

**Allegato C.4.1-C**  
**Identificazione degli eventi incidentali**  
**da deviazioni di processo e calcolo**  
**della relativa frequenza di accadimento**

Doc. No. P0023964-1-H1 Rev.0 – Novembre 2021





# SNAM Rete Gas S.p.A.

## Terminale di Portovesme

**Allegato C.4.1-C al Rapporto Preliminare di Sicurezza –  
Identificazione degli eventi incidentali da deviazioni di processo  
e calcolo della relativa frequenza di accadimento**

**Doc. No. P0023964-1-H1 Rev. 0 – Novembre 2021**

Rev.	Descrizione	Preparato da	Controllato da	Approvato da	Data
0	Prima Emissione	F. Ovidi / M. Gattuso	M. Gattuso	G. Uguccioni	Novembre 2021

Tutti i diritti, traduzione inclusa, sono riservati. Nessuna parte di questo documento può essere divulgata a terzi, per scopi diversi da quelli originali, senza il permesso scritto di RINA Consulting S.p.A.

## INDICE

	Pag.
<b>LISTA DELLE TABELLE</b>	<b>2</b>
<b>LISTA DELLE FIGURE</b>	<b>2</b>
<b>ABBREVIAZIONI E ACRONIMI</b>	<b>3</b>
<b>1 INTRODUZIONE</b>	<b>4</b>
<b>2 METODOLOGIA, CRITERI E ASSUNZIONI</b>	<b>5</b>
<b>3 IDENTIFICAZIONE DEGLI EVENTI INCIDENTALI DA DEVIAZIONI DI PROCESSO PER IL TERMINALE DI PORTOVESME</b>	<b>6</b>
<b>4 STIMA DELLA FREQUENZA DI ACCADIMENTO DEGLI EVENTI INCIDENTALI DA DEVIAZIONI DI PROCESSO PER IL TERMINALE DI PORTOVESME</b>	<b>7</b>
4.1 T1 – INVIO DI GNL IN RETE DI DISTRIBUZIONE	8
4.2 T2 – SOVRAPPRESSIONE AUTOCISTERNA	12
<b>5 SINTESI DEI RISULTATI</b>	<b>16</b>
<b>RIFERIMENTI</b>	<b>17</b>

## LISTA DELLE TABELLE

Tabella 3.1: Lista degli eventi da deviazioni di processo identificati mediante l'analisi HAZOP	6
Tabella 4.1: Evento T1 – Dati affidabilistici	10
Tabella 4.2: Evento T2 – Dati affidabilistici	14
Tabella 5.1: Frequenze di accadimento degli eventi incidentali da deviazioni di processo identificati per il Terminale	16

## LISTA DELLE FIGURE

Figura 4.1: Evento T1 – Albero dei Guasti	9
Figura 4.2: Evento T2 – Albero dei Guasti	13

### ABBREVIAZIONI E ACRONIMI

<b>DCS</b>	Distributed Control System
<b>ESD</b>	Emergency Shut Down
<b>FC</b>	Fail Closed
<b>FSRU</b>	Floating Storage Regasification Unit
<b>GNL</b>	Gas Naturale Liquefatto
<b>HAZOP</b>	Hazard and Operability Analysis
<b>LSD</b>	Local Shut Down
<b>PSD</b>	Process Shut Down
<b>SDV</b>	Shut Down Valve

## **1 INTRODUZIONE**

Il presente documento costituisce l'Allegato C.4.1-C al Rapporto Preliminare di Sicurezza del nuovo Terminale di Portovesme.

Scopo del presente documento è quello di presentare i risultati della stima della frequenza di accadimento degli eventi incidentali causati da deviazioni di processo e identificati mediante l'analisi HAZOP.

## 2 METODOLOGIA, CRITERI E ASSUNZIONI

Le analisi riportate nel presente documento sono state condotte in accordo alla metodologia, criteri e assunzioni dettagliate nell'Allegato C.4 del Rapporto Preliminare di Sicurezza, cui si rimanda.

