

CENTRALE TERMoeLETTRICA "TORINO NORD" E AMPLIAMENTO RETE DI TELERISCALDAMENTO

AUTORIZZAZIONE INTEGRATA AMBIENTALE D.LGS 18/02/2005 N. 59

TITOLO ELABORATO

ANALISI DI RISCHIO

ELABORATO n° D.11	SCALA -	DATA OTTOBRE 2008	REDATTO	Ramse
			CONTROLLATO	M. Montrucchio
			APPROVATO	C. Tripodi
NOME FILE	D11.doc			
REVISIONE N°	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE E RIFERIMENTI DOCUMENTI SOSTITUTIVI		
	9/10/2008	Emissione		

PROPONENTE

CONSULENTE

INDICE

1	PREMESSA	2
2	ANALISI DI RISCHIO.....	4
2.1	STRUTTURA DELL'ANALISI	4
2.1.1	<i>Identificazione dei pericoli.....</i>	4
2.1.2	<i>Selezione degli eventi iniziatori.....</i>	7
2.1.3	<i>Analisi delle sequenze incidentali</i>	7
2.1.4	<i>Valutazione del rischio.....</i>	9
2.2	DESCRIZIONE DEL SITO	11
2.2.1	<i>Interazioni con il costruito.....</i>	11
2.2.2	<i>Inquadramento ambientale.....</i>	12
2.2.3	<i>Descrizione dell'impianto</i>	12
2.3	IDENTIFICAZIONE DEI PERICOLI.....	13
2.3.1	<i>Analisi storica</i>	13
2.3.2	<i>Analisi funzionale.....</i>	25
2.3.3	<i>Identificazione dei pericoli mediante analisi HAZID.....</i>	28
2.4	SELEZIONE DEGLI EVENTI INIZIATORI	30
2.4.1	<i>Selezione degli eventi critici mediante matrici di rischio.....</i>	30
2.4.2	<i>Raggruppamento degli eventi iniziatori</i>	40
2.4.3	<i>Selezione eventi iniziatori di riferimento.....</i>	41
2.4.4	<i>Considerazioni sull'identificazione dei pericoli.....</i>	42
2.5	ANALISI DEGLI SCENARI INCIDENTALI	43
2.5.1	<i>Analisi delle sequenze incidentali e stima dei danni</i>	43
2.5.2	<i>Analisi delle sequenze incidentali</i>	45
2.6	CONCLUSIONI	62
2.6.1	<i>Valutazione del rischio.....</i>	62
2.6.2	<i>Effetti domino interni</i>	64
2.6.3	<i>Effetti domino esterni</i>	65
2.6.4	<i>Considerazioni conclusive.....</i>	65

1 PREMESSA

La valutazione del rischio connesso all'esercizio della centrale è stata oggetto di studio fin dalle prime fasi dell'iter autorizzativo della Centrale Torino Nord ed inclusa nella documentazione facente parte dello Studio di Impatto Ambientale.

L'analisi di rischio è stata oggetto di ulteriori approfondimenti sulla base delle indicazioni formulate dagli Enti competenti (segnatamente Regione Piemonte, Provincia di Torino e Comuni di Torino e Collegno) in sede di Conferenza dei Servizi relativa alla procedura di Valutazione di Impatto Ambientale.

Lo studio di seguito riportato, corrisponde all'analisi di rischio aggiornata recependo le richieste sopra richiamate.

L'analisi di rischio ha previsto un esame dell'impianto di cogenerazione finalizzato ad evidenziare e valutare gli eventuali incidenti rilevanti che potrebbero accadere durante la vita dell'impianto con conseguenti danni alle persone che operano nel sito, alla popolazione circostante nonché all'ambiente.

L'analisi si è composta di due parti principali, la prima orientata ad identificare i malfunzionamenti, errori operativi ed eventi esterni in grado di causare incidenti nell'impianto in esame, la seconda finalizzata a studiare nel dettaglio gli incidenti più critici per frequenza di accadimento o gravità delle conseguenze.

In particolare sono stati approfonditi alcuni elementi di integrazione richiesti in sede di Conferenza dei Servizi e concernenti in particolare:

- l'ipotetica futura collocazione della linea ferroviaria Torino-Lione in prossimità del confine Est della Centrale,
- i sistemi di intervento e protezione in caso di rilasci gassosi dalle linee principali di distribuzione del gas metano,
- chiarimenti in merito alle assunzioni modellistiche utilizzate per la simulazione degli scenari incidentali e la valutazione delle probabilità di incidente,
- la valutazione dei potenziali effetti derivanti dall'inserimento di una nuova soluzione impiantistica, volta a ridurre le emissioni in atmosfera degli ossidi di azoto, che comporta lo stoccaggio di ammoniaca (NH_3) in soluzione acquosa.

I risultati ottenuti dall'analisi di rischio hanno dimostrato come gli eventi incidentali in grado di presentare conseguenze rilevanti siano opportunamente gestiti mediante le scelte di progetto e con l'adozione di politiche manutentive che seguano la buona regola d'arte oggi adottata negli impianti industriali. Gli incidenti caratterizzati dai valori di rischio più elevati, i rilasci di metano, sono comunque tipici delle infrastrutture che attraversano il nostro territorio (pipeline trasporto gas naturale) anche in prossimità di aree urbanizzate e tali rischi sono comunemente accettati. Per di più si ribadisce che tali valori possono essere ritenuti pienamente accettabili sulla base dei criteri nazionali e internazionali disponibili.

Non si rilevano altri incidenti rilevanti che richiedano azioni di mitigazione del rischio particolari.

Anche la localizzazione del sito è stata considerata adeguata per un contenimento di eventuali incidenti con effetti sull'area esterna all'impianto.

Per quanto riguarda l'inserimento degli stoccaggi di ammoniaca, si evidenzia che tale sostanza è presente esclusivamente in soluzione acquosa con concentrazione inferiore al 25% e stoccata in due serbatoi fuori terra da 100 m^3 ciascuno. Dall'analisi effettuata e dalle considerazioni relative alle effettive modalità di stoccaggio e movimentazione della sostanza nella Centrale, si ritiene ragionevole considerare poco credibili conseguenze di un certo rilievo in caso di sversamento accidentale della soluzione. Infatti è necessario sottolineare come la soluzione acquosa diluita

presenti un rateo di evaporazione basso, tale da non comportare nubi di concentrazione significativa.

Si sottolinea inoltre, come i due serbatoi dedicati allo stoccaggio della soluzione di ammoniaca siano dotati di bacino di contenimento protetti, sia rispetto ai movimenti di mezzi all'interno della centrale, sia dal potenziale svio di mezzi che percorrono corso Regina Margherita, l'infrastruttura stradale di elevato transito ai cui margini si colloca la centrale di cogenerazione.

Per quanto concerne l'assoggettabilità della centrale Iride Torino Nord alla Direttiva Seveso sui rischi di incidente rilevante (D. Lgs. 334/99 e s.m.i.), si evidenzia infine quanto segue.

Un impianto può essere assoggettato alla normativa sui rischi di incidente rilevante secondo diverse modalità e con diversi obblighi come indicato negli artt. 5, 6 e 8 del D. Lgs 334/99 e s.m.i. L'assoggettabilità ai diversi articoli dipende dalla tipologia e dai quantitativi di sostanza presente in stabilimento.

Gli impianti che rientrano in articolo 5 devono unicamente garantire che nell'analisi dei rischi che produrranno per il sito per la salute e sicurezza del lavoro (D. Lgs. 626) tengano nella dovuta attenzione i rischi derivanti dalle sostanze pericolose presenti.

Gli stabilimenti che ricadono negli artt. 6 e 8 sono invece tenuti a notificarsi alle autorità ed implementare diverse azioni atte a garantire un livello di rischio accettabile, tra cui ricordiamo l'introduzione in azienda di un sistema di gestione della sicurezza, la produzione (solo per gli articoli 8) anche un Rapporto di Sicurezza da consegnare agli enti, ecc. Sono questi gli impianti sostanzialmente "assoggettati" a Direttiva Seveso.

La centrale in progetto si prevede utilizzerà le sostanze pericolose già elencate nell'analisi di rischio di seguito riportata e qui oltre richiamate:

- **Metano** (CH₄): approvvigionato in Centrale da gasdotto della linea SNAM, non è previsto lo stoccaggio di tale sostanza all'interno della Centrale;
- **Acido Cloridrico** (HCl): in soluzione acquosa (33%), stoccato in serbatoio fuori terra da 50 m³ dotato di bacino di contenimento;
- **Ammoniaca** (NH₃): in soluzione acquosa (25%), stoccata in due serbatoi fuori terra da 100 m³ ciascuno, dotati di bacino di contenimento;
- **Soda Caustica** (NaOH): in soluzione acquosa (30%), stoccata in serbatoio fuori terra da 50 m³ dotato di bacino di contenimento;
- **Olio lubrificante**: presente nei macchinari stessi o stoccati in fusti da 200 litri su pallet portafusti con vasca di raccolta;
- **Olio per trasformatori**: (58 t ciascuno) presente nel macchinario stesso dotato di bacino di contenimento.
- **Alcalinizzanti e deossigenanti chimici a base di prodotti organici** (ammine e/o ammoniaca): in soluzione acquosa per il condizionamento chimico dei cicli termici, stoccati in contenitori da 25, 200, 1000 litri su pallet portacontenitori con vasca di raccolta.
- **Gasolio**: stoccaggio in serbatoio di 3000 litri per l'alimentazione del generatore di emergenza.

Come si deduce dalla tipologia di sostanze (si vedano le schede di sicurezza allegate alla valutazione del rischio introdotta nel SIA) e dai quantitativi utilizzati e/o stoccati, la centrale IRIDE TO Nord in progetto **non sarà soggetta** agli obblighi derivanti dagli artt. 6 e 8 della Direttiva Seveso.

Le uniche sostanze classificate pericolose infatti sono il metano ed il gasolio, ma in quantitativi che non sono tali da rendere assoggettabile l'impianto all'art. 6 e tanto meno all'art. 8 del Decreto.

2 ANALISI DI RISCHIO

L'analisi di rischio oggetto di questo studio si pone l'obiettivo di analizzare il comportamento dell'impianto in condizioni incidentali al fine di valutarne gli effetti sui lavoratori, sulla popolazione circostante e sull'ambiente e stimarne il rischio associato, ossia valutare la probabilità di accadimento degli scenari incidentali e relazionarla alle rispettive conseguenze.

L'indagine viene effettuata con riferimento a tutte le installazioni (impianti, stoccaggi, pipeline) previste per la Centrale progettata.

2.1 STRUTTURA DELL'ANALISI

L'analisi si compone di due parti principali, la prima orientata ad identificare i malfunzionamenti, errori operativi ed eventi esterni in grado di causare incidenti nell'impianto in esame, la seconda finalizzata a studiare nel dettaglio gli incidenti più critici per frequenza di accadimento o gravità delle conseguenze.

L'obiettivo finale consiste nell'individuare l'impatto sugli operatori, sulla popolazione circostante e sull'ambiente che potrebbe realizzarsi in caso di anomalie nel funzionamento dell'impianto (guasti, errori operativi, errori di manutenzione, eventi incidentali esterni). Questa valutazione consentirà di fornire, eventuali indicazioni progettuali, come l'installazione di sistemi di prevenzione/mitigazione e la modifica delle procedure di gestione/manutenzione, il tutto al fine di ridurre il rischio per il personale, la popolazione e l'ambiente circostante.

L'analisi si articola in diverse fasi:

1. Identificazione dei pericoli presenti sul sito
2. Selezione dei pericoli più critici e definizione degli eventi iniziatori di incidente
3. Analisi delle sequenze incidentali che possono derivare dagli eventi iniziatori selezionati
4. Valutazione del rischio e identificazione delle migliorie progettuali e di gestione in grado di ridurre il rischio accertato.

Si ritiene utile, ai fini di una più corretta comprensione del lavoro, presentare l'approccio metodologico descrivendo, nei paragrafi che seguono, ciascuna delle fasi sopra riportate.

2.1.1 Identificazione dei pericoli

L'identificazione dei pericoli consiste nell'analizzare tutte le installazioni presenti sul sito e le funzioni che queste devono svolgere, al fine di evidenziare le anomalie che potenzialmente potrebbero verificarsi a seguito di guasti dei componenti, errori umani ed eventi esterni. L'approccio si suddivide in due fasi, la prima orientata a descrivere in un modello le funzioni svolte dal sistema, la seconda orientata ad analizzare una per una dette funzioni, evidenziarne le possibili deviazioni (incidenti), le relative cause e gli effetti che queste provocano.

Un valido strumento di supporto in questa fase dello studio è l'analisi storica. Essa costituisce un primo approccio di massima che permette di verificare le problematiche di sicurezza relative ad una certa tipologia di sistema, sulla base di incidenti accaduti in passato per sistemi simili. Tale ricerca viene condotta reperendo la letteratura specializzata e facendo riferimento a banche dati di registrazione degli eventi incidentali, generalmente organizzate e gestite da organizzazioni nazionali o internazionali.

In questa seconda fase verrà associata a ciascuna deviazione una stima qualitativa di frequenza di accadimento ed entità delle conseguenze che sarà utilizzata in seguito per selezionare gli eventi ritenuti più critici.

