

## 5. CRITERI ADOTTATI PER L'ANALISI DI RISCHIO

L'analisi di rischio svolta nel presente Rapporto Integrato di Sicurezza Portuale riguarda le aree portuali in concessione ai Soggetti aderenti, sottoposti agli adempimenti di cui al D.L.vo 334/99 e s.m.i. o che svolgono operazioni di carico, scarico, trasbordo, deposito e movimentazione di sostanze pericolose ai sensi del medesimo decreto, e riguarda inoltre tutte le aree portuali interessate dal transito delle merci pericolose su strada e ferrovia.

Per tenere conto delle sostanziali differenze che esistono tra le attività svolte all'interno del porto di Genova, i Soggetti aderenti al RISP sono stati distinti, ai fini dell'analisi di rischio, in tre fattispecie (v. tabella T.5/1):

- impianti fissi - depositi o installazioni per il trasferimento di rinfuse liquide pericolose;
- terminal contenitori - terminal in cui si effettuano operazioni di carico, scarico, trasbordo, deposito e movimentazione di merci pericolose in container;
- terminal traghetti - terminal in cui si effettuano operazioni di imbarco e sbarco diretto di merci pericolose caricate su automezzi.

Soggetti aderenti	Impianto fisso	Terminal contenitori	Terminal traghetti
STAZIONI MARITTIME			x
A.O.C. (1)	x		
ENI R&M - Area territoriale S	x		
ENEL Produzione	x		
GETOIL	x		
IGNAZIO MESSINA & C.		x	
INDUSTRIE REBORA		x	
PETROLIG	x		
SILOMAR	x		
TERMINAL CONTENITORI SECH		x	
TERMINAL RINFUSE GENOVA (2)		x	
TERMINAL SAN GIORGIO		x	
ENI R&M - Area territoriale PMS	x		
IPLOM	x		
PORTO PETROLI DI GENOVA	x		
SIGEMI	x		
VOLTRI TERMINAL EUROPA		x	

(1) Attività futura

(2) Attività che prevede unicamente sbarco e imbarco diretto e trasbordo.

### T.5/ 1

L'attività svolta nell'unico terminal traghetti, che di fatto coincide con un trasporto di merci pericolose su mezzi stradali, è stata analizzata con la stessa metodologia adottata per l'analisi di rischio del trasporto stradale e ferroviario.

## 5.1 IDENTIFICAZIONE DELLE SOSTANZE PERICOLOSE NEL PORTO DI GENOVA

Come previsto dal D.M. 293/01, le sostanze pericolose oggetto dell'analisi di sicurezza, sono quelle riportate nell'allegato I al D.L.vo 334/99 e s.m.i.

Sulla base delle informazioni ricevute dai Soggetti aderenti sono state identificate:

- le categorie di sostanze pericolose riguardanti l'attività svolta nel porto di Genova;
- le classi IMO (normalmente utilizzate per la classificazione delle merci pericolose nei terminal contenitori) corrispondenti o assimilabili;
- la natura del rischio di incidente rilevante associata alle singole categorie.

<i>Categorie di sostanze ex D.L.vo 334/99 e s.m.i.</i>	<i>Classe IMO</i>	<i>Rischio</i>
Allegato I, Parte 2, punto 1 – Molto tossiche	IMO 2.3 - IMO 6.1	Rilascio tossico
Allegato I, Parte 2, punto 2 – Tossiche	IMO 2.3 - IMO 6.1	Rilascio tossico
Allegato I, Parte 2, punto 5 – Esplosive	IMO 1	Incendio/Esplosione
Allegato I, Parte 2, punto 3 – Comburenti	IMO 2.2 - IMO 5.1 - IMO 5.2	Incendio/Esplosione
Allegato I, Parte 2, punto 6 – Infiammabili	IMO 3 - IMO 4.1	Incendio/Esplosione
Allegato I, Parte 2, punto 7 – Facilmente infiammabili	IMO 3 - IMO 4.2	Incendio/Esplosione
Allegato I, Parte 2, punto 8 – Estremamente infiammabili	IMO 2.1 - IMO 3	Incendio/Esplosione
Allegato I, Parte 2, punto 10 – Altre categorie	IMO 4.3	Incendio/Esplosione
Allegato I, Parte 2, punto 10 – Altre categorie	IMO 4.3	Rilascio tossico
Allegato I, Parte 2, punto 9i – Pericolose per l'ambiente	IMO 9	Inquinamento ambientale
Allegato I, Parte 2, punto 9ii – Pericolose per l'ambiente	IMO 9	Inquinamento ambientale

#### T.5/ 2

Con riferimento alle categorie di sostanze pericolose riportate in tabella T.5/2 si evidenzia che:

- nel porto di Genova non è prevista la sosta autorizzata di merci esplosive, ma eventualmente solo l'imbarco e lo sbarco diretto;
- solo una parte delle merci classificate IMO 2.2 corrisponde a sostanze classificate comburenti, infatti appartengono alla stessa classe anche sostanze non pericolose ai sensi del D.L.vo 334/99 e s.m.i. (gas inerti o asfissianti).

## 5.2 IDENTIFICAZIONE DELLE AREE CRITICHE PER LA PRESENZA DI SOSTANZE PERICOLOSE

TAV. 5a	Planimetria generale - Individuazione delle aree critiche. Rischio incendio ed esplosione
TAV. 5b	Planimetria generale - Individuazione delle aree critiche. Rischio rilascio tossico
TAV. 5c	Planimetria generale - Individuazione delle aree critiche. Rischio inquinamento ambientale

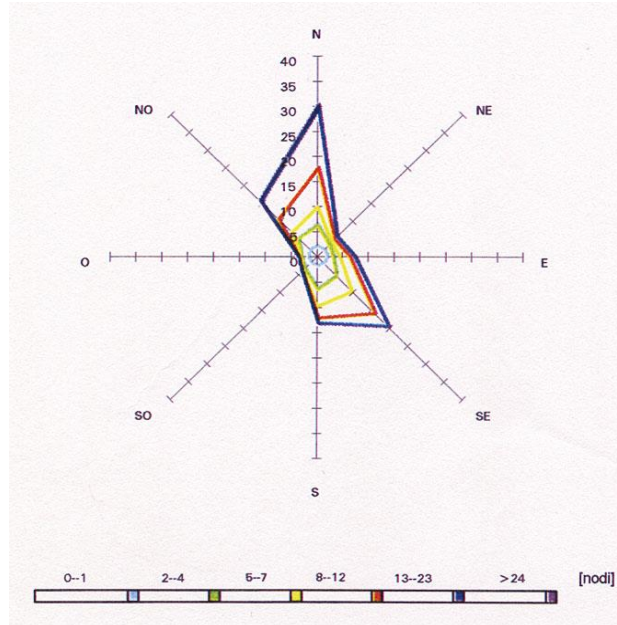
## 5.3 DATI METEOROLOGICI E GEOFISICI

Vengono riportati i dati predisposti in collaborazione tra l'ENEL ed il Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare e i rilevamenti ricavati dalle osservazioni effettuate dall'Istituto Geofisico e Geodetico dell'Università di Genova (Osservatorio di via Balbi).

I dati di cui trattasi riguardano più di un decennio di osservazioni e possono considerarsi, oltre che affidabili dal punto di vista della correttezza delle misure, continui, nel senso che ricoprono un sufficiente periodo storico tale da garantire la loro significatività statistica.

### 5.3.1 VELOCITÀ E DIREZIONE DEI VENTI

In Figura F.5/1 è riportata la rosa dei venti annuali su cui è indicata la frequenza dei venti provenienti da ciascuna direzione, suddivisa in sei classi di velocità del vento.



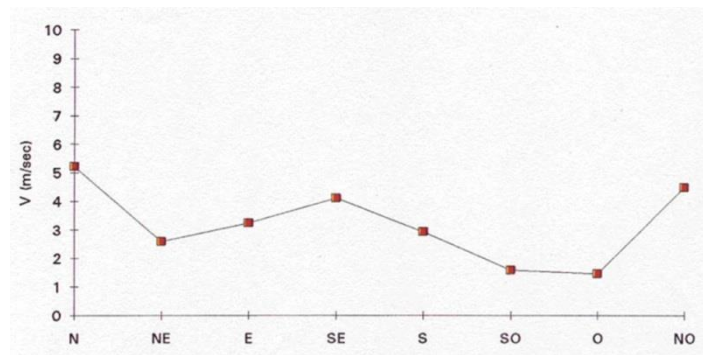
F.5/1

Si può osservare la spiccata prevalenza dei venti da N e la bassissima frequenza dei venti lungo l'asse E-O.