### 3 IDENTIFICAZIONE DEGLI EVENTI INCIDENTALI DA DEVIAZIONI DI PROCESSO PER IL TERMINALE DI PORTOVESME

Gli eventi incidentali che potrebbero avere origine presso il Terminale di Portovesme a causa di potenziali deviazioni del processo rispetto al normale funzionamento sono stati identificati mediante l'analisi HAZOP (riportata in Allegato C.4.1-B al presente Rapporto Preliminare di Sicurezza) sulla base dei criteri specificati nell'Allegato C.4 e sono sintetizzati nella seguente tabella.

Tabella 3.1: Lista degli eventi da deviazioni di processo identificati mediante l'analisi HAZOP

ID Evento	Descrizione Eventi	Rif. Analisi HAZOP
T1	Invio di GNL in rete di distribuzione	Nodo 4 Conseguenza 87.1
		Nodo 4 Conseguenza 88.1
T2	Sovrappressione autocisterna	Nodo 5 Conseguenza 92.2
		Nodo 5 Conseguenza 101.1
		Nodo 5 Conseguenza 102.1
		Nodo 5 Conseguenza 103.1



---

## 4 STIMA DELLA FREQUENZA DI ACCADIMENTO DEGLI EVENTI INCIDENTALI DA DEVIAZIONI DI PROCESSO PER IL TERMINALE DI PORTOVESME

Con riferimento agli eventi incidentali identificati nel precedente Capitolo 3, si riportano, nei paragrafi che seguono, i dettagli relativi alla stima della relativa frequenza di accadimento, calcolata mediante la tecnica degli Alberi di Guasto.

Lo spazio che segue è lasciato intenzionalmente vuoto: infatti, per maggiore facilità di lettura, l'inizio di ogni paragrafo, dedicato a uno specifico evento, è riportato su una nuova pagina.

### 4.1 T1 – INVIO DI GNL IN RETE DI DISTRIBUZIONE

L'evento in esame è stato identificato mediante l'analisi HAZOP e consiste nell'invio di GNL nella linea 26" che collega il Terminale con la rete di distribuzione, realizzata in materiale non resistente alle temperature criogeniche.

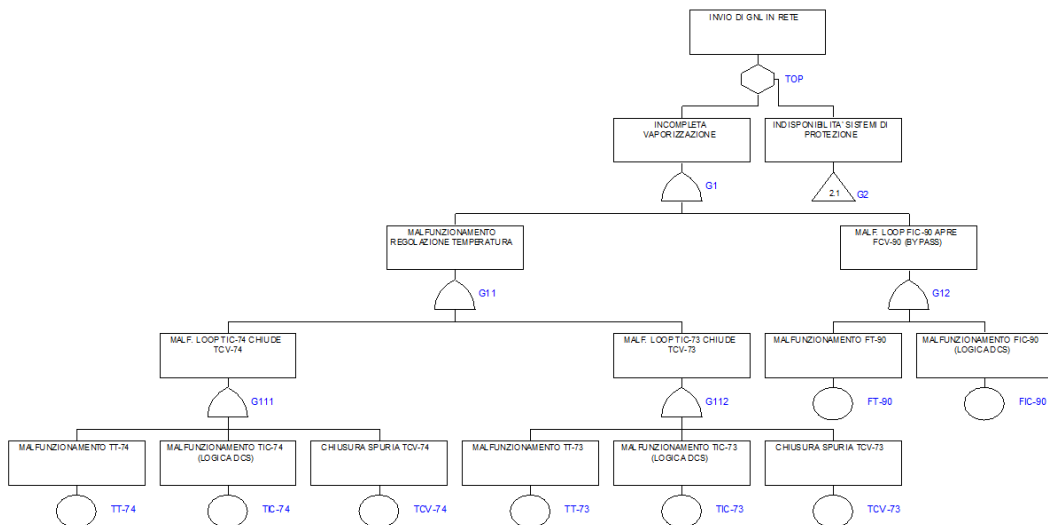
La causa che potrebbe determinare un tale evento consiste nell'incompleta vaporizzazione del GNL nel sistema di vaporizzazione della FSRU, a sua volta riconducibile alle seguenti cause:

