statistica tubazione 8" (lunghezza = 50 m) | Rilascio Grezzo Diametro pozza: 11 m | 1,6E-6 | 13 | 22 | 25 | 30 |
| PF-32b | MIP Crude | -- | Rottura parziale statistica tubazione 3" (lunghezza = 50 m) | Rilascio Grezzo Diametro pozza: 11 m | 1,6E-5 | 13 | 22 | 25 | 30 |

RdS 2005 = Scenario di riferimento del Rapporto di Sicurezza della Raffineria del 2005

2.2 SCENARI JET FIRE

| Scenario n. | Unità | Descrizione Ipotesi incidentale | Descrizione Scenario | Frequenze di accadimento (occ/anno) | Lunghezza Jet Fire (m) |
|-------------|------------------------------------|---|------------------------------|-------------------------------------|------------------------|
| JF-17a1 | Hydrocracker | Rottura parziale statistica tubazione 6" (lunghezza = 350 m) alta pressione e alta temperatura (fase gas) | Rilascio Idrocarburi | 6,3E-4 | 25 |
| JF-17a2 | Hydrocracker | Rottura totale statistica tubazione 6" (lunghezza = 350 m) alta pressione e alta temperatura (fase gas) | Rilascio Idrocarburi | 9,4E-5 | 266 |
| JF-17b | Hydrocracker | Rottura totale statistica tubazione 6" (lunghezza = 350 m) bassa pressione e bassa temperatura | Jet Fire da flash di liquido | 7,3E-5 | 52 |
| JF-18a | Unità di produzione H ₂ | Rottura parziale statistica tubazione 10" (lunghezza = 50 m) | Rilascio Idrogeno | 2,2E-5 | 8 |
| JF-18b | Unità di produzione H ₂ | Rottura totale statistica tubazione 10" (lunghezza = 50 m) | Rilascio Idrogeno | 4,5E-6 | 69 |
| JF-18c | Unità di produzione H ₂ | Rottura totale statistica tubazione 6" (lunghezza = 100 m) | Rilascio Idrogeno | 2,7E-5 | 43 |
| JF-22a | MIP CDW | Rottura parziale statistica tubazione H ₂ 4" (lunghezza = 50 m) dal compressore | Rilascio Idrogeno | 9,0E-5 | 8 |
| JF-22b | MIP CDW | Rottura totale statistica tubazione H ₂ 4" (lunghezza = 50 m) dal compressore | Rilascio Idrogeno | 1,3E-5 | 65 |

< 1 = distanza di danno dovuta a rilascio da accoppiamento flangiato

2.3 SCENARI FLASH FIRE

| Scenario n. | Unità | Descrizione Ipotesi Incidentale | Descrizione Scenario | Frequenza di accadimento (occ/anno) | Distanze (m) relative alle soglie dei flash fire (dal punto di rilascio) | |
|-------------|--------------|---|---|-------------------------------------|--|---------|
| | | | | | LFL | 1/2 LFL |
| FF-4 | Hydrocracker | Rottura parziale Statistica tubazione 12" (lunghezza = 100 m) alta pressione e alta temperatura (fase liquida) | Dispersione Idrocarburi da pozza | 2,8E-6 | n.r. | 15 |
| FF-5a | Hydrocracker | Rottura parziale Statistica di apparecchiatura di processo (nuovo elemento n. 16) bassa pressione e bassa temperatura | Dispersione Idrocarburi da flash di liquido | 7,7E-5 | 8 | 16 |
| FF-5b | Hydrocracker | Rottura totale Statistica tubazione 3" (lunghezza = 350 m) bassa pressione e bassa temperatura | Dispersione Idrocarburi da flash di liquido | 1,0E-5 | 45 | 90 |
| FF-5c | Hydrocracker | Rottura totale Statistica tubazione 3" (lunghezza = 350 m) alta pressione e alta temperatura (fase gas) | Dispersione Idrocarburi | 2,1E-6 | 350 | 650 |
| FF-9 | MIP CDW | Rottura parziale Statistica tubazione idrocarburi 3" (lunghezza = 50 m) dalla colonna 5-C-51 | Dispersione Gasolio da evaporazione pozza | 1,4E-5 | n.r. | n.r. |
| FF-11 | MIP CDU | Rottura parziale Statistica tubazione grezzo 3" (lunghezza = 50 m) | Dispersione Grezzo da pozza | 1,4E-5 | n.r. | n.r. |

n.r. = soglia raggiunta nelle immediate vicinanze del rilascio

* = lo scenario include le distanze di danno dovute alla dispersione di GPL da flash di liquido

