

# AceaElectrabel

**AceaElectrabel Produzione**

## **CENTRALE TERMoeLETRICA A CICLO COMBINATO DA 380 MW Comune di Leinì (TO)**

### **Analisi sui rischi di incidente rilevante**

*Documento propedeutico all'elaborazione del Piano di Emergenza Interno redatto in attuazione alle prescrizioni contenute in all.2 pto 4 del Decreto N°55/04/2004*



0	Settembre '07	Prima emissione	<b>N:ER</b> INGEGNERIA Ing. M. Buldrini	AceaElectrabel Produzione
<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	<b>Commento</b>	<b>Redatto e verificato da</b>	<b>Approvato da</b>



## Premessa

Scopo del presente documento è lo sviluppo di un'analisi dei rischi di incidente rilevante (scenari incidentali meno probabili ma più cautelativi dal punto di vista delle conseguenze) basato sul progetto, sviluppato dalla società Ansaldo Energia, per la Centrale termoelettrica a ciclo combinato, alimentata a gas naturale realizzata presso il Comune di Leini (TO).

Tale analisi verrà effettuata allo scopo di assolvere alle prescrizioni formulate da Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e Ministero per i Beni e le Attività Culturali a seguito dell'approvazione della costruzione ed esercizio della Centrale in oggetto, in conformità con quanto indicato nel progetto preliminare approvato nel corso dell'istruttoria.

All'articolo 2 punto 4 del Decreto N°55/04/2004 del 21 aprile 2004 del Ministero delle Attività Produttive, infatti, sono riportate le prescrizioni in materia di analisi incidentale che devono essere assolte e che verranno valute in questa sede: in particolare, la Società AceaElectrabel Produzione S.p.A. deve provvedere *“a prendere in considerazione tra gli eventi incidentali di riferimento, onde assicurare la necessaria flessibilità al Piano, anche scenari incidentali meno probabili rispetto a quelli indicati nello studio, ma più cautelativi in termini di gravità delle conseguenze, quali quelli associati a rilasci significativi dalle tubazioni di gas naturale e, previa verifica supportata da valutazioni analitiche dell'estensione delle aree di impatto, alla dispersione dei fumi tossici di combustione e decomposizione derivanti dagli eventi incidentali originati dal trasformatore elevatore”*.

L'analisi di rischio verrà sviluppata riferendosi alle metodologie ed agli standard tecnici di norma applicati per gli stabilimenti a rischio d'incidente rilevante per le sostanze pericolose, ai sensi del D.Lgs 334/99 e s.m.i., presenti nella centrale, anche se il citato decreto non è applicabile.

All'interno della Centrale termoelettrica di Leini, infatti, come specificato nel corso dell'analisi, l'unica sostanza presente classificata come pericolosa ai fini del citato decreto è il gas naturale, per il quale non si prevedono stoccaggi all'interno dell'impianto.

## Indice

Premessa.....	2
Glossario.....	4
1 Descrizione della centrale .....	5
1.1 Configurazione .....	5
1.2 Localizzazione dell'area ed aspetti climatici .....	5
2 Individuazione delle sorgenti di rischio .....	9
2.1 Sostanze pericolose presenti.....	9
2.2 Impianti e macchine .....	13
3 Valutazione dei rischi.....	15
3.1 Criteri e strumenti di analisi.....	15
3.2 Scenari incidentali individuati.....	18
3.2.1 EVENTO A.1 – Rilascio di gas naturale nella cabina di riduzione (od a monte di essa).....	18
3.2.2 EVENTO A.2 – Rilascio di gas naturale da tubazione a valle della cabina di riduzione / impianto turbogas.....	20
3.2.3 EVENTO A.3 – Rilascio di gas naturale da tubazione a valle della cabina di riduzione / impianto caldaia ausiliaria .....	22
3.2.4 EVENTO C.1 – Rilascio di olio da trasformatore .....	25
3.3 Effetti Domino .....	30
4 Sostanze pericolose generate/emesse in atmosfera a seguito di un evento incidentale.....	31
5 Verifica di accettabilità del rischio .....	35
5.1 Criteri di accettabilità del rischio assunti.....	35
5.2 Valutazione di accettabilità del rischio .....	37
6 Conclusioni.....	38

## Glossario

Al fine di rendere più facile la lettura del documento, nel seguito viene riportato un elenco di acronimi, sigle e termini tecnici utilizzati nel testo con la relativa definizione.

BLEVE	Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion
Fault Tree	Albero dei guasti
Pool Fire	Incendio di pozza
Flash Fire	Incendio di gas / vapori infiammabili
Jet Fire	Getto di gas incendiato
UVCE	Unconfined Vapor Cloud Explosion (esplosione di nube di vapori non confinata)
CVE	Confined Vapor Explosion (esplosione di vapori confinata)
VCE	Vapor Cloud Explosion (esplosione di vapori)
PEI	Piano di Emergenza Interno
DPI	Dispositivi di protezione individuale
LEL	Lower Explosion Limit (limite inferiore di infiammabilità)
UEL	Upper Explosion Limit (limite superiore di infiammabilità)

# 1 Descrizione della centrale

Nel seguito si riporta, per completezza di trattazione, una breve descrizione della Centrale in esame. Per le informazioni di dettaglio si rimanda alla seguente documentazione di progetto:

- Manuale Operativo di Impianto (gennaio 2007)
- Fluid list – rev. 2 (27/01/2006)
- Chemical injection system process description – rev. 3 (05/12/2006)
- Rete drenaggi progetto esecutivo – rev. 2 (27/01/2006)
- Impianto antincendio e rivelazione Manuale di uso e manutenzione – rev. 1 (13/10/2006)
- Specifica funzionale sistema antincendio e di rivelazione fughe di gas – rev. 3 (15/06/2006)

L'impianto è situato nella zona sud-est del territorio del Comune di Leinì (TO) ed è costituito da un modulo cogenerativo a ciclo combinato alimentato a gas naturale della capacità di generazione elettrica da 380 MW, potenza termica immessa con il combustibile di circa 700 MW e con un rendimento elettrico netto del 56,1%.

L'impianto è in grado di cedere energia termica fino a 200 MWt, attraverso l'estrazione di una parte del vapore prodotto durante il proprio funzionamento, ad un sistema di teleriscaldamento urbano o ad utenze industriali.

Tutta la centrale nel suo insieme è stata progettata e costruita nel rispetto della regolamentazione nazionale di legge in materia di impianti termoelettrici, con una particolare attenzione agli aspetti che riguardano la sicurezza e la protezione ambientale.

## 1.1 Configurazione

La Centrale Termoelettrica di Leinì è costituita da un singolo modulo a ciclo combinato in grado di generare al netto degli autoconsumi una potenza elettrica di circa 380 MW. Il modulo a Ciclo Combinato è del tipo a due assi ed è costituito da:

- un Turbogruppo a Gas modello V94.3A2 da 265 MWe,
- un Generatore di Vapore a Recupero orizzontale a tre livelli di pressione,
- un Turbogruppo a Vapore da 128 MWe con condensatore raffreddato ad aria

ciascun Turbogruppo è, quindi, dotato di un proprio generatore elettrico raffreddato ad aria in ciclo chiuso.

L'alimentazione è a gas naturale che viene prelevato attraverso una cabina di derivazione da una linea ad alta pressione SNAM RETE GAS.

La potenza elettrica generata viene immessa in alta tensione (380 kV) nella rete nazionale attraverso una sottostazione elettrica dedicata.

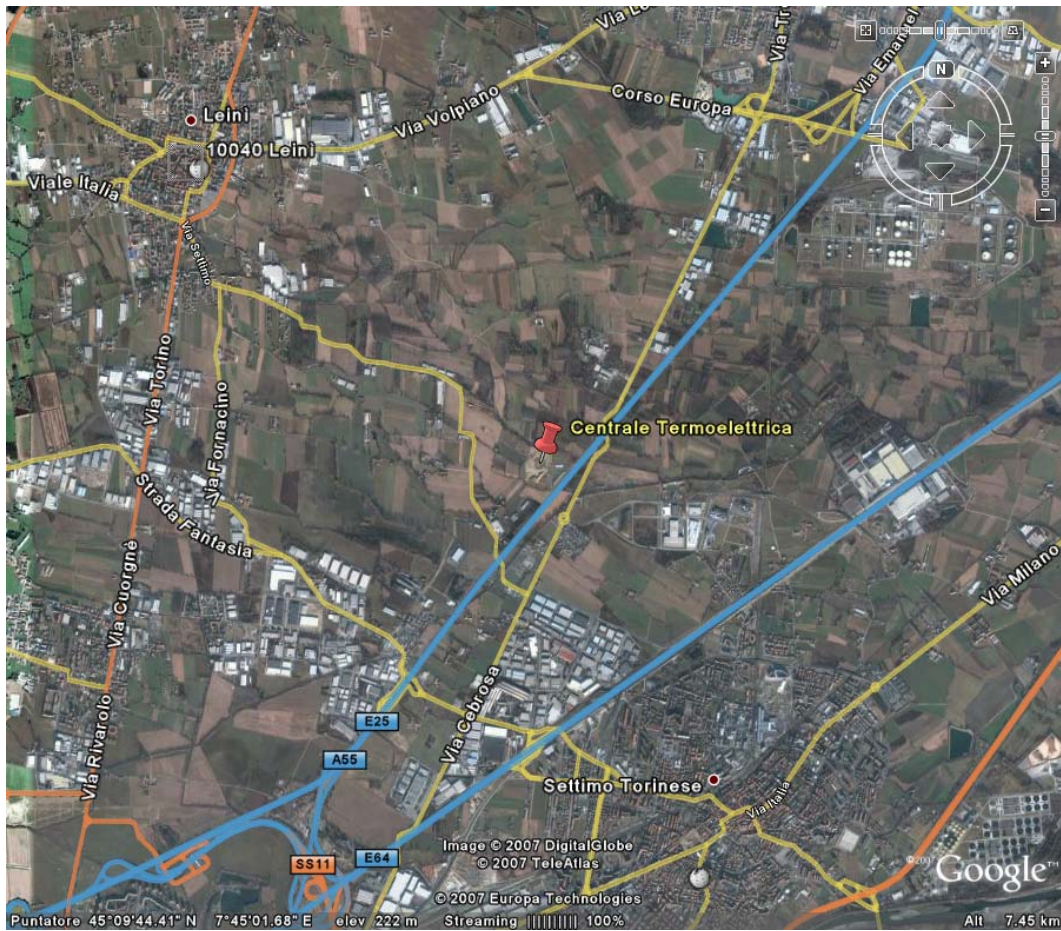
La Centrale è progettata per soddisfare tutte le disposizioni del Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale in materia di generazione elettrica ed è ottimizzata per la produzione di un carico di base. Questo non esclude tuttavia la capacità di operare in modo flessibile con variazioni del carico elettrico, fermate e riavvii.

Il modulo a ciclo combinato per la produzione di energia elettrica e calore è dotato di propri sistemi ausiliari indipendenti, necessari al suo funzionamento e alla sua gestione generale. In particolare sono curati i sistemi per il controllo e la riduzione delle emissioni verso l'esterno e dei consumi di acqua.

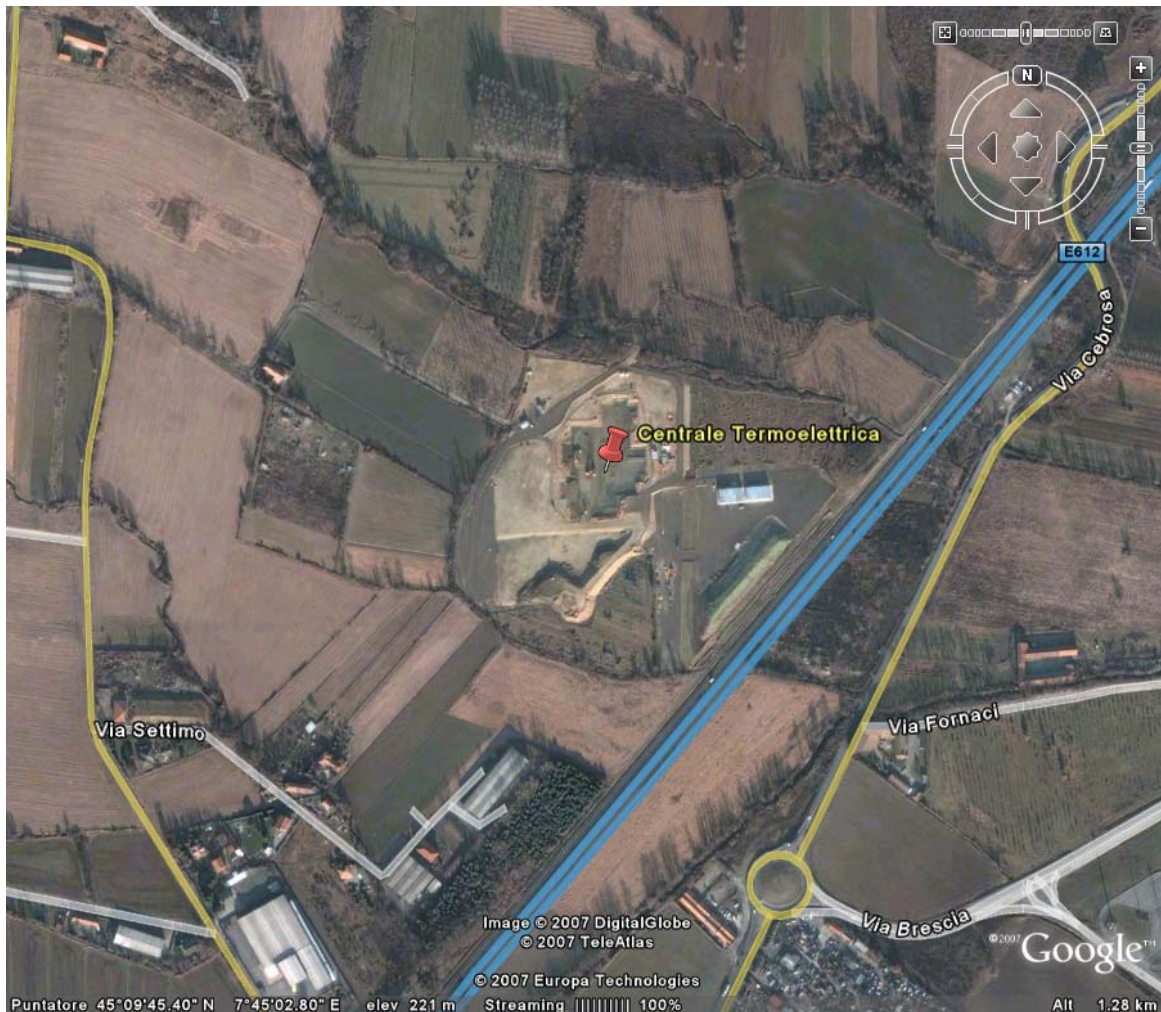
## 1.2 Localizzazione dell'area ed aspetti climatici