- ✓ Malfunzionamento del loop di regolazione della temperatura di uno dei vaporizzatori in servizio. Nella presente analisi si considera che siano in marcia due vaporizzatori e che il malfunzionamento di uno dei due sia sufficiente per determinare l'arrivo di GNL nei sistemi a valle (in particolare le sigle utilizzate nell'Albero dei Guasti fanno riferimento ai vaporizzatori E-101 ed E-102, ma analoghe considerazioni valgono per qualsiasi coppia di vaporizzatori in marcia contemporaneamente);
- ✓ Malfunzionamento del loop di controllo FIC-90 che apre eccessivamente la valvola di by-pass dei vaporizzatori FCV-90 (valvola FC).

I sistemi di protezione disponibili per prevenire un simile evento sono i seguenti:

- ✓ Allarme di bassa temperatura attivato da uno qualsiasi dei trasmettitori installati a valle dei vaporizzatori TT-34, TT-35 e TT-36, con conseguente possibilità di intervento da parte degli operatori di impianto;
- ✓ PSD attivato automaticamente da TT-35 (installato immediatamente a valle dei vaporizzatori) e da TT-36 (installato a valle del sistema di misura e analisi non fiscale) per minima temperatura. Tra le azioni attivate dal PSD, la chiusura di una qualsiasi SDV installata a bordo FSRU a monte/valle dei vaporizzatori (SDV-15, SDV-12, SDV-11) è sufficiente a evitare l'invio in rete di GNL.

La correlazione logica tra i diversi eventi che possono condurre, nel loro sviluppo, all'accadimento dell'evento in esame è rappresentata mediante il seguente Albero dei Guasti.



