

## 9 ANALISI DEI MALFUNZIONAMENTI DEL PROCESSO

Scopo del capitolo è l'analisi dei malfunzionamenti di processo e dei principali eventi incidentali con possibile ripercussione di carattere ambientale.

In base alle caratteristiche dell'impianto a ciclo combinato in progetto, si è proceduto ad una valutazione tecnica delle conseguenze derivanti da malfunzionamenti del sistema secondo le seguenti modalità:

- suddivisione dell'impianto in unità logiche,
- individuazione degli eventi pericolosi derivanti dai possibili malfunzionamenti,
- analisi della sequenza degli eventi incidentali (Alberi degli Eventi) e identificazione degli scenari incidentali attesi,
- valutazione delle conseguenze degli scenari identificati.

### **9.1 Documenti di riferimento**

L'analisi dei malfunzionamenti è stata condotta sulla base dei seguenti documenti di ingegneria, allegati al progetto di massima della Centrale:

- Planimetria Generale – Descrizione Interventi– Dwg. No. 00-GB-A 62030,
- Planimetria Impianto– Dwg. No. 00-GB-B-62031,
- Progetto di massima Centrale a Ciclo Combinato di Taranto – Descrizione del Processo
- Schema di Processo –Sistema di filtrazione, misura e riduzione gas naturale – Dwg. No. 00-GD-B-90189 rev. 3

## 9.2 **Suddivisione dell'impianto in unità logiche**

La suddivisione in unità logiche è stata effettuata con lo scopo di caratterizzare le varie unità attraverso le sostanze presenti, le operazioni significative effettuate in ogni unità e le condizioni di esercizio.

Tale caratterizzazione consente di individuare le unità di impianto critiche dal punto di vista della sicurezza di impianto, sia per le sostanze trattate che per le operazioni effettuate.

Il principio seguito è quello di assegnare a ciascuna operazione una unità logica a sé stante, in linea con il Diagramma a Blocchi, individuando per ciascuna unità la parte di processo e la relativa sostanza chiave ai fini dell'analisi delle conseguenze.

Le linee di trasferimento dei prodotti all'interno dell'area dell'impianto non sono state considerate come unità logiche indipendenti, ma, se significative dal punto di vista della sicurezza di impianto, verranno prese in considerazione nell'analisi, come parti a sé stanti.

In Tabella 9-A sono riportate le principali funzioni, le unità logiche e le sostanze trattate per le unità di impianto

**Tabella 9-A: Suddivisione dell'impianto in unità logiche**

<b>Funzione/operazione</b>	<b>Unità Logica</b>	<b>Sostanza chiave</b>
Combustione /generazione di potenza meccanica	turbina a gas	gas naturale - aria – fumi combust
Trasporto gas naturale alimentazione delle turbine a gas	Sistema di trasporto gas naturale	Gas naturale
Generazione di vapore	caldaia	fumi combust - vapore acqueo
Condensazione vapore	condensatore	vapore acqueo – condensato
Generazione di potenza meccanica	Turbina a vapore	Vapore acqueo
Generazione di potenza elettrica	alternatore	n.a.

Le sostanze pericolose sono generalmente classificabili in funzione dello stato fisico e delle caratteristiche di pericolosità in tre categoria principali:

- liquidi infiammabili,
- gas infiammabili,
- gas tossici.

Dall'analisi degli Schemi di Processo si evince che l'unica sostanze pericolosa trattata nell'impianto è il gas naturale. Il gas naturale, costituito essenzialmente da metano, viene prelevato dal gasdotto e da qui, dopo essere stato filtrato e ridotto fino alla pressione di 30 bar circa, alimenta le turbine a gas del ciclo combinato è previsto inoltre uno stacco per l'alimentazione dell'esistente centrale CTE; la portata nominale garantita dal sistema di filtrazione misura e riduzione è pari a circa 60000 Sm<sup>3</sup>/h.