Analisi funzionale

Attraverso l'analisi funzionale si identificano le principali funzioni realizzate dall'impianto e più in generale sul sito. Ciascuna funzione principale sarà poi scomposta nelle funzioni elementari necessarie ad assolvere quella principale.

L'identificazione dei pericoli esaminerà le funzioni elementari al fine di evidenziarne le possibili deviazioni rispetto alle condizioni normali.

Tabella 2.1.1/1 – Esempio di analisi funzionale

CODICE	FUNZIONE
1.	Produzione calore
1.1	Fornitura combustibile
1.1.1	Controllo pressione combustibile
1.2.1	Controllo della presenza di fiamme
...	
1.2	Combustione
1.3	Servizi ausiliari alle macchine
...	...
2.	Produzione Energia elettrica
...	...

Identificazione dei pericoli mediante HAZID

L'identificazione dei pericoli viene realizzata analizzando le funzioni elementari (quelle di più basso livello) emerse dall'analisi funzionale. Per ciascuna di queste funzioni si determineranno le possibili deviazioni, le cause che le generano (guasti, errori umani, eventi esterni), gli effetti ai fini della sicurezza e secondariamente della produttività.

Operativamente, l'analisi viene condotta compilando le tabelle HAZID di cui si riporta la struttura in Tabella 2.1.1/2.

Tabella 2.1.1/2 – Esempio di tabella HAZID

Funzione	Descrizione	Deviazione di Funzione	Cause	Conseguenze	F	D	R	Salvaguardie esistenti	Raccomandazioni
1.1.1.1.2a	Decompressione gas naturale alimentazione caldaia	Rilascio gas impianto di riduzione a 6 bar	Rottura tubazione o componente per corrosione, fatica, tranciamento accidentale	Nube esplosiva, possibile incendio e/o esplosione	3	4	12	Valvola di intercettazione manuale. Allarme in sala controllo.	Verifica periodica dell'integrità strutturale delle tubazioni. Test periodico della valvola di blocco.
1.1.1.1.2b		Decompressione insufficiente	Errata regolazione	Combustione anomala, non ci sono effetti sulla sicurezza	3	1	3		

Gli indici di Frequenza (F), Danno (D) e Rischio (R) saranno stimati sulla base di una valutazione qualitativa che deriva dall'esperienza dell'analista e degli operatori di impianto, con riferimento alla classificazione qui oltre riportata.

Tabella 2.1.1/3 – Classificazione per frequenza

FREQUENZA		
F	Classificazione	Descrizione
1	Estremamente improbabile	L'evento non è ritenuto credibile
2	Remoto	L'evento non dovrebbe accadere nella vita del sistema
3	Improbabile	L'evento è atteso al più una volta nella vita del sistema
4	Probabile	L'evento è atteso poche volte nella vita del sistema
5	Frequente	L'evento è atteso più volte nella vita del sistema

Tabella 2.1.1/4 – Classificazione per danno

DANNO		
D	Classificazione	Descrizione
1	Trascurabile	Nessun danno alle persone, funzioni di sicurezza completamente disponibili
2	Minore	Danni lievi alle persone e/o perdita parziale delle funzioni di sicurezza
3	Severo	Danni gravi alle persone e/o perdita completa delle funzioni di sicurezza
4	Critico	Decessi tra il personale di impianto e/o perdita completa delle funzioni di sicurezza
5	Catastrofico	Elevato numero di decessi, anche tra la popolazione esterna e distruzione dell'impianto.

L'analisi procede assegnando i valori di Frequenza e Danno ad ogni singolo evento tramite l'assunzione delle seguenti ipotesi:

- per le funzioni operative:

la **frequenza** si stima con riferimento alla causa di maggior frequenza in grado di generare la deviazione della funzione stessa;

il **danno** viene stimato nell'ipotesi che le salvaguardie presenti intervengano correttamente.

- per le funzioni di protezione/sicurezza:

la **frequenza** si stima considerando l'accadimento contemporaneo dei due eventi qui oltre indicati:

1. la frequenza relativa alla causa di maggior frequenza che fa perdere la funzione di protezione/sicurezza e contemporaneamente,
2. l'intervento di un'anomalia nel processo che richieda l'intervento della funzione di protezione/sicurezza stessa.

il **danno** viene stimato tenendo conto che la funzione di protezione/sicurezza non è disponibile.

2.1.2 Selezione degli eventi iniziatori

Al termine dell'identificazione dei pericoli è necessario evidenziare gli eventi ritenuti più critici che possono essere all'origine di sequenze incidentali gravi, o comunque quegli eventi dal cui studio si traggono indicazioni per ridurre il rischio di impianto.

A questo fine si selezionano gli eventi più critici ricorrendo ad una Matrice di Rischio che permette di classificare tutti gli eventi in tre grandi categorie: gli eventi non accettabili, per i quali si raccomandano modifiche progettuali e/o di gestione, gli eventi quasi accettabili, per i quali si suggerisce una riduzione del rischio quando possibile, ed infine gli eventi del tutto accettabili.

La Matrice di Rischio che si adotta nello studio è riportata in Figura 2.1.2/1.

Figura 2.1.2/1 – Matrice di rischio (criteri di accettabilità qualitativi del rischio)

Frequenza	5					
	4					
	3					
	2					
	1					
		1	2	3	4	5
		Danno				

	Inaccettabile: si raccomandano modifiche progettuali e/o di gestione
	ALARA (As Low As Reasonably Achievable): quasi accettabile; si suggeriscono modifiche progettuali e/o di gestione
	Accettabile: il progetto e la gestione garantiscono già il controllo dei rischi

Selezionati gli eventi critici, si evidenzieranno gli eventi iniziatori di sequenze incidentali gravi (Eventi Iniziatori). Questi verranno poi raggruppati in classi omogenee (stessa sostanza coinvolta, stesse funzioni di sicurezza richieste, simile evoluzione dell'incidente, stessa area di impianto coinvolta).

Per ognuna delle classi si sceglierà quindi un Evento Iniziatore di Riferimento, rappresentativo di tutti gli eventi appartenenti alla classe, che verrà studiato quantitativamente per determinare le sequenze incidentali che da questo possono scaturire.

2.1.3 Analisi delle sequenze incidentali

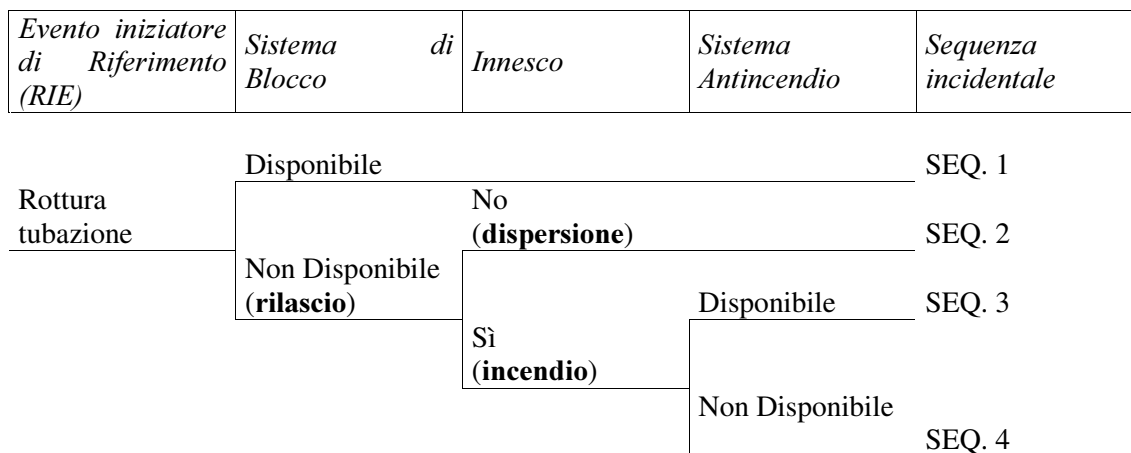
L'analisi delle sequenze incidentali costituisce la fase quantitativa dell'analisi di rischio. In questa fase, per ogni Evento Iniziatore di Riferimento si delineano le possibili sequenze incidentali, e per ogni sequenza si stimano le frequenze di accadimento ed i danni associati.

Un unico Evento Iniziatore, infatti, in base al funzionamento più o meno corretto dei sistemi di protezione/sicurezza e in base ai fenomeni che si verificano (innesco, vento, ecc.) potrà portare ad evoluzioni dell'incidente molto diversificate tra loro, per ognuna delle quali occorre stimare il rischio associato.

L'analisi delle sequenze incidentali si basa sulla costruzione di una struttura ad albero (Albero degli Eventi), la cui radice è l'Evento Iniziatore di Riferimento, che si dirama in base al corretto o non corretto intervento dei sistemi di protezione/sicurezza e in base all'accadimento o meno dei fenomeni che interessano la sequenza.

Identificate le sequenze incidentali, si procede alla stima della loro frequenza di accadimento e del danno associato.

Figura 2.1.3/2 – Esempio di Albero degli Eventi



La stima della frequenza di accadimento relativa alla sequenza incidentale richiede la determinazione della frequenza di accadimento dell'Evento Iniziatore di Riferimento e di tutte le probabilità condizionate degli eventi che completano la sequenza. Queste informazioni saranno tratte da banche dati commerciali oppure da informazioni derivanti dall'esperienza di impianto.

La frequenza di accadimento dell'Evento Iniziatore di Riferimento sarà pari alla somma delle frequenze degli Eventi Iniziatori che appartengono alla classe da esso rappresentata.

Relativamente alla valutazione delle probabilità degli eventi che completano le sequenze incidentali, sono state consultate le seguenti pubblicazioni:

- HSE, Offshore Hydrocarbon Releases, Statistics 2000;
- EGIG 1997, Gas pipeline incidents, 1998;
- Saffioti, Merendino, I rischi di incendio nelle procedure per le autocisterne, Antincendio, Marzo 1996;
- OREDA 1992, Offshore Reliability Data, 1992
- OREDA 1997, Offshore Reliability Data, 1997
- AIChE, Guidelines for process equipment reliability data, 1989
- Loss Prevention in the Process Industries, P. Lees, 1980
- Swain A.D., Guttmann H.E. – Handbook of Human Reliability Analysis with Emphasis on Nuclear Power Plant Applications – Final Report NUREG/CR-1278-F, SAND80-0200, 1983.

Si sottolinea come nell'analisi in oggetto, si sia optato per l'utilizzo della banca dati internazionale OHR-HSE [24], relativa ad installazioni off shore, per l'accuratezza con cui vengono fornite informazioni relative agli eventi coinvolgenti il gas naturale. Infatti, in essa, non solo sono riportati tutti gli eventi relativi a dispersioni di gas naturale avvenute nel periodo compreso tra il 1992 ed il 2000, ma è stato anche possibile ottenere informazioni puntuali sulle probabilità di accadimento delle singole sequenze conseguenti la dispersione (esplosione, jet fire...). Inoltre, si sottolinea che, nonostante essa si riferisca ad installazioni off shore, il dato di ignizione totale desunto da essa, pari al 3,8%, è estremamente prossimo a quello fornito dall'EGIG [25], pari al 3,9% relativo a pipeline.

La stima delle conseguenze prevede la simulazione, mediante opportuni modelli, dei fenomeni incidentali delineati sull'albero degli eventi (rilascio di sostanza, dispersione, innesco, incendio, ecc.). Per la realizzazione delle simulazioni si ricorre ai modelli sviluppati dall'ente olandese TNO, internazionalmente riconosciuti come valido supporto a questo tipo di indagini. (TNO, Yellow Book [13]).

2.1.4 Valutazione del rischio

Si riportano di seguito i criteri di valutazione dell'accettabilità del rischio adottati in diversi paesi e assunti a riferimento nel presente studio, dal momento che in Italia nessuna normativa impone l'adozione di determinati criteri di accettabilità del rischio industriale.

Fin dal 1960 alcuni incidenti rilevanti in installazioni con sostanze pericolose hanno sottolineato la necessità di un criterio per giudicare la tollerabilità/accettabilità di queste attività. Dagli anni '60-'70, vista l'esigenza di questa tipologia di criteri, sono state messe a punto analisi di rischio quantitative che hanno permesso per la prima volta l'analisi probabilistica degli incidenti. La prima evoluzione ha portato verso l'uso dei diagrammi FN (Frequenza di incidente cumulata – Numero di vittime conseguente) e i primi criteri di accettabilità proposti sono nati per valutare la sicurezza dei reattori nucleari (Regno Unito).

L'"accettabilità" del Rischio è un concetto fortemente legato al contesto nazionale in cui si effettuano le valutazioni. In questi anni sono stati diversi i criteri adottati dai paesi Europei per definire la tollerabilità del rischio per le aree circostanti ad industrie a rischio di incidente rilevante.

Il Rischio Sociale (RS), secondo la letteratura specifica [I. Chem. E, UK, 1992], è dato dalla frequenza e dal numero di persone soggette ad un certo livello di danno a seguito di uno specifico evento incidentale. Di solito si fa riferimento al rischio di morte espresso in morti per anno.

La tecnica più efficace per studiare e rappresentare il rischio sociale è un'analisi di rischio quantitativa che fornisce le informazioni per tracciare le curve F-N (si veda Figura 2.1.4/3). Evidenziando l'accettabilità o meno del rischio tramite i diagrammi F-N si evince la strategia migliore per ridurlo scegliendo tra prevenzione (traslazione verso il basso) e mitigazione (traslazione verso sinistra).