La centrale occupa un'area situata nella zona sud-est del territorio del Comune di Leinì presso il confine con il Comune di Settimo Torinese ad una elevazione media sul livello del mare di 254 m ed è accessibile mediante una derivazione della strada provinciale n. 3 della Cebrosa. Il sito confina a sud con l'autostrada A5 e con il Comune di Settimo, a nord con terreni destinati ad uso agricolo e ad est con lotti destinati ad

attività industriali ed in parte agricole. In generale, quindi, la zona circostante è poco edificata e destinata prevalentemente ad uso agricolo con una presenza di alcuni capannoni industriali.







Per quanto riguarda gli aspetti climatici del luogo riportiamo i seguenti dati caratteristici che sono stati assunti come base per la progettazione dell'impianto:

- *Temperatura ambiente*
  - Massima Media estiva: 30,0 °C
  - Massima Assoluta estiva: 35,0 °C
  - Minima Media invernale 0,0 °C
  - Minima Assoluta invernale: - 10,0 °C






La temperatura utilizzata per la verifica delle Prestazioni di Garanzia dell'impianto è quella convenzionale di 15 °C.

- *Umidità ambientale*
  - Umidità relativa media estiva: 70%
  - Umidità relativa media invernale 40%
- *Precipitazioni atmosferiche (pioggia)*
  - Valore massimo al suolo: 80 mm/h



## 2 Individuazione delle sorgenti di rischio

Le fonti di rischio d'incidente rilevante all'interno di un'attività produttiva quale la centrale in esame, sono, in generale, da individuare nelle apparecchiature, attività e parti d'impianto caratterizzate dalla presenza (anche solo prevedibile) di sostanze pericolose ai sensi del D.Lgs. 334/99 e successive modifiche ed integrazioni (metodologia scelta per l'analisi degli scenari meno probabili ma più gravosi in termini di conseguenze di danno, come indicato in premessa). Le tipologie di pericolosità da prendere in considerazione, quindi, sono:

Tipologie di pericolo	Sostanze	Fraresi di rischio	Simbolo
infiammabilità	infiammabili	R10 – R11 – R12 – R17	
	comburenti	R7 – R8	
esplosività	esplosive	R2 – R3 – UN/ADR 1.1, 1.2, 1.3, 1.5, 1.6 e 1.4	
tossicità	tossiche	R23 – R24 – R25	
	molto tossiche	R26 – R27 – R28	
ecotossicità	tossiche per gli organismi acquatici	R50 – R51/53	

### 2.1 Sostanze pericolose presenti

La centrale termoelettrica di Leinì utilizza come fonte per la produzione di energia il **gas naturale**.

Il principale componente del gas naturale è il metano (CH<sub>4</sub>), ma tale sostanza spesso contiene anche idrocarburi gassosi pesanti, come etano (CH<sub>3</sub>CH<sub>3</sub>), propano (CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>) e butano (CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>), e altri gas (tra cui il pentano), in piccole quantità ed a diverse concentrazioni. Solfuro di idrogeno (H<sub>2</sub>S) e mercurio (Hg), inoltre, sono contaminanti comuni in tale gas, che devono essere rimossi prima di qualsiasi utilizzo, tramite filtri appositi. In particolare la composizione di progetto del gas naturale assunta di riferimento per l'impianto, ed espressa come percentuale volumetrica, è la seguente:

- N<sub>2</sub>=3.675
- CO<sub>2</sub>=1.548
- **CH<sub>4</sub>=87.892**
- C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>=4.796
- C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>=1.489
- C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>=0.48
- C<sub>5</sub>H<sub>12</sub>=0.12

Allo scopo della presente analisi, al fine della valutazione dello scenario incidentale e delle conseguenze di danno relativi a rilasci significativi di gas naturale dalle tubazioni, tale sostanza è stata assimilata conservativamente, per le sue caratteristiche di infiammabilità, al **metano**.

Ovviamente a causa della presenza di impurità nel gas naturale, rispetto al gas metano, per la valutazione delle probabilità di accadimento degli scenari incidentali individuati nel seguito, verranno scelti valori di rateo di guasto (vedi capitolo 3) conservativi, in relazione alla maggior corrosione ed usura a cui sono sottoposte le tubazioni e le relative connessioni (flangie e valvole) adibite al trasferimento di tale sostanza.



L'esame del progetto e delle principali caratteristiche delle apparecchiature di impianto ha consentito, quindi, di individuare le seguenti sostanze pericolose.

### 2.1.1 Metano (gas naturale)

Classificazione secondo il DM 28.04.1997 e successive modifiche ed integrazioni:

- F+; R12 (estremamente infiammabile)

Nella tabella seguente si riportano le principali caratteristiche chimico-fisiche della sostanza.

<b>Metano</b>	
	
<b>Nome IUPAC</b>	
metano	
<b>Caratteristiche generali</b>	
Formula bruta o molecolare	CH <sub>4</sub>
Massa molecolare (uma)	16,04
Aspetto	gas incolore
Numero CAS	74-82-8
<b>Proprietà chimico-fisiche</b>	
Densità (g/l, in c.n.)	0,71682
Solubilità in acqua	0,024 g/l a c.n.
Viscosità dinamica (mPa*s, a x°C)	10,3 mPa*s a 0°C 13,7 mPa*s a 100°C
Temperatura di fusione (K)	90,8 (-182,7°C)
$\Delta_{\text{fus}}H^0$ (kJ·mol <sup>-1</sup> )	1,1
Temperatura di ebollizione (K)	111,8 (-161,4°C)
$\Delta_{\text{eb}}H^0$ (kJ·mol <sup>-1</sup> )	8,17
Punto triplo	90,67 K (-182,48°C) 1,17 × 10 <sup>4</sup> Pa
Punto critico	190,6 K (-82,6°C) 4,6 × 10 <sup>6</sup> Pa
<b>Proprietà termochimiche</b>	
$\Delta_f H^0$ (kJ·mol <sup>-1</sup> )	-74,6
$\Delta_f G^0$ (kJ·mol <sup>-1</sup> )	-50,5
$S_m^0$ (J·K <sup>-1</sup> ·mol <sup>-1</sup> )	186,3
$C_{p,m}^0$ (J·K <sup>-1</sup> ·mol <sup>-1</sup> )	35,7
<b>Indicazioni di sicurezza</b>	
Flash point (K)	85 (-188°C)
Temperatura di autoignizione (K)	873 (600°C)
Limiti di esplosione	5,3 - 14% vol.
	frasi R: R 12 frasi S: S 2-9-16-33

Il Gas naturale è prelevato da una linea derivata da un metanodotto SNAM RETE GAS, ad una pressione massima di 66 barg ed inviato alla stazione di riduzione gas, atta a portare la pressione del gas a valori stabili ed adeguati alle utenze.

All'interno della Centrale **non sono previsti stoccaggi** di gas naturale.

Le principali caratteristiche delle tubazioni di metano presenti nella centrale sono:

✓ *Linea in ingresso alla stazione di riduzione:*

DN8" (200)

P=66barg portata massima  $Q_{max}=72000Nm^3/h$  - tubazione interrata

✓ *Linea alimentazione turbogas:*

DN= 10" (250)

P=35barg portata massima  $Q_{max}=72000Nm^3/h$ - tubazione interrata

*Linea alimentazione caldaia ausiliaria*

DN=4" (100)

P=5barg portata massima  $Q_{max}=1780 Nm^3/h$  tubazione interrata e aerea (pipe rack)

Il trasferimento dalla linea esterna (allacciamento rete SNAM) ad alta pressione avviene tramite condotta interrata fino alla stazione di riduzione del gas naturale. Il trasferimento dalla stazione di riduzione e misura alla camera di combustione della turbina a gas ed alla caldaia ausiliaria, avviene tramite tubazioni sia interrate, sia in cunicolo (zona cabina di riduzione della pressione) che in posa aerea (pipe rack) ove necessario.

Date le caratteristiche chimico-fisiche e di pericolosità del metano (gas naturale), nonché le modalità d'impiego previste, gli scenari incidentali che possono prodursi in seguito ad un rilascio della sostanza sono:

- jet fire;
- flash fire;
- esplosione di una nube di vapori non confinata (UVCE);
- esplosione di una nube di vapori confinata (CVE).

In relazione ai fenomeni esplosivi (UVCE e CVE), è opportuno evidenziare che il metano, come il gas naturale, ha caratteristiche chimico-fisiche tali per cui la dispersione e diluizione in aria avviene in tempi molto rapidi; ne consegue che, in particolare, la probabilità che si verifichi l'UVCE sia molto più bassa rispetto a quanto può accadere per altri gas estremamente infiammabili (es. GPL).

## 2.1.2 Oli lubrificanti

Gli oli lubrificanti presenti nella centrale sono riportati nella tabella seguente. Come si può evincere facilmente da essa, in base a quanto riportato sulle schede di sicurezza delle sostanze, tali oli lubrificanti non sono classificati pericolosi.

nome sostanza	uso	classificazione di pericolo
Q8 T 500 15W-40	Olio lubrificante per motori	Non pericoloso
AGIP OTE 46	Olio lubrificante per turbine	Non pericoloso

Entrambi le sostanze sono combustibili ma hanno un punto di infiammabilità molto superiore alla temperatura ambiente (punto di infiammabilità = 225°C e temperatura di autoaccensione >300°C).

L'olio viene utilizzato in circuiti chiusi per i sistemi di lubrificazione e di regolazione delle singole macchine, in particolare l'olio per la lubrificazione delle turbine, è stoccato in cassoni di contenimento aventi le seguenti caratteristiche:

Lubrificazione Turbina a Gas: 12000litri – riserva 1000litri

Attuatori Turbina a Gas: 400litri – riserva 40litri

Lubrificazione Turbina a Vapore: 12000litri – riserva 1000litri

Tali cassoni di contenimento sono stati collocati, come si vede nella planimetria in 0, all'interno dei locali turbogas e vapore. Essi sono dotati di un sistema di estrazione dei vapori e mantenuti in leggera depressione in modo da evitare la risalita dell'olio durante la fase di estrazione.

Sono presenti rilevatori di temperatura, conformi alla norma EN54, collegati ad un sistema di allarme a due livelli (preallarme ed allarme) ed all'impianto antincendio.

L'olio è presente nei circuiti di lubrificazione e tenuta delle macchine rotanti, a temperature elevate che comunque, prima dello scambio termico per il raffreddamento, non sono superiori al punto di infiammabilità.

### 2.1.3 Olio trasformatori

Sostanza combustibile con punto di infiammabilità molto superiore alla temperatura ambiente. I trasformatori presenti sono:

- Trasformatore principale capacità di 78000kg
- Trasformatore ausiliari capacità 6500kg

Tali trasformatori sono posti all'interno di un apposito bacino di contenimento, occupato da materiale di riempimento ad elevata porosità con la funzione di rompifiamma (brecce di varia dimensione) che permette di drenare un eventuale sversato alla vasca di raccolta dell'olio, posta nelle adiacenze dei trasformatori e collegata all'impianto di depurazione.

Nella stazione elettrica è inoltre presente un trasformatore di emergenza con capacità olio 1000 kg. Anche esso è dotato di un apposito bacino di contenimento collegato a un pozzetto di raccolta a sua volta collegato all'impianto di depurazione.

