

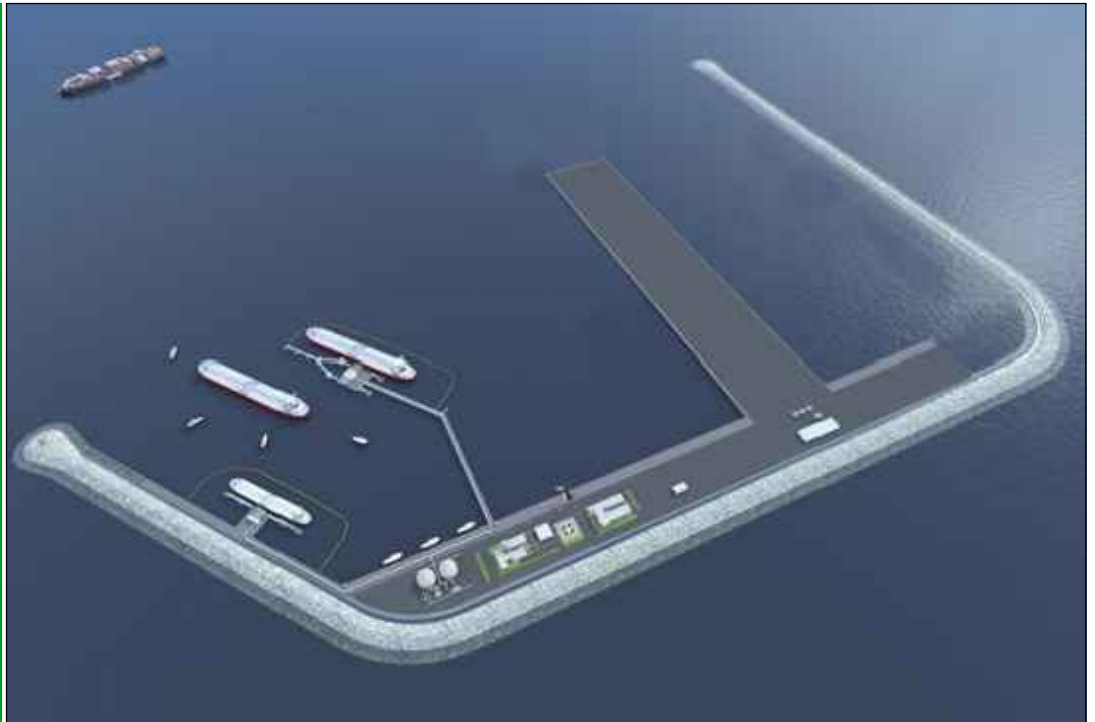
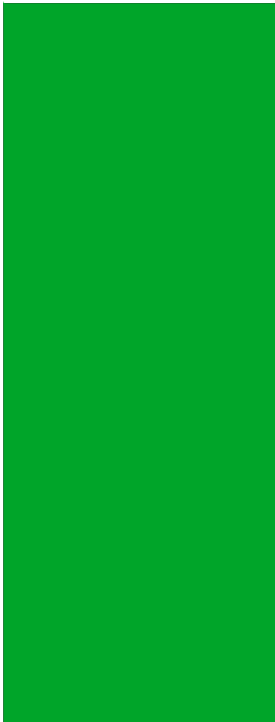


Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

MAGISTRATO ALLE ACQUE di VENEZIA



AUTORITÀ PORTUALE DI VENEZIA



Coordinamento generale



Consorzio Venezia Nuova

## Nuovi Interventi per la Salvaguardia di Venezia

Legge 798 del 29-11-1984

Convenzione rep. n.7191 del 4-10-1991

Atto Attuativo rep. n. 8513 del 27-07-2011 (Progettazione Preliminare)

## TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE AL LARGO DELLA COSTA DI VENEZIA

Esecutore



Richiesta di pronuncia di compatibilità ambientale

(ex artt. 165 e 185 del D.Lvo 163/2006 e ss.mm.ii.)

### ANALISI DI RISCHIO

Cod.Elabor.

**B-REL-1003**

rev. 01

elaborato

controllato

approvato

Maggio 2013

|           |  |             |       |        |       |
|-----------|--|-------------|-------|--------|-------|
|           |  |             |       |        |       |
|           |  |             |       |        |       |
|           |  |             |       |        |       |
|           |  |             |       |        |       |
|           |  |             |       |        |       |
| revisione |  | descrizione | elab. | contr. | appr. |

# **TERMINAL PLURIMODALE OFF – SHORE al largo della COSTA VENETA**

## **ANALISI DI RISCHIO**

Gruppo di progettazione



|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |                   |                |
| <b>Analisi di rischio</b>  |                   |                |
| <b>Maggio 2013</b>   | <b>B-REL-1003</b> | <b>Rev. 02</b> |

## INDICE

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUZIONE E CONCLUSIONI.....</b>   | <b>5</b>  |
| 1.1      | INTRODUZIONE .....   | 5         |
| 1.1.1    | Scopo del documento.....   | 5         |
| 1.1.2    | Sottosistemi .....   | 5         |
| 1.2      | METODOLOGIA DI VALUTAZIONE.....  | 8         |
| 1.3      | CONCLUSIONI .....  | 10        |
| 1.3.1    | Analisi di Rischio del Terminal .....  | 10        |
| 1.3.2    | Misure adottate per il terminal.....   | 10        |
| 1.3.3    | Terminal Petroli: Confronto tra il Rischio Dovuto a Sversamento nella Situazione Attuale e in quella Futura..... | 14        |
| 1.3.4    | Terminal Container: Confronto tra il Rischio nella Situazione Attuale e in quella Futura.....                    | 17        |
| 1.3.5    | Conclusioni.....   | 18        |
|          | <b>PARTE A .....</b>   | <b>19</b> |
| <b>2</b> | <b>METODOLOGIA .....</b>   | <b>20</b> |
| 2.1      | DEFINIZIONE DEGLI SCENARI INCIDENTALI .....  | 20        |
| 2.2      | VALUTAZIONE DELLE FREQUENZE DI ACCADIMENTO.....  | 21        |
| 2.2.1    | Terminal Off-shore .....   | 21        |
| 2.2.2    | Condotte Sottomarine offshore.....   | 28        |
| 2.2.3    | Condotte in laguna.....  | 32        |
| 2.2.4    | Stazione di consegna all’Isola dei Petroli .....   | 33        |
| 2.2.5    | Calcolo della Probabilità di Occorrenza degli Scenari Incidentali: Alberi degli Eventi.....                      | 33        |
| 2.3      | ANALISI DELLE CONSEGUENZE .....  | 34        |
| 2.3.1    | Condizioni Meteorologiche .....  | 35        |
| 2.3.2    | Calcolo Portate di Rilascio .....  | 36        |

**TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta  
PROGETTO PRELIMINARE**

**Analisi di rischio**

**Maggio 2013**

**B-REL-1003**

**Rev. 02**

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| 2.3.3    | Analisi delle Conseguenze.....  | 36        |
| 2.4      | DEFINIZIONE DEL LIVELLO DI RISCHIO E ACCETTABILITÀ.....                       | 37        |
| 2.4.1    | Valori di riferimento .....   | 37        |
| 2.4.2    | Criteri di Accettabilità .....  | 38        |
| <b>3</b> | <b>ANALISI DEGLI SCENARI INCIDENTALI .....</b>                                | <b>41</b> |
| 3.1      | SCENARI INCIDENTALI PER IL TERMINAL OFFSHORE.....                             | 41        |
| 3.1.1    | Considerazioni generali .....   | 41        |
| 3.1.2    | Calcolo frequenze degli eventi incidentali.....                               | 42        |
| 3.1.3    | Analisi Delle Conseguenze.....  | 50        |
| 3.2      | SCENARI INCIDENTALI PER LE CONDOTTE A MARE .....                              | 59        |
| 3.2.1    | Considerazioni generali .....   | 59        |
| 3.2.2    | Calcolo frequenze degli eventi incidentali.....                               | 60        |
| 3.2.3    | Analisi delle conseguenze.....  | 63        |
| 3.3      | SCENARI INCIDENTALI PER LE CONDOTTE IN LAGUNA .....                           | 68        |
| 3.3.1    | Considerazioni generali .....   | 68        |
| 3.3.2    | Calcolo frequenze degli eventi incidentali.....                               | 69        |
| 3.4      | SCENARI INCIDENTALI PER LA STAZIONE DI MARGHERA PRESSO ISOLA DEI PETROLI..... | 71        |
| 3.4.1    | Considerazioni generali .....   | 71        |
| 3.4.2    | Calcolo frequenze degli eventi incidentali.....                               | 72        |
| <b>4</b> | <b>VALUTAZIONE DEL RISCHIO .....</b>  | <b>78</b> |
| 4.1      | TERMINAL OFF SHORE.....   | 79        |
| 4.1.1    | Impatto con Nave.....   | 79        |
| 4.1.2    | Rottura dei Bracci di Carico .....  | 83        |
| 4.1.3    | Rottura di apparecchiature e impianti .....                                   | 86        |
| 4.2      | CONDOTTE A MARE.....  | 89        |
| 4.3      | CONDOTTE IN LAGUNA .....  | 92        |
| 4.4      | STAZIONE MARGHERA E DISTRIBUZIONE FINALE .....                                | 94        |
| 4.4.1    | Rottura tubazioni interne alla stazione.....                                  | 94        |
| 4.4.2    | Rottura di apparecchiature e impianti .....                                   | 98        |

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |                   |                |
| <b>Analisi di rischio</b>  |                   |                |
| <b>Maggio 2013</b>   | <b>B-REL-1003</b> | <b>Rev. 02</b> |

|   |                |
|---|----------------|
| <b>PARTE B .....</b>  | <b>101</b>     |
| <b>5 ANALISI DI RISCHIO .....</b>   | <b>102</b>     |
| 5.1 IL PROGETTO “TERMINAL D’ALTURA” .....                                   | 102            |
| 5.2 SCENARI ANALIZZATI.....   | 106            |
| 5.3 CRITERI DI RISCHIO .....  | 108            |
| 5.4 DESCRIZIONE DEI CRITERI DI RISCHIO .....                                | 108            |
| 5.5 DESCRIZIONE DELL'INDICE DI RISCHIO E DEI CRITERI CHE LO COMPONGONO..... | 109            |
| 5.6 STIMA DEGLI INDICI DI RISCHIO PER OGNI SCENARIO.....                    | 110            |
| 5.7 CONCLUSIONI .....   | 112            |
| <br><b>RIFERIMENTI .....</b>  | <br><b>114</b> |

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |                   |                |
| <b>Analisi di rischio</b>  |                   |                |
| <b>Maggio 2013</b>   | <b>B-REL-1003</b> | <b>Rev. 02</b> |

## **1 INTRODUZIONE E CONCLUSIONI**

### **1.1 INTRODUZIONE**

#### **1.1.1 Scopo del documento**

Scopo del presente documento è l'analisi preliminare dei rischi inerenti la fase di esercizio del nuovo "Terminal Plurimodale Off-shore".

Il terminal offshore ospita:

- una funzione petrolifera, che si compone degli accosti con relativi impianti e delle condotte fino al punto di consegna localizzato a Marghera, ed è destinato alla movimentazione di greggio, benzina e gasolio;
- una funzione container attrezzata con un pontile lungo circa 1000 m, collocato all'interno della stessa diga foranea ad una distanza di circa 500 m dai pontili destinati alla movimentazione dei prodotti petroliferi;
- una funzione di porto rifugio.

L'analisi svolta è stata indirizzata a determinare le conseguenze che, durante l'esercizio del sistema, possibili eventi incidentali possono arrecare alla salute delle persone e all'ambiente.

Il risultato delle analisi è la verifica preliminare del livello di accettabilità del progetto dal punto di vista della sicurezza per gli operatori, la popolazione e l'ambiente e la definizione di una serie di prescrizioni progettuali atte ad aumentare il livello complessivo di sicurezza, da sviluppare e ingegnerizzare nelle successive fasi di sviluppo del progetto.

#### **1.1.2 Sottosistemi**

Il progetto "Terminal Plurimodale Off-shore" si compone di due funzioni principali, per ciascuna delle quali è possibile individuare i relativi sottosistemi:

##### a) Terminal Petroli

- a.1 Terminal offshore
- a.2 Condotte a mare
- a.3 Condotte in laguna
- a.4 Stazione di Marghera (Isola dei Petroli) e rete di distribuzione finale

b) Terminal Container

- b.1 Terminal offshore
- b.2 Sistema di trasferimento nautico (mama vessel e chiatte)
- b.3 Terminal a terra

Il “Terminal Plurimodale Off-shore” ospita anche la funzione di porto rifugio, i cui rischi associati sono legati al traffico navale in ingresso e uscita dal bacino. Tale aspetto di rischio viene già compreso nell’analisi degli scenari incidentali previsti come incidenza sul numero di navi considerate in movimentazione all’interno del bacino.

L’analisi dei rischi utilizza in parte dati raccolti o elaborati nel corso del precedente progetto di estromissione dei traffici petroliferi dalla laguna di Venezia, presentato nel 2002, aggiornati ed integrati da informazioni specifiche riguardanti la nuova configurazione petrolifera e la funzione terminal container pervista.

a) Terminal petrolifero

*a.1 Terminal offshore*

Il terminal petrolifero offshore, situato nella zona ovest all’interno dell’avamposto, consiste di due pontili:

- il pontile principale allineato in direzione E-W, dotato di due attracchi (uno per lato) destinati rispettivamente alla movimentazione di greggio (sul lato est) e di greggio, benzina e gasolio (sul lato ovest);
- il pontile secondario, parallelo al precedente, situato a ridosso della diga foranea ovest e dotato di un solo attracco destinato alla movimentazione di benzina e gasolio.

Ciascun pontile è dotato di bracci di carico (due per attracco per benzine e gasoli, 3 per il greggio) e degli impianti necessari al pompaggio e misura dei prodotti e alla pulizia delle linee.

Il pontile principale è collegato alla zona servizi, sul lato sud dell’avamposto, mediante una passerella camionabile, realizzata su pali, che alloggia le tubazioni dei prodotti e dei servizi.

Il pontile principale è collocato a distanza di circa 500-600 m dal pontile commerciale, a sua volta allineato in direzione SE-NW (orientato a 45 gradi rispetto al pontile petrolifero). I due pontili racchiudono un’area di manovra delle navi con dimensioni di circa 500 m (misurata alla radice dei pontili) x 1000 m.

**TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta  
PROGETTO PRELIMINARE**

**Analisi di rischio**

**Maggio 2013**

**B-REL-1003**

**Rev. 02**

| <i>a.2 Condotte a mare</i>  |  |
|---|--|
| Lunghezza (km):   | 16 km  |
| N° tubazioni prodotti:  | 3 (n. 1 per ciascun prodotto, da 24" per gasolio e benzina, 42" per greggio)                     |
| N° tubazioni servizio:  | 1 da 6" per acqua potabile   |
| Interasse tubazioni (m):  | 6.5 m  |
| Larghezza fascio tubiero (m):   | 13 (limitatamente all'interasse tra le tubazioni per prodotti petroliferi più distanti)          |
| Protezione tubazioni:   | Prefabbricato in cemento per i primi 1000 m, interro a -3 m fino a terra (isola di Malamocco)    |
| <i>a.3 Condotte in laguna</i>   |  |
| Le condotte in laguna hanno le medesime caratteristiche dimensionali di quelle a mare |  |
| Lunghezza (km):   | 11 km  |
| Modalità di posa:   | Perforazione teleguidata   |
| Protezione tubazioni:   | Interro a -30 m circa fino a Isola dei Petroli   |
| <i>a.4 Stazione di Marghera</i>   |  |
| Ubicazione:   | Isola dei Serbatoi Petroliferi   |
| Dotazioni:  | Sistemi di misura per benzine e gasoli<br>Sistemi di ricezione e lancio pig per tutti i prodotti |
| Strutture adiacenti:  | Serbatoi raffineria ENI per greggio  |
| Sistema di distribuzione:   | Manifold di distribuzione  |



|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |                   |                |
| <b>Analisi di rischio</b>  |                   |                |
| <b>Maggio 2013</b>   | <b>B-REL-1003</b> | <b>Rev. 02</b> |

b) Terminal Container

|   |   |
|---|---|
| <i>b.1 Terminal offshore</i>  |   |
| Il terminal a mare consiste in un molo (di circa 1000x200m) addossato alla diga e al terminale petroli.   |   |
| Dimensioni molo:  | 1000 x 200 m  |
| Volume di traffico gestito:   | 1 milione di TEU/anno (800.000 TEU al terminal a terra + 200.000 TEU transshipment) |
| <i>b.2 Sistema di trasferimento nautico (mama vessel e chiatte)</i>   |   |
| La gestione del sistema di trasferimento dalla piattaforma d'altura a terra prevede la realizzazione di un sistema nautico progettato ad hoc composto da chiatte che vengono caricate a coppie su navi semi-affondanti, denominate Mama Vessel, in grado di affrontare la navigazione sia in mare aperto che nei canali lagunari. |   |
| Capacità "mama vessel":   | 216 TEU   |
| Equipaggio:   | 4 persone (per mama vessel)   |
| Velocità massima:   | 14 nodi   |
| Consumi:  | 0,2 l/s (alla massima potenza)  |
| <i>b.3 Terminal a terra</i>   |   |
| Ubicazione:   | Area MonteSyndial – Porto Marghera  |
| Dotazioni:  | Infrastrutturazione per la logistica container e merci                              |
| Capacità gestione:  | 800.000 TEU   |

## 1.2 METODOLOGIA DI VALUTAZIONE

Il progetto è impostato nel pieno rispetto delle normative applicabili e dei più stringenti criteri di sicurezza e affidabilità: esso prevede che siano adottate le misure più idonee ad evitare il rischio di danni alle persone o all'ambiente a seguito di eventi accidentali, mediante l'adozione di misure preventive e di contenimento dei potenziali danni. Malgrado queste misure, e come in tutte le attività industriali, rimane peraltro un rischio residuo che si verifichino eventi indesiderati, potenzialmente pregiudizievoli della salute pubblica o della salvaguardia dell'ambiente.

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |                   |                |
| <b>Analisi di rischio</b>  |                   |                |
| <b>Maggio 2013</b>   | <b>B-REL-1003</b> | <b>Rev. 02</b> |

L'analisi di rischio ha lo scopo primario di individuare i possibili scenari incidentali durante l'esercizio del terminal, in termini di frequenza di occorrenza e severità delle conseguenze, di definire possibili misure preventive e mitigative e di valutare il livello di accettabilità dei rischi residui, sulla base di una specifica categorizzazione delle frequenze e della gravità delle conseguenze.

Il presente studio affronta questa tematica prendendo in esame sia i rischi legati alla navigazione nei pressi e all'interno del terminal, sia quelli associati alla movimentazione e trasferimento dei prodotti dalla nave fino al punto di consegna nell'area industriale di Marghera.

La valutazione dei rischi e delle relative conseguenze, non potendo a questo stadio del progetto fondarsi su misure o riscontri oggettivi e specifici dell'opera, si basa su dati di letteratura e su statistiche sviluppate per impianti simili, estrapolati ove possibile alle reali condizioni di esercizio. Per quanto concerne i rischi legati all'esercizio delle condotte, il riferimento è a database internazionali che coprono una grande varietà di pipelines, per lo più installate in contesti più severi di quello specifico veneziano: ne consegue che le valutazioni in merito alle frequenze accidentali e relative conseguenze sono da considerarsi come stime sicuramente prudenziali.

La presente analisi tiene anche conto anche delle analisi di rischio condotte per i precedenti progetti preliminari (D'Apollonia, 2001 e CORILA, 2003) e della metodologia internazionale SAFEDOR (2007) tenendo conto della nuova configurazione del Terminal e delle sue funzioni.

La presente trattazione è suddivisa come segue:

Parte A: Analisi di rischio per il Terminal Plurimodale Offshore, in particolare per il Terminal Petroli

Parte B: Analisi di rischio per il Terminal Container

In entrambi i casi, l'analisi ha permesso di costruire, per ciascun evento analizzato, una matrice (relazione frequenza/gravità degli eventi) che definisce il livello di rischio del sistema in riferimento a parametri standard di accettabilità.

L'analisi ha inoltre fornito elementi comparativi tra la situazione odierna e la nuova situazione generata dal progetto, al fine di valutare i vantaggi dell'intervento in termini di sicurezza per l'ambiente e la vita umana.

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |                   |                |
| <b>Analisi di rischio</b>  |                   |                |
| <b>Maggio 2013</b>   | <b>B-REL-1003</b> | <b>Rev. 02</b> |

### **1.3 CONCLUSIONI**

#### **1.3.1 Analisi di Rischio del Terminal**

L'analisi svolta ha considerato, sulla base delle informazioni di progetto disponibili in questa fase, gli scenari incidentali ritenuti più probabili (per le due componenti petrolifera e container) alla luce dell'esperienza maturata e della letteratura tecnica disponibile per sistemi simili a quello in esame.

I risultati dello studio effettuato, in termini di accettabilità del rischio, sono illustrati al Capitolo 4 per il Terminal Petroli e Capitolo 5 per il Terminal Container.

La maggior parte degli eventi analizzati ricadono in un'area di rischio ritenuta accettabile secondo gli standard internazionali, presentando una bassa probabilità di occorrenza associate a danni limitati per persone e ambiente. Fa eccezione un limitato numero di eventi, che ricadono in area ALARP e che richiedono l'implementazione di misure preventive e mitigative.

Anche in considerazione del livello di conservatività insito in molte delle analisi eseguite, si ritiene quindi che il progetto offra sufficienti garanzie di sicurezza e che la configurazione proposta possa essere sviluppata senza modifiche sostanziali.

Nelle fasi successive del progetto verrà approfondita la valutazione dei rischi, tenendo conto delle effettive caratteristiche del terminal e dei suoi impianti, e saranno introdotte tutte quelle ottimizzazioni tecniche ed operative che possono contribuire ad abbassare la frequenza di incidenti e a ridurre le possibili conseguenze.

#### **1.3.2 Misure adottate per il terminal**

Le misure adottate per il Terminal Plurimodale sono:

- Misure di prevenzione
- Misure di mitigazione
- Piano di gestione finalizzato alla riduzione dei rischi
- Piano di emergenza basato anche sulle risultanze della presente analisi di rischio

Si specificano nel seguito le misure adottate per quanto riguarda la funzione petroli e per quanto riguarda la funzione container.

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |                   |                |
| <b>Analisi di rischio</b>  |                   |                |
| <b>Maggio 2013</b>   | <b>B-REL-1003</b> | <b>Rev. 02</b> |

### 1.3.2.1 Terminal petroli

Si riporta l'elenco delle azioni adottate in via preliminare, al fine di prevenire gli accadimenti accidentali. Le misure di prevenzione si distinguono in misure di prevenzione di tipo tecnico e misure di prevenzione di tipo gestionale.

Le misure di prevenzione di tipo tecnico sono:

- stesura di un sistema antinquinamento (panne) intorno a ciascuna nave in banchina, in modo da garantire il contenimento e recupero di eventuali sversamenti accidentali durante le operazioni di travaso;
- istituzione del divieto di ormeggio ed ancoraggio nelle zone interessate dal passaggio delle tubazioni, per un conveniente raggio di sicurezza dalle stesse;
- ri-localizzazione a distanza di sicurezza delle vie di traffico navale (shipping lanes) attualmente vicine al sito proposto per il terminal, in particolare del corridoio nord;
- adozione di un piano di monitoraggio/test delle condotte a mare mediante pig di misura, con frequenza adeguata a minimizzare la possibilità di rilasci per corrosione, difetti etc. e compatibile con rischi tecnici delle operazioni;
- installazione di valvole di intercettazione delle tubazioni a comando remoto e studio della relativa localizzazione e tempi di intervento/chiusura delle stesse, al fine di minimizzare le conseguenze dei possibili rilasci;
- installazione di sistemi di protezione nel passaggio delle condotte a terra tale da minimizzare il rischio di rotture anche accidentali;
- predisposizione di un sistema di monitoraggio e controllo in continuo delle operazioni di movimentazione dei prodotti, anche attraverso l'impiego di misuratori di pressione e portata alle due estremità delle linee, per identificare tempestivamente eventuali perdite dalle tubazioni e attuare le misure di contenimento.

Di seguito le misure di prevenzione di tipo gestionale:

- adozione di un Piano di Gestione del terminal finalizzato alla prevenzione dei rischi, come previsto dalla normativa vigente in tema di rischi rilevanti (D.lgs. 334/99 e succ.);
- adozione di un piano di gestione del terminal che stabilisca le modalità di accesso, ormeggio e movimentazione dei prodotti e i relativi limiti operativi;

- assistenza di rimorchiatori alle manovre di avvicinamento al terminal;
- impiego di rimorchiatori, piloti e ormeggiatori portuali per le manovre di accosto alle banchine;
- attivazione di un sistema di controllo del traffico nei paraggi del terminal e lungo le rotte di avvicinamento alle bocche di porto, atto a controllare e regolamentare i flussi di navi in entrata e uscita dal porto con quelle dirette al terminal e accosto alle banchine (VTS assieme allo STIM per i canali lagunari);
- definizione di adeguate misure operative in caso di interventi di manutenzione su altre condotte dello stesso fascio, ad evitare il rischio di accidentali danneggiamenti delle tubazioni adiacenti;
- adozione di procedure di test e manutenzione periodica di tutte le attrezzature impiegate al terminal, atte a minimizzare il rischio di avarie, usura e/o danneggiamenti;
- disponibilità di un team dedicato alla gestione e controllo del terminal (ormeggiatori, addetti ai servizi antincendio, addetti alle operazioni a terra, ecc.), adeguatamente formato e sottoposto a periodiche attività di addestramento.

Al netto delle misure preventive adottate, il terminal è anche provvisto di un piano di emergenza e di sistemi di mitigazione atti a limitare le conseguenze dell'eventuale danno, dovuto in particolare a sversamenti accidentali per danni alle condotte.

Il Piano di Emergenza verrà sviluppato nell'ambito del progetto definitivo anche sulla base della presente analisi di rischio.

Per quanto riguarda in particolare gli aspetti dell'antiquinamento marino, il Piano di Emergenza verrà sviluppato sulla base:

- della normativa antinquamento vigente (in particolare il DM Ambiente 29 gennaio 2013 n. 34, Piano operativo di pronto intervento e relativo Allegato A - Piano operativo di pronto intervento per la difesa del mare e delle zone costiere dagli inquinamenti accidentali da idrocarburi e altre sostanze nocive);
- delle ordinanze antinquamento emesse dalle Capitanerie di Porto competenti.

Il Piano prevede la disponibilità, sul terminal, di un sistema antinquamento costituito da dotazioni, strutture organizzative e strutture operative, in grado di rispondere ad un incidente con sversamenti fino a 1.000 t.

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |                   |                |
| <b>Analisi di rischio</b>  |                   |                |
| <b>Maggio 2013</b>   | <b>B-REL-1003</b> | <b>Rev. 02</b> |

Il Piano riguarderà:

- le dotazioni antinquinamento presso il terminal off-shore;
- l'organizzazione operativa antinquinamento prevista sul terminal;
- ruoli e responsabilità;
- modalità di comunicazione con le Capitanerie di Porto competenti;
- procedure operative per l'antinquinamento marino;
- procedure operative per l'addestramento del personale addetto all'antinquinamento;
- procedure operative per la manutenzione delle dotazioni antinquinamento.

Per quanto riguarda in particolare le dotazioni disponibili a bordo del terminal, esse costituiscono misure mitigative e sono costituite da:

- due container completamente equipaggiati di sistemi di antinquinamento (panne d'altura, skimmer, ecc.) per il contenimento degli spanti fino a 1000 t. I container sono presenti a bordo del terminal, opportunamente ubicati in modo da essere agevolmente caricati in qualsiasi momento sui mezzi navali addetti all'intervento (supply vessel e mezzi di supporto);
- clampe di bloccaggio, per l'eventuale contenimento di perdite a seguito di danneggiamenti accidentali delle condotte.

Per quanto riguarda le responsabilità interne, sarà in particolare definita la figura del "Responsabile dell'Antinquinamento" che coordinerà tutte le attività svolte dall'organizzazione operativa del terminal con le dotazioni del terminal stesso, rispondenti alle indicazioni delle Capitanerie di Porto competenti.

#### 1.3.2.2 Terminal container

Le misure di prevenzione e mitigazione adottate per la funzione petroli sono applicabili anche alla funzione container.

Il confronto fra lo stato attuale e lo Scenario 2020 con il Terminal Container Offshore, a fronte di un forte incremento di traffico (pari a più di 4 volte il dato attuale), vede un aumento contenuto del rischio, grazie alla sostituzione di parte consistente della flotta convenzionale portacontainer con le Mama vessel (vedi capitolo 5). L'aumento delle probabilità di rischio legate all'aumento dei natanti in circolazione è compensato in parte dalle modifiche della flotta che farà servizio presso il porto di Venezia, tuttavia si dovranno prevedere una serie di ulteriori azioni preventive nella gestione del

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |                   |                |
| <b>Analisi di rischio</b>  |                   |                |
| <b>Maggio 2013</b>   | <b>B-REL-1003</b> | <b>Rev. 02</b> |

terminal commerciale, al fine di evitare interferenze tra i relativi traffici e di minimizzare i rischi ad esse associati. In particolare le azioni raccomandate comprendono:

- progetto delle “Mama Vessel” con particolare attenzione rivolta alla sicurezza dei serbatoi (per evitare spandimenti) e al sistema di messa in sicurezza del carico (per ridurre i rischi connessi alla perdita di carico pericoloso);
- localizzazione del bacino di evoluzione delle navi commerciali nella zona più aperta del terminal (vicino alla testata del pontile commerciale);
- assistenza di rimorchiatori nelle fasi finali di accosto o di eventuale manovra al pontile;
- gestione del traffico al terminal che escluda la movimentazione contemporanea di più navi all’interno delle dighe foranee;
- sistemi di allerta meteo e assistenza di rimorchiatori in caso di condizioni meteo marine avverse (forti venti) che possano comportare il rischio di rottura di ormeggi e conseguente deriva di navi in banchina.

Il Piano di Gestione finalizzato alla prevenzione dei rischi ed il Piano di Emergenza saranno sviluppati in sede di progetto definitivo per tutte le funzioni del terminal, sia quella petrolifera che quella commerciale.

La struttura antinquinamento prevista per il terminal petroli sarà ovviamente attiva anche in caso di sversamenti generati nell’attività del terminal commerciale e del porto rifugio.

### **1.3.3 Terminal Petroli: Confronto tra il Rischio Dovuto a Sversamento nella Situazione Attuale e in quella Futura**

Una valutazione quantitativa del rischio nella situazione attuale e in quella futura richiede l’identificazione degli incidenti, la valutazione delle frequenze attese e la simulazione delle conseguenze dei rilasci per la situazione attuale, al fine di confrontare i livelli di rischio delle due condizioni.

Nel Giugno 2003 è stata pubblicata la relazione del Magistrato alle Acque di Venezia (CORILA, 2003) nella quale si è effettuata una stima del differenziale di rischio fra la situazione attuale e quella a progetto ultimato. Tale analisi mette in risalto l’elevato rischio ambientale ed economico legato al transito delle petroliere all’interno della laguna.

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |                   |                |
| <b>Analisi di rischio</b>  |                   |                |
| <b>Maggio 2013</b>   | <b>B-REL-1003</b> | <b>Rev. 02</b> |

Nei seguenti paragrafi si effettua un confronto qualitativo dei livelli di rischio sulla base di considerazioni legate a:

- probabilità di incidente, dovute alle diversità strutturali dei due sistemi;
- conseguenze di un incidente nelle due condizioni.

Tale analisi, effettuata in termini qualitativi, sostanzialmente conferma quanto pubblicato nella relazione del Magistrato alle Acque.

#### 1.3.3.1 Probabilità di incidente

Le cause di sversamento nella situazione attuale sono legate al traffico navale e alla presenza della condotta da 42" per il greggio che collega il pontile di San Leonardo agli impianti della raffineria. Per quanto riguarda il traffico navale, gli studi condotti mostrano che la Laguna di Venezia costituisce indubbiamente nel complesso un porto intrinsecamente sicuro, grazie sia alla natura "soffice" dei fondali (anche se non mancano ostacoli rigidi potenzialmente pericolosi in caso di urto) sia agli accorgimenti e dotazioni di sicurezza di cui è dotato. Tuttavia, benché la probabilità di occorrenza sia molto bassa, non è possibile escludere il verificarsi di incidenti di gravi proporzioni, con conseguenti sversamenti rilevanti di idrocarburi e sostanze inquinanti in Laguna. La relazione citata (CORILA, 2003) stima in  $6.75 \times 10^{-2}$  eventi/anno la frequenza di spandimento di prodotti petroliferi nella Laguna.

Negli studi di rischio ad oggi effettuati, non risulta che la presenza dell'oleodotto sia stata considerata in relazione alla possibilità che questi comporti inquinamento a seguito di sversamento di prodotti petroliferi. Esso costituisce peraltro una fonte di rischio per rilasci che possono essere dovuti a difetti dei materiali impiegati o ad interazioni con l'ambiente esterno. A tale proposito si ricorda che ai primi di Dicembre del 1995, si è verificata la rottura accidentale della sealine S. Leonardo-Marghera. Tale evento si è verificato a seguito di perforazione della tubazione ad opera di una macchina addetta alla posa di cavi elettrici. La perforazione ha provocato l'immissione in Laguna di circa 5 tonnellate di greggio. Si evidenzia che l'oleodotto è interrato nel fondo naturale e non risulta dotato di opere di protezione (cunicoli, ecc.).

Nella situazione futura prevista dal progetto ci si attendono significativi benefici per quanto riguarda la probabilità e le conseguenze di incidente legate al traffico navale, atteso che siano messe in atto tutte le misure più idonee per separare il traffico navale diretto al porto di Venezia da quello diretto al terminal; la probabilità di collisione rispetto alla situazione attuale diminuisce, dal momento che una quota significativa del traffico navale afferente al porto di Venezia (la maggior parte del traffico petrolifero e parte del traffico commerciale), avverrebbe in mare aperto, con maggiori spazi di manovra, mentre nell'attuale situazione le navi con prodotti pericolosi si muovono all'interno della laguna in modo "promiscuo" e tutti i natanti sono costretti ad una serie di manovre in acque ristrette



|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |                   |                |
| <b>Analisi di rischio</b>  |                   |                |
| <b>Maggio 2013</b>   | <b>B-REL-1003</b> | <b>Rev. 02</b> |

(ad esempio in prossimità della curva esistente nel canale Malamocco-S. Leonardo) a causa dello sviluppo planimetrico della rete di canali. Inoltre, la navigazione avviene attualmente in canali di larghezza contenuta rispetto alle dimensioni delle navi cisterna di maggiori dimensioni, situazione che aumenta il rischio di contatti e di arenamenti. In particolare, per quanto concerne il traffico petrolifero, si stima che con la realizzazione del terminal la probabilità di incidente navale in laguna con sversamento di idrocarburi diminuirebbe di un ordine di grandezza rispetto alla situazione attuale.

Per quanto riguarda il trasporto in condotta, la situazione futura è sicuramente caratterizzata da un maggior numero di condotte e di maggiore lunghezza rispetto alla situazione attuale: tuttavia le soluzioni tecniche adottate (interro a -30m, protezione con piastre in cemento, valvole di intercettazione, ispezioni periodiche, ecc.) e i miglioramenti tecnologici registrati nelle qualità dei materiali, nei metodi di fabbricazione e nelle attività di controllo e gestione delle linee consentono di ridurre le frequenze incidentali garantendo livelli di rischio complessivi inferiori a quelli attualmente associati alla presenza di condotte in laguna.

La disposizione degli attracchi in un unico terminal consentirà un più efficace controllo delle operazioni di movimentazione dei prodotti, alle quali potrà essere dedicato personale altamente qualificato e che potrà avvalersi di tecnologie all'avanguardia. Inoltre, la concentrazione delle apparecchiature in un'unica area dedicata (diversamente dalla situazione odierna che vede accosti e sistemi di scarico distribuiti in un considerevole gran numero di siti e aziende) faciliterà la predisposizione e aumenterà l'efficacia di sistemi di sicurezza (sistemi di spiazzamento prodotti, di raccolta e trattamento spanti, rete antincendio, ecc.).

Entrambe queste situazioni contribuiranno a ridurre in misura significativa il rischio di incidente anche a terra (rottture, perdite di fluidi, errori di manovra, propagazione di eventi accidentali, ecc.) rispetto alla situazione attuale.

#### 1.3.3.2 Conseguenze di un incidente

E' stato rilevato in numerosi studi che l'impatto di un rilascio di prodotto in ambito lagunare sarebbe estremamente critica per la Laguna e per i valori materiali ed immateriali che la Laguna comprende (Idrotec, 2001 e CORILA 2003), sia per la vulnerabilità del sistema lagunare che per la presenza di venti di forte intensità, di bassi fondali e delle barene, presenti in gran parte della Laguna, che costituiscono un serio impedimento ad interventi di recupero dei prodotti a seguito di sversamenti accidentali. A questo si aggiungono le escursioni del livello medio delle maree che si registrano in Laguna e che possono rendere problematico, ed in certi casi impossibile, il recupero degli eventuali sversamenti. Tali sversamenti potrebbero, ad esempio, depositarsi in una zona coperta dall'acqua al momento dell'incidente ed emergere al momento del possibile intervento dei mezzi di recupero occorre inoltre considerare la presenza di correnti di significativa entità.

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |                   |                |
| <b>Analisi di rischio</b>  |                   |                |
| <b>Maggio 2013</b>   | <b>B-REL-1003</b> | <b>Rev. 02</b> |

A seguito della realizzazione del progetto, le conseguenze in laguna di un incidente da traffico navale saranno molto più limitate in considerazione del fatto che il rischio di sversamento di prodotti quali greggio, benzine e gasoli sarà azzerato del tutto.

Le conseguenze di uno sversamento dalle tubazioni all'interno della laguna saranno inoltre paragonabili o inferiori a quelle della situazione attuale, per le caratteristiche intrinseche dell'opera precedentemente menzionate (protezione delle condotte, sistemi di ispezione, profondità di realizzazione).

Per quanto riguarda il mare, un eventuale rilascio nella situazione futura avverrebbe all'interno della diga foranea prevista a coronamento del terminal, la cui configurazione offre possibilità di contenimento e recupero spanti, che risulteranno confinati all'interno di uno spazio protetto sia dalle mareggiate che dai flussi di corrente, e che, inoltre, si verificherebbero in un contesto ambientale meno sensibile di quello lagunare.

Per quanto riguarda l'ambito marino al di fuori dell'area del terminal, il rischio di spandimento rientra inoltre nella variabilità dell'attuale rischio legato al traffico marittimo.

Il rischio di uno sversamento in mare per rottura della tubazione rientra infine entro i limiti di accettabilità, ed anche in questo caso è dimostrato che il rischio associato a questo evento è di molto inferiore all'attuale rischio legato al traffico marittimo.

#### **1.3.4 Terminal Container: Confronto tra il Rischio nella Situazione Attuale e in quella Futura**

L'analisi di rischio per il Terminal Container confronta lo scenario di traffico container attuale, in transito nella laguna di Venezia, con lo scenario creato dalla realizzazione del Terminal Plurimodale Offshore.

Per gli scenari considerati, sono stati valutati i rischi incidentali associati, sulla base di specifici criteri misurabili. I rischi sono stati definiti sulla base delle conseguenze che possono verificarsi. Nello specifico essi sono: perdita di vita potenziale (PV), perdita di merci pericolose (PM), perdita di carburante (PC), danni alla flotta/anno (DF), perdita di carico (PT).

La quantificazione degli effetti attesi dei diversi scenari incidentali mostra una diminuzione del rischio atteso per tutte le componenti considerate nello scenario di progetto rispetto allo stato attuale all'interno della Laguna di Venezia. Questo è dovuto ad una diminuzione del numero di navi (di portata leggermente superiore alle attuali) che si prevede tocchino il Porto di Venezia. Si stima però che l'incremento del traffico sia contenuto, ciò a causa delle limitazioni dei pescaggi che permangono all'interno della laguna.

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |                   |                |
| <b>Analisi di rischio</b>  |                   |                |
| <b>Maggio 2013</b>   | <b>B-REL-1003</b> | <b>Rev. 02</b> |

Tuttavia, a fronte di un aumento del traffico rispetto allo scenario attuale, l'aumento di rischio è contenuto grazie alla maggior sicurezza garantita dal modello di natante di nuova concezione e al numero ridotto dell'equipaggio.

L'aumento delle probabilità di rischio legate all'aumento dei natanti in circolazione è compensato in parte dalle modifiche della flotta che farà servizio presso il Porto di Venezia. Tuttavia si dovranno prevedere alcune misure cautelative atte al contenimento delle voci connesse ai rischi di maggiori spandimenti di carburante e ai pericoli connessi alle perdite di carico pericoloso. Le misure cautelative previste per tali voci vedranno un'attenzione particolare al disegno dei serbatoi e dei motori delle mama vessel ed alla messa in sicurezza dei container sulle stesse.

Per quanto riguarda il danneggiamento o perdita del carico, le condizioni dello scenario di progetto sono complessivamente migliorative, questo è dovuto al minor rischio connesso al trasporto dei container via mama vessel rispetto al traffico tradizionale.