Per quanto riguarda la velocità dei venti si evidenzia che i venti superiori ai 24 nodi (circa 12 m/s) si osservano, seppur con bassa frequenza, solo in inverno ed in autunno, mentre le frequenze relative alla classe di velocità 13-23 nodi sono abbastanza elevate lungo tutto il corso dell'anno, soprattutto lungo la direzione del vento prevalente.

La velocità media del vento su base annua è di circa 4 m/s.

In Figura F.5/2 sono riportate le velocità medie del vento su base annuale lungo le diverse direzioni di provenienza.



F.5/2

Si può osservare che i venti più forti provengono da N e NO, mentre sono sempre molto deboli i venti dai settori O e E.

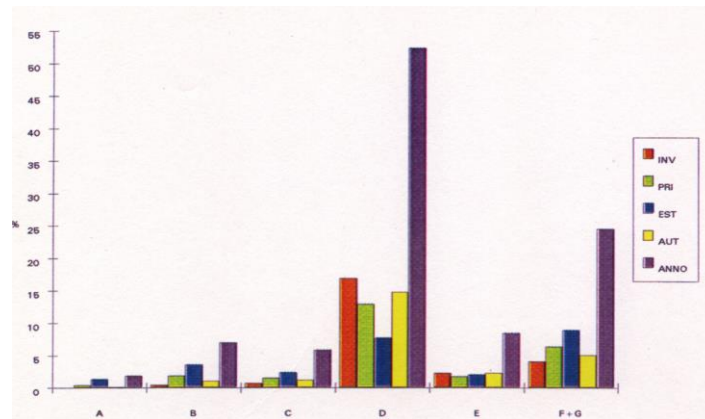
### 5.3.2 CONDIZIONI DI STABILITÀ DELL'ARIA

La classe di stabilità è un parametro che caratterizza lo stato di turbolenza dell'atmosfera ed il suo potere dispersivo, è quindi molto importante la sua caratterizzazione in un sito ai fini di uno studio di dispersione di inquinanti in atmosfera.

Le sei classi di stabilità a cui si fa riferimento - identificate secondo i criteri di Turner (1964), del tutto in accordo con la classificazione di Pasquill - indicano il grado di turbolenza atmosferica: tre classi "instabili" (da fortemente a moderatamente instabili, indicate dalle lettere A, B e C), la classe cosiddetta "neutra" (indicata dalla D) e due classi di crescente stabilità (indicate dalle lettere E e F), alle quali è stata successivamente aggiunta un'ulteriore classe (chiamata G) "fortemente stabile", con cui si caratterizzano le notti serene con calma di vento.

Le classi instabili favoriscono il mescolamento delle masse d'aria e, di conseguenza, la diluizione degli inquinanti; viceversa, passando attraverso la cosiddetta classe neutra, ovvero di equilibrio indifferente per le masse d'aria, le classi più stabili impediscono il rimescolamento e conseguentemente una minore diluizione degli inquinanti.

La distribuzione stagionale ed annuale delle classi di stabilità per la stazione A.M. di Genova è riportata in Figura F.5/3.



F.5/ 3

Si può notare un forte accumulo delle frequenze nella classe neutra (D), tipica di giornate nuvolose o comunque di cielo coperto, oppure di giornate soleggiate ma caratterizzate da forti venti, in grado di portare un forte mescolamento convettivo degli strati d'aria e produrre quindi un gradiente termico adiabatico e il conseguente stato di equilibrio indifferente per le masse d'aria.

### 5.3.3 CRONOLOGIA DELLE PERTURBAZIONI GEOFISICHE, METEOMARINE E CERAUNICHE

#### Terremoti

Con riferimento alla Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28.04.2006 "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone" e alla Delibera di Giunta Regionale n. 1362 del 19.11.2010 "Aggiornamento classificazione sismica del territorio della Regione Liguria" l'area su cui sorge il deposito risulta classificata non sismica (zona 4).

#### Precipitazioni e Temperature

L'analisi dei dati pluviometrici è stata condotta sulle serie storiche relative alle stazioni meteorologiche gestite dal Servizio Idrografico del Ministero dei Lavori Pubblici. I dati, ove disponibili, sono stati raccolti per il periodo compreso fra l'anno 1951 e l'anno 1992 da stazioni

termopluviometriche dislocate sul territorio di interesse (Genova, Uscio, M. Figogna, Viganego, Isoverde, Capellino).

Dall'elaborazione dei dati risulta che la temperatura media annuale alla quota di m 600 della stazione meteorologica di Uscio è di 12,9 °C, mentre la temperatura media annua alla quota di 21 m della stazione di Genova - Università è di 15,7 °C.

#### Inondazioni

L'area di Genova è stata recentemente interessata (2010, 2011, 2014) da fenomeni alluvionali che hanno comportato l'allagamento di alcune zone della città per effetto dell'esondazione dei corsi d'acqua.

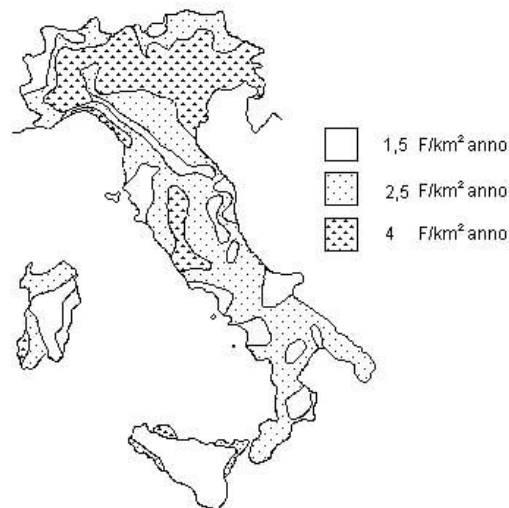
Nel corso di tali eventi il deposito non ha subito alcun danno o incidente, né è stato interessato da allagamenti.

#### Trombe d'aria

Negli ultimi decenni non si sono registrate nell'area del deposito fenomeni distruttivi causati da trombe d'aria.

#### Fulminazioni

Il valore medio annuale di fulmini a terra per chilometro quadrato, come risulta dalla cartina della classificazione ceraunica del territorio nazionale (Allegato D alla G.U. 196 del 23.08.1986), è uguale a 4.



F.5/ 4

### 5.3.4 CONDIZIONI METEO RICORRENTI

In sintesi, in base ai dati predisposti in collaborazione tra l'ENEL e il Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare e ai dati elaborati dall'ARPAL – CMIRL (Centro Meteo Idrologico della Regione Liguria) relativi alle stazioni meteorologiche di Genova-Università e Genova-Pegli, le condizioni meteorologiche risultate più frequenti e adottate pertanto nelle simulazioni software descritte nel seguito, sono:

- classe di stabilità: D;
- velocità del vento: 4 m/s;
- umidità: 66%;
- temperatura ambiente: 16°C.

## 5.4 CRITERI DI ANALISI PER GLI IMPIANTI FISSI

Sulla base delle informazioni ricevute dai Soggetti aderenti, le categorie di sostanze pericolose presenti negli impianti fissi del porto di Genova sono quelle elencate in tabella T.5/5.

<i>Categorie di sostanze ex D.L.vo 334/99 e s.m.i.</i>
Allegato I, Parte 2, punto 2 – Tossiche
Allegato I, Parte 2, punto 7b – Liquidi facilmente infiammabili
Allegato I, Parte 2, punto 8 – Estremamente infiammabili
Allegato I, Parte 2, punto 9i – Pericolose per l'ambiente
Allegato I, Parte 2, punto 9ii – Pericolose per l'ambiente

**T.5/ 3**

L'analisi di rischio elaborata dai Soggetti aderenti per gli impianti fissi si basa sulla metodologia schematicamente descritta in figura F.5/5, ampiamente consolidata a livello internazionale.

L'utilizzo della stessa metodologia di analisi determina risultati omogenei tra i diversi impianti.

1	IDENTIFICAZIONE CAUSE	Analisi di operabilità	Rotture casuali Errori operativi	Esperienza storica
2	STIMA FREQUENZA ATTESA	Alberi di guasto ( <i>Fault Tree</i> )	Banche Dati	
		↓	↓	↓
		EVENTO INCIDENTALE		
3	DEFINIZIONE SCENARI INCIDENTALI	Proprietà chimico-fisiche e tossicologiche delle sostanze rilasciate		
		↓	↓	↓
		SCENARIO 1	.....	SCENARIO n
4	VALUTAZIONE PROBABILITÀ SCENARIO	Alberi degli Eventi ( <i>Event Tree</i> )		
5	MODELLAZIONE CONSEGUENZE	Modelli fisico-matematici		
		↓	↓	↓
		CURVE DI IRRAGGIAMENTO	CURVE DI SOVRAPPRESSIONE	CURVE DI DISPERSIONE
6	RICOMPOSIZIONE DEL RISCHIO	$R_i = f_i \times M_i$		

**F.5/ 5**

### 5.4.1 INDIVIDUAZIONE DEGLI INCIDENTI PER GLI IMPIANTI FISSI

Negli impianti fissi del porto di Genova si effettuano unicamente operazioni di trasferimento o stoccaggio di sostanze pericolose, senza alcun genere di processo. Tali impianti sono costituiti in linea generale da:

- banchine e pontili di attracco navi;
- pensiline di carico e scarico autobotti/ferrocisterne;
- serbatoi di stoccaggio;
- sale pompe.