Per la definizione della curva di accettabilità è importante studiare due parametri caratteristici: il punto di partenza ("anchor point") e il gradiente. Per quanto riguarda il punto base di ancoraggio bisogna considerare l'influenza di un lavoro dell'ACMH (Advisory Committee on Major Hazard) del 1976 in cui si suggerisce che per impianti che possono originare incidenti gravi una frequenza di 10^{-4} eventi/anno è appena sulla linea di accettabilità. Il significato di incidente grave non è mai stato definito, ma è pratica molto diffusa tra gli analisti di rischio presumere che sia di 10 o più morti. Tale punto fisso ($N=10$, $F=10^{-4}$) è stato utilizzato in molte curve FN che si usano ancora oggi. Questo approccio è basato sul giudizio professionale.

L'approccio usato nel Regno Unito ricava la posizione del punto fisso dallo studio delle decisioni che riguardano i maggiori incidenti storici, in particolare quegli incidenti a maggiore esposizione del pubblico. In questo caso il punto fisso è stato considerato pari a ($N=500$, $F=2 \times 10^{-4}$).

Un altro punto di ancoraggio ($N=100$, $F=10^{-4}$) è stato proposto da HSE in campo nucleare e si basa sul progetto pilota di Canvey Island in cui si forniscono anche gli elementi per giudicare l'avversione del pubblico verso gli incidenti nucleari rispetto a quelli convenzionali.

Il governo di Hong Kong ha preso posizione in accordo con ACMH, mentre per l'Olanda il limite per il rischio sociale è stato estrapolato da quello individuale (che era l'1% del rischio individuale di ogni giorno) ottenendo un punto fisso di ($N=10, F=10^{-5}$).

In conclusione si può dire che questi criteri si basano su diversi tipi di approcci spaziando da quello analitico in cui si ha più o meno attenzione alle implicazioni costi-benefici, a quello pragmatico che chiaramente si basa sul giudizio di esperti e su precedenti storici.

L'unico esempio di definizione di criteri di accettabilità affrontato per ora in Italia è quello sviluppato da parte della regione Friuli Venezia Giulia nell'ambito dell'analisi di rischio d'area della zona di Trieste (Progetto ARTIS); in questo caso il valore del punto fisso adottato, estremamente cautelativo, è pari a ($N=1, F=5 \times 10^{-5}$).

Il secondo parametro da fissare per la definizione della curva FN è la pendenza. La maggior parte dei criteri FN è disegnata con pendenza -1 e -2 su diagrammi bilogaritmici. La pendenza -1 riguarda comunemente un'avversione al rischio neutrale, in cui la ponderazione a favore della prevenzione di grandi incidenti è proporzionale a N e non ad alti valori di N come è invece riportato in una formulazione con un certo grado di avversione al rischio. Per esempio l'Olanda utilizza una pendenza di -2 per la curva di accettabilità, e questa scelta restrittiva ha incontrato alcune difficoltà locali di implementazione richiedendo la necessità di deroghe.

Nelle figure seguenti sono riportate le curve limite per alcuni Paesi. Tali curve separano la zona accettabile da quella non accettabile nelle installazioni fisse (Figura 2.1.4/3) e i limiti inferiori e superiori che identificano la zona ALARA (Figura 2.1.4/4).

Figura 2.1.4/3 – Limiti di accettabilità sul diagramma F-N (Freq. cumulata – Numero di morti) [1]

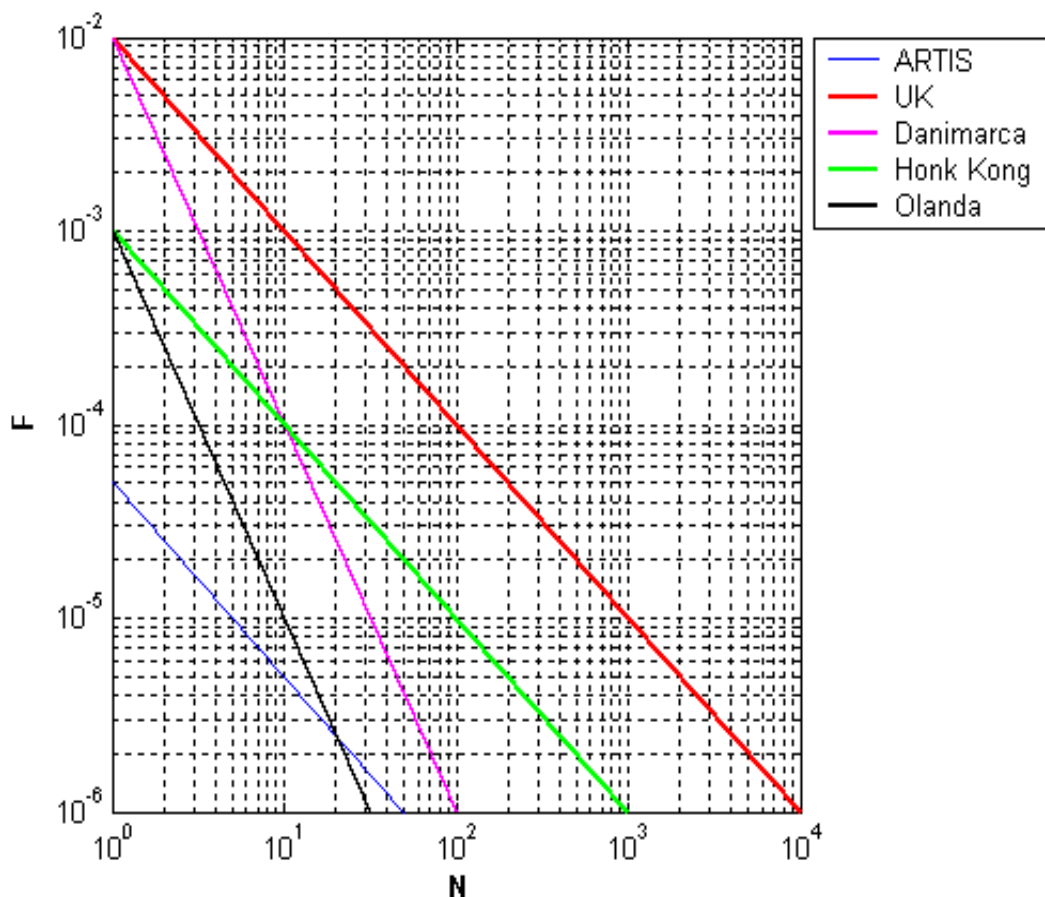
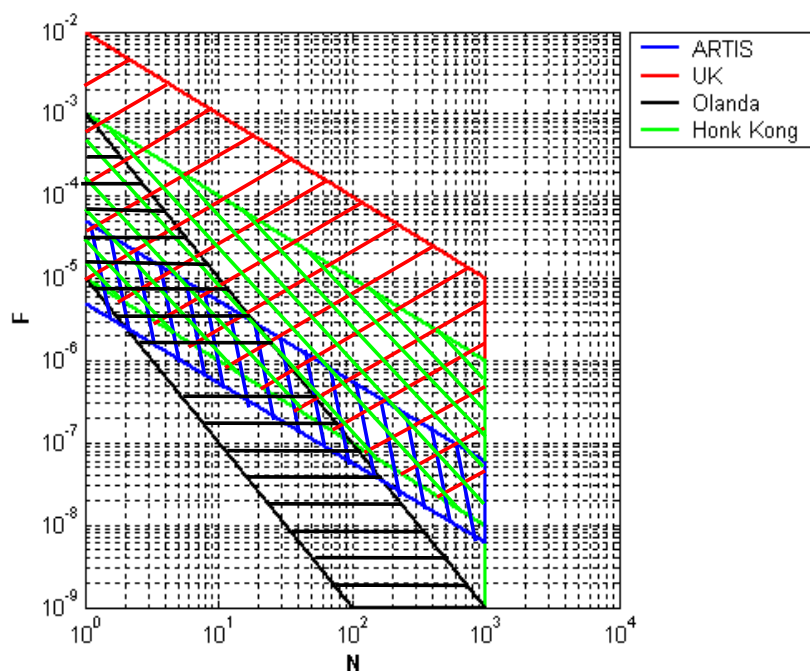


Figura 2.1.4/4 – Limiti ALARA sul diagramma F-N [1]

Analizzando questi criteri si può dire che il punto fisso è generalmente variabile, ma in alcuni casi è comune a più Paesi anche se con evoluzione storica e motivazione dei criteri di accettabilità differente.

Per quel che concerne la pendenza della curva limite, si osserva che essa presenta per lo più un gradiente pari a -1 a meno che non si voglia tenere conto di una maggiore avversione al rischio come in Olanda. Per quanto riguarda la zona ALARA in l'Olanda l'area coinvolta è decisamente diversa dalle altre e il Regno Unito insieme ad Hong Kong propongono un'area ALARA decisamente più ampia. Inoltre si può notare la sovrapposizione di tale area tra il progetto ARTIS, Hong Kong e il Regno Unito ed emerge come il limite di completa accettabilità sia abbastanza simile per tutti i casi esaminati.

2.2 DESCRIZIONE DEL SITO

2.2.1 Interazioni con il costruito

La caratterizzazione del sito è necessaria per la determinazione dell'impatto che l'insediamento ha sul territorio. In particolare, per quanto riguarda l'analisi di rischio, le caratteristiche del sito influiscono sulle conseguenze che eventuali scenari incidentali possono presentare all'esterno del recinto dell'impianto, sull'ambiente e sulla popolazione. La presenza del costruito dovrà pertanto essere tenuta in considerazione nella fase di analisi delle conseguenze, in quanto fornisce indicazioni sulla vulnerabilità del territorio e permette, quindi, una valutazione del possibile danno associato agli eventi incidentali. Inoltre, una caratterizzazione dell'area circostante il sito in oggetto è indispensabile per la evidenziazione di eventuali fattori esterni all'impianto che potrebbero provocare effetti domino e quindi favorire una propagazione dell'incidente all'interno del recinto della Centrale.

La Centrale in oggetto è collocata nella zona Nord della città di Torino, essa confina a Nord con via Della Vassa, a Sud ed Ovest con corso Regina Margherita, mentre ad Est attualmente strada Del Pansa la separa dalla casa circondariale "Le Vallette". Relativamente al progetto futuro di

costruzione della linea ferroviaria Torino-Lione Alta Velocità/Alta Capacità, si prevede il passaggio della stessa (in galleria) lungo il confine Est della Centrale.

Si sottolinea come il sito produttivo sia collocato in una zona periferica, quindi ad esclusione della casa circondariale, non si registrano ulteriori zone ad elevata densità di popolazione nelle vicinanze della Centrale.

In ogni caso per una caratterizzazione di dettaglio della localizzazione della Centrale si rimanda al Quadro di Riferimento Progettuale.

2.2.2 Inquadramento ambientale

Nell'indagare il rischio sismico della zona, si è rilevato che il Comune di Torino, secondo i dati dell'Istituto Nazionale di Geofisica [7], è stato interessato da terremoti rientranti al più nel sesto grado della Scala Mercalli: i danni associati a fenomeni di tale entità sono trascurabili al fine dell'analisi di rischio dell'impianto.

Per quanto riguarda l'inquadramento meteorologico si fa riferimento al relativo capitolo dello Studio di Impatto Ambientale.

2.2.3 Descrizione dell'impianto

Di seguito si riporta un elenco delle principali apparecchiature che compongono la Centrale in esame. Per ulteriori dettagli su tali apparecchiature si rimanda all'Analisi Funzionale (allegata al presente capitolo) ed al Quadro di Riferimento Progettuale.

- Gruppo a ciclo combinato:
 - Turbina gas e relativo alternatore
 - Generatore di vapore a recupero
 - Turbina a vapore e relativo alternatore
- Caldaie di integrazione
- Scambiatori acqua di rete
- Serbatoio di acqua di rete TLR
- Serbatoi di acqua surriscaldata
- Sistema di pompaggio acqua di rete
- Stazione di compressione/decompressione metano da rete SNAM
- Rete interna di distribuzione metano
- Impianto trattamento acque reflue
- Stazione elettrica
- Impianto di demineralizzazione acque e relativi stoccaggi di additivi chimici
- Serbatoio acqua demineralizzata
- Gruppo elettrogeno
- Sistema antincendio
- Aeroterma.

È previsto all'interno della Centrale l'utilizzo ed eventualmente lo stoccaggio delle seguenti sostanze pericolose:

- **Metano** (CH₄): approvvigionato in Centrale da gasdotto della linea SNAM, non è previsto lo stoccaggio di tale sostanza all'interno della Centrale;
- **Acido Cloridrico** (HCl): in soluzione acquosa, stoccato in serbatoio fuori terra da 50 m³ dotato di bacino di contenimento;
- **Ammoniaca** (NH₃): in soluzione acquosa (concentrazione inferiore al 25%), stoccata in due serbatoi fuori terra da 100 m³ ciascuno, dotati di bacino di contenimento;
- **Soda Caustica** (NaOH): in soluzione acquosa, stoccata in serbatoio fuori terra da 50 m³ dotato di bacino di contenimento;
- **Olio lubrificante**: presente nei macchinari stessi o stoccati in fusti da 200 litri su pallet portafusti con vasca di raccolta;
- **Olio per trasformatori**: presenti nel macchinario stesso dotato di bacino di contenimento.
- **Alcalinizzanti e deossigenanti chimici a base di prodotti organici** (ammine e/o ammoniaca): in soluzione acquosa per il condizionamento chimico dei cicli termici, stoccati in contenitori da 25, 200, 1000 litri su pallet portacontenitori con vasca di raccolta.