### **1.3.5 Conclusioni**

Sulla base delle considerazioni svolte ai punti precedenti, è possibile affermare che per quanto concerne il traffico petrolifero lo spostamento del traffico navale petrolifero e delle operazioni di carico-scarico al terminal petrolifero, e il collegamento con gli impianti a terra attraverso la tipologia di condotte prevista dal progetto, costituirebbe complessivamente una significativa diminuzione del rischio di inquinamento della laguna, sia per la riduzione della probabilità di rilascio che per la minore criticità di un eventuale sversamento o perdita di carico, senza incidere in maniera apprezzabile sui rischi di sversamenti in mare.

Per quanto concerne il traffico navale container, è possibile, inoltre, affermare che, a fronte di un forte incremento di traffico container interessanti il porto di Venezia, l'incremento del rischio connesso ai nuovi traffici risulta contenuto e, per quanto riguarda il rischio associato alla perdita o danneggiamento del carico, esso è addirittura migliorativo rispetto alla situazione attuale.

**TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta  
PROGETTO PRELIMINARE**

**Analisi di rischio**

**Maggio 2013**

**B-REL-1003**

**Rev. 02**

**PARTE A**

**TERMINAL PETROLIFERO**

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |                   |                |
| <b>Analisi di rischio</b>  |                   |                |
| <b>Maggio 2013</b>   | <b>B-REL-1003</b> | <b>Rev. 02</b> |

## **2 METODOLOGIA**

La valutazione della sicurezza del Terminal e delle opere connesse è effettuata attraverso i seguenti passi:

- identificazione degli scenari incidentali (Capitolo 2.1). Si identificano, sulla base dell'esperienza storica nell'ambito di sistemi simili, le situazioni che possono portare ad incidenti e/o rilasci di prodotto con possibili danni alle persone o all'ambiente;
- valutazione delle frequenze di accadimento di un incidente (Capitolo 2.2). Per ogni evento incidentale identificato viene valutata la probabilità di accadimento, sulla base di dati statistici e mediante l'applicazione di modelli matematici. La probabilità di accadimento dei diversi scenari viene valutata mediante l'utilizzo di Alberi degli Eventi;
- valutazione degli effetti/conseguenze di un incidente (Capitolo 2.3). Gli effetti fisici degli scenari incidentali sono calcolati mediante l'applicazione di modelli per la valutazione di portate di rilascio, irraggiamento termico a seguito di incendi, sovrappressione a seguito di formazione di nubi infiammabili o dispersione di nubi di gas (ove rilevante). L'effetto su persone ed ambiente di tali scenari incidentali è stimato mediante il confronto con valori soglia;
- valutazione dell'accettabilità del rischio (Capitolo 2.4). Il rischio, caratterizzato da probabilità di accadimento e da livello di danno, è rappresentato all'interno di una matrice. La matrice è suddivisa in aree che rappresentano rischi ritenuti accettabili, ALARP e non accettabili. Sulla base di tale matrice si individuano gli eventi per i quali occorre implementare misure di prevenzione o mitigazione ulteriori allo scopo di ridurre i rischi entro i limiti di accettabilità.

Lo studio per il presente progetto utilizza la stessa metodologia e in larga misura le informazioni e dati statistici già utilizzati per l'analisi di rischio del progetto 2002.

Il presente studio rielabora tutti i dati disponibili, tenendo conto delle peculiarità del progetto, al fine di ridefinire frequenze di accadimento, entità degli sversamenti e matrici di rischio.

### **2.1 DEFINIZIONE DEGLI SCENARI INCIDENTALI**

Al fine di definire gli scenari incidentali, si è proceduto a dividere il progetto secondo le funzioni in esso presenti (Terminal Petroli e Terminal Container), analizzando per ciascuna i relativi sottosistemi principali, per ognuno dei quali sono stati identificati gli scenari incidentali tipici.

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |                   |                |
| <b>Analisi di rischio</b>  |                   |                |
| <b>Maggio 2013</b>   | <b>B-REL-1003</b> | <b>Rev. 02</b> |

Nel caso del Terminal Petroli, i sottosistemi identificati sono associabili ai seguenti scenari incidentali:

a.1 Terminal offshore

Sversamento in mare per rilascio da nave a seguito di urto con altri natanti o contro le strutture del terminal o per rotture/avarie dei bracci di carico e degli impianti di banchina.

a.2 Condotte a mare

Rilascio di idrocarburi per rotture della linea causata da cause esterne o interazioni con attività umane nell'area (urto da ancore, urto con oggetti affondati) o per cause interne, legate a difetti del materiale e delle saldature, corrosione o errori di esercizio (sovrappressioni, errori di manovra, ecc.).

a.3 Condotte in laguna

Rilascio di idrocarburi per rotture della linea per cause interne, legate a difetti del materiale e delle saldature, corrosione o errori di esercizio (sovrappressioni, errori di manovra, ecc.). L'uso di tecniche di microtunnelling e il percorso in zone della laguna scarsamente accessibili rende "non plausibili" scenari di rilascio dovuti ad interazione con attività umane.

a.4 Stazione di Marghera (Isola dei Petroli) e rete di distribuzione finale.

Rilasci causati da rotture/avarie delle tubazioni o degli impianti di ricezione e distribuzione.

Per gli scenari incidentali del Terminal Container si rimanda all'analisi contenuta al Capitolo 5.

## **2.2 VALUTAZIONE DELLE FREQUENZE DI ACCADIMENTO**

### **2.2.1 Terminal Off-shore**

Gli eventi incidentali associati alle operazioni effettuate al Terminal sono imputabili a diverse cause:

- rilasci di prodotto dalla nave per urto con altri natanti o con le strutture del terminal;
- rilasci per rottura dei bracci di scarico;
- rilasci dalle apparecchiature di banchina (sistemi di misura, stazioni di lancio pig, connessione delle tubazioni, ecc.) per difetti o danni strutturali (mancata tenuta flange, perdita da valvole, corrosioni, ecc.) o per errate manovre sulle apparecchiature (sconnessione anticipata dei bracci di carico o apertura trappole pig, inadeguato smontaggio apparecchiature, ecc.).

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |                   |                |
| <b>Analisi di rischio</b>  |                   |                |
| <b>Maggio 2013</b>   | <b>B-REL-1003</b> | <b>Rev. 02</b> |

### Sversamento da Nave

Lo sversamento da nave può avvenire in diverse circostanze:

- collisione tra navi in transito e navi presenti al terminal;
- collisione delle navi in fase di accosto alla banchina;
- collisione tra petroliere all'accosto e navi commerciali, durante manovre di ormeggio e disormeggio di queste ultime;
- collisione tra mezzi di servizio e navi all'accosto.

Non è stato specificatamente considerato l'evento di impatto di una petroliera contro la diga foranea, in quanto si ritiene che le procedure di avvicinamento, pilotaggio, assistenza e le basse velocità in gioco in prossimità del terminal siano sufficienti a garantire il controllo di rotta, ad evitare collisioni e/o incagli e comunque a prevenire il rischio di danni significativi allo scafo con relativi sversamenti.

Tale genere di incidenti è quindi implicitamente coperto dall'analisi di impatto tra navi, descritto nel seguito.

Molti di questi eventi avvengono in condizioni di bassa velocità o con natanti di piccole dimensioni: sebbene i dati storici evidenzino una certa probabilità di occorrenza di incidenti con sversamento, è da tener presente che solo da pochi anni è in vigore la normativa che impone a tutte le navi l'adozione di soluzioni costruttive a doppio scafo. Tale prescrizione, già in vigore per quanto riguarda l'accesso al Porto di Venezia delle navi petroliere, a seguito della direttiva 13 febbraio 2001 del Ministro dell'Ambiente, di fatto riduce in modo drastico le conseguenze di tali collisioni, come sarà più estesamente discusso nel seguito.

Alcuni di questi eventi sono caratterizzati da frequenze di occorrenza e conseguenze del tutto simili a quelli analizzati nel corso del progetto del 2002: i risultati di quelle analisi sono ancora ritenuti generalmente validi salvo alcune limitate modifiche per tener conto delle peculiarità del presente progetto ed in particolare del numero di attracchi annui al terminal.

Per quanto riguarda la possibilità di rilascio per urto della nave in accosto con il terminal, si ritiene che, date le basse velocità delle manovre e la presenza di rimorchiatori in assistenza, un eventuale urto non porti a danni gravi alla nave con conseguenti sversamenti. Tale valutazione sarà sostanziata nelle successive fasi del progetto sulla base di una analisi delle procedure di accosto previste.

Il presente studio si basa, salvo dove diversamente indicato, sulla metodologia di analisi e dati statistici già utilizzati per lo studio relativo al progetto del 2002. Si riportano nel seguito le metodologie di

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |                   |                |
| <b>Analisi di rischio</b>  |                   |                |
| <b>Maggio 2013</b>   | <b>B-REL-1003</b> | <b>Rev. 02</b> |

calcolo per le frequenze di impatto delle varie tipologie di nave e la metodologia di calcolo della probabilità che un impatto porti allo sversamento di idrocarburi in mare.

### Impatto di una nave con il terminal

La consistenza e la tipologia del traffico marittimo di transito sono state ricavate dai dati contenuti nelle pubblicazioni del progetto COST 301 (T. Degre' et al., 1986) relativo al traffico nei porti.

La collisione di una nave in transito può essere dovuta ad un errore di manovra o ad un guasto meccanico a bordo della nave in transito che ne impedisce il controllo. Le due condizioni sono state modellate in modo differente considerando quindi:

- impatto con nave fuori rotta;
- impatto con nave alla deriva.

Il calcolo della frequenza degli impatti di navi in transito fuori rotta è stata valutata considerando una distribuzione gaussiana di probabilità della presenza di una nave nel corridoio di passaggio (shipping lane). La relazione utilizzata per il calcolo della frequenza di collisione  $C_{fr}$  (impatti/anno) di una nave con un ostacolo fisso risulta (RABL, 1987 e DNV, 2001) è la seguente:

$$C_{fr} = N \times F_d \times p_1 \times p_2 \times p_3 \quad (1)$$

dove:

$N$  = traffico totale (navi/anno);

$F_d$  = la frazione di navi che sono in rotta di collisione con il terminal;

$p_1$  = probabilità che il passaggio pianificato vicino al terminal fallisca;

$p_2$  = probabilità che la nave non mantenga una sufficiente attenzione;

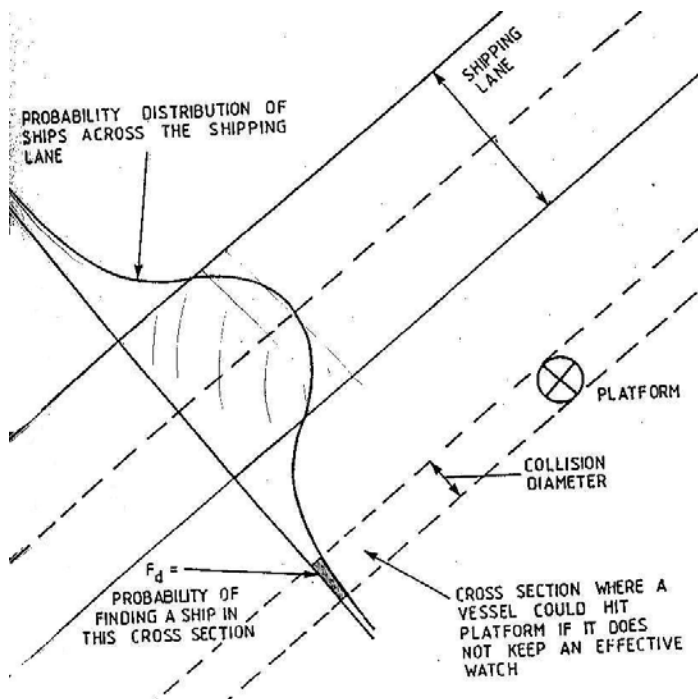
$p_3$  = probabilità che il terminal non riesca ad avvertire la nave.

$F_d$  è valutato considerando una distribuzione di frequenza normale di probabilità attorno al corridoio:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \text{EXP} \left[ -0,5 \times \left( \frac{\text{distanza}}{2\sigma} \right)^2 \right] \quad (2)$$

e moltiplicata per il *Diametro di Collisione* definito come la somma della larghezza del terminal e della nave.





**Figura 2-1 Impatto da Nave - Nave Fuori Rotta – Modello di Riferimento.**

Altra possibile condizione che può portare ad una collisione è la perdita di controllo (per guasto del timone o del sistema motore) di una nave che, a causa del guasto, derivi fino a colpire il Terminal. In tale caso, i fattori che entrano in gioco nella valutazione della frequenza di accadimento sono: il numero di navi di passaggio, la frequenza di guasto di una nave e la direzione del vento.

Il calcolo della frequenza di impatto  $C_{der}$  (impatti/anno) è stato sviluppato utilizzando la seguente formula (RABL, 1987):

$$C_{der} = n \times P \times P_w \times \frac{\text{Diametro Collisione}}{\text{Lunghezza Settore}} \quad (3)$$

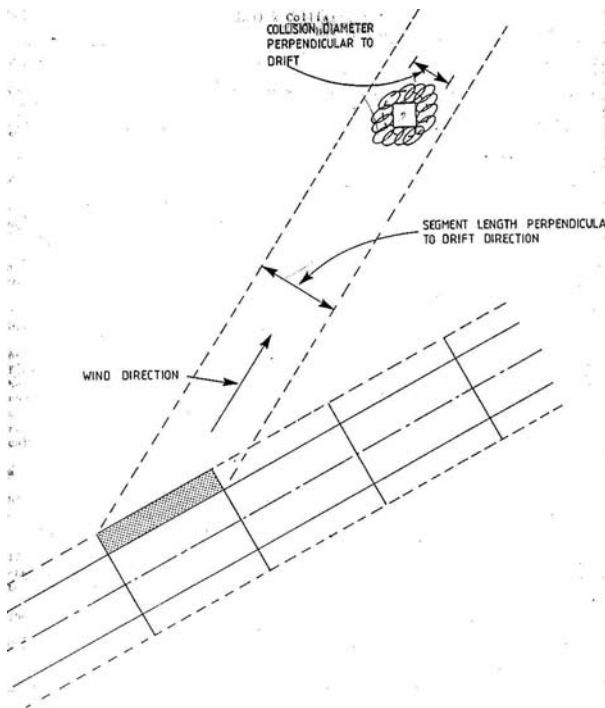
dove:

$P$  = probabilità di guasto della nave;

$P_w$  = probabilità che il vento spiri nella direzione della piattaforma;

$n$  = numero di navi anno nel settore.

I settori sono le porzioni di corridoi di traffico prese in considerazione. La formula riportata sopra è da applicarsi a tutto i settori dei corridoi di traffico identificati.



**Figura 2-2 Impatto da Nave - Nave alla Deriva – Modello di Riferimento.**

Sono comprese in questa categoria di eventi anche le collisioni di navi commerciali dirette al terminal: per questa categoria di navi si registra un maggior rischio associato alla ridotta distanza dal terminal nelle fasi finali di avvicinamento e ingresso nella diga foranea, che è tuttavia compensato dal maggiore grado di controllo e assistenza cui tali mercantili saranno soggetti nelle vicinanze dell'area. Si considerano pertanto valide le probabilità di impatto calcolate per il naviglio generico in transito nell'area.

#### Impatto con nave in fase di attracco

La valutazione della frequenza di accadimento di tale tipologia di eventi incidentali si basa sui dati di traffico diretto al nuovo Terminal. La consistenza e la tipologia del traffico marittimo al terminal sono state ricavate dalle premesse di progetto, che prevedono l'accosto al terminal delle navi destinate al trasporto di greggio, benzine e gasoli, per un totale annuo di circa 430 navi, di cui 400 in scarico e 30 in carico.

Il rischio di impatto è sostanzialmente legato ad errori di manovra della nave in accosto o dei mezzi di supporto (rimorchiatori).

L'analisi delle frequenze di impatto fra una nave in manovra al pontile e il pontile stesso è stata basata sui dati storici contenuti nel registro marittimo dei Lloyds, utilizzando il database sviluppato

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |                   |                |
| <b>Analisi di rischio</b>  |                   |                |
| <b>Maggio 2013</b>   | <b>B-REL-1003</b> | <b>Rev. 02</b> |

nell'ambito del progetto ATOMOS II (D'Appolonia, 1996). Tale database contiene i dati relativi a 4.478 eventi incidentali, occorsi dal 1990 al 1996 su una popolazione di 18.355 navi.

#### Impatto con nave commerciale in manovra

La valutazione della frequenza di questa tipologia di eventi incidentali si basa sulla stima dei dati di traffico commerciale diretto al nuovo Terminal. Si assume, ai fini del presente studio, che il pontile commerciale possa ricevere non più di 2 navi portacontainer oceaniche contemporaneamente e 4 navi per il collegamento a terra, con durate di stazionamento medie di 24 ore, e che il fattore di utilizzo del terminal non sia superiore al 50%. Ne risulta un numero massimo di circa 1.000 -1.500 navi/anno.

Il rischio di impatto con navi petroliere presenti all'ormeggio è relativo ad errori di manovra della nave commerciale in fase di accosto o di abbandono del pontile: il rischio di collisione è pertanto limitato alle navi che accostano sul lato Ovest, in situazioni di contemporanea presenza di una petroliera sul lato Est del pontile petrolifero principale.

Si tratta pertanto di considerare un numero massimo di 750 navi commerciali/anno, cui va associata una contemporanea probabilità di presenza di una petroliera all'ormeggio Est stimata al 50% del tempo.

L'analisi delle frequenze di impatto è stata conservativamente assunta uguale a quella considerata al punto precedente per la collisione tra nave e banchina, trascurando il positivo effetto della maggiore distanza.

#### Impatto con nave di servizio al Terminal

Le navi dedicate al servizio del terminal, essenzialmente rimorchiatori e navi di approvvigionamento materiali, possono impattare sulla nave ormeggiata per errori o guasti nelle manovre di accosto al Terminal. Tali urti si ritengono possibili nelle fasi finali delle manovre di accosto e sono quindi collisioni a bassa velocità. Inoltre, la stazza dei natanti di servizio al Terminal sarà ridotta, così che l'energia di impatto non sarà tale da causare danni estesi allo scafo e sversamenti dalla nave ormeggiata. Tale evento non sarà quindi ulteriormente considerato nel presente studio.

La possibilità di urto di una nave di servizio al Terminal contro le strutture stesse del Terminal o nei confronti di una nave petroliera ormeggiata dovrà comunque essere approfondita nelle fasi successive del progetto, sia per definire i carichi accidentali di progetto del Terminal che per predisporre adeguate procedure operative (Piano di Gestione) atte a ridurre al minimo il rischio di impatto.

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |                   |                |
| <b>Analisi di rischio</b>  |                   |                |
| <b>Maggio 2013</b>   | <b>B-REL-1003</b> | <b>Rev. 02</b> |

### Probabilità di rilascio

Allo scopo di quantificare la probabilità che un impatto su una nave petroliera porti allo sversamento in mare di idrocarburi sono state utilizzate probabilità di rilascio, in relazione all'urto, derivate dalla banca dati ATOMOS II (D'Appolonia, 1996) e probabilità di accadimento diverse a seconda dell'entità del rilascio, facendo riferimento ai dati dell' "International Tanker Owner Pollution Federation Ltd" (ITOPF), che riporta numero e entità dei rilasci in mare nel periodo 1974 - 2002.

In particolare, dai dati contenuti nella banca dati ATOMOS II (D'Appolonia, 1996) si è ricavato che la probabilità che un impatto di una nave con una struttura fissa porti ad un rilascio è pari a circa 67.1%.

Dai dati riportati nelle pubblicazioni dell'ITOPF si è ricavata la seguente distribuzione percentuale basata sui rilasci di prodotti petroliferi in mare verificatisi e registrati dal 1974 al 2002.

**Tabella 2-1 Distribuzione Percentuale dei Rilasci di Prodotti Idrocarburici in Mare a seguito di incidente navale.**

| <b>ENTITÀ RILASCIO R</b> | <b>PERCENTUALE</b> |
|--------------------------|--------------------|
| R < 7 tonnellate         | 89.7%              |
| 7 < R < 700 tonnellate   | 9.7 %              |
| R > 700 tonnellate       | 0.6 %              |

I valori, mediati sul periodo esaminato, sono da ritenersi largamente prudenziali, in quanto l'estensione dell'uso di navi a doppio scafo ha permesso di ridurre la frequenza ed entità degli sversamenti, come mostra il trend riportato nel citato rapporto ITOPF.

Anche se non direttamente correlate al funzionamento del terminal petrolifero offshore, possono essere inoltre inclusi in questa categoria di eventi anche i rischi di sversamento di combustibile da parte delle navi commerciali afferenti al terminal, a seguito di impatto con la banchina in fase di ormeggio: in questo caso le probabilità di rilascio, riferite a urto a bassa velocità, sono valutate in letteratura di modesta entità (prevalentemente nella categoria R < 7 tonnellate) e con probabilità inferiore a 0.3% per collisione.

### Rottura Bracci di Carico

La valutazione della frequenza di tale evento incidentale è stata effettuata sulla base dei dati (Cremer & Warner, 1981) riportati in tabella che segue.

**Tabella 2-2 Frequenza di Rottura Bracci di Carico.**

| <b>ROTTURA A GHIGLIOTTINA</b> | <b>FORO</b>                |
|-------------------------------|----------------------------|
| $3 \times 10^{-8}$ per ora    | $3 \times 10^{-6}$ per ora |

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |                   |                |
| <b>Analisi di rischio</b>  |                   |                |
| <b>Maggio 2013</b>   | <b>B-REL-1003</b> | <b>Rev. 02</b> |

Con il termine “foro” si intende un’apertura (fessurazione del braccio) di diametro equivalente pari al 10% del diametro nominale, con una dimensione massima di 50 mm.

Le frequenze di accadimento degli scenari incidentali sono state calcolate associando la frequenza annua di accadimento dei rilasci significativi alla probabilità che questi comportino, a seguito di innesco, lo sviluppo di un incendio immediato (pool fire), la formazione di una nube infiammabile che comporti un’esplosione non confinata, UVCE ( Unconfined Vapour Cloud Explosion), un flash fire o, più semplicemente, una dispersione in ambiente.

### Rottura di apparecchiature e impianti

La valutazione della frequenza della rottura di apparecchiature e impianti al servizio del terminal o della stazione di consegna all’Isola dei Petroli (tubazioni, flange, valvole, pompe, trappole pig) è basata sui dati riportati nel rapporto RADD (“Risk Assessment Data Directory”) dell’OGP (International Association of Oil & Gas Producers) n. 434-1 del 2010 “Process release frequencies”.

In considerazione dell’utilizzo saltuario delle linee alla pressione massima di esercizio, si sono utilizzate le informazioni relative ad uno scenario di “limited release”, che si riferisce ad una rottura a pressione intermedia tra quella massima di esercizio e il valore atmosferico. Inoltre, sono state prese in esame due classi di danno rappresentative: con foro di diametro fino a 50 mm e pari o superiore a 150 mm.

L’entità delle perdite è stata confrontata con quella relativa ai bracci di carico, per poter estrapolare dalle analisi delle conseguenze sviluppate per questi, le conseguenze degli eventi legati agli impianti.

### **2.2.2 Condotte Sottomarine offshore**

Gli eventi incidentali associabili alla condotta sottomarina sono legati a rilasci causati da interazione con attività umane nell’ambiente marino o a cause dovute a difetti nei materiale impiegati o nella costruzione, ad errori operativi, ecc... Nello specifico:

- Rilascio da impatto: urti con ancore o con oggetti in affondamento (navi container);
- Rilascio per cause interne: corrosione, difetti dei materiali, difetti nella costruzione.

Altre cause sono escluse, in considerazione del fatto che lungo il percorso della condotta non sono previste attività di pesca a strascico ovvero che tali attività, tenuto conto della profondità di interrimento delle condotte sul fondo marino, sono svolte in condizioni di elevato controllo del livello di copertura delle condotte stesse né sono prevedibili attività sui fondali; inoltre non sono presenti bassi fondali che possano comportare rischi di arenamento di una nave.

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |                   |                |
| <b>Analisi di rischio</b>  |                   |                |
| <b>Maggio 2013</b>   | <b>B-REL-1003</b> | <b>Rev. 02</b> |

### Rilascio da impatto: danneggiamento da ancora

I due possibili modelli di interazione ancora-tubazione sono:

- urto diretto dell'ancora sulla tubazione;
- ancora trascinata che urta ed eventualmente aggancia la tubazione.

Per quanto riguarda l'ancoraggio di una nave, sono possibili due tipi di ancoraggio: l'ancoraggio di emergenza e l'ancoraggio pianificato.

L'ancoraggio di emergenza è una manovra che viene eseguita a seguito di collisione fra due navi o in caso di guasto dei motori o del timone e generalmente avviene in acque con profondità non superiori agli 80 metri.

Gli ancoraggi pianificati non sono considerati in quanto saranno effettuati nelle zone previste, fuori dal tracciato delle tubazione.

In caso di condizioni meteo-marine estreme, le navi ferme nelle zone d'ancoraggio, e le relative ancore, possono essere trascinate verso le tubazioni. Tale evento non è stato analizzato in termini di frequenze e conseguenze, in quanto si assume che la Capitaneria di Porto provveda a rilocalizzare le aree di ancoraggio nelle acque antistanti le bocche di porto a distanza di sicurezza dalle tubazioni, in modo da rendere tale rischio trascurabile.

Dai dati sui trascinamenti si evince che le navi con stazza superiore agli 80000 dwt possono trascinare l'ancora per circa 46 metri (Si veda Tabella 2.3). Assumendo un fattore di sicurezza pari a 4 si ricava che la distanza minima di sicurezza tubazione-zone di ancoraggio dovrebbe essere dell'ordine dei 200 metri circa. Tale valore è solamente indicativo e sarà definito accuratamente dalle Autorità Competenti durante le successive fasi del progetto.

Dati storici riguardanti il Nord Europa mostrano che solo una piccola percentuale delle collisioni porta ad un ancoraggio incontrollato; in questo studio preliminare si può quindi assumere che nessuna collisione porti ad una necessità di ancoraggio. Tutti i casi di guasto al sistema motore saranno invece considerati causa di ancoraggio.

Il numero atteso di eventi  $C_{ah}$  (impatti/anno) è quindi calcolato come:

$$C_{ah} = \sum_i \mu_i n_i \frac{L_i}{V} \quad (4)$$

dove:

$i$  = è la classe di navi considerata (vedi Tabella 2.3);

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |                   |                |
| <b>Analisi di rischio</b>  |                   |                |
| <b>Maggio 2013</b>   | <b>B-REL-1003</b> | <b>Rev. 02</b> |

n= numero di navi appartenenti alla classe i;

$\mu$  = frequenza accadimento della rottura al sistema motore (guasti/anno);

L = lunghezza di interazione;

v = velocità media delle navi.

La frequenza di rottura del motore è stata valutata sulla base dei dati contenuti nel database ATOMOS II (D'Appolonia, 1996).

La lunghezza d'interazione è data dalla larghezza della tubazione più la larghezza dell'ancora, nel caso si consideri l'urto diretto dell'ancora; è, invece, la larghezza della tubazione più la lunghezza di trascinamento nel caso si consideri il rischio di aggancio della tubazione. Nella Tabella seguente sono riportate le grandezze di riferimento per le ancore in funzione della stazza.

**Tabella 2-3 Caratteristiche Tipiche delle Ancore.**

| <b>Dimensioni delle Navi<br/>(DWT)</b> | <b>Massa dell'Ancora<br/>(kg)</b> | <b>Dimensioni Ancora<br/>(m)</b> |                      |                      | <b>Lunghezza Trascinamento<br/>(m)</b> | <b>Energia di Impatto<br/>(kJ)</b> | <b>Carico di Rottura della Catena<br/>(kN)</b> |
|--|-----------------------------------|----------------------------------|----------------------|----------------------|--|------------------------------------|--|
|  |                                   | <b>L<sub>1</sub></b>             | <b>L<sub>2</sub></b> | <b>L<sub>3</sub></b> |  |                                    |  |
| < 1000                                 | 900                               | 1.1                              | 0.6                  | 0.8                  | 30                                     | 8.35                               | 371  |
| 1000 - 3000                            | 1440                              | 1.2                              | 0.7                  | 0.9                  | 30                                     | 18.28                              | 630  |
| 3000 - 3500                            | 1931                              | 1.7                              | 0.9                  | 1.3                  | 32                                     | 25.21                              | 921  |
| 3500 - 14500                           | 3429                              | 1.7                              | 0.9                  | 1.3                  | 32                                     | 49.07                              | 1721   |
| 14500 - 40000                          | 5775                              | 2.4                              | 1.3                  | 1.8                  | 34                                     | 94.47                              | 2810   |
| 40000 - 60000                          | 8700                              | 2.4                              | 1.3                  | 1.8                  | 34                                     | 166.67                             | 3982   |
| 60000 - 80000                          | 14767                             | 2.4                              | 1.3                  | 1.8                  | 34                                     | 336.41                             | 6157   |
| >80000                                 | 17800                             | 3.1                              | 1.6                  | 2.3                  | 46                                     | 439.82                             | 7245   |

#### Rilascio da impatto: danneggiamento da Corpo in Affondamento

Si considerano due possibili situazioni:

- nave in affondamento;
- container in affondamento.

Per quanto riguarda le navi in affondamento si applica una metodologia molto simile a quella usata per le ancore cioè:

$$N = \sum_i \mu_i \times n_i \times L_i \quad (5)$$

|  |            |         |
|--|------------|---------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |            |         |
| Analisi di rischio   |            |         |
| Maggio 2013  | B-REL-1003 | Rev. 02 |

dove:

$i$  = è la classe di navi considerata (vedi Tabella 2.4);

$n$  = numero di navi della classe  $i$ ;

$\mu$  = frequenza attesa di affondamento;

$L$  = lunghezza di interazione.

La lunghezza d'interazione è data dalla larghezza della tubazione più la lunghezza della nave. Nella tabella seguente sono riportate alcune grandezze di riferimento per le navi in funzione della stazza (RABL, 1987).

**Tabella 2-4 Caratteristiche Tipiche delle Navi.**

| DIMENSIONE<br>DELLE NAVI<br>(DWT) | LUNGHEZZA<br>(m) | LARGHEZZA<br>(m) | PESCAGGIO<br>(m) |
|-----------------------------------|------------------|------------------|------------------|
| <1500                             | 56.3             | 9.2              | 4.3              |
| 1500 - 4999                       | 69.8             | 1111.2           | 5.2              |
| 5000 - 14999                      | 101.0            | 15.9             | 6.6              |
| 15000 - 39999                     | 148.7            | 21.8             | 8.6              |
| >40000                            | 245.5            | 34.8             | 14.5             |

Per quanto, invece riguarda i container, i dati statistici più recenti riportano una frequenza di perdita in mare di containers pari a circa  $5.6 \times 10^{-6}$  eventi per container trasportato (World shipping council – “Cointainers lost at sea” – August 2011).

Per il calcolo della frequenza di impatto di container con la condotta si è seguito un approccio simile a quello dell'affondamento delle navi:

$$N = \sum_i \mu_i \times n_i \times \frac{L_i}{v_i} \quad (6)$$

dove:

$i$  = è la classe di navi considerata;

$\mu$  = frequenza attesa di caduta container;

$n$  = numero di navi della classe  $i$ ;

$L$  = Lunghezza di interazione.

$v_i$  = velocità navi.

#### Rilascio da Rotture Casuali - Random

Si considerano sotto tale tipologia tutte quelle rotture non dovute ad agenti esterni ma a difetti nel materiale, corrosione e altre cause non definibili in dettaglio con metodi analitici. Tali tipi di rottura o



|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |                   |                |
| <b>Analisi di rischio</b>  |                   |                |
| <b>Maggio 2013</b>   | <b>B-REL-1003</b> | <b>Rev. 02</b> |

guasto verranno nel seguito indicati come “rotture per cause interne”, in contrapposizione alle rotture di cui ai paragrafi precedenti (rotture per impatto) provocate da cause esterne.

Per quanto riguarda le condotte sottomarine, il rapporto RADD (Risk Assessment Data Directory) 434-4 “Riser and pipeline release frequencies” del Marzo 2010 riporta i seguenti valori di guasto generico per tubazioni (“pipelines”) che trasportano prodotti grezzi o raffinati:

**Tabella 2-5 Frequenze di Rottura Tubazioni Sottomarine.**

| <b>TIPOLOGIA TUBAZIONE</b> | <b>FREQUENZA ATTESA<br/>(eventi/anno km)</b> |
|----------------------------|--|
| fino a 24”                 | $5.1 \times 10^{-5}$                         |
| oltre 24” (greggio)        | $1.4 \times 10^{-5}$                         |

Le frequenze sopra indicate si riferiscono all’intera casistica di danneggiamento rilevata: la rottura per cause interne (difetti, corrosione, ecc) è valutata in circa la metà dei valori sopra riportati, risultando pertanto pari a  $2.55 \times 10^{-5}$  eventi (anno x km) per le tubazioni di benzina e gasolio e  $0.7 \times 10^{-5}$  eventi (anno x km) per le tubazioni di greggio. Inoltre, esclusi i casi di rottura completa, che sono attribuibili specificatamente agli eventi esterni descritti al precedente paragrafo, la dimensione della rottura è riportata per circa l’80% dei casi inferiore a 20 mm e solo per il 2% dei casi superiore a 80 mm.

### **2.2.3 Condotte in laguna**

Per il tratto di condotta in laguna e attraverso l’isola di Malamocco si fa riferimento ad eventi incidentali causati da interazioni con attività umane (agricoltura, lavori civili), rischi ambientali (frane, terremoti) e rotture causate da difetti di materiale, corrosione, problemi operativi ecc...

Le condotte nel tratto di attraversamento dell’isola di Malamocco e in laguna sono realizzate con tecnica di microtunnelling, che prevede una profondità di posa tale da scongiurare qualsiasi rischio di interazione con l’attività umana.

Gli unici eventi accidentali rimangono dunque quelli legati a rotture a seguito di corrosione o difetti dei materiali o ad avarie/rotture in corrispondenza di organi di intercettazione.

Per quanto riguarda le rotture delle linee per cause interne si assumono conservativamente le stesse frequenze accidentali già considerate per il caso offshore, anche se la minore esposizione agli agenti meteorologici rende la statistica sicuramente conservativa.

Per quanto riguarda gli eventi accidentali che coinvolgono apparecchiature di linea, si utilizzano gli stessi dati di base definiti per gli impianti al terminal.

|  |            |         |
|--|------------|---------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |            |         |
| Analisi di rischio   |            |         |
| Maggio 2013  | B-REL-1003 | Rev. 02 |

#### 2.2.4 Stazione di consegna all'Isola dei Petroli

All'Isola dei Petroli sono previsti un certo numero di impianti e apparecchiature (trappole di ricezione pig, stazioni di misura, manifolds con relative valvole e flange) del tutto simili a quelle presenti sul terminal offshore. Si ritiene quindi di poter applicare le stesse considerazioni già espresse ai paragrafi precedenti per gli impianti localizzati al terminal offshore.

#### 2.2.5 Calcolo della Probabilità di Occorrenza degli Scenari Incidentali: Alberi degli Eventi

L'identificazione dei vari scenari che si possono sviluppare a seguito di un evento incidentale e la valutazione della loro probabilità è stata definita mediante la metodologia ad albero degli eventi (Event Tree Analysis, ETA).

Un albero degli eventi rappresenta graficamente le possibili evoluzioni di un evento incidentale.

Ogni ramo dell'albero rappresenta un possibile scenario incidentale. Nel caso di un rilascio continuo di liquido infiammabile si fa riferimento all'albero generale degli eventi riportato nella figura seguente.

| Evento Incidentale<br>Frequenza | Ignizione<br>Immediata | Ignizione<br>Ritardata | Esplosione        | Frequenza dello<br>Scenario<br>Incidentale |
|---------------------------------|------------------------|------------------------|-------------------|--|
| <b>Rilascio Liquido</b>         | <b>Si</b>              | <b>Pool Fire</b>       |                   |  |
|                                 | <b>No</b>              | <b>Si</b>              | <b>Si</b>         | <b>UVCE</b>                                |
| <b>No</b>                       |                        |                        | <b>Flash Fire</b> |  |
| <b>No</b>                       |                        | <b>Dispersione</b>     |                   |  |

**Figura 2-3 Albero degli Eventi – Rilascio Liquido Infiammabile.**

La frequenza di occorrenza associata ad ogni ramo è calcolata sulla base delle considerazioni che seguono.

L'ignizione è causata da un sufficiente apporto di calore o di energia che provoca la combustione. La causa di ignizione può essere connessa al rilascio stesso (può essere infatti generata ad esempio dall'elettricità statica che si sviluppa durante la fuoriuscita del prodotto) o può essere dovuta al contatto del prodotto rilasciato con un punto caldo dell'impianto o con una fonte di energia. Tale

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |                   |                |
| <b>Analisi di rischio</b>  |                   |                |
| <b>Maggio 2013</b>   | <b>B-REL-1003</b> | <b>Rev. 02</b> |

probabilità dipende dalle proprietà della sostanza rilasciata, dalla localizzazione del rilascio, dalle condizioni di processo, dalle dimensioni del punto di perdita.

In generale, in assenza di informazioni dettagliate sui parametri discussi in precedenza, si fa riferimento a probabilità medie, riportate nella letteratura tecnica che dipendono dalla portata di efflusso: maggiore è la portata di efflusso e maggiore è la probabilità di innesco.

Sulla base delle indicazioni disponibili in letteratura, per quanto riguarda la probabilità di ignizione immediata di rilasci di liquidi infiammabili si fa riferimento alla seguente tabella.

**Tabella 2-6 Probabilità di Ignizione Immediata.**

| <b>PORTATA DEL RILASCIO<br/>(kg/s)</b> | <b>PROBABILITÀ DI IGNIZIONE<br/>IMMEDIATA</b> |
|--|---|
| <1                                     | 0.01  |
| 1÷50                                   | 0.03  |
| >50                                    | 0.08  |

In caso di innesco ritardato, si sarà formata una nube infiammabile che può dare luogo, se innescata, a esplosione (UVCE) o a combustione rapida (Flash Fire), in funzione della quantità di sostanza infiammabile e delle condizioni di confinamento presenti.

Per rilasci all'aperto, si ammette comunemente che al di sotto di una data massa infiammabile non si possa verificare un'esplosione. Tale valore limite viene posto tra 100 kg e 1500 kg in vari riferimenti; per il presente rapporto preliminare si farà riferimento ai valori dati dalla letteratura internazionale riportati nella tabella seguente.

**Tabella 2-7 Probabilità di Ignizione Ritardata.**

| <b>Massa Infiammabile<br/>(kg)</b> | <b>Probabilità di Esplosione<br/>(-)</b> | <b>Probabilità Flash-fire<br/>(-)</b> |
|------------------------------------|--|---------------------------------------|
| <100                               | 0  | 0.01                                  |
| 100÷1000                           | 0.001                                    | 0.03                                  |
| >1000                              | 0.03                                     | 0.1                                   |

### **2.3 ANALISI DELLE CONSEGUENZE**

L'analisi delle conseguenze prende in esame le modalità di sviluppo degli scenari evidenziati nella sezione precedente, tenendo conto delle condizioni meteorologiche del sito e delle portate di rilascio.

Per la presente analisi si è fatto riferimento alle stesse condizioni climatiche già considerate nel precedente studio del 2002 e ai modelli di sviluppo degli eventi utilizzati in quella occasione, aggiornando ove necessario i risultati alle effettive condizioni del presente progetto, secondo criteri di conservatività.

|  |            |         |
|--|------------|---------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |            |         |
| <b>Analisi di rischio</b>  |            |         |
| Maggio 2013  | B-REL-1003 | Rev. 02 |

### 2.3.1 Condizioni Meteorologiche

I dati disponibili relativi alla situazione anemologica della zona di Venezia e Marghera (Fonte: Ente Zona Industriale, Stazione No.22) sono riferiti a:

- distribuzione annuale delle frequenze di direzione (riferita al 2001);
- distribuzione annuale delle frequenze di velocità (riferita al 2001).