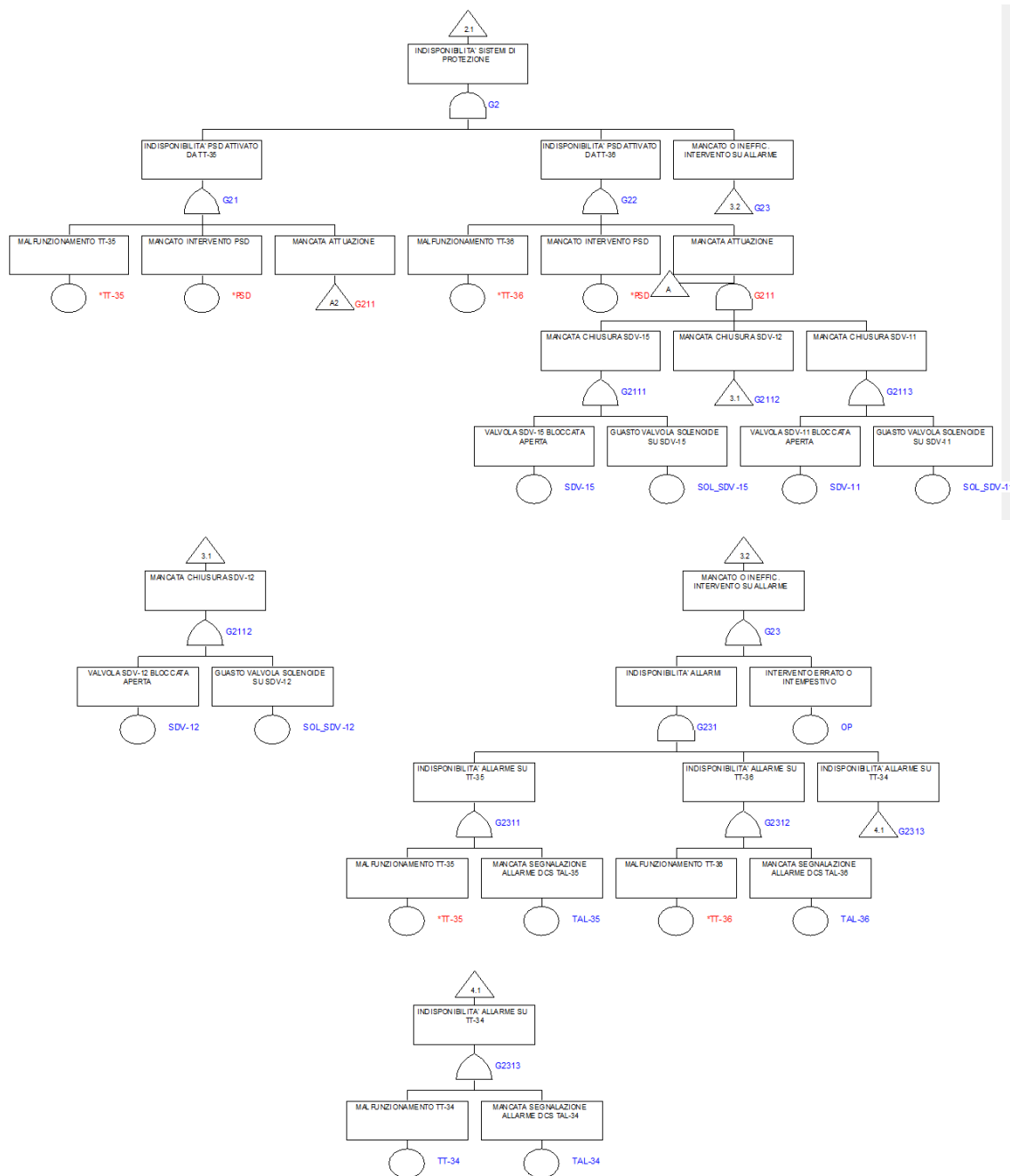


Figura 4.1: Evento T1 – Albero dei Guasti

Il calcolo della frequenza di accadimento è stato condotto utilizzando i dati affidabilistici riportati nella seguente tabella. È importante sottolineare come i dati desumibili da banche dati siano tipicamente conservativi rispetto a quelli dei componenti specifici che saranno poi installati e che saranno resi disponibili dai Fornitori.

Per quanto riguarda i tempi di test delle funzioni di sicurezza, si è indicato, genericamente, un intervallo di 1 anno.

Tabella 4.1: Evento T1 – Dati affidabilistici

Tag	Tipo	Modo di guasto	Rateo di guasto [ev/hr]	MTTR [hr]	Indisponibilità su domanda [-]	Intervallo di test [hr]	Rif.
FIC-90	Logica DCS	Malfunzionamento	4,94E-06				[1]
FT-90	Trasmittitore di portata	Malfunzionamento	7,00E-07				[2]
OP	Operatore	Intervento errato o intempestivo su allarme			1,00E-03		[3]
PSD	ESD	Mancato intervento su domanda			5,00E-04		[4]
SDV-11	Valvola SDV	Mancato intervento su domanda	1,90E-06			8760	[5]
SDV-12	Valvola SDV	Mancato intervento su domanda	1,90E-06			8760	[5]
SDV-15	Valvola SDV	Mancato intervento su domanda	1,90E-06			8760	[5]
SOL_SDV-11	Valvola solenoide	Mancato intervento su domanda	6,00E-07			8760	[6]
SOL_SDV-12	Valvola solenoide	Mancato intervento su domanda	6,00E-07			8760	[6]
SOL_SDV-15	Valvola solenoide	Mancato intervento su domanda	6,00E-07			8760	[6]
TAL-34	Allarme DCS	Mancato intervento su domanda	4,94E-06			8760	[1]
TAL-35	Allarme DCS	Mancato intervento su domanda	4,94E-06			8760	[1]
TAL-36	Allarme DCS	Mancato intervento su domanda	4,94E-06			8760	[1]
TCV-73	Valvola di regolazione	Chiusura spuria	1,90E-06				[7]
TCV-74	Valvola di regolazione	Chiusura spuria	1,90E-06				[7]
TIC-73	Logica DCS	Malfunzionamento	4,94E-06				[1]
TIC-74	Logica DCS	Malfunzionamento	4,94E-06				[1]
TT-34	Trasmittitore di temperatura	Malfunzionamento	3,00E-07			8760	[8]
TT-35	Trasmittitore di temperatura	Malfunzionamento	3,00E-07			8760	[8]
TT-36	Trasmittitore di temperatura	Malfunzionamento	3,00E-07			8760	[8]
TT-73	Trasmittitore di temperatura	Malfunzionamento	3,00E-07				[8]
TT-74	Trasmittitore di temperatura	Malfunzionamento	3,00E-07				[8]