### 2.1.4 Gasolio

Usato come combustibile per le utenze in emergenza gruppo elettrogeno e motopompa antincendio. E' stoccato in due serbatoi distinti (uno per singola utenza: gruppo elettrogeno e motopompa antincendio), di capacità nominale pari a circa 2000litri ciascuno, collocati all'interno di un bacino di contenimento, dotato di sensori di temperatura collegati al sistema di allarme e dotato di impianto fisso antincendio.

### 2.1.5 Sostanze corrosive

Le sostanze corrosive non sono considerate, in generale, fonti di rischio d'incidente rilevante. La loro presenza ed impiego, viene presa in esame solo al fine di individuare eventuali interazioni, con apparecchiature ed impianti contenenti sostanze pericolose ai sensi del D.Lgs. 334/99, tali da indurre su questi un incidente rilevante.

Nella centrale sono presenti le seguenti sostanze corrosive, stoccate in apposita area dedicata:

Nome sostanza	Uso	Classificazione di pericolo	Modalità di stoccaggio	Quantità stoccate presenti	Quantità movimentata al mese
Acido cloridrico 32%	Rigenerazione resine cat.	C; R34 – R37	Serbatoio	6000litri	12 m <sup>3</sup>
Acido solforico 30%	Neutralizzazione finale	C; R35	Serbatoio	5000litri	3 m <sup>3</sup>
Soda Caustica (Sodio idrossido) 30%	Rigenerazione resine an.	C; R35	Serbatoio	6000litri	18 m <sup>3</sup>
Ammoniaca al 32% (*)	Condizionamento ciclo termico acqua/vapore alimento	C; R34 – R37	Cubi/fusti	1.2m <sup>3</sup> (in campo) + 1m <sup>3</sup> (in magazzino)	0.4 m <sup>3</sup>

(\*) Schede Internazionali di Sicurezza Chimica – NIOSH: IDROSSIDO DI AMMONIO (soluzione al 10%-35%)

Nel sistema di condizionamento del ciclo termico acqua vapore di alimento sono utilizzate, oltre che la soluzione acquosa di ammoniaca anche le seguenti sostanze (reattivi) non pericolose:

reattivo	nome sostanza	Modalità di stoccaggio	Quantità stoccate presenti	Quantità movimentata al mese
carboidrazine	ELIMIN-OX	Box	1000kg(in magazzino) + 1.2 m <sup>3</sup> (in campo)	300kg
	NALCO1250 (in alternativa alla sostanza precedente)	box	1000kg (in magazzino) + 1.2 m <sup>3</sup> stoccati in campo	150kg
alcalinizzante	NALCO 1800	fusti	2*190kg (in magazzino) + 1.2 m <sup>3</sup> (in campo)	200kg
	NALCO 5710GP (in alternativa alla sostanza precedente)			200kg
Fosfato trisodico	NALCO 72215	fusti	190kg (in magazzino) + 2.4 m <sup>3</sup> (in campo)	100kg
Anticorrosivo a circuito chiuso	NALCO D4642	taniche	50l (in magazzino) + 250l (in campo)	100kg

## 2.2 Impianti e macchine

Le apparecchiature della Centrale sono progettate e realizzate con criteri tali da assicurare adeguate condizioni di sicurezza anche in presenza di guasti o malfunzionamenti prevedibili.

La probabilità di guasti alle apparecchiature ed ai sistemi viene minimizzata mediante l'utilizzo di componenti di elevata qualità e tramite la definizione ed adozione di piani di manutenzione e di corretto esercizio.

Infine, i sistemi di controllo previsti hanno lo scopo di sovrintendere al corretto esercizio dell'impianto evitando, attraverso l'uso di sequenze automatiche, funzionamenti non previsti, riduzioni di rendimento, emissioni fuori norma.

### 2.2.1 Impianti industriali utilizzatori di gas metano (gas naturale)

Incidenti determinati da utilizzi industriali di gas metano (gas naturale) sono abbastanza rari.

Questo fatto è principalmente dovuto alle caratteristiche del gas che con grande facilità si disperde nell'atmosfera al di fuori dei limiti di infiammabilità.

Dati storici interessano maggiormente i sistemi di distribuzione dovuti a problemi di corrosione chimica od elettrolitica soprattutto nelle aree urbane.

Altri incidenti sono riportati come conseguenza del malfunzionamento delle valvole di riduzione ed il contemporaneo fuori servizio delle valvole di protezione che hanno determinato un anormale innalzamento della pressione della rete con collasso delle tubazioni di distribuzione del gas o più perdite dalle giunzioni.

Nel caso in esame il maggior interesse è rivolto alla cabina di riduzione del gas naturale, ed alle linee a monte dell'impianto turbogas e della caldaia per le parti di tubazione non interrato ed i collegamenti flangiati.

Le ipotesi incidentali credibili sono riconducibili sostanzialmente a:

- rottura guarnizioni in accoppiamento flangiato;

- perdita significativa tubazioni.

## 2.2.2 Turbina a gas

L'analisi storica degli incidenti avvenuti nelle centrali elettriche indica la remota possibilità della "spalettatura" (distacco delle palette) delle turbine a gas, che rappresenta una delle più gravi cause di danneggiamento della turbina. Quasi sempre gli eventi incidentali hanno causato grave danneggiamento della macchina, mentre modeste sono state le ripercussioni esterne, limitate a pochi metri nei soli casi di esplosione o sovrappressione della camera di combustione, o contenute dal danneggiamento della cassa nei casi di distacco e lancio delle palette per sovravelocità del gruppo.

## 2.2.3 Caldaia e turbina a vapore

La turbina a vapore, i corpi cilindrici di caldaia, le linee del vapore ad alta, media e bassa pressione e le altre apparecchiature del ciclo termico sono complete dei sistemi di regolazione, di tenuta del vapore e di dispositivi di sicurezza in grado di assicurare un corretto e sicuro funzionamento in tutte le condizioni.

In relazione alla possibilità di sovrappressioni in caldaia, ciascun generatore di vapore è progettato in accordo alle normative ISPESL / PED, è dotato di valvole di sicurezza per lo sfiato di tali eventuali sovrappressioni e possiede inoltre dispositivi di controllo del livello dei corpi cilindrici attivando i necessari pre-allarme ed allarme/blocco caldaia.

Non si giudicano credibili scenari incidentali rilevanti originati da tali apparecchiature.

## 2.2.4 Trasformatori

Gli eventi pericolosi citati dalle banche dati riguardano incendi di olio fuoriuscito dalle casse dei trasformatori ed esplosioni interne per effetto di corto circuito elettrico degli avvolgimenti.

Nella tabella seguente (rif. IIT Research Institute - RAC) viene riportata la distribuzione percentuale delle modalità di guasto per un trasformatore analogo a quelli in esame, considerando come dato di base tratto dal RAC che la probabilità di rottura di un trasformatore è genericamente assunta pari a **8,5E-4** ev/anno.

Modalità di guasto	Distribuzione dei modi	Distribuzione normalizzata
Output degradato	13.2%	42.3%
Guasto meccanico	7.8%	25.0%
Nessun output	5.7%	18.3%
Circuito aperto	4.5%	14.4%
Guasti indotti	53.3%	-
Altro	15.6%	-

### 3 Valutazione dei rischi

#### 3.1 Criteri e strumenti di analisi

L'analisi comprende la stima della frequenza di accadimento dei top events, tenuto conto, ove necessario, delle protezioni proprie od aggiunte al fine di prevenire o limitare l'evento.

Lo studio è stato preceduto da una valutazione critica dei "cases-history" di incidenti in tecnologie simili.

I dati relativi alla frequenza di accadimento degli eventi iniziatori sono stati tratti da fonti autorevoli di volta in volta citate nel testo. Tra i dati di frequenza analizzati, in conformità a quanto riportato al punto 2.1 in relazione all'utilizzo del gas naturale e quindi agli effetti delle impurità in esso eventualmente presenti, si sono assunti i valori di frequenza maggiormente conservativi.

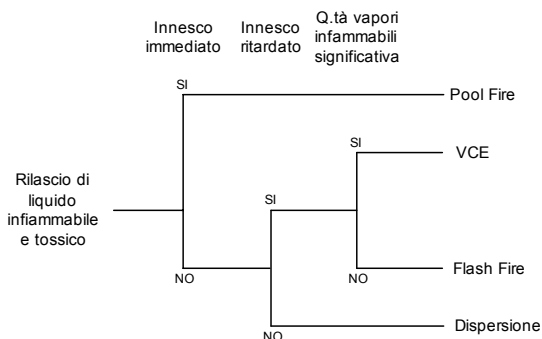
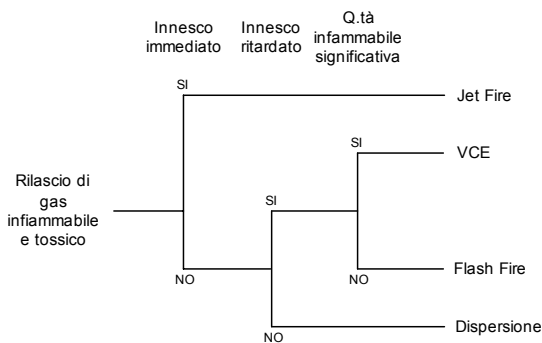
Sulla base delle valutazioni svolte, sono calcolate, per ciascun evento, le relative caratteristiche fisiche (quantità di sostanza rilasciata, modalità del rilascio, caratteristiche fisiche del rilascio) che ne definiscono il modello sorgente. Una volta definito tale modello sorgente, è possibile procedere allo studio delle modalità evolutive del rilasciato nell'ambiente esterno (modelli trasmissione) fino al verificarsi delle varie condizioni incidentali possibili caratterizzate da effetti e soglie fisiche di danno definite (modelli conseguenze).

Tale analisi è effettuata utilizzando modelli analitici qualificati di calcolo, in particolare gli strumenti utilizzati sono:

- il software EFFECT GIS 5.5 sviluppato da TNO, Department of Industrial Safety
- altri algoritmi di calcolo riportati in "Methods for the calculation of physical effects – Yellow Book" – Committee for the Prevention of Disasters

La valutazione delle sequenze incidentali è stata effettuata sulla base delle specifiche situazioni individuate in relazione alla loro probabilità e modalità d'accadimento.

Gli alberi degli eventi seguenti sono indicativi delle diverse tipologie di scenario incidentale individuate:



A tal proposito si riportano, inoltre, le probabilità d'innesco di norma assunte e necessarie per la stima della frequenza di accadimento delle diverse sequenze incidentali.

Tipologia di scenario / innesco	Probabilità
Innesco di una pozza di liquido (Pool Fire) - F.P. < 21°C	0.01
Innesco di una pozza di liquido (Pool Fire) - 21°C < F.P. < 55°C	0.001
Jet Fire	0.01
Innesco di UVCE (*)	0.001
Innesco di Flash Fire	0.001

(\*) In conformità con quanto indicato nel DM 15.05.1996, non viene condotta la valutazione delle conseguenze per gli scenari di UVCE ove i quantitativi di sostanza all'interno dei limiti di esplosività siano inferiori a 5 t in ambiente non confinato o di 1.5 t in ambiente parzialmente confinato.

Le classi di frequenza d'accadimento degli eventi incidentali, espresse in occasioni per anno (o/a), possono essere definite come segue:

ESTREMAMENTE BASSA	< 10 <sup>-6</sup> o/a
BASSA	10 <sup>-6</sup> – 10 <sup>-4</sup> o/a
MEDIA	10 <sup>-4</sup> – 10 <sup>-3</sup> o/a
ALTA	> 10 <sup>-3</sup> o/a

Gli scenari di rischio caratterizzati da una frequenza di accadimento attesa inferiore a 10<sup>-7</sup> ev/anno non verranno studiati nel dettaglio in quanto si valuta che il loro contributo al livello di rischio complessivo della centrale sia trascurabile.

### 3.1.1 Dati meteorologici e perturbazioni geofisiche

I calcoli delle conseguenze degli scenari incidentali sono stati condotti assumendo le seguenti condizioni meteo di riferimento:

	Condizione 1	Condizione 2
Velocità media del vento:	5 m/s	2 m/s
Categoria di stabilità atmosferica:	D	F
Temperatura ambiente:	20° ÷ 25°C	20° ÷ 25°C
Umidità relativa:	70%	70%

In generale, ed in conformità con quanto indicato nei DM 15.05.1996 e DM 20.10.1998, si sono assunte le condizioni meteo identificate come "Condizione 1" per il calcolo delle conseguenze di incendi (pool fire flash fire e jet fire), mentre si è assunta la "Condizione 2" per il calcolo delle dispersioni in atmosfera legate ai fenomeni di UVCE.

Tali assunzioni sono da ritenersi conservative in quanto, per gli scenari d'incendio il fattore determinante risulta essere la velocità del vento che provoca l'inclinamento della superficie di fiamma lungo la direzione sottovento; per gli scenari di UVCE il fattore determinante risulta la stabilità atmosferica che permette una più lenta diluizione del gas in atmosfera rendendo così più probabile la presenza di quantità rilevanti di gas in condizioni di esplosività.