Per ulteriori dettagli su tali sostanze si consultino le relative schede tecniche allegate al presente capitolo.

Si sottolinea che nella Centrale in oggetto i trasformatori vengono raffreddati ad aria e non ad idrogeno come in altre realtà simili.

2.3 IDENTIFICAZIONE DEI PERICOLI

In questo paragrafo, dopo un'analisi storica preliminare, si analizza l'impianto da un punto di vista funzionale con un approccio sistematico, al fine di evidenziare le possibili deviazioni funzionali che possono evolvere in incidenti e determinarne le relative cause e conseguenze.

2.3.1 Analisi storica

L'analisi storica costituisce il primo approccio all'analisi di rischio in quanto permette di verificare le problematiche di sicurezza relative ad una certa tipologia di sistema sulla base degli incidenti accaduti in passato per sistemi simili. La ricerca di tali eventi è condotta reperendo la letteratura specializzata e facendo riferimento a banche dati di registrazione degli eventi incidentali, generalmente organizzate e gestite da organizzazioni nazionali o internazionali.

Nella Centrale in oggetto sono presenti sostanze per cui le attività di trattamento, utilizzo e movimentazione rappresentano un potenziale rischio, e per tale ragione l'analisi storica è stata impostata sulla ricerca degli eventi incidentali che hanno coinvolto tali sostanze. Per ogni evento si sono esaminati l'origine dell'incidente, la tipologia di incidente, le cause e le conseguenze generate. La banca dati di riferimento per la costituzione della base statistica è MHIDAS, aggiornata al 2004/2005, del HSE inglese (Health and Safety Executive) [24]. Tale banca dati contempla esclusivamente incidenti rilevanti, quindi, eventuali eventi incidentali che non hanno comportato conseguenze rilevanti (ad esempio rilasci senza innesco), sicuramente non sono riportati; pertanto, le evenienze riportate non possono essere considerate per valutazioni di tipo statistico sull'occorrenza dei diversi fenomeni. Per tale motivazione, come anticipato precedentemente, al

fine dell'analisi probabilistica relativa ai rilasci di gas metano e relativi inneschi sono stati considerati i dati derivanti dall'HSE-OHR [24] caratterizzati da un maggiore grado di accuratezza.

2.3.1.1 Metano e gas naturale

Su 645 eventi coinvolgenti metano o gas naturale, si sono potute distinguere 11 attività industriali la cui distribuzione è riportata nel grafico di Figura 2.3.1/1. La maggior parte degli incidenti interessa il trasporto di metano e gas naturale tramite condotte (pipelines).

In Tabella 2.3.1/1 viene riportata la distribuzione percentuale delle tipologie incidentali per il metano e il gas naturale: è possibile osservare come l'evoluzione dell'incidente più frequente sia l'esplosione (46,58%). I rilasci senza conseguenze si sono verificati nel 38,66% dei record.

Metano-Gas naturale - Attività - MHIDAS 04/05

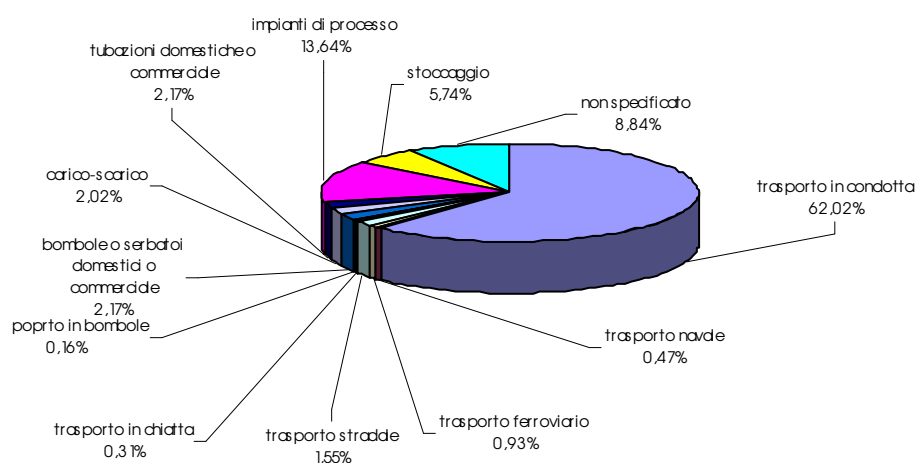


Figura 2.3.1/1 – Attività nell'ambito delle quali si sono verificati gli eventi incidentali

Tabella 2.3.1/1 – Distribuzione percentuale delle tipologie incidentali per il Metano e il Gas naturale

SCENARI INCIDENTALI	N.	%
Rilascio senza conseguenze	249	38,66
Esplosione	300	46,58
Incendio	64	9,94
Torch-jet fire	8	1,24
Vapour-flash fire	8	1,24
Fireball	15	2,33
TOT	644	100,00

Tra le cause generali degli incidenti, la più frequente è la rottura da impatto, seguita nell'ordine dalla frattura meccanica, dai fattori umani e dagli eventi esterni, come mostrato in Figura 2.3.1/2.

In Tabella 2.3.1/2 si vogliono analizzare le cause specifiche riconducibili agli incidenti connessi al trasporto in condotta analizzate tramite MHIDAS. Si osserva come attività di scavo e atti di sabotaggio o vandalismo siano le cause specifiche più frequenti.

Secondo quanto riporta il 3rd Report of the European Gas Pipeline Incident Data Group (EGIG, december 1998), la principale causa di danneggiamento per tubazioni per il trasporto di gas, è costituita da interferenze esterne, seguito ad una certa distanza da problemi relativi a difetti di

costruzione o del materiale utilizzato e dalla corrosione. Per quanto riguarda il tipo di danno prodotto sulla tubazione dalle interferenze esterne, si tratta in prevalenza (circa il 50%) di forature (diametro del foro compreso tra 2 cm ed il diametro della tubazione), seguite per la restante parte in misura eguale da tranciamenti della tubazione e danneggiamento del tipo “pinhole-crack”.

Metano - Gas naturale - Cause generali - MHIDAS 04/05

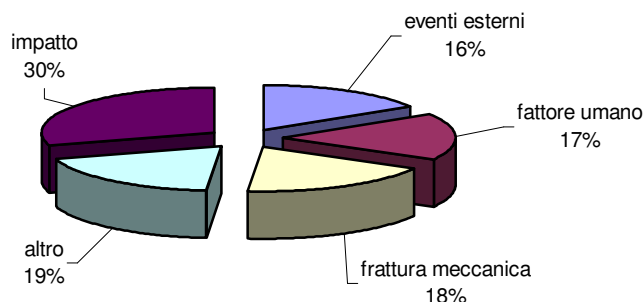


Figura 2.3.1/2 – Distribuzione percentuale delle cause generali di guasto

Tabella 2.3.1/2 – Cause specifiche relative agli incidenti avvenuti durante il trasporto in condotta

CAUSA SPECIFICA - PIPELINE	N.	%
Temperature estreme	2	0,54
Errore di costruzione	2	0,54
Errore di gestione	2	0,54
Fatica del materiale o errata installazione	3	0,81
Cricca	4	1,08
Incidente stradale	5	1,35
Perdita da flangia o accoppiamento	6	1,62
Collisione di nave	7	1,89
Inondazione	7	1,89
Sovrappressione	7	1,89
Subsidenza	8	2,16
Perdita da valvola	10	2,70
Impatto con oggetto pesante	14	3,77
Errore di manutenzione	15	4,04
Corrosione	16	4,31
Sabotaggio o vandalismo	34	9,16
Excavating-equipment	63	17,00
Altro	166	44,70
TOT	371	100,00

Se si esaminano le conseguenze dei diversi incidenti che hanno coinvolto il metano e il gas naturale si osserva come in 181 record su 645 non si siano verificati decessi. Per un incidente avvenuto in Sud Corea si registra il decesso di 100 persone nel caso di rilascio di gas naturale da pipeline, con successivi fireball e esplosione. Inoltre, 189 risultati della ricerca non mostrano ferimenti. In 268 casi non è stato necessario evacuare la zona.

Per quanto riguarda l'impianto in esame, non sono presenti stoccaggi di metano. Tale sostanza è presente esclusivamente in condotti in pressione ed all'interno del turbogas. Ci si attende pertanto che eventuali rilasci di metano potranno verificarsi prevalentemente dalle condotte.

2.3.1.2 Acido cloridrico

Per l'acido cloridrico MHIDAS segnala 304 casi storici, che è stato possibile classificare secondo i contesti incidentali descritti dalle figure e tabelle seguenti.

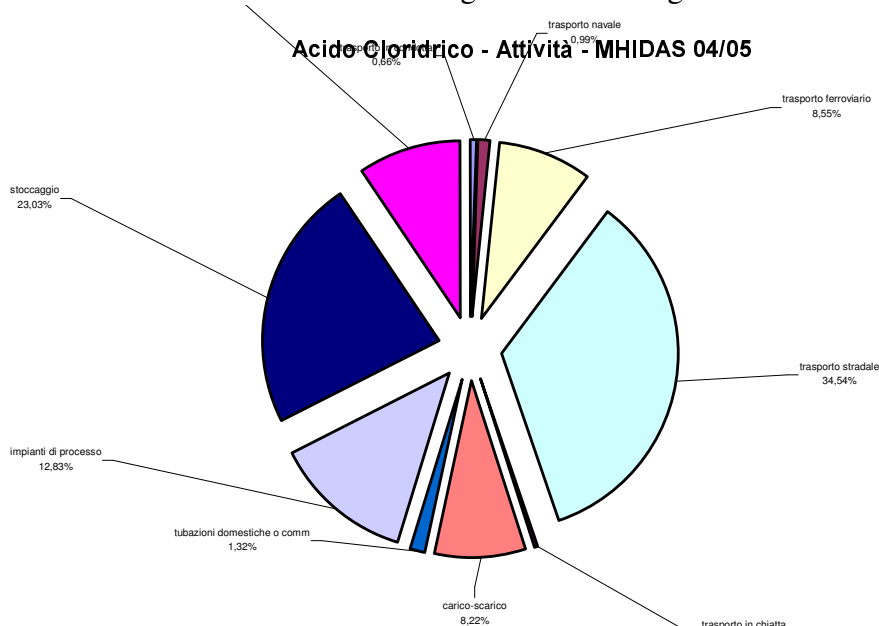


Figura 2.3.1/3 – Distribuzione delle attività industriali coinvolte dagli incidenti

La maggior parte degli incidenti si è verificata nell'ambito del trasporto stradale e, a seguire, dello stoccaggio (Figura 2.3.1/3).

Tabella 2.3.1/3 – Distribuzione percentuale della tipologia di incidente

SCENARI INCIDENTALI	N.	%
Rilascio senza conseguenze	222	73,03
Esplosione	10	3,29
Incendio	18	5,92
Formazione di nube e/o pozza	23	7,57
Altro	31	10,20
TOT	304	100,00

Lo scenario incidentale che si sviluppa più frequentemente in caso di incidente è il rilascio senza conseguenze (circa 73%). Si sottolinea anche come gli incidenti registrati si riferiscano a situazioni genericamente riguardanti l'acido cloridrico, e che potrebbero includere anche la presenza di altre sostanze; per questo motivo tra gli effetti contemplati si trovano anche l'incendio e l'esplosione, evidentemente dovuti alla presenza di sostanze combustibili (Tabella 2.3.1/3) o di sostanze in grado di far liberare dall'acido idrogeno.

La Figura 2.3.1/4 mostra come la causa generale più frequente sia anche in questo caso la rottura da impatto. Invece la causa specifica associata al maggior numero di eventi è l'incidente stradale, seguito dalla perdita da valvola (Tabella 2.3.1/4).

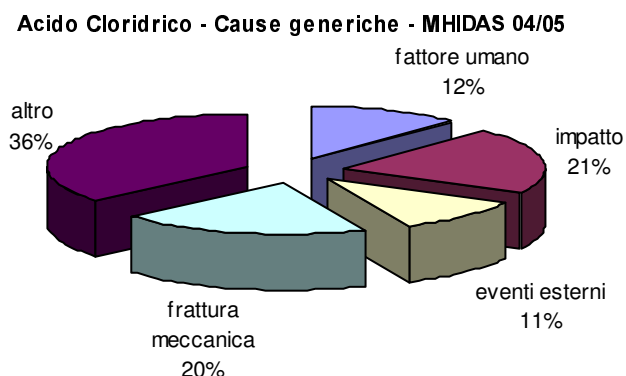


Figura 2.3.1/4 – Cause generali degli eventi incidentali

Tabella 2.3.1/4 – Distribuzione percentuale delle cause specifiche degli eventi incidentali

CAUSA SPECIFICA	N.	%
Subsidenza	1	0,31
Temperature estreme	1	0,31
Sovrappressione	1	0,31
Overfilling	1	0,31
Elettricità	1	0,31
Errore di gestione	1	0,31
Cricca	2	0,62
Perdita da saldatura	2	0,62
Corrosione	5	1,56
Impatto con oggetto pesante	5	1,56
Errore di manutenzione	5	1,56
Perdita da flangia o accoppiamento o connessioni	6	1,87
Sabotaggio o vandalismo	10	3,12
Incendio esterno	14	4,36
Incidente ferroviario	18	5,61
Perdita da valvola	22	6,85
Incidente stradale	43	13,40
Altro	184	57,30
TOT	321	100,00

Per quanto riguarda le conseguenze sulle persone per incidenti che vedono coinvolto acido cloridrico, in 150 record non è stato registrato alcun ferito e vi sono stati 122 casi in cui si è resa necessaria l'evacuazione.