La composizioni del gas naturale è riportata nella Sez. 2 del Progetto di massima.

Nei seguenti paragrafi vengono identificati i possibili scenari incidentali che conducono al rilascio in atmosfera di gas naturale. Tali eventi possono essere dovuti sia a cause di processo (deviazioni dalle normali condizioni operative per effetto di malfunzionamenti), che a rotture casuali.

### **9.3 Identificazione possibili malfunzionamenti**

L'identificazione dei possibili malfunzionamenti riguardanti le varie unità logiche dell'impianto, che possono rappresentare un rischio per l'impianto stesso, è stata effettuata mediante analisi storica di incidenti tipici su impianti simili.

Tali incidenti riguardano solo le unità logiche "critiche" sia per le operazioni effettuate che per la sostanza trattata.

Le unità di una centrale di produzione elettrica a ciclo combinato ritenute critiche sono la turbina a gas e il sistema di trasporto del gas naturale; per entrambe la sostanza pericolosa trattata è il gas naturale. Esso, proveniente dalla rete esterna allo stabilimento, passa attraverso una stazione di misura, una stazione di riduzione e, nelle adeguate condizioni di pressione e temperatura, alimenta le turbine a gas.

#### Turbine a gas

La turbina a gas viene installata all'interno di un cabinato adeguatamente dimensionato per l'insonorizzazione verso l'esterno e provvisto di sensori di rivelazione e di protezione, come qui descritto.

Le strutture portanti e le pareti del cabinato avranno adeguate caratteristiche di resistenza al fuoco.

All'interno del cabinato la linea di alimentazione della turbina a gas sarà interamente saldata.

Il cabinato della turbina a gas è ventilato per prevenire il surriscaldamento all'interno, in modo da consentire l'accesso agli operatori.

I ventilatori utilizzati saranno del tipo antideflagrante e antiscintilla, per evitare qualsiasi possibile fonte di innesco all'interno del cabinato.

Nel cabinato sono previsti rivelatori di fumo, di fiamma, di alta temperatura e di gas infiammabile. Questi ultimi, in caso di rivelazione della presenza di gas, comanderanno l'arresto della turbina. Il cabinato è inoltre provvisto di un sistema di spegnimento a saturazione totale a CO<sub>2</sub>, che verrà azionato in automatico in caso di rivelazione di un principio di incendio.

In linea di principio eventuali malfunzionamenti della turbina a gas possono portare al rilascio di gas infiammabile all'interno del cabinato, con conseguente possibile formazione di miscela infiammabile che, se innescata, può dare luogo ad un'esplosione confinata. A tale riguardo valgono le considerazioni sotto riportate.

La turbina è protetta da eventuali sovrappressioni sulla linea di alimentazione, mediante una linea di sfiato all'atmosfera con scarico in zona sicura, al di fuori del cabinato. Non sono ipotizzabili perdite di gas da tale linea in quanto essa sarà realizzata con giunzioni saldate; allo stesso modo anche la linea di alimentazione alla turbina non presenta connessioni flangiate all'interno del cabinato (linea saldata).

In caso di fuoriuscite di gas dalla turbina, il sistema di ventilazione forzata del cabinato impedisce l'accumulo di gas all'interno del cabinato stesso; la ventilazione, inoltre, consente di mantenere le superfici esterne della turbina ad una temperatura tale da evitare fenomeni di autoaccensione del gas naturale eventualmente presente; infine, la presenza di fonti di innesco di tipo elettrico viene esclusa mediante la scelta di apparecchiature elettrostrumentali di tipo antideflagrante.

Sulla base delle precedenti argomentazioni si può ragionevolmente escludere un fenomeno di natura esplosiva all'interno del cabinato. L'evento incidentale ipotizzato, pertanto, non viene ulteriormente analizzato.