Dalle analisi di rischio degli impianti fissi, fornite dai Soggetti aderenti, emerge che, per la tipologia degli impianti fissi in questione, gli eventi incidentali ragionevolmente credibili sono riconducibili a:

- rilasci di sostanze pericolose dovuti a perdite o rotture di componenti (tubazioni, manichette, bracci di carico, valvole, flange, serbatoi, pompe), a guasti ai sistemi di allarme o a errori umani;
- incendi dovuti a fenomeni esterni (fulminazioni).

Sulla base delle caratteristiche chimico-fisiche delle sostanze pericolose presenti in impianto e delle relative condizioni di impiego, le analisi di rischio dei Soggetti aderenti hanno individuato per gli impianti fissi del porto di Genova gli scenari incidentali elencati in tabella T.5/6.

<i>Scenario incidentale</i>
Radiazione termica stazionaria (Pool fire, Jet fire)
Radiazione termica istantanea (Flash-fire)
Onda di pressione (UVCE)
Rilascio tossico
Spandimento di sostanze pericolose per l'ambiente

T.5/ 4

#### 5.4.1 STIMA DELLE PROBABILITÀ PER GLI IMPIANTI FISSI

Nelle analisi di rischio degli impianti fissi, fornite dai Soggetti aderenti, le frequenze attese di accadimento per i singoli scenari incidentali sono espresse in numero di accadimenti annui (occ/anno).

#### 5.4.2 STIMA DELLE CONSEGUENZE PER GLI IMPIANTI FISSI

Nelle analisi di rischio degli impianti fissi, fornite dai Soggetti aderenti, la stima delle conseguenze degli scenari incidentali identifica aree di danno concentriche rispetto al luogo in cui si verifica l'incidente, nelle quali sono da attendersi effetti progressivamente decrescenti al crescere della distanza, secondo le soglie di riferimento si cui all'allegato al D.M.LL.PP. 09.05.2001 riportate in tabella.

<i>Scenario</i>	<i>Elevata letalità</i>	<i>Inizio letalità</i>	<i>Lesioni irreversibili</i>	<i>Lesioni reversibili</i>	<i>Danni alle strutture Effetti domino</i>
Incendio	12,5 kW/m <sup>2</sup>	7 kW/m <sup>2</sup>	5 kW/m <sup>2</sup>	3 kW/m <sup>2</sup>	12,5 kW/m <sup>2</sup>
Flash fire	LFL	0,5 LFL			
UVCE/VCE	0,6 (0,3) bar	0,14 bar	0,07 bar	0,03 bar	0,3 bar
Rilascio tossico	LC50 (30min,hmn)		IDLH		

T.5/ 5

Per quanto riguarda gli spandimenti di sostanze pericolose per l'ambiente - in assenza di limiti di soglia normativi - sono stati stimati i quantitativi di prodotto rilasciati in caso di incidente e, per alcuni casi, le dimensioni della pozza formatasi a seguito dello spandimento.

#### 5.4.3 RICOMPOSIZIONE DEL RISCHIO PER GLI IMPIANTI FISSI

Per ogni area territoriale interessata (S - PMS), il rischio di incidente rilevante associato alle attività svolte negli impianti fissi è stato ricomposto e rappresentato secondo il criterio illustrato di seguito.

Come indicato in figura F.5/6 il rischio di incidente rilevante si esprime come:

$$R_i = f_i \times M_i$$

dove  $f$  indica la frequenza attesa di accadimento e  $M$  indica la magnitudo (conseguenze), dell' $i$ -esimo scenario incidentale individuato.

Per fornire una sintesi dei risultati ottenuti, gli scenari incidentali individuati sono stati raggruppati in funzione della natura del rischio associato alle sostanze pericolose in questione (v. anche tabella T.5/2).

<i>Rischio</i>	<i>Scenario incidentale</i>
Incendio/Esplosione	Radiazione termica stazionaria (Pool fire, Jet fire)
	Radiazione termica istantanea (Flash-fire)
	Onda di pressione (UVCE)
Rilascio tossico	Rilascio tossico
Inquinamento ambientale	Spandimento di sostanze pericolose per l'ambiente

**T.5/ 6**

A proposito del rischio Incendio/Esplosione va sottolineato che, nel caso specifico degli impianti fissi presenti nel porto di Genova, sulla base delle sostanze pericolose in questione e dei quantitativi che risultano poter essere coinvolti in caso di incidente, è sempre ipotizzabile la presenza di uno scenario di radiazione termica stazionaria con effetti significativi, mentre gli altri scenari risultano avere effetti paragonabili o inferiori.

Successivamente gli scenari incidentali sono stati suddivisi, in funzione della frequenza attesa di accadimento, in classi di probabilità omogenee, come previsto dal D.M.LL.PP. 09.05.2001 (v. tabella T.5/9).

<i>Classi di probabilità degli scenari incidentali [occ/anno]</i>
< 1 E-06
1 E-06 ÷ 1 E-04
1 E-04 ÷ 1 E-03
> 1 E-03

**T.5/ 7**

Infine, per ogni tipologia di rischio e per ogni classe di probabilità, sono stati rappresentati graficamente, sulle mappe delle aree territoriali, gli involuipi geometrici delle aree di danno associate agli scenari incidentali individuati, ove le aree di danno relative al rischio di incendio/esplosione corrispondono generalmente allo scenario di radiazione termica stazionaria.

Allo scopo di individuare possibili effetti domino legati alle operazioni di trasferimento delle sostanze pericolose tra impianti di terra e navi, le aree di danno rappresentate riguardano anche i potenziali scenari di incendio che si possono verificare lungo i pontili o nelle banchine.

In analogia con quanto previsto dal D.L.vo 334/99 e s.m.i. circa i contenuti del Rapporto di Sicurezza, sulle mappe sono state riportate anche le rappresentazioni fotografiche delle aree esterne suscettibili di essere interessate dagli effetti degli incendi.

Per quanto riguarda invece il rischio di inquinamento ambientale - in assenza di aree di danno associate a limiti di soglia normativi - sono state indicate genericamente sulle mappe portuali, per ogni classe di probabilità, le aree potenzialmente interessate da spandimenti di sostanze pericolose per l'ambiente.



## 5.5 CRITERI DI ANALISI PER I TERMINAL CONTENITORI

Sulla base delle informazioni ricevute dai Soggetti aderenti, le categorie di sostanze pericolose presenti nei terminal contenitori del porto di Genova sono quelle elencate in tabella T.5/10.

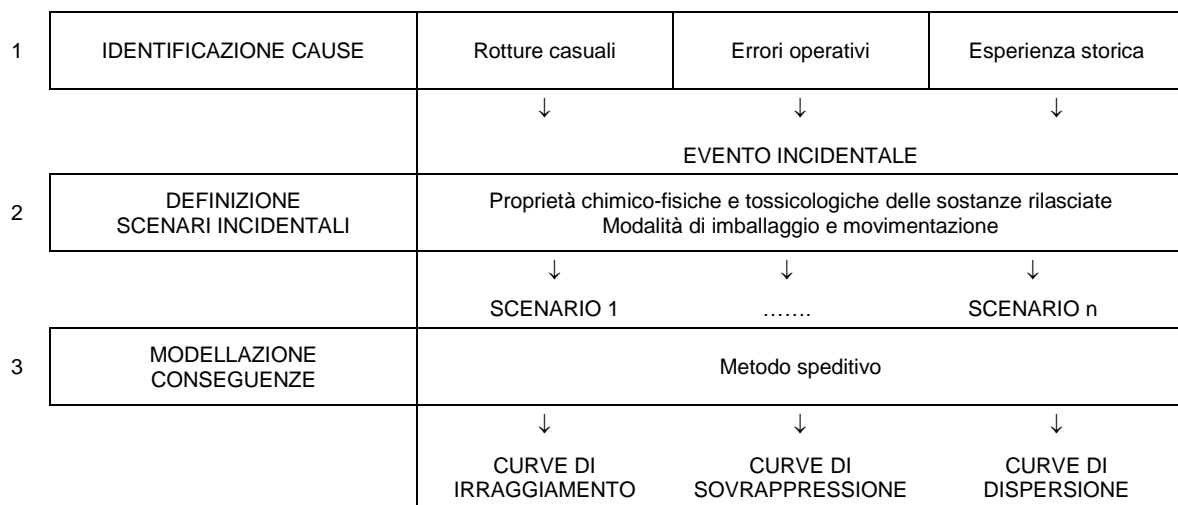
Categorie di sostanze ex D.L.vo 334/99 e s.m.i.	Classe IMO
Allegato I, Parte 2, punto 1 – Molto tossiche	IMO 2.3 - IMO 6.1
Allegato I, Parte 2, punto 2 – Tossiche	IMO 2.3 - IMO 6.1
Allegato I, Parte 2, punto 5 – Esplosive	IMO 1
Allegato I, Parte 2, punto 3 – Comburenti	IMO 2.2 - IMO 5.1 - IMO 5.2
Allegato I, Parte 2, punto 6 – Infiammabili	IMO 3 - IMO 4.1
Allegato I, Parte 2, punto 7 – Facilmente infiammabili	IMO 3 - IMO 4.2
Allegato I, Parte 2, punto 8 – Estremamente infiammabili	IMO 2.1 - IMO 3
Allegato I, Parte 2, punto 10 – Altre categorie	IMO 4.3
Allegato I, Parte 2, punto 9i – Pericolose per l'ambiente	IMO 9
Allegato I, Parte 2, punto 9ii – Pericolose per l'ambiente	IMO 9