È inoltre necessario evidenziare che la zona d'interesse è classificata sismica con grado di sismicità S=6 (zona 4) e che la densità media di fulminazioni è pari a 2.5 fulmini/anno per km<sup>2</sup>.



### 3.1.2 Criteri per il calcolo delle conseguenze

Per il calcolo delle conseguenze derivanti dagli eventi incidentali individuati si è utilizzato, salvo diversa indicazione, il programma "EFFECTS GIS 5.5" del TNO.

Nella tabella che segue sono indicate le soglie di danno a persone e strutture quali indicate nel DM 09.05.2001. Nel seguito sono riportate le distanze di danno relative ai valori indicati in tabella.

Scenario incidentale	Elevata letalità	Inizio letalità	Lesioni irreversibili	Lesioni reversibili	Danni alle strutture
<b>Incendio</b>	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>
<b>BLEVE / Fireball</b>	Raggio Fireball	350 kJ/m <sup>2</sup>	200 kJ/m <sup>2</sup>	125 kJ/m <sup>2</sup>	200 – 800 m <sup>(*)</sup>
<b>Flash fire</b>	LFL	½ LFL	-	-	-
<b>VCE</b>	0.3 bar (0.6 spazi aperti)	0.14 bar	0.07 bar	0.03 bar	0.3 bar
<b>Rilascio tossico</b>	LC50	-	IDLH	-	-

(\*) secondo la tipologia del serbatoio

### 3.2 Scenari incidentali individuati

L'analisi dei rischi condotta in questa sede ha portato all'individuazione dei seguenti eventi incidentali:

Sostanza		Attività		Evento	
A	Metano	1	Arrivo gasdotto	A.1	Rilascio di gas naturale nella cabina di riduzione (od a monte di essa)
		2	Trasporto in tubazioni	A.2	Rilascio di gas naturale da tubazione all'interno dell'impianto turbogas (o a monte di questo)
		3	Trasporto in tubazioni	A.3	Rilascio di gas naturale da tubazione a valle della cabina di riduzione/impianto caldaia ausiliaria
B	Olio trasformatori	1	Trasformatori	B.1	Rilascio di olio da trasformatore

Nel seguito viene sviluppata l'analisi per ogni evento incidentale individuato.

Al fini della conduzione dell'analisi incidentale, si riportano i seguenti dati tratti dalla planimetria generale di sviluppo della rete gas inserita in 0:

Definizione tratto condotta	Aereo/interrato	Lunghezza tratto	Pressione max	Diametro tubo
A monte della cabina di riduzione e a valle allacciamento rete SNAM	interrato	150m	66 barg	8'' (200mm)
A valle della cabina di riduzione ed a monte dell'impianto turbogas	interrato	110m	35 barg	10'' (250mm)
A monte della caldaia ausiliaria ed a valle della cabina di riduzione	Interrato + aereo	Tr. Totale=150 Tr. Aereo=70	5 barg	4''(100mm)

#### 3.2.1 EVENTO A.1 – Rilascio di gas naturale nella cabina di riduzione (od a monte di essa)

Conservativamente, si considera l'eventualità di un rilascio di gas naturale (assimilato come più volte ripetuto, ai fini dell'analisi a metano) a monte della sezione di riduzione della pressione. Un simile scenario può essere localizzato essenzialmente presso la stazione di riduzione di pressione ove giunge la tubazione di collegamento con la rete SNAM.

Le modalità di guasto ipotizzabili in grado di produrre un rilascio di gas naturale ad una pressione massima di 66 barg, sono, in generale:

- ✓ rilascio da tubazione di arrivo per rottura random (es. cedimento in corrispondenza di una saldatura);
- ✓ rilascio da tubazione di arrivo o valvola per guasto di una tenuta di un accoppiamento flangiato;
- ✓ rilascio da tubazione di arrivo per rottura dovuta ad urto accidentale con mezzo.

Nel caso in esame il tratto di tubazione a monte della cabina di riduzione collegato alla rete nazionale risulta essere interrato, quindi si assume come top event di riferimento il rilascio di gas naturale per perdita da accoppiamento flangiato da tubazione aerea nella stazione di riduzione.

Per la stima della frequenza di accadimento di rilascio, in questo caso, si deve fare riferimento alla metodologia internazionalmente riconosciuta descritta nel "Base resource document on Risk-Based Inspection", **API Publication 581**.

La metodologia API distingue 4 classi di dimensione della rottura, come presentato nella seguente tabella:

Classe di dimensione	"Range"	Valore Rappresentativo
Piccola	0 – 1/4 "	1/4 "
Media	1/4" – 2"	1"
Grande	2" – 6"	4"
Completa	> 6"	Diametro dell'item

e fornisce la probabilità di accadimento di perdita da tubazione tenendo conto dei seguenti parametri:

- lunghezza(\*) e diametro della tubazione;
- n° di flangie, valvole e connessioni presenti;
- condizioni dell'impianto;
- condizioni atmosferiche e zona sismica;
- tempo di vita dell'impianto;
- condizioni operative e/o di design (materiale, pressione e temperatura);
- fattori di processo (fermi impianto, stabilità del processo, corrosione, manutenzione programmata).

(\*) Si sottolinea che nel caso in esame, essendo la tubazione interrata fino alla cabina di riduzione stessa, si considera come valore del parametro "lunghezza tubazione" solo il tratto di pipeline aereo nella stazione di riduzione in senso stretto.

Sulla base del diametro di rottura previsto, secondo quanto designato dal DM20/10/98, ed in funzione dei parametri sopra citati risulta che la probabilità di accadimento è pari a:

- diametro di rottura equivalente pari a  $3^{1/2}$ " ÷ 4" (rottura grande della tubazione): **3.3 E-5 ev/anno**
- full bore: **8.3 E-6ev/anno**

Conservativamente si suppone che la pressione del gas sia pari alla massima pressione di esercizio del gasdotto (66barg) e che, dopo la rottura l'intera lunghezza del gasdotto per il tratto a monte della cabina di riduzione, ed a valle dell'allacciamento alla rete gas della SNAM, (150m) giunga a svuotamento. Tali ipotesi è cautelativa in quanto presuppone che né il personale operativo della centrale né i sistemi automatici della rete SNAM provvedano ad intercettare tempestivamente il flusso.

Per il calcolo dello scenario conseguente al top event di rilascio da flangia si considerano i seguenti dati input:

- lunghezza tratto di tubazione a monte della perdita: **150m**
- diametro di foratura: **90mm (\*)**
- diametro della tubazione: **200mm (8")**
- pressione iniziale: **66barg**
- condizioni ambientali: **25°C**

Nelle ipotesi sopra indicate si ottengono i seguenti dati:

- portata media: **14,5 kg/s**
- massa totale in zona di esplosività: **1612 kg**

(\*) Si considera come diametro di rottura, come precedentemente esposto quello indicato nel DM20/10/98, non si considera nello studio delle conseguenze di danno il caso di "full bore" (rottura completa della tubazione) in quanto la probabilità di accadimento associata a tale scenario risulta essere inferiore a 10<sup>-7</sup>ev/anno (8.3 E-8 ev/anno).

### 3.2.1.1 Jet Fire

Nel caso di un innesco immediato, lo scenario incidentale che si svilupperebbe è relativo ad un JET FIRE. Dati i valori della probabilità d'innesco indicati precedentemente, la frequenza attesa per lo scenario in esame sarà di:

$$P = 3.3 \text{ E-7 eventi/anno}$$

Le distanze di danno calcolate sono riportate in tabella.

Tipologia di danno	Soglia [kW/m <sup>2</sup> ]	Distanza [m]
Elevata Letalità	12.5	Soglia non raggiunta
Inizio Letalità	7	Soglia non raggiunta
Lesioni Irreversibili	5	16.8
Lesioni Reversibili	3	41

Data la mancanza di irraggiamenti superiori a 12.5 kW/m<sup>2</sup>, non si prendono in esame possibili effetti di danno sulle strutture/apparecchiature presenti in prossimità del punto di rilascio. Si escludono, quindi, possibili effetti domino generati da tale scenario.

### 3.2.1.2 Flash Fire

In caso di innesco non immediato, invece, si avrebbe la formazione di una nube di vapori di metano e aria che se innescata, darebbe origine ad uno scenario di flash fire.

Considerando che la probabilità di innesco di flash fire risulta essere pari a 10<sup>-3</sup>, come riportato al paragrafo 3.1, la frequenza attesa per lo scenario in esame, a seguito di rottura parziale della tubazione, risulta essere, pari a **3,3E-8ev/anno** (la frequenza di scenario di flash fire a seguito di full bore della tubazione = 8,3E-9 ev/anno).

Tale frequenza di accadimento risulta essere inferiore al valore limite di di credibilità assunto pari a 10<sup>-7</sup> ev/anno,

Non si ritiene perciò necessario lo studio di tale scenario in quanto trascurabile rispetto al livello di rischio globale della centrale.

### 3.2.1.3 Esplosione non confinata (UVCE)

Dati gli esigui quantitativi in gioco (<5t - vedi paragrafo 3.1) e la frequenza di accadimento pari a **3.3\*E-8 ev/anno** non si reputa credibile uno scenario di UVCE.

Inoltre, procedendo, a puro titolo indicativo, alla valutazione di tale scenario, si evince che anche nel caso in cui avvenisse un esplosione non sarebbero raggiunti valori di sovrappressione tali da provocare danni alle strutture e/o alle persone (soglia minima prevista per avere effetti di danno dalla normativa: picco sovrappressione pari a 0,03bar). Il picco massimo di sovrappressione raggiunto in questo caso infatti è pari a circa 0,01 bar a 67m dalla sorgente di emissione.

## 3.2.2 EVENTO A.2 – Rilascio di gas naturale da tubazione a valle della cabina di riduzione / impianto turbogas

Come precedentemente esposto un rilascio di gas naturale a monte dell'impianto turbo gas sono, in generale determinate da:

- ✓ rilascio da tubazione di arrivo per rottura random (es. cedimento in corrispondenza di una saldatura);
- ✓ rilascio da tubazione di arrivo o valvola per guasto di una tenuta di un accoppiamento flangiato;
- ✓ rilascio da tubazione di arrivo per rottura dovuta ad urto accidentale con mezzo.

La valutazione della frequenza di accadimento per il top event in esame è ottenuta, come nel caso precedente, applicando la metodologia, internazionalmente riconosciuta, descritta nel "Base resource document on Risk-Based Inspection", **API Publication 581**, in base alla quale si ottengono i seguenti valori:

- diametro di rottura equivalente pari a 4÷5''(rottura grande della tubazione): **3.7E-5 ev/anno**
- Full bore: **9.8 E-7 ev/anno**

Per il calcolo dello scenario conseguente al top event in esame si considerano i seguenti dati input:

- lunghezza tratto di tubazione a monte della perdita: **110m**
- diametro di foratura: **110mm(\*)**
- diametro della tubazione: **250mm (10")**
- pressione iniziale: **35barg**
- condizioni ambientali: **25°C**

(\*) Si considera come diametro di rottura, come precedentemente esposto quello indicato nel DM20/10/98, non si considera nello studio delle conseguenze di danno il caso di "full bore" (rottura completa della tubazione) in quanto la probabilità di accadimento associata a tale scenario risulta essere inferiore a 10<sup>-7</sup>ev/anno (9,8 E-9 ev/anno).

Nelle ipotesi sopra indicate (rottura grande della tubazione) si ottengono i seguenti dati:

- portata media: 9,1 kg/s
- massa totale in zona di esplosività: 741kg

### 3.2.2.1 Jet Fire

Nel caso di un innesco immediato, lo scenario incidentale che si svilupperebbe è relativo ad un JET FIRE. Dati i valori della probabilità d'innesco indicati precedentemente, la frequenza attesa per lo scenario in esame sarà di:

**3.7 E-7 eventi/anno**

Le distanze di danno calcolate sono riportate in tabella.

Tipologia di danno	Soglia [kW/m <sup>2</sup> ]	Distanza [m]
Elevata Letalità	12.5	Soglia non raggiunta
Inizio Letalità	7	Soglia non raggiunta
Lesioni Irreversibili	5	16.8
Lesioni Reversibili	3	36.8

Data la mancanza di irraggiamenti superiori a 12.5 kW/m<sup>2</sup>, non si prendono in esame possibili effetti di danno sulle strutture/apparecchiature presenti in prossimità del punto di rilascio. Si escludono, quindi, possibili effetti domino generati da tale scenario.

### 3.2.2.2 Flash Fire

In caso di innesco non immediato si avrebbe, invece, la formazione di una nube di vapori di metano e aria che, se innescata, darebbe origine ad uno scenario di flash fire.

Considerando che la probabilità di innesco di flash fire risulta essere pari a 10<sup>-3</sup>, come riportato al paragrafo 3.1, la frequenza attesa per lo scenario in esame, a seguito di rottura parziale della tubazione, risulta essere pari a **3,7E-8ev/anno** (frequenza scenario di flash fire per full bore della tubazione =9,8E-10ev/anno).

Tale frequenza di accadimento è inferiore al valore limite di credibilità assunto pari a 10<sup>-7</sup>ev/anno.