#### Sistema di trasporto gas naturale – Condotta di alta pressione, stazione di filtrazione, misura e riduzione della pressione; condotta di alimentazione alle turbine

Il gas naturale proveniente dalla rete SNAM RETE GAS, alla pressione di 75 massima di 75 bar, fluisce attraverso una tubazione del diametro nominale di 8" ad un separatore ed un filtro che hanno lo scopo di trattenere eventuali impurità. Da qui dopo il passaggio in una stazione di misura fiscale, il gas viene inviato ad una stazione di riduzione costituita da tre gruppi di riduzione (due in funzione, uno in stand-by); il gas naturale, alla pressione di circa 30 bar, viene da qui inviato alle turbine a gas del ciclo combinato mediante una linea fuori terra del diametro nominale di 8". La stazione di filtrazione, misura e riduzione è all'aperto, ed è ubicata in prossimità della recinzione di Raffineria.

L'intero tratto di linea compreso tra lo stacco dalla rete SNAM RETE GAS e le turbine è intercettabile mediante valvola di blocco pneumatica, ubicata al confine di Raffineria, a monte della filtrazione. In caso di perdita di gas naturale è possibile quindi interrompere l'alimentazione di gas proveniente dalla rete esterna.

Per l'intero sistema di trasporto di gas naturale alle turbine, la causa più probabile che può portare al rilascio di gas naturale in atmosfera è riconducibile al cedimento di una connessione flangiata di un'apparecchiatura o di una linea presente all'interno della stazione di filtrazione, misura e riduzione, oppure ad una rottura casuale sulla linea di trasporto del gas, sia nel tratto di alta pressione (a monte della stazione di riduzione), sia nel tratto a bassa pressione.

Dalle considerazioni precedenti risulta che eventuali malfunzionamenti sull'impianto in esame si possono ricondurre a rilasci in ambiente non confinato (atmosfera) di gas naturale, che possono avvenire a seguito di rotture casuali della linea di trasporto del gas o di cedimenti delle connessioni flangiate delle linee/apparecchiature presenti all'interno della stazione di filtrazione, misura e riduzione della pressione.

Nel seguito verranno analizzati rilasci di gas naturale in atmosfera, dovuti a perdite sulle linee. Per le linee del gas naturale (tubazioni di diametro nominale fino a 8") sono state prese in considerazione rotture casuali di dimensioni pari al 20% del diametro nominale della linea [1]; gli scenari incidentali analizzati sono, conservativamente, quelli che danno luogo agli effetti più significativi in termini di possibili danni alle apparecchiature e agli operatori di impianto.

#### **9.4 Rotture random**

Lo studio degli incidenti derivanti da rotture casuali (random) di tubazioni è stata effettuata facendo riferimento all'analisi statistica su base storica di incidenti in impianti simili.

Per le linee del gas naturale (tubazioni di diametro nominale fino a 8") sono state prese in considerazione rotture casuali di dimensioni pari al 20% del diametro nominale della linea [1].

Nel seguito non vengono fatte considerazioni e valutazioni sulla frequenza di rottura sulle linee, ma sono analizzate solamente le conseguenze dell'evento degli eventi incidentali di riferimento, in termini di distanze corrispondenti a determinati livelli di soglia [3].

Sulla base delle considerazioni su esposte gli eventi incidentali presi a riferimento sono i seguenti:

- **Evento N. 1** - Rottura random tubazione da 8" della linea di trasporto del gas naturale a monte della stazione di riduzione (tratto ad alta pressione)
- **Evento N. 2** - Rottura random tubazione da 8" della linea di trasporto del gas naturale a valle della stazione di riduzione (tratto a bassa pressione)

### 9.5 Analisi delle sequenze incidentali (Albero degli Eventi) ed identificazione degli scenari

Gli scenari incidentali conseguenti all'evento di rilascio in ambiente non confinato di gas naturale (inflammabile) possono essere rappresentati mediante l'Albero degli Eventi qui sotto riportato.