2.4 SCENARI ESPLOSIONE

| Scenario n. | Unità | Descrizione Ipotesi Incidentale | Descrizione Scenario | Frequenza di accadimento (occ/anno) | Distanze (m) relative alla sovrappressione (bar) (dal punto di rilascio) | | | |
|-------------|--------------|---|---|-------------------------------------|--|------|------|------|
| | | | | | 0.3 | 0.14 | 0.07 | 0.03 |
| E-15 | Hydrocracker | Rottura parziale statistica tubazione 12" (lunghezza = 100 m) alta pressione e alta temperatura (fase liquida) | Dispersione Idrocarburi da evaporazione pozza | 1,9E-6 | -- | -- | -- | -- |
| E-16a | Hydrocracker | Rottura parziale statistica di apparecchiatura di processo (n.16 nuovi apparecchiature) bassa pressione e bassa temperatura | Dispersione Idrocarburi da flash liquido | 5,1E-5 | n.r. | 5 | 10 | 25 |
| E-16b | Hydrocracker | Rottura totale Statistica tubazione 3" (lunghezza = 350 m) bassa pressione e bassa temperatura | Dispersione Idrocarburi da flash liquido | 7,0E-6 | n.r. | 20 | 30 | 70 |
| E-16c | Hydrocracker | Rottura totale Statistica tubazione 3" (lunghezza = 350 m) alta pressione e alta temperatura (fase gas) | Dispersione Idrocarburi | 1,4E-6 | n.r. | 25 | 60 | 150 |
| E-19 | MIP CDW | Rottura totale Statistica tubazione idrocarburi 3" (lunghezza = 50 m) da colonna 5-C-51 | Dispersione Gasolio da evaporazione pozza | 9,3E-6 | -- | -- | -- | -- |
| E-21 | MIP CDU | Rottura parziale Statistica tubazione grezzo 8" (lunghezza = 50 m) | Dispersione Grezzo da evaporazione pozza | 9,4E-7 | -- | -- | -- | -- |

n.r. = soglia raggiunta nelle immediate vicinanze del rilascio

-- = la massa esplosiva inclusa nei limiti di infiammabilità è trascurabile o nulla

2.5 SCENARI DISPERSIONE TOSSICO

| Scenario n. | Unità | Descrizione Ipotesi Incidentale | Descrizione Scenario | Frequenza di accadimento (occ/anno) | Distanza (m) relativa alla dispersione tossica in cui si raggiungono le concentrazioni | |
|-------------|-----------------------------------|--|--|-------------------------------------|--|------|
| | | | | | LC ₅₀ | IDLH |
| TD-12a | Hydrocracker Rigenerazione ammina | Rottura parziale Statistica tubazione 6" (lunghezza = 100 m) da colonna di rigenerazione | Dispersione H ₂ S (60% di miscela) da 10 m di altezza | 1,6E-4 | n.r. | n.r. |
| TD-12b | Hydrocracker Rigenerazione ammina | Rottura parziale Statistica di apparecchiatura di processo (colonna di rigenerazione) | Dispersione H ₂ S (60% di miscela) da 5 m di altezza | 1,3E-4 | n.r. | n.r. |
| TD-12c | Hydrocracker Rigenerazione ammina | Rottura totale Statistica tubazione 6" (lunghezza = 100 m) da colonna di rigenerazione | Dispersione H ₂ S (60% di miscela) da 10 m di altezza | 2,4E-5 | n.r. | 100 |

n.r. = soglia raggiunta nelle immediate vicinanze del rilascio

3 CONCLUSIONI

Per ogni tipo di scenario legata al progetto CUP è stata redatta e riportata in allegato una planimetria della Raffineria TAMOIL con indicazione delle aree di danno (da Allegato 1 a Allegato 5).

Solo gli scenari incidentali con una frequenza di accadimento più alta di $1,0E-5$ occ/anno sono stati riportati nelle planimetrie sopraindicate, con indicazione delle distanze di danno generate dagli scenari incidentali esaminati più cautelativi.

Nel caso di due o più scenari incidentali con una frequenza di accadimento superiore a $1,0E-5$ occ/anno e posizionati nello stesso punto, solo lo scenario incidentale più cautelativo è stato mostrato, in termini di distanze di danno.

Gli elaborati di calcolo degli scenari incidentali sono stati riportati dall'Allegato 6 Allegato 10.