**T.5/ 8**

Con riferimento alle categorie di sostanze pericolose di tabella T.5/10 e relative corrispondenze con le classi IMO si evidenzia che:

- nel porto di Genova non è prevista la sosta autorizzata di merci esplosive, ma solo l'imbarco e lo sbarco diretto;
- le merci della classe IMO 2.2 possono avere proprietà riconducibili sia a sostanze comburenti sia a sostanze non pericolose ai sensi del D.L.vo 334/99 e s.m.i. (come nel caso di gas inerti o asfissianti);
- la classe IMO 6.1 comprende anche sostanze non tossiche/molto tossiche, come nel caso delle sostanze nocive,
- la classe IMO 9 comprende anche sostanze non pericolose per l'ambiente.

L'analisi di rischio elaborata dai Soggetti aderenti per i terminal contenitori si basa sulla metodologia schematicamente descritta in figura F.5/6.



**F.5/ 6**

L'utilizzo della stessa metodologia di analisi determina risultati omogenei tra i diversi terminal, si evidenzia tuttavia che non è stata effettuata dai Soggetti aderenti una stima delle probabilità di accadimento degli scenari incidentali individuati, che pertanto è stata integrata nel corso del presente studio.

### 5.5.1 INDIVIDUAZIONE DEGLI INCIDENTI PER I TERMINAL CONTENITORI

Nei terminal contenitori del porto di Genova si effettuano operazioni di carico, scarico, trasbordo, deposito e movimentazione di merci pericolose in container, senza alcun genere di processo.

Dall'analisi di rischio dei terminal, fornite dai Soggetti aderenti, emerge che - sulla base delle modalità di imballaggio e movimentazione delle merci pericolose - gli eventi incidentali ragionevolmente credibili sono riconducibili a:

- rilasci di sostanze pericolose dovuti a:
  - urti tra mezzi di trasporto,
  - urti tra mezzi di trasporto ed ostacoli fissi,
  - caduta di container durante la movimentazione in area sosta merci pericolose;
  - caduta di container durante le operazioni di trasferimento tra nave e terra ferma;
  - caduta di container durante le operazioni di carico-scarico mezzi di trasporto;
- rilasci di sostanze pericolose, incendi/esplosioni dovuti a cause indipendenti dall'attività del terminal, quali:
  - difetti di imballaggio;
  - trasporto di merci pericolose non debitamente classificate;
  - trasporto illegittimo di merci pericolose.

Sulla base delle caratteristiche chimico-fisiche delle sostanze pericolose presenti nei terminal e delle relative condizioni di movimentazione e imballaggio, le analisi di rischio dei Soggetti aderenti hanno individuato per i terminal contenitori del porto di Genova gli scenari incidentali elencati in tabella T.5/11.

Scenario	Classe IMO merci pericolose coinvolte
Incendio/Esplosione	IMO 2.1 – IMO 3 – IMO 4.1 – IMO 4.2 – IMO 4.3 – IMO 5.1 – 5.2
Rilascio tossico	IMO 2.3 – IMO 6.1
Inquinamento ambientale	IMO 9

T.5/9

### 5.5.2 STIMA DELLE PROBABILITÀ PER I TERMINAL CONTENITORI

Come precedentemente evidenziato, nell'analisi di rischio effettuata dai Soggetti aderenti non è stata generalmente stimata la probabilità di accadimento degli scenari incidentali individuati.

Tenuto conto della scarsa accessibilità e omogeneità delle informazioni disponibili in letteratura, al fine di garantire l'omogeneità dei risultati rispetto alle analisi di rischio svolte per gli impianti fissi e per il trasporto stradale e ferroviario, le probabilità degli eventi incidentali ragionevolmente credibili per i terminal contenitori sono state calcolate secondo il criterio quali/quantitativo illustrato di seguito.

Si parte dall'assunto che in letteratura si attribuiscono i seguenti valori tipici di frequenza:

- 1E-03 occ/anno rappresentativo di eventi con probabilità di accadimento alta;
- 1E-05 occ/anno rappresentativo di eventi con probabilità di accadimento media;
- 1E-07 occ/anno rappresentativo di eventi con probabilità di accadimento bassa.

Dall'analisi dell'esperienza storica sugli eventi incidentali verificatisi in passato nei principali porti italiani e nel porto di Genova, in particolare tenuto conto dell'elevatissimo numero di container annualmente movimentati nel porto in esame, la probabilità di accadimento di incidente nei terminal contenitori (ove con incidente si intendono gli eventi incidentali individuati al § 5.5.1) può ragionevolmente ritenersi bassa.

Poiché nel porto di Genova i Soggetti aderenti svolgono attività generalmente omogenee dal punto di vista delle operazioni commerciali effettuate e delle attrezzature impiegate, per la movimentazione delle merci in contenitori, si è ipotizzato di attribuire alla frequenza unitaria di incidente i seguenti valori tipici:

- 1E-07 occ/anno per terminal che, nella movimentazione delle merci pericolose, utilizzano gru *ship to shore*, gru di impilamento e ralle;
- 1E-06 occ/anno per gli altri terminal.

Ciò premesso, la frequenza complessiva di incidente dipende dal numero di contenitori di merci pericolose movimentati su base annua da ciascun terminal.

A partire dal numero di contenitori movimentati (accorpato per tipologia di rischio come riportato in tabella T.5/11), per ogni Soggetto aderente sono state stimate le frequenze attese di accadimento per:

- rilascio di sostanze infiammabili/esplosive;
- rilascio di sostanze tossiche;
- rilascio di sostanze pericolose per l'ambiente.

Per quanto riguarda le frequenze degli scenari incidentali individuati in tabella T.5/11 valgono le seguenti considerazioni:

- per lo scenario di incendio/esplosione le frequenze sono state stimate mediante un albero degli eventi semplificato<sup>1</sup>, riconducendo il comportamento delle sostanze pericolose in questione a quello delle merci classificate IMO 3, in quanto le più significative dal punto di vista numerico;
- per il rilascio di sostanze pericolose classificate tossiche per l'uomo, l'unico scenario da prendere in considerazione è la dispersione atmosferica, la cui frequenza coincide con quella del rilascio stesso (fa eccezione il caso di incidente con coinvolgimento di merci che a contatto con l'acqua liberano gas tossici, per cui la dispersione tossica si verifica non solo a seguito del rilascio, ma anche dell'erroneo contatto con l'acqua, da cui discende una frequenza decisamente inferiore);
- per quanto riguarda invece l'inquinamento ambientale occorre sottolineare che il rischio sussiste solo nel caso i cui le sostanze pericolose per l'ambiente coinvolte nell'incidente raggiungano il mare, direttamente o tramite reti di raccolta acque.

Considerati i valori tipici di frequenza per incidenti in impianti fissi e i valori tipici di frequenza per incidenti di trasporto, confrontati con i dati dell'esperienza operativa sui reali incidenti verificatisi nel porto di Genova, si ritiene che l'applicazione del criterio dianzi esposto conduca a valori di frequenza omogenei e congruenti con la realtà tecnica dei terminal contenitori presi in esame.