I dati raccolti, rilevati ad una quota di 40 metri, sono riportati nella tabella seguente:

**Tabella 2-8 Distribuzione delle Velocità e Direzioni dei Venti.**

| SETTORE DI<br>PROVENIENZA | VELOCITÀ          |                |                |                |                 |              | TOTALE<br>% |
|---------------------------|-------------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|--------------|-------------|
|                           | Fino a<br>0.5 m/s | 0.5-2.0<br>m/s | 2.0-4.0<br>m/s | 4.0-6.0<br>m/s | 6.0-12.0<br>m/s | >12.0<br>m/s |             |
| N                         |                   | 1.91           | 4.57           | 0.82           | 0.17            | 0.00         | 7.47        |
| NNE                       |                   | 1.44           | 8.27           | 3.47           | 0.50            | 0.00         | 13.68       |
| NE                        |                   | 1.55           | 7.68           | 3.91           | 1.70            | 0.02         | 14.87       |
| ENE                       |                   | 0.79           | 2.99           | 1.20           | 2.02            | 0.02         | 7.02        |
| E                         |                   | 0.54           | 2.81           | 0.90           | 0.34            | 0.00         | 4.59        |
| ESE                       |                   | 0.96           | 2.95           | 0.74           | 0.06            | 0.00         | 4.70        |
| SE                        |                   | 0.51           | 1.62           | 0.62           | 0.10            | 0.00         | 2.85        |
| SSE                       |                   | 0.64           | 4.44           | 1.93           | 0.29            | 0.00         | 7.30        |
| S                         |                   | 0.71           | 1.76           | 0.65           | 0.15            | 0.00         | 3.27        |
| SSW                       |                   | 1.43           | 2.56           | 0.33           | 0.05            | 0.00         | 4.36        |
| SW                        |                   | 2.03           | 1.75           | 0.25           | 0.03            | 0.00         | 4.06        |
| WSW                       |                   | 1.15           | 1.66           | 0.38           | 0.17            | 0.00         | 3.36        |
| W                         |                   | 1.36           | 1.38           | 0.18           | 0.03            | 0.00         | 2.96        |
| WNW                       |                   | 1.34           | 1.93           | 0.48           | 0.01            | 0.00         | 3.76        |
| NW                        |                   | 1.95           | 2.88           | 0.19           | 0.03            | 0.00         | 5.06        |
| NNW                       |                   | 1.69           | 1.92           | 0.13           | 0.07            | 0.00         | 3.80        |

|           |      |       |       |       |      |      |       |
|-----------|------|-------|-------|-------|------|------|-------|
| Calma     | 3.25 |       |       |       |      |      | 3.25  |
| Variabile |      | 3.44  | 0.17  | 0.01  | 0.02 | 0.00 | 3.64  |
| Totale    | 3.25 | 23.44 | 51.34 | 16.19 | 5.74 | 0.04 | 100.0 |

Da tali dati risulta che la condizione di vento più frequente è un vento fra 2 e 4 m/s, proveniente dai quadranti di NE e NNE.

Dai dati ENEL - AM si ricava la distribuzione di classi di stabilità riportate nella tabella seguente:

**Tabella 2-9 Distribuzione delle Classi di Stabilità.**

| CLASSI DI STABILITÀ |        |       |        |       |        |        | TOTALE |
|---------------------|--------|-------|--------|-------|--------|--------|--------|
| A                   | B      | C     | D      | E     | F+G    | NEBBIA |        |
| 34.04               | 111.93 | 59.27 | 401.85 | 94.89 | 245.95 | 52.07  | 1000   |

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |                   |                |
| <b>Analisi di rischio</b>  |                   |                |
| <b>Maggio 2013</b>   | <b>B-REL-1003</b> | <b>Rev. 02</b> |

Si evince che le classi di stabilità più frequenti sono la classe D (tipica per le condizioni diurne) e la classe F+G (rappresentativa delle condizioni notturne).

Sulla base dei dati contenuti nelle tabelle precedenti, le analisi delle conseguenze saranno effettuate considerando due condizioni meteorologiche: 5D (vento di 5 m/s e classe di stabilità D, rappresentativa delle condizioni più frequenti) e 2F (vento di 2 m/s e classe di stabilità F, rappresentativa delle condizioni più gravose per la dispersione atmosferica).

Dai dati ENEL-AM si evince inoltre che le condizioni ambientali più frequenti sono una temperatura fra 20 e 25 gradi e un'umidità relativa fra 80 e 90%. Si ipotizza una temperatura media del mare di 10 gradi inferiore a quella ambiente.

I dati utilizzati nei calcoli delle conseguenze sono quelli riportati nella tabella seguente.

**Tabella 2-10 Riepilogo Dati Meteorologici Utilizzati nelle Analisi.**

|                       |        |
|-----------------------|--------|
| Temperatura Ambiente: | 25 °C  |
| Temperatura Mare:     | 13 °C  |
| Umidità Relativa:     | 85 %   |
| Condizioni Meteo:     | 2F, 5D |

### **2.3.2 Calcolo Portate di Rilascio**

Le portate di rilascio dalle tubazioni sono state calcolate in occasione dello studio del 2002 con l'ausilio del software PHAST 6.21 sviluppato da DNV. Sono state prese in considerazione due sostanze tipo:

- grezzo;
- benzina (rappresentativo anche del gasolio).

### **2.3.3 Analisi delle Conseguenze**

L'analisi delle conseguenze in termini di flussi di irraggiamento termico e sovrappressioni da esplosioni sono state effettuate nell'ambito dello studio del 2002 con l'ausilio del software PHAST 6.21 sviluppato da DNV: nel presente progetto si utilizzano i dati precedentemente calcolati, estrapolandoli ove necessario alla situazione attuale.

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |                   |                |
| <b>Analisi di rischio</b>  |                   |                |
| <b>Maggio 2013</b>   | <b>B-REL-1003</b> | <b>Rev. 02</b> |

## **2.4 DEFINIZIONE DEL LIVELLO DI RISCHIO E ACCETTABILITÀ**

### **2.4.1 Valori di riferimento**

Si riportano nei successivi paragrafi i principali parametri di riferimento necessari alla definizione delle conseguenze di eventi accidentali e dei relativi limiti di accettabilità per la sicurezza della vita umana e dell'ambiente.

#### **2.4.1.1 Irraggiamento termico**

Per quanto riguarda la valutazione delle conseguenze per irraggiamento termico viene fatto riferimento ai seguenti valori soglia (D.M. 09/05/2001):

- 12.5 kW/m<sup>2</sup>, valore soglia per raggiungimento dello stato plastico dei tubi, danni alle strutture, possibili effetti domino - elevata letalità;
- 7 kW/m<sup>2</sup>, valore soglia inizio letalità;
- 5 kW/m<sup>2</sup>, valore soglia per operatori protetti da adeguato equipaggiamento ignifugo - lesioni irreversibili per operatori non protetti;
- 3 kW/m<sup>2</sup>, valore soglia lesioni reversibili per operatori non protetti.

Si considera inoltre il valore soglia di 37.5 kW/m<sup>2</sup>, indicato in letteratura tecnica internazionale per danni ad apparecchiature di processo.

#### **2.4.1.2 Radiazione termica istantanea (flash fire)**

Per quanto riguarda la valutazione delle conseguenze per radiazione termica istantanea (flash fire) si fa riferimento ai seguenti valori soglia (D.M. 09/05/01):

- LFL, Lower Flammability Limit, valore soglia per elevata letalità;
- ½ LFL valore soglia di inizio letalità.

#### **2.4.1.3 Sovrappressione**

Per quanto riguarda la valutazione delle conseguenze per sovrappressione dovuta ad esplosione viene fatto riferimento ai seguenti valori soglia (D.M. 09/05/01):

- 0.6 bar, valore soglia elevata letalità in area aperta;
- 0.3 bar, danni alle strutture, effetti domino;
- 0.14 bar, valore soglia inizio letalità;

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |                   |                |
| <b>Analisi di rischio</b>  |                   |                |
| <b>Maggio 2013</b>   | <b>B-REL-1003</b> | <b>Rev. 02</b> |

- 0.07 bar, valore soglia lesioni irreversibili;
- 0.03 bar, valore soglia lesioni reversibili.

## 2.4.2 Criteri di Accettabilità

### 2.4.2.1 Classificazione delle frequenze

La frequenza annua di accadimento di uno scenario incidentale che dia luogo ad un incendio o ad una esplosione viene calcolata valutando:

- la frequenza di accadimento dell'evento iniziatore;
- la probabilità che tale evento iniziatore dia origine ad uno scenario di incendio o esplosione a seguito di un innesco.

La definizione degli eventi che si considerano “credibili”, cioè di frequenza tale da non poter essere trascurati, viene fatta tenendo conto di riferimenti internazionali e nazionali. Considerato quanto indicato nelle linee guida Health and Safety Executive “Risk Criteria for Land-use Planning in the Vicinity of Major Industrial Hazards” il rischio si considera accettabile: “...below about 1 million in a year chance of death”. A livello internazionale nell'ambito dell'elaborazione di analisi di rischio si ritengono quindi “credibili” scenari incidentali che presentano una frequenza attesa di occorrenza superiore a  $1.0 \times 10^{-6}$ .

A livello nazionale si farà riferimento alle Linee Guida per la “Pianificazione di Emergenza Esterna per Impianti Industriali a Rischio di Incidente Rilevante” emanate dal Dipartimento della Protezione Civile nel Gennaio 1994, che riportano quali scenari più probabili quelli con frequenza di accadimento compresi tra  $1.0 \times 10^{-4}$  e  $1.0 \times 10^{-5}$ .

Alla luce di quanto sopra esposto si considera quindi che gli scenari incidentali con frequenze inferiori a  $1.0 \times 10^{-6}$  non siano da considerare credibili e possano essere trascurati nelle valutazioni conclusive.

Sulla base di tali riferimenti si adotterà la seguente classificazione degli eventi:

**Tabella 2-11 Categorizzazione delle Frequenze di Accadimento.**

| <b>CAT.</b> | <b>DESCRIZIONE</b>   | <b>FREQUENZA ANNUALE</b>                     |
|-------------|--|--|
| 1           | Evento atteso raramente                                      | $1.0 \times 10^{-4} \div 1.0 \times 10^{-5}$ |
| 2           | Evento che potrebbe accadere                                 | $1.0 \times 10^{-3} \div 1.0 \times 10^{-4}$ |
| 3           | Evento che potrebbe accadere durante la vita dell'impianto   | $1.0 \times 10^{-2} \div 1.0 \times 10^{-3}$ |
| 4           | Evento atteso più di una volta durante la vita dell'impianto | $> 1.0 \times 10^{-2}$                       |

|  |            |         |
|--|------------|---------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |            |         |
| Analisi di rischio   |            |         |
| Maggio 2013  | B-REL-1003 | Rev. 02 |

#### 2.4.2.2 Classificazione del danno ambientale

Con riferimento a standard internazionali (DNV- 2001) la gravità di uno sversamento oleoso in mare viene classificata come segue:

**Tabella 2-12 Categorizzazione del Danno Ambientale.**

| CAT. | DESCRIZIONE   | QUANTITÀ    |
|------|---|-------------|
| 1    | Evento Minore   | < 1,000 t   |
| 2    | Evento Moderato   | <10,000 t   |
| 3    | Evento Grave<br>Sversamento di entità elevata che può essere rimosso o sarà decomposto naturalmente dopo un certo tempo           | < 100,000 t |
| 4    | Evento Molto Grave<br>Notevole sversamento che non può essere rimosso e necessiterà di un lungo tempo per decomporsi naturalmente | >100,000 t  |

#### 2.4.2.3 Classificazione del danno alle persone

La gravità di un evento incidentale è classificata come segue:

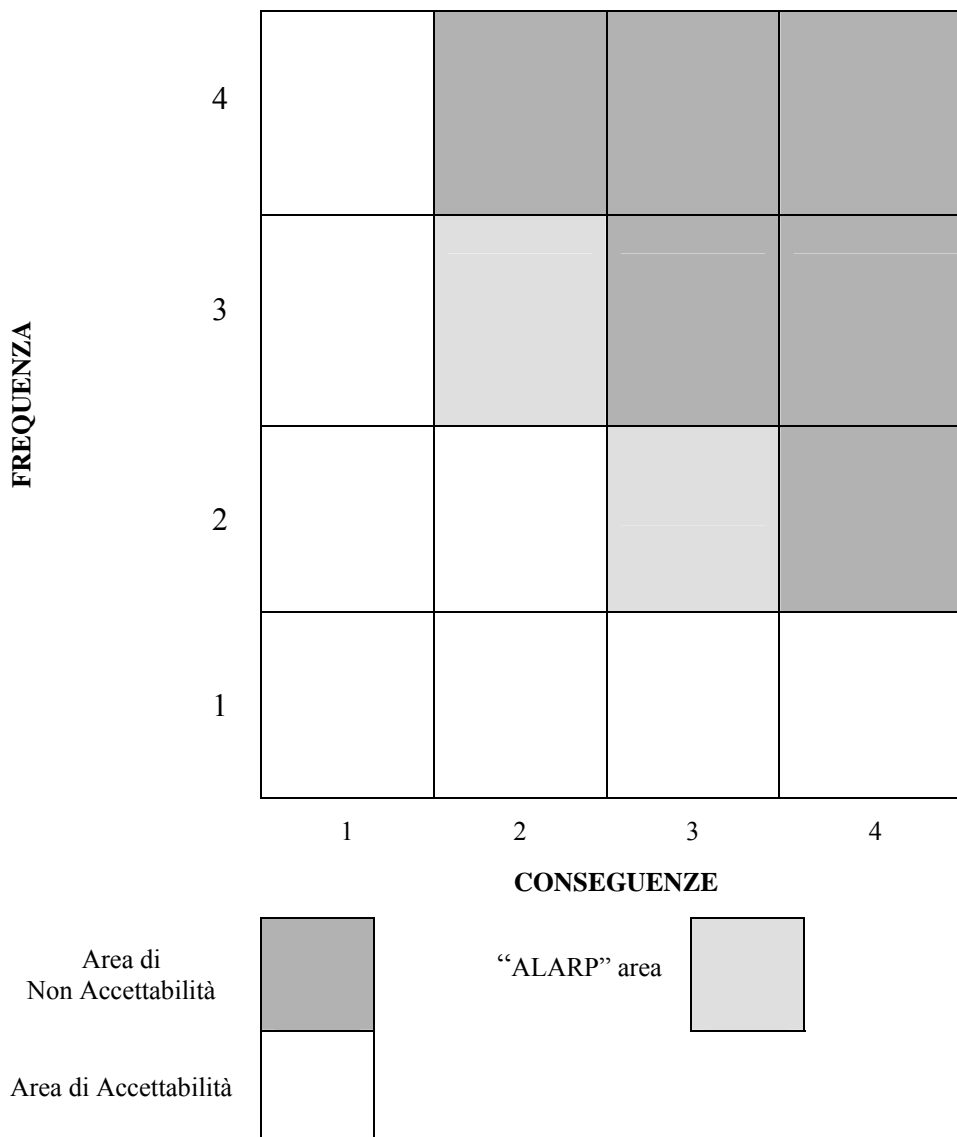
**Tabella 2-13 Categorizzazione del Rischio per le Persone.**

| CAT. | DESCRIZIONE  |
|------|--|
| 1    | Evento Minore<br>Nessun rischio per le zone limitrofe dall'impianto<br>Possibili danni per gli operatori dell'impianto vicini all'evento                                       |
| 2    | Evento Moderato<br>Nessun rischio per le zone limitrofe dall'impianto<br>Possibili danni per gli operatori dell'impianto anche lontani dall'evento<br>Possibili effetti domino |
| 3    | Evento Grave<br>Possibili rischio per le zone limitrofe dall'impianto<br>Conseguenze fatali per gli operatori dell'impianto lontani dall'evento                                |
| 4    | Evento Molto Grave<br>Possibile coinvolgimento di zone abitate<br>Conseguenze fatali per gli operatori dell'impianto anche lontani dall'evento                                 |



#### 2.4.2.4 Matrici di Accettabilità

Per la valutazione del rischio associato agli scenari incidentali analizzati si applicano le seguenti matrici, con riferimento alle categorizzazioni di frequenza e severità delle conseguenze di cui alle sezioni precedenti.



**Figura 2-4 Matrice di Rischio.**

Le zone bianche corrispondono alle zone di accettabilità mentre quelle in grigio scuro sono zone di non accettabilità. Le zone intermedie in grigio chiaro corrispondono a valori di rischio per i quali è opportuno adottare tutte le ulteriori misure di prevenzione o di mitigazione tecnicamente ed economicamente praticabili (zona “ALARP”: “As Low As Reasonably Practicable”).

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |                   |                |
| <b>Analisi di rischio</b>  |                   |                |
| <b>Maggio 2013</b>   | <b>B-REL-1003</b> | <b>Rev. 02</b> |

### **3 ANALISI DEGLI SCENARI INCIDENTALI**

#### **3.1 SCENARI INCIDENTALI PER IL TERMINAL OFFSHORE**

##### **3.1.1 Considerazioni generali**

Il terminal off-shore sarà posto a circa 16 km al largo di Venezia, su fondali di circa 22 m. Data la posizione e la funzione del terminal, sono stati preliminarmente identificati una serie di possibili eventi incidentali che potrebbero interessare l'installazione:

- collisione nave;
- impatto elicottero;
- rottura dei bracci di carico;
- rotture apparecchiature e impianti.

Non sono stati considerati incidenti all'interno dei locali di servizio del Terminal, poiché non si prevede che vi siano presenti sistemi di processo o stoccaggi di materiale pericolosi in quantità tali da causare eventi incidentali diversi da quelli presenti in qualsiasi area industriale.

Per ognuno degli eventi considerati si è sviluppata un'analisi quantitativa preliminare delle frequenze di occorrenza e delle conseguenze attese.

L'analisi di dettaglio dei pericoli connessi ai sistemi installati al Terminal sarà condotta nelle successive fasi del progetto, allo scopo di ottimizzare i sistemi di sicurezza e i criteri di progettazione e di garantire l'incolumità del personale in servizio.

Per quanto riguarda lo sversamento di idrocarburi in mare, il progetto prevede una serie di misure atte a contenere l'eventuale diffusione di eventuali spanti. Esse comprendono:

- installazione di valvole a chiusura automatica lungo tutte le linee, in grado di isolare con tempi di reazione brevi i singoli tratti di linea o le apparecchiature più esposte a rischio di sversamenti (ad esempio bracci di carico);
- stesura di un sistema di panne a circoscrivere l'intero specchio d'acqua occupato dalle navi all'accosto;
- realizzazione di un sistema di raccolta spanti dai piazzali dei pontili e di convogliamento mediante tubazione ad un sistema di trattamento, situato sulla testata dei pontili al terminal offshore e all'isola dei petroli.

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |                   |                |
| <b>Analisi di rischio</b>  |                   |                |
| <b>Maggio 2013</b>   | <b>B-REL-1003</b> | <b>Rev. 02</b> |

Tutte le analisi e i valori dei potenziali sversamenti riportati nel seguito sono basati su dati di letteratura e statistica internazionali, che quindi prescindono dalla considerazione dell'efficacia di sistemi di sicurezza dedicati. Le valutazioni quantitative proposte sono pertanto da intendersi sempre più che conservative, mentre le considerazioni finali tengono conto, almeno a livello qualitativo, della presenza di specifici sistemi di sicurezza e prevenzione.

Con specifico riferimento allo scenario di sversamento in mare, il sistema di panne previsto a chiusura dell'area del terminal durante le operazioni di carico e scarico consente di contenere eventuali spandimenti, anche nelle condizioni meteomarine più severe prevedibili per l'utilizzo dell'impianto.

A tale riguardo si ricorda che la statistica del moto ondoso al largo evidenzia una probabilità di superamento dell'altezza significativa (Hs) pari approssimativamente a:

- 2.5% per Hs = 1.75 m
- 0.8% per Hs = 2.25 m

Tenuto conto dell'effetto di smorzamento del moto ondoso all'interno del bacino (onda residua pari a circa il 20%- 30% di quella all'esterno) e dei requisiti di operatività del terminal, si può assumere che durante le operazioni di scarico il moto ondoso nell'area di ormeggio presenti altezze significative Hs non superiori a 0.5 - 0.7 m, ben compatibili con l'efficacia di panne di tipo offshore.

Le panne saranno inoltre dotate di sistemi di aggancio e sgancio rapido, in modo da consentire l'accesso all'area di mezzi di soccorso o l'allontanamento della petroliera in caso di emergenza.

### **3.1.2 Calcolo frequenze degli eventi incidentali**

#### **3.1.2.1 Collisione con Nave**

I risultati del calcolo delle frequenze connesse allo scenario di rilascio di idrocarburi dalle stive di una nave in seguito ad un impatto sono riportati nella seguente Tabella 3.1..

I dati sono estrapolati a partire dalle informazioni contenute nello studio del 2002, aggiornati in funzione delle nuove condizioni di esercizio del terminal.

La categorie di incidente ritenute possibili al terminal sono:

- collisione di nave di passaggio con petroliere all'ormeggio;
- collisione di nave alla deriva;
- collisione in fase di attracco delle petroliere;

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |                   |                |
| <b>Analisi di rischio</b>  |                   |                |
| <b>Maggio 2013</b>   | <b>B-REL-1003</b> | <b>Rev. 02</b> |

- collisione di mezzi di servizio con le petroliere all'ormeggio.

Le frequenze incidentali sono calcolate con riferimento ad un movimento portuale di 5000 navi/anno, all'incirca equivalente a quello considerato nel progetto del 2002, e conservativo rispetto ai movimenti registrati negli anni più recenti, che si sono attestati intorno a 4300 unità.

Di queste si assume che circa 1/4 del traffico commerciale, pari indicativamente pari a 1000 navi/anno, possano mediamente ormeggiare al pontile del terminal offshore, equamente ripartite tra i due lati (NE e SW) del pontile.

Per quanto riguarda la movimentazione di navi petroliere al terminal, si sono assunti invece circa 430 approdi/anno, di cui 100 riferiti al greggio e 330 ai prodotti raffinati (benzina, gasolio).

Tale frequenza è inferiore di circa 1/3 a quella considerata nel progetto 2002 (645 navi) che prevedeva lo scarico al terminal di tutti gli idrocarburi attualmente movimentati via nave nell'area industriale di Marghera .

Per quanto riguarda la metodologia di calcolo delle frequenze incidentali e le entità dei rilasci si sono utilizzati gli stessi dati alla base delle stime del 2002: la collocazione del terminal, ed in particolare la configurazione della diga foranea e la presenza del pontile commerciale, esercita tuttavia una forte azione di schermatura delle navi petroliere all'attracco rispetto ad una possibile collisione, così che le stime di impatto basate su dati di letteratura risultano sicuramente ed ampiamente conservative.

La protezione è pressoché totale per le direzioni di collisione comprese tra NE e SW e quindi rispetto alla maggior parte delle rotte di avvicinamento a Venezia; il terminal rimane esposto rispetto alla rotta di uscita dal porto di Venezia, che tuttavia può ritenersi meno soggetta a rischi trattandosi di navigazione in acque costiere, soggetta a costante monitoraggio e controllo sia a bordo che da terra.

Nella valutazione dei rischi, si è tenuto conto anche dei potenziali eventi connessi alla manovra o alla possibile deriva, per rottura degli ormeggi, delle navi commerciali ormeggiate sul lato SW del pontile commerciale.

La collisione di mezzi di servizio (rimorchiatori, bittoline per bunkeraggio, pilotine, mezzi ormeggiatori, ecc.) con una nave all'ormeggio, seppure potenzialmente caratterizzata da una significativa frequenza, non è attesa avere conseguenze in termini di sversamenti. La bassa velocità nelle fasi di manovra unita alle dimensioni contenute dei natanti coinvolti e alla presenza del doppio scafo su tutte le navi che accedono al terminal, rende infatti irrealistica l'ipotesi di un danno grave allo scafo, tale da comportare significative fuoriuscite di prodotti.

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |                   |                |
| <b>Analisi di rischio</b>  |                   |                |
| <b>Maggio 2013</b>   | <b>B-REL-1003</b> | <b>Rev. 02</b> |

Sulla base delle predette considerazioni, la seguente tabella riporta la distribuzione delle entità di rilascio e le relative frequenze per le diverse categorie di incidente e complessive.

**Tabella 3-1 Terminal offshore - Frequenza Rilasci in Mare.**

| <b>Incidente</b>                   | <b>ENTITÀ RILASCIO</b> | <b>FREQUENZA<br/>(event/anno)</b> |
|------------------------------------|------------------------|-----------------------------------|
| nave di passaggio                  | < 7 tonnellate         | $4.00 \times 10^{-3}$ (*)         |
|                                    | Fra 7 e 700 tonnellate | $4.30 \times 10^{-4}$ (*)         |
|                                    | > 700 tonnellate       | $2.40 \times 10^{-5}$ (*)         |
| nave alla deriva                   | < 7 tonnellate         | $6.00 \times 10^{-5}$             |
|                                    | Fra 7 e 700 tonnellate | $6.50 \times 10^{-6}$             |
|                                    | > 700 tonnellate       | $4.00 \times 10^{-7}$             |
| nave petroliera in accosto         | < 7 tonnellate         | $3.30 \times 10^{-6}$             |
|                                    | Fra 7 e 700 tonnellate | $3.60 \times 10^{-7}$             |
|                                    | > 700 tonnellate       | $1.50 \times 10^{-8}$             |
| nave commerciale in manovra/deriva | < 7 tonnellate         | $5.90 \times 10^{-6}$             |
|                                    | Fra 7 e 700 tonnellate | $6.40 \times 10^{-7}$             |
|                                    | > 700 tonnellate       | $2.70 \times 10^{-8}$             |
| complessivo                        | < 7 tonnellate         | $4.06 \times 10^{-3}$ (*)         |
|                                    | Fra 7 e 700 tonnellate | $4.37 \times 10^{-4}$ (*)         |
|                                    | > 700 tonnellate       | $2.44 \times 10^{-5}$ (*)         |

(\*) la frequenza di accadimento di tale evento è destinata ad essere drasticamente ridotta (indicativamente di un ordine di grandezza) dallo spostamento a distanza di sicurezza del corridoio di traffico navale proveniente da nord.

La frequenza totale di un rilascio sopra le 7 tonnellate risulta essere di  **$4.6 \times 10^{-4}$  eventi/anno** mentre quella dei rilasci sotto le 7 tonnellate risulta essere  **$4.1 \times 10^{-3}$  eventi/anno**.

Per un maggior dettaglio sui calcoli e sulle ipotesi considerati nelle varie tipologie di impatto considerate si rimanda ai successivi sottoparagrafi.

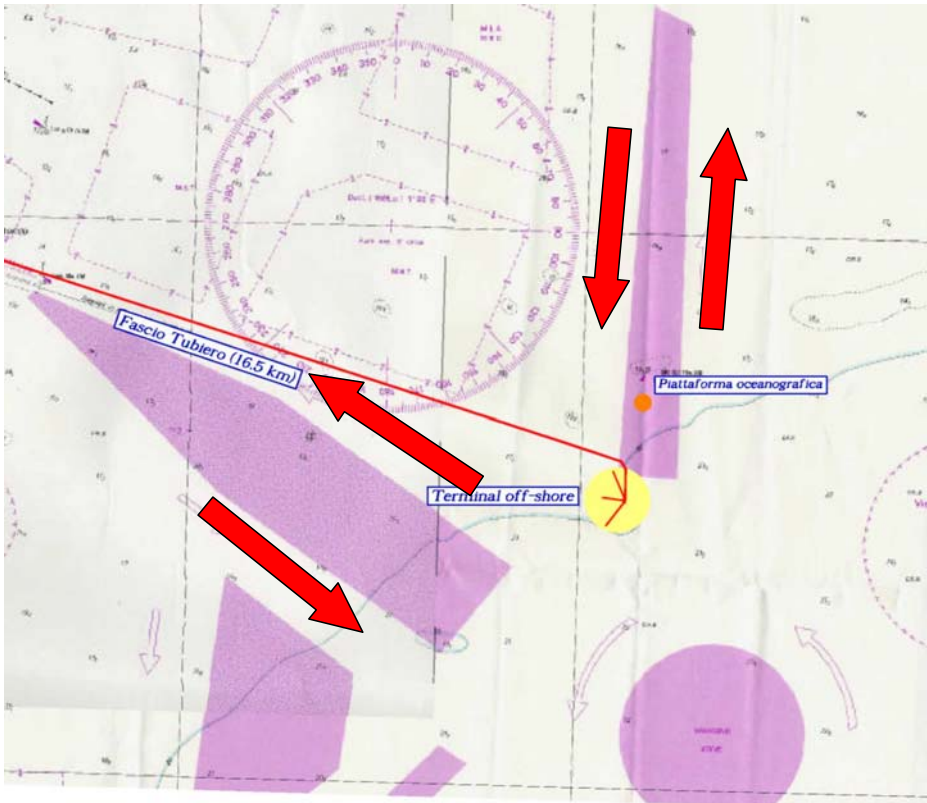
### 3.1.2.2 Nave di passaggio

Lo scenario si riferisce alla possibile collisione di una nave di passaggio fuori rotta con una nave attraccata al pontile. Il calcolo della frequenza di tale evento incidentale è stato effettuato applicando la metodologia descritta al Capitolo 2.

L'analisi della carta nautica relativa al porto di Venezia ha permesso di identificare 4 percorsi principali (corridoi) di passaggio per le navi dirette al porto.

Si è considerato il traffico uniformemente distribuito sui 4 percorsi e si sono considerati 2 passaggi per ogni nave (ingresso ed uscita). I percorsi considerati sono quello di ingresso e quello di uscita dal canale Malamocco - Marghera e due corridoi sulla direttiva Nord - Sud come mostrato in Figura 3.1. Grazie alla disposizione del Terminal, l'impatto di una nave diretta al canale Malamocco - Marghera

che naviga in direzione Ovest non è stata considerata in quanto l'eventuale impatto avverrebbe nel lato protetto del terminal e non potrebbe andare ad interessare una nave in carico/scarico.



**Figura 3-1 Impatto da Nave - Nave Fuori Rotta - Corridoi di Transito Considerati.**

La frequenza attesa di impatto di una nave di passaggio con una nave in carico/scarico risulta uguale a  $6.8 \times 10^{-2}$  collisioni/anno. Tale valore è stato moltiplicato per un fattore correttivo che tiene conto della probabilità che, qualora avvenga l'impatto di una nave di passaggio con le banchine, sia presente una petroliera all'accosto. Il risultato complessivo (che tiene in considerazione il traffico marittimo attuale) è di  $6.6 \times 10^{-3}$  collisioni/anno.

E' fondamentale considerare che il valore calcolato fa riferimento alla posizione attuale dei corridoi di transito, che verranno spostati per tenere conto della presenza del Terminal. In particolare il risultato sopra ottenuto è pesantemente influenzato dalla vicinanza del corridoio proveniente da Nord. L'allontanamento di questo ad una distanza maggiore (indicativamente 3 km terminal-asse del corridoio) ridurrà drasticamente (indicativamente di un ordine di grandezza) il valore della probabilità di collisione.

Considerata la probabilità che tale evento porti ad uno sversamento in mare di idrocarburi si ottiene quanto riassunto nella seguente tabella.

|  |            |         |
|--|------------|---------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |            |         |
| Analisi di rischio   |            |         |
| Maggio 2013  | B-REL-1003 | Rev. 02 |

**Tabella 3-2 Terminal offshore- Nave di Passaggio - Frequenza Rilasci in Mare.**

| ENTITÀ RILASCIO        | FREQUENZA<br>(eventi/anno) |
|------------------------|----------------------------|
| < 7 tonnellate         | $4.0 \times 10^{-3}$ (*)   |
| Fra 7 e 700 tonnellate | $3.9 \times 10^{-4}$ (*)   |
| > 700 tonnellate       | $2.4 \times 10^{-5}$ (*)   |

(\*) vedi nota pagina 44.

### 3.1.2.3 Nave alla deriva

L'applicazione della metodologia descritta nel Capitolo 2, considerando una velocità media di 10 nodi, ha portato ad ottenere che la frequenza attesa di impatto dovuto a navi alla deriva risulta essere dell'ordine di  $4.9 \times 10^{-3}$  eventi/anno. Applicando i valori di probabilità di sversamento in mare già utilizzati nei paragrafi precedenti, si ottengono i valori riportati in tabella.

**Tabella 3-3 Terminal - Nave alla Deriva - Frequenza Rilasci in Mare.**

| ENTITÀ RILASCIO        | FREQUENZA<br>(eventi/anno) |
|------------------------|----------------------------|
| < 7 tonnellate         | $6.0 \times 10^{-5}$       |
| Fra 7 e 700 tonnellate | $6.6 \times 10^{-6}$       |
| > 700 tonnellate       | $4.0 \times 10^{-7}$       |



**Figura 3-2 Impatto da Nave - Nave alla Deriva - Settori Considerati.**

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |                   |                |
| <b>Analisi di rischio</b>  |                   |                |
| <b>Maggio 2013</b>   | <b>B-REL-1003</b> | <b>Rev. 02</b> |

#### 3.1.2.4 Nave in Attracco al Terminal

L'analisi storica dei dati incidentali evidenzia, come è logico attendersi, che la frequenza di accadimento è fortemente influenzata dalla modalità di attracco cioè se esso avvenga con o senza assistenza. Sulla base delle pratiche più applicate, si assume che tutti gli attracchi saranno assistiti.

La frequenza di impatto risulta uguale a  **$5.5 \times 10^{-6}$  eventi/anno**.

Le frequenze di impatto con rilascio calcolate considerando le medesime probabilità di sversamento utilizzate nei paragrafi precedenti sono riportate nella seguente tabella.

**Tabella 3-4 Terminal offshore - Nave in Attracco al Terminal - Frequenza dei Rilasci in Mare.**

| <b>ENTITÀ RILASCIO</b> | <b>FREQUENZA (eventi/anno)</b> |
|------------------------|--------------------------------|
| < 7 tonnellate         | $3.3 \times 10^{-6}$           |
| Fra 7 e 700 tonnellate | $3.6 \times 10^{-7}$           |
| > 700 tonnellate       | $1.5 \times 10^{-8}$           |

#### 3.1.2.5 Nave commerciale in manovra o alla deriva

Si adottano come dati di riferimento gli stessi utilizzati per il caso precedente, riferiti ad un numero massimo di circa 750 navi/anno all'ormeggio sul lato SW del pontile, che possono potenzialmente collidere con una petroliera all'ormeggio, durante le operazioni di ormeggio e manovra.

Poiché è probabile che non tutti gli ormeggi avvengano con assistenza di rimorchiatori (specie per le unità di minori dimensioni) il rischio di collisione di errore in manovra è potenzialmente più elevato di quanto considerato nello scenario precedente: tuttavia si assume che tale maggior rischio sia compensato dalla maggiore distanza tra le navi rispetto alla corrispondente distanza nave/pontile.

La frequenza di impatto risultante (riferita alla movimentazione di 750 navi commerciali/anno sul lato SW del pontile) e tenuto conto di un livello di occupazione dell'accosto petrolifero adiacente del 50% risulta quindi pari a  **$4.8 \times 10^{-6}$  eventi/anno**.

Per quanto riguarda il rischio di collisione tra una petroliera e una nave commerciale alla deriva, a seguito della rottura totale degli ormeggi da parte di quest'ultima, in assenza di dati ufficiali di letteratura applicabili alla specifica situazione, si possono fare le seguenti valutazioni:

- gli eventi meteorologici molto intensi e potenzialmente pericolosi sono quelli provenienti dalle direzioni tra NNE e ENE e caratterizzati da elevata intensità (velocità superiore a 20 m/s): la loro frequenza, estrapolata dalla tabella 2.8, può essere stimata pari a  $5 \times 10^{-2}$  eventi orari per anno;
- il rischio che in corrispondenza ad un evento meteorologico intenso si produca la rottura completa dell'ormeggio con deriva della nave è molto bassa (conservativamente stimata pari a  $10^{-3}$ );



|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |                   |                |
| <b>Analisi di rischio</b>  |                   |                |
| <b>Maggio 2013</b>   | <b>B-REL-1003</b> | <b>Rev. 02</b> |

- la probabilità che la deriva della nave porti ad una effettiva collisione con petroliere è solamente una frazione del valore precedente, tenuto conto della frequenza di occupazione del pontile petrolifero, della distanza tra i due approdi, del tempo necessario a percorrerla (alcuni minuti) e della possibilità di controllo almeno parziale con uso dei mezzi di propulsione di bordo e di rimorchiatori o mezzi di soccorso (conservativamente si assume una probabilità di  $10^{-1}$ ).

Ne consegue una frequenza di collisione di  **$5.0 \times 10^{-6}$  eventi/anno** che porta la frequenza complessiva di collisione tra una nave commerciale operante al terminal e una petroliera pari a  **$9.8 \times 10^{-6}$  eventi/anno**.

Perdite di prodotti petroliferi (combustibile) possono avvenire anche da parte delle navi commerciali operanti al terminal, a seguito di collisione con la banchina in fase di ormeggio. Tenendo conto della frequenza di tali eventi ( **$2 \times 10^{-5}$  eventi/anno** sulla base di 1500 navi/anno) e della conseguente probabilità di sversamento di 0.3% per collisione, si ottiene una frequenza di rilascio, limitata a 7 tonnellate, di  **$6 \times 10^{-8}$  eventi/anno** (trascurabile rispetto ai valori precedenti).

Le frequenze complessive di rilascio per collisioni con navi commerciali operanti al terminal, calcolate considerando le medesime probabilità di sversamento utilizzate nei paragrafi precedenti, sono riportate nella seguente tabella.

**Tabella 3-5 Terminal offshore - Nave in Attracco al Terminal - Frequenza dei Rilasci in Mare.**

| <b>ENTITÀ RILASCIO</b> | <b>FREQUENZA (eventi/anno)</b> |
|------------------------|--------------------------------|
| < 7 tonnellate         | $5.9 \times 10^{-6}$           |
| Fra 7 e 700 tonnellate | $6.4 \times 10^{-7}$           |
| > 700 tonnellate       | $2.7 \times 10^{-8}$           |

### 3.1.2.6 Collisione con Elicottero

L'analisi dei dati storici riguardanti gli incidenti con elicotteri ha portato a stimare una frequenza incidentale pari a  $9.6 \times 10^{-2}$  eventi/anno (TNO, 1991 sulla base di dati WAAS, World Aircraft Accidental Summary).

Anche in considerazione della distanza dell'eliporto dalla zona di manovra e attracco delle navi, non si ritiene tuttavia che tale evento possa avere conseguenze significative per cose o persone al di fuori dell'elicottero stesso e del proprio equipaggio; l'evento non sarà quindi ulteriormente analizzato.

|  |            |         |
|--|------------|---------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |            |         |
| <b>Analisi di rischio</b>  |            |         |
| Maggio 2013  | B-REL-1003 | Rev. 02 |

### 3.1.2.7 Rottura dei Bracci di Carico

Si fa riferimento alle stesse frequenze incidentali unitarie utilizzate per l'analisi di rischio del progetto 2002.

Tenendo conto che il progetto attuale prevede 430 operazioni di carico/scarico, utilizzando 3 bracci di carico per il greggio (circa 100 accosti) e 2 bracci di carico per benzine e gasoli (circa 330 accosti), si sono estrapolate le seguenti frequenze incidentali, rispettivamente per rotture con foro (diametro di riferimento equivalente = 50 mm) e a ghigliottina (rottura completa).

**Tabella 3-6 Bracci di Carico - Frequenze di Rottura.**

| <b>ROTTURA A GHIGLIOTTINA<br/>(ev/anno)</b> | <b>FORO<br/>(eventi/anno)</b> |
|---|-------------------------------|
| $3.7 \times 10^{-4}$                        | $3.7 \times 10^{-2}$          |

Considerato che i bracci di carico saranno dotati di valvole ad intercettazione rapida si è supposto una durata del rilascio pari ad 1 minuto.

### 3.1.2.8 Perdite da apparecchiature e impianti

La tabella riporta le varie frequenze incidentali su base annua, che sono state ottenute sommando i contributi dei diversi apparecchi che compongono l'impianto di ricezione al terminal (tubazioni, flange, valvole, pompe, trappole pig) e tenendo conto dello sviluppo preliminare delle tubazioni interne e di una ragionevole stima del numero di flange e valvole di linea.

**Tabella 3-7 Apparecchiature e impianti Frequenze di rottura.**

| <b>Diametro foro</b> | <b>Totale</b>        | <b>Greggio</b>       | <b>Benzina</b>       | <b>Gasolio</b>       |
|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|                      | <b>(eventi/anno)</b> |                      |                      |                      |
| fino a 50 mm         | $5.7 \times 10^{-2}$ | $9.0 \times 10^{-3}$ | $2.4 \times 10^{-2}$ | $2.4 \times 10^{-2}$ |
| 150 mm               | $7.4 \times 10^{-3}$ | $1.4 \times 10^{-3}$ | $3.0 \times 10^{-3}$ | $3.0 \times 10^{-3}$ |

E' da considerare che la statistica è di validità generale e non tiene conto quindi né delle specifiche attività di manutenzione del terminal (ispezioni visive, misure periodiche di spessore, ecc.), né del tempo in cui le tubazioni rimarranno inattive, a pressione ridotta o nulla o riempite con acqua; tutti elementi che contribuiscono a ridurre in modo significativo i rischi di rotture e le conseguenze degli eventuali sversamenti.