Non si reputa perciò necessario lo studio di tale scenario in quanto trascurabile rispetto al livello di rischio globale della centrale.

### 3.2.2.3 Esplosione non confinata (UVCE)

Dati gli esigui quantitativi in gioco (<5t - vedi paragrafo 3.1) e la frequenza di accadimento dello scenario di UVCE in caso di rottura grande della tubazione (3.7E-8ev/anno) si ritiene marginale ai fini del livello di rischio della Centrale l'analisi di tale scenario.

Procedendo, come per l'evento A.1., comunque alla valutazione di tale scenario si ottiene che il picco massimo di sovrappressione raggiunto in questo caso è pari a circa 0,01 bar a circa 63m dalla sorgente di emissione.

### 3.2.2.4 Esclusioni

Dall'analisi incidentale si esclude l'evento di rilascio di gas naturale per perdita significativa da tubazione nell'area interna al cabinato turbo gas, in particolare in riferimento alla zona bruciatori.

L'area, infatti, è costantemente sorvegliata mediante appositi rilevatori collegati al sistema fisso antincendio, in questo caso costituito da un sistema di inertizzazione a CO<sub>2</sub>. Tale impianto antincendio è costantemente controllato e dotato di un sistema di rilevazione del peso delle bombole di CO<sub>2</sub>, atto a fornire un segnale di allarme nel caso in cui anche solo una delle bombole fosse non adeguatamente piena.

Quindi la probabilità di accadimento del top event in esame, partendo dai valori di probabilità di accadimento precedentemente individuati (rottura media: 3.7E-5 ev/anno, Full bore: 9.8 E-7 ev/anno) dovrà essere combinata con i seguenti ratei di guasto:

- guasto del sistema di rilevazione/sensori
- guasto del sistema antincendio
- mancato intervento del sistema antincendio

riducendo, ovviamente il suo valore.

Inoltre il rilascio di gas naturale in sé non risulta essere pericoloso ma deve essere ulteriormente moltiplicato per la probabilità di innesco relativa allo scenario di jet fire (0,01).

In relazione a quanto sopra, quindi, l'evento incidentale di rilascio di gas naturale all'interno del cabinato turbogas risulta essere trascurabile ai fini del livello di rischio complessivo della Centrale.

## 3.2.3 EVENTO A.3 – Rilascio di gas naturale da tubazione a valle della cabina di riduzione / impianto caldaia ausiliaria

Come per gli eventi precedenti un possibile rilascio può avvenire a seguito di:

- ✓ rilascio da tubazione di arrivo per rottura random (es. cedimento in corrispondenza di una saldatura);
- ✓ rilascio da tubazione di arrivo o valvola per guasto di una tenuta di un accoppiamento flangiato;
- ✓ rilascio da tubazione di arrivo per rottura dovuta ad urto accidentale con mezzo.

A differenza dei casi precedenti la tubazione di adduzione del gas naturale all'impianto a vapore scorre per un tratto pari a circa 70m (su un percorso totale di 150 m) all'aperto. Per la stima della frequenza di accadimento di rilascio, anche in questo caso, si deve fare riferimento alla metodologia internazionalmente riconosciuta descritta nel "Base resource document on Risk-Based Inspection", **API Publication 581**.

La tubazione in oggetto presenta un diametro di circa 4" cioè pari a 100mm e la lunghezza del tratto di condotta in esame è pari a circa 70m.

Sulla base della metodologia applicata si ottengono i seguenti risultati:

- Diametro di rottura equivalente della tubazione 1" ÷ 2" (rottura media della tubazione): **6 E-4 ev/anno**
- Full bore: **7.2E.5 ev/anno**

Nelle ipotesi su indicate, e considerando che per il tratto di tubazione in esame la pressione di esercizio è pari a circa 5bar, si ottengono i seguenti risultati:

#### Rottura media tubazione:

- portata media: 0,4 kg/s
- massa totale in zona di esplosività: 6 kg

#### Full bore:

- portata media: 0,84 kg/s

- massa totale in zona di esplosività: 16,13 kg

3.2.3.1 Jet Fire

Nel caso di un innesco immediato, lo scenario incidentale che si svilupperebbe è relativo ad un JET FIRE. Dati i valori della probabilità d’innesco indicati precedentemente, la frequenza attesa per lo scenario in esame sarà di:

$P = 6 \text{ E-6}$  eventi/anno - rottura media della tubazione

$P = 7.2 \text{ E-7}$  eventi/anno - full bore

Le distanze di danno calcolate sono riportate in tabella.

Tipologia di danno	Soglia [kW/m <sup>2</sup> ]	Distanza [m]	
		Rottura media	Full bore
Elevata Letalità	12.5	Soglia non raggiunta	Soglia non raggiunta
Inizio Letalità	7	Soglia non raggiunta	Soglia non raggiunta
Lesioni Irreversibili	5	Soglia non raggiunta	6,4
Lesioni Reversibili	3	5,2	12,2

Data la mancanza di irraggiamenti superiori a 12.5 kW/m<sup>2</sup>, non si prendono in esame possibili effetti di danno sulle strutture/apparecchiature presenti in prossimità del punto di rilascio. Si escludono, quindi, possibili effetti domino generati da tale scenario.

3.2.3.2 Flash Fire

Nel caso di innesco ritardato, lo scenario incidentale che si svilupperebbe è relativo ad un flash fire.

Considerando che la probabilità di innesco in caso di flash fire risulta essere pari a 10<sup>-3</sup>, la frequenza attesa per lo scenario in esame risulta essere pari a:

$P = 6 \text{ E-7}$  eventi/anno - rottura media della tubazione

$P = 7.2 \text{ E-8}$  eventi/anno - full bore (evento fuori dal limite di credibilità perché caratterizzato da una frequenza inferiore a 10<sup>-7</sup>ev/anno).

La valutazione delle conseguenze relative allo scenario di flash fire è stata effettuata considerando, per le concentrazioni di gas nella nuvola pari al LEL ed a 1/2LEL, per i due accorpamenti meteo di riferimento:

- D/5 – come condizione più probabile, più penalizzante in caso d’incendio e caratteristica delle ore diurne (Condizione 1 – paragrafo 3.1.1)
- F/2 – come condizione più penalizzante in caso di dispersione in atmosfera e caratteristica delle ore notturne (Condizione 2 – paragrafo 3.1.1).

Si riportano nel seguito i reports dei calcoli effettuati:

INPUT	
Model.....	: Neutral gas; continuous release; concentration contour (110)
Case description.....	: Rilascio di metano per rottura media di tubazione
Chemical name.....	: Methane
Mass flow rate of the source.....	: 0.39392 kg/s
Length source in wind direction.....	: 0 m
Source width.....	: 0.05 m
Length source in z-direction.....	: 0.05 m
Height leak above ground level.....	: 0 m
Pasquill stability class.....	: <b>D (Neutral)</b>
Wind speed at 10 m height.....	: <b>5 m/s</b>
Roughness length description.....	: Cultivated land
Concentration averaging time.....	: 600 s
Height (Zd).....	: 1.5 m
Predefined concentration.....	: <b>LEL</b> (Lower Explosion Limit)
Threshold concentration.....	: 33353 mg/m <sup>3</sup>
X-coordinate of release (for mapping purposes).....	: 0 m
Y-coordinate of release (for mapping purposes).....	: 0 m

```

Predefined wind direction..... : User defined
Wind comes from (West = 180 degrees)..... : 180 deg

RESULTS
*****
ERROR(S) HAPPENED DURING CALCULATION OF THIS SESSION (1). RESULTS ARE UNRELIABLE!!
*****
Description : Error 507 No concentration contour found
    
```

```

INPUT
Model..... : Neutral gas; continuous release; concentrationcontour (110)
Case description..... : Rilascio di metano per rottura mrdia di tubazione
Chemical name..... : Methane
Mass flow rate of the source..... : 0.39392 kg/s
Length source in wind direction..... : 0 m
Source width..... : 0.05 m
Length source in z-direction..... : 0.05 m
Height leak above ground level..... : 0 m
Pasquill stability class..... : D (Neutral)
Wind speed at 10 m height..... : 5 m/s
Roughness length description..... : Cultivated land
Concentration averaging time..... : 600 s
Height (Zd)..... : 1.5 m
Predefined concentration..... : User defined (1/2 LEL)
Threshold concentration..... : 16676 mg/m3
X-coordinate of release (for mapping purposes)..... : 0 m
Y-coordinate of release (for mapping purposes)..... : 0 m
Predefined wind direction..... : User defined
Wind comes from (West = 180 degrees)..... : 180 deg

RESULTS
*****
ERROR(S) HAPPENED DURING CALCULATION OF THIS SESSION (1). RESULTS ARE UNRELIABLE!!
*****
Description : Error 507 No concentration contour found
    
```

In modo analogo, effettuando la valutazione per l'accorpamento meteo F/2, non vengono riscontrate concentrazioni di metano nella nube pari al LEL o a 1/2LEL.

Per questi motivi, anche per l'evento in esame, non risulta credibile uno scenario di flash fire.

### 3.2.3.3 Esplosione non confinata (UVCE)

Dati gli esigui quantitativi in gioco (<5t - vedi paragrafo 3.1) si ritiene marginale ai fini del livello di rischio della Centrale l'analisi di tale scenario.

Inoltre se a puro titolo indicativo si procede comunque alla valutazione di tale scenario prodotto, si ottengono i seguenti:

- frequenza di accadimento pari a **6\*E-7ev/anno** (rottura media della tubazione);
- picco massimo di sovrappressione raggiunto in questo caso infatti è pari a circa 0,01 bar a circa 8m dalla sorgente di emissione.

Nel caso di rottura completa della tubazione in esame, invece lo scenario di UVCE non risulta credibile in quanto la probabilità di accadimento ad esso associata risulta essere inferiore di 10-7 ev/anno.

### 3.2.3.4 Esclusioni

Per le medesime motivazioni riportate precedentemente per l'evento A.2. al punto 3.2.2.3, si esclude la valutazione dell'evento di rilascio di gas naturale per perdita da tubazione all'interno dell'edificio dell'impianto a vapore, in quanto si ritiene l'evento marginale rispetto al livello di rischio della Centrale per la sua probabilità di accadimento.

Anche in quest'area, infatti, sono presenti sia il sistema di rilevazione sia il sistema antincendio. Solo in caso di guasto contemporaneo dei due sistemi, di rottura dal tratto di tubazione interno all'area in esame, ed innesco potrebbe verificarsi uno scenario di jet fire, la cui probabilità, evidente

mente sarà inferiore al valore limite di "credibilità" pari a 10-7ev/anno.



### 3.2.4 EVENTO C.1 – Rilascio di olio da trasformatore

Per l'analisi dello scenario incidentale in esame si fa riferimento allo scenario più gravoso relativo ad evento di rilascio di olio dal trasformatore principale, essendo tale trasformatore quello caratterizzato dalla maggiore capacità.

Il contenuto di olio previsto nel trasformatore principale è pari a circa 78000 kg.

La causa più probabile di rilascio è rappresentata da una perdita dal circuito o dalla rottura della cassa determinata da sovrappressione interna a causa di malfunzionamenti del sistema di raffreddamento o sovraccarichi elettrici o cortocircuiti.

L'analisi verrà, quindi, sviluppata secondo le seguenti tipologie di eventi incidentali:

1. Perdita grave di tenuta da flangia o connessione del trasformatore con formazione di una pozza di olio all'interno del bacino di contenimento e possibile innesco (pool fire), scenario estremamente conservativo, in quanto il bacino di contenimento è colmato da materiale di riempimento ad elevata porosità con funzione di drenaggio, verso apposita vasca di raccolta, e di rompifiamma.
2. Esplosione diretta del trasformatore a seguito di sovrappressione interna con conseguente sviluppo di uno scenario di BLEVE/Fire ball.

Quest'ultimo evento tenderà, successivamente all'esplosione del trasformatore-rottura cassa, ad evolvere in uno scenario di pool fire, equivalente a quello ipotizzato al punto 1.

#### 3.2.4.1 Pool fire

Si ipotizza il rilascio di tutto il contenuto del trasformatore principale nel bacino di contenimento.

Si sottolinea, come precedentemente esposto, che lo scenario di seguito sviluppato è stato valutato **in via del tutto conservativa** non tenendo in considerazione che il bacino di contenimento non è una semplice vasca cementata, ma è colmato di materiale di riempimento, brecce di diversa forma e dimensione, ad elevata porosità, che evita l'accumulo di olio nel bacino stesso e permette il drenaggio del liquido sversato nella vasca di raccolta, costituendo inoltre una valida barriera rompifiamma.

L'incendio si svilupperà verosimilmente sulle pareti del trasformatore e nell'area sottostante con notevole sviluppo di fumo che in parte schermano l'irraggiamento termico.