Si ritiene opportuno sottolineare che l'analisi storica per l'Acido Cloridrico è stata condotta con riferimento alla sostanza pura, mentre all'interno dell'impianto in esame tale sostanza è presente esclusivamente in soluzione acquosa, rappresentando pertanto un pericolo con potenziali conseguenze di minore entità.

2.3.1.3 Soda caustica

La ricerca sulla banca dati MHIDAS ha fornito 193 risultati su eventi incidentali in cui è stata coinvolta la soda caustica: di questi, il 20% è attribuibile al trasporto ferroviario, un 13% al trasporto stradale e un altro 13% allo stoccaggio della sostanza (Figura 2.3.1/5).

Gli incidenti riferiti allo stoccaggio della soda caustica sono stati ritenuti particolarmente significativi in relazione all'impianto considerato.

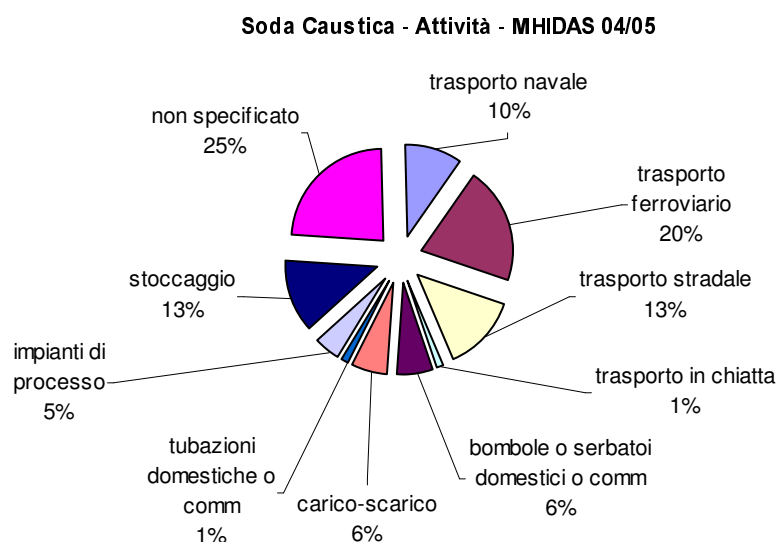


Figura 2.3.1/5 – Distribuzione delle attività industriali soggette agli eventi incidentali analizzati

Per lo stoccaggio MHIDAS riporta 9 casi di rilascio e 1 caso di esplosione.

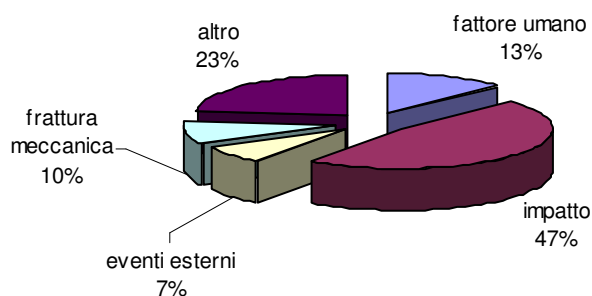
Tabella 2.3.1/5 – Distribuzione percentuale della tipologia di incidente

SCENARI INCIDENTALI	N.	%
Rilascio senza conseguenze	122	63,21
Esplosione	10	5,18
Incendio	12	6,22
Non specificato	49	25,39
TOT	193	100,00

La maggior parte delle cause generali di incidente sono costituite da impatti (47%), seguite da fattore umano (13%), frattura meccanica (10%) ed eventi esterni (7%), come mostra la Figura 2.3.1/6. Per quel che concerne l'attività di stoccaggio si sono verificati 8 incidenti dovuti a fratture meccaniche, 5 incidenti a fattori umani e 2 incidenti ad eventi esterni.

La Tabella 2.3.1/6 contiene i valori percentuali delle cause specifiche degli eventi: la causa specifica più frequente è l'incidente durante il trasporto ferroviario, stradale e navale (o su chiatta).

Nel caso specifico dello stoccaggio le cause incidentali maggiormente frequenti sono l'overfilling (2 casi), la perdita da componenti dell'impianto (2 casi). MHIDAS ha inoltre registrato singoli casi di corrosione, errore operativo, sovrappressione e rottura di saldature.

Soda Caustica - Cause generali - MHIDAS 04/05

Figura 2.3.1/6 – Cause generali di incidente
Tabella 2.3.1/6 – Cause specifiche di incidente

CAUSA SPECIFICA	N.	%
Sabotaggio o vandalismo	1	0,52
Subsidenza	1	0,52
Fatica del materiale o errata installazione	1	0,52
Temperature estreme	1	0,52
Impatto con oggetto pesante	1	0,52
Corrosione	2	1,04
Perdita da flangia o accoppiamento	2	1,04
Sovrappressione	2	1,04
Errore di manutenzione	4	2,07
Cricca o rottura	5	2,59
Perdita da valvola	5	2,59
Overfilling	5	2,59
Collisione di nave o chiatta	15	7,77
Incidente stradale	25	13,00
Incidente ferroviario	33	17,10
Altro	90	46,60
TOT	193	100,00

Per quanto riguarda le conseguenze sulle persone (popolazione e personale addetto), dei 25 record riguardanti incidenti che coinvolgono lo stoccaggio di soda caustica vi sono 3 casi in cui si è verificato il decesso di persone: 1 morto a causa di un rilascio da un serbatoio di processo e 2 casi di esplosione durante trasporto navale che hanno provocato 5 e 23 morti. In 8 casi in cui si sono verificati ferimenti (in particolare due incidenti hanno provocato rispettivamente 40 e 80 feriti: nel primo caso a causa di una violenta reazione avvenuta durante le operazioni di carico-scarico della soda dal serbatoio di stoccaggio, e nell'altro per un'esplosione in una raffineria). In quattro casi si è ricorso all'evacuazione di persone.

Si evidenzia che, come nel caso dell'HCl, l'analisi storica per la soda caustica è stata condotta con riferimento alla sostanza pura, mentre all'interno dell'impianto in esame tale sostanza è presente esclusivamente in soluzione acquosa, rappresentando pertanto un pericolo con potenziali conseguenze di minore entità.

2.3.1.4 Olio dei trasformatori

Sono stati segnalati dalla banca dati MHIDAS due casi di eventi incidentali connessi all'olio dei trasformatori: il primo di questi, verificatosi in provincia di Bari, è stato causato da una perdita di olio dal trasformatore durante un trasporto; il rilascio ha causato l'intossicazione di due persone. Il secondo incidente è avvenuto in Texas: la rottura del trasformatore ha causato il rilascio dell'olio in esso contenuto; la pozza creatasi si è successivamente innescata dando origine ad un incendio che si è protratto per diverse ore, fortunatamente senza conseguenze alle persone.

2.3.1.5 Gasolio

La ricerca sugli incidenti che hanno coinvolto del gasolio ha rilevato 85 casi incidentali, tra cui 4 relativi allo stoccaggio (Figura 2.3.1/7). La tipologia incidentale più frequente è il rilascio senza conseguenze (circa 23%) seguito dall'incendio (circa 15%) (Tabella 2.3.1/7). Nel caso di stoccaggio si sono registrati 2 record per il rilascio continuo e 1 record per l'incendio.

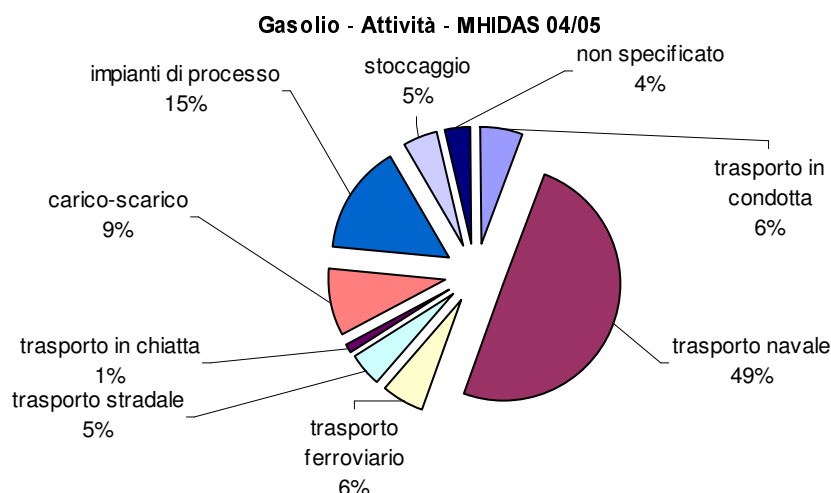


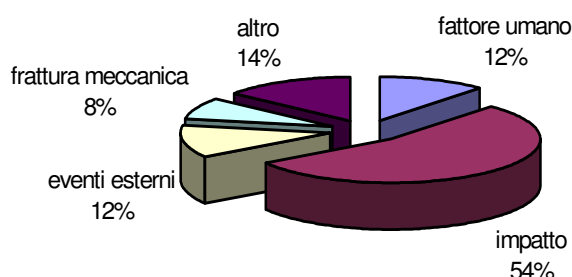
Figura 2.3.1/7 – Distribuzione degli scenari incidentali

In genere la causa va ricercata tra le rotture da impatti, ma nel caso specifico dello stoccaggio gli incidenti sono provocati per lo più da fattori umani (Figura 2.3.1/8).

La Tabella 2.3.1/8 riporta le distribuzioni percentuali delle cause specifiche per tutti gli 85 incidenti analizzati. Considerando esclusivamente lo stoccaggio, le cause specifiche registrate da MHIDAS sono l'overfilling e l'errore operativo.

Tabella 2.3.1/7 – Distribuzione percentuale della tipologia di incidente

SCENARI INCIDENTALI	N.	%
Rilascio senza conseguenze	20	23,53
Esplosione	8	9,41
Incendio	13	15,29
Fireball e pool fire	1	1,18
Non specificato	43	50,59
TOT	85	100,00

Gasolio - Causa generale - MHIDAS 04/05

Figura 2.3.1/8 – Distribuzione dei tipi di incidente che hanno coinvolto il Gasolio
Tabella 2.3.1/8 – Distribuzione percentuale delle cause specifiche di incidente per il Gasolio

CAUSA SPECIFICA	N.	%
Rottura tubo flessibile	1	1,18
Overfilling	1	1,18
Perdita da valvola	1	1,18
Perdita da flangia o accoppiamento	1	1,18
Sovrappressione	1	1,18
Impatto con oggetto pesante	1	1,18
Errore di manutenzione	2	2,35
Incidente stradale	3	3,53
Sabotaggio o vandalismo	3	3,53
Incidente ferroviario	5	5,88
Altro	31	36,50
Collisione di nave o chiatta	35	41,20
TOT	85	100,00

Per quanto riguarda le conseguenze, si nota come in 13 casi si siano registrati decessi; si tratta per lo più di grossi impianti di stoccaggio del gasolio o di incidenti avvenuti durante il trasporto. In 24 casi si sono verificati ferimenti di persone. Infine, in 4 casi si è dovuto provvedere all'evacuazione di persone.

2.3.1.6 Olio lubrificante

Su 31 eventi coinvolgenti olio lubrificante, si sono potute distinguere 9 attività industriali, la cui distribuzione è riportata nel grafico di Figura 2.3.1/9. La maggior parte degli incidenti interessa il trasporto di tramite nave e le attività in impianti di processo.

In Tabella 2.3.1/9 viene riportata la distribuzione percentuale delle tipologie incidentali: è possibile osservare come le tipologie di incidente più frequenti siano i rilasci senza conseguenze (38,71%).

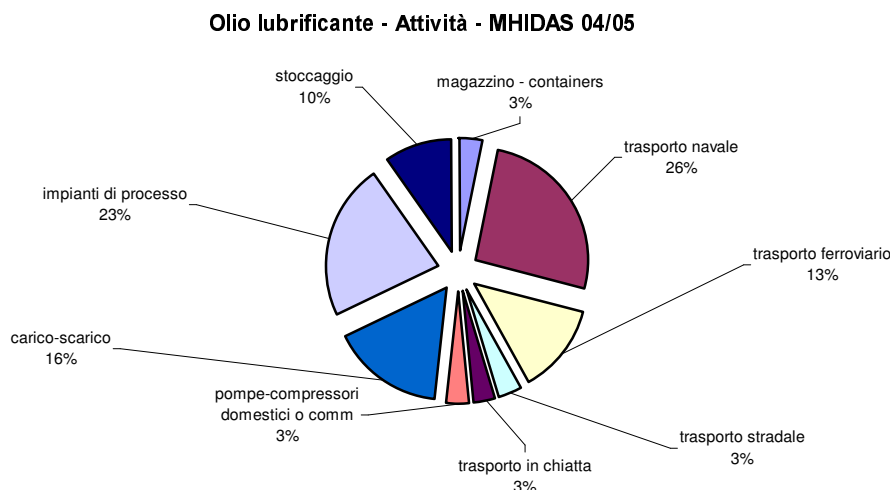


Figura 2.3.1/9 – Attività nell’ambito delle quali si sono verificati gli eventi incidentali

Tabella 2.3.1/9 – Distribuzione percentuale degli scenari incidentali per l’Olio lubrificante

SCENARI INCIDENTALI	N.	%
Rilascio senza conseguenze	12	38,71
Esplosione	5	16,13
Incendio	6	19,35
Non specificato	8	25,81
TOT	31	100,00

Tra le cause generali degli incidenti, le più frequenti sono le rotture da impatto dei serbatoi (Figura 2.3.1/10). Per quel che concerne le attività di stoccaggio le principali cause specifiche di incidente sono errori di manutenzione (Tabella 2.3.1/10).