### 5.5.3 STIMA DELLE CONSEGUENZE PER I TERMINAL CONTENITORI

Nelle analisi di rischio dei terminal contenitori, fornite dai Soggetti aderenti, per la stima delle conseguenze degli scenari incidentali è stato utilizzato il Metodo Speditivo per l'individuazione delle aree di danno, previsto dalle "Linee guida per la pianificazione di emergenza esterna per impianti industriali a rischio di incidente rilevante" di cui al D.P.C.M. 18.01.1994 e s.m.i.

La maggior parte dei Soggetti aderenti dispone infatti di un software per la gestione del parco sosta merci pericolose denominato Hacpack. Il sistema consente, in tempo reale, l'individuazione

---

<sup>1</sup> Si è stimata la frequenza dell'incendio dovuto all'evento "innesco immediato", a cui si è attribuita cautelativamente una probabilità di accadimento pari a 0.1, per tenere conto della possibile presenza di fonti di innesco nelle aree interessate dal transito di merci pericolose (es.: mezzi a motore per la movimentazione dei contenitori). Si ritiene che tale probabilità ricomprenda anche quella dell'innesco delle altre sostanze pericolose aventi medesima tipologia di rischio.

della merce più pericolosa a parco (tramite il calcolo degli indici CEI e FEI) e ne calcola i potenziali effetti in caso di incidente, in termini di distanze di danno calcolate con il Metodo Speditivo.

Il Metodo Speditivo individua - in funzione della sostanza o famiglia di sostanze pericolose interessate, dello stato fisico in cui si trovano, della quantità massima coinvolta e delle condizioni meteo - due zone contigue allo stabilimento industriale (nel caso in esame al terminal contenitori), denominate "zona di sicuro impatto" e "zona di danno", sulle quali possono ricadere gli effetti dannosi di un evento incidentale.

Si ottengono quindi due aree di danno concentriche rispetto al luogo in cui si verifica l'incidente, nelle quali sono da attendersi effetti progressivamente decrescenti al crescere della distanza, secondo le soglie di riferimento riportate in tabella.

Scenario	Zona di sicuro impatto	Zona di danno
Incendio/Esplosione	12,5 kW/m <sup>2</sup>	5 kW/m <sup>2</sup>
	0,6 (0,3) bar	0,07 bar
Rilascio tossico	LC50 (30min,hmn)	IDLH

#### T.5/ 10

Le zone a rischio, in caso di dispersione, sono rappresentate graficamente come un settore circolare con apertura pari a 1/10 del cerchio avente come raggio le distanze calcolate per ciascuna zona; in caso di incendio o di esplosione si considera un'area circolare.

Per quanto riguarda invece l'inquinamento ambientale, allo stato attuale il metodo speditivo non contiene indicazioni specifiche per la classificazione di pericolosità per l'ambiente delle sostanze o delle categorie di sostanze presenti in uno scenario di contaminazione di terreni e soprattutto di acque.

Per la scelta del tipo di sostanze, le analisi fornite dai Soggetti aderenti prendono in considerazione le merci pericolose che, in base allo storico dei terminal, per quantità e tipologia, risultano transitate più di frequente.

I risultati forniti dai Soggetti aderenti corrispondono agli effetti degli incidenti in due diverse condizioni:

- incidenti con il coinvolgimento di un solo container;
- incidenti con il coinvolgimento di più container (generalmente il numero corrisponde all'impilamento massimo di contenitori di una certa classe IMO nel terminal in questione);

ove gli effetti degli incidenti con il coinvolgimento di più container, sono stati ritenuti ragionevolmente credibili solo in caso di incendi o esplosioni, a causa di un possibile effetto domino.

Con riferimento al rischio di inquinamento ambientale, come precedentemente anticipato, non sono state fornite valutazioni, fatta salva l'individuazione delle aree potenzialmente interessate da spandimenti di sostanze pericolose per l'ambiente.

#### **5.5.3.1 Metodologia utilizzata per la stima delle conseguenze del rilascio tossico nei terminal contenitori**

Per quanto riguarda il caso particolare degli incidenti che comportano il rilascio di gas tossici (classe IMO 2.3), sono stati forniti dai Soggetti aderenti risultati non omogenei, sia per quanto riguarda considerazioni in merito alla credibilità o meno dell'evento, sia per le distanze di danno risultanti.

Si è ritenuto quindi opportuno - in accordo con ARPAL e VV.F. - procedere ad una nuova stima delle conseguenze, utilizzando per le simulazioni il software EFFECTS 7.6 di TNO e prendendo

cautelativamente in considerazione, tra i gas effettivamente transitati nel porto di Genova, quelli caratterizzati dal potenziale di tossicità maggiore<sup>2</sup>.

Giova tuttavia evidenziare che attualmente nel porto di Genova i gas classificati molto tossici rappresentano la minima parte delle merci IMO 2.3 in transito.

ALL. 5a	Simulazioni rilascio gas tossico liquefatto in colli su container
---------	---

ALL. 5b	Simulazioni rilascio gas tossico compresso da CGEM
---------	--

Per la rappresentazione grafica dei risultati delle simulazioni software, con riferimento allo sviluppo degli scenari di dispersione in funzione del tempo, si rimanda alle tavole TAV. 5d - 5e.

TAV. 5d	Area territoriale S – Sviluppo temporale degli scenari di Rilascio tossico
---------	--

TAV. 5e	Area territoriale VP – Sviluppo temporale degli scenari di Rilascio tossico
---------	---

#### 5.5.4 RICOMPOSIZIONE DEL RISCHIO PER I TERMINAL CONTENITORI

Per ogni area territoriale interessata (PA - S - VP), il rischio di incidente rilevante associato alle attività svolte nei terminal contenitori è stato ricomposto e rappresentato secondo il criterio illustrato di seguito.

Per fornire una sintesi dei risultati ottenuti, gli scenari incidentali individuati sono stati raggruppati in funzione della natura del rischio associato alle sostanze pericolose in questione (v. anche tabella T.5/2).

Rischio	Classe IMO merci pericolose coinvolte
Incendio/Esplosione	IMO 2.1
	IMO 3 – IMO 4.1 – IMO 4.2 – IMO 4.3 – IMO 5.1 – 5.2
Rilascio tossico	IMO 6.1
Inquinamento ambientale	IMO 9

**T.5/ 11**

Successivamente gli scenari incidentali sono stati suddivisi nelle classi di probabilità omogenee, previste dal D.M.LL.PP. 09.05.2001.

Per ciascun terminal contenitori sono stati selezionati gli scenari di incendio/esplosione e di rilascio tossico caratterizzati dalle distanze di danno maggiori e, applicando tali distanze, sono stati rappresentati graficamente sulle mappe delle aree territoriali:

- l'inviluppo delle aree di danno relative a un solo container a pieno carico di merci infiammabili/esplosive, come se questo fosse stoccato in qualsiasi posizione dell'area di sosta merci pericolose e non solo nelle posizioni ad esso attualmente dedicate;
- l'inviluppo delle aree di danno relative a più container a pieno carico sovrapposti di merci infiammabili/esplosive, come se questi fossero stoccati in qualsiasi posizione dell'area di sosta merci pericolose e non solo nelle posizioni ad essi attualmente dedicate;
- l'inviluppo<sup>3</sup> delle aree di danno relative a un solo container a pieno carico di merci tossiche, come se questo fosse stoccato in qualsiasi posizione dell'area di sosta merci pericolose e non solo nelle posizioni ad esso attualmente dedicate;

<sup>2</sup> Come fonte per i valori di LC50 e IDLH è stata utilizzata la banca dati NIOSH.

<sup>3</sup> La rappresentazione grafica del rilascio tossico sulle mappe è di tipo circolare al fine di risultare indipendente dalla direzione del vento.

- le aree di danno per un solo container coinvolto, applicate allo scalo ferroviario interno (ove presente);
- le aree di danno per un solo container coinvolto, applicate ai pontili e alle banchine del terminal.

Tale rappresentazione ha lo scopo di individuare possibili effetti domino verso attività di Soggetti aderenti nella stessa area territoriale o su aree territoriale contigue ed effetti domino legati alle operazioni di trasferimento delle merci pericolose tra terminal e navi.

A questo proposito si evidenzia che le aree di danno per incidenti su pontili o banchine possono applicarsi anche alle conseguenze di eventuali incidenti a bordo della nave portacontaineri.

Sulle mappe è stata inoltre indicata, per ogni Soggetto aderente, la classe di probabilità degli scenari individuati dall'analisi di rischio per il terminal, calcolata come illustrato al § 5.5.2.

Tale probabilità è da intendersi associata alla generalità degli scenari incidentali individuati per il terminal in questione e non nello specifico alle curve di danno rappresentate, che comportano le distanze di danno massime.