Innesco immediato	Rilevazione e blocco perdita	Innesco ritardato	Condizioni per Esplosione	SCENARIO
-------------------	------------------------------	-------------------	---------------------------	----------

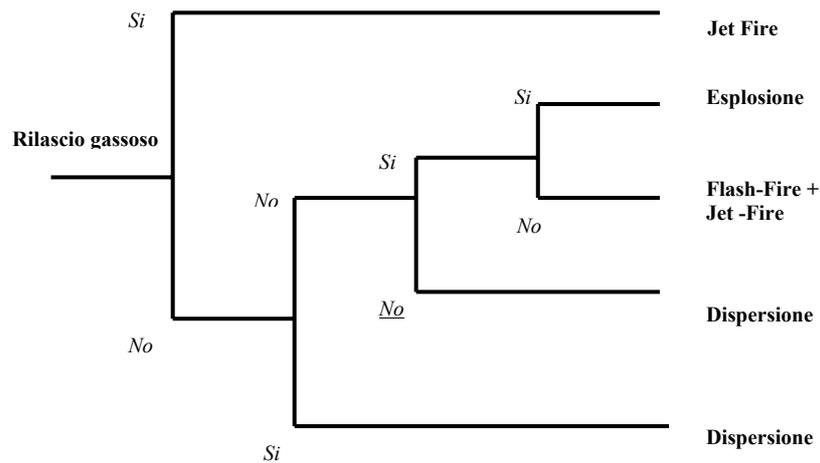


Figura 9-A- Albero degli Eventi conseguente ad un rilascio di gas infiammabile

## 9.6 *Stima delle conseguenze degli eventi incidentali*

Dall'esame degli eventi incidentali considerati e dagli eventi da essi derivanti (Albero degli Eventi) sono stati individuati gli scenari più credibili su cui è stata effettuata l'analisi delle conseguenze.

Gli scenari presi in considerazione sono i seguenti:

- Incendio da "jet-fire"
- Dispersione di gas infiammabile in atmosfera
- Esplosione semi-confinata di nube di gas in atmosfera

Di seguito si riportano nel dettaglio le ipotesi di rilascio ed i risultati delle simulazioni effettuate per ciascuno scenario.

Le ipotesi di rilascio comprendono la definizione della sezione caratteristica della rottura, in termini di diametro equivalente [1], e delle condizioni fisiche del fluido all'istante del rilascio (temperatura, pressione e stato fisico).

Le condizioni di temperatura e pressione per i rilasci sono quelle di esercizio a cui si verifica la fuoriuscita [2].

Il rilascio viene simulato come getto orizzontale da un'apertura di diametro equivalente al 20% del diametro nominale della linea, in considerazione delle sue dimensioni [1].

Le analisi di dispersione e di irraggiamento sono state condotte in riferimento alle due condizioni meteorologiche (D-5, F-2) rispettivamente caratteristiche di una situazione "tipica" e di una condizione "conservativa", dal punto di vista della diluizione del gas.

Dall'esame dell'Albero degli Eventi sopra riportato, si nota come, in caso di innesco immediato, il rilascio di gas infiammabile dia origine ad un getto gassoso incendiato.

In assenza di innesco immediato il gas si disperde e diluisce in atmosfera. In questo caso, se la massa in concentrazione infiammabile, valutata tramite una analisi di dispersione [5], è sufficiente a sostenere la combustione deflagrativa, un innesco ritardato può dare luogo ad un'esplosione, con generazione e propagazione di onde di pressione. Si noti tuttavia che il gas

naturale, essendo più leggero dell'aria, tende disperdersi verso l'alto. Per tali motivi, l'innesco di una nube infiammabile raramente può sfociare in una combustione esplosiva (ciò avviene solo in presenza di confinamento e/o congestionamento della nube, che, incrementando la turbolenza della fiamma, ne accelera il fronte e provoca formazione di onde di pressione, come in caso di nube infiammabile di grandi dimensioni in aree di impianto) Getti turbolenti liberi (non ostacolati) possono al limite produrre delle sovrappressioni moderate che si estendono al più alla zona interessata dal getto infiammabile stesso (involucro LFL) e decadono rapidamente allontanandosi da essa. [6]. Per gli eventi incidentali qui considerati (rilascio di gas naturale in ambiente non confinato), il fenomeno atteso in caso di innesco ritardato è quello del flash-fire, che si estende fino alla distanza corrispondente alla concentrazione di gas naturale in atmosfera dell'ordine di  $\frac{1}{2}$  del limite inferiore di infiammabilità.