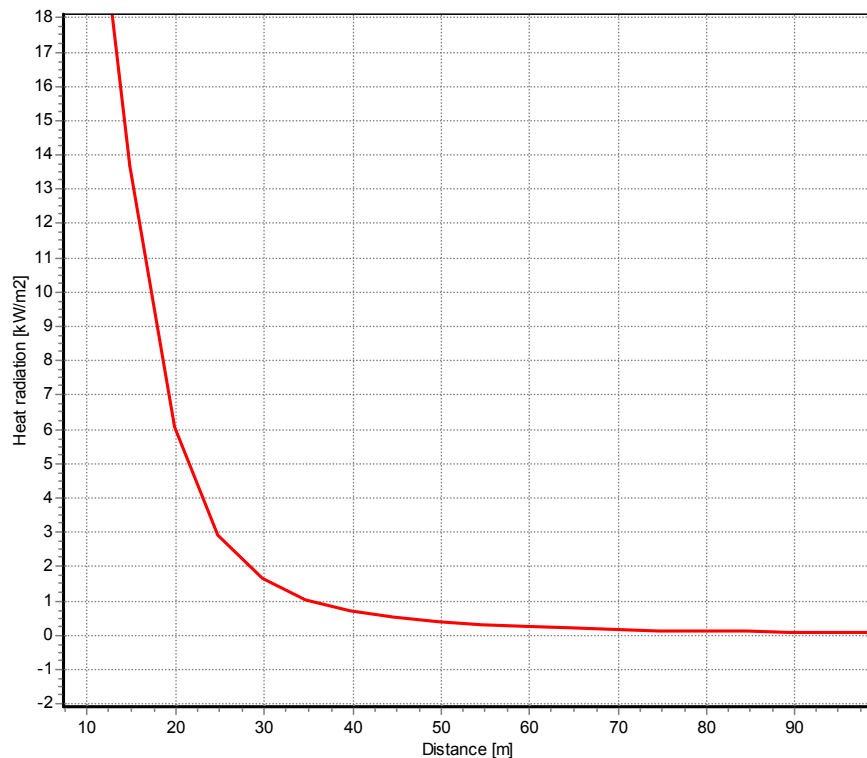
La probabilità di accadimento per lo scenario in esame, in relazione a quanto riportato nei paragrafi 2.2.4 e 3.1, risulta essere valutata pari a:

$$P = 2.1E - 6 \text{ eventi/anno}$$

L'area massima bagnabile è pari alla superficie del bacino di contenimento, di capacità idonea a contenere tutto il contenuto di un trasformatore che risulta essere circa di 74 m<sup>2</sup>.

Le distanze di danno calcolate sono riportate in tabella ed esplicitate nel grafico successivo

Tipologia di danno	Soglia [kW/m <sup>2</sup> ]	Distanza [m]
Elevata Letalità	12.5	15.8
Inizio Letalità	7	19.2
Lesioni Irreversibili	5	21.5
Lesioni Reversibili	3	24.8



Il pericolo di possibili danni alle strutture è circoscritto alle immediate vicinanze dell'incendio (raggio di circa 16 m). Tale scenario di un possibile effetto domino sulle strutture limitrofe non risulta però essere verosimile in quanto i trasformatori sono separati tra loro e dalle altre aree dell'impianto da apposito muro frangi fiamma.

Una possibile conseguenza dell'irraggiamento prodotto potrebbe, in questo caso, essere un effetto domino sul trasformatore stesso tale da provocarne l'esplosione a seguito dell'aumento incontrollato della temperatura, come analizzato nel paragrafo successivo.

#### 3.2.4.2 *Esplosione del trasformatore- effetto domino pool fire*

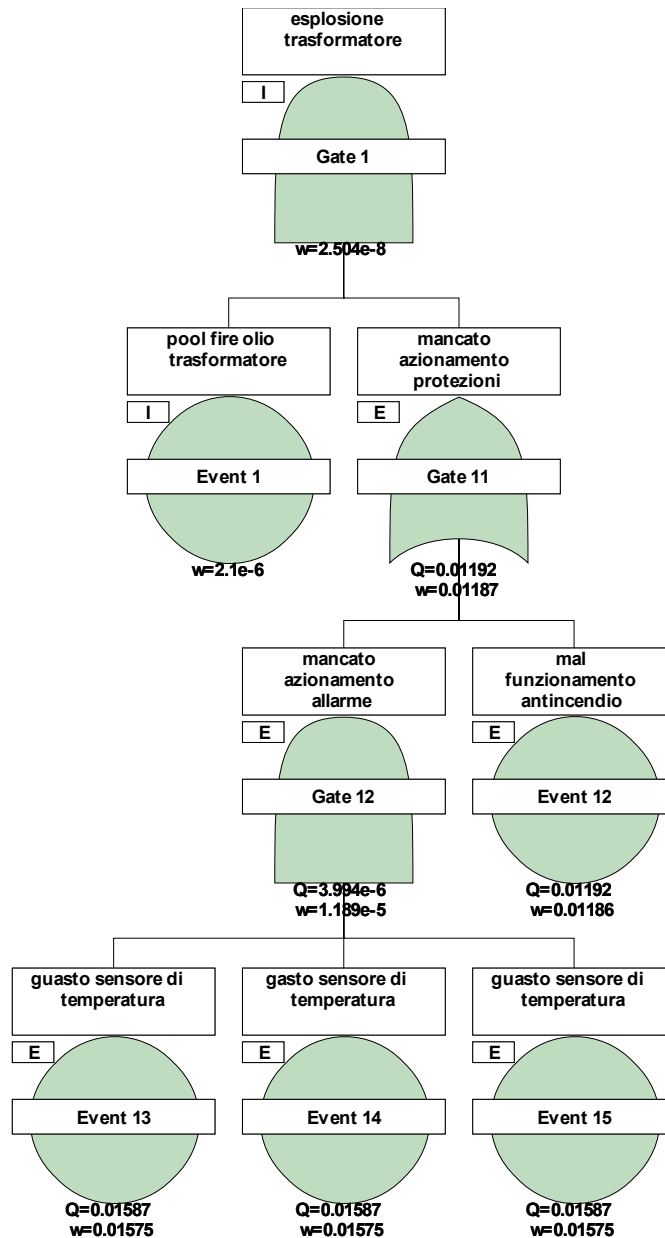
I trasformatori sono dotati di sensori di temperatura (n°12 sensori) disposti su tre linee, collegati al sistema di allarme, funzionante su due livelli (preallarme ed allarme), a sua volta collegato al sistema fisso antincendio.

Lo scenario di esplosione del trasformatore è causato per effetto domino dall'eventuale incendio sopra descritto.

La probabilità di accadimento di tale scenario è quindi funzione dei seguenti fattori:

- pool fire olio trasformatore
- mancato funzionamento del sistemi di rilevamento temperatura/allarme (sistema di sensori su 3 linee)
- mancato azionamento su chiamata del sistema antincendio

Si riporta nel seguito l'albero dei guasti per il top event in esame:



La probabilità di accadimento risulta quindi essere pari a:

**2.5 E-8 ev/anno**

In base alla valutazione effettuata perciò lo scenario incidentale derivante dall'esplosione di un trasformatore risulta essere non rilevante al fine del livello di rischio globale della Centrale.

Come più volte evidenziato, inoltre, a causa della presenza del materiale di riempimento all'interno del bacino di contenimento del trasformatore, l'olio sversato risulterebbe non confinato ma drenato alla vasca di accumulo.

### 3.2.4.3 Esplosione diretta del trasformatore

L'esplosione diretta del trasformatore, con conseguente rottura grave della cassa del trasformatore stesso e fuoriuscita di vapori e olio incendiati, può avvenire a seguito di una sovrappressione interna dovuta a malfunzionamenti, errori operativi causa di gravi cortocircuiti interni, o fulminazioni.

A protezione di tale evento sono state installate sul coperchio della cassa del trasformatore n° 2 Valvole di sicurezza.

In caso di sovrappressione, infatti, tali valvole si aprono per scaricare l'olio ad elevata temperatura e far diminuire perciò la pressione all'interno del trasformatore stesso.

Una volta che la pressione è scaricata la valvola si richiude automaticamente a perfetta tenuta.

Tali valvole sono inoltre dotate di paraspruzzi in modo da convogliare l'olio caldo in zona sicura (verso l'alto).

L'esplosione diretta del trasformatore ed il derivato scenario incidentale di BLEVE/Fire ball pertanto sono conseguenti alla mancata apertura delle 2 valvole di sicurezza.

Considerando, conservativamente, che anche solo il malfunzionamento di una delle due valvole di sicurezza possa provocare l'esplosione del trasformatore e che il rateo di guasto associato a tale evento sia pari a 4.1E-3 ev/anno, la frequenza di accadimento dello scenario in esame risulta essere pari a:

1E-3 (cortocircuito – errore umano) \*4,1E-3= **4,1E-6ev/anno.**

I dati input per lo studio dello scenario di BLEVE/fire ball sono:

- ✓ quantità di olio all'interno del trasformatore: 78000kg
- ✓ pressione nominale cassa del trasformatore: 1,5bara
- ✓ caratteristiche valvole di Sicurezza:
  - N°2 PSV
  - pressione nominale di apertura = 1,5bara

Si riporta nel seguito il reports dei calcoli effettuati:

INPUT Model..... : BLEVE (136) Case description..... : Session 1 Chemical name..... : Gasolio Total mass in vessel..... : 78000 kg Initial temperature in vessel..... : 25 °C Burst pressure vessel..... : 1.5 Bar Ambient temperature..... : 25 °C Ambient relative humidity..... : 70 % Amount of CO2 in atmosphere..... : 0.03 % Distance from centre of vessel (Xd)..... : 100 m Exposure duration to heat radiation..... : 20 s Take protective effects of clothing into account?..... : No X-coordinate of release (for mapping purposes)..... : 0 m Y-coordinate of release (for mapping purposes)..... : 0 m Calculate all contours for..... : Physical effects Heat radiation level (lowest) for first contour plot..... : 1 kW/m2 Heat radiation level for second contour plot..... : 3 kW/m2 Heat radiation level (highest) for third contour plot..... : 10 kW/m2  RESULTS Heat radiation at Xd..... : 18.132 kW/m2 Heat emission from fire surface..... : 138.38 kW/m2 Duration of the fireball..... : 15.936 s Radius of the fireball..... : 126.03 m Height bottom of the fire ball..... : 126.03 m View factor..... : 20 % Atmospheric transmissivity..... : 65.514 % Flame temperature..... : 977.73 °C					
--	--	--	--	--	--

Scenario incidentale	Elevata letalità	Inizio letalità	Lesioni irreversibili	Lesioni reversibili	Danni alle strutture
<b>BLEVE / Fireball</b>	126.03 ( a 126.03m di altezza) <b>no effetti al suolo</b>	-	210m	320m	210 m(*)

(\*)'energia massima sviluppata al suolo risulta pari a 289.4 kJ/m2

Come precedentemente detto, il trasformatore è schermato dalle altre strutture limitrofe da apposito muro tagliafiamma, non sono quindi ipotizzabili effetti domino sugli altri impianti.

**Riepilogo dell'analisi svolta**

Nella tabella seguente si riportano tutte le frequenze di accadimento e le distanze di danno calcolate per ogni singolo scenario relativo ai top events individuati.

top event individuati		scenario	frequenza dello scenario [ev/anno]	distanze di danno [m]				
				Elevata Letalità	Inizio Letalità	Lesioni Irreversibili	Lesioni Reversibili	Danni strutture
A.1	Rilascio di gas naturale nella cabina di riduzione (od a monte di essa)	Jet fire	3.3E-7	n.r	n.r	14	31.2	n.r
		UVCE	3.3E-8	-	-	-	-	-
		Flash fire	3.3E-8	-	-	-	-	-
A.2	Rilascio di gas naturale da tubazione a valle della cabina di riduzione/impianto turbogas	Jet fire	3.7E-7	n.r	n.r	16.8	36.8	n.r
		UVCE	3.7E-8	-	-	-	-	-
		Flash fire	3.7E-8	-	-	-	-	-
-A.3	Rilascio di gas naturale da tubazione a valle della cabina di riduzione/impianto caldaia ausiliaria	Jet fire	6E-6	n.r	n.r	n.r	5.2	n.r
			7.2 E-7 (full bore)	n.r	n.r	6.4	12.2	n.r.
		UVCE	6E-7	n.r	n.r	n.r	n.r	n.r
		Flash fire	6E-7	n.r	n.r	n.r	n.r	n.r
B.1	Rilascio di olio da trasformatore	pool fire	2.14E-6	15.8	19.2	21.5	24.8	15.8
		UVCE	2.5E-8	-	-	-	-	-
		BLEVE/Fire ball	4.1E-6	no effetti al suolo	-	210	320	0-210

- "n.r." = risultati non rilevati dai calcoli effettuati
- in "grigio corsivo" sono stati evidenziati gli scenari considerati marginali in termini di incremento del livello di rischio per la Centrale Termoelettrica di Leini, in funzione del valore di frequenza di accadimento inferiore a 10<sup>-7</sup> ev/anno (vedi paragrafo 3.1).
- Si sottolinea che per scenari analizzati, se non espressamente indicato (evento A.3), si è scelto di riportare unicamente i valori di frequenza di scenario relativi alla rottura parziale della tubazione, in quanto in caso di full bore, tali valori risultano inferiore al limite di credibilità di 10<sup>-7</sup>ev/anno (vedi paragrafo 3.1).