Olio lubrificante - Cause generali - MHIDAS 04/05

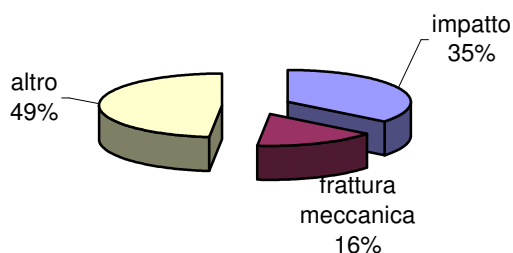


Figura 2.3.1/10 – distribuzione percentuale delle cause generali di guasto

Tabella 2.3.1/10 – Cause specifiche relative agli incidenti avvenuti durante il trasporto in condotta

CAUSA SPECIFICA	N.	%
Sabotaggio o vandalismo	1	3,23
Surriscaldamento	1	3,23
Overfilling	1	3,23
Perdita da flangia o accoppiamento	1	3,23
Sovrappressione	1	3,23
Errore di manutenzione	2	6,45
Incidente ferroviario	3	9,68
Collisione di nave o di chiatta	8	25,80
Altro	13	41,90
TOT	31	100,00

Tra le conseguenze dei 31 incidenti che hanno coinvolto l'olio lubrificante si osservano 3 casi di decessi, 4 casi di ferimenti e 3 casi di evacuazione della zona. Con riferimento all'attività di stoccaggio si è verificato un incidente che ha causato due decessi, due feriti ed ha richiesto l'evacuazione di più di una persona. Due sono stati i casi di incidente riconducibile a pompe o compressori che hanno provocato complessivamente 1 morto e 4 feriti.

2.3.1.6 Ammoniaca

In via preliminare si ritiene opportuno sottolineare che l'analisi storica per l'Ammoniaca di seguito esposta è stata condotta con riferimento alla sostanza pura, mentre all'interno dell'impianto in esame tale sostanza è presente esclusivamente in soluzione acquosa con concentrazione inferiore al 25 %, il cui rateo di evaporazione è estremamente più basso e tale da non comportare conseguenze di rilievo.

Si evidenzia peraltro che la soglia di concentrazione del 25 % è quella che determina la classificazione di rischio nello stoccaggio di questa sostanza.

Tale soluzione inoltre verrà collocata in contenitori protetti, sia rispetto ai movimenti di mezzi all'interno della centrale, sia dal potenziale svio di mezzi che percorrono corso Regina Margherita, l'infrastruttura stradale di elevato transito ai cui margini si colloca la centrale di cogenerazione.

Le cause di incidente più frequenti per l'Ammoniaca, con riferimento alla sostanza pura, sono il cedimento meccanico (38 %), la perdita (21 %) e l'errore umano (16 %). Si nota, inoltre, che le principali conseguenze nei casi suddetti sono il rilascio e la formazione di una nube di gas.

Dall'analisi cause-danni si rileva che gli eventi incidentali causati da errore umano presentano lesioni (in termini di morti/feriti) nel 60% dei casi, mentre per perdita e cedimento meccanico tale percentuale risulta inferiore e pari a circa il 45%.

Le conseguenze più frequenti, come mostrato nella figura seguente, risultano essere il rilascio (75 %), la nube di gas (27 %) e l'esplosione (23 %).

Si è inoltre riscontrato che le cause principali, nei casi in cui si verifica esplosione, sono il cedimento meccanico e cause non determinate; nei casi di rilascio sono il cedimento meccanico e la perdita; per la nube di gas, invece, sono il cedimento meccanico e l'errore umano.

Dall'analisi conseguenze-danni risulta inoltre che il 65% dei casi di esplosione produce lesioni (in termini di morti/feriti), contro il 55% della formazione di nubi di gas e il 45% dei rilasci.

Degli incidenti studiati, il 36 % dei casi ha provocato effetti verso l'esterno e, in particolare, si è verificata l'evacuazione dei residenti (56 %), la contaminazione dei residenti (30 %) e l'interruzione del traffico (18 %).

Le conseguenze principali che hanno generato gli effetti verso l'esterno, risultano essere il rilascio e la formazione di una nube di gas.

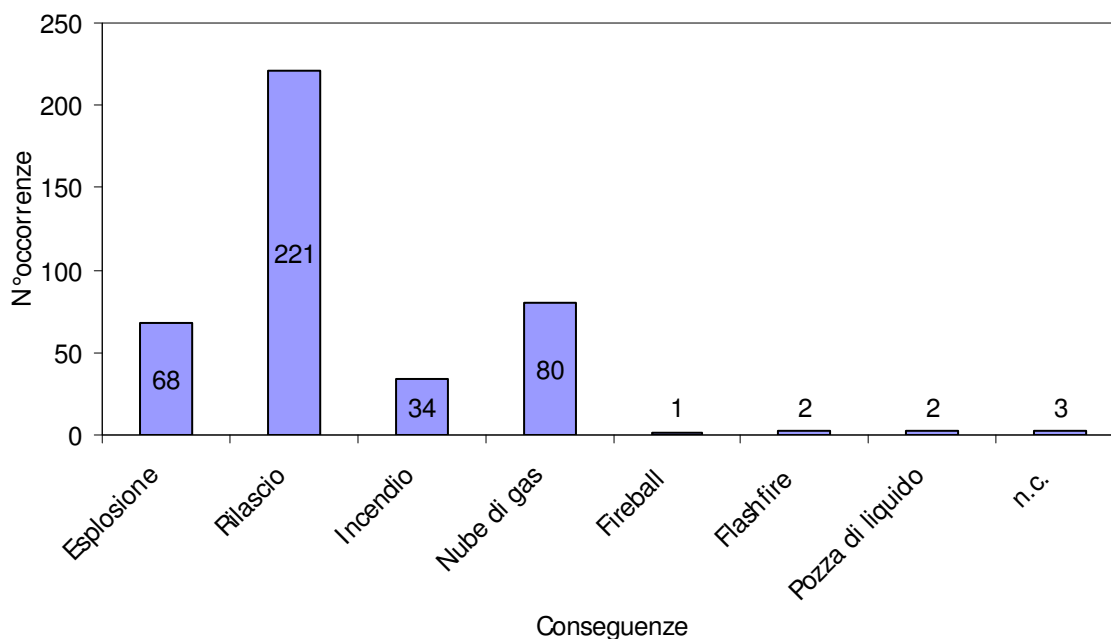


Figura 2.3.1/11 – Conseguenze di incidente in stabilimenti fissi che utilizzano ammoniaca

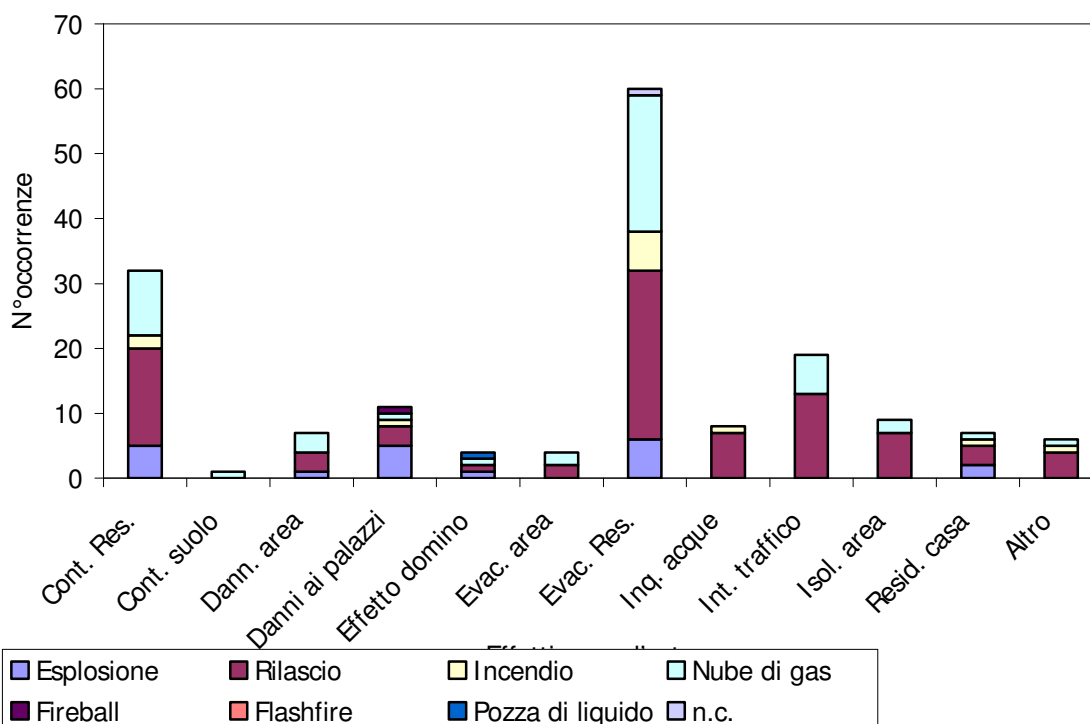


Figura 2.3.1/12 – Analisi conseguenze-effetti verso l'esterno

2.3.2 Analisi funzionale

A seguito dell'analisi dell'impianto, si è realizzato un modello funzionale del sistema sulla base del quale organizzare l'identificazione dei pericoli. Le funzioni individuate sono elencate nella tabella che segue. In allegato sono riportate le tabelle complete relative all'Analisi Funzionale in cui ogni funzione è opportunamente commentata con riferimento alle soluzioni impiantistiche che si prevede verranno adottate.

Tabella 2.3.2/1 – Analisi Funzionale

FUNZIONE	DESCRIZIONE
1.	Produzione energia elettrica/calore
1.1	Fornitura combustibile: gas naturale
1.1.1	Approvvigionamento gas naturale, 12 bar
1.1.1.1	Decompressione/Compressione gas naturale
1.1.1.1.1	Decompressione gas naturale
1.1.1.1.2	Compressione gas naturale
1.1.1.2	Riscaldamento gas naturale
1.1.1.3	Distribuzione gas nell'impianto
1.1.1.3.1	Distribuzione gas, linea 30 bar
1.1.1.3.2	Distribuzione gas, linea 4 bar
1.1.1.4	Protezione linea gas naturale
1.2.	Combustione
1.2.1	Combustione gas naturale nel combustore
1.2.1.1	Controllo combustione
1.2.2	Espansione in turbina a gas
1.2.3	Lubrificazione turbogas e olio di regolazione ed attuazione
1.2.3.1	Stoccaggio lubrificante
1.2.3.2	Distribuzione e pompaggio lubrificanti
1.2.4	Protezione TG
1.2.4.1	Controllo velocità di rotazione TG
1.2.5	Invio a camino dei fumi
1.2.5.1	Abbattimento di NOx dai fumi
1.2.5.1.1	Distribuzione NH ₃
1.2.5.1.2	Sistema di vaporizzazione e accumulo dell'ammoniaca
1.2.5.1.3	Sistema di iniezione dell'ammoniaca
1.2.5.1.3.1	Sistema di controllo erogazione ammoniaca
1.2.5.1.4	Sistema di diluizione dell'ammoniaca
1.2.5.2	Monitoraggio fumi
1.2.5.3	Rilascio fumi in atmosfera
1.3	Produzione vapore
1.3.1	Pompaggio acqua demineralizzata
1.3.2	Stoccaggio acqua demineralizzata
1.3.3	Distribuzione acqua demineralizzata al GVR dall'economizzatore
1.3.4	Trattamento anticorrosivo
1.3.5	Scambio termico nel generatore di vapore a recupero
1.3.5.1	Controllo temperatura vapore in caldaia