I risultati degli scenari incidentali studiati, in termini di distanze, sono stati riferiti alle soglie di riferimento previste dal DM 09-05-2001 relativo alla compatibilità territoriale.

Per la valutazione degli effetti, in considerazione della possibilità di operare da remoto la chiusura della valvola di intercettazione posta a monte della stazione di filtrazione, si è proceduto dapprima nello studio dei transitori di depressurizzazione conseguenti agli eventi di rottura della tubazione. Poiché per gli eventi considerati le portate di rilascio decrescono nel tempo, ai fini della valutazione delle conseguenze sono stati considerati valori di portate di rilascio mediate sui rispettivi transitori di depressurizzazione, secondo quanto indicato in letteratura specializzata [9].

Nel seguito sono riportati, per gli eventi incidentali individuati, le condizioni di rilascio ed i risultati delle analisi delle conseguenze.

### 9.6.1 Analisi Delle Conseguenze

**Evento N. 1** - Rottura random tubazione da 8" della linea di trasporto del gas naturale a monte della stazione di riduzione (tratto ad alta pressione).

Per la valutazione delle conseguenze dell'evento incidentale in esame è stata considerata una rottura pari al 20% del diametro sulla linea di 8" di trasporto del gas naturale a monte della stazione di riduzione. Per le analisi delle conseguenze del rilascio di gas naturale è stato considerato un valore di portata di rilascio mediata sul transitorio di depressurizzazione.

Ipotizzando che, al verificarsi della rottura, venga chiusa la valvola di intercettazione posta al confine di stabilimento, si avrà, nell'arco di qualche minuto, la completa depressurizzazione della sola sezione di alta pressione del sistema di trasporto del gas naturale, con il rilascio in atmosfera dell'intero quantitativo di gas in esso contenuto (circa 300 kg). Si noti infatti che al verificarsi di una rottura nel tratto di alta pressione non si ha la depressurizzazione della tubazione posta a valle del sistema di riduzione in quanto le valvole riduttrici tendono a chiudere isolando la sezione di alta pressione da quella di bassa. All'istante iniziale la portata di rilascio (portata massima) risulta di 15.4 kg/s. Lo studio del transitorio di depressurizzazione indica che, trascorsi 70 secondi dall'istante della rottura, la pressione all'interno della tubazione si riduce al di sotto della pressione critica (1.8 bar). In corrispondenza di tale istante la massa di gas naturale rilasciato in atmosfera è circa il 90% della massa inizialmente contenuta nella sezione di alta pressione e la portata di efflusso è pari a circa 0.5 kg/s. La portata media sul transitorio di depressurizzazione, calcolata secondo la metodologia indicata da TNO, [9], risulta pari a 13.6 kg/s.

In Tabella 9-B sono riportate le caratteristiche di efflusso ed i risultati per i fenomeni finali individuati; le distanze ai valori soglia riportate, riferite alla portata di efflusso media sul transitorio di depressurizzazione, corrispondono alle condizioni meteorologiche più sfavorevoli per fenomeno in esame.

In caso di jet-fire [4], la lunghezza di fiamma è di circa 34 m; alla quota di 0 m, i valori di irraggiamento pericolosi per eventuali strutture o apparecchiature

circostanti e ubicate in direzione della fiamma ( $12.5 \text{ kW/m}^2$ ) si verificano entro un raggio di 45 m dal punto di rottura della tubazione.