Riferimenti

- [1] SINTEF 2013, Item 4.2.1.1 + Item 4.2.1.2 + Item 4.2.1.3.
- [2] SINTEF 2013, Item 4.1.6.
- [3] Si veda metodologia RPdS.
- [4] Valore medio SIL3.
- [5] SINTEF 2013, Item 4.3.1.
- [6] SINTEF 2013, Item 4.3.5.
- [7] SINTEF 2013, Item 4.3.6.
- [8] SINTEF 2013, Item 4.1.5.

Dall'analisi condotta si ricava una frequenza di accadimento per l'evento in esame pari a:

**1,04E-07 ev/anno**

## 4.2 T2 – SOVRAPPRESSIONE AUTOCISTERNA

L'evento in esame è stato identificato mediante l'analisi HAZOP e consiste nel superamento della pressione di design di un'autocisterna in fase di riempimento dalla FSRU.

L'evento in esame potrebbe essere determinato, in linea generale, da un'eccessiva portata di riempimento, dal malfunzionamento del sistema di regolazione della pressione o dall'intercettazione della linea ritorno vapori verso i serbatoi della FSRU. Nel dettaglio, le cause che potrebbero causare un aumento eccessivo di pressione nell'autocisterna sono le seguenti (le sigle utilizzate nel seguito fanno riferimento alla baia di carico No. 1, ma analoghe considerazioni sono valide per la No. 2):

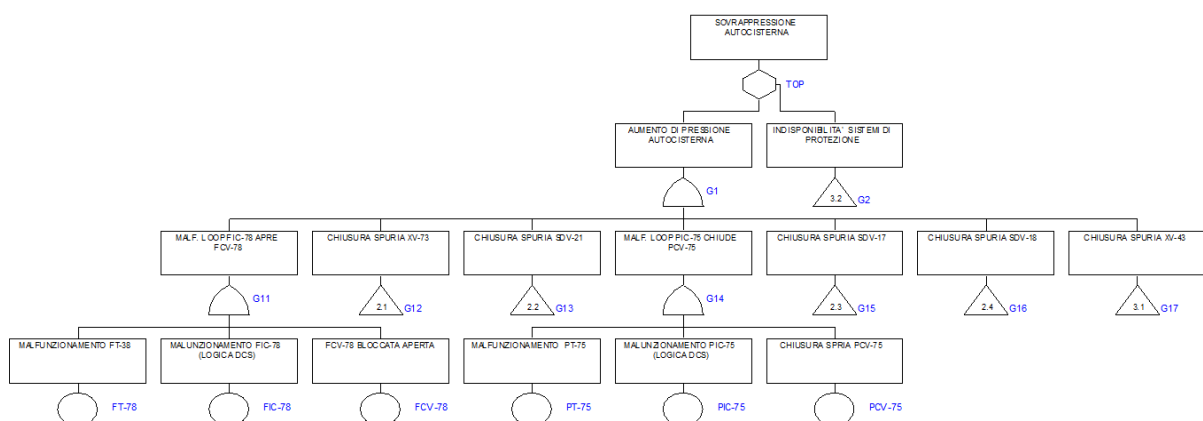
- ✓ Malfunzionamento del loop di regolazione della portata di caricamento FIC-78 che apre eccessivamente FCV-78 (valvola FC);
- ✓ Chiusura spuria della valvola (FC) XV-73 installata sulla linea ritorno vapori;
- ✓ Chiusura spuria della valvola (FC) SDV-21 installata sulla linea ritorno vapori;
- ✓ Malfunzionamento del loop di regolazione della pressione PIC-75 che chiude PCV-75 (valvola FC);
- ✓ Chiusura spuria della valvola (FC) SDV-17 installata sulla linea ritorno vapori;
- ✓ Chiusura spuria della valvola (FC) SDV-18 installata sulla linea ritorno vapori;
- ✓ Chiusura spuria della valvola (FC) XV-43 installata sulla linea ritorno vapori.