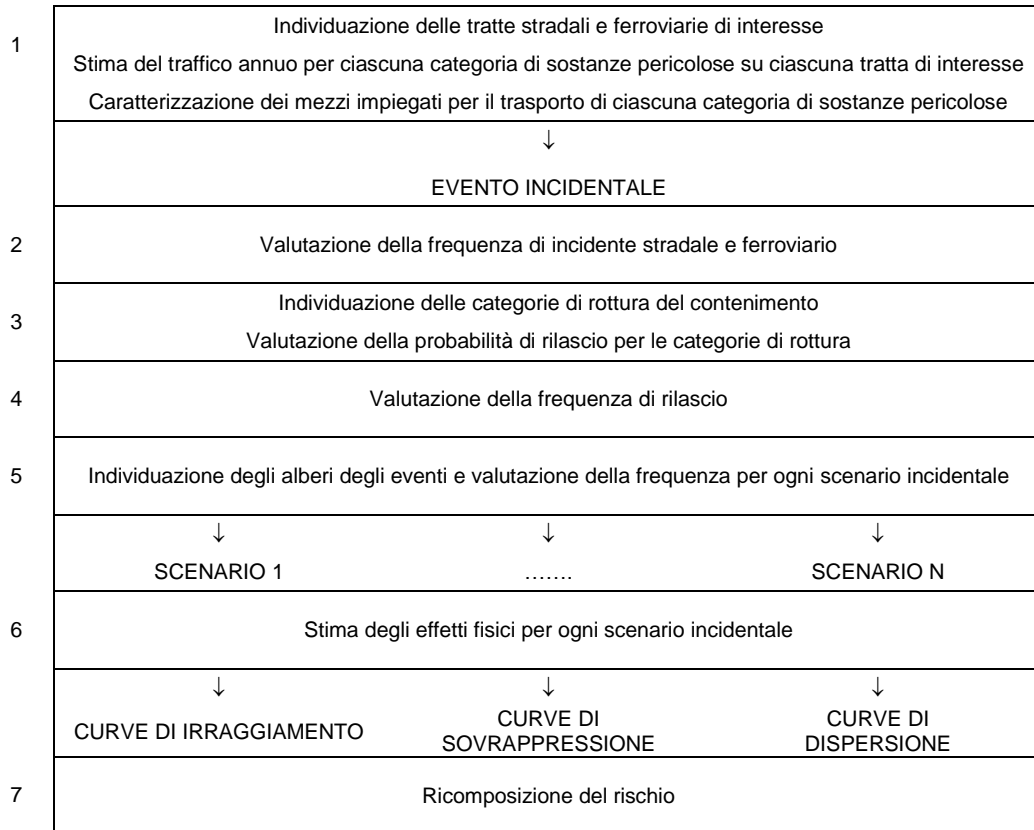
In analogia con quanto previsto dal D.L.vo 334/99 e s.m.i. circa i contenuti del Rapporto di Sicurezza, sulle mappe sono state riportate anche le rappresentazioni fotografiche delle aree esterne suscettibili di essere interessate dagli effetti degli incendi.

Per quanto riguarda invece il rischio di inquinamento ambientale - in assenza di aree di danno associate a limiti di soglia normativi - sono state indicate genericamente sulle mappe portuali, le aree potenzialmente interessate da spandimenti di sostanze pericolose per l'ambiente, con l'indicazione della relativa classe di probabilità.

## 5.6 CRITERI DI ANALISI PER IL TRASPORTO STRADALE E FERROVIARIO

Le aree portuali a terra interessate dal transito delle merci pericolose sono costituite in linea generale da: varchi portuali, strade, binari ferroviari e aree di smistamento.

La metodologia utilizzata nel presente studio per l'analisi di rischio del trasporto stradale e ferroviario di sostanze pericolose è schematicamente descritta in figura F.5/7.



F.5/7

Sulla base delle informazioni fornite dai Soggetti aderenti e dall'Autorità Portuale di Genova, è stato possibile stimare, per ciascuna tratta stradale o ferroviaria di interesse all'interno del porto di Genova, la tipologia e il numero approssimativo dei mezzi che vi transitano con merci pericolose nell'arco di un anno.

Per quanto riguarda la caratterizzazione dei mezzi impiegati per il trasporto delle merci pericolose sono stati identificati:

- veicoli stradali e ferroviari adibiti al trasporto di merci pericolose:
  - in container (in colli o alla rinfusa);
  - in container-cisterna (per liquidi o gas liquefatti);
  - in CGEM (per gas compressi);
  - su rimorchi o semirimorchi (in colli o alla rinfusa);
- autocisterne per liquidi;
- ferrocisterne per liquidi.

### 5.6.1 INDIVIDUAZIONE DEGLI INCIDENTI PER IL TRASPORTO STRADALE E FERROVIARIO

Per le sostanze pericolose che transitano sui mezzi impiegati per il trasporto stradale e ferroviario all'interno del porto di Genova, gli eventi incidentali ragionevolmente credibili<sup>4</sup> sono riconducibili a rilasci di sostanze pericolose dovuti a incidente stradale o ferroviario.

Incidenti derivanti da difetti nei sistemi di contenimento/imballaggio non stati sono considerati nel presente studio, in quanto:

- un rilascio accidentale, come ad esempio la perdita dalla valvola di scarico di una cisterna, ha rilevanza particolare solo nel caso di tempi di stazionamento elevato dei mezzi, come nel caso degli scali ferroviari, ma nel porto di Genova, non esistono veri e propri scali ferroviari o aree adibite alla sosta degli automezzi;
- durante il trasporto, questa tipologia di rilascio ha un'importanza nettamente inferiore rispetto al rilascio a seguito di incidente.

Ciò premesso, anche nel caso del trasporto stradale e ferroviario – sulla base delle caratteristiche chimico-fisiche delle sostanze pericolose in transito e delle relative condizioni di trasporto – gli scenari incidentali di rilievo sono quelli indicati in tabella T.5/14.

Scenario incidentale
Radiazione termica stazionaria (Pool fire, Jet fire)
Radiazione termica istantanea (Flash-fire)
Onda di pressione (UVCE)
Rilascio tossico
Spandimento di sostanze pericolose per l'ambiente

T.5/ 12

### 5.6.2 STIMA DELLE PROBABILITÀ PER IL TRASPORTO STRADALE E FERROVIARIO

La stima della frequenza degli scenari incidentali viene preceduta dalla stima della frequenza degli incidenti e dalla probabilità che essi diano luogo ad un rilascio, in quanto non tutti gli incidenti comportano necessariamente la perdita di contenimento.

#### 5.6.2.1 Frequenza di rilascio in caso di incidente stradale e ferroviario

La metodologia comunemente utilizzata per stimare la frequenza dei rilasci accidentali nel trasporto di sostanze pericolose è rappresentata dalla seguente equazione:

$$f_{rc} = L i_{tr} f_{ru} P_c$$

dove  $L$  indica la lunghezza del tratto in esame [km];  $i_{tr}$  l'intensità del traffico di merci pericolose sul tratto in esame [veicoli/anno];  $f_{ru}$  la frequenza di rilascio unitaria<sup>5</sup> per chilometro percorso dal veicolo [occ/km percorso dal veicolo];  $P_c$  la probabilità relativa alla categoria di rottura<sup>6</sup>.

<sup>4</sup> Nel presente studio non è stata condotta un'analisi sui possibili eventi incidentali riguardanti il trasporto di merci esplosive in quanto nell'anno 2011 si è registrato un traffico che ammonta ad un solo container per tutto il porto.

<sup>5</sup> La frequenza di rilascio unitaria  $f_{ru}$  è data dal prodotto della frequenza di incidente unitaria  $f_u$  [occ/km percorso dal veicolo] per la probabilità di rilascio  $P_{ril}$ . La resistenza dell'imballaggio o della cisterna, la cui costruzione deve rispondere alle norme internazionali ADR o RID, influisce in modo determinante sulla probabilità di rilascio in caso di incidente.

<sup>6</sup> Le categorie di rottura consentono di classificare i possibili rilasci a seconda della loro gravità e assegnare loro probabilità di accadimento diverse.



La lunghezza del tratto stradale o ferroviario e l'intensità del traffico veicolare sul tratto dipendono dal particolare percorso stradale o ferroviario preso in esame e il loro valore è ottenuto con specifiche indagini sul territorio.

Al contrario i restanti termini  $f_{ru}$  e  $P_c$  sono ottenuti da indagini statistiche, che in generale riassumono una grande mole di dati raccolti su un ampio territorio, tipicamente un'intera nazione.