L'analisi della dispersione [5], mostra che il gas si disperde orizzontalmente raggiungendo, nelle condizioni meteorologiche più sfavorevoli, il Limite Inferiore di Infiammabilità a circa 21 m dal punto di rilascio; la massa infiammabile è trascurabile ( $\ll 10 \text{ kg}$ ), insufficiente a dare origine a fenomeni deflagrativi in caso di innesco immediato. Per questo motivo il fenomeno di esplosione non viene ulteriormente analizzato. In caso di innesco ritardato il fenomeno atteso è un Flash-fire, per il quale la fiamma si estende fino a  $\frac{1}{2}$  del Limite Inferiore di Infiammabilità [7], cioè fino a 42 m. In questo caso, però, data la breve durata del fenomeno, non sono attesi danni alle strutture coinvolte [7].

**Tabella 9-B:- Condizioni di rilascio e risultati dello scenario da rilascio di gas naturale dalla linea di trasporto del gas, a monte del sistema di riduzione della pressione**

<b>Condizioni di rilascio</b>	
Pressione iniziale	76 bar
Temperatura iniziale	20 °C
Diametro rilascio	0.040 m
Quota di rilascio	0 m
Durata del transitorio di depressurizzazione (fino al raggiungimento della pressione critica)	70 s
Portata di efflusso iniziale	15.4 kg/s
Portata di efflusso media	13.6 kg/s
Velocità del vento	2-5 m/s
Classe di Stabilità	F-D
<b>Risultati del jet-fire</b>	
Lunghezza di fiamma	34 m
distanza alla quota di 0 m a 37.5 kW/m <sup>2</sup>	41 m
distanza alla quota di 0 m a 12.5 kW/m <sup>2</sup>	45 m
distanza alla quota di 0 m a 7 kW/m <sup>2</sup>	49 m
distanza alla quota di 0 m a 5 kW/m <sup>2</sup>	51 m
distanza alla quota di 0 m a 3 kW/m <sup>2</sup>	56 m
distanza alla quota di 0 m a 1.6 kW/m <sup>2</sup>	64 m
<b>Risultati della dispersione, caso peggiore (F-2)</b>	
Distanza a 1/2 Limite Inferiore di Infiammabilità (LFL/2)	42 m
Distanza al Limite Inferiore di Infiammabilità (LFL)	21 m
Massa infiammabile	3.5 kg

**Evento N. 2** - Rottura random tubazione da 8" della linea di trasporto del gas naturale a monte della stazione di riduzione (tratto a bassa pressione).

Per la valutazione delle conseguenze dell'evento incidentale in esame è stata considerata una rottura pari al 20% del diametro sulla linea di 8" di trasporto del gas naturale a monte della stazione di riduzione. Per le analisi delle conseguenze del rilascio di gas naturale è stato considerato un valore di portata di rilascio mediata sul transitorio di depressurizzazione.