FUNZIONE	DESCRIZIONE
1.3.5.2	Regolazione livello d'acqua nel corpo cilindrico
1.3.5.3	Controllo pressione vapore nel corpo cilindrico
1.3.5.4	Verifica efficienza superfici di scambio
1.3.6	Protezione caldaia a recupero
1.4	Espansione vapore
1.4.1	Invio del vapore in turbina
1.4.1.1	Invio vapore alla TV
1.4.2	Espansione vapore in turbina
1.4.3	Protezione TV
1.4.3.1	Regolazione prestazioni turbina con sistema di controllo
1.4.3.2	Controllo velocità di rotazione turbina a vapore
1.4.4	Lubrificazione turbina e alimentazione comandi oleodinamici
1.4.4.1	Stoccaggio lubrificante
1.4.4.2	Distribuzione e pompaggio lubrificante
1.4.5	Invio del vapore espanso al condensatore con condotti di scarico
1.4.6	Condensazione del vapore nel condensatore ad acqua
1.4.6.1	Sistemi di emergenza del condensatore
1.5	Trasformazione lavoro in energia elettrica
1.5.1	Produzione energia elettrica con alternatori gruppi TG
1.5.2	Raffreddamento alternatori gruppi TG
1.5.3	Lubrificazione alternatore gruppo TG
1.5.3.1	Stoccaggio lubrificante alternatore gruppo TG
1.5.3.2	Distribuzione lubrificante
1.5.4	Produzione energia elettrica alternatore della TV
1.5.5	Raffreddamento alternatore della TV
1.5.6	Lubrificazione alternatore gruppo TV
1.5.6.1	Stoccaggio lubrificante alternatore gruppo TV
1.5.6.2	Distribuzione lubrificante
1.6	Trasporto energia elettrica
1.6.1	Trasformazione
1.6.1.1	Isolamento trasformatori
1.6.1.2	Raffreddamento trasformatori
1.6.1.3	Protezione elettrica trasformatori
1.6.1.4	Protezione antincendio trasformatori
1.6.2	Collegamento alla rete
1.6.2.1	Chiusura sezionatori
1.6.2.2	Trasporto via linea aere/sotterranea
2.	Produzione di vapore mediante caldaie ausiliarie
2.1	Fornitura gas naturale
2.1.1	Distribuzione di gas nell'impianto
2.2	Combustione
2.2.1	Combustione di metano nel combustore
2.2.1.1	Controllo della combustione
2.2.1.2	Invio a camino dei fumi
2.3	Produzione vapore
2.3.1	Pompaggio acqua demineralizzata
2.3.2	Stoccaggio acqua demineralizzata
2.3.3	Distribuzione acqua demineralizzata dall'economizzatore

FUNZIONE	DESCRIZIONE
2.3.4	Trattamento anticorrosivo
2.3.5	Scambio termico nel generatore di vapore
2.3.5.1	Controllo temperatura del vapore in caldaia
2.3.5.2	Regolazione livello d'acqua nel corpo cilindrico
2.3.5.3	Controllo pressione nel corpo cilindrico
2.3.5.4	Verifica efficienza superfici di scambio
3.	Sistema acqua di rete
3.1	Sistema di scambio termico
3.1.1	Controllo temperatura scambiatore
3.1.2	Verifica efficienza superfici di scambio
3.2	Pompaggio acqua di rete
3.2.1	Gruppo di pompaggio acqua di rete
3.3	Stoccaggio acqua di rete
3.3.1	Stoccaggio acqua surriscaldata
3.3.2	Stoccaggio acqua di rete
3.4	Linea distribuzione acqua di rete
3.4.1	Distribuzione acqua surriscaldata
3.4.2	Protezione linea acqua surriscaldata
3.5	Additivazione acqua di rete
3.5.1	Approvvigionamento additivi
3.5.2	Stoccaggio alcalinizzanti e deossigenanti chimici a base di prodotti organici (ammine e/o ammoniaca)
4.	Servizi ausiliari
4.1	Aria compressa
4.1.1	Approvvigionamento
4.1.2	Deumidificazione dell'aria
4.1.3	Filtraggio
4.1.4	Compressione dell'aria
4.1.5	Stoccaggio
4.1.6	Distribuzione aria compressa
4.2	Trattamento acque
4.2.1	Acqua grezza
4.2.1.1	Approvvigionamento acqua grezza
4.2.1.2	Stoccaggio acqua grezza
4.2.1.3	Distribuzione acqua grezza
4.2.2	Acqua demineralizzata
4.2.2.1	Impianto di demineralizzazione acqua
4.2.2.2	Stoccaggio acqua demineralizzata
4.2.2.3	Additivi chimici
4.2.2.4	Stoccaggio additivi chimici
4.2.2.4.1	Stoccaggio HCl
4.2.2.4.2	Stoccaggio NaOH
4.2.3	Trattamento acque reflue
4.3	Stoccaggio acque reflue
4.3.1	Riempimento
4.3.1.1	Contenimento
4.4	Fornitura elettrica
4.4.1	Fornitura elettrica principale

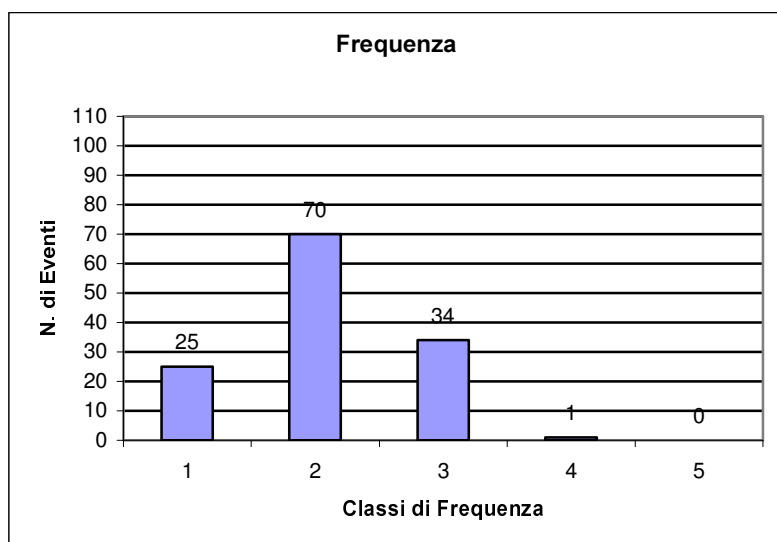
FUNZIONE	DESCRIZIONE
4.4.2	Fornitura elettrica secondaria
4.4.3	Fornitura elettrica di emergenza
4.5	Trattamento fumi
4.5.1	Approvvigionamento NH ₃
4.5.2	Stoccaggio NH ₃
5.	Servizi di protezione
5.1	Protezione da eventi interni
5.1.1	Bacini di contenimento
5.1.2	Sistema antincendio
5.1.2.1	Sistema antincendio ad acqua
5.1.2.1.1	Stoccaggio H ₂ O antincendio
5.1.2.1.2	Sistemi pompaggio antincendio
5.1.2.1.3	Sistema distribuzione antincendio
5.1.2.1.3.1	Sistema di linee di distribuzione
5.1.2.1.3.2	Idranti
5.1.2.1.3.3	Estintori portatili
5.1.2.2	Sistemi antincendio a CO ₂
5.1.2.2.1	Stoccaggio CO ₂
5.1.2.2.2	Distribuzione CO ₂
5.1.2.3	Sistema antincendio a schiuma
5.1.2.3.1	Stoccaggio della schiuma
5.1.2.3.2	Distribuzione della schiuma
5.1.3	Rivelazione incendio: rilevatori di fumo, calore etc...
5.1.4	Sistema di allarme
5.1.5	Sistema di controllo distribuito DCS
5.2	Protezione da eventi esterni
5.2.1	Protezione allagamenti
5.2.2	Protezione da movimenti tellurici
5.2.3	Protezione da missili esterni
5.2.4	Protezione da trombe d'aria
5.2.5	Protezione da fulmini
5.2.6	Protezione da incendi esterni

2.3.3 Identificazione dei pericoli mediante analisi HAZID

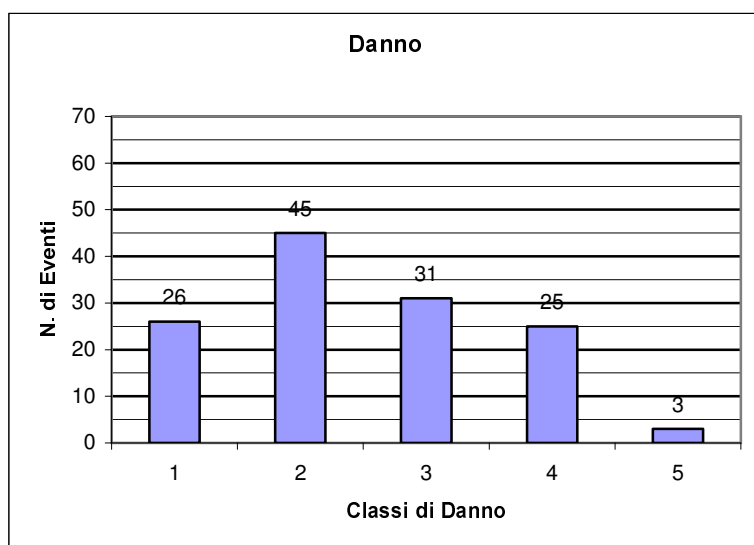
Applicando la tabella per l'identificazione dei pericoli presentata precedentemente, sono state analizzate tutte le funzioni elementari evidenziate mediante l'analisi funzionale. Per ogni funzione sono state esaminate le possibili deviazioni, le cause che le determinano e quindi le conseguenze attese. Sono state inoltre fornite indicazioni sulle salvaguardie oggi già presenti, atte a prevenire o mitigare l'incidente; infine, sono stati valutati qualitativamente le frequenze di accadimento, l'entità dei danni ed il rischio associato.

Le deviazioni funzionali evidenziate sono suddivise, negli istogrammi che seguono, in funzione dei livelli di frequenza di accadimento, di entità del danno e di entità del rischio ad esse associati.

In allegato sono riportate le tabelle complete relative all'analisi HAZID.

Figura 2.3.3/1 – Distribuzione delle deviazioni funzionali rispetto alla frequenza di accadimento

La distribuzione degli eventi in funzione della frequenza presenta un picco sulle basse frequenze, quelle cioè che si riferiscono ad eventi remoti; le rimanenti deviazioni di funzioni presentano per lo più frequenza 3 (eventi attesi al più una volta nella vita dell'impianto). Si segnala un solo evento probabile (F=4) e nessun evento frequente, cioè verificabile più volte nella vita del sistema (F=5).

Figura 2.3.3/2 – Distribuzione delle deviazioni funzionali rispetto all'entità del danno

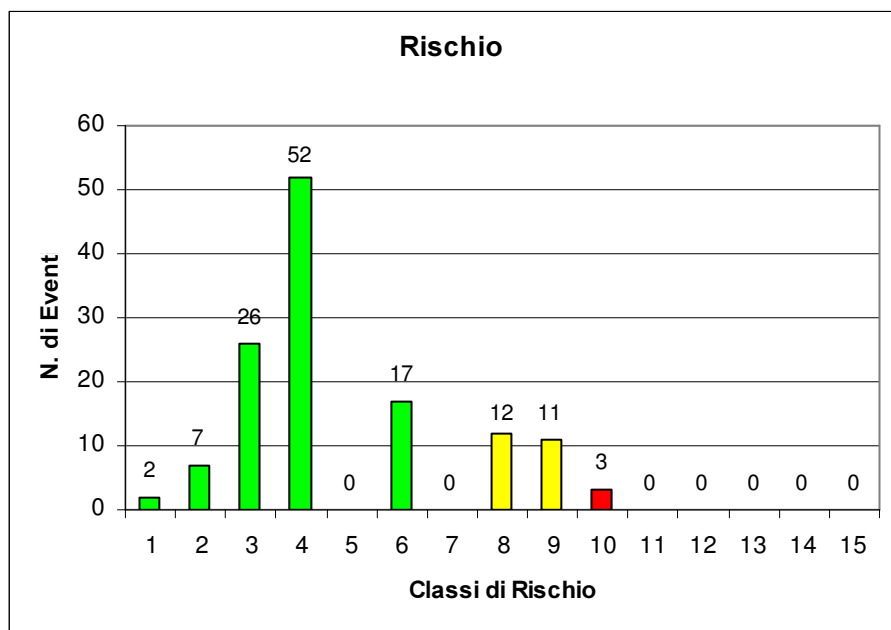
Le conseguenze si distribuiscono in prevalenza sui bassi valori. Su 130 eventi considerati, 25 raggiungono il livello 4 (critico). Si tratta di deviazioni di funzioni che vedono implicati principalmente il gas naturale (linee a 12 bar e 30 bar), il vapore e l'acqua di rete. Gli incidenti che possono scaturire in questi casi possono provocare danni alle persone ed eventualmente innescare effetti domino. È stato considerato un livello di danno 4 anche per i sistemi di protezione di cui è dotato l'impianto: al danno che ne consegue deve essere associata però una frequenza che tenga in conto della frequenza di chiamata ad intervenire del dispositivo di protezione e dell'eventualità che questo sia indisponibile.

Solamente 3 eventi sono stati classificati con un livello di danno pari a 5 (catastrofico) e riguardano il rilascio dalla linea di gas naturale a monte della stazione di riduzione (12 bar) e dalla linea a 30 bar di distribuzione gas all'interno della Centrale.

Relativamente al rischio, questa prima analisi qualitativa mostra che 104 eventi dei 130 analizzati ricadono nella zona di matrice completamente accettabile, 23 nella zona ALARA e 3 eventi nell'area critica. Gli eventi ALARA sono quelli che derivano da incidenti che coinvolgono la linea di approvvigionamento e distribuzione di gas naturale, la linea di distribuzione del vapore, le sostanze utilizzate per l'impianto di demineralizzazione e il sistema elettrico.

Gli eventi che ricadono in area ALARA o critica verranno ripresi e trattati in modo più approfondito nei capitoli successivi.

Figura 2.3.3/3 – Distribuzione delle deviazioni funzionali rispetto al rischio



2.4 SELEZIONE DEGLI EVENTI INIZIATORI

In questo paragrafo si evidenziano gli eventi più critici in grado di scatenare scenari incidentali gravi per frequenza di accadimento o entità delle conseguenze.