Fonti bibliografiche indicano di assumere:

- per la rete stradale, una frequenza di rilascio unitaria pari a  $1E-07$  rilasci/km percorso dal veicolo, per autocisterne a pressione atmosferica, e pari a circa  $3.3E-08$  rilasci/km percorso dal veicolo, per autocisterne in pressione;
- per la rete ferroviaria, una frequenza di rilascio unitaria pari a  $1E-08$  rilasci/km percorso dal vagone, per trasporti a pressione atmosferica.

Giova evidenziare che i dati reperibili in letteratura riguardano nello specifico il rilascio da autocisterne e ferrocisterne; tuttavia nello studio in esame i valori di frequenza di rilascio unitaria sopracitati sono stati assegnati cautelativamente anche al trasporto di merci pericolose in container.

Una volta valutata la frequenza del rilascio di una determinata sostanza pericolosa lungo una tratta stradale o ferroviaria, si passa alla classificazione del possibile rilascio in base alla sua gravità.

A tal fine vengono individuate un certo numero di categorie di rottura e a ciascuna viene associata una sezione di rottura, espressa come la dimensione di un foro ideale attraverso il quale avviene il rilascio della sostanza pericolosa.

Comunemente vengono impiegate le tre categorie di rottura indicate di seguito, a cui corrispondono rilasci lievi, rilasci gravi o rilasci catastrofici:

- rotture lievi (descrivono i rilasci di minore entità, come ad esempio perdite da valvole danneggiate, e comportano solo una perdita parziale del carico);
- rotture gravi (descrivono quei rilasci che comportano la perdita di tutto o gran parte del carico, ma che hanno una durata nel tempo non trascurabile, tanto che il rilascio può essere considerato di tipo continuo);
- rotture catastrofiche (descrivono quegli incidenti, con urti ad elevata energia cinetica, in cui si ha la perdita dell'intero carico in brevissimo tempo, cosicché il rilascio è di tipo istantaneo).

Analizzando il trasporto di merci pericolose all'interno del porto di Genova si ritengono trascurabili:

- la categoria delle rotture lievi, in quanto:
  - la perdita dalla valvola di scarico di una cisterna, ha rilevanza particolare solo nel caso di un tempo di stazionamento elevato dei mezzi, come nel caso degli scali ferroviari, ma nel porto di Genova, non esistono veri e propri scali ferroviari né aree adibite alla sosta degli automezzi;
  - durante il trasporto, questa tipologia di rilascio ha un'importanza nettamente inferiore rispetto al rilascio a seguito di incidente, nei cui effetti risulta chiaramente ricompresa;
- la categoria delle rotture catastrofiche, tenuto conto dei limiti di velocità vigenti.

Una volta definite le categorie di rottura viene calcolata la loro probabilità relativa, sulla base di valutazioni statistiche effettuate a partire da una classificazione dei rilasci in base alla quantità sversata, stimando la probabilità di ciascuna categoria ed assegnando con criteri di ingegneristici il valore del diametro equivalente della rottura a ciascuna categoria.

Fonti bibliografiche indicano di assumere per la rottura grave una probabilità di accadimento pari a 0,164.

Ciò premesso, sono stati identificati i percorsi stradali e ferroviari del porto di Genova interessati dal transito di sostanze pericolose e, per ogni tipologia di rischio individuata, è stata stimata la frequenza attesa di accadimento del rilascio a seguito di incidente durante il trasporto.

Giova evidenziare che i valori di frequenza ottenuti risultano conservativi in quanto le frequenze di rilascio unitarie proposte dalle fonti bibliografiche riguardano nello specifico incidenti ad autocisterne o ferrocisterne; mentre la maggior parte delle merci pericolose trasportate all'interno del porto di Genova, si presentano imballate in colli, contenuti a loro volta in container.

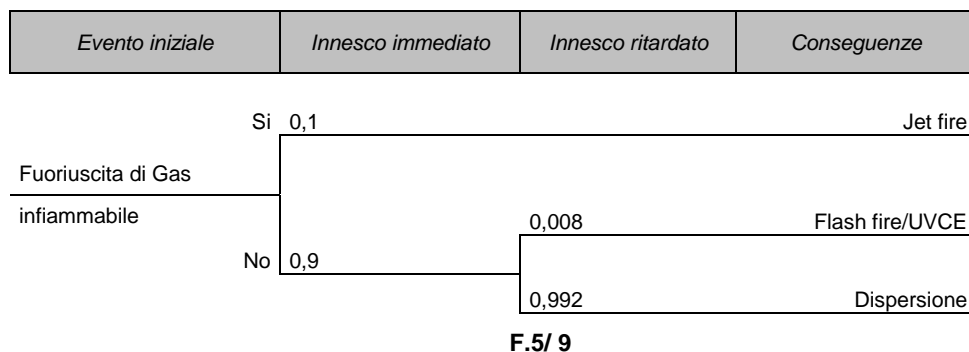
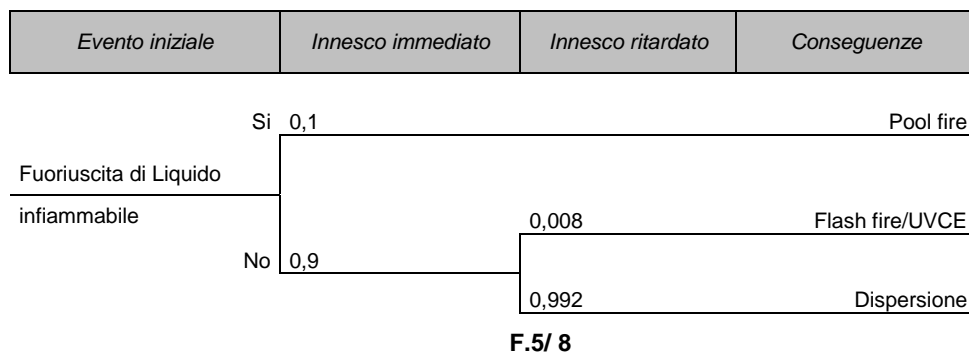
### 5.6.2.2 Frequenza degli scenari incidentali in caso di incidente stradale e ferroviario

Mediante la metodologia dell'albero degli eventi - sulla base delle categorie di sostanze pericolose in transito, del loro stato fisico (liquido, gas compresso, gas liquefatto), delle caratteristiche degli imballaggi e infine dell'entità del rilascio - sono stati definiti gli scenari incidentali conseguenti ai rilasci individuati e ne sono state stimate le frequenze attese di accadimento.

Per il rilascio di sostanze pericolose classificate tossiche per l'uomo, l'unico scenario da prendere in considerazione è la dispersione atmosferica, la cui frequenza coincide con quella del rilascio stesso.

Per quanto riguarda invece l'inquinamento ambientale occorre sottolineare che il rischio sussiste solo nel caso i cui le sostanze pericolose per l'ambiente coinvolte nell'incidente raggiungano il mare, direttamente o tramite reti di raccolta acque.

Nello studio in esame, ritenuta trascurabile la probabilità di una rottura catastrofica (rilascio istantaneo), sono stati elaborati gli alberi degli eventi per il rilascio continuo di liquidi infiammabili F.5/8 e il rilascio continuo di gas infiammabili (compressi e liquefatti) F.5/9.



All'evento "innesco immediato" si è attribuita cautelativamente una probabilità di accadimento pari a 0,1, sia nel caso di rilascio di liquidi che di gas, per tenere conto della non trascurabile presenza di fonti di innesco nelle aree interessate dal transito di merci pericolose.

### 5.6.3 STIMA DELLE CONSEGUENZE PER IL TRASPORTO STRADALE E FERROVIARIO

Nell'analisi di rischio svolta nel presente studio per il trasporto stradale e ferroviario, la stima delle conseguenze degli scenari incidentali identifica aree di danno concentriche rispetto al luogo in cui si verifica l'incidente, nelle quali sono da attendersi effetti progressivamente decrescenti al crescere della distanza, secondo le soglie di riferimento riportate in tabella.

Scenario	Elevata letalità	Inizio letalità	Lesioni irreversibili	Lesioni reversibili	Danni alle strutture Effetti domino
Pool fire / Jet fire	12,5 kW/m <sup>2</sup>	7 kW/m <sup>2</sup>	5 kW/m <sup>2</sup>	3 kW/m <sup>2</sup>	12,5 kW/m <sup>2</sup>
Flash fire	LFL	0,5 LFL			
UVCE/VCE	0,6 (0,3) bar	0,14 bar	0,07 bar	0,03 bar	0,3 bar
Rilascio tossico	LC50 (30min,hmn)		IDLH		

**T.5/ 13**

Va sottolineato che, per quanto riguarda il rischio di incendio/esplosione, sulla base delle condizioni di rilascio ipotizzate e delle caratteristiche dell'ambiente circostante, lo scenario incidentale con effetti maggiori risulta la radiazione termica stazionaria, mentre gli altri scenari presentano effetti paragonabili o inferiori.