### **3.3 Effetti Domino**

Non esistono elementi oggettivi di pericolo di incidente rilevante per la Centrale in esame o cause di tipo naturale che possano generare effetti domino tra la Centrale e gli insediamenti circostanti o all'interno della Centrale stessa tra le diverse parti dell'impianto.

In particolare si evidenzia che:

- nessuno scenario incidentale conseguente a rilasci significativi di gas naturale da tubazione produce effetti di danno caratterizzati da irraggiamento termico superiore a  $7\text{kW/m}^2$  (il valore soglia di irraggiamento termico per il quale le strutture esposte possono, dopo un determinato intervallo di tempo, caratteristico di ogni materiale, subire danneggiamenti, è pari a  $12,5\text{kW/m}^2$ )
- sia nel caso di pool fire, a seguito di rilascio ed innesco di olio dal trasformatore, sia nel caso di esplosione diretta del trasformatore, per sovrappressione interna, non sono credibili effetti domino in quanto, fra i trasformatori e tra questi e le aree di impianto limitrofe, è stato realizzato, come misura protettiva, un apposito muro tagliafiamma. Inoltre si sottolinea che lo scenario di domino da pool fire, come specificato al punto 3.2.4.2, è stato ritenuto trascurabile rispetto al livello di rischio complessivo della centrale.

## 4 Sostanze pericolose generate/emesse in atmosfera a seguito di un evento incidentale

Per quanto riguarda i rischi connessi con la dispersione in atmosfera di sostanze pericolose che si possono generare a seguito di un evento incidentale, innanzitutto si ritiene irrilevante, in tale senso, il rischio legato a scenari incidentali connessi con rilasci di gas naturale, in quanto i prodotti di combustione in questi casi sono principalmente:

- CO<sub>2</sub>
- H<sub>2</sub>O

Per quanto attiene, invece, gli scenari d'incendio di olio dielettrico, fra i prodotti di combustione saranno presenti sostanze tossiche quali monossido di carbonio (CO) e ossidi di zolfo (SO<sub>x</sub>) ma senza raggiungere mai concentrazioni pericolose, al suolo, per esposizioni acute prolungate: LC50 e IDLH, come si evince dalla valutazione nel seguito riportata.

Tali valori soglia si riferiscono a esposizioni a concentrazioni elevate, tali da provocare morte e lesioni irreversibili in un individuo, ma di durata limitata (30 minuti). In particolare, ci si riferisce ai valori soglia sopra indicati:

- LC50 = Concentrazione Letale per il 50% degli individui esposti
- IDLH = Immediately Dangerous to Life or Health Consideration

In conformità con quanto richiesto dalle prescrizioni del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio si è effettuata una valutazione analitica dell'estensione delle aree di impatto dovute alla dispersione dei fumi tossici di combustione e decomposizione derivanti dall'evento incidentali B.1. "rilascio di olio da trasformatore principale " e conseguente "pool-fire" o "esplosione diretta del trasformatore", in entrambi i casi i prodotti della combustione sono calcolati conservativamente considerando che l'intero contenuto del trasformatore venga bruciato (78.000kg).

Per lo studio in esame è stato utilizzato il programma di simulazione **ALOFT-FT™** (A Large Outdoor Fire plume Trajectory model - Flat Terrain) predisposto dall'agenzia per l'ambiente americana EPA.

ALOFT -FT è un modello atto a determinare la distribuzione del particolato e dei prodotti di combustione derivanti da un incendio, in ambiente esterno, di una pozza di una determinata sostanza. Il risultato di tale simulazione è ottenuto in funzione della variazione dei parametri meteorologici e delle caratteristiche topografiche dell'area interessata dall'incendio.

Nel caso in esame lo sviluppo del pennacchio e la distribuzione degli inquinanti ambientali prodotti dall'incendio di olio da trasformatore è stato elaborato in modo conservativo per l' accorpamento meteo F/2 e per terreno piatto (pianura) .

Dati di input:

- sostanza: olio trasformatori
- condizioni meteo: temperatura ambiente 20°C – accorpamento meteo F2
- area circostante: terreno agricolo privo di abitazioni/costruzioni – pianura
- distanza massima considerata dalla centrale: 10km

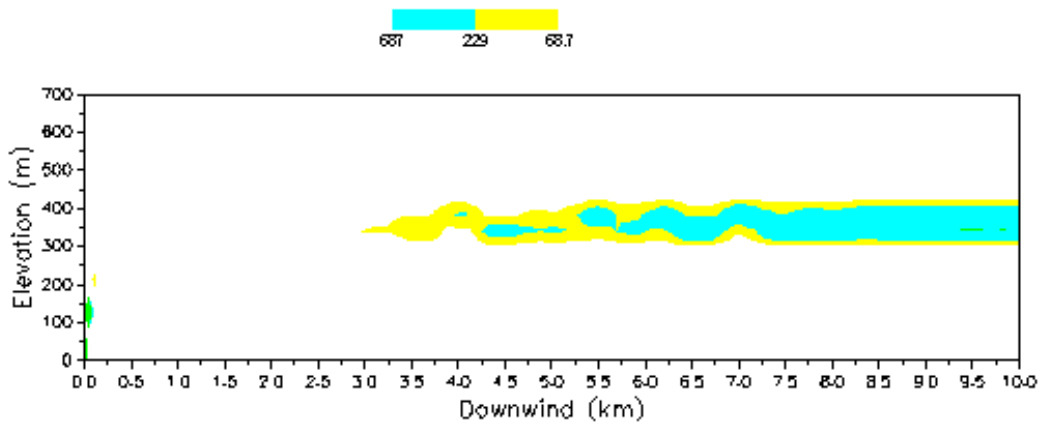
Come si vede dai reports di calcolo sotto riportati, rispettivamente per CO ed SO<sub>2</sub>, non si evince il raggiungimento di concentrazioni pericolose di tali inquinanti al suolo.

Si sottolinea che nel caso del monossido di carbonio, concentrazioni pericolose si hanno unicamente nelle immediate vicinanze dell'incendio che non si riscontrano più a meno di 20metri dall'incendio stesso. Concentrazioni non trascurabili di monossido di carbonio a seguito dello sviluppo dell'incendio si riscontrano in quota (300 m di altezza), dove in ogni caso non vengono raggiunte concentrazioni pari al LC50 della sostanza.

Per il biossido di zolfo invece non si riscontra il raggiungimento di concentrazioni pericolose.

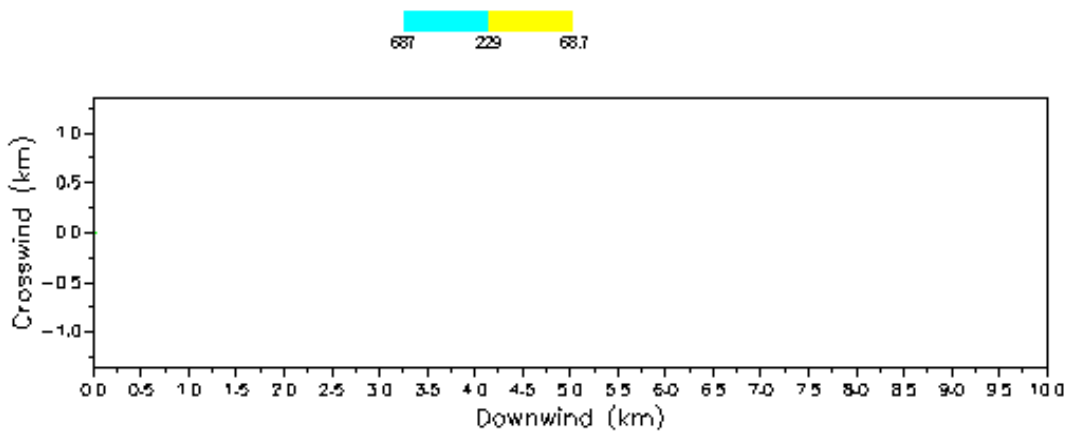
Dai calcoli di simulazione effettuati infine si evince che non si riscontrano concentrazioni pericolose per la salute di PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> e VOC. Concentrazioni di tale sostanze come avviene per il monossido di carbonio si riscontrano in quota ad altezze superiori ai 250 m.

ALOFT-FT 3.10: incendio di olio lubrificante



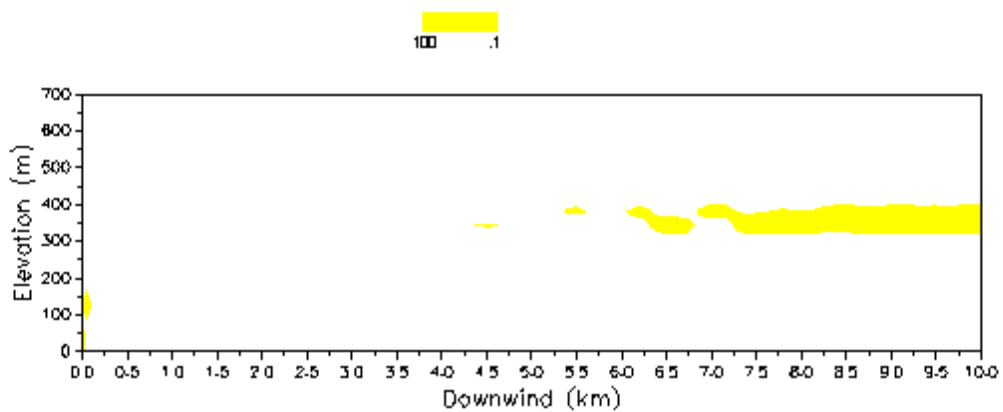
Carbon Monoxide Concentration (micrograms/cubic meter - one hr avg) Vertical Plane, 0 km Crosswind

ALOFT-FT 3.10: incendio di olio lubrificante



Carbon Monoxide Concentration (micrograms/cubic meter - one hr avg) Horizontal Plane, 0 m Elevation

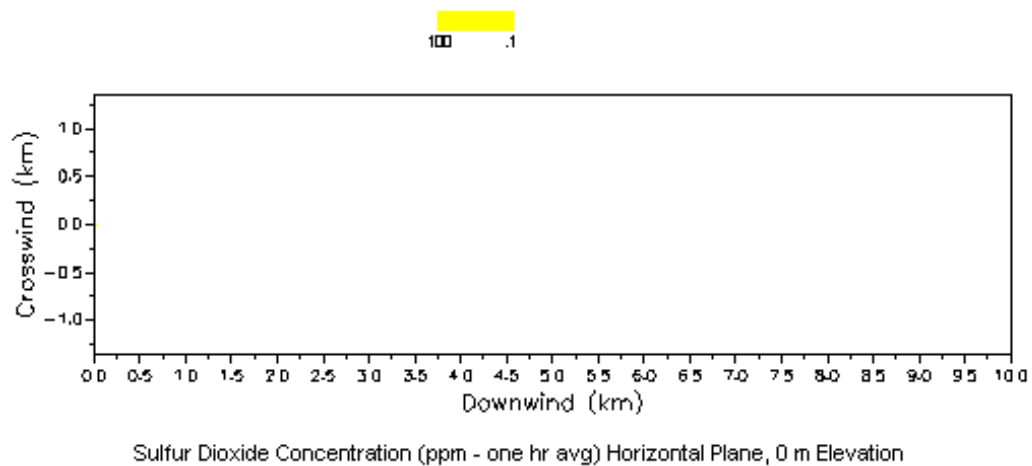
ALOFT-FT 3.10: incendio di olio lubrificante



Sulfur Dioxide Concentration (ppm - one hr avg) Vertical Plane, 0 m Crosswind

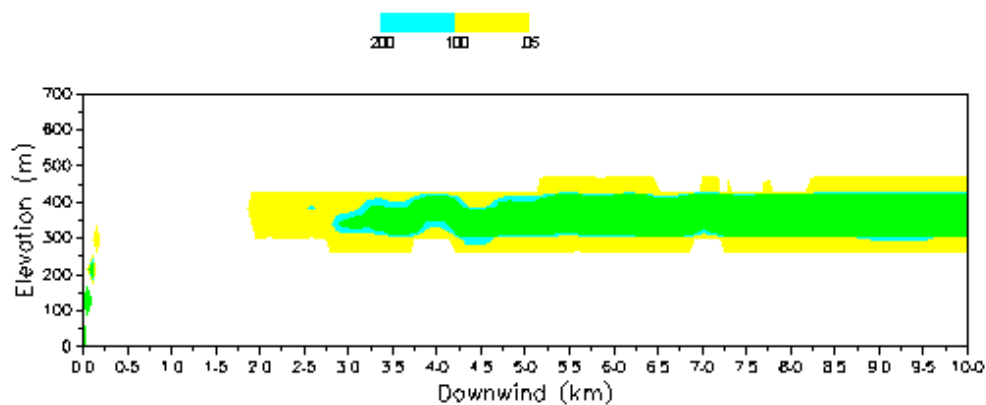


ALOFT-FT 3.10: incendio di olio lubrificante



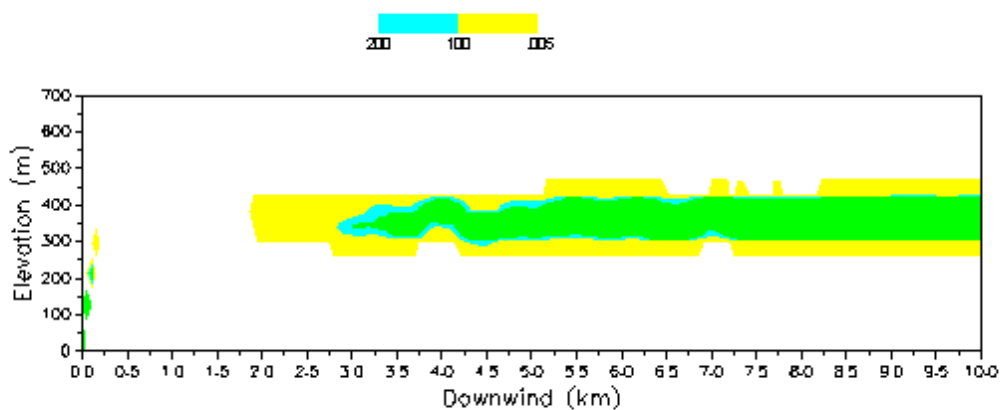
I seguenti diagrammi sono esplicativi degli andamenti degli inquinanti atmosferici in quota. Non si riportano gli andamenti sull'orizzontale perché dall'analisi non sono risultate, concentrazioni significative di tali sostanze al suolo.