Ipotizzando che, al verificarsi della rottura, venga chiusa la valvola di intercettazione posta al confine di stabilimento, si avrà, nell'arco di qualche minuto, la completa depressurizzazione dell'intero sistema di trasporto del gas naturale (dalla valvola di intercettazione fino alle turbine), con il rilascio in atmosfera dell'intero quantitativo di gas in esso contenuto (circa 500 kg). A differenza del caso precedente, il verificarsi di una rottura nel tratto di bassa pressione comporta la depressurizzazione sia del tratto a monte del sistema di riduzione sia del tratto a valle in quanto le valvole riduttrici tendono ad aprire consentendo il passaggio di gas dalla sezione di alta pressione a quella di bassa. All'istante iniziale la portata di rilascio (portata massima) risulta di 7.3 kg/s. Lo studio del transitorio di depressurizzazione indica che, trascorsi 190 secondi dall'istante della rottura, la pressione all'interno della tubazione si riduce al di sotto della pressione critica (1.8 bar). In corrispondenza di tale istante la massa di gas naturale rilasciato in atmosfera è circa il 90% della massa inizialmente contenuta nell'intero sistema e la portata di efflusso è pari a circa 0.5 kg/s. La portata media sul transitorio di depressurizzazione, calcolata secondo la metodologia indicata da TNO, [9], risulta pari a 6.4 kg/s. In Tabella 9-C sono riportate le caratteristiche di efflusso ed i risultati per i fenomeni finali individuati; le distanze ai valori soglia riportate, riferite alla portata di efflusso media sul transitorio di depressurizzazione, corrispondono alle condizioni meteorologiche più sfavorevoli per fenomeno in esame. In caso di jet-fire [4], la lunghezza di fiamma è di circa 25 m; alla quota di 0 m, i valori di irraggiamento pericolosi per eventuali strutture o apparecchiature circostanti e ubicate in direzione della fiamma ( $12.5 \text{ kW/m}^2$ ) si verificano entro un raggio di 33 m dal punto di rottura della tubazione.

L'analisi della dispersione [5], mostra che il gas si disperde orizzontalmente raggiungendo, nelle condizioni meteorologiche più sfavorevoli, il Limite Inferiore di Infiammabilità a circa 15 m dal punto di rilascio; la massa infiammabile è trascurabile ( $\ll 10$  kg), insufficiente a dare origine a fenomeni deflagrativi in caso di innesco immediato. Per questo motivo il fenomeno di esplosione non viene ulteriormente analizzato. In caso di innesco ritardato il fenomeno atteso è un Flash-fire, per il quale la fiamma si estende fino a  $\frac{1}{2}$  del Limite Inferiore di Infiammabilità [7], cioè fino a 30 m. In questo caso, però, data la breve durata del fenomeno, non sono attesi danni alle strutture coinvolte [7].

**Tabella 9-C:- Condizioni di rilascio e risultati dello scenario da rilascio di gas naturale dalla linea di trasporto del gas, a valle del sistema di riduzione della pressione**

<b>Condizioni di rilascio</b>	
Pressione iniziale	36 bar
Temperatura iniziale	20 °C
Diametro rilascio	0.040 m
Quota di rilascio	0 m
Durata del transitorio di depressurizzazione (fino al raggiungimento della pressione critica)	190 s
Portata di efflusso iniziale	7.3 kg/s
Portata di efflusso mediata	6.4 kg/s
Velocità del vento	2-5 m/s
Classe di Stabilità	F-D
<b>Risultati del jet-fire</b>	
Lunghezza di fiamma	25 m
distanza alla quota di 0 m a 37.5 kW/m <sup>2</sup>	30 m
distanza alla quota di 0 m a 12.5 kW/m <sup>2</sup>	33 m
distanza alla quota di 0 m a 7 kW/m <sup>2</sup>	35 m
distanza alla quota di 0 m a 5 kW/m <sup>2</sup>	37 m
distanza alla quota di 0 m a 3 kW/m <sup>2</sup>	40 m
distanza alla quota di 0 m a 1.6 kW/m <sup>2</sup>	45 m
<b>Risultati della dispersione, caso peggiore (F-2)</b>	
Distanza a 1/2 Limite Inferiore di Infiammabilità (LFL/2)	30 m
Distanza al Limite Inferiore di Infiammabilità (LFL)	15 m
Massa infiammabile	1.1 kg

### 9.6.2 Identificazione delle aree critiche - Interazioni con altri impianti

Dall'esame dei risultati riportati nelle Tabelle 9-B, 9-C si deduce che, a seguito del verificarsi di uno scenario di rilascio di gas naturale, sono attesi danni potenziali solo alle apparecchiature ubicate all'interno o nelle immediate vicinanze della stazione di filtrazione, misura e riduzione del gas naturale oppure ad apparecchiature ubicate lungo il percorso della linea di trasporto del gas. I danni sono funzione dell'ubicazione del rilascio e della posizione delle apparecchiature in relazione all'effettiva direzione del getto incendiato conseguente alla fuoriuscita di gas naturale.