Alla luce di quanto sopra, in tabella T.5/16 sono riportati gli scenari incidentali ritenuti maggiormente rappresentativi per ogni tipologia di rischio e categoria di sostanze pericolose.

Rischio	Scenario incidentale rappresentativo	Categorie sostanze pericolose
Incendio/Esplosione	Radiazione termica stazionaria (Pool fire)	IMO 3 IMO 4.1 - IMO 4.2 - IMO 4.3 IMO 5.1
	Radiazione termica stazionaria (Jet fire)	IMO 2.1
Rilascio tossico	Rilascio tossico	IMO 2.3 – IMO 4.3 – IMO 6.1
Inquinamento ambientale	Spandimento di sostanze pericolose per l'ambiente	IMO 9

**T.5/ 14**

Ciò premesso, sono state condotte simulazioni con il software EFFECTS 7.6 di TNO, che consente - attraverso una serie di modelli matematici di calcolo, collegati a programmi di inserimento input, di grafica e di stampa - di stimare gli effetti fisici connessi a incendi, esplosioni o rilasci di sostanze tossiche<sup>7</sup>.

ALL. 5c	Simulazioni rilascio liquido infiammabile da container-cisterna
---------	---

ALL. 5d	Simulazioni rilascio gas infiammabile liquefatto da container-cisterna
---------	--

Le simulazioni software relative all'incendio sono state effettuate ipotizzando cautelativamente il coinvolgimento nell'incidente di un container-cisterna. In questo caso il rilascio di sostanze pericolose è caratterizzato da quantitativi nettamente superiori rispetto a quelli interessati in caso di rilascio da un collo (contenuto a sua volta in un container).

Le uniche simulazioni effettuate per rilascio da autocisterna riguardano la spedizione di MDPO dal porto petroli di Genova-Mulredo, in quanto attualmente nel resto del porto di Genova le autocisterne e le ferrocisterne sono impiegate solamente per il trasporto di sostanze classificate pericolose per l'ambiente.

ALL. 5e	Simulazioni rilascio liquido infiammabile da autocisterna
---------	---

Per le ragioni già illustrate in precedenza, non sono state condotte simulazioni relative agli spandimenti di sostanze pericolose per l'ambiente.

<sup>7</sup> Per le simulazioni relative al rilascio tossico si rimanda agli allegati ALL. 5a, ALL. 5b.

Per tenere conto della specifica attività svolta nell'unico terminal traghetti, sono state effettuate apposite simulazioni per stimare gli effetti del rilascio di liquidi infiammabili caricati in colli a bordo di un rimorchio stradale.

ALL. 5f	Simulazioni rilascio liquido infiammabile da colli su rimorchio
---------	---

### 5.6.1 RICOMPOSIZIONE DEL RISCHIO PER IL TRASPORTO STRADALE E FERROVIARIO

Per ogni area territoriale interessata (PA - S - PMS - VP), il rischio di incidente rilevante associato al trasporto stradale e ferroviario è stato ricomposto e rappresentato secondo il criterio illustrato di seguito.

I percorsi stradali e ferroviari del porto di Genova, interessati dal transito di sostanze pericolose, sono stati identificati sulle mappe delle singole aree territoriali.

Tali percorsi rappresentano le zone potenzialmente interessate da incidenti con possibile rilascio di infiammabili, rilascio di tossici e spandimento di sostanze pericolose per l'ambiente.

L'intensità del traffico delle merci pericolose, suddivise per tipologia di rischio, è stata rappresentata graficamente sulle mappe delle singole aree territoriali, attribuendo ad ogni tratto stradale e ferroviario individuato la classe di probabilità<sup>8</sup> dei potenziali rilasci in caso di incidente.

Infine, allo scopo di individuare possibili effetti domino derivanti dal trasporto di merci pericolose, sono state rappresentate sulle mappe delle singole aree territoriali le aree di danno corrispondenti agli scenari di radiazione termica stazionaria, associati alla relativa classe di probabilità di accadimento. Le aree di danno in questione sono state posizionate in corrispondenza delle zone potenzialmente sensibili presenti lungo i percorsi stradali e ferroviari (es.: impianti fissi e aree di sosta merci pericolose).

In analogia con quanto previsto dal D.L.vo 334/99 e s.m.i. circa i contenuti del Rapporto di Sicurezza, sulle mappe sono state riportate anche le rappresentazioni fotografiche delle aree esterne suscettibili di essere interessate dagli effetti degli incendi.

---

<sup>8</sup> Le classi di probabilità sono quelle previste dal D.M.LL.PP. 09.05.2001.

## 5.7 CRITERI DI ANALISI DEI POSSIBILI EFFETTI DOMINO

I possibili effetti domino all'interno del porto di Genova riguardano le interazioni tra impianti fissi e trasporti, terminal contenitori e impianti fissi, terminal contenitori e trasporto.

Per l'analisi degli effetti domino è stato adottato l'approccio metodologico proposto nella bozza del D.M. Ambiente "Criteri per l'individuazione e la perimetrazione di aree ad elevata concentrazione di stabilimenti soggetti al Decreto Legislativo 17 Agosto 1999, n. 334, e per la predisposizione e la valutazione dello studio di sicurezza integrato", in cui, oltre ai livelli di irraggiamento, assume rilevante importanza la durata dell'evento primario (incendio) che può comportare il coinvolgimento di apparecchiature e/o strutture nelle fiamme o nelle aree a irraggiamento termico critico.

L'analisi ha inizio dalla selezione degli incidenti che danno luogo ad irraggiamenti termici stazionari (pool fire/jet fire).

### 5.7.1 *Analisi dell'effetto domino per pool fire*

Si effettua la valutazione della durata dell'incendio. Per incendi da pozza di durata superiore a 10 minuti si procede con:

- identificazione delle apparecchiature/strutture coinvolte dalle fiamme (ingolfamento);
- identificazione delle apparecchiature soggette ad un irraggiamento compreso tra 12.5 kW/m<sup>2</sup> e 37.5 kW/m<sup>2</sup>;
- identificazione degli eventuali sistemi di protezione attiva e/o passiva presenti a protezione delle apparecchiature di cui ai precedenti punti;
- valutazione della frequenza di accadimento relativa al verificarsi dell'effetto domino, a partire dalla frequenza di accadimento dell'evento primario, considerando, ove applicabile:
  - la probabilità di innesco immediato della sostanza rilasciata;
  - la probabilità di mancata intercettazione in tempi rapidi;
  - la probabilità di mancato intervento degli eventuali sistemi di protezione attiva presenti (rivelazione gas/incendi, sistemi di raffreddamento fissi ad acqua o a schiuma, ecc.);
  - la probabilità di effetti domino, desunta dalla tabella T.5/17.

### 5.7.2 *Analisi dell'effetto domino per jet fire*

Si effettua la valutazione della durata dell'incendio. Per getti incendiati di durata superiore a 5 minuti si procede con:

- identificazione delle apparecchiature/strutture coinvolte dal dardo di fuoco (ingolfamento);
- identificazione delle apparecchiature soggette ad un irraggiamento compreso tra 12.5 kW/m<sup>2</sup> e 37.5 kW/m<sup>2</sup>;
- identificazione degli eventuali sistemi di protezione attiva e/o passiva presenti a protezione delle apparecchiature di cui ai precedenti punti;
- valutazione della frequenza di accadimento relativa al verificarsi dell'effetto domino, a partire dalla frequenza di accadimento dell'evento primario, considerando, ove applicabile:
  - la probabilità di innesco immediato della sostanza rilasciata;
  - la probabilità di mancata intercettazione in tempi rapidi;
  - la probabilità di mancato intervento degli eventuali sistemi di protezione attiva presenti (rivelazione gas/incendi, sistemi di raffreddamento fissi ad acqua, ecc.);
  - la probabilità di effetti domino, desunta dalla tabella T.5/17.

In tabella T.5/17 sono appunto riportate le probabilità di effetto domino per irraggiamento termico, proposte dalla sopraccitata bozza di decreto, in funzione dell'effetto della sorgente su un possibile obiettivo. Applicando la probabilità di effetto domino alle frequenze di accadimento degli scenari incidentali ipotizzati, si stima la possibilità che si possano verificare effetti domino.

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

**Note:**

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

**T.5/ 15**

Per incendi nelle aree sosta merci pericolose dei terminal contenitori, in assenza di informazioni sulla durata degli eventi, la probabilità di effetto domino è assunta pari a 1 per tutti gli scenari che prevedono una zona di sicuro impatto.