I sistemi di protezione disponibili presso il Terminale per prevenire un simile evento sono i seguenti:

- ✓ Operazione presidiata continuamente, con possibilità per l'operatore presso la baia di carico di monitorare tutta l'operazione di caricamento e di intervenire con azioni correttive qualora dovessero verificarsi delle anomalie;
- ✓ Allarme di alta pressione sulla linea di caricamento attivato da PT-40 e allarme di alta pressione sulla linea di ritorno vapori attivato da PT-42, con conseguente possibilità di intervento da parte degli operatori di impianto;
- ✓ LSD attivato automaticamente da PT-40 (installato sulla linea di caricamento) per massima pressione. Tra le azioni attivate dal LSD, la chiusura di una qualsiasi valvola SDV installata sulla linea di caricamento (SDV-03, SDV-22, XV-74) è sufficiente a evitare la sovrappressione dell'autocisterna.

Eventuali sistemi di limitazione della pressione con cui saranno equipaggiate le autocisterne in arrivo al carico e che potranno ulteriormente ridurre la frequenza di accadimento dell'evento in esame non sono stati considerati nella presente analisi dal momento che, ad oggi, non è possibile definire con esattezza tali sistemi.

La correlazione logica tra i diversi eventi che possono condurre, nel loro sviluppo, all'accadimento dell'evento in esame è rappresentata mediante il seguente Albero dei Guasti.