Si tenga comunque presente che l'insorgenza dell'effetto domino, per apparecchiature investite direttamente dalla fiamma o esposte ad elevati flussi termici, richiede la permanenza dello scenario incidentale per parecchi minuti. Nel caso in esame, considerando la possibilità di isolare il sistema di trasporto del gas naturale dalla rete di alimentazione esterna allo stabilimento, limitando quindi a pochi minuti la durata del rilascio e dei possibili effetti ad esso associati, non sono attesi danni significativi alle apparecchiature.

### **9.7 Sistemi preventivi e protettivi**

Con riferimento ai possibili malfunzionamenti analizzati per l'impianto in esame, saranno garantite a livello progettuale le protezioni necessarie per prevenire e/o proteggere l'impianto stesso, gli operatori e l'ambiente circostante, in caso di evento incidentale.

Come dettagliato precedentemente, le unità critiche dal punto di vista della sicurezza di impianto sono la turbina a gas e il sistema di trasporto del gas naturale.

Per la turbina a gas sono previsti sistemi di rivelazione di incendio e gas, e un sistema antincendio dedicato; per il sistema di trasporto del gas è prevista una valvola di intercettazione, attuabile sia da remoto che da locale, sulla tubazione in ingresso allo stabilimento.

Tutte le valutazioni di dettaglio relative al rischio associato all'impianto in esame verranno comunque incluse nel piano di emergenza di tutto lo stabilimento all'interno del quale è inserito l'impianto in oggetto.

**RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI**

- [1] “Attività a rischio di incidente rilevante – Guida alla lettura, all’analisi ed alla valutazione dei rapporti di sicurezza”, Ministero dell’Interno – Direzione Generale della Protezione Civile e dei Servizi Antincendi – Corpo Nazionale Vigili del Fuoco
- [2] Progetto di massima Centrale a Ciclo Combinato Taranto
- [3] Dipartimento della Protezione Civile, Linee guida per la pianificazione di emergenza esterna per impianti industriali a rischio di incidente rilevante, 1994
- [4] Snamprogetti, STERAD-G, Irraggiamento da fiamma di getto di gas, software user manual n. MUT.AF.CON.0018, 1999
- [5] Snamprogetti, DISPGAS, Atmospheric dispersion from steady state gas releases, software user manual n. MUT.AF.CON.0009, 1997
- [6] Chaineaux J. and Schumann St., Experimental study of explosions generated from the massive release of a flammable gas, as high momentum jet, for different conditions (free or obstructed, steady or transient, jet of CH<sub>4</sub>, C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>, or H<sub>2</sub>), Loss Prev. And Saf. Prom. in the Proc. Ind., Antwerp, 1995
- [7] “Assessment of mathematical models for fire and explosion hazards of liquefied petroleum gases”, Crocker & Napier, Journal of Hazardous Materials 20, 1988
- [8] TNO, Methods for the determination of possible damage (Green Book), 1<sup>st</sup> edition, 1992
- [9] TNO, Guidelines for quantitative risk assessment (Purple Book), 1<sup>st</sup> edition, 1999

<b>9</b>	<b>ANALISI DEI MALFUNZIONAMENTI DEL PROCESSO .....</b>	<b>9-1</b>
9.1	Documenti di riferimento .....	9-2
9.2	Suddivisione dell'impianto in unità logiche .....	9-3
9.3	Identificazione possibili malfunzionamenti .....	9-5
9.4	Rotture random.....	9-8
9.5	Analisi delle sequenze incidentali (Albero degli Eventi) ed identificazione degli scenari .....	9-9
9.6	Stima delle conseguenze degli eventi incidentali .....	9-10
9.7	Sistemi preventivi e protettivi .....	9-18