ALOFT-FT 3.10: incendio di olio lubrificante



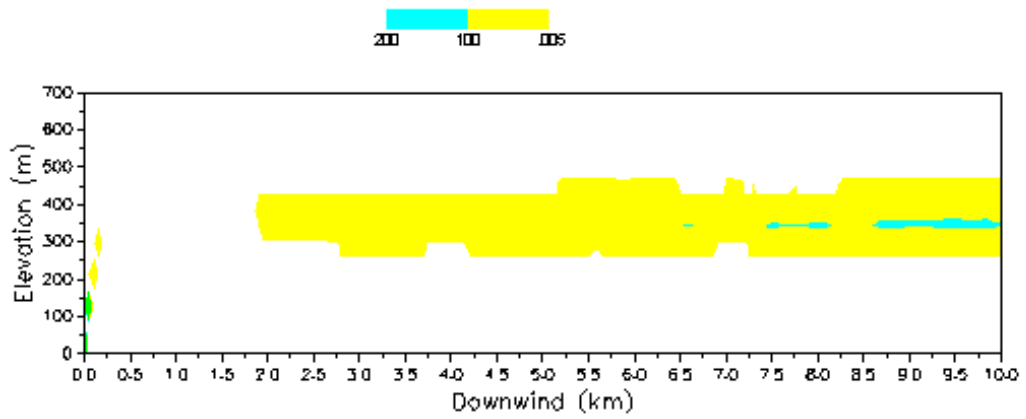
Smoke Particulate PM10 Concentration (micrograms/cubic meter - one hr avg) Vertical Plane, 0 km Crosswind

ALOFT-FT 3.10: incendio di olio lubrificante



Smoke Particulate PM2.5 Concentration (micrograms/cubic meter - one hr avg) Vertical Plane, 0 km Crosswind

ALOFT-FT 3.10: incendio di olio lubrificante



VOC Concentration (micrograms/cubic meter - one hr avg) Vertical Plane, 0 km Crosswind

## 5 Verifica di accettabilità del rischio

### 5.1 Criteri di accettabilità del rischio assunti

Sulla scorta di quanto indicato dalla normativa vigente in materia di rischi d'incidente rilevante, per quanto attiene la compatibilità territoriale delle industrie a rischio e la pianificazione delle emergenze, vengono assunti i seguenti criteri di accettabilità del rischio per la centrale in esame:

[1] per gli eventi con effetti di danno esterni alla centrale si assume la matrice di accettabilità di cui al DM 09/05/2001, qui nel seguito riportata:

Classe di probabilità degli eventi	Categoria di effetti			
	Elevata letalità	Inizio letalità	Lesioni irreversibili	Lesioni reversibili
< 10 <sup>-6</sup>	DEF	CDEF	BCDEF	ABCDEF
10 <sup>-4</sup> - 10 <sup>-6</sup>	EF	DEF	CDEF	BCDEF
10 <sup>-3</sup> - 10 <sup>-4</sup>	F	EF	DEF	CDEF
> 10 <sup>-3</sup>	F	F	EF	DEF

Dove con le lettere da A ad F sono indicate le categorie territoriali come indicato nel seguito.

Categoria territoriale	Descrizione
CATEGORIA A	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aree con destinazione prevalentemente residenziale, per le quali l'indice fondiario di edificazione sia superiore a 4,5 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.</li> <li>2. Luoghi di concentrazione di persone con limitata capacità di mobilità - ad esempio ospedali, case di cura, ospizi, asili, scuole inferiori, ecc. (oltre 25 posti letto o 100 persone presenti).</li> <li>3. Luoghi soggetti ad affollamento rilevante all'aperto - ad esempio mercati stabili o altre destinazioni commerciali, ecc. (oltre 500 persone presenti).</li> </ol>
CATEGORIA B	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aree con destinazione prevalentemente residenziale, per le quali l'indice fondiario di edificazione sia compreso tra 4,5 e 1,5 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.</li> <li>2. Luoghi di concentrazione di persone con limitata capacità di mobilità - ad esempio ospedali, case di cura, ospizi, asili, scuole inferiori, ecc. (fino a 25 posti letto o 100 persone presenti).</li> <li>3. Luoghi soggetti ad affollamento rilevante all'aperto - ad esempio mercati stabili o altre destinazioni commerciali, ecc. (fino a 500 persone presenti).</li> <li>4. Luoghi soggetti ad affollamento rilevante al chiuso - ad esempio centri commerciali, terziari e direzionali, per servizi, strutture ricettive, scuole superiori, università, ecc. (oltre 500 persone presenti).</li> <li>5. Luoghi soggetti ad affollamento rilevante con limitati periodi di esposizione al rischio - ad esempio luoghi di pubblico spettacolo, destinati ad attività ricreative, sportive, culturali, religiose, ecc. (oltre 100 persone presenti se si tratta di luogo all'aperto, oltre 1000 al chiuso).</li> <li>6. Stazioni ferroviarie ed altri nodi di trasporto (movimento passeggeri superiore a 1000 persone/giorno).</li> </ol>
CATEGORIA C	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aree con destinazione prevalentemente residenziale, per le quali l'indice fondiario di edificazione sia compreso tra 1,5 e 1 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.</li> <li>2. Luoghi soggetti ad affollamento rilevante al chiuso - ad esempio centri commerciali, terziari e direzionali, per servizi, strutture ricettive, scuole superiori, università, ecc. (fino a 500 persone presenti).</li> <li>3. Luoghi soggetti ad affollamento rilevante con limitati periodi di esposizione al rischio - ad esempio luoghi di pubblico spettacolo, destinati ad attività ricreative, sportive, culturali, religiose, ecc. (fino a 100 persone presenti se si tratta di luogo all'aperto, fino a 1000 al chiuso; di qualunque dimensione se la frequentazione è al massimo settimanale).</li> </ol>

Categoria territoriale	Descrizione
	4. Stazioni ferroviarie ed altri nodi di trasporto (movimento passeggeri fino a 1000 persone/giorno).
CATEGORIA D	1. Aree con destinazione prevalentemente residenziale, per le quali l'indice fondiario di edificazione sia compreso tra 1 e 0,5 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> . 2. Luoghi soggetti ad affollamento rilevante, con frequentazione al massimo mensile - ad esempio fiere, mercatini o altri eventi periodici, cimiteri, ecc..
CATEGORIA E	1. Aree con destinazione prevalentemente residenziale, per le quali l'indice fondiario di edificazione sia inferiore a 0,5 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> . 2. Insediamenti industriali, artigianali, agricoli, e zootecnici.
CATEGORIA F	1. Area entro i confini dello stabilimento. 2. Area limitrofa allo stabilimento, entro la quale non sono presenti manufatti o strutture in cui sia prevista l'ordinaria presenza di gruppi di persone.

**[2]** per gli eventi con effetti di danno non esterni alla centrale, si considerano non accettabili:

- ✓ danni di elevata letalità con frequenze di accadimento maggiori di 1E-2 ev/anno

### 5.2 Valutazione di accettabilità del rischio

La valutazione viene eseguita riferendo sia ai criteri di cui al paragrafo precedente.

Per quanto attiene agli scenari incidentali conseguenti ad un rilascio di gas naturale da tubazione ci si riferirà unicamente ai soli scenari di jet fire, in quanto sia lo scenario di UVCE che quello di Flash Fire non portano conseguenze di danno rilevanti, risultando trascurabili sia a causa della quantità di sostanza in zona di esplosività e del non raggiungimento delle concentrazioni di infiammabilità (LEL e 1/2 LEL) (evento A.3- rottura media della tubazione) sia in funzione della probabilità di accadimento estremamente bassa (eventi A.1 ed A.2).

I risultati della valutazione condotta sono riportati nella tabella seguente:

Evento	Freq. [ev/y]	Classi DM 09/05/01		Elevata letalità			Inizio letalità			Lesioni irreversibili		Lesioni reversibili		Verifica
				solo inter	Cat. Coinv.	Cat. Comp.	solo inter	Cat. Coinv.	Cat. Comp.	Cat. Coinv.	Cat. Comp.	Cat. Coinv.	Cat. Comp.	
Rilascio di gas naturale nella cabina di riduzione (od a monte di essa)	3.3E-7	)	< 10-6	n.r	n.r	DEF	n.r	n.r	CDEF	E	BCDEF	E	tutte	si
			10-4 - 10-6			EF			DEF		CDEF		BCDEF	
			10-3 - 10-4			F			EF		DEF		CDEF	
			> 10-3			F			F		EF		DEF	
Rilascio di gas naturale da tubazione a valle della cabina di riduzione/impianto turbogas	3.7E-7	)	< 10-6	n.r	n.r	DEF	n.r	n.r	CDEF	E	BCDEF	E	tutte	si
			10-4 - 10-6			EF			DEF		CDEF		BCDEF	
			10-3 - 10-4			F			EF		DEF		CDEF	
			> 10-3			F			F		EF		DEF	
Rilascio di gas naturale da tubazione a valle della cabina di riduzione/impianto caldaia ausiliaria	6E-6	)	< 10-6	n.r	n.r	DEF	n.r	n.r	CDEF		BCDEF		tutte	si
			10-4 - 10-6			EF			DEF	E	CDEF	E	BCDEF	
			10-3 - 10-4			F			EF		DEF		CDEF	
			> 10-3			F			F		EF		DEF	
Rilascio di olio da trasformatore/pool fire	2.1E-6	)	< 10-6	x	E	DEF	x	E	CDEF		BCDEF		tutte	si
			10-4 - 10-6			EF			DEF	E	CDEF	E	BCDEF	
			10-3 - 10-4			F			EF		DEF		CDEF	
			> 10-3			F			F		EF		DEF	
Esplosione diretta del trasformatore/BLEVE-Fireball	4.1E-6	)	< 10-6	n.r	n.r	DEF	x	E	CDEF		BCDEF		tutte	si
			10-4 - 10-6			EF			DEF	E	CDEF	E	BCDEF	
			10-3 - 10-4			F			EF		DEF		CDEF	
			> 10-3			F			F		EF		DEF	

## 6 Conclusioni

L'analisi e le valutazioni effettuate secondo le prescrizioni del Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio emesse a seguito dell'istruttoria per la realizzazione della centrale termoelettrica a ciclo combinato del Comune di Leinì (TO) con Decreto N°55/04/2004 per le due tipologie di evento:

- rilascio significativo di gas naturale per perdita da tubazione
- incendio di trasformatore,

non hanno evidenziato la possibilità di eventi incidentali che, per probabilità e conseguenze, possano comportare delle ripercussioni di sicurezza e di carattere ambientale con effetti sulle aree adiacenti ed all'interno della stessa centrale, né eventi che possano determinare dei rischi gravi per la popolazione e le infrastrutture circostanti.

Il rischio risulta come evidenziato nel capitolo precedente accettabile dal punto di vista della compatibilità territoriale sia per quanto attiene le aree prossime alla Centrale termoelettrica di Leinì che per le aree interne dell'impianto (probabilità di accadimento degli eventi incidentali individuati sempre inferiore a  $10^{-5}$  ev/anno).

Per quanto attiene alla dispersione dei fumi tossici a seguito di un incendio dell'olio dei trasformatori (in riferimento all'ipotesi incidentale più gravosa – pool fire originata dal rilascio di tutto il contenuto del trasformatore principale e successivo innesco o esplosione diretta del trasformatore - evento B.1) dalle valutazioni effettuate non si riscontrano concentrazioni pericolose di inquinanti al suolo, non solo a causa del mancato raggiungimento dei valori limiti di soglia (SO<sub>x</sub>, particolato (PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>) e VOC) ma anche perché il pennacchio dei fumi generato dall'incendio si sviluppa in quota, oltre i 250 ÷ 300 m.