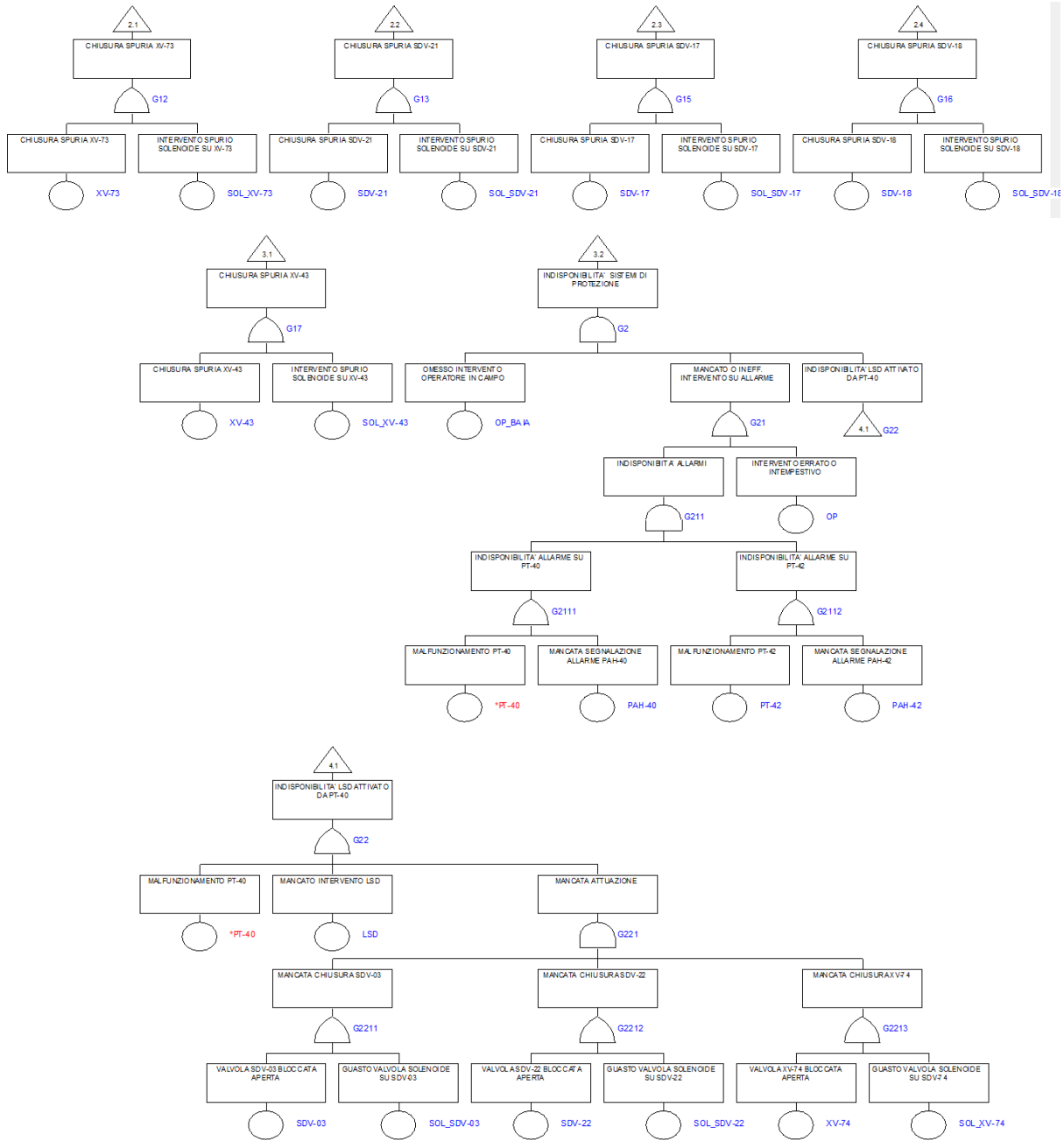


Figura 4.2: Evento T2 – Albero dei Guasti

Il calcolo della frequenza di accadimento è stato condotto utilizzando i dati affidabilistici riportati nella seguente tabella. È importante sottolineare come i dati desumibili da banche dati siano tipicamente conservativi rispetto a quelli dei componenti specifici che saranno poi installati e che saranno resi disponibili dai Fornitori.

Per quanto riguarda i tempi di test delle funzioni di sicurezza, si è indicato, genericamente, un intervallo di 1 anno.

Tabella 4.2: Evento T2 – Dati affidabilistici

Tag	Tipo	Modo di guasto	Rateo di guasto [ev/hr]	MTTR [hr]	Indisponibilità su domanda [-]	Intervallo di test [hr]	Rif.
FCV-78	Valvola di regolazione	Bloccata aperta	1,90E-06				[1]
FIC-78	Logica DCS	Malfunzionamento	4,94E-06				[2]
FT-78	Trasmittitore di portata	Malfunzionamento	7,00E-07				[3]
LSD	ESD	Mancato intervento su domanda			5,00E-04		[4]
OP	Operatore	Intervento errato o intempestivo su allarme			1,00E-03		[5]
OP_BAIA	Operatore	Intervento errato o intempestivo su operazione presidiata			1,00E-03		[5]
PAH-40	Allarme DCS	Mancato intervento su domanda	4,94E-06			8760	[2]
PAH-42	Allarme DCS	Mancato intervento su domanda	4,94E-06			8760	[2]
PCV-75	Valvola di regolazione	Chiusura spuria	1,90E-06				[1]
PIC-75	Logica DCS	Malfunzionamento	4,94E-06				[2]
PT-40	Trasmittitore di pressione	Malfunzionamento	5,00E-07			8760	[6]
PT-42	Trasmittitore di pressione	Malfunzionamento	5,00E-07			8760	[6]
PT-75	Trasmittitore di pressione	Malfunzionamento	5,00E-07				[6]
SDV-03	Valvola SDV	Mancato intervento su domanda	1,90E-06			8760	[7]
SDV-17	Valvola SDV	Chiusura spuria	2,30E-06				[8]
SDV-18	Valvola SDV	Chiusura spuria	2,30E-06				[8]
SDV-21	Valvola SDV	Chiusura spuria	2,30E-06				[8]
SDV-22	Valvola SDV	Mancato intervento su domanda	1,90E-06			8760	[7]
SOL_SDV-03	Valvola solenoide	Mancato intervento su domanda	6,00E-07			8760	[9]
SOL_SDV-17	Valvola solenoide	Intervento spurio	1,70E-06				[10]
SOL_SDV-18	Valvola solenoide	Intervento spurio	1,70E-06				[10]
SOL_SDV-21	Valvola solenoide	Intervento spurio	1,70E-06				[10]
SOL_SDV-22	Valvola solenoide	Mancato intervento su domanda	6,00E-07			8760	[9]
SOL_XV-43	Valvola solenoide	Intervento spurio	1,70E-06				[9]
SOL_XV-73	Valvola solenoide	Intervento spurio	1,70E-06				[9]
SOL_XV-74	Valvola solenoide	Mancato intervento su domanda	6,00E-07			8760	[10]