2.4.1 Selezione degli eventi critici mediante matrici di rischio

Dai risultati dell'analisi HAZID, è possibile identificare le deviazioni funzionali più critiche in base ai criteri di accettabilità definiti sulla Matrice di Rischio introdotta precedentemente e qui oltre richiamata.

Figura 2.4.1/1 – Matrice di rischio adottata

Matrice di Rischio (Criteri di accettabilità qualitativi del Rischio)					
5					
4					
3					
2					
1					
F/D	1	2	3	4	5

	Inaccettabile: si raccomandano modifiche progettuali e/o di gestione
	ALARA (As Low As Reasonably Achievable): Quasi accettabile, si suggeriscono modifiche progettuali e/o di gestione
	Accettabile: il progetto e la gestione garantiscono già il controllo dei rischi

Nella tabella successiva, sono state inserite nella matrice le funzioni che ricadono in area Inaccettabile o ALARA.

Tabella 2.4.1/1 – Deviazioni funzionali Inaccettabili o ALARA

Classe di Frequenza	5					
	4					
	3			1.1.1.4 1.2.5.1.1 1.6.1.1b 4.2.2.3b 4.2.2.3c 4.2.2.4.1 4.4.3 4.5.1b 4.5.1c 4.5.2 5.1.1b		
	2				1.1.1.1.1a 1.1.1.2 1.1.1.3.2 1.4.1.1 1.6.1.3b 1.6.1.3d 1.6.2.1b 3.3.1 3.3.2 3.4.1 3.4.2 5.1.3a	1.1.1 1.1.1.1.2a 1.1.1.3.1
	1					
		1	2	3	4	5
Classe di Danno						

La tabella che segue riporta una sintesi dell'HAZID con le deviazioni di funzioni che ricadono nell'area Inaccettabile o ALARA.

FUNZIONE	DESCRIZIONE	DEVIAZIONE	CAUSA	CONSEGUENZE	F	D	R	SALVAGUARDIE	RACCOMANDAZIONI
1.	Produzione energia elettrica/calore								
1.1	Fornitura combustibile								
1.1.1	Approvvigionamento gas naturale	Rilascio gas nel tratto di tubazione a 12 bar	Rottura tubazione per corrosione, fatica, tranciamento accidentale	Nube esplosiva, possibile incendio e/o esplosione	2	5	10	Sistema di intercettazione automatica, allarme in sala controllo, valvola di intercettazione manuale. Il sistema antincendio provvede al raffreddamento delle strutture vicine in caso di incendio, onde evitare effetti domino	Verifica periodica dell'integrità strutturale delle tubazioni, flange e saldature. Test periodico della valvola di blocco.
1.1.1.1.a	Decompressione gas naturale	Rilascio gas impianto di riduzione (4 bar)	Rottura tubazione o valvola per corrosione, fatica, tranciamento accidentale	Nube esplosiva, possibile incendio e/o esplosione	2	4	8	Sistema di intercettazione automatica, allarme in sala controllo, valvola di intercettazione manuale. Il sistema antincendio provvede al raffreddamento delle strutture vicine in caso di incendio, onde evitare effetti domino	Verifica periodica dell'integrità strutturale delle tubazioni, flange e saldature. Test periodico della valvola di blocco.

FUNZIONE	DESCRIZIONE	DEVIAZIONE	CAUSA	CONSEGUENZE	F	D	R	SALVAGUARDIE	RACCOMANDAZIONI
1.1.1.1.2a	Compressione gas naturale	Rilascio gas impianto di compressione (30 bar)	Rottura tubazione o componente per corrosione, fatica, tranciamento accidentale	Nube esplosiva, possibile incendio e/o esplosione	2	5	10	Sistema di intercettazione automatica, allarme in sala controllo, valvola di intercettazione manuale. Il sistema antincendio provvede al raffreddamento delle strutture vicine in caso di incendio, onde evitare effetti domino	Verifica periodica dell'integrità strutturale delle tubazioni, flange e saldature. Test periodico della valvola di blocco.
1.1.1.2	Riscaldamento gas naturale	Rilascio gas	Rottura tubazione o componente per urto esterno, corrosione, fatica	Nube esplosiva localizzata, possibile incendio e/o esplosione	2	4	8	Sistema di intercettazione automatica, allarme in sala controllo, valvola di intercettazione manuale. Il sistema antincendio provvede al raffreddamento delle strutture vicine in caso di incendio, onde evitare effetti domino	

FUNZIONE	DESCRIZIONE	DEVIAZIONE	CAUSA	CONSEGUENZE	F	D	R	SALVAGUARDIE	RACCOMANDAZIONI
1.1.1.3.1	Distribuzione gas, linea a 30 bar	Rilascio gas	Rottura tubazione per corrosione, fatica, tranciamento accidentale	Nube esplosiva, possibile incendio e/o esplosione	2	5	10	Tubazione interrata. Sistema di intercettazione automatica, allarme in sala controllo, valvola di intercettazione manuale. Il sistema antincendio provvede al raffreddamento delle strutture vicine in caso di incendio, onde evitare effetti domino	Posare la linea in modo che non passi in prossimità di serbatoi o tubazioni di sostanze tossiche e/o infiammabili, o di strutture cruciali per l'impianto Verifica periodica dell'integrità strutturale delle tubazioni, flange e saldature. Test periodico della valvola di blocco.
1.1.1.3.2	Distribuzione gas, linea a 4 bar	Rilascio gas	Rottura tubazione per corrosione, fatica, tranciamento accidentale	Nube esplosiva, possibile incendio e/o esplosione	2	4	8	Sistema di intercettazione automatica, allarme in sala controllo, valvola di intercettazione manuale. Il sistema antincendio provvede al raffreddamento delle strutture vicine in caso di incendio, onde evitare effetti domino	Posare la linea in modo che non passi in prossimità di serbatoi o tubazioni di sostanze tossiche e/o infiammabili, o di strutture cruciali per l'impianto Verifica periodica dell'integrità strutturale delle tubazioni, flange e saldature. Test periodico della valvola di blocco.
1.1.1.4	Protezione linea gas naturale	Rilascio gas	Intervento spurio valvole di rilascio	Formazione di nube gas. Possibile innesco con conseguente incendio/esplosione	3	3	9		Test periodico delle valvole di sicurezza
1.2	Combustione								
1.2.5.1.1	Distribuzione ammoniacca	Rilascio NH ₃	Rottura tubazione o valvola per corrosione, fatica, tranciamento accidentale. Perdita da flange	Spandimento di NH ₃ Indisponibilità di ammoniacca / Mancato abbattimento fumi	3	3	9		Verifica periodica dell'integrità delle tubazioni
1.3	Produzione vapore								
1.4	Espansione vapore in turbina								

FUNZIONE	DESCRIZIONE	DEVIAZIONE	CAUSA	CONSEGUENZE	F	D	R	SALVAGUARDIE	RACCOMANDAZIONI
1.4.1.1	Invio vapore alla TV	Rilascio vapore da tubazione	Rottura condotto per urti, eventi esterni, fatica, corrosione	Getto di vapore ad alta temperatura e pressione, eventuali danni al personale presente	2	4	8	Possibilità di intercettare la linea mediante valvola ad azionamento manuale.	Ridurre al minimo la lunghezza delle tubazioni. Assicurarsi che non passino in prossimità di stoccaggi o tubazioni contenenti sostanze pericolose
1.5	Trasformazione lavoro in energia elettrica								
1.6	Trasporto energia elettrica								
1.6.1	Trasformazione								
1.6.1.1b	Isolamento trasformatori	Scoppio del trasformatore	Aumento della pressione all'interno del trasformatore	Proiezione di frammenti, rilascio di olio con possibilità di innesco	3	3	9	Le celle di alloggiamento dei trasformatori presentano basamento in cemento armato, muri tagliafiamma su tre lati e solaio tagliafuoco.	Manutenzione periodica dei trasformatori
1.6.1.3b	Protezione elettrica sui trasformatori	Mancato intervento del sistema di controllo locale e regolazione della temperatura dell'olio, della corrente del neutro, del livello dell'olio.	Malfunzionamento del sistema di rilevatori	Mancata segnalazione di anomalie. Possibile danneggiamento impianto per perdita isolamento trasformatore. Rilascio olio possibile incendio.	2	4	8	Controllo da DCS. Sistema antincendio	
1.6.1.3d	Protezione elettrica sui trasformatori	Mancato intervento della protezione Bucholtz	Malfunzionamento rilevatori. Protezione Bucholtz inattiva	Presenza di possibili inneschi. Rottura del trasformatore. Mancata apertura sezionatori	2	4	8	Flangia di sicurezza sui trasformatori. Sistema antincendio	Inserimento di un sistema in grado di assicurare la contemporanea apertura di tutti gli interruttori di tutti i trasformatori

FUNZIONE	DESCRIZIONE	DEVIAZIONE	CAUSA	CONSEGUENZE	F	D	R	SALVAGUARDIE	RACCOMANDAZIONI
1.6.2.1b		Mancato intervento sistemi di protezione	Interruttori bloccati chiusi, guasto sistema di protezione. Guasto sistema aria compressa servizi.	Scarica elettrica a terra Rottura del trasformatore, sovraccarico trasformatori ed impianto	2	4	8		Test periodico sui sezionatori
2.	Produzione di vapore mediante caldaie ausiliarie								
2.1	Fornitura gas naturale								
2.2	Combustione								
2.3	Produzione vapore								
3	Sistema acqua di rete								
3.1	Sistema di scambio termico								
3.2	Pompaggio acqua di rete								
3.3	Stoccaggio acqua di rete								
3.3.1	Stoccaggio acqua surriscaldata	Mancato contenimento	Cedimento dovuto a corrosione, fatica, urto, elevata pressione	Rilascio acqua ad alta temperatura e pressione	2	4	8	Valvola di sfiato; bacino di contenimento	Verifica integrità serbatoi
3.3.2	Stoccaggio acqua di rete	Mancato contenimento	Cedimento dovuto a corrosione, fatica, urto	Rilascio acqua ad alta temperatura	2	4	8	Valvola di sfiato; bacino di contenimento	Verifica integrità serbatoi
3.4	Linee di distribuzione acqua di rete								
3.4.1	Distribuzione acqua di rete	Rilascio acqua da tubazione	Rottura condotto per urti, eventi esterni, fatica, corrosione	Getto di acqua ad alta temperatura, eventuali danni al personale presente	2	4	8		
3.4.2	Protezione linea acqua di rete	Mancata apertura valvola di sfiato	Valvola di sfiato bloccata chiusa	Eccessiva temperatura e pressione nei serbatoi; possibile cedimento del serbatoi	2	4	8		Test periodici sulla valvola di sfiato
3.5	Additivazione acqua di rete								
4.	Servizi ausiliari								
4.1	Aria compressa								

FUNZIONE	DESCRIZIONE	DEVIAZIONE	CAUSA	CONSEGUENZE	F	D	R	SALVAGUARDIE	RACCOMANDAZIONI
4.1.6b		Parziale distribuzione	Perdita tubazioni nelle	Parziale fornitura di aria compressa Bassa pressione alle utenze. Malfunzionamenti dei sistemi di regolazione e controllo pneumatici	2	2	4	Controllo da DCS	
4.2	Trattamento acque								
4.2.2.3b	Approvvigionamento additivi chimici	Rilascio in fase di carico/scarico	Errore operatore o distacco manichetta	Spandimento non confinato	3	3	9	Sistema di contenimento, neutralizzazione e raccolta degli spandimenti se la connessione per il carico del serbatoio si trova dentro la vasca di contenimento.	Assicurarsi che i bocchelli per il carico/scarico dei serbatoi di stoccaggio siano situati all'interno della vasca di contenimento, e siano diversi (in tipologia e colore) per acido e soda
4.2.2.3c	Approvvigionamento additivi chimici	Connessione manichetta al bocchettone errato	Errore operatore	Fuoriuscita vapori acidi e idrogeno dalla valvola di respirazione. Per grossi quantitativi, possibile cedimento del serbatoio.	3	3	9	Blocco pompe di emergenza	Diversificare i bocchettoni per HCl e NaOH. Etichettare con più chiarezza i bocchettoni
4.2.2.4.1	Stoccaggio HCl	Rilascio di HCl	Fessurazione serbatoio e/o linee di trasferimento per corrosione	Spandimento di HCl	3	3	9	I serbatoi sono su vasche in cemento armato in grado di trattenere tutto il contenuto dei serbatoi stessi.	Controlli spessimetrici periodici del serbatoio
4.3	Stoccaggio acque reflue								
4.4	Fornitura elettrica								
4.4.3	Fornitura elettrica di emergenza	Mancata alimentazione elettrica	Guasto al generatore di emergenza	Mancata alimentazione sistemi di emergenza in caso di incidente	3	3	9	Test periodico	Verificare la dislocazione del generatore affinché non possa essere coinvolto da incendi e/o esplosioni
4.5	Trattamento fumi								

FUNZIONE	DESCRIZIONE	DEVIAZIONE	CAUSA	CONSEGUENZE	F	D	R	SALVAGUARDIE	RACCOMANDAZIONI
4.5.1b		Rilascio in fase di carico/scarico	Errore operatore o distacco manichetta	Spandimento non confinato	3	3	9	Sistema di contenimento, neutralizzazione e raccolta degli spandimenti se la connessione per il carico