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |                   |                |
| <b>Analisi di rischio</b>  |                   |                |
| <b>Maggio 2013</b>   | <b>B-REL-1003</b> | <b>Rev. 02</b> |

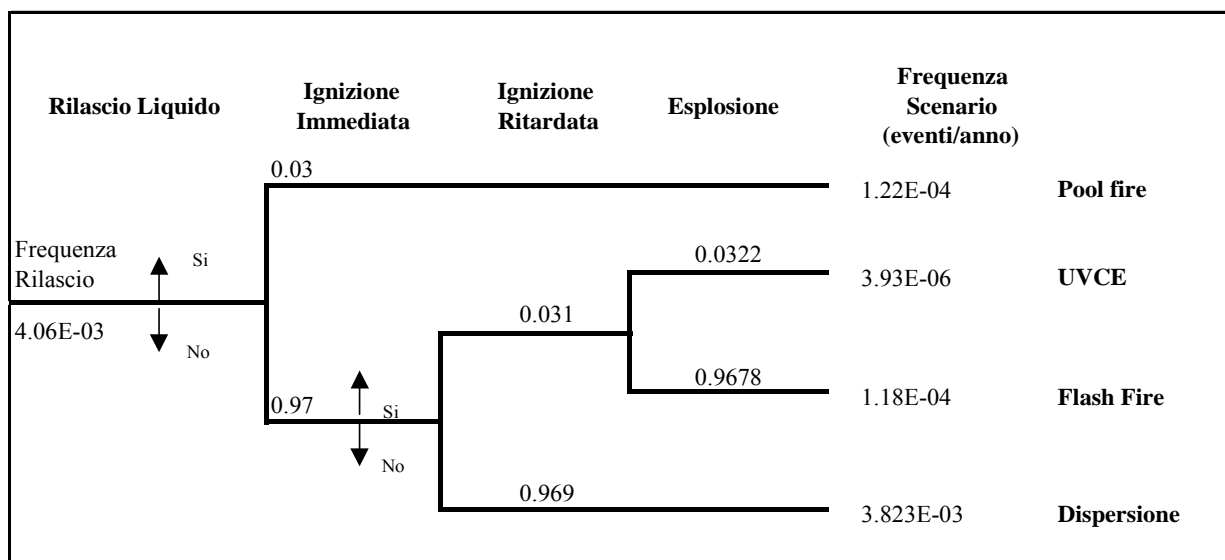
### 3.1.3 Analisi Delle Conseguenze

#### 3.1.3.1 Collisione da Nave

L'analisi delle conseguenze è condotta con riferimento a due valori tipici per le portate di efflusso: 31 kg/s per le fuoriuscite significative e 8.3 kg/s per quelle limitate. Tali valori sono desunti dai dati e delle relazioni riportate in letteratura (TNO, 1999).

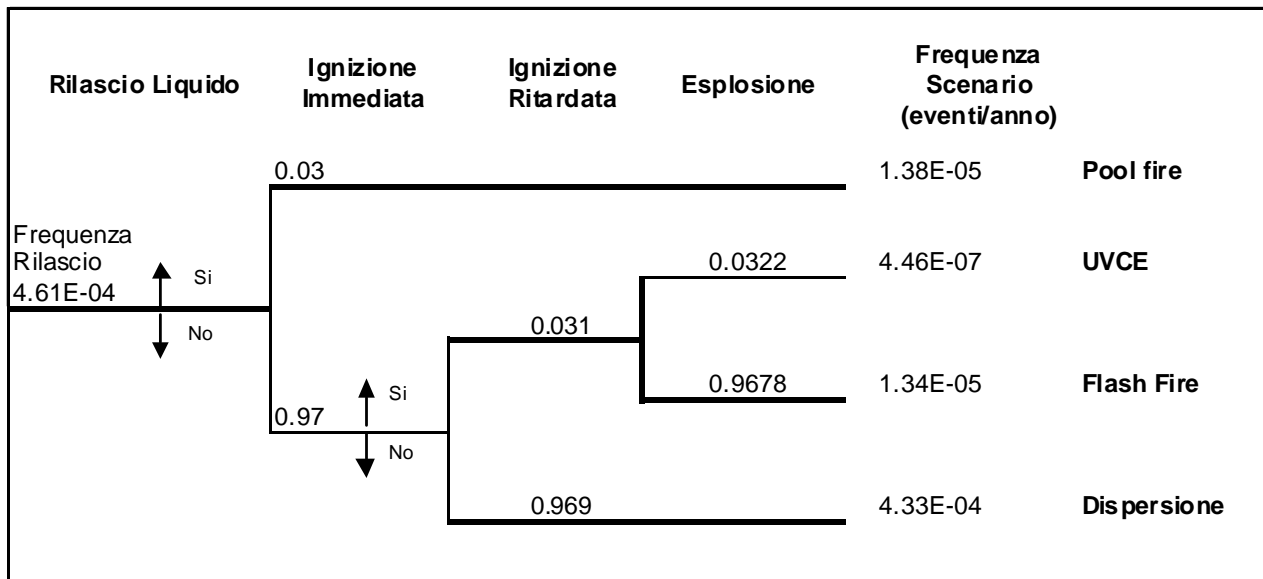
Di seguito sono riportati gli alberi degli eventi per la identificazione degli scenari.

Per quanto riguarda la dispersione di prodotto in mare, il progetto considera la presenza di panne galleggianti che chiudono i due settori del terminal, contenendo il rilascio in uno specchio d'acqua con area di circa 100.000 m<sup>2</sup>.



**Figura 3-3 Terminal offshore - Albero degli Eventi – Collisione da nave - Rilasci sotto le 7 tonnellate.**

|  |            |         |
|--|------------|---------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |            |         |
| Analisi di rischio   |            |         |
| Maggio 2013  | B-REL-1003 | Rev. 02 |



**Figura 3-4 Terminal offshore - Albero degli Eventi – Collisione da nave - Rilasci sopra le 7 tonnellate.**

Dall’analisi delle frequenze di accadimento degli scenari, risulta che l’esplosione (UVCE) non è considerata credibile.

L’analisi delle conseguenze viene quindi sviluppata per i seguenti scenari:

- incendio;
- flash fire;
- dispersione,

per i casi di rilascio di Greggio (Caso 1) e Benzina (Caso 2).

I risultati della analisi delle conseguenze sono riportati nelle tabelle seguenti:

**Tabella 3-8 Terminal - Poolfire - Distanze delle Curve di Irraggiamento - Rilascio sotto le 7 tonnellate (Piccolo Spillamento).**

| Caso | Condizione Atmosferica | Diametro Pozza (m) | Distanze (m)           |                        |                     |
|------|------------------------|--------------------|------------------------|------------------------|---------------------|
|      |                        |                    | 37.5 kW/m <sup>2</sup> | 12.5 kW/m <sup>2</sup> | 7 kW/m <sup>2</sup> |
| 1    | 2F                     | 5.3                | ---                    | 102                    | 116                 |
|      | 5D                     | 5.2                | ---                    | 95                     | 104                 |
| 2    | 2F                     | 5.0                | ---                    | 76                     | 85                  |
|      | 5D                     | 4.9                | ---                    | 69                     | 76                  |

|  |            |         |
|--|------------|---------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |            |         |
| Analisi di rischio   |            |         |
| Maggio 2013  | B-REL-1003 | Rev. 02 |

**Tabella 3-9 Terminal - Flash Fire - Distanze Soglia di Letalità- Rilascio sotto le 7 tonnellate.**

| Caso | Condizione Atmosferica | Distanze (m) |     |
|------|------------------------|--------------|-----|
|      |                        | ½ LFL        | LFL |
| 1    | 2F                     | 110          | 83  |
|      | 5D                     | 89           | 64  |
| 2    | 2F                     | 77           | 106 |
|      | 5D                     | 42           | 69  |

**Tabella 3-10 Terminal - Categorizzazione degli Eventi – Collisione da nave - Rilascio sotto le 7 tonnellate.**

| Categorizzazione   | Incendio | Flash Fire | Esplosione | Dispersione |
|--------------------|----------|------------|------------|-------------|
| Frequenza Attesa:  | 2        | 2          | ---        | 3           |
| Danni a Persone    | 1        | 2          | ---        | ---         |
| Danni all'Ambiente | ---      | ---        | ---        | 1           |

**Tabella 3-11 Terminal - Poolfire - Distanze delle Curve di Irraggiamento - Rilascio sopra le 7 tonnellate (Spillamento Grave).**

| Caso | Condizione Atmosferica | Diametro Pozza (m) | Distanze (m)           |                        |                     |
|------|------------------------|--------------------|------------------------|------------------------|---------------------|
|      |                        |                    | 37.5 kW/m <sup>2</sup> | 12.5 kW/m <sup>2</sup> | 7 kW/m <sup>2</sup> |
| 1    | 2F                     | 7.5                | 12                     | 19                     | 22                  |
|      | 5D                     | 7.4                | 13                     | 20                     | 23                  |
| 2    | 2F                     | 7.0                | ---                    | 114                    | 126                 |
|      | 5D                     | 7.0                | 86                     | 106                    | 116                 |

**Tabella 3-12 Terminal - Flash Fire - Distanze Soglia di Letalità -Rilascio sopra le 7 tonnellate.**

| Caso | Condizione Atmosferica | Distanze (m) |     |
|------|------------------------|--------------|-----|
|      |                        | ½ LFL        | LFL |
| 1    | 2F                     | 208          | 158 |
|      | 5D                     | 130          | 86  |
| 2    | 2F                     | 202          | 151 |
|      | 5D                     | 110          | 67  |

**Tabella 3-13 Terminal - Categorizzazione degli Eventi – Collisione da nave - Rilascio sopra le 7 tonnellate.**

| Categorizzazione   | Incendio | Flash Fire | Esplosione | Dispersione |
|--------------------|----------|------------|------------|-------------|
| Frequenza Attesa:  | 1        | 1          | ---        | 2           |
| Danni a Persone    | 2        | 2          | ---        | ---         |
| Danni all'Ambiente | ---      | ---        | ---        | 2           |

|  |            |         |
|--|------------|---------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |            |         |
| <b>Analisi di rischio</b>  |            |         |
| Maggio 2013  | B-REL-1003 | Rev. 02 |

### 3.1.3.2 Rottura Bracci di Carico

L'analisi delle conseguenze degli sversamenti è stata condotta nello studio del 2002 sulla base di parametri di progetto parzialmente diversi da quelli attuali. Le tabelle che seguono riportano il confronto tra le due situazioni, in termini di condizioni operative e di portate di efflusso.

La situazione del progetto attuale risulta più favorevole rispetto a quella precedente, prevedendo portate di efflusso uguali o inferiori (fino al 25%) di quelle del 2002: a titolo conservativo si sono tuttavia considerate ancora validi i risultati ottenuti nel precedente studio per quanto riguarda le condizioni di innesco e lo sviluppo delle conseguenze.

Il calcolo, riferito al presente progetto, si basa sull'assunzione che la portata di progetto nelle condizioni di massima densità del prodotto (6000 m<sup>3</sup>/h a 0.93 Mg/m<sup>3</sup> per il greggio, 2500 m<sup>3</sup>/h a 0.85 Mg/m<sup>3</sup> per benzine e gasoli) sia scaricata attraverso 2 bracci di carico.

**Tabella 3-14 Rottura Bracci di Carico - Dati Generali.**

| PARAMETRO          | Progetto 2002           |          | Progetto attuale |          |
|--------------------|-------------------------|----------|------------------|----------|
|                    | CASO 1                  | CASO 2   | CASO 1           | CASO 2   |
| Temperatura        | 25 °C                   | 25 °C    | 25 °C            | 25 °C    |
| Pressione          | 10 barg                 | 10 barg  | 10 barg          | 10 barg  |
| Portata Operativa  | 1044 kg/s               | 283 kg/s | 775 kg/s         | 295 kg/s |
| Diametro Tubazione | -                       | -        | -                | -        |
| Fluido             | Grezzo                  | Benzina  | Grezzo           | Benzina  |
| Foro               | 50 mm, rottura completa |          |                  |          |

Lo studio del 2002 ha determinato le portate di efflusso ipotizzando un diametro del foro pari a 50 mm e, per quanto riguarda la rottura totale, una fuoriuscita pari al doppio della portata operativa così da tenere conto dello spostamento del punto di lavoro delle pompe dovuto alla perdita di contropressione.

Si è considerato che i bracci di carico saranno equipaggiati con valvole ad intercettazione rapida: pertanto si supporrà una durata del rilascio pari a 1 minuto.

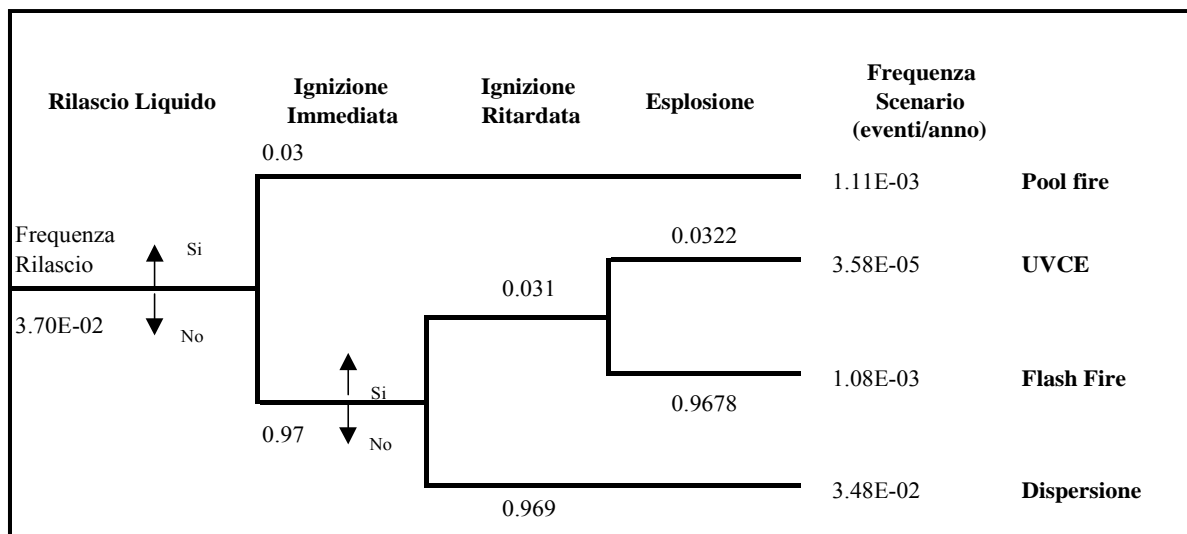
Le portate di efflusso nei due scenari sono riportate nella tabella seguente.

**Tabella 3-15 Rottura dei Bracci di Carico - Portata di Efflusso.**

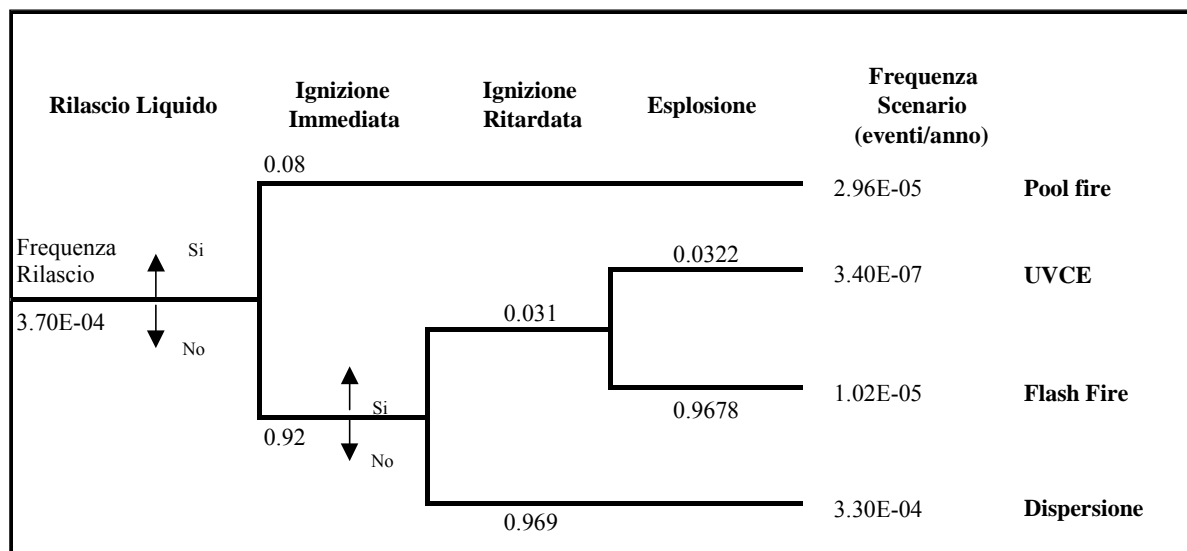
| FORO           | Progetto 2002              |        | Progetto attuale           |        |
|----------------|----------------------------|--------|----------------------------|--------|
|                | PORTATA DI EFFLUSSO (kg/s) |        | PORTATA DI EFFLUSSO (kg/s) |        |
|                | Caso 1                     | Caso 1 | Caso 1                     | Caso 2 |
| 50 mm          | 42.7                       | 42.7   | 42.7                       | 46.2   |
| Rottura totale | 2088                       | 2088   | 1550                       | 590    |

Nelle seguenti figure sono riportati gli alberi degli eventi relativi agli scenari di rottura dei bracci di carico.

|  |            |         |
|--|------------|---------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |            |         |
| Analisi di rischio   |            |         |
| Maggio 2013  | B-REL-1003 | Rev. 02 |



**Figura 3-5 Rottura dei Bracci di Carico - Albero degli Eventi – Foro da 50 mm.**



**Figura 3-6 Rottura dei Bracci di Carico - Albero degli Eventi - Rottura a Ghigliottina.**

Dall'analisi dei risultati degli alberi degli eventi risulta che tutti gli scenari sono credibili.

La quantità totale di idrocarburo rilasciata è indicata nella tabella che segue.

**Tabella 3-16 Rottura Bracci di Carico - Quantificazione del Rilascio in Mare.**

| FORO         | RILASCIO IN MARE (kg) |        |
|--------------|-----------------------|--------|
|              | Caso 1                | Caso 2 |
| 50 mm        | 2562                  | 2772   |
| ghigliottina | 93000                 | 35400  |

|  |            |         |
|--|------------|---------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |            |         |
| Analisi di rischio   |            |         |
| Maggio 2013  | B-REL-1003 | Rev. 02 |

Le successive tabelle riportano le distanze dei valori di soglia per i vari scenari attesi, conservativamente riferiti ai valori di rilascio dello studio del 2002, che su risultano nel caso più gravoso (caso 1 - rottura a ghigliottina) superiori del 25% a quelli attuali.

Le tabelle dalla 3-17 alla 3-20 riguardano la rottura dei bracci di carico corrispondente ad un foro da 50 cm.

**Tabella 3-17 Rottura dei Bracci di Carico - Poolfire - Distanze delle Curve di Irraggiamento - Foro da 50 mm.**

| Caso | Condizione Atmosferica | Diametro Pozza (m) | Distanze (m)           |                        |                     |
|------|------------------------|--------------------|------------------------|------------------------|---------------------|
|      |                        |                    | 37.5 kW/m <sup>2</sup> | 12.5 kW/m <sup>2</sup> | 7 kW/m <sup>2</sup> |
| 1    | 2F                     | 5.2                | 33                     | 38                     | 40                  |
|      | 5D                     | 3.8                | 39                     | 42                     | 43                  |
| 2    | 2F                     | 6.3                | 33                     | 40                     | 45                  |
|      | 5D                     | 5.8                | 37                     | 46                     | 51                  |

**Tabella 3-18 Rottura Bracci di Carico - Flash Fire - Distanze Soglia di Letalità - Foro da 50 mm.**

| Caso | Condizione Atmosferica | Distanze (m) |     |
|------|------------------------|--------------|-----|
|      |                        | ½ LFL        | LFL |
| 1    | 2F                     | 319          | 241 |
|      | 5D                     | 219          | 161 |
| 2    | 2F                     | 271          | 193 |
|      | 5D                     | 191          | 138 |

**Tabella 3-19 Rottura dei Bracci di Carico - Esplosione- Distanze delle Curve di Sovrappressione- Foro da 50 mm.**

| Caso | Condizione Atmosferica | Massa Infiammabile (kg) | Distanze (m) |      |      |
|------|------------------------|-------------------------|--------------|------|------|
|      |                        |                         | 0.3 bar      | 0.14 | 0.07 |
| 1    | 2F                     | 196                     | 28           | 67   | 147  |
|      | 5D                     | 607                     | 41           | 82   | 143  |
| 2    | 2F                     | 110                     | 23           | 46   | 110  |
|      | 5D                     | 343                     | 34           | 66   | 116  |

**Tabella 3-20 Rottura dei Bracci di Carico - Categorizzazione degli Eventi - Foro da 50mm.**

| Categorizzazione   | Incendio | Flash Fire | Esplosione | Dispersione |
|--------------------|----------|------------|------------|-------------|
| Frequenza Attesa:  | 3        | 3          | 1          | 4           |
| Danni a Persone    | 1        | 2          | 2          | ---         |
| Danni all'Ambiente | ---      | ---        | ---        | 1           |



|  |            |         |
|--|------------|---------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |            |         |
| Analisi di rischio   |            |         |
| Maggio 2013  | B-REL-1003 | Rev. 02 |

Le tabelle dalla 3-21 alle 3-24 riguardano la rottura a ghigliottina dei bracci di carico.

**Tabella 3-21 Rottura dei Bracci di Carico - Poolfire - Distanze delle Curve di Irraggiamento - Rottura a Ghigliottina.**

| Caso | Condizione Atmosferica | Diametro Pozza (m) | Distanze (m)           |                        |                     |
|------|------------------------|--------------------|------------------------|------------------------|---------------------|
|      |                        |                    | 37.5 kW/m <sup>2</sup> | 12.5 kW/m <sup>2</sup> | 7 kW/m <sup>2</sup> |
| 1    | 2F                     | 23.9               | ---                    | 16                     | 27                  |
|      | 5D                     | 23.9               | ---                    | 20                     | 32                  |
| 2    | 2F                     | 15.3               | ---                    | 23                     | 29                  |
|      | 5D                     | 15.3               | ---                    | 13                     | 16                  |

**Tabella 3-22 Rottura dei Bracci di Carico - Flash Fire - Distanze Soglia di Letalità- Rottura a Ghigliottina.**

| Caso | Condizione Atmosferica | Distanze (m) |     |
|------|------------------------|--------------|-----|
|      |                        | ½ LFL        | LFL |
| 1    | 2F                     | 810          | 412 |
|      | 5D                     | 214          | 140 |
| 2    | 2F                     | 205          | 94  |
|      | 5D                     | 99           | 62  |

**Tabella 3-23 Rottura dei Bracci di Carico - Esplosione - Distanze delle Curve di Sovrappressione- Rottura a Ghigliottina.**

| Caso | Condizione Atmosferica | Massa Infiammabile (kg) | Distanze (m) |      |      |
|------|------------------------|-------------------------|--------------|------|------|
|      |                        |                         | 0.3 bar      | 0.14 | 0.07 |
| 1    | 2F                     | 13661                   | 125          | 233  | 448  |
|      | 5D                     | 263                     | 31           | 62   | 318  |
| 2    | 2F                     | 562                     | 39           | 87   | 193  |
|      | 5D                     | 1577                    | 56           | 111  | 193  |

**Tabella 3-24 Rottura dei Bracci di Carico - Categorizzazione degli Eventi - Rottura a Ghigliottina.**

| Categorizzazione   | Incendio | Flash Fire | Esplosione | Dispersione |
|--------------------|----------|------------|------------|-------------|
| Frequenza Attesa:  | 1        | 1          | ---        | 2           |
| Danni a Persone    | 1        | 2          | --         | ---         |
| Danni all'Ambiente | ---      | ---        | ---        | 1           |

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |                   |                |
| <b>Analisi di rischio</b>  |                   |                |
| <b>Maggio 2013</b>   | <b>B-REL-1003</b> | <b>Rev. 02</b> |

### 3.1.3.3 Rottura Tubazioni e apparecchiature

La rottura delle tubazioni o di apparecchiature può comportare sversamenti di diversa entità in funzione della gravità del danno.

Si è assunto che la fuoriuscita possa avere una durata di 3 minuti prima che intervenga la chiusura delle valvole di sezionamento (in parte assunte ad azionamento manuale) e che nel tempo possa prodursi il completo svuotamento del tratto di linea compreso tra due sezionamenti (valore che tiene conto della peggiore ipotesi di rottura, nel punto più basso della linea).

Si assume inoltre che solamente il 20% del prodotto fuoriuscito possa disperdersi nell'ambiente (in acqua) o propagarsi a formare pozze di entità sufficiente all'innesco, grazie alla funzione di raccolta e smaltimento esercitata dai sistemi di contenimento e raccolta spanti.

Il calcolo è basato sulle seguenti assunzioni:

- le linee interne e le singole apparecchiature hanno un diametro nominale ridotto rispetto a quello della pipeline (sezione pari al 50%);
- ogni linea e apparecchiatura è interessata da una portata pari al 50% di quella massima nominale del terminal;
- sono presenti valvole di intercettazione disposte a distanze non superiori a 200 m per il greggio e a 400 m per benzine e gasoli (volumi massimi dei vari tratti di linea compresi rispettivamente tra 79 m<sup>3</sup> per il greggio e 56 m<sup>3</sup> per benzine e gasoli).

**Tabella 3-25 Rottura apparecchiature - Dati Generali.**

| <b>PARAMETRO</b>  | <b>CASO 1</b> | <b>CASO 2</b> |
|-------------------|---------------|---------------|
| Temperatura       | 25 °C         | 25 °C         |
| Pressione         | 10 barg       | 10 barg       |
| Portata Operativa | 750 kg/s      | 280 kg/s      |
| Fluido            | Grezzo        | Benzina       |

Le due categorie di danno (foro fino a 50 mm e foro di 150 mm) determinano le portate massime di efflusso e i relativi quantitativi sversati e dispersi in ambiente riportati nelle tabelle a seguire (la portata di efflusso è limitata nel caso 2 con foro da 150 mm alla portata nominale della linea).

**Tabella 3-26 Rottura apparecchiature – Portate di efflusso.**

| <b>FORO</b> | <b>PORTATA DI EFFLUSSO (kg/s)</b> |               |
|-------------|-----------------------------------|---------------|
|             | <b>Caso 1</b>                     | <b>Caso 2</b> |
| 50 mm       | 42.7                              | 46.2          |
| 150 mm      | 465                               | 280           |

|  |            |         |
|--|------------|---------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |            |         |
| Analisi di rischio   |            |         |
| Maggio 2013  | B-REL-1003 | Rev. 02 |

**Tabella 3-27 Rottura apparecchiature – Portate disperse.**

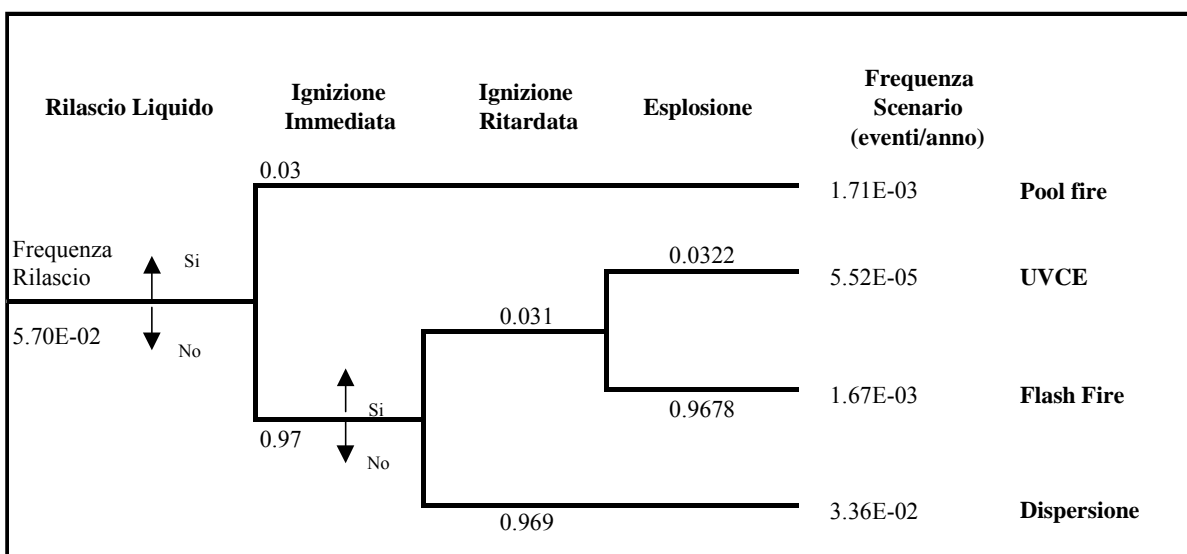
| evento      |                      | PORTATA DISPERSA IN AMBIENTE (kg) |        |
|-------------|----------------------|-----------------------------------|--------|
|             |                      | Caso 1                            | Caso 2 |
| foro 50 mm  | fuoriuscita diretta  | 7800                              | 8300   |
|             | svuotamento linea    | 73000                             | 48000  |
|             | totale               | 80800                             | 56300  |
|             | quota dispersa (20%) | 16160                             | 11250  |
| foro 150 mm | fuoriuscita diretta  | 83700                             | 50400  |
|             | svuotamento linea    | 73000                             | 48000  |
|             | totale               | 156700                            | 98400  |
|             | quota dispersa (20%) | 31350                             | 19700  |

Le portate di efflusso e le quantità disperse in mare sono dello stesso ordine di grandezza o inferiori a quelle registrate per i bracci di carico.

Per tale motivo si assumono validi gli stessi risultati (distanze curve di irraggiamento, distanze soglie di letalità) determinati per le perdite dai bracci di carico.

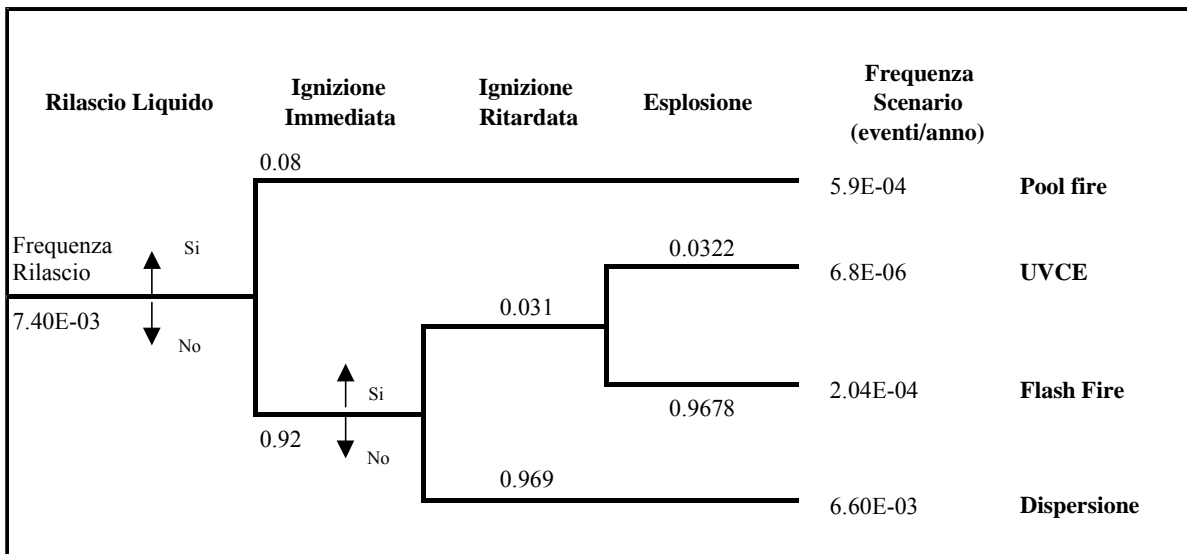
In particolare si adotta la stessa ripartizione percentuale delle frequenze incidentali considerata per le due ipotesi di rottura dei bracci di carico e i valori delle conseguenze determinate per la rottura a ghigliottina dei bracci di carico (la condizione più prossima a quella del presente scenario, seppure largamente conservativa).

E' anche da tener conto che, dopo la chiusura delle valvole di intercettazione, lo svuotamento della linea avverrà con tempi molto lunghi, a causa della repentina diminuzione di pressione, e in molti casi in modo solo parziale (in funzione della posizione della perdita e della configurazione di linea), rendendo ulteriormente cautelativi i risultati ottenuti.



**Figura 3-7 Rottura delle apparecchiature - Albero degli Eventi – Foro da 50 mm.**

|  |            |         |
|--|------------|---------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |            |         |
| Analisi di rischio   |            |         |
| Maggio 2013  | B-REL-1003 | Rev. 02 |



**Figura 3-8 Rottura delle apparecchiature - Albero degli Eventi – Foro da 150 mm.**

La categorizzazione dei due eventi è riportata nelle seguenti tabelle.

**Tabella 3-28 Rottura delle apparecchiature - Categorizzazione degli Eventi - Foro da 50 mm.**

| Categorizzazione   | Pool fire | UVCE | Flash fire | Dispersione |
|--------------------|-----------|------|------------|-------------|
| Frequenza Attesa:  | 3         | 1    | 3          | 4           |
| Danni a Persone    | 1         | 2    | 2          | ---         |
| Danni all'Ambiente | ---       | ---  | ---        | 1           |

**Tabella 3-29 Rottura delle apparecchiature - Categorizzazione degli Eventi - foro da 150 mm.**

| Categorizzazione   | Pool fire | UVCE | Flash fire | Dispersione |
|--------------------|-----------|------|------------|-------------|
| Frequenza Attesa:  | 2         | --   | 2          | 3           |
| Danni a Persone    | 1         | --   | 2          | ---         |
| Danni all'Ambiente | ---       | ---  | ---        | 1           |

### 3.2 SCENARI INCIDENTALI PER LE CONDOTTE A MARE

#### 3.2.1 Considerazioni generali

Le tubazioni sottomarine offshore corrono parallele ed affiancate dal Terminal a mare all'isola di Malamocco, sita a circa 16 km dal terminal.

Il progetto prevede 3 tubazioni per prodotti petroliferi, completamente interrate a -3 dal fondomare e, per la prima parte, coperte con strutture di protezione in calcestruzzo.

L'interasse massimo tra le tubazioni è pari a 13 m.

|  |            |         |
|--|------------|---------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |            |         |
| Analisi di rischio   |            |         |
| Maggio 2013  | B-REL-1003 | Rev. 02 |

Si assumono ancora validi i criteri metodologici e i dati di letteratura per il calcolo delle rotture da impatti con oggetti esterni già utilizzati nello studio del 2002, aggiornando invece con informazioni più recenti la statistica delle rotture per cause interne alla tubazione.

### 3.2.2 Calcolo frequenze degli eventi incidentali

#### 3.2.2.1 Impatto con Ancora

L'impatto con un'ancora è sostanzialmente legato alla frequenza di passaggi di navi sopra la tubazione. I modi in cui un'ancora può danneggiare la tubazione sono sostanzialmente due: per urto diretto o per aggancio nella fase di trascinamento (*hooking*). Le frequenze di guasto serio del motore per classe di nave sono state ricavate dall'analisi dei dati statistici contenuti nel database ATOMOS II (D'Appolonia, 1996).

Dal momento che il tratto in considerazione è composto da una serie di tubazioni, nel calcolo della frequenza di interazione si è considerato come diametro di tubazione la massima distanza fra le tubazioni di idrocarburi (13 m) non considerando altre tubazioni (servizi, acqua, ecc.) e si è considerata una velocità media delle navi di 10 nodi.

Nella seguente tabella sono riportati i valori utilizzati nel calcolo assieme alle caratteristiche delle ancore prese in considerazione.

**Tabella 3-30 Tubazione Sottomarina - Dati Utilizzati nella Valutazione degli Impatti da Ancora.**

| Tipologia Nave (DWT) | Frazione sul Traffico <sup>(1)</sup> | Ancoraggi di Emergenza (ev/anno nave) | Lunghezza d'Interazione (diretta) | Lunghezza d'Interazione (trascinamento) |
|----------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|---|
| <3000                | 0.30                                 | $2.3 \times 10^{-4}$                  | 14.2                              | 64                                      |
| 3000 - 15000         | 0.41                                 | $1.4 \times 10^{-4}$                  | 21.7                              | 52                                      |
| > 15000              | 0.29                                 | $8.9 \times 10^{-5}$                  | 15.4                              | 54                                      |

Nota: (1) da dati del progetti 2002

Sulla base delle lunghezze d'interazione diretta e di trascinamento e assumendo un numero di navi pari a 5000 per anno (valore molto simile a quello considerato nello studio del 2002), le frequenze attese d'impatto risultano pari a  $2.0 \times 10^{-7}$  eventi/anno per l'impatto diretto con l'ancora e  $5.0 \times 10^{-7}$  eventi/anno per l'aggancio da parte dell'ancora, che rientrano nei limiti di eventi non credibili (con probabilità inferiore a  $1.0 \times 10^{-6}$ ) e non saranno pertanto oggetto di ulteriori analisi.

Il calcolo è inoltre conservativo in quanto non tiene conto della protezione offerta dalla struttura di copertura in calcestruzzo.

La possibilità che l'evento si verifichi da parte di una nave commerciale operante al terminal offshore si deve considerare conservativamente inclusa nelle precedenti valutazioni, anche in considerazione

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |                   |                |
| <b>Analisi di rischio</b>  |                   |                |
| <b>Maggio 2013</b>   | <b>B-REL-1003</b> | <b>Rev. 02</b> |

del fatto che nell'area del terminal le tubazioni sono interrato e protette, che nell'area vigerà il divieto di ancoraggio e che le navi in arrivo e partenza saranno assistite durante le fasi finali di avvicinamento e manovra.

### 3.2.2.2 Impatto con Oggetto in Affondamento

#### **Nave in affondamento**

L'analisi della carta nautica relativa al Porto di Venezia ha permesso di identificare 4 percorsi principali (corridoi) di passaggio per le navi dirette al porto; si è considerato il traffico uniformemente distribuito sui 4 percorsi e pertanto si è considerato che solo il 25% del traffico marittimo passi nel corridoio sopra le tubazioni. Inoltre, un ulteriore 25% del traffico complessivo (navi commerciali operanti al terminal) potrà interagire con le tubazioni nell'area del terminal, seppure per un tratto limitato del loro sviluppo.

Considerando inalterata rispetto allo studio del 2002 la tipologia delle navi che interessano il porto di Venezia e le modalità di accadimento di questo genere di incidente, si può assumere una frequenza di interazione nave/tubazioni di circa  **$2.8 \times 10^{-5}$  eventi/anno**, che tuttavia non tiene conto del benefico effetto derivante dallo spostamento del tracciato delle linee di transito verso Nord che lo allontana dall'allineamento di ingresso del canale di Malamocco.

#### **Container in affondamento**

Per l'analisi della frequenza di affondamento container si sono utilizzati i dati di traffico già considerati nello studio del 2002, che fanno riferimento a una movimentazione di 211966 TEU. Considerando le frequenze relative alla perdita di containers in mare riportate dal "World Shipping Council", si ottiene una frequenza attesa di 1.2 container in acqua all'anno (supponendo che tutte le navi trasportino containers da 20 piedi = 1 TEU).

Come già esplicitato nel paragrafo relativo alla valutazione delle frequenze di accadimento il presente scenario considera che solo il 25% del traffico passi sopra le tubazioni nel loro tratto di collegamento tra il terminal e la laguna e che un ulteriore 25% del traffico (quello operante al terminal offshore) possa passare sopra il tratto terminal delle tubazioni: assumendo che circa il 50% dei containers galleggino (Lloyds Register, 1987), si ottiene una frequenza d'impatto annua di circa  **$4.4 \times 10^{-4}$  eventi/anno**.

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |                   |                |
| <b>Analisi di rischio</b>  |                   |                |
| <b>Maggio 2013</b>   | <b>B-REL-1003</b> | <b>Rev. 02</b> |

### 3.2.2.3 Rottura Random delle Tubazioni

L'analisi si fonda sulle seguenti valutazioni e assunzioni (RADD – Risk Assessment Data Directory (OGP), 2010, Rapporto n. 434-4 “Risers & pipeline release frequency”).

Considerato che il tratto a mare risulta lungo 15,4 km, la frequenza associata di rottura per cause interne alla linea è pari, per i tubi di benzina e gasolio, a  $4.3 \times 10^{-4}$  eventi/anno tubazione e, per il greggio, a  $1.2 \times 10^{-4}$  eventi/anno tubazione (rif. par. 2.2.2).

La frequenza globale di rottura riferita alle tre tubazioni, quindi, è pari a  **$9.8 \times 10^{-4}$  eventi/anno**.

Come già anticipato, tale valore è da considerarsi molto cautelativo, dato che il progetto allo stato attuale prevede un passaggio frequente di ‘pig’ per la valutazione delle condizioni della linea e la rilevazione tempestiva di eventuali danneggiamenti della condotta.

La probabilità di rottura tra le diverse cause può essere così stimata:

- corrosione 70%
- difetti del materiale 25%
- difetti di costruzione 5%

Le zone più sensibili a corrosione sono quelle in prossimità degli approdi, nella zona di copri-scopri: circa il 35% dei danni può pertanto considerarsi concentrato in prossimità del terminal (nel primo chilometro).

La frequenza relativa della rottura in funzione delle dimensioni del foro è considerata pari a:

- cricca o piccolo foro - dimensioni < 20 mm (valore di riferimento = 20 mm) 75%
- foro di diametro compreso tra 20 e 80 mm (valore di rif. = 50 mm) 15%
- foro di grande dimensione (valore di rif. = 200 mm) 2%
- rottura completa non applicabile al presente scenario

Di conseguenza, le frequenze (espresse come eventi/anno) per ciascun tubo e tipologia di rottura risultano come riportato nella seguente tabella:

**Tabella 3-31 – Condotte a mare – Rottura Random delle tubazioni – Frequenze di accadimento.**

| <b>diametro foro</b> | <b>Frequenze (eventi/anno)</b> |                      |
|----------------------|--------------------------------|----------------------|
|                      | <b>tubo benzina o gasolio</b>  | <b>tubo greggio</b>  |
| 20 mm                | $3.3 \times 10^{-4}$           | $8.9 \times 10^{-5}$ |
| 50 mm                | $6.5 \times 10^{-5}$           | $2.9 \times 10^{-5}$ |

|  |            |         |
|--|------------|---------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |            |         |
| Analisi di rischio   |            |         |
| Maggio 2013  | B-REL-1003 | Rev. 02 |

| diametro foro    | Frequenze (eventi/anno) |                      |
|------------------|-------------------------|----------------------|
|                  | tubo benzina o gasolio  | tubo greggio         |
| 200 mm           | $8.7 \times 10^{-6}$    | $1.4 \times 10^{-6}$ |
| rottura completa | non applicabile         | non applicabile      |

### 3.2.3 Analisi delle conseguenze

#### 3.2.3.1 Impatto con Ancora

L'evento non è ritenuto credibile (frequenza attesa minore di  $1.0 \times 10^{-6}$ , vedi capitolo 2.4.2.1) e non è quindi stato analizzato in termini di conseguenze.

#### 3.2.3.2 Impatto con Oggetto in Affondamento

##### Nave in affondamento

Tale evento presenta una frequenza di accadimento che rientra nei limiti di accettabilità e, dall'esperienza maturata nel Mare del Nord, l'affondamento di una nave non porta necessariamente alla rottura delle tubazioni, data la bassa velocità d'affondamento e la grande superficie di contatto.

Nell'eventualità di deformazione della condotta che porti a fessurazione con sversamento di prodotto, il rischio connesso a tale evento può essere assimilato al rischio di rilascio di prodotto per gli eventi di rottura significativa del tratto di condotta a mare dovuta a cause interne.

##### Container in affondamento

Nell'analisi degli effetti dell'affondamento di un container caduto da una nave sulle tubazioni si è fatto riferimento conservativamente ad un container da 40 piedi con massa a pieno carico attorno alle 30 tonnellate. Al fine di calcolare l'energia d'impatto, si deve considerare la velocità dell'oggetto nei pressi della tubazione e connessa al bilanciamento tra spinta di galleggiamento e peso (velocità terminale).

Poiché il valore della velocità terminale è fortemente influenzato da vari fattori quali la frazione di riempimento del container ed il tipo di carico contenuto, si è adottato un valore medio di velocità terminale dato in letteratura, pari a 6 m/s.

Considerando un peso in acqua pari a 12 tonnellate, l'energia associata risulta:

$$E = \frac{1}{2}mv_T^2 \quad (7)$$

pari ad una energia d'impatto di **216 kJ**.



|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |                   |                |
| <b>Analisi di rischio</b>  |                   |                |
| <b>Maggio 2013</b>   | <b>B-REL-1003</b> | <b>Rev. 02</b> |

Questo valore va confrontato con l'energia dissipata nella penetrazione della copertura della tubazione, che è di circa 300 kJ se la copertura è composta da ghiaia e di 270 kJ se invece si tratta di sabbia. In entrambi i casi, l'intera energia di impatto del container può essere dissipata dalla copertura senza produrre la rottura della tubazione.

Ancor più cautelativo risulta il caso in cui la tubazione sia ricoperta da una copertura in calcestruzzo.

Considerando queste valutazioni ed il fatto che i container di nuova produzione sono in grado di galleggiare, così da permetterne il recupero, si ritiene che l'evento di rottura della tubazione per impatto con un container non sia credibile.

### **Rottura Random delle Tubazioni**

Si può ipotizzare che la rottura avvenga prevalentemente nelle fasi di pompaggio del prodotto, durante le quali le tubazioni sono soggette alla pressione di mandata e quindi più soggette a sollecitazioni strutturali.

La fuoriuscita avverrà in più fasi:

- una prima fase (fase "a") sotto l'azione della pressione differenziale esistente tra interno ed esterno della tubazione: questa perdita prosegue fintanto che il danno non viene rilevato e il sistema di pompaggio è arrestato;
- una seconda fase (fase "b"), sotto l'azione della differenza di densità del fluido rispetto all'ambiente circostante, che si protrae fino a quando non vengano dotate misure di contenimento o svuotamento della linea;
- una terza fase (fase "c"), in cui la linea viene spazzata con invio di un pig, in modo da limitare lo svuotamento progressivo della stessa (ipotesi applicabile alle rotture di minori dimensioni – fino a 80 mm, che mantengono sostanzialmente integra la conformazione del tubo, rendendo possibile il passaggio del pig);
- infine, una fase di svuotamento progressivo della linea (fase "d"), applicabile solamente nel caso di danni di grave entità (200 mm di diametro), che impediscano il transito del pig; la fase durerà fino al completamento di interventi di contenimento.

#### **Fase "a"**

Specie per le perdite più piccole, che danno origine a perdite di pressione e di portata difficilmente rilevabili in tempo reale dalla strumentazione di linea, il riconoscimento del danno può richiedere un certo tempo ed avvenire solamente sulla base di riscontri visivi della perdita (chiazza di idrocarburi):

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |                   |                |
| <b>Analisi di rischio</b>  |                   |                |
| <b>Maggio 2013</b>   | <b>B-REL-1003</b> | <b>Rev. 02</b> |

per questo è stato ipotizzato un tempo di intervento (chiusura valvole e interruzione del pompaggio) variabile in funzione del danno e delle relativa entità della perdita così stimata:

- 30 minuti per rotture di piccole dimensioni (fino a 20 mm), ridotto a 5 minuti al terminal – perdite rilevabili prevalentemente a vista, a fronte dell'estendersi in superficie della chiazza di idrocarburi;
- 10 minuti per rotture di medie dimensioni (rilevabili a vista per estensione della chiazza di idrocarburi e dai misuratori di portata);
- 1 minuto per rotture di grandi dimensioni (automaticamente rilevatori di pressione).

In questa fase si assume che la pressione media differenziale della linea in corrispondenza del danno sia di 7 bar (differenza tra pressione interna e battente idrostatico) e che i prodotti abbiano le seguenti densità:

- benzine e gasoli = 0.7 kg/l
- greggio = 0.85 kg /l

Le corrispondenti fuoriuscite di prodotto risultano come riportate in tabella.

| <b>diametro foro</b> | <b>tubo benzina o gasolio</b> |                                      | <b>tubo greggio</b>   |                                      |
|----------------------|-------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------|
|                      | <b>portata (kg/s)</b>         | <b>quantitativo sversato (t) (*)</b> | <b>portata (kg/s)</b> | <b>quantitativo sversato (t) (*)</b> |
| 20 mm                | 0.87                          | 1.1                                  | 1.5                   | 1.9                                  |
| 50 mm                | 21                            | 12.6                                 | 34.0                  | 20.4                                 |
| 200 mm               | 322                           | 19.3                                 | 544                   | 32.6                                 |

(\*) valore medio, che tiene conto dei diversi tempi di risposta per rotture al terminal o lungo la linea.

#### Fase “b”

Le portate e l'entità complessiva degli sversamenti durante la fase b) dipendono essenzialmente dalle differenze di densità tra il fluido all'interno della linea e l'acqua circostante pressione tra interno ed esterno e, naturalmente, dal diametro del foro: le portate risultano pertanto significativamente ridotte rispetto a quelle determinate per la fase “a”.

Si è assunto che tra la rilevazione del danno e il lancio di un pig passino circa 30 minuti. Le portate di efflusso, calcolate tenendo conto della differenza di densità tra i fluidi, sono state inoltre dimezzate per tener conto che attraverso il foro deve transitare una stessa quantità di acqua, che andrà progressivamente a sostituire il fluido nella condotta.

Si faccia riferimento alla seguente tabella per le corrispondenti fuoriuscite di prodotto.

|  |            |         |
|--|------------|---------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |            |         |
| Analisi di rischio   |            |         |
| Maggio 2013  | B-REL-1003 | Rev. 02 |

| diametro foro | tubo benzina o gasolio |                           | tubo greggio   |                           |
|---------------|------------------------|---------------------------|----------------|---------------------------|
|               | portata (kg/s)         | quantitativo sversato (t) | portata (kg/s) | quantitativo sversato (t) |
| 20 mm         | 0.12                   | 0.3                       | 0.12           | 0.3                       |
| 50 mm         | 0.8                    | 1.4                       | 0.73           | 1.6                       |
| 200 mm        | 12.6                   | 22.3                      | 11.6           | 25.4                      |

#### Fase "c"

Nell'ipotesi che sia possibile piggare la linea per rotture fino a 80 mm di diametro, si assume che il pig sia lanciato con velocità di circa 1 m/s e che la pressione a valle del pig sia mantenuta più bassa possibile (per minimizzare gli sversamenti): per il calcolo delle perdite si sono pertanto assunti i seguenti valori medi:

- posizione del foro = a metà della linea = 8500 m dalla trappola di lancio;
- tempo di passaggio del pig = 3 ore massimo;
- pressione di linea a valle del pig = 1.3 bar (comprensiva di contropressione allo scarico);
- pressione differenziale tra interno ed esterno del tubo = 0.3 bar (battente medio d'acqua = 10 m).

Si è inoltre assunto che per i danni in prossimità del terminal (circa il 35% del totale dei danni di piccole dimensioni), il tempo di passaggio del pig sia solamente di 10 minuti.

Dopo il passaggio del pig non si verificano più perdite significative, per questa categoria di danni.

Le corrispondenti fuoriuscite di prodotto risultano:

| diametro foro | tubo benzina o gasolio |                           | tubo greggio   |                           |
|---------------|------------------------|---------------------------|----------------|---------------------------|
|               | portata (kg/s)         | quantitativo sversato (t) | portata (kg/s) | quantitativo sversato (t) |
| 20 mm         | 0.8                    | 6.2 (*)                   | 1.1            | 8.3 (*)                   |
| 50 mm         | 5.3                    | 56.7                      | 7.0            | 75.6                      |

(\*) valore medio, che tiene conto del diverso tempo di passaggio del pig nel primo tratto adiacente al terminal e lungo la linea.

#### Fase "d"

Nell'ipotesi che non sia possibile piggare la linea (rotture di grande diametro con deformazione del tubo) si assume che lo sversamento libero continui finché non si intervenga con sistemi di contenimento, quali ad esempio il cerchiaggio del danno con una clampa a tenuta.

Si assume che siano necessari due giorni per poter completare l'intervento, nell'ipotesi che siano disponibili le attrezzature necessarie (clampe).

|  |            |         |
|--|------------|---------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |            |         |
| Analisi di rischio   |            |         |
| Maggio 2013  | B-REL-1003 | Rev. 02 |

Si assume inoltre che, indipendentemente dalla portata di efflusso, solamente il 25% del volume della linea possa svuotarsi, per tener conto della distribuzione statistica della posizione del foro (più probabile verso il terminal), dello sviluppo batimetrico della linea stessa (solamente la parte a monte del foro - lato terminal - potrà essere svuotata) e dell'incompleto svuotamento della linea stessa (per effetti sifone, viscosità, ecc.).

Le corrispondenti portate e perdite totale risultano:

| diametro foro | tubo benzina o gasolio |                           | tubo greggio   |                           |
|---------------|------------------------|---------------------------|----------------|---------------------------|
|               | portata (kg/s)         | quantitativo sversato (t) | portata (kg/s) | quantitativo sversato (t) |
| 200 mm        | 12.6                   | 805 (*)                   | 14             | 2380                      |

(\*) valore pari al 25% del volume della linea

### Sintesi

La seguente tabella riporta la sintesi degli sversamenti, in funzione del diametro del foro, risultante dalla somma dei precedenti scenari.

| diametro foro | benzina o gasolio       |                 | greggio                 |                 |
|---------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|
|               | Frequenza (eventi/anno) | Sversamento (t) | Frequenza (eventi/anno) | Sversamento (t) |
| 20 mm         | $3.3 \times 10^{-4}$    | 10.2            | $8.9 \times 10^{-5}$    | 15.7            |
| 50 mm         | $6.5 \times 10^{-5}$    | 73.7            | $2.9 \times 10^{-5}$    | 98              |
| 200 mm        | $8.7 \times 10^{-6}$    | 859             | $1.4 \times 10^{-6}$    | 2503            |

Il rilascio formerà una pozza sottile sulla superficie del mare; in tale situazione l'innesco della pozza non è ritenuto credibile, pertanto l'unica conseguenza che sarà considerata è relativa al danno ambientale.

Gli scenari sopra identificati portano a stimare uno sversamento medio (inteso come prodotto del volume sversato per la frequenza di accadimento per ogni caso esaminato, e poi come somma di tutti gli eventi) annuo in mare da rottura delle tubazioni dell'ordine di 0.03 t/anno.

Tale valore è confrontato con gli sversamenti medi in Mediterraneo registratisi negli ultimi 40 anni in relazione al trasporto di idrocarburi.

Il confronto, desunto dal rapporto ISPRA 149/2011 "Sversamenti di prodotti petroliferi: sicurezza e controllo del trasporto marittimo" indica che nelle acque del Mediterraneo prospicienti la penisola italiana sono stati sversati complessivamente (a seguito di incidenti) 166.000 t di idrocarburi per una media annua di 4.150 t.

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |                   |                |
| <b>Analisi di rischio</b>  |                   |                |
| <b>Maggio 2013</b>   | <b>B-REL-1003</b> | <b>Rev. 02</b> |

Limitatamente agli ultimi 10 anni e al netto di incidenti catastrofici (tipo HAVEN o eventi con perite superiori a 5.000 t) il Mediterraneo ha visto 121 incidenti con uno sversamento totale di 4.500 t pari ad una media di 450 t/anno, dato in riduzione rispetto alla media dei trent'anni precedenti pari a 780 t/anno. Stimando, sulla base di corrispondenti dati quarantennali, che, degli incidenti avvenuti nel Mediterraneo, circa il 18% abbia interessato le coste italiane, il totale medio annuo di tonnellate sversate in mare è pari a 81.

Infine, considerando infine che il Porto di Venezia è interessato da un traffico pari a circa il 6% di tutta la movimentazione dei porti italiani, si può estrapolare un valore medio annuo di sversamento di 5 t/anno.

Il confronto, ancorché grossolano e preliminare, mostra che lo sversamento medio annuo in mare da rottura delle tubazioni (0.03 t/anno), è ampiamente inferiore (due ordini di grandezza) rispetto al valore medio annuo di sversamento risultante, con riferimento all'area in esame, dal traffico per il Porto di Venezia.

Sulla base della categorizzazione proposta l'evento risulta complessivamente:

**Tabella 3-32: Tubazione Sottomarina - Categorizzazione degli Eventi**

| <b>Categorizzazione</b> | <b>Incendio</b> | <b>Flash Fire</b> | <b>Esplosione</b> | <b>Dispersione</b> |
|-------------------------|-----------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| Frequenza Attesa:       | ---             | ---               | ---               | 2                  |
| Danni a Persone         | ---             | ---               | ---               | ---                |
| Danni all'Ambiente      | ---             | ---               | ---               | 1                  |

### **3.3 SCENARI INCIDENTALI PER LE CONDOTTE IN LAGUNA**

#### **3.3.1 Considerazioni generali**

Le condotte in laguna hanno uno sviluppo inferiore a quello delle condotte offshore, ma corrono ad una profondità di circa 30 m, ad esclusione dei tratti di raccordo tra le varie sezioni della teleguidata, dove le linee risalgono a qualche metro dal fondo.

Le linee attraversano zone lagunari di basso fondale, non interessate da canali di navigazione principale.

Inoltre le condotte sono dotate di valvole di segregazione a comando remoto poste all'inizio e alla fine del tratto lagunare e a metà dello stesso, così da ridurre il volume di linea potenzialmente esposto al rischio di uno svuotamento incontrollato.

Le modalità di realizzazione delle tubazioni e le caratteristiche delle aree attraversate fanno sì che l'unico rischio sia rappresentato dalla rottura delle linee per cause interne.

|   |            |         |
|---|------------|---------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>         PROGETTO PRELIMINARE</b> |            |         |
| <b>Analisi di rischio</b>   |            |         |
| Maggio 2013   | B-REL-1003 | Rev. 02 |

### 3.3.2 Calcolo frequenze degli eventi incidentali

#### 3.3.2.1 Rottura Random delle Tubazioni

In analogia a quanto considerato per le condotte a mare, e considerando il minore sviluppo delle linee (11 km) si ottengono le seguenti frequenze accidentali:

| diametro foro    | Frequenze (eventi/anno) |                      |
|------------------|-------------------------|----------------------|
|                  | tubo benzina o gasolio  | tubo greggio         |
| 20 mm            | $2.1 \times 10^{-4}$    | $5.8 \times 10^{-5}$ |
| 50 mm            | $4.2 \times 10^{-5}$    | $1.2 \times 10^{-5}$ |
| 200 mm           | $5.6 \times 10^{-6}$    | $1.5 \times 10^{-6}$ |
| rottura completa | non applicabile         | non applicabile      |

La frequenza complessiva associata alla rottura per cause interne alla linea è pari quindi per i tubi di benzina e gasolio a  $2.6 \times 10^{-4}$  eventi/anno tubazione e per il greggio a  $7.1 \times 10^{-5}$  eventi/anno tubazione.

Considerate le 3 tubazioni che trasportano prodotti petroliferi (Greggio, Gasolio e Benzina) la frequenza complessiva di rottura per tali cause risulta pari a  **$5.9 \times 10^{-4}$  eventi/anno**.

E' da notare che tale valore è da considerarsi molto cautelativo, dato che il progetto allo stato attuale prevede un passaggio frequente di 'pig' per la valutazione delle condizioni della linea e la rilevazione tempestiva di eventuali danneggiamenti della condotta.

L'analisi delle conseguenze è stata effettuata in analogia a quanto considerato per le condotte a mare: l'approccio risulta sicuramente molto conservativo in quanto l'interro della linea rende meno probabile il verificarsi delle rotture (per la minore esposizione agli agenti meteomarinari) e più lenta una eventuale fuoriuscita a causa della contropressione esercitata dal terreno circostante. Si è pertanto assunto che le portate di efflusso siano circa dimezzate rispetto a quanto ipotizzato per le condotte a mare.

Si è inoltre considerato che il tempo di passaggio del pig sia aumentato di 6 ore, per tener conto del tempo di attraversamento di tutta la condotta a mare.

Le tabelle che seguono riportano i risultati ottenuti per le varie fasi.

#### Fase "a"

| diametro foro | tubo benzina o gasolio |                           | tubo greggio   |                           |
|---------------|------------------------|---------------------------|----------------|---------------------------|
|               | portata (kg/s)         | quantitativo sversato (t) | portata (kg/s) | quantitativo sversato (t) |
| 20 mm         | 2.0                    | 1.8                       | 2.7            | 3.6                       |
| 50 mm         | 12.8                   | 7.7                       | 17.0           | 10.2                      |
| 200 mm        | 204.5                  | 12.2                      | 272            | 16.3                      |

|  |            |         |
|--|------------|---------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |            |         |
| Analisi di rischio   |            |         |
| Maggio 2013  | B-REL-1003 | Rev. 02 |

Fase "b"

| diametro foro | tubo benzina o gasolio |                           | tubo greggio   |                           |
|---------------|------------------------|---------------------------|----------------|---------------------------|
|               | portata (kg/s)         | quantitativo sversato (t) | portata (kg/s) | quantitativo sversato (t) |
| 20 mm         | 0.06                   | 0.10                      | 0.06           | 0.13                      |
| 50 mm         | 0.4                    | 0.7                       | 0.4            | 0.75                      |
| 200 mm        | 4.5                    | 11.3                      | 7              | 12.4                      |

Fase "c"

| diametro foro | tubo benzina o gasolio |                           | tubo greggio   |                           |
|---------------|------------------------|---------------------------|----------------|---------------------------|
|               | portata (kg/s)         | quantitativo sversato (t) | portata (kg/s) | quantitativo sversato (t) |
| 20 mm         | 0.4                    | 3.1                       | 0.6            | 12.5                      |
| 50 mm         | 2.6                    | 85.0                      | 3.5            | 114                       |

Fase "d"

| diametro foro | tubo benzina o gasolio |                           | tubo greggio   |                           |
|---------------|------------------------|---------------------------|----------------|---------------------------|
|               | portata (kg/s)         | quantitativo sversato (t) | portata (kg/s) | quantitativo sversato (t) |
| 200 mm        | 6.3                    | 525(*)                    | 7              | 1190                      |

(\*) valore pari al 25% del volume della linea

Sintesi

La seguente tabella riporta la sintesi degli sversamenti, in funzione del diametro del foro, risultante dalla somma dei precedenti scenari.

| diametro foro | benzina o gasolio       |                 | greggio                 |                 |
|---------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|
|               | Frequenza (eventi/anno) | Sversamento (t) | Frequenza (eventi/anno) | Sversamento (t) |
| 20 mm         | $2.1 \times 10^{-4}$    | 11.4            | $5.8 \times 10^{-5}$    | 16.2            |
| 50 mm         | $4.2 \times 10^{-5}$    | 94              | $1.2 \times 10^{-5}$    | 126             |
| 200 mm        | $5.6 \times 10^{-6}$    | 548             | $1.5 \times 10^{-6}$    | 1251            |

Sulla base della categorizzazione proposta l'evento risulta:

**Tabella 3-33: Tubazione in laguna - Categorizzazione degli Eventi.**

| Categorizzazione   | Incendio | Flash Fire | Esplosione | Dispersione |
|--------------------|----------|------------|------------|-------------|
| Frequenza Attesa:  | ---      | ---        | ---        | 2           |
| Danni a Persone    | ---      | ---        | ---        | ---         |
| Danni all'Ambiente | ---      | ---        | ---        | 1           |

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |                   |                |
| <b>Analisi di rischio</b>  |                   |                |
| <b>Maggio 2013</b>   | <b>B-REL-1003</b> | <b>Rev. 02</b> |

### 3.3.2.2 Perdite da valvole

Si assume che le modalità e le conseguenze di perdite da flange e valvole siano simili a quelle definite per le perdite dagli impianti al terminal offshore.

La frequenza incidentale di sversamenti dalle stazioni di intercettazione, calcolata sulla base dei dati riportati nel rapporto RADD 434-1 e tenendo conto di tre stazioni di intercettazione è stimata complessivamente in  $7.7 \times 10^{-4}$  eventi/anno e quindi dello stesso ordine di grandezza delle tubazioni.

Tuttavia, dal momento che nel presente progetto tali valvole saranno installate in pozzetti stagni e confinati, non sussiste l'ipotesi di sversamento nel comparto acquatico e tale scenario non viene pertanto considerato.

## **3.4 SCENARI INCIDENTALI PER LA STAZIONE DI MARGHERA PRESSO ISOLA DEI PETROLI**

### **3.4.1 Considerazioni generali**

La Stazione di Marghera, presso l'Isola dei Petroli, rappresenta il punto di consegna del prodotto scaricato dalle navi.

Da qui i vari prodotti, eccettuato il greggio che è diretto ai serbatoi della raffineria localizzati nella stessa isola, vengono smistati alle varie utenze, attraverso condotte posizionate entro cunicoli posti lungo i marginamenti dei canali industriali o all'interno di aree industriali, già interessate dalla presenza di tubazioni di prodotti petroliferi e chimici. L'attraversamento dei canali industriali è effettuato con la tecnica del microtunnelling e le condotte sono poste ad adeguata profondità.

Tutte le tubazioni saranno dotate di valvole di intercettazione, sistemi di segnalazione, rilevazione fughe e protezione dei tubi (ricoprimenti, protezione catodica) atti a minimizzare il rischio di rottura e le conseguenze di un danno accidentale.

Il progetto si limita alla definizione delle apparecchiature e impianti di ricezione e smistamento situate nell'isola. Ai fini dell'analisi di rischio si prende in esame, a livello qualitativo, anche la rete di distribuzione finale.

La stazione di arrivo sarà caratterizzata dalla presenza di sistemi di ricezione pig, da manifolds di smistamento prodotti con relative valvole e da stazioni di misura (solamente per benzine e gasoli).

Trattandosi di un'area interamente confinata all'interno di una zona industriale già attrezzata per la movimentazione e stoccaggio di idrocarburi, l'unico evento incidentale ipotizzabile è il rilascio da rottura delle linee o delle apparecchiature, per cause interne o da errori di esercizio, con modalità del tutto analoghe a quelle ipotizzate per impianti e apparecchiature del terminal offshore.



|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |                   |                |
| <b>Analisi di rischio</b>  |                   |                |
| <b>Maggio 2013</b>   | <b>B-REL-1003</b> | <b>Rev. 02</b> |

Per quanto riguarda l'estensione delle tubazioni, limitatamente alla parte relativa alla stazione di arrivo e distribuzione, si assume che lo sviluppo interno alla stazione sia significativamente inferiore a quella del terminal offshore (indicativamente 100 m dalla risalita in superficie alla zona impianti e 100 m di raccordi internamente alla stazione stessa).

Si assume inoltre che il numero delle apparecchiature e componenti speciali (flange, valvole, ecc.) sia pari al 50% di quelle presenti al terminal offshore.

La determinazione dei livelli di rischio è eseguita con la stessa metodologia già seguita per i corrispondenti rischi al terminal offshore.

### 3.4.2 Calcolo frequenze degli eventi incidentali

#### 3.4.2.1 Rottura Tubazioni interne alla stazione di arrivo

Il rischio totale, riferito a 3 tubazioni, è pari a **1.50 x 10<sup>-4</sup> eventi/anno** totali ripartite in **5 x 10<sup>-5</sup> eventi/anno per ciascuna delle tre linee.**

Si prende in considerazione solo un rilascio di piccola entità dato che rilasci di grandi dimensioni sono generalmente associati a urti, che nel caso in esame sono da escludere perché le condotte non passano in aree soggette ad attività di scavo non controllate (lavori agricoli o civili).

Considerato che la stazione di arrivo presso l'Isola dei Petroli rappresenta il punto di arrivo finale delle condotte, sono stati considerati, per le perdite all'interno della stazione, i valori riportati nella seguente tabella.

**Tabella 3-34 Stazione Marghera - Dati Generali.**

| <b>PARAMETRO</b>   | <b>CASO 1</b> | <b>CASO 2</b> |
|--------------------|---------------|---------------|
| Temperatura        | 25 °C         | 25 °C         |
| Pressione          | 2 barg        | 2 barg        |
| Portata Operativa  | 1044 kg/s     | 283 kg/s      |
| Diametro Tubazione | 42"           | 24"           |
| Fluido             | Grezzo        | Benzina       |
| Fori al 10%        | 106.7 mm      | 61 mm         |
| Quantità Contenute | 80 t          | 22 t          |

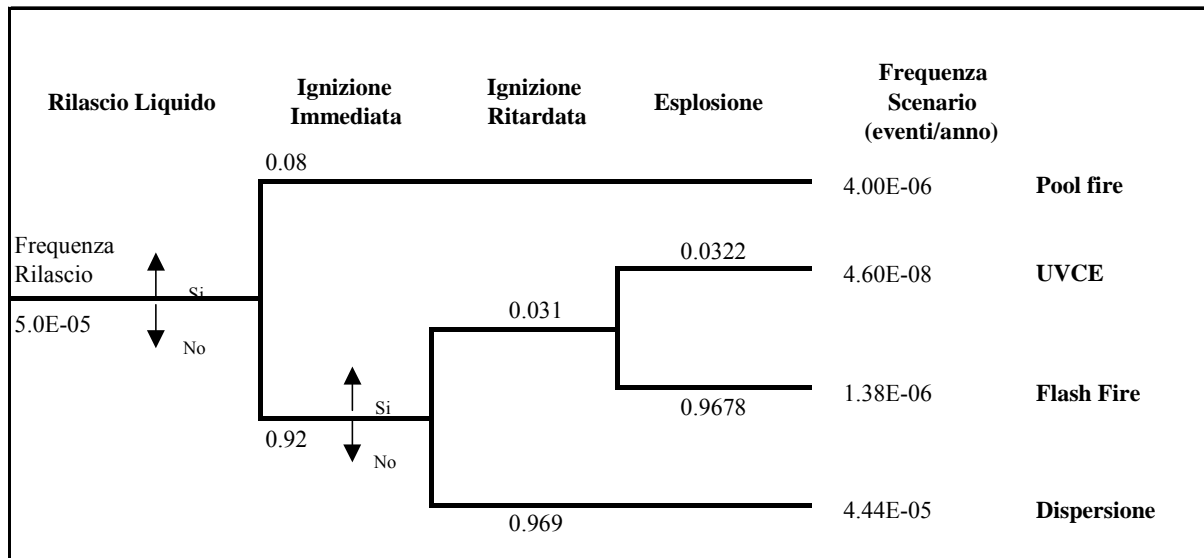
Dal calcolo della portata di efflusso per i due casi si ottiene quanto nella tabella che segue.

**Tabella 3-35 Stazione Marghera - Portata di Efflusso.**

| <b>FORO</b>       | <b>PORTATA DI EFFLUSSO (kg/s)</b> |               |
|-------------------|-----------------------------------|---------------|
|                   | <b>Caso 1</b>                     | <b>Caso 2</b> |
| 10 % del Diametro | 87.1                              | 30.7          |

|  |            |         |
|--|------------|---------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |            |         |
| Analisi di rischio   |            |         |
| Maggio 2013  | B-REL-1003 | Rev. 02 |

Sulla base delle portate calcolate sopra, si è valutata la frequenza dei singoli eventi incidentali ottenendo il seguente albero degli eventi, valido per ciascuna tubazione.



**Figura 3-9 Stazione Marghera - Albero degli Eventi - Rottura 10%.**

Dall'analisi degli alberi degli eventi e considerando pure le tre linee nel loro insieme, risultano credibili solo lo scenario di dispersione e di pool fire.

Di seguito sono riportate le tabelle con le distanze dei valori di soglia per lo scenario più gravoso atteso (caso 1).

**Tabella 3-36 Stazione Marghera - Poolfire - Distanze delle Curve di Irraggiamento - Foro 10%.**

| Caso | Condizione Atmosferica | Diametro Pozza (m) | Distanze (m)           |                        |                     |
|------|------------------------|--------------------|------------------------|------------------------|---------------------|
|      |                        |                    | 37.5 kW/m <sup>2</sup> | 12.5 kW/m <sup>2</sup> | 7 kW/m <sup>2</sup> |
| 1    | 2F                     | 4.9                | 11                     | 16                     | 19                  |
|      | 5D                     | 4.8                | 11                     | 18                     | 21                  |

**Tabella 3-37 Stazione Marghera - Idrocarburo Rilasciato.**

| <b>IDROCARBURO RILASCIATO (t)</b> |        |
|-----------------------------------|--------|
| Caso 1                            | Caso 2 |
| 86                                | 23     |

|  |            |         |
|--|------------|---------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |            |         |
| Analisi di rischio   |            |         |
| Maggio 2013  | B-REL-1003 | Rev. 02 |

Sulla base della categorizzazione proposta l'evento risulta come da tabella che segue.

**Tabella 3-38 Stazione Marghera - Categorizzazione degli Eventi.**

|                    | <b>Incendio</b> | <b>Flash Fire</b> | <b>Esplosione</b> | <b>Dispersione</b> |
|--------------------|-----------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| Frequenza Attesa:  | 1               | ---               | ---               | 2                  |
| Danni a Persone    | 1               | ---               | ---               | ---                |
| Danni all'Ambiente | ---             | ---               | ---               | 1                  |

Il risultato è da considerarsi largamente prudenziale, in ragione degli interventi di mitigazione e prevenzione già previsti dal progetto.

#### 3.4.2.2 Rete di distribuzione

Per quanto concerne la rete di distribuzione dei vari prodotti, occorre ricordare che il flusso prevalente di greggio si ferma all'Isola dei Petroli.

Considerando quindi la benzina quale sostanza rappresentativa nella distribuzione degli idrocarburi leggeri, si è proceduto ad una valutazione delle frequenze degli eventi incidentali e ad un'analisi delle conseguenze per tali condizioni.

Sulla base di uno sviluppo complessivo delle tubazioni di distribuzione assunto conservativamente pari a 50 km, la frequenza globale di rottura per cause interne alla linea risulta pari a **5.8 x 10<sup>-3</sup> eventi/anno**, che ripartita sulle linee più critiche (benzina) porta a valori di frequenza **dell'ordine di 3 x 10<sup>-3</sup> eventi/anno**.

Le conseguenze di pool fire, flash fire o UVCE potranno essere determinate solamente in fase di progettazione di dettaglio, alla luce degli effettivi tracciati e delle modalità di posa, protezione e controllo. L'interramento delle condotte o la loro posa entro tombinati e in microtunnelling rende comunque poco credibili le ipotesi di formazione di incendi o di esplosioni. Le soluzioni tecniche di protezione e confinamento saranno comunque tali da non determinare un rischio superiore a quello cui sono attualmente soggette le tubazioni esistenti nell'area o a quello della stazione di Marghera.

In base alle assunzioni circa le modalità di rottura (Rottura di diametro equivalente al 10% del diametro nominale della tubazione) e tenendo conto della lunghezza delle tubazioni, la massima quantità di prodotto sversabile risulta inferiore alle 1000 t.

Ne deriva, seppure a livello preliminare, la seguente tabella di categorizzazione degli eventi.

**Tabella 3-39 Rete di distribuzione - Categorizzazione degli Eventi.**

|                    | <b>Incendio</b> | <b>Flash Fire</b> | <b>Esplosione</b> | <b>Dispersione</b> |
|--------------------|-----------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| Frequenza Attesa:  | 1               | ---               | ---               | 2                  |
| Danni a Persone    | 1               | ---               | ---               | ---                |
| Danni all'Ambiente | ---             | ---               | ---               | 1                  |

|  |            |         |
|--|------------|---------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |            |         |
| Analisi di rischio   |            |         |
| Maggio 2013  | B-REL-1003 | Rev. 02 |

### 3.4.2.3 Rottura apparecchiature e impianti

Per quanto riguarda la rottura di apparecchiature e tratti di linea interni alla stazione, si considerano un numero di apparecchiature pari al 50% di quelle considerate al terminal offshore per benzina e gasoli e al 30% per il greggio.

Si considera anche che le lunghezze di tubazione interne eventualmente soggette a svuotamento non siano superiori a 100 m.

Si assume, infine, che le pressioni di consegna siano significativamente più basse di quelle registrate al terminal offshore (3 bar max) e che sia disponibile alla stazione un sistema di confinamento e raccolta spanti simile a quello previsto al terminal offshore.

La tabella riporta le varie frequenze incidentali su base annua, che sono state ottenute sommando i contributi dei diversi apparecchi che compongono l'impianto di ricezione al terminal (tubazioni, flange, valvole, pompe, trappole pig) e tenendo conto delle assunzioni di cui sopra.

**Tabella 3-40 Stazione di Marghera - frequenza di Rottura Apparecchiature.**

| Diametro foro | Totale                | Greggio               | Benzina              | Gasolio              |
|---------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|
|               | eventi/anno           |                       |                      |                      |
| fino a 50 mm  | $2.67 \times 10^{-2}$ | $2.70 \times 10^{-3}$ | $1.2 \times 10^{-2}$ | $1.2 \times 10^{-2}$ |
| 150 mm        | $3.42 \times 10^{-3}$ | $4.2 \times 10^{-4}$  | $1.5 \times 10^{-3}$ | $1.5 \times 10^{-3}$ |

E' da considerare che la statistica è di validità generale e non tiene conto quindi né delle specifiche attività di manutenzione della stazione (ispezioni visive, misure periodiche di spessore, ecc.), né del tempo in cui le tubazioni rimarranno inattive, a pressione ridotta o nulla o riempite con acqua; tutti elementi che contribuiscono a ridurre in modo significativo i rischi di rotture e di sversamento.

Sulla base delle stesse assunzioni già adottate per il terminal offshore si ottengono i risultati riportati nella seguente tabella.

**Tabella 3-41 Stazione di Marghera - dati generali.**

| PARAMETRO         | Progetto 2002 |          |
|-------------------|---------------|----------|
|                   | CASO 1        | CASO 2   |
| Temperatura       | 25 °C         | 25 °C    |
| Pressione         | 3 barg        | 3 barg   |
| Portata Operativa | 750 kg/s      | 280 kg/s |
| Fluido            | Grezzo        | Benzina  |

Le due categorie di danno (foro fino a 50 mm e foro di 150 mm) determinano le seguenti portate massime di efflusso e i relativi quantitativi sversati e dispersi in ambiente (la portata di efflusso è limitata nel caso 2 e foro da 150 mm alla portata nominale di linea), per i quali si rimanda alle tabelle che seguono.

|  |            |         |
|--|------------|---------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |            |         |
| Analisi di rischio   |            |         |
| Maggio 2013  | B-REL-1003 | Rev. 02 |

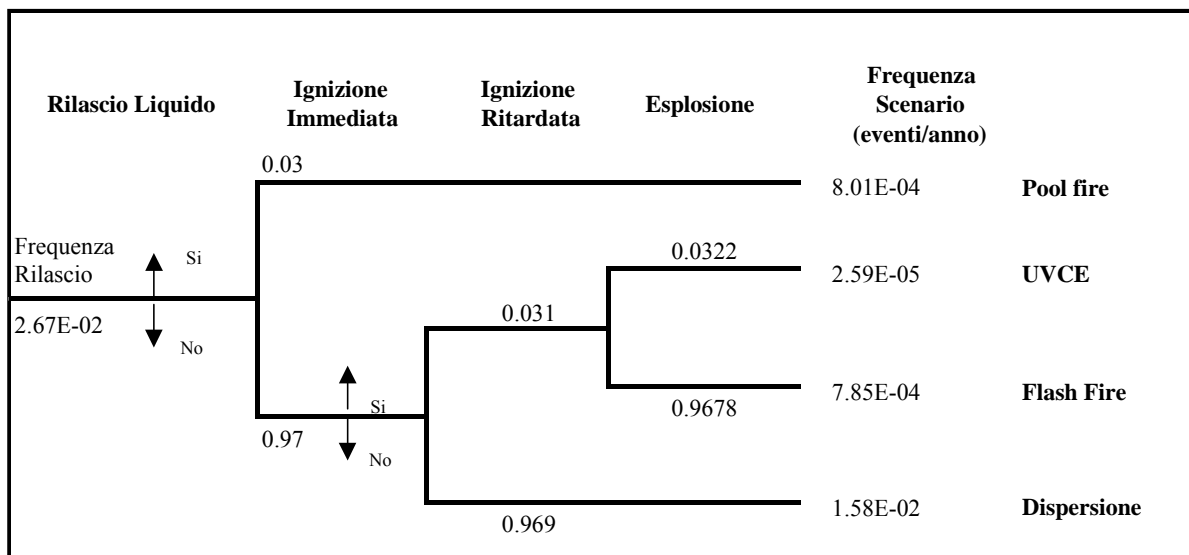
**Tabella 3-42 Stazione di Marghera - apparecchiature – dati di efflusso.**

| FORO   | PORTATA DI EFFLUSSO (kg/s) |        |
|--------|----------------------------|--------|
|        | Caso 1                     | Caso 2 |
| 50 mm  | 23.5                       | 25.5   |
| 150 mm | 255                        | 260    |

**Tabella 3-43 Stazione di Marghera - apparecchiature – portate disperse.**

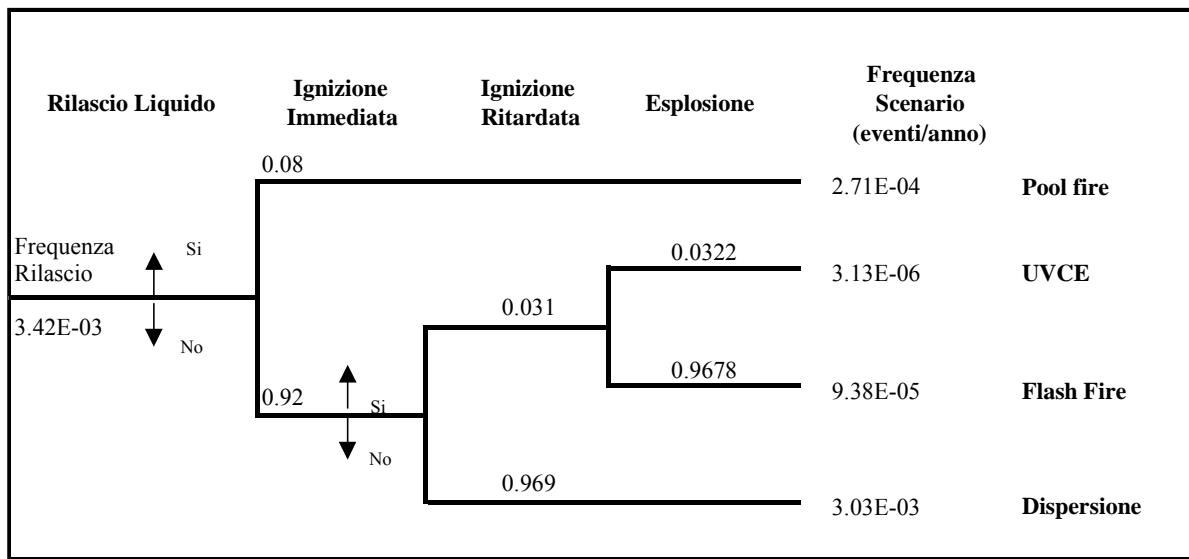
| evento      |                      | PORTATA DISPERSA IN AMBIENTE (kg) |        |
|-------------|----------------------|-----------------------------------|--------|
|             |                      | Caso 1                            | Caso 2 |
| foro 50 mm  | fuoriuscita diretta  | 4200                              | 4600   |
|             | svuotamento linee    | 39000                             | 14000  |
|             | totale               | 43200                             | 18600  |
|             | quota dispersa (20%) | 8650                              | 3720   |
| foro 150 mm | fuoriuscita diretta  | 45900                             | 46800  |
|             | svuotamento linee    | 39000                             | 14000  |
|             | totale               | 84900                             | 60800  |
|             | quota dispersa (20%) | 16980                             | 12160  |

Le portate di efflusso e le quantità disperse in mare sono significativamente inferiori a quelle registrate per il terminal offshore. Applicando conservativamente gli stessi risultati in termini di conseguenze attese sull'uomo e sull'ambiente, si ottengono i seguenti alberi dei valori:



**Figura 3-10 Stazione di Marghera - Albero degli Eventi - rottura delle apparecchiature - Foro da 50 mm.**

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |                   |                |
| <b>Analisi di rischio</b>  |                   |                |
| <b>Maggio 2013</b>   | <b>B-REL-1003</b> | <b>Rev. 02</b> |



**Figura 3-11 Stazione di Marghera - Albero degli Eventi - Rottura delle apparecchiature - Foro da 150 mm.**

La categorizzazione dei due eventi è riportata nelle seguenti tabelle.

**Tabella 3-44 Stazione di Marghera – Rottura apparecchiature - Categorizzazione degli Eventi - Foro da 50mm.**

| Categorizzazione   | Pool fire | UVCE | Flash fire | Dispersione |
|--------------------|-----------|------|------------|-------------|
| Frequenza Attesa:  | 2         | 1    | 2          | 4           |
| Danni a Persone    | 1         | 2    | 2          | ---         |
| Danni all'Ambiente | ---       | ---  | ---        | 1           |

**Tabella 3-45 Stazione di Marghera - rottura delle apparecchiature - Categorizzazione degli Eventi - foro da 150 mm.**

| Categorizzazione   | Pool fire | UVCE | Flash fire | Dispersione |
|--------------------|-----------|------|------------|-------------|
| Frequenza Attesa:  | 2         | --   | 1          | 3           |
| Danni a Persone    | 1         | ---  | 2          | ---         |
| Danni all'Ambiente | ---       | ---  | ---        | 1           |

|  |            |         |
|--|------------|---------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |            |         |
| <b>Analisi di rischio</b>  |            |         |
| Maggio 2013  | B-REL-1003 | Rev. 02 |

#### 4 VALUTAZIONE DEL RISCHIO

Sulla base delle analisi effettuate, della categorizzazione delle frequenze e delle conseguenze degli eventi incidentali, i rischi associati ai diversi scenari sono stati rappresentati nelle matrici riportate nei paragrafi che seguono. Di seguito si riportano le tabelle di categorizzazione delle frequenze e delle conseguenze utilizzate per la compilazione delle matrici (si veda anche Paragrafo 2.4.1.2).

**Tabella 4-1 Categorizzazione delle Frequenze di Accadimento.**

| CAT. | DESCRIZIONE  | FREQUENZA ANNUALE                            |
|------|--|--|
| 1    | Evento atteso raramente                                      | $1.0 \times 10^{-4} \div 1.0 \times 10^{-5}$ |
| 2    | Evento che potrebbe accadere                                 | $1.0 \times 10^{-3} \div 1.0 \times 10^{-4}$ |
| 3    | Evento che potrebbe accadere durante la vita dell'impianto   | $1.0 \times 10^{-2} \div 1.0 \times 10^{-3}$ |
| 4    | Evento atteso più di una volta durante la vita dell'impianto | $> 1.0 \times 10^{-2}$                       |

**Tabella 4-2 Categorizzazione del Danno Ambientale.**

| CAT. | DESCRIZIONE   | QUANTITÀ    |
|------|---|-------------|
| 1    | Evento Minore   | < 1,000 t   |
| 2    | Evento Moderato   | <10,000 t   |
| 3    | Evento Grave<br>Sversamento di entità elevata che può essere rimosso o sarà decomposto naturalmente dopo un certo tempo           | < 100,000 t |
| 4    | Evento Molto Grave<br>Sversamento notevole che non può essere rimosso e necessiterà di un lungo tempo per decomporsi naturalmente | >100,000 t  |

**Tabella 4-3 Categorizzazione del Rischio per le Persone.**

| CAT. | DESCRIZIONE   |
|------|---|
| 1    | Evento Minore<br>Nessun rischio per le zone limitrofe all'impianto<br>Possibili danni per gli operatori dell'impianto vicini all'evento                                       |
| 2    | Evento Moderato<br>Nessun rischio per le zone limitrofe all'impianto<br>Possibili danni per gli operatori dell'impianto anche lontani dall'evento<br>Possibili effetti domino |
| 3    | Evento Grave<br>Possibili rischio per le zone limitrofe all'impianto<br>Conseguenze fatali per gli operatori dell'impianto anche lontani dall'evento                          |
| 4    | Evento Molto Grave<br>Possibile coinvolgimento di zone abitate<br>Conseguenze fatali per gli operatori dell'impianto anche lontani dall'evento                                |

|  |            |         |
|--|------------|---------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |            |         |
| Analisi di rischio   |            |         |
| Maggio 2013  | B-REL-1003 | Rev. 02 |

#### 4.1 TERMINAL OFF SHORE

Nel presente paragrafo si riportano le matrici di rischio, per persone ed ambiente, relative agli scenari identificati sul terminal off-shore.

Sono stati considerati scenari derivanti da:

- impatto con nave;
- rottura dei bracci di carico;
- rottura da apparecchiature e impianti.

Come precedentemente argomentato, l'impatto di un elicottero in fase di atterraggio è stato considerato nella analisi delle frequenze, ma non si ritiene che possa portare a rilasci significativi e non è quindi stato approfondito.

##### 4.1.1 Impatto con Nave

Per quanto riguarda l'impatto di una nave con il terminal si sono considerate:

- navi in transito;
- navi alla deriva;
- navi in fase di attracco;
- collisione di natanti di servizio con navi all'ormeggio.

Come risultato dell'analisi finora condotta, quest'ultimo evento non è stato approfondito in quanto non si ritiene possa portare a sversamenti, in relazione alla bassa energia di impatto.

L'analisi ha portato ad ottenere le seguenti frequenze di accadimento di collisioni.

**Tabella 4-4 Terminal – Tabella Riassuntiva Frequenza Impatti Nave.**

| <b>TIPOLOGIA</b>         | <b>FREQUENZA<br/>(event/anno)</b> |
|--------------------------|-----------------------------------|
| Nave in Transito         | $6.6 \times 10^{-3}$ (*)          |
| Nave alla Deriva         | $4.9 \times 10^{-3}$ (*)          |
| Nave in Fase di Attracco | $5.5 \times 10^{-6}$              |

(\*) vedi nota pagina 44.



|  |            |         |
|--|------------|---------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |            |         |
| <b>Analisi di rischio</b>  |            |         |
| Maggio 2013  | B-REL-1003 | Rev. 02 |

Sulla base della letteratura e di considerazioni sull'entità degli spillamenti, gli eventi che comportano un rilascio sono stati raggruppati in due categorie:

- rilascio inferiore alle 7 tonnellate di prodotto;
- rilascio superiore alle 7 tonnellate di prodotto.

Le frequenze associate sono risultate come di seguito riportato.

**Tabella 4-5 Terminal – Tabella Riassuntiva Frequenza Rilasci in Mare.**

| <b>TIPOLOGIA</b> | <b>FREQUENZA<br/>(eventi/anno)</b> |
|------------------|------------------------------------|
| Rilascio < 7t    | $4.1 \times 10^{-3}$ (*)           |
| Rilascio > 7t    | $4.6 \times 10^{-4}$ (*)           |

(\*) vedi nota pagina 44.

Attraverso l'applicazione della metodologia ad Albero degli Eventi (ETA) sono stati identificati una serie di scenari incidentali credibili mentre altri sono stati esclusi.

La metodologia ad Albero degli Eventi consente di determinare la frequenza di occorrenza dei possibili scenari incidentali a seguito di un rilascio di idrocarburi in funzione delle portate di efflusso e delle masse esplosive che si possono formare a seguito della dispersione dei vapori in atmosfera. Se un rilascio di idrocarburo liquido si innesca immediatamente, si sviluppa un incendio (detto *poolfire*). Se al contrario la pozza di idrocarburo evapora, si disperde in atmosfera e forma una massa infiammabile che si innesca successivamente, lo scenario risultante può essere la combustione della nube infiammabile formatasi (detta *flash fire*) o un'esplosione (detta *UVCE*).

La probabilità di innesco immediato o meno è legata alla portata di efflusso dal foro. Il fatto, invece, che un innesco ritardato della pozza generi un *flash fire* o un *UVCE* è legato alla quantità di massa infiammabile formatasi a seguito di dispersione dei vapori dalla pozza di idrocarburi formatasi. Può anche avvenire che la pozza non si inneschi affatto. In tale caso non vi sono rischi per le persone ma si ha un inquinamento dell'ambiente.

Per quanto riguarda il caso in esame si sono ottenuti i valori di seguito illustrati.

**Tabella 4-6 Terminal – Tabella Riassuntiva Albero degli Eventi.**

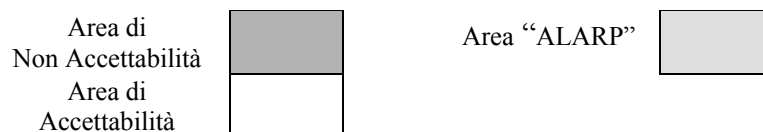
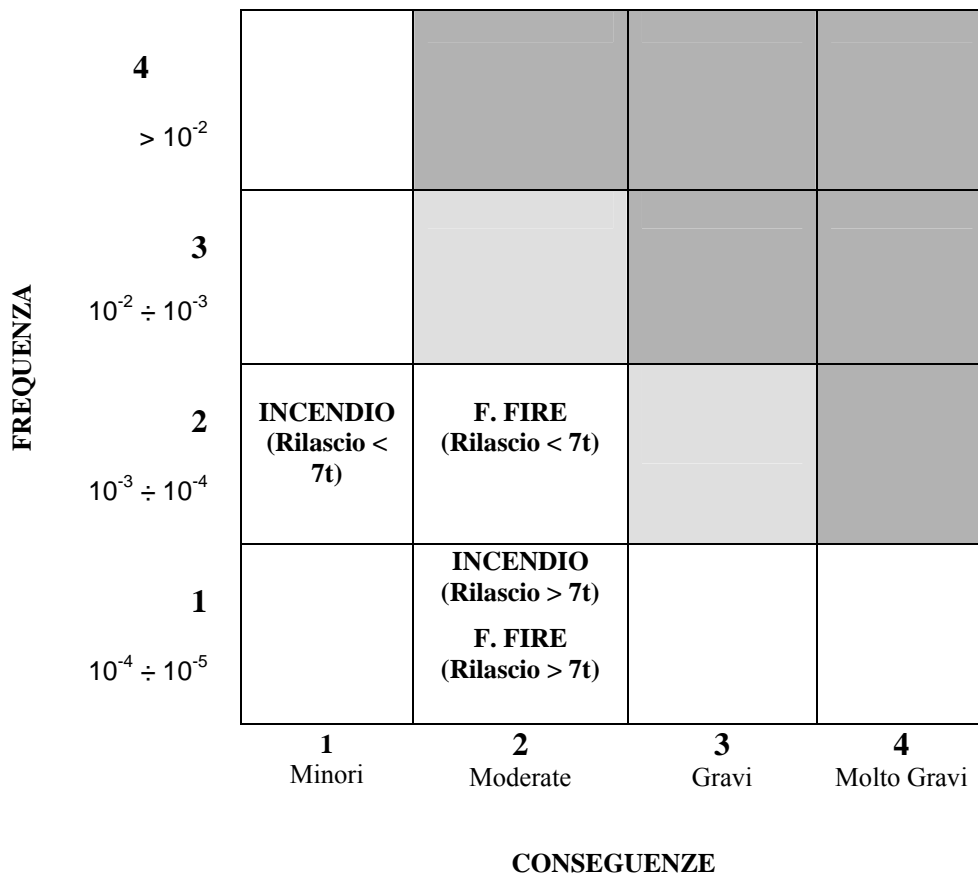
| <b>EVENTO</b> | <b>SCENARIO</b> | <b>FREQUENZA<br/>(eventi/anno)</b> |
|---------------|-----------------|------------------------------------|
| Rilascio < 7t | Incendio        | $1.2 \times 10^{-4}$               |
|               | UVCE            | $3.9 \times 10^{-6}$               |
|               | Flash Fire      | $1.2 \times 10^{-4}$               |
|               | Dispersione     | $3.8 \times 10^{-3}$               |
| Rilascio > 7t | Incendio        | $1.4 \times 10^{-5}$               |

|  |            |         |
|--|------------|---------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |            |         |
| Analisi di rischio   |            |         |
| Maggio 2013  | B-REL-1003 | Rev. 02 |

| EVENTO        | SCENARIO    | FREQUENZA<br>(eventi/anno) |
|---------------|-------------|----------------------------|
| Rilascio > 7t | UVCE        | $4.5 \times 10^{-7}$       |
|               | Flash Fire  | $1.3 \times 10^{-5}$       |
|               | Dispersione | $4.3 \times 10^{-4}$       |

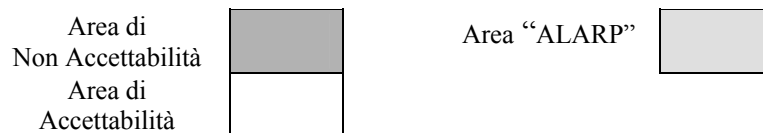
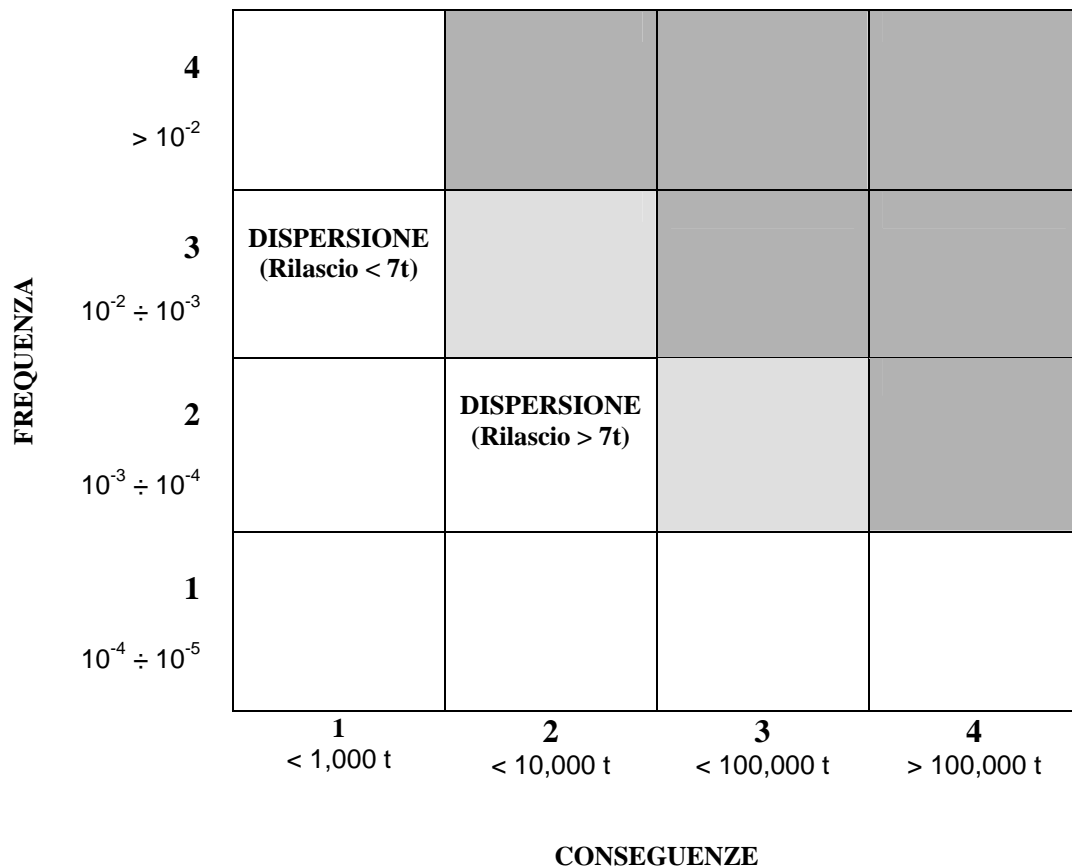
Da tale studio risultano “credibili” (probabilità superiori a  $1 \times 10^{-5}$ ), seppure poco probabili, tutti gli eventi ad esclusione dell’esplosione (UVCE).

Limitatamente agli scenari risultati “credibili” si è proceduto allo studio delle conseguenze. Lo studio ha definito le soglie di letalità (danni per le persone) e di pericolosità per l’ambiente, definite in dettaglio nel precedente studio del 2002, sulla base delle quali si sono prodotte le matrici di accettabilità riportate nelle successive figure per quanto riguarda rispettivamente la sicurezza delle persone e dell’ambiente.



**Figura 4-1 Matrice di Rischio - Terminal – Collisione nave - Rischio per le Persone.**

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |                   |                |
| <b>Analisi di rischio</b>  |                   |                |
| <b>Maggio 2013</b>   | <b>B-REL-1003</b> | <b>Rev. 02</b> |



**Figura 4-2 Matrice di Rischio - Terminal – Collisione nave - Rischio per l’Ambiente.**

Tutti gli scenari identificati si collocano nella zona di accettabilità in quanto sono caratterizzati da frequenze medio-basse e conseguenze locali.

Per quanto riguarda il rischio per l’ambiente esso sarà ulteriormente ridotto per la presenza di panne galleggianti atte a confinare immediatamente eventuali sversamenti: si raccomanda comunque di selezionare accuratamente la tipologia delle panne e i sistemi di svolgimento al fine di ottimizzarne l'efficacia.

|  |            |         |
|--|------------|---------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |            |         |
| Analisi di rischio   |            |         |
| Maggio 2013  | B-REL-1003 | Rev. 02 |

#### 4.1.2 Rottura dei Bracci di Carico

Per quanto riguarda la rottura dei bracci di carico sono stati considerati due scenari:

- foro da 50 mm di diametro equivalente;
- rottura a ghigliottina (100%).

Sulla base della letteratura e del numero di carichi/scarichi stimato, si sono ottenute le seguenti frequenze di rottura:

**Tabella 4-7 Bracci di Carico – Tabella Riassuntiva Frequenza.**

| TIPOLOGIA                     | FREQUENZA<br>(eventi/anno) |
|-------------------------------|----------------------------|
| Foro da 50 mm                 | $3.7 \times 10^{-2}$       |
| Rottura a ghigliottina (100%) | $3.7 \times 10^{-4}$       |

Applicando la metodologia ad Alberi degli Eventi descritta precedentemente si ottengono le seguenti frequenze per i vari scenari:

**Tabella 4-8 Bracci di carico – Tabella Riassuntiva Albero degli Eventi.**

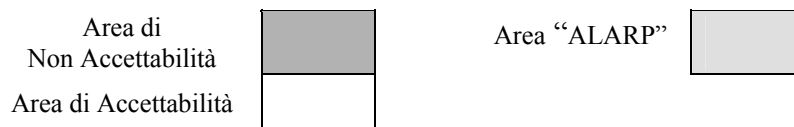
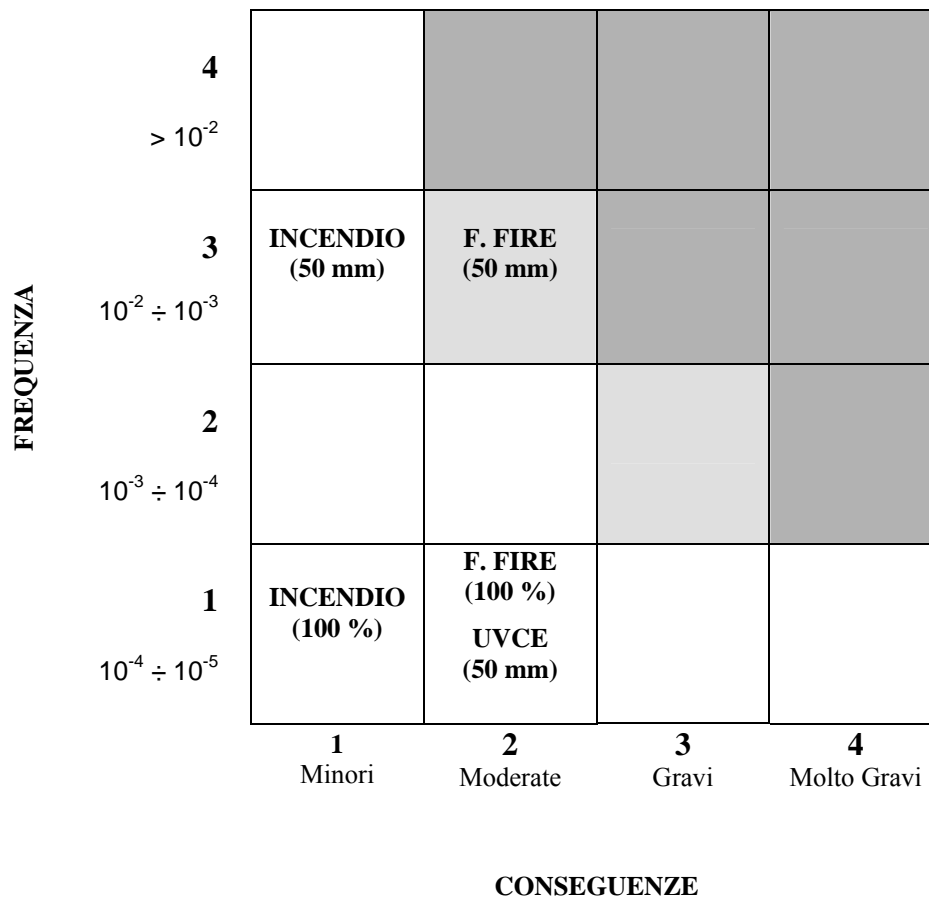
| EVENTO                           | SCENARIO    | FREQUENZA<br>(eventi/anno) |
|----------------------------------|-------------|----------------------------|
| Foro da 50 mm                    | Incendio    | $1.1 \times 10^{-3}$       |
|                                  | UVCE        | $3.6 \times 10^{-5}$       |
|                                  | Flash Fire  | $1.1 \times 10^{-3}$       |
|                                  | Dispersione | $3.5 \times 10^{-2}$       |
| Rottura a ghigliottina<br>(100%) | Incendio    | $3.0 \times 10^{-5}$       |
|                                  | UVCE        | $3.4 \times 10^{-7}$       |
|                                  | Flash Fire  | $1.0 \times 10^{-5}$       |
|                                  | Dispersione | $3.3 \times 10^{-4}$       |

Da tale studio risultano statisticamente “credibili” tutti gli eventi identificati ad eccezione dell’esplosione in seguito a rottura a ghigliottina dei bracci di carico.

Limitatamente agli scenari “credibili” si è proceduto allo studio delle conseguenze (danni per le persone e di pericolosità per l’ambiente), sulla base delle quali si sono prodotte le matrici di accettabilità riportate nelle successive figure, per quanto riguarda rispettivamente la sicurezza delle persone e dell’ambiente.

E’ importante sottolineare che, considerata la localizzazione del Terminal, nessuno scenario interessa aree abitate.

|  |            |         |
|--|------------|---------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |            |         |
| <b>Analisi di rischio</b>  |            |         |
| Maggio 2013  | B-REL-1003 | Rev. 02 |



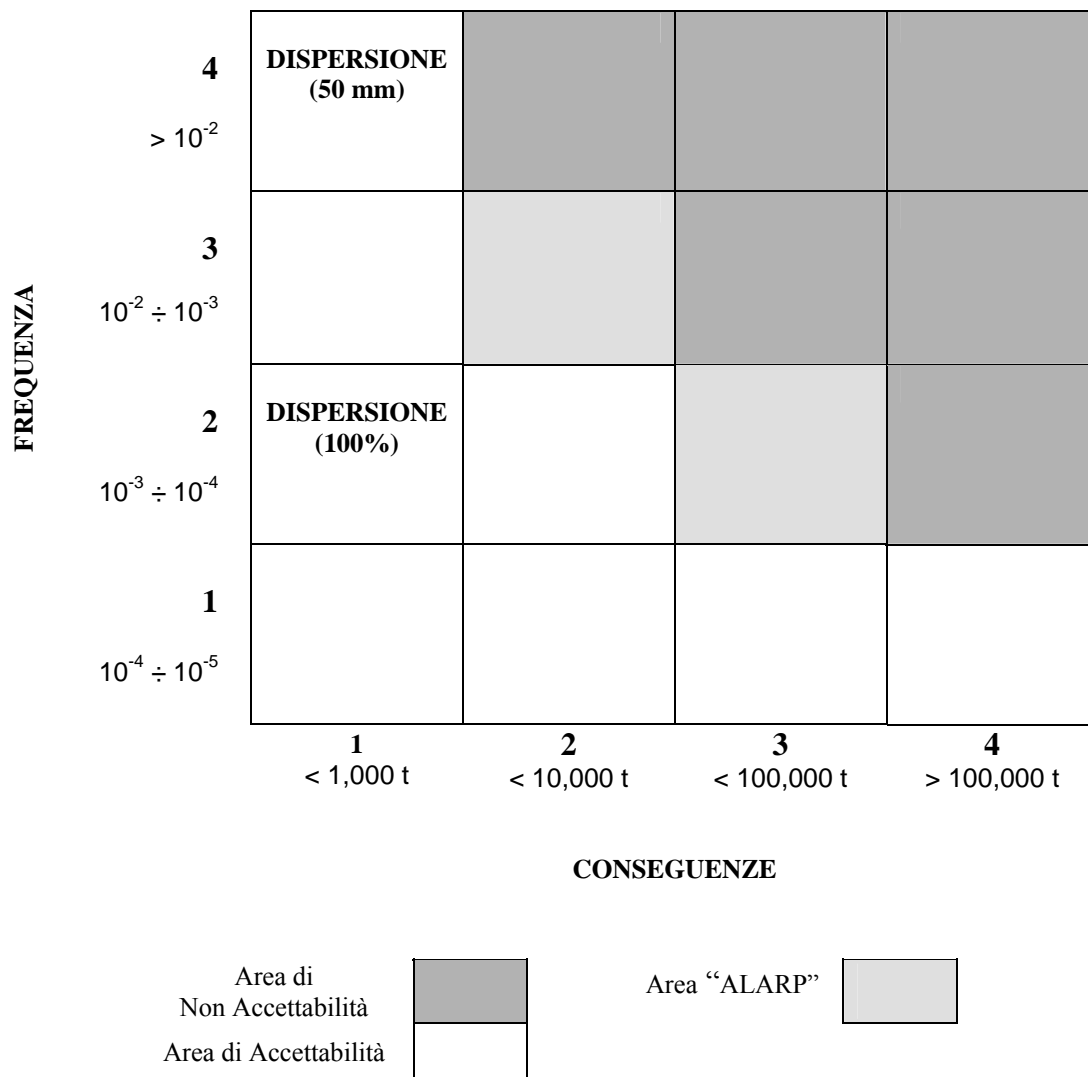
**Figura 4-3 Matrice di Rischio – Terminal - Rottura Bracci di Carico - Rischio per le Persone.**

Con riferimento alla matrice di rischio per le persone per quanto riguarda gli scenari di rottura dei bracci di carico posti sul Terminal, si nota che tutti gli scenari conseguenti ad una rottura a ghigliottina delle tubazioni (Incendio 100%, F. Fire 100%) cadono in zona di accettabilità in quanto le frequenze attese di accadimento sono basse.

Gli scenari conseguenti una rottura da 50 mm risultano avere una frequenza più elevata rispetto ai precedenti. Lo scenario di esplosione conseguente una rottura da 50 mm (UVCE 50mm) ricade in zona di accettabilità in quanto, pur avendo conseguenze piuttosto estese, presenta una frequenza bassa. Lo scenario di incendio conseguente una rottura da 50 mm (Incendio 50mm) risulta anch'esso accettabile perché, pur avendo una frequenza attesa piuttosto elevata, ha conseguenze solo locali. Unico scenario a cadere in zona ALARP è il flash fire dovuto ad un foro da 50 mm (F. Fire 50mm). In tale caso ad una

|  |            |         |
|--|------------|---------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |            |         |
| <b>Analisi di rischio</b>  |            |         |
| Maggio 2013  | B-REL-1003 | Rev. 02 |

frequenza attesa piuttosto elevata si sommano conseguenze estese che possono andare ad interessare ampie porzioni del terminal anche lontane dal punto di rilascio. Tale evento sarà più dettagliatamente analizzato nelle fasi successive del progetto per individuare eventuali ulteriori misure di prevenzione e mitigazione.



**Figura 4-4 Matrice di Rischio – Terminal - Rottura dei Bracci di Carico - Rischio per l'Ambiente.**

Per quanto riguarda il danno ambientale, sono stati considerati solo gli scenari di dispersione dell'idrocarburo non innescato. Con riferimento alla matrice di rischio per l'ambiente, per quanto riguarda gli scenari di rottura dei bracci di carico posti sul terminal, si nota che entrambi gli scenari considerati ricadono in zona di accettabilità in quanto, pur avendo frequenze elevate, hanno conseguenze limitate al solo terminal. Anche in questo caso la presenza di panne galleggianti contribuirà a ridurre i rischi residui per l'ambiente.

|  |            |         |
|--|------------|---------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |            |         |
| Analisi di rischio   |            |         |
| Maggio 2013  | B-REL-1003 | Rev. 02 |

#### 4.1.3 Rottura di apparecchiature e impianti

Per quanto riguarda la rottura di apparecchiature e impianti di servizio al terminal (stazioni di pompaggio, di misura, di lancio pig e relative interconnessioni) sono stati considerati due scenari:

- foro da 50 mm di diametro equivalente;
- foro da 150 mm di diametro equivalente.

Sulla base della letteratura e del numero di carichi/scarichi stimato, si sono ottenute le seguenti frequenze di rottura:

**Tabella 4-9 Terminal – apparecchiature e impianti – Tabella Riassuntiva Frequenza.**

| TIPOLOGIA      | FREQUENZA<br>(eventi/anno) |
|----------------|----------------------------|
| Foro da 50 mm  | $5.7 \times 10^{-2}$       |
| Foro da 150 mm | $7.4 \times 10^{-3}$       |

Applicando la metodologia ad Alberi degli Eventi descritta precedentemente si ottengono le seguenti frequenze per i vari scenari:

**Tabella 4-10 Terminal – apparecchiature e impianti – Tabella Riassuntiva Albero degli Eventi.**

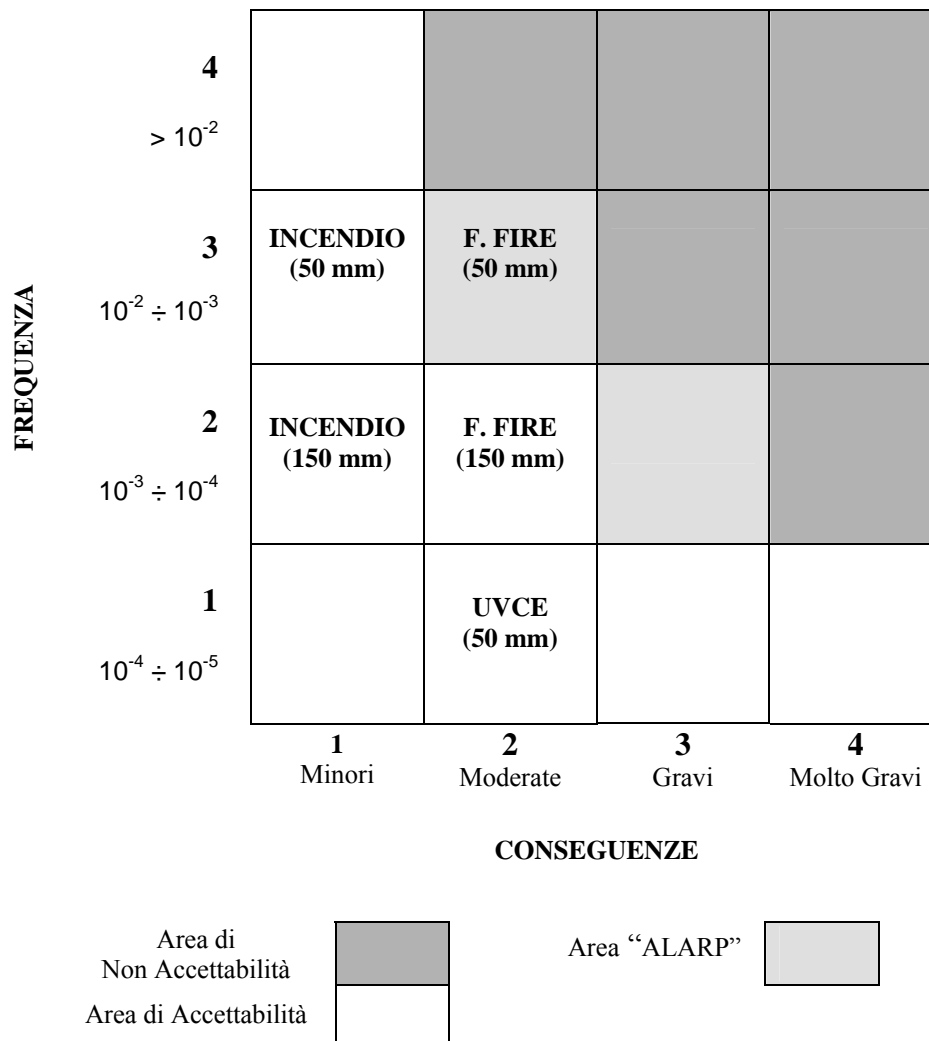
| EVENTO         | SCENARIO    | FREQUENZA<br>(eventi/anno) |
|----------------|-------------|----------------------------|
| Foro da 50 mm  | Incendio    | $1.7 \times 10^{-3}$       |
|                | UVCE        | $5.5 \times 10^{-5}$       |
|                | Flash Fire  | $1.7 \times 10^{-3}$       |
|                | Dispersione | $3.4 \times 10^{-2}$       |
| foro da 150 mm | Incendio    | $5.9 \times 10^{-4}$       |
|                | UVCE        | $6.8 \times 10^{-6}$       |
|                | Flash Fire  | $2.0 \times 10^{-4}$       |
|                | Dispersione | $6.6 \times 10^{-3}$       |

Da tale studio risultano statisticamente “credibili” tutti gli eventi identificati ad eccezione dell’esplosione conseguente a rottura con foro da 150 mm.

Limitatamente agli scenari “credibili” si è proceduto allo studio delle conseguenze (danni per le persone e di pericolosità per l’ambiente).

Valgono anche per questo scenario le stesse considerazioni in merito al coinvolgimento di aree abitate, già espresse al precedente paragrafo.

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |                   |                |
| <b>Analisi di rischio</b>  |                   |                |
| <b>Maggio 2013</b>   | <b>B-REL-1003</b> | <b>Rev. 02</b> |



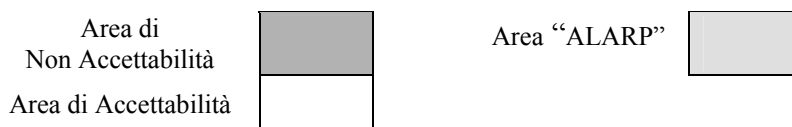
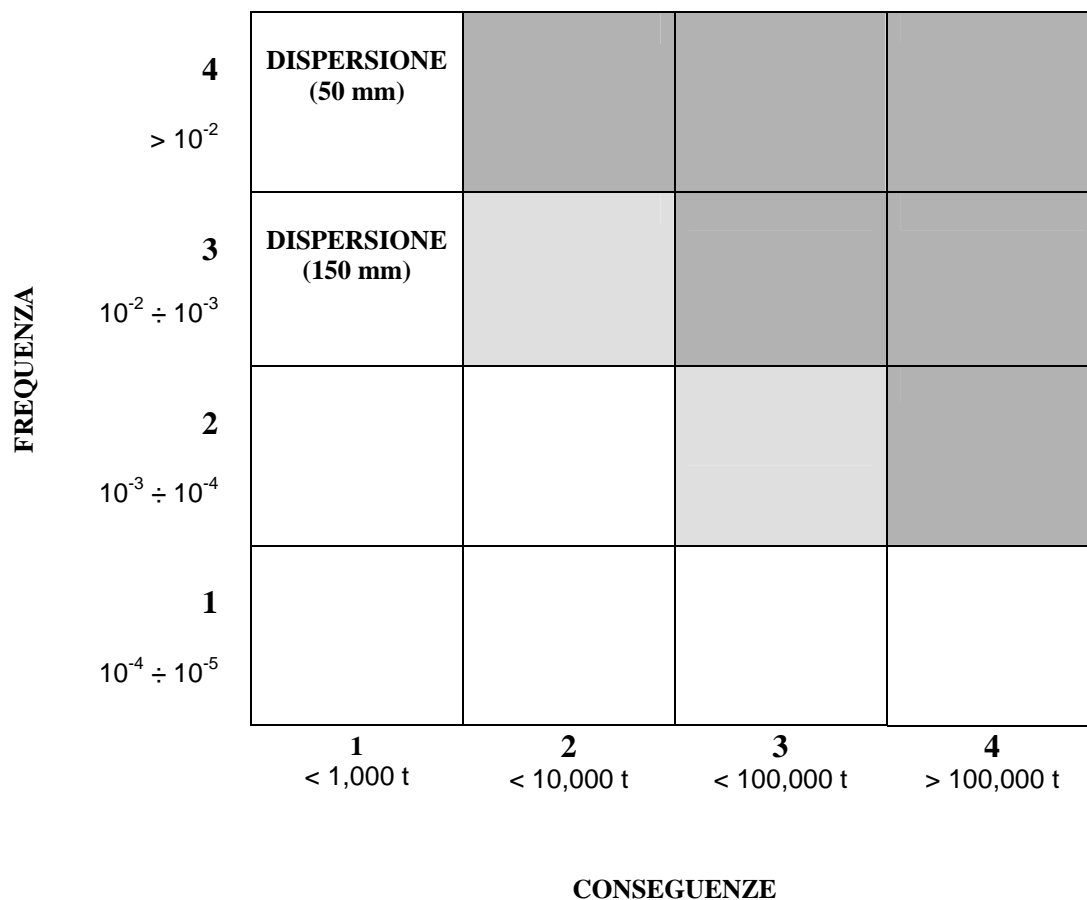
**Figura 4-5 Matrice di Rischio – Terminal - Rottura apparecchi e impianti - Rischio per le Persone.**

La matrice di rischio per le persone, per quanto riguarda gli scenari di rottura di apparecchiature e impianti posti sul Terminal, dimostra che tutti gli scenari conseguenti cadono in zona di accettabilità in quanto le frequenze attese di accadimento sono basse, con l'unica eccezione dello scenario di flash fire dovuto ad un foro da 50 mm (F. Fire 50mm) che ricade in zona ALARP.

In tale caso, ad una frequenza attesa piuttosto elevata, si sommano conseguenze estese che possono andare ad interessare ampie porzioni del terminal anche lontane dal punto di rilascio. Tale evento sarà più dettagliatamente analizzato nelle fasi successive del progetto per individuare eventuali ulteriori misure di prevenzione e mitigazione.



|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |                   |                |
| <b>Analisi di rischio</b>  |                   |                |
| <b>Maggio 2013</b>   | <b>B-REL-1003</b> | <b>Rev. 02</b> |



**Figura 4-6 Matrice di Rischio – Terminal - Rottura apparecchi e impianti - Rischio per l’Ambiente.**

Per quanto riguarda il danno ambientale, sono stati considerati solo gli scenari di dispersione dell’idrocarburo non innescato. La matrice di rischio per l’ambiente, per quanto riguarda gli scenari di rottura delle apparecchiature e impianti, dimostra che entrambi gli scenari considerati ricadono in zona di accettabilità in quanto, pur avendo frequenze relativamente elevate, hanno conseguenze limitate al solo terminal. L’adozione di misure locali di monitoraggio e contenimento spanti (ad esempio valvole di intercettazione, ghiotte) nonché di stringenti procedure di manutenzione ed ispezione contribuiranno a ridurre frequenze e conseguenze degli eventi accidentali.

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |                   |                |
| <b>Analisi di rischio</b>  |                   |                |
| <b>Maggio 2013</b>   | <b>B-REL-1003</b> | <b>Rev. 02</b> |

## **4.2 CONDOTTE A MARE**

Nel presente paragrafo si riporta la matrice di rischio, limitata alle conseguenze per l'ambiente, relativa allo scenario di sversamento in mare dalla condotta che collega il terminal off-shore con la Stazione di Marghera presso l'Isola dei Petroli, relativamente al tratto sottomarino compreso tra il terminal e l'attraversamento dell'isola di Malamocco.

Nella valutazione delle frequenze di rottura sono state considerate cause esterne e cause interne. In particolare sono state considerate come cause esterne:

- impatto con ancora (diretto o trascinata);
- impatto con oggetto in affondamento (nave o container).

Come cause interne si è considerata solo la rottura random dovuta a corrosione o difetti nel materiale.

Per quanto riguarda l'impatto con ancora si sono considerati due scenari:

- impatto diretto di un'ancora con le tubazioni;
- impatto di un'ancora trascinata con le tubazioni con conseguente aggancio (hooking).

Perché si abbia uno scenario di impatto ancora-tubazione deve avvenire un ancoraggio di emergenza cioè una situazione in cui sia necessario procedere all'ancoraggio senza avere il tempo di verificare prima sulle mappe l'idoneità del luogo. Dalla letteratura in merito si è identificato che la causa principale di una tali situazioni è un'avaria grave dei motori. Da precedenti esperienze si è ricavato, inoltre, che gli ancoraggi di emergenza avvengono solo in circa il 10% dei casi di guasto grave dei motori. A queste considerazioni va aggiunto che, perché possa effettivamente avvenire l'urto dell'ancora con le tubazioni, il guasto deve avvenire quando la nave si trova a passare sopra le condotte. Risultano pertanto determinanti il numero di attraversamenti corridoio di traffico-tubazioni e la consistenza del traffico marittimo.

Il calcolo della frequenza risulta comunque conservativo in quanto non tiene conto della protezione offerta dalla ricopertura in calcestruzzo nel primo tratto di linea.

Per quanto concerne l'urto con oggetti in affondamento si sono considerati:

- navi in affondamento;
- containers in affondamento.

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |                   |                |
| <b>Analisi di rischio</b>  |                   |                |
| <b>Maggio 2013</b>   | <b>B-REL-1003</b> | <b>Rev. 02</b> |

La frequenza dell'urto con navi in affondamento è stata valutata sulla base di dati statistici di affondamenti e tenendo conto del traffico marittimo oltre che alle interazioni corridoi di traffico-tubazione.

La frequenza di affondamento dei container è stata stimata in base alla consistenza del traffico sopra gli oleodotti e alla probabilità di perdita di un container dalla nave.

Entrambi questi scenari includono anche gli eventi correlati al traffico commerciale direttamente afferente al terminal offshore: non si è tuttavia tenuto conto che la probabilità di eventi severi nell'area del terminal con conseguenze sulle tubazioni (affondamenti e perdita di container) è sensibilmente ridotta rispetto a condizioni "standard", in quanto tutte le operazioni (manovre, ormeggi, ecc.) avvengono in condizioni controllate e con assistenza di mezzi di supporto, con conseguente diminuzione della possibilità di errori, guasti e avarie.

La rottura delle tubazioni per cause "interne" è stata stimata sulla base della più recente letteratura, che tuttavia si riferisce a tubazioni generiche offshore e non tengono quindi conto delle peculiari condizioni di sicurezza del terminal oggetto di questo progetto.

Riassumendo, si sono ottenute le seguenti frequenze:

**Tabella 4-11 Tubazione Sottomarina – Tabella Riassuntiva Frequenza di Rottura.**

| <b>TIPOLOGIA</b>          | <b>FREQUENZA<br/>(eventi/anno)</b> |
|---------------------------|------------------------------------|
| Ancora – Urto Diretto     | $2.0 \times 10^{-7}$               |
| Ancora - <i>Hooking</i>   | $5.0 \times 10^{-7}$               |
| Nave in Affondamento      | $2.8 \times 10^{-5}$               |
| Container in Affondamento | $4.4 \times 10^{-4}$               |
| Cause "Interne"           | $9.1 \times 10^{-4}$               |

Sulla base dei criteri stabiliti al Capitolo 2, gli scenari di impatto da ancora non sono considerati credibili e non sono stati ulteriormente analizzati.

L'esperienza maturata nel Mare del Nord ha mostrato come l'affondamento della nave difficilmente porta ad una rottura delle tubazioni in quanto tale situazione è caratterizzata da una velocità di affondamento generalmente bassa oltre che da una superficie di contatto (scafo) molto estesa. In sintesi, qualora anche una nave affondasse sulla tubazione, la più grave conseguenza attesa è lo schiacciamento della stessa senza fuoriuscite.

Nell'eventualità di deformazione della condotta che porti a fessurazione con sversamento di prodotto, il rischio connesso a tale evento può essere assimilato al rischio di rilascio di prodotto a seguito degli eventi che portano a rottura significativa (foro 200 mm) il tratto di condotta a mare dovuti a cause interne.

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |                   |                |
| <b>Analisi di rischio</b>  |                   |                |
| <b>Maggio 2013</b>   | <b>B-REL-1003</b> | <b>Rev. 02</b> |

L'analisi delle conseguenze dell'impatto di un container con le tubazioni ha evidenziato come, grazie all'interramento delle condotte, queste non vengano danneggiate in maniera critica.

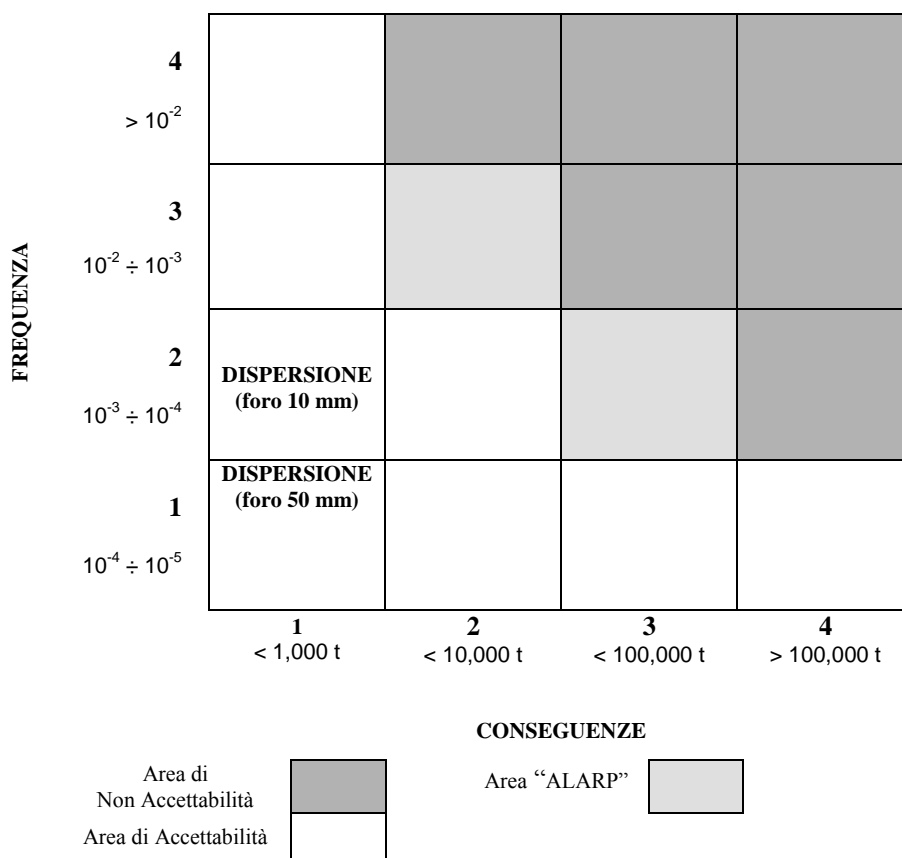
In sintesi, nessuno degli agenti esterni considerati risulta poter essere causa di un rilascio dalle tubazioni.

Solamente lo scenario di rottura per cause interne è stato analizzato in termini di rilascio di idrocarburo.

Trattandosi di rilasci in mare aperto, l'unico evento considerato è la dispersione in mare del prodotto rilasciato in quanto non sono presenti fonti di innesco. L'accettabilità di tale scenario è stata stimata in termini di danno all'ambiente. La quantità stimata di idrocarburo rilasciato varia fra 10 (con probabilità di  $3.3 \times 10^{-4}$ ) e 98 t (con probabilità di  $2.9 \times 10^{-5}$ ).

Lo sversamento dovuto a una rottura pari a un foro di 200 mm ha una frequenza di accadimento che, ancorché "credibile", rimane al di fuori della matrice di rischio, e quindi non viene considerato nella rappresentazione della matrice.

La Figura 4-7 rappresenta la matrice di rischio complessiva per l'ambiente.



**Figura 4-7 Matrice di Rischio - Condotta a Mare - Rischio per l'Ambiente.**

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |                   |                |
| <b>Analisi di rischio</b>  |                   |                |
| <b>Maggio 2013</b>   | <b>B-REL-1003</b> | <b>Rev. 02</b> |

L'evento ricade in zona accettabile in quanto la frequenza attesa dell'evento è bassa e le conseguenze risultano minime.

E' da notare che il valore della frequenza di accadimento, che è quindi legata esclusivamente a fenomeni di tipo "interno", è cautelativo dato che il progetto, allo stato attuale, prevede un passaggio frequente di 'pig' per la valutazione delle condizioni della linea e la rilevazione tempestiva di eventuali danneggiamenti della condotta.

### **4.3 CONDOTTE IN LAGUNA**

Le condotte, nell'attraversamento dell'isola di Malamocco e nel percorso all'interno della laguna, sono realizzate con tecnica di microtunnelling che comporta una elevata profondità di interro (dell'ordine di -30 m). Questo fa sì che le tubazioni non siano soggette ad eventi generati da cause esterne e che l'unico rischio di rottura sia pertanto quello legato a cause interne (difetti dei materiali o corrosione). Si aggiunge a questo, un rischio legato a rotture e fuoriuscite dalle valvole di intercettazione poste lungo la linea (il progetto prevede una intercettazione all'inizio e alla fine del tratto lagunare), peraltro racchiuse entro pozzetti confinati e ispezionabili.

Lo scenario di rottura per cause interne è stato analizzato in termini di frequenza e di rilascio di idrocarburo.

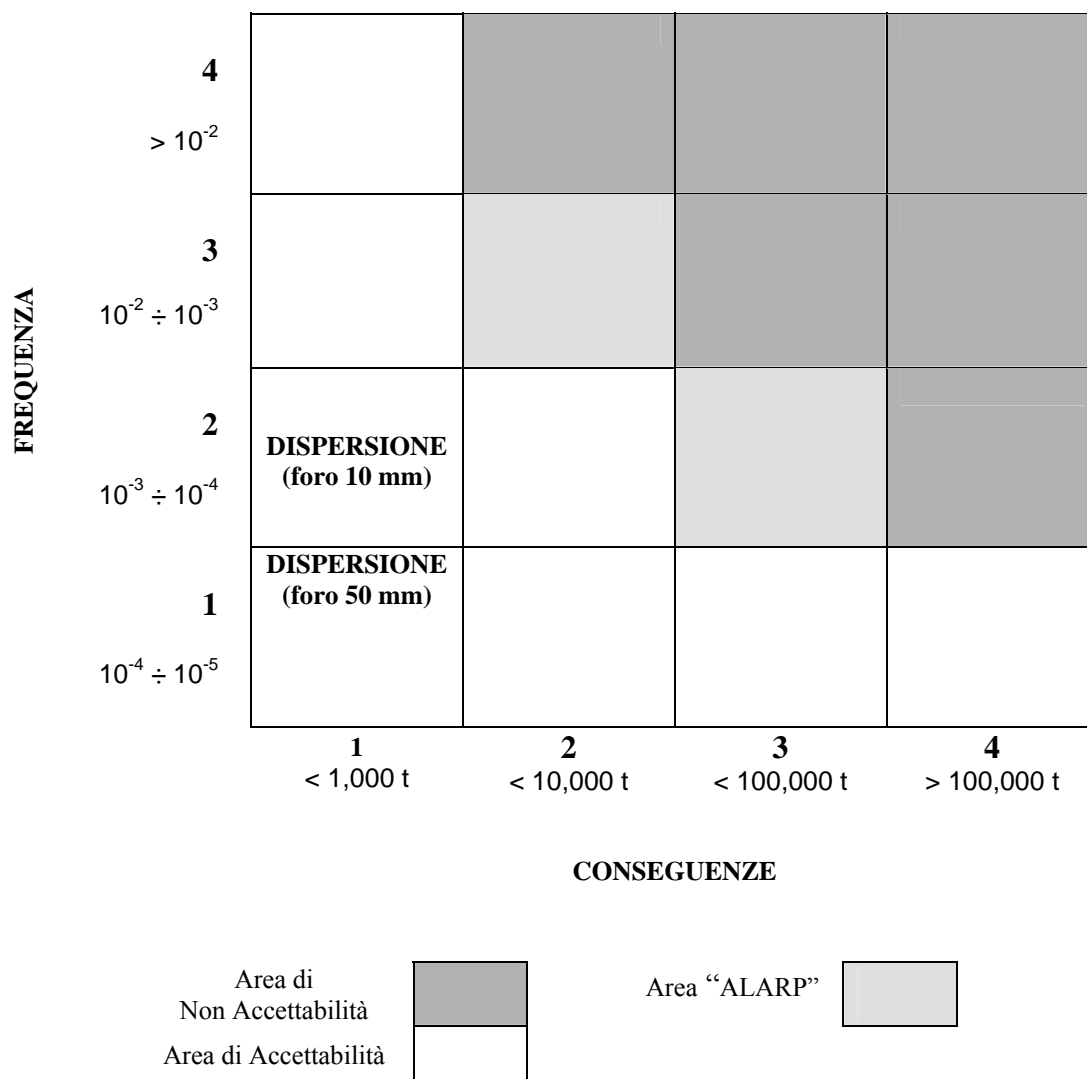
La frequenza di rotture e sversamenti è stimata complessivamente per le tre tubazioni in  $5.9 \times 10^{-4}$  eventi/anno e per le valvole e elementi di giunzione (flange) in  $7.7 \times 10^{-4}$  eventi/anno.

Trattandosi di rilasci in mare aperto l'unico evento considerato è la dispersione in mare del prodotto rilasciato in quanto non sono presenti fonti di innesco. L'accettabilità di tale scenario è stata stimata in termini di danno all'ambiente. La quantità stimata di idrocarburo rilasciato, in entrambi gli scenari incidentali, varia fra 11 (con probabilità di  $2.1 \times 10^{-4}$ ) e 126 t (con probabilità di  $1.2 \times 10^{-5}$ ).

Analogamente alla considerazione fatta per le condotte a mare, lo sversamento dovuto a una rottura pari a un foro di 200 mm non viene considerato ai fini della rappresentazione della matrice di rischio, perché la frequenza di accadimento ricade al di fuori della matrice.

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |                   |                |
| <b>Analisi di rischio</b>  |                   |                |
| <b>Maggio 2013</b>   | <b>B-REL-1003</b> | <b>Rev. 02</b> |

La figura che segue rappresenta la matrice di rischio per l'ambiente.



**Figura 4-8 Matrice di Rischio - Condotta in laguna - Rischio per l'Ambiente.**

L'evento ricade in zona accettabile in quanto la frequenza attesa dell'evento è bassa e le conseguenze risultano moderate.

E' da notare che il valore della frequenza di accadimento è cautelativo, dato che il progetto, allo stato attuale, prevede un passaggio frequente di 'pig' per la valutazione delle condizioni della linea e la rilevazione tempestiva di eventuali danneggiamenti della condotta.

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |                   |                |
| <b>Analisi di rischio</b>  |                   |                |
| <b>Maggio 2013</b>   | <b>B-REL-1003</b> | <b>Rev. 02</b> |

#### **4.4 STAZIONE MARGHERA E DISTRIBUZIONE FINALE**

Gli eventi ipotizzabili per la stazione di consegna e distribuzione di Marghera è la rottura random (per cause interne) di una tubazione di arrivo o la rottura di apparecchiature/impianti.

##### **4.4.1 Rottura tubazioni interne alla stazione**

La frequenza di rottura per le tubazioni di arrivo alla stazione risulta essere circa **1.50 x 10<sup>-4</sup> eventi/anno**.

Come nel caso del terminal offshore si sono analizzati due scenari tipici, riferiti rispettivamente al greggio e a benzina o gasolio.

L'analisi con la metodologia degli Alberi degli Eventi ha portato ai seguenti risultati (tabella che segue), validi per ciascuna singola tubazione.

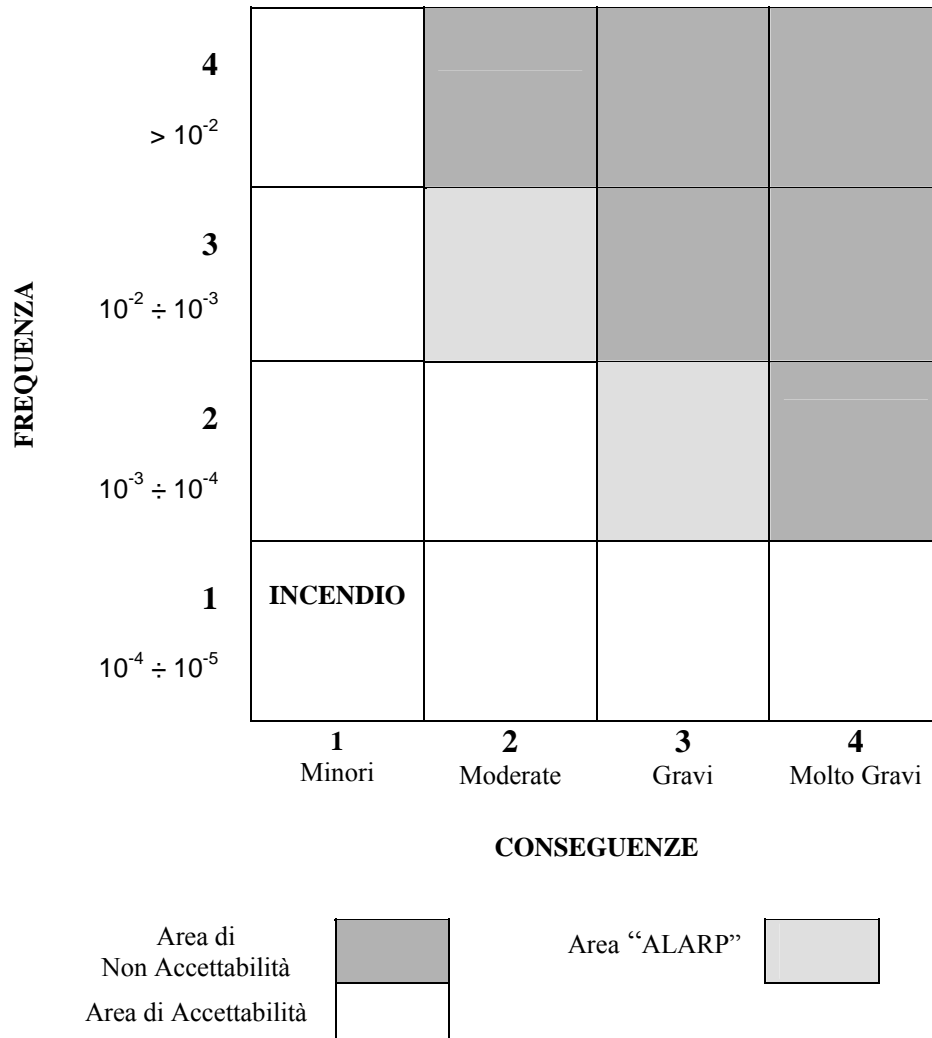
**Tabella 4-12 Stazione Marghera – rottura tubazioni - Tabella Riassuntiva Albero degli Eventi.**

| <b>EVENTO</b>                         | <b>SCENARIO</b> | <b>FREQUENZA<br/>(eventi/anno)</b> |
|---------------------------------------|-----------------|------------------------------------|
| Rottura singola Tubazione<br>Foro 10% | Incendio        | $4.0 \times 10^{-6}$               |
|                                       | UVCE            | $4.6 \times 10^{-8}$               |
|                                       | Flash Fire      | $1.4 \times 10^{-6}$               |
|                                       | Dispersione     | $4.4 \times 10^{-5}$               |
| Evento complessivo                    | Incendio        | $1.2 \times 10^{-5}$               |
|                                       | UVCE            | $1.4 \times 10^{-7}$               |
|                                       | Flash Fire      | $4.2 \times 10^{-6}$               |
|                                       | Dispersione     | $1.3 \times 10^{-4}$               |

L'unico scenario credibile, valutato complessivamente per tutte le tubazioni, risulta pertanto quello di dispersione, con effetti limitati all'ambiente e di incendio con potenziali danni per le persone.

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |                   |                |
| <b>Analisi di rischio</b>  |                   |                |
| <b>Maggio 2013</b>   | <b>B-REL-1003</b> | <b>Rev. 02</b> |

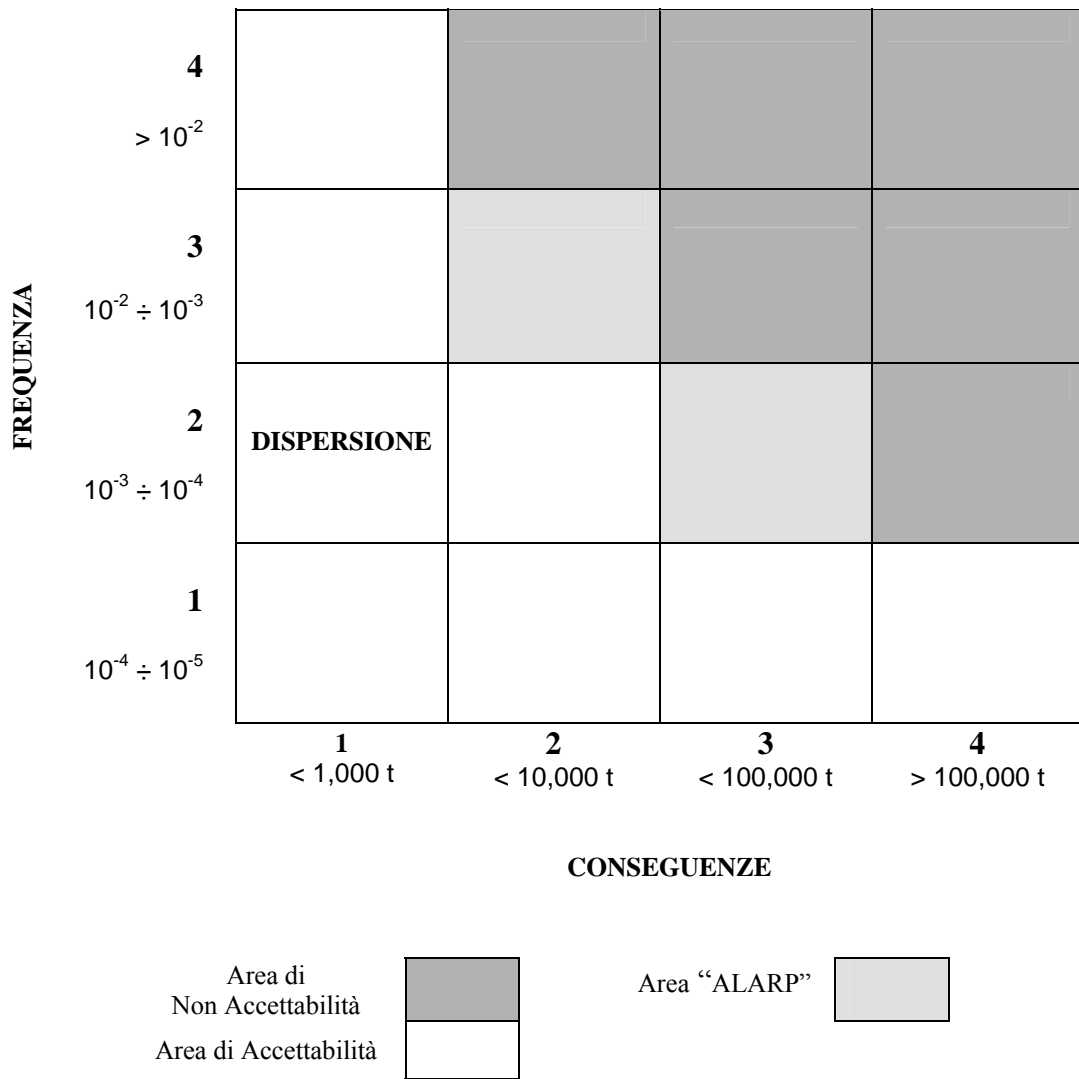
Le seguenti figure riportano le due matrici di accettabilità per l'evento in questione (rischio per le persone e rischio per l'ambiente).



**Figura 4-9 Matrice di Rischio – Stazione Marghera – rottura tubazioni - Rischio per le Persone.**



|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |                   |                |
| <b>Analisi di rischio</b>  |                   |                |
| <b>Maggio 2013</b>   | <b>B-REL-1003</b> | <b>Rev. 02</b> |

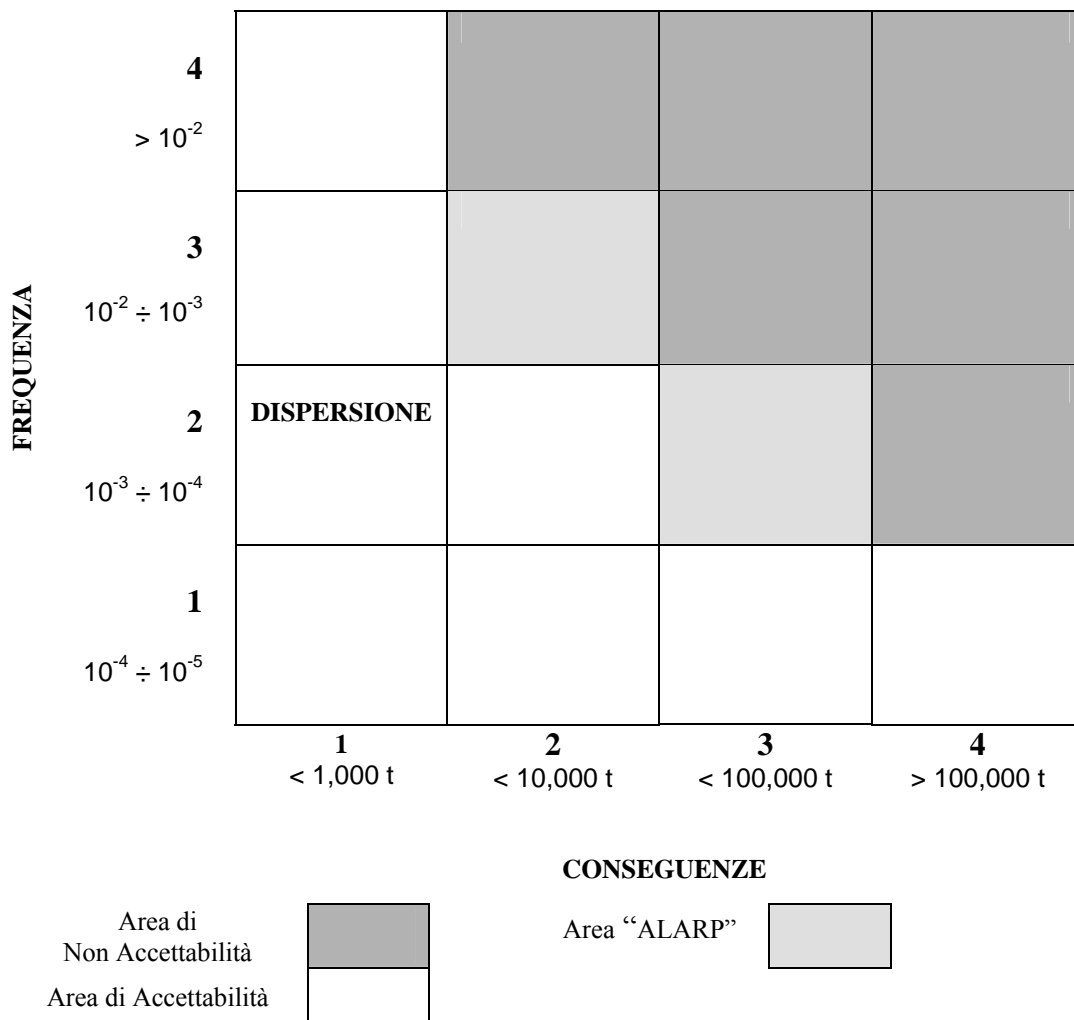


**Figura 4-10 Matrice di Rischio – Stazione Marghera – Rottura tubazioni - Rischio per l’Ambiente.**

Come rappresentato nelle matrici di rischio, tutti gli scenari ricadono nel campo di accettabilità.

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |                   |                |
| <b>Analisi di rischio</b>  |                   |                |
| <b>Maggio 2013</b>   | <b>B-REL-1003</b> | <b>Rev. 02</b> |

Si riporta in aggiunta una matrice di rischio preliminare relativa alla rete distributiva di condotte, con riferimento al rischio di danni all'ambiente.



**Figura 4-11 Matrice di Rischio – Rete di distribuzione Marghera - Rischio per l’Ambiente.**

|  |            |         |
|--|------------|---------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |            |         |
| <b>Analisi di rischio</b>  |            |         |
| Maggio 2013  | B-REL-1003 | Rev. 02 |

#### 4.4.2 Rottura di apparecchiature e impianti

Per quanto riguarda la rottura di apparecchiature e impianti di servizio alla Stazione di Marghera (stazioni di misura, di ricezione pig e relative interconnessioni) sono stati considerati due scenari:

- foro da 50 mm di diametro equivalente;
- foro da 150 mm di diametro equivalente.

Sulla base della letteratura e del numero di carichi/scarichi stimato, si sono ottenute le seguenti frequenze di rottura complessive:

**Tabella 4-13 Stazione di Marghera – apparecchiature e impianti – Tabella Riassuntiva Frequenza.**

| TIPOLOGIA      | FREQUENZA<br>(eventi/anno) |
|----------------|----------------------------|
| Foro da 50 mm  | $2.7 \times 10^{-2}$       |
| Foro da 150 mm | $3.4 \times 10^{-3}$       |

Applicando la metodologia ad Alberi degli Eventi, in analogia a quanto fatto per il terminal offshore, si ottengono le seguenti frequenze per i vari scenari:

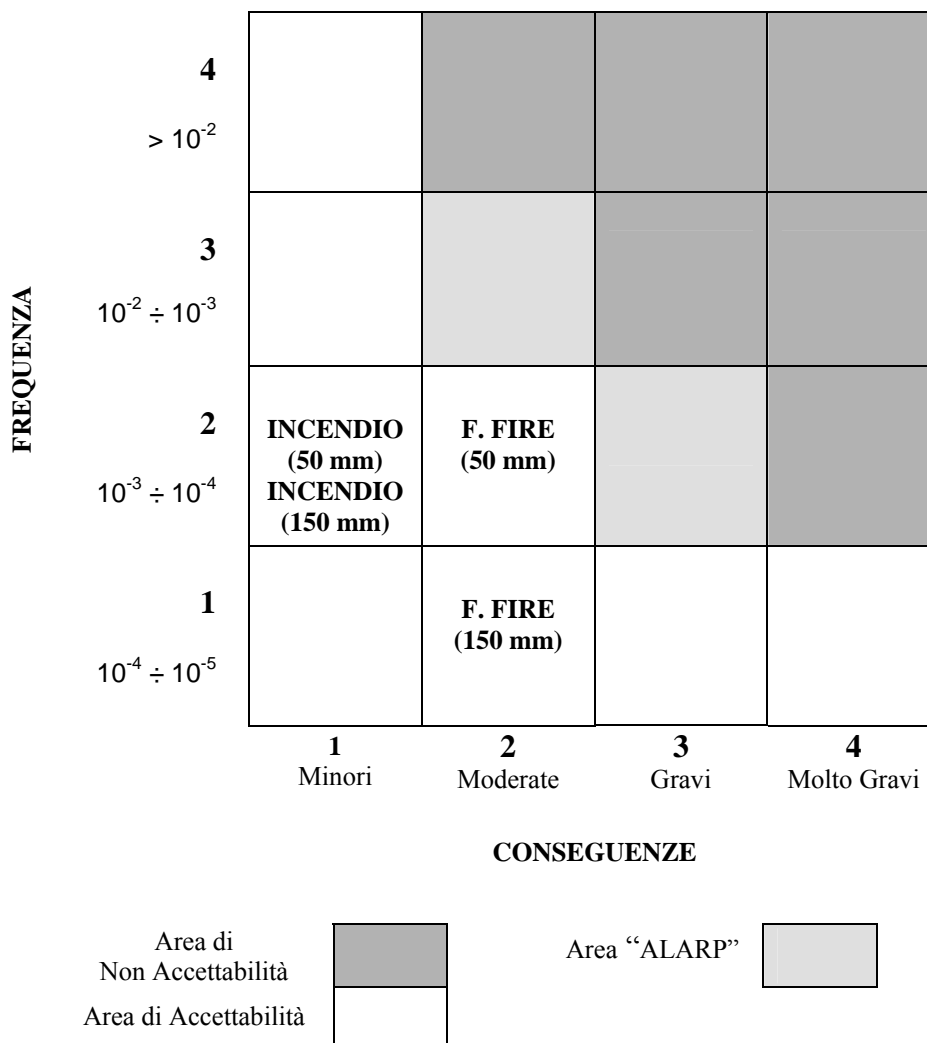
**Tabella 4-14 Stazione di Marghera – apparecchiature e impianti – Tabella Riassuntiva Albero degli Eventi.**

| EVENTO         | SCENARIO    | FREQUENZA<br>(eventi/anno) |
|----------------|-------------|----------------------------|
| Foro da 50 mm  | Incendio    | $8.0 \times 10^{-4}$       |
|                | UVCE        | $2.6 \times 10^{-5}$       |
|                | Flash Fire  | $7.8 \times 10^{-4}$       |
|                | Dispersione | $1.6 \times 10^{-2}$       |
| foro da 150 mm | Incendio    | $2.7 \times 10^{-4}$       |
|                | UVCE        | $3.1 \times 10^{-6}$       |
|                | Flash Fire  | $9.4 \times 10^{-5}$       |
|                | Dispersione | $3.0 \times 10^{-3}$       |

Da tale studio risultano statisticamente “credibili” tutti gli eventi identificati ad eccezione dell’esplosione in seguito a rottura con foro da 150 mm.

Limitatamente agli scenari “credibili” si è proceduto allo studio delle conseguenze (danni per le persone e di pericolosità per l’ambiente), sulla base delle quali si sono prodotte le matrici di accettabilità riportate nella successive figure per quanto riguarda rispettivamente la sicurezza delle persone e dell’ambiente.

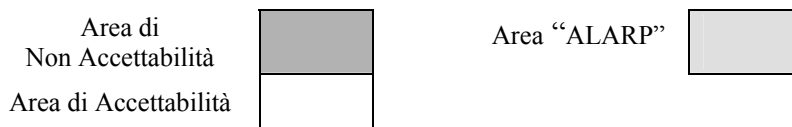
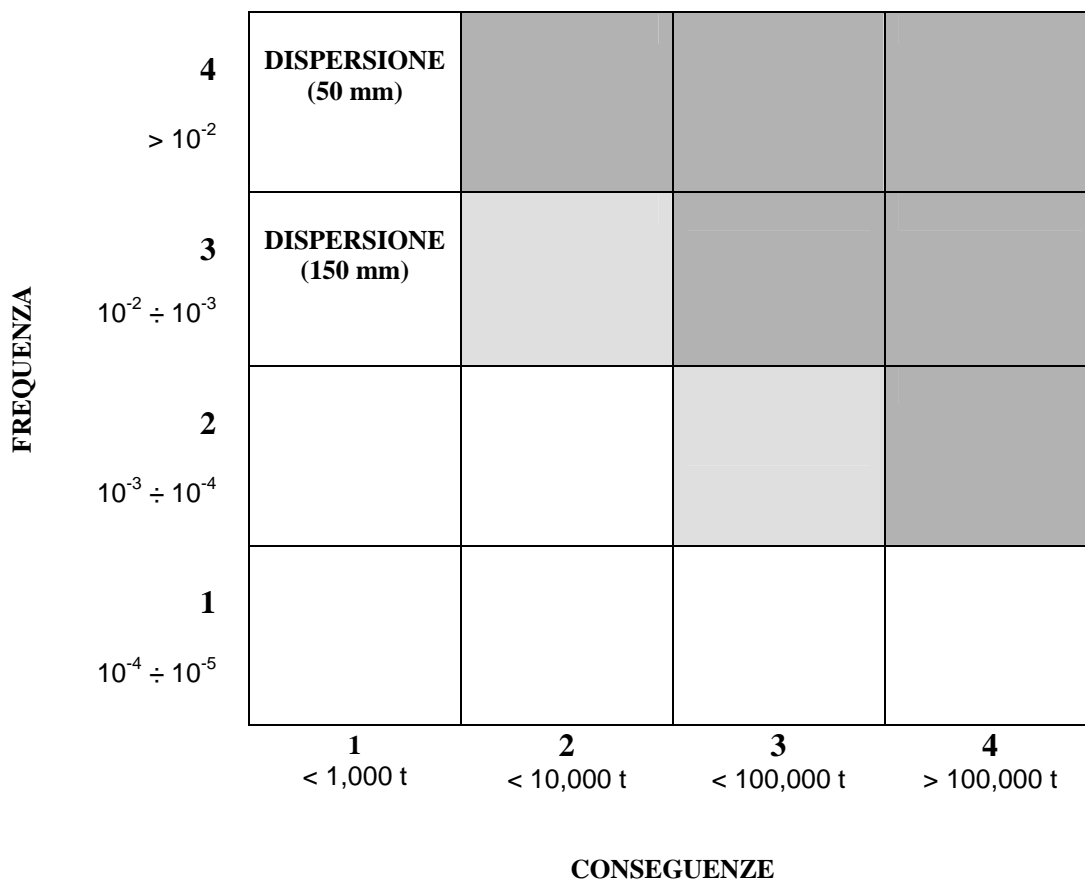
|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |                   |                |
| <b>Analisi di rischio</b>  |                   |                |
| <b>Maggio 2013</b>   | <b>B-REL-1003</b> | <b>Rev. 02</b> |



**Figura 4-12 Matrice di Rischio – Stazione di Marghera - Rottura apparecchi e impianti - Rischio per le Persone.**

La matrice di rischio per le persone per quanto riguarda gli scenari di rottura dei bracci di carico posti sul Terminal, dimostra che tutti gli scenari conseguenti cadono in zona di accettabilità in quanto le frequenze attese di accadimento sono basse.

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |                   |                |
| <b>Analisi di rischio</b>  |                   |                |
| <b>Maggio 2013</b>   | <b>B-REL-1003</b> | <b>Rev. 02</b> |



**Figura 4-13 Matrice di Rischio – Stazione di Marghera - Rottura apparecchi e impianti - Rischio per l’Ambiente.**

La matrice di rischio per l’ambiente, per quanto riguarda gli scenari di rottura di apparecchiature e impianti alla stazione di Marghera, dimostra che tutti gli scenari conseguenti cadono in zona di accettabilità in quanto le conseguenze sono basse, anche in relazione al fatto che gli impianti si trovano all’interno di un’area industriale già adibita alla movimentazione e stoccaggio di idrocarburi.

**TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta  
PROGETTO PRELIMINARE**

**Analisi di rischio**

**Maggio 2013**

**B-REL-1003**

**Rev. 02**

**PARTE B**

**TERMINAL CONTAINER**

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |                   |                |
| <b>Analisi di rischio</b>  |                   |                |
| <b>Maggio 2013</b>   | <b>B-REL-1003</b> | <b>Rev. 02</b> |

## **5 ANALISI DI RISCHIO**

Il presente capitolo valuta il rischio del progetto plurimodale terminal offshore per la componente trasporto contenitori, quindi in relazione alla movimentazione delle navi portacontainer e Mama Vessel. L'analisi condotta utilizza i fattori di "rischio" valutando tre scenari, ovvero la situazione attuale con il traffico 2011, lo scenario al 2020 con il progetto offshore e lo scenario tendenziale al 2020, senza la piattaforma d'altura.

### **5.1 IL PROGETTO "TERMINAL D'ALTURA"**

Il Porto di Venezia è composto da due sezioni. La prima, ubicata in prossimità del centro storico della città, è dedicata al traffico passeggeri (crociere e traghetti); la seconda, dislocata in terraferma a Marghera, accoglie il traffico commerciale, industriale e petrolifero. Entrambe si trovano all'interno della laguna e sono collegate al mare aperto attraverso dei canali di grande navigazione, la cui profondità varia dai -14 ai -12 metri. La sezione di Porto Marghera è raggiungibile attraverso la bocca di porto di Malamocco, dopo circa 10 miglia di navigazione lungo l'omonimo canale.

A metà degli anni '90 la legge speciale per Venezia (l. 798/94) ha stabilito, per salvaguardare l'ambiente lagunare, che tutto il traffico petrolifero venisse estromesso dalla laguna, prevedendo dei nuovi accosti a mare. Nel decennio precedente si era già iniziato a studiare anche un sistema di dighe (chiamato MOSE), progettato per la protezione dalle acque alte eccezionali.

Attualmente le paratie mobili del MOSE sono in fase di realizzazione e posa, e nel giro di alcuni anni verranno messe in funzione (data stimata 2016). Questo sistema di dighe, costruite su tutte le bocche di porto, una volta azionato, limiterà però l'entrata e uscita in porto delle navi mercantili/passeggeri durante la fase di alta marea. Questo comporterà un accesso regolato al porto attraverso delle speciali conche di navigazione, determinando comunque limitazioni al traffico portuale.

Per questi due motivi, Legge Speciale e limitazioni del traffico dovute al MOSE, l'Autorità Portuale di Venezia (APV) ha richiesto che il nuovo approdo 8 miglia a largo delle coste (vedi Relazione Illustrativa C1-REL-001a) pensato per il traffico petrolifero, potesse accogliere anche parte del traffico container.

Il progetto "terminal d'altura", che APV intende realizzare al largo della costa lagunare, ha come obiettivi: il rilancio dalla portualità italiana, ed in particolare dell'Alto Adriatico, il raggiungimento di una maggior competitività rispetto ai porti del Northern range e una riduzione degli impatti indotti dalle grandi navi commerciali all'interno della laguna (emissioni, costi di escavo e manutenzione banchine e rischi). Il terminal, posto dove i fondali naturali sono a -20 m, consentirà di ricevere le navi oceaniche

|   |            |         |
|---|------------|---------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>         PROGETTO PRELIMINARE</b> |            |         |
| <b>Analisi di rischio</b>   |            |         |
| Maggio 2013   | B-REL-1003 | Rev. 02 |

e quindi di attrarre le grandi compagnie di navigazione incrementando le quote di mercato gestite dal porto di Venezia.

Il progetto del terminal plurimodale d'altura risponde a più obiettivi di interesse nazionale.

**Il primo obiettivo** di interesse nazionale è quello previsto dalla legge 29 novembre 1984 n.798 “Nuovi interventi per la salvaguardia di Venezia” che prescrive all’art. 3 lettera 1) di provvedere all’estromissione dalla Laguna di Venezia del traffico petrolifero che oggi vede le petroliere attraccare al terminal lagunare di San Leonardo. Obiettivo reso, se possibile, più urgente dal decreto del Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti di concerto con il Ministro dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (di seguito MATTM) n.79 del 2 marzo 2012 in applicazione dell’art. 5 della legge 7 marzo 2001 n.51 e che reca misure generali per limitare o vietare il transito delle navi mercantili finalizzate alla protezione di aree sensibili o di aree particolarmente vulnerabili come la laguna di Venezia.

**Il secondo obiettivo** è quello, sempre legato al tema della salvaguardia fisica, ambientale, economica ed occupazionale di Venezia e della sua laguna, previsto dalla delibera del 4 aprile 2003 del Comitato di indirizzo, coordinamento e controllo degli interventi per la salvaguardia di Venezia ex art. 4 della legge 798/84 che, in sede di approvazione del progetto definitivo del Sistema MOSE (acronimo di Modulo Sperimentale Elettromeccanico), ha prescritto di “procedere, contemporaneamente a quella delle opere di regolazione delle maree, alla realizzazione della struttura di accesso permanente alla bocca di Malamocco” al fine di separare le esigenze della navigazione da quelle della salvaguardia in modo da garantire la continuità dell’agibilità portuale in qualsiasi condizione meteo. “Struttura di accesso permanente al porto” che si è convenuto di realizzare integrando la conca di navigazione in costruzione alla Bocca di Malamocco con il terminal d’altura in acque profonde, di cui al progetto preliminare in oggetto, in modo da adeguare l’accessibilità nautica del porto di Venezia evitando di dover intervenire ulteriormente sulla profondità dei canali di grande navigazione intra lagunari. Il Sistema MOSE infatti, durante i periodi di apertura delle paratie mobili, renderà il Porto di Venezia un porto ad accesso regolato in cui le navi per entrare o uscire dalla laguna dovranno utilizzare la conca di navigazione localizzata alla Bocca di Malamocco. Viste le caratteristiche della conca, tale passaggio sarà consentito solo a navi di tipo Panamax escludendo di fatto il porto di Venezia dalle grandi rotte intercontinentali che, come visto in precedenza, sono orientate verso navi di dimensioni sempre più grandi. Il porto d’altura pertanto consentirà a Venezia di “restare sul mercato” superando i vincoli di accessibilità nautica (risolvibili altrimenti solo con un approfondimento ed un allargamento dei canali lagunari, un’ampia ricostruzione di banchine e moli e un adattamento della conca di navigazione con ripercussioni significative sulla morfologia lagunare.



**Il terzo obiettivo** è quello di mettere il sistema portuale italiano in condizione di ricevere anche le più grandi navi porta container oggi in costruzione, con una efficienza competitiva, per rese qualitative e quantitative, con quella dei porti del mar del Nord. La piattaforma offshore localizzata su fondali di - 20 m doterà il sistema portuale italiano di un terminale ad alto grado di innovazione in grado di ricevere le più grandi navi portacontainer (fino a 18.000 TEU) oggi in produzione. In fase di progettazione stessa del terminal container d'altura (studio riguardante la realizzazione di un sistema integrato offshore-onshore per il ricevimento dei container da nave oceanica e la riconsegna a Porto Marghera per il successivo inoltro sulle reti stradali e ferroviarie, affidato dall'Autorità Portuale di Venezia alla società Halcrow CH2M Hill nel 2012), con l'obiettivo di renderlo competitivo, si sono poste come service requirement nella determinazione delle caratteristiche degli impianti le aspettative della potenziale clientela, ovvero:

- non introdurre ritardi alle navi portacontainer di linea;
- non introdurre ritardi nei terminali lato terra;
- il 15% del carico deve essere disponibile per il ritiro nelle 24 h successive al termine dello scarico della nave;
- una percentuale di carico in partenza deve giungere ai terminali terrestri tra le 12 e le 24 ore prima rispetto all'orario di partenza della nave;
- poiché i tempi di navigazione sono pari a circa 3 ore per ogni direzione, ciò vuol dire che ogni contenitore deve essere gestito in tempi compresi tra le 9 e le 21 h.

**Il quarto obiettivo** è contribuire, con gli altri porti del NAPA a garantire volumi di traffico che giustifichino l'alimentazione dal Mediterraneo dell'Europa centro orientale in coerenza con la politica europea di costruzione della rete TEN-T essenziale, che vede l'Alto Adriatico come sbocco dei corridoi europei Adriatico Baltico, Mediterraneo e Helsinki-La Valletta. L'obiettivo dei 6.000.000 di TEU da raggiungere entro il 2030 richiede ai porti del sistema multi portuale del NAPA di fare ognuno la propria parte affinché complessivamente si raggiunga una dimensione di traffico tale per cui le grandi navi portacontainer scelgano di alimentare i mercati dell'Europa centro-orientale attraverso i porti dell'Alto Adriatico.

**Il quinto obiettivo** è contribuire alla riconversione a fini portuali e logistici di ampie aree portuali e industriali dismesse a Porto Marghera e allo sviluppo di altre aree costiere facilmente raggiungibili dal terminal d'altura mettendo o rimettendo in valore patrimoni infrastrutturali (ferroviari, stradali, di servizi industriali, ecc.) oggi sottoutilizzati. La realtà di Porto Marghera, in profonda trasformazione a causa della crisi che coinvolge alcuni sue funzioni storiche (in primis la chimica), permette di avere a disposizione ampie aree infrastrutturate (di banchine, sottoservizi, reti ferroviarie e stradali) che

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |                   |                |
| <b>Analisi di rischio</b>  |                   |                |
| <b>Maggio 2013</b>   | <b>B-REL-1003</b> | <b>Rev. 02</b> |

potranno essere riconvertite a funzioni portuali – logistiche. Tale patrimonio, frutto di ingenti investimenti, rappresenta un asset fondamentale da valorizzare e mettere a sistema e rappresenta un valore aggiunto che altri porti oggi non hanno. Naturalmente accanto a nuove possibili aree, Porto Marghera dispone fin da subito di strutture terminalistiche in grado di movimentare i traffici della piattaforma d’altura.

**Il sesto obiettivo** è dare base portuale al sistema logistico del Nord Est incentrato sulle eccellenze interportuali di Verona e Padova, così riducendo la «tassa logistica» impropria che grava sul sistema produttivo italiano. Come abbiamo visto in precedenza, lo studio NEA mostra che una rilevante quota dei traffici generati dal sistema produttivo del Nord Est vengono “dirottati” e movimentati da porti che non sono quelli “naturali” di riferimento. Tale fenomeno, se da un lato favorisce i porti italiani del Tirreno, dall’altro porta verso il Nord Europa container e rispettive imposte che sarebbe opportuno trattenere in Italia. A ciò si aggiunga anche il maggior impatto ambientale dovuto al trasferimento delle merci. Il terminal d’altura permetterà invece di ridurre la catena logistica, sfruttando gli interporti di Padova e Verona come basi di primo smistamento dei container verso le aree di produzione/lavorazione riducendo la “tassa logistica” impropria che oggi grava sul sistema produttivo italiano.

**Il settimo obiettivo** è quello di raggiungere mercati di origine e destinazione, mettendo a valore il sistema di navigazione interna lungo il Po e i canali connessi, offrendo tramite i porti e i terminal di Venezia, Chioggia, Porto Levante (Rovigo) e del porto fluviale interno di Mantova riferibile all’arco adriatico e/o ogni altra destinazione dallo stesso raggiungibile. Tale sistema fluviale è assunto al rango di sezione della rete trans europea di trasporto “essenziale” (TEN-T “core network”) lungo l’asse Milano/Mantova/ Ravenna/Venezia/Trieste così come proposto dalla Commissione Europea [COM 665/2011] e già negoziato con il Consiglio europeo a Bruxelles. Il Nord Est Italia è l’unica regione del sud Europa che può contare su un integrato sistema di vie navigabili in grado di giungere al cuore del sistema economico nazionale. Connettere tale rete di vie navigabili alla piattaforma d’altura significa decongestionare le infrastrutture stradali perseguendo l’obiettivo di ridurre le emissioni di CO2 favorendo una mobilità più sostenibile e, così come nel caso degli interporti, portare la distribuzione vicino ai centri di produzione delle merci.

Il progetto si presenta come un sistema integrato offshore-onshore in quanto prevede che i contenitori scaricati sulla piattaforma d’altura raggiungano poi la terraferma, tramite un sistema appositamente progettato di imbarcazioni portachiatte. I container infatti, una volta sbarcati dalle navi madri, saranno trasferiti a terra grazie all’innovativo sistema composto da una piccola flotta di “navi semi-affondanti” (Mama Vessel) capaci di caricare a bordo le chiatte per una capacità totale di 432 TEU/viaggio. Il vantaggio dei Mama Vessel, rispetto alle navi portacontainer tradizionali, consiste in un limitato pescaggio (5 metri a pieno carico e 7,5 m nella fase di affondamento) e, rispetto ad un trasporto

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |                   |                |
| <b>Analisi di rischio</b>  |                   |                |
| <b>Maggio 2013</b>   | <b>B-REL-1003</b> | <b>Rev. 02</b> |

effettuato con chiatte trainate/spinte da rimorchiatori, in una maggior sicurezza di navigazione nella fase marittima. Poiché le chiatte trasportate possono essere anche di tipo fluviale (classe V), i contenitori potranno, dal terminal d'altura, distribuirsi su più destinazioni anche sfruttando i canali di navigazione interna del nord Italia. Il sistema prevede un elevato automatismo dei terminali ed attrezzature innovative (gru per il carico/scarico chiatte ad elevata produttività) al fine di contenere i tempi di trasferimento dei contenitori a terra a valori equivalenti ai tempi di movimentazione ottenuti nei terminali dei porti nord - europei che non richiedono la doppia rottura di carico.

## **5.2 SCENARI ANALIZZATI**

Gli scenari corrispondono alla situazione attuale riferita al 2011 (Scenario 2011), all'ipotesi di non intervento (Scenario tendenziale 2020), all'ipotesi di progetto (Scenario Offshore), come nel seguito descritti.

**Scenario 2011:** il rischio è stato calcolato sulla base dei traffici registrati nel 2011 per la componente contenitori (vedi Tabella risposta n.14) consistente in 816 navi in ingresso, per una movimentazione complessiva di 450.000 TEU.

**Scenario tendenziale 2020:** è rappresentata dallo scenario tendenziale al 2020, a tale anno il traffico contenitori è previsto crescere a circa 600.000 TEU/anno (elaborazioni APV), ovvero di circa 150.000 TEU incrementali rispetto al dato attuale. Tale scenario prevede che parte del traffico rinfuse venga progressivamente sostituito dal trasporto container, e che vengano impiegate navi più grandi, tali da ridurre in proporzione il numero di toccate a parità di container trasportati (600.000 TEU/anno).

**Scenario Offshore 2020:** considera la realizzazione del terminale d'altura a circa 8 miglia nautiche dalla bocca di Malamocco, dove la profondità naturale dei fondali di circa 20m consente l'accosto delle grandi navi oceaniche portacontenitori e la messa in esercizio (costruzione e attrezzaggio) dell'area MonteSyndial a Marghera per la gestione integrata dei nuovi traffici. Il terminal a mare consiste in un molo (di circa 1000x200m) che verrà addossato alla diga e al terminale petroli progettati dal Consorzio Venezia Nuova su incarico del Magistrato alle Acque di Venezia, per l'estromissione del traffico petrolifero dalla laguna di Venezia. Il terminal contenitori consentirà di gestire un traffico fino a 1 milione di TEU/anno, 800.000 dei quali sono destinati all'area MonteSyndial e 200.000 TEU di transhipment. Il terminal e le attrezzature sono progettati per moduli, in modo che siano possibili successive fasi di espansione se il mercato dovesse rispondere in maniera più che positiva alle aspettative. La gestione del sistema di trasferimento dalla piattaforma d'altura a terra prevede la realizzazione di un sistema nautico progettato ad hoc composto da chiatte che vengono caricate a coppie su navi semi-affondanti in grado di affrontare la navigazione sia in mare aperto che nei canali lagunari. Tali imbarcazioni, denominate Mama Vessel, consentono il carico di due chiatte da 216 TEU.

**TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta  
PROGETTO PRELIMINARE**

**Analisi di rischio**

Maggio 2013

B-REL-1003

Rev. 02

Il Mama Vessel è dotato di un equipaggio di 4 persone, consente di raggiungere velocità fino a 14 nodi con un consumo di 0,2 l/s alla massima potenza.

Per un quadro riassuntivo si veda la tabella (risposta al quesito MATTM 14), di seguito riportata.

|  |   | Scenario attuale consolidato | Scenario di sviluppo con progetto offshore (2020)  | Scenario di sviluppo senza progetto off-shore (2020)<br>OPZIONE ZERO | NOTE       |
|--|---|------------------------------|--|--|------------|
| n. totale di navi entranti nel porto di Venezia (toccate) nell'anno  |   | <b>5.481</b>                 | <b>6.158</b>   | <b>5.379</b>   |            |
| <b>MARITTIMA</b>   |   |                              |  |  |            |
| n. totale di navi attraverso la bocca di Lido (toccate) nell'anno  |   | <b>1.394</b>                 | <b>1.106</b>   | <b>1.106</b>   |            |
| n. navi attraverso la bocca di Lido solo crociere (toccate) nell'anno  |   | 1.106                        | 1.106  | 1.106  |            |
| n. navi attraverso la bocca di Lido solo ro pax (toccate) nell'anno  |   | 288                          | 0  | 0  |            |
| <b>MARGHERA</b>  |   |                              |  |  |            |
| n. totale di navi attraverso la bocca di Malamocco (toccate) nell'anno   |   | <b>4.087</b>                 | <b>5.052</b>   | <b>4.273</b>   |            |
| suddivisione del n. navi/anno per tipologia di merci trasportate (importante tenere separati container e prodotti petroliferi e merci pericolose in genere), lunghezza, stazza, ecc. | Petrolifero (greggio e derivati)  | 424                          | 100  | 500  | (1)        |
|  | Ro-Ro   | 173                          | 0  | 0  | (2)        |
|  | General Cargo   | 422                          | 422  | 422  | (3)        |
|  | Rinfuse Solide  | 635                          | 588  | 635  | (3) (4)    |
|  | Containers (terminal esistenti)   | 816                          | 638  | 638  | (5)        |
|  | P. Chimici  | 245                          | 245  | 245  | (6)        |
|  | Altre rinfuse liquide   | 33                           | 33   | 33   | (3)        |
|  |   |                              |  |  |            |
| <b>Nuovo Ro-Pax (Fusina)</b>   |   | <b>1.339</b>                 | <b>1.800</b>   | <b>1.800</b>   | <b>(7)</b> |
| <b>Terminal convenzionale MonteSyndial</b>   |   |                              | <b>300</b>   |  |            |
| <b>Piattaforma d'altura</b>  | n. mama vessel/anno   |                              | 926  |  |            |
|  | n. mama vessel/mese   |                              | 77   |  |            |
|  | n. mama vessel/giorno   |                              | 2,6  |  |            |
|  | n. rimorchiatori necessari per ciascuna mama vessel e in quale fase   |                              | 1 rimorchiatore e solo in assistenza nella fase di carico/scarico chiatte  |  |            |
|  | tempistiche delle operazioni di carico e scarico mama vessel e navi container (compresa presenza rimorchiatori) |                              | 30 minuti per zavorramento/dezavorramento mama vessel e carico /scarico chiatte  |  |            |
|  | tipologia mama vessel (caratteristiche dimensionali, motori, carburanti, ipotesi emissioni sonore)              |                              | mama vessel 150m X 31m. Pescaggio 7,5m Motore LNG endometri di potenza pari a 6.000 KW LNG<br>NOx /TEU<br>0,4 kg<br>SOx /TEU -<br>CO /TEU 30 gr.<br>HC /TEU -<br>Polveri sottili -<br>25 m altezza di camino, 0,9 m diametro uscita, 180° di emissione |  |            |

**TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta  
PROGETTO PRELIMINARE**

**Analisi di rischio**

**Maggio 2013**

**B-REL-1003**

**Rev. 02**

**NOTE**

- (1) Si stima che questo traffico subisca una crescita tendenziale.
- (2) Il traffico viene assorbito dal terminal Ro-Pax di Fusina.
- (3) Al fattore di crescita ordinario si sottrae il fattore di sostituzione del trasporto che da rinfuse passa a containerizzato. In sostanza la crescita viene compensata da un calo per sostituzione.
- (4) Nel caso off-shore si sottraggono le toccate che ora accostano in ME36 e ME1 (per l'anno di riferimento 2011 corrispondono a 47 toccate)
- (5) Il fattore di crescita annuale (domanda commerciale), viene progressivamente sostituita dal trasporto su container; inoltre si impiegano navi più grandi, che riducono quindi il numero di toccate a parità di containers trasportati (600.000 teu's anno).
- (6) per questo traffico si stima che la crescita tendenziale venga progressivamente sostituita dalla chiusura del comparto industriale che lavora i prodotti
- (7) Nello scenario attuale consolidato si da per acquisito il valore massimo delle navi traghetto che possono entrare in porto.

### **5.3 CRITERI DI RISCHIO**

La presente ricerca ha individuato il rischio, suddiviso in specifici criteri misurabili, come segue:

- Rischio: perdita di vita potenziale (PV), perdita di merci pericolose (PM), perdita di carburante (PC), danni alla flotta/anno (DF), perdita di carico (PT);

Per ogni scenario si sono stimati i valori dei singoli criteri e il valore aggregato del rischio.

### **5.4 DESCRIZIONE DEI CRITERI DI RISCHIO**

L'indice di rischio sintetizza la valutazione dei singoli criteri di rischio legati agli incidenti che possono verificarsi durante la navigazione. L'EMSA nella sua relazione annuale del 2010 ha rilevato che i principali incidenti che si verificano nel settore marittimo sono: affondamento (5%), collisione/contatto (45%), incagliamento (22%), incendio/scoppio (13%), altri (15%). Gli incidenti riguardano principalmente le navi cargo e quelle passeggeri. Per ogni incidente sono state individuate delle specifiche conseguenze, che nella maggior parte dei casi comportano perdita di vite ed inquinamento (fuoriuscita di carburante). Altre conseguenze, rilevate nello studio "Risk analysis of the transit vessel traffic in the strait of Istanbul" interessano gli effetti (rallentamenti, ritardi, etc.) sul traffico e i danni alle infrastrutture. La presente ricerca applica la metodologia illustrata in SAFEDOR (2007), uno degli studi più completi nel settore. In accordo con tale studio, per il caso di Venezia, sono state individuate cinque cause di incidenti (collisione, contatto, incagliamento, incendio/scoppio, condizioni climatiche avverse) e per ognuna di esse sono state individuate differenti conseguenze (sinistri all'equipaggio, perdita di merci pericolose, perdita di carburante, danni alla nave, perdita o danneggiamenti al carico). Lo studio SAFEDOR definisce diversi scenari, assegnando ad ognuno di essi una probabilità. La tecnica applicata è quella di un "modello ad albero": la probabilità che un

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |                   |                |
| <b>Analisi di rischio</b>  |                   |                |
| <b>Maggio 2013</b>   | <b>B-REL-1003</b> | <b>Rev. 02</b> |

incidente porti ad una conseguenza è calcolata sulla frequenza statistica di quel tipo di incidente, sulla base dei sinistri registrati nella flotta mondiale tra il 1993 e il 2004. La medesima metodologia (event tree modelling techniques, secondo quanto riportato nel documento SAFEDOR MARITIME SAFETY COMMITTEE 83rd session Agenda item 21, 3 July 2007 Submitted by Denmark) è stata applicata agli altri scenari in esame, prendendo in considerazione però solo i “branches” del modello ad albero che si verificano con una frequenza diversa da zero. In questo modo è stato possibile calcolare il tasso annuo degli eventi attesi per ognuno degli scenari possibili così come delineati da SAFEDOR (expected loss rates per accident scenario per year). L’indice delle conseguenze di rischio (risk consequences indexes) è composto da cinque voci. Ciascun criterio di rischio è stato calcolato sommando la frequenza di tutti gli scenari d’incidente per ogni singola conseguenza. I valori sono stati quindi pesati in relazione ai dati degli scenari in esame (numero e dimensioni della flotta, equipaggi, carico merci, caratteristiche del cargo, etc.). Vista la diversità di imbarcazioni e mezzi impiegati nelle alternative di progetto, la potenziale pericolosità degli eventi è stata valutata trasformando preventivamente le diverse tipologie di natanti in navi equivalenti. I fattori di trasformazione, pari a 0,3 per i rimorchiatori e 0,4 per i Mama Vessel, sono stati calcolati mettendo in relazione tra loro le seguenti caratteristiche: stazza lorda, capacità dei serbatoi, dimensione dell’equipaggio, volumi merci trasportati. In questo modo si può valutare che eventi legati a tali imbarcazioni produrrebbero effetti minori rispetto alle portacontainer di tipo "Panamax".

I risultati hanno portato alla quantificazione dei cinque criteri di rischio per ogni scenario.

## **5.5 DESCRIZIONE DELL'INDICE DI RISCHIO E DEI CRITERI CHE LO COMPONGONO**

La valutazione dell'indice di rischio condotta si riferisce alla possibilità che un incidente possa accadere all’interno della Laguna di Venezia. La stima dell'indice di rischio è stata calcolata in termini di frequenza di incidente sulla flotta che attualmente entra in laguna. Gli indici di rischio degli scenari messi a confronto sono stati stimati applicando la metodologia SAFEDOR ai dati del porto di Venezia. I dati necessari erano relativi esclusivamente al traffico contenitori, in quanto per il terminal petrolifero si è provveduto ad una specifica analisi. Si è deciso di non considerare le altre tipologie di traffico, in quanto il progetto in valutazione è il terminal container e la situazione per le altre merci si presume pressoché costante.

Il rischio rappresenta la probabilità che avvenga un incidente nella Laguna di Venezia ed è composto da 5 criteri, uno per ogni possibile conseguenza.

- Perdita di vita potenziale, PV: la frequenza è valutata sugli incidenti che interessano le imbarcazioni che entrano annualmente nel porto di Venezia nei diversi scenari e sull’equipaggio a bordo delle stesse.

|  |            |         |
|--|------------|---------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |            |         |
| <b>Analisi di rischio</b>  |            |         |
| Maggio 2013  | B-REL-1003 | Rev. 02 |

- Perdita di merci pericolose, PM: valutato sulle tonnellate di merce pericolosa che annualmente entrano in porto, volume calcolato sul numero di imbarcazioni fanno scalo a Venezia, considerando una media di carico pagante di 14 tonnellate e una quota di carico pericoloso come percentuale del carico pagante (SAFEDOR 2007).
- Perdita di carburante, PC: valutato sul numero di tonnellate di carburante annuo a rischio, quantità stimata sulla base della capacità media dei serbatoi e del numero di imbarcazioni nei diversi scenari.
- Danni alla flotta/anno, DF: frequenza di incidente stimata sul numero di navi che fanno scalo nel porto di Venezia ogni anno.
- Perdita di carico, PT: valore stimato in TEU calcolato sul numero di navi che fanno scalo al Porto di Venezia annualmente e in base alla media del carico pagante trasportato.

A partire dalla frequenza iniziale riportata nella Tabella 5-1, l'indice di rischio globale di frequenza di incidenti sulla flotta veneziana è riportato negli scenari in esame:

**Tabella 5-1 Frequenza stimata di eventi per navi portacontainer. Fonte: SAFEDOR, 2007.**

| <b>Scenario per tipologia di incidente</b> | <b>Frequenza di incidente<br/>(per nave anno)</b> |
|--|---|
| Collisione                                 | $1,61 \times 10^{-2}$                             |
| Contatto                                   | $3,65 \times 10^{-3}$                             |
| Incagliamento                              | $6,84 \times 10^{-3}$                             |
| Incendio/esplosione                        | $3,55 \times 10^{-3}$                             |
| Condizioni meteorologiche avverse          | $2,64 \times 10^{-3}$                             |

## 5.6 STIMA DEGLI INDICI DI RISCHIO PER OGNI SCENARIO

A causa delle caratteristiche fisiche del Porto di Venezia, sulla base della metodologia SAFEDOR si sono considerati gli scenari di rischio relativi esclusivamente all'esercizio a basse velocità (operazioni di manovra o terminal costretti) o vincolate (canali di approccio con limiti di velocità). I valori utilizzati sono riportati nella Tabella 5-2.

**Tabella 5-2 Assunzioni generali e stima dei parametri di base. Fonte: SAFEDOR, 2007; \*APV, 2011.**

| <b>Input</b>   | <b>Unità di misura</b> | <b>Rimorchiatori</b> | <b>Mama vessel</b> | <b>Portacontainer tipo "Panamax"</b> |
|--|------------------------|----------------------|--------------------|--------------------------------------|
| Carico pagante assunto a 14 tonn.                        | TEU                    | -                    | 432*               | 2.175                                |
| Equipaggio   | pp.                    | 3*                   | 4*                 | 20*                                  |
| Quota di carico pericoloso sul totale del carico pagante | %                      | -                    | 6%                 | 6%                                   |
| Capacità serbatoio                                       | mc                     | 210*                 | 600*               | 3.850*                               |

**TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta  
PROGETTO PRELIMINARE**

Analisi di rischio

Maggio 2013

B-REL-1003

Rev. 02

| Input  | Unità di misura | Rimorchiatori | Mama vessel | Portacontainer tipo "Panamax" |
|--|-----------------|---------------|-------------|-------------------------------|
| Quantità media di carburante presente dei serbatoi | %               | 50%           | 50%         | 50%                           |

Gli indici di rischio dello Scenario 2011 sono stati calcolati sulla base del traffico contenitori del Porto di Venezia registrato nell'anno di riferimento 2011. I risultati, in termini di eventi attesi durante l'anno per ogni tipologia di conseguenza sono riportati nella Tabella 5-3. Per lo scenario attuale (2011), sono stati considerati i movimenti delle navi portacontainer tipo "Panamax" fino a 4.300 TEU con una media di imbarco/sbarco di 940 TEU/nave, e il numero di rimorchiatori necessari per l'accesso in porto di queste (in media, durante il transito nel canale Malamocco-Marghera, un rimorchiatore per ogni nave).

**Tabella 5-3 Stima degli indici di rischio nel porto di Venezia, Scenario 2011. Fonte: elaborazioni APV su modello SAFEDOR, 2007.**

|                                   | PV<br>[membri<br>dell'equipaggio<br>per anno] | PM<br>[ton. per<br>anno] | PC<br>[ton. per<br>anno] | DF<br>[navi per<br>anno] | PT<br>[TEU per<br>anno] |
|-----------------------------------|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Collisione                        | 0,00  | 204,97                   | 257,02                   | 0,14                     | 228,58                  |
| Contatto                          | 0,00  | 21,31                    | 8,86                     | 0,00                     | 24,12                   |
| Incagliamento                     | 21,05   | 219,49                   | 374,22                   | 0,12                     | 208,63                  |
| Incendio/esplosione               | 60,54   | 5.292,17                 | 5.667,29                 | 3,77                     | 6.300,20                |
| Condizioni meteorologiche avverse | 0,00  | 0,00                     | 54,33                    | 0,01                     | 31,39                   |
| <b>Totale</b>                     | <b>81,59</b>                                  | <b>5.737,95</b>          | <b>6.361,73</b>          | <b>4,04</b>              | <b>6.792,92</b>         |

Gli indici di rischio dello Scenario tendenziale 2020 sono stati calcolati in base agli effetti indotti dall'incremento di traffico di 150.000 TEU/anno (rispetto al dato 2011), ma con un numero di navi inferiore. Infatti l'aumentata profondità dei canali portuali, come stabilito dal Piano Regolatore Portuale, consentirà il passaggio di navi con pescaggio maggiore (a parità di un incremento di traffico di 150.000 TEU/anno, si stima che il numero di navi diminuisca da 816 a 638 unità). I risultati, in termini di eventi attesi nel Porto di Venezia per anno per ogni tipologia di conseguenza, sono riportati nella Tabella 5-4.

**Tabella 5-4 Stima degli indici di rischio nel porto di Venezia, Scenario tendenziale 2020. Fonte: elaborazioni APV su modello SAFEDOR, 2007.**

|            | PV<br>[membri<br>dell'equipaggio<br>per anno] | PM<br>[ton. per<br>anno] | PC<br>[ton. per<br>anno] | DF<br>[navi per<br>anno] | PT<br>[TEU per<br>anno] |
|------------|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Collisione | 0,00  | 160,34                   | 201,06                   | 0,11                     | 178,81                  |



**TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta  
PROGETTO PRELIMINARE**

Analisi di rischio

Maggio 2013

B-REL-1003

Rev. 02

|                                   | <b>PV</b><br>[membri<br>dell'equipaggio<br>per anno] | <b>PM</b><br>[ton. per<br>anno] | <b>PC</b><br>[ton. per<br>anno] | <b>DF</b><br>[navi per<br>anno] | <b>PT</b><br>[TEU per<br>anno] |
|-----------------------------------|--|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| Contatto                          | 0,00   | 16,67                           | 6,93                            | 0,00                            | 18,87                          |
| Incagliamento                     | 16,47  | 171,70                          | 292,74                          | 0,10                            | 163,20                         |
| Incendio/esplosione               | 47,36  | 4.139,90                        | 4.433,35                        | 2,95                            | 4.928,46                       |
| Condizioni meteorologiche avverse | 0,00   | 0,00                            | 42,50                           | 0,01                            | 24,56                          |
| <b>Totale</b>                     | <b>63,82</b>   | <b>4.488,62</b>                 | <b>4.976,58</b>                 | <b>3,16</b>                     | <b>5.313,90</b>                |

Gli indici di rischio dello Scenario Offshore sono stati calcolati sulla base degli ingressi in porto delle navi portacontainer tipo "Panamax" e dei rimorchiatori per la gestione di 600.000 TEU/anno gestiti nel nuovo terminal MonteSyndial più l'ulteriore traffico tendenziale di 600.000 TEU/anno diretto ai moli A e B, dai viaggi richiesti alla flotta di Mama Vessel per gestire il traffico generatosi grazie alla piattaforma Offshore di 800.000 TEU/anno (Tabella 5-5).

**Tabella 5-5 Stima degli indici di rischio nel porto di Venezia, Scenario Offshore. Fonte: elaborazioni APV su modello SAFEDOR, 2007.**

|                                   | <b>PV</b><br>[membri<br>dell'equipaggio<br>per anno] | <b>PM</b><br>[ton. per<br>anno] | <b>PC</b><br>[ton. per<br>anno] | <b>DF</b><br>[navi per<br>anno] | <b>PT</b><br>[TEU per<br>anno] |
|-----------------------------------|--|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| Collisione                        | 0,00   | 254,18                          | 313,45                          | 0,20                            | 195,78                         |
| Contatto                          | 0,00   | 26,43                           | 10,80                           | 0,00                            | 20,66                          |
| Incagliamento                     | 24,21  | 272,19                          | 456,38                          | 0,19                            | 178,68                         |
| Incendio/esplosione               | 69,62  | 6.562,78                        | 6.911,46                        | 5,65                            | 5.396,00                       |
| Condizioni meteorologiche avverse | 0,00   | 0,00                            | 66,26                           | 0,01                            | 26,89                          |
| <b>Totale</b>                     | <b>93,83</b>   | <b>7.115,58</b>                 | <b>7.758,36</b>                 | <b>6,05</b>                     | <b>5.818,01</b>                |

## 5.7 CONCLUSIONI

Si riporta quindi il confronto fra i diversi scenari<sup>1</sup>, al fine di valutare le condizioni variate di rischio. La tabella 6 confronta lo scenario 2011 allo Scenario tendenziale 2020 senza offshore. La quantificazione degli effetti attesi dei diversi scenari incidentali mostra una diminuzione del rischio atteso per tutte le componenti considerate nello Scenario tendenziale 2020. Questo è dovuto ad una diminuzione del numero di navi (di portata leggermente superiore rispetto alle attuali) che si prevede tocchino il Porto

<sup>1</sup> Si è scelto di analizzare il rischio confrontando i diversi scenari senza avvalersi della metodologia "ARPAL" in quanto il numero di incidenti verificatisi per il traffico commerciale nell'ultimo decennio nel Porto di Venezia è trascurabile (come da dati registrati dalla Capitaneria di Porto di Venezia).

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |                   |                |
| <b>Analisi di rischio</b>  |                   |                |
| <b>Maggio 2013</b>   | <b>B-REL-1003</b> | <b>Rev. 02</b> |

di Venezia. Si stima però che l'incremento del traffico sia contenuto, ciò a causa delle limitazioni dei pescaggi che permangono all'interno della laguna.

Il confronto fra lo stato attuale e lo Scenario 2020 con l'offshore, a fronte di un forte incremento di traffico (pari a più di 4 volte il dato attuale), vede un aumento contenuto del rischio, grazie alla sostituzione di parte consistente della flotta convenzionale portacontainer con le Mama Vessel. Questo avviene grazie alla maggior sicurezza garantita dal modello di natante di nuova concezione e al numero ridotto dell'equipaggio. Per quanto riguarda il danneggiamento o perdita del carico, le condizioni dello scenario offshore sono complessivamente migliorative, questo è dovuto al minor rischio connesso al trasporto dei container via Mama Vessel rispetto al traffico tradizionale. L'aumento delle probabilità di rischio legate all'aumento dei natanti in circolazione è compensato in parte dalle modifiche della flotta che farà servizio presso il Porto di Venezia, tuttavia si dovranno prevedere alcune misure cautelative atte al contenimento delle voci connesse ai rischi di maggiori spandimenti di carburante e ai pericoli connessi alle perdite di carico pericoloso. Le misure cautelative previste per tali voci vedranno un'attenzione particolare al disegno dei serbatoi e dei motori delle Mama Vessel ed alla messa in sicurezza dei container sulle stesse.

**Tabella 5-6 Confronto fra lo Scenario 2011 e lo Scenario tendenziale al 2020 senza offshore.**

|                       | PPL for a crew member per year | DANGEROUS GOODS TONNES per year | BUNKER SPILL tonnes per year | Damage per year on the fleet coming in Venice port | loss or damage per teu per year |
|-----------------------|--------------------------------|---------------------------------|------------------------------|--|---------------------------------|
| <b>COLLISION</b>      | 0,00                           | -44,63                          | -55,96                       | -0,03  | -49,77                          |
| <b>CONTACT</b>        | 0,00                           | -4,64                           | -1,93                        | 0,00   | -5,25                           |
| <b>GROUNDING</b>      | -4,58                          | -47,79                          | -81,48                       | -0,03  | -45,42                          |
| <b>FIRE/EXPLOSION</b> | -13,18                         | -1152,27                        | -1233,94                     | -0,82  | -1371,75                        |
| <b>HEAVY WEATHER</b>  | 0,00                           | 0,00                            | -11,83                       | 0,00   | -6,83                           |

**Tabella 5-7 Confronto fra lo Scenario 2011 e lo Scenario 2020 con l'offshore.**

|                       | PPL for a crew member per year | DANGEROUS GOODS TONNES per year | BUNKER SPILL tonnes per year | Damage per year on the fleet coming in Venice port | loss or damage per teu per year |
|-----------------------|--------------------------------|---------------------------------|------------------------------|--|---------------------------------|
| <b>COLLISION</b>      | 0,00                           | 49,21                           | 56,43                        | 0,07   | -32,81                          |
| <b>CONTACT</b>        | 0,00                           | 5,12                            | 1,94                         | 0,00   | -3,46                           |
| <b>GROUNDING</b>      | 3,16                           | 52,70                           | 82,16                        | 0,06   | -29,94                          |
| <b>FIRE/EXPLOSION</b> | 9,08                           | 1270,61                         | 1244,18                      | 1,88   | -904,20                         |
| <b>HEAVY WEATHER</b>  | 0,00                           | 0,00                            | 11,93                        | 0,00   | -4,51                           |

In sintesi è possibile affermare che a fronte di un forte incremento di traffico container interessanti il porto di Venezia l'incremento del rischio connesso ai nuovi traffici risulta contenuto e per la voce "perdita o danneggiamento del carico (TEU/anno)" addirittura migliorativo.

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |                   |                |
| <b>Analisi di rischio</b>  |                   |                |
| <b>Maggio 2013</b>   | <b>B-REL-1003</b> | <b>Rev. 02</b> |

## **RIFERIMENTI**

### Parte A

Consorzio Venezia Nuova, 2002, "Opere necessarie ad Evitare il Trasporto nella Laguna di Petroli e Derivati, Terminal Petrolifero al Largo dei Lidi Veneziani", Progetto Preliminare, Relazione Tecnica (Elaborato A2), Novembre 2002.

CORILA - Consorzio per la Gestione del Centro di Coordinamento delle Attività di Ricerca Inerenti il Sistema Lagunare di Venezia, 2003, preparato per Magistrato alle Acque, "Traffico Petrolifero in Laguna: Analisi Economica di una sua Estromissione dalla Laguna di Venezia".

Cremer and Warner LTD, 1981, Rapporto Finale "Assessment of Industrial Risks in the Rijnmond Area", Londra.

D'Appolonia, 1996, Rapporto, "Selection of Relevant Applications Atomos II", Doc. No. 95-703-H2, Rev. 0 - December.

DM 09/05/2001, "Requisiti minimi di sicurezza in materia di pianificazione urbanistica e territoriale per le zone interessate da stabilimenti a rischio di incidente rilevante", Pubblicato su G.U. 16 giugno 2001, No. 138, suppl. ord.

DNV – Det Norske Veritas, 2001, Recommended Practice No. DNV-RP-F107 "Risk Assessment of Pipeline Protection", 2001.

DNV – Det Norske Veritas, 2002, "PHAST DNV Risk Management Software", Versione 6.21.

Idrotec, 2001, preparato per Magistrato alle Acque – Consorzio Venezia Nuova, "Analisi delle Misure atte a Contenere Sversamenti Accidentali di Prodotti Petroliferi in Laguna di Venezia, Rapporto No. 1, Indagini Propedeutiche, Analisi del Quadro di Riferimento", Giugno.

RABL – Risk Assessment of Buoyancy Loss, 1987, Rapporto, "Ship-Modu Collision Frequency".

T. Degrè et al., 1985, COST 301 – European Co-operation in the Field of Scientific and Technical Research, Rapporto, "Marine Traffic Casualties in the COST 301 Area, 1978-1982".

RADD – Risk Assessment Data Directory (OGP), 2010, Rapporto n. 434-4 "Risers & pipeline release frequency".

World Shipping Council - 2011 – "Containers lost at sea".

|  |                   |                |
|--|-------------------|----------------|
| <b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta<br/>PROGETTO PRELIMINARE</b> |                   |                |
| <b>Analisi di rischio</b>  |                   |                |
| <b>Maggio 2013</b>   | <b>B-REL-1003</b> | <b>Rev. 02</b> |

T. Degrè et al, 1986, COST 301 – European Co-operation in the Field of Scientific and Technical Research, Rapporto Finale, “Collection of Port Traffic Data”, Agosto 1986.

TNO-Committee for the Prevention of Disasters, 1991, “Offshore Reliability Data Manual”.

TNO-Committee for the Prevention of Disasters, 1999, Guidelines for Quantitative Risk Assessment - CPR 18E - Purple Book, The Netherlands, Luglio.

ISPRA – rapporto 149/2011 “Sversamenti di prodotti petroliferi: sicurezza e controllo del trasporto marittimo”.

### Parte B

EMSA (2010). Annual Report and Maritime Accident Review. [www.emsa.europa.eu](http://www.emsa.europa.eu).

ESPO (2010). EcoPorts Port Environmental Review 2009. Brussel.

Halcrow (2011), Port Of Venice Traffic And Terminal Study, for VPA.

Halcrow/IDROESSE (2012), Studio del modello di esercizio del sistema terminal offshore-terminal di terra, Technical report, for VPA.

MDS (2011), NAPA: Market study on the potential cargo capacity of the North Adriatic ports system in the container sector, January.

SAFEDOR (2007). Design, Operation and Regulation for Safety. EC FP6 2002-2006.

Saaty T L (1980) The Analytic Hierarchy Process, McGraw Hill International.