Tag	Tipo	Modo di guasto	Rateo di guasto [ev/hr]	MTTR [hr]	Indisponibilità su domanda [-]	Intervallo di test [hr]	Rif.
XV-43	Valvola XV	Chiusura spuria	2,30E-06				[9]
XV-73	Valvola XV	Chiusura spuria	2,30E-06				[9]
XV-74	Valvola XV	Mancato intervento su domanda	1,90E-06			8760	[8]

Riferimenti

- [5] SINTEF 2013, Item 4.3.6.
- [2] SINTEF 2013, Item 4.2.1.1 + Item 4.2.1.2 + Item 4.2.1.3.
- [3] SINTEF 2013, Item 4.1.6.
- [4] Valore medio SIL3.
- [5] Si veda metodologia RPdS.
- [6] SINTEF 2013, Item 4.1.3.
- [7] SINTEF 2013, Item 4.3.1 ( $\lambda_{DU}$ ).
- [8] SINTEF 2013, Item 4.3.1 ( $\lambda_{SU}$ ).
- [9] SINTEF 2013, Item 4.3.5 ( $\lambda_{DU}$ ).
- [10] SINTEF 2013, Item 4.3.5 ( $\lambda_{SU}$ ).

Dall'analisi condotta si ricava, per ciascuna baia di carico, una frequenza di accadimento per l'evento in esame pari a:

2,22E-08 ev/anno

Considerando che l'evento potrebbe verificarsi su entrambe le baie, la frequenza complessiva per l'evento in esame risulta pari a:

**4,44E-08 ev/anno**

L'evento in esame risulta non credibile, essendo caratterizzato da una frequenza di accadimento inferiore a 1,00E-07 ev/anno e, pertanto, non sarà ulteriormente analizzato in termini di analisi delle conseguenze.

## 5 SINTESI DEI RISULTATI

La seguente tabella riassume le frequenze di accadimento calcolate per gli eventi incidentali causati da deviazioni di processo identificati per il Terminale mediante l'analisi HAZOP.

**Tabella 5.1: Frequenze di accadimento degli eventi incidentali da deviazioni di processo identificati per il Terminale**

Evento		Frequenza di accadimento [ev/anno]	Note
Tag	Descrizione		
T1	Invio di GNL in rete di distribuzione	1,04E-07	
T2	Sovrappressione autocisterna	4,44E-08	(1)

Note

- (1) L'evento in esame risulta non credibile, essendo caratterizzato da una frequenza di accadimento inferiore a 1,00E-07 ev/anno e, pertanto, non sarà ulteriormente analizzato in termini di analisi delle conseguenze.

## **RIFERIMENTI**

- [1] Doc. No. 100-LP-6875-0001-00 “Rapporto studio HAZOP”.
- [2] Decreto Legislativo No. 105, 26 Giugno 2015, “Attuazione della Direttiva 2012/18/UE relativa al controllo del pericolo di incidenti rilevanti connessi con sostanze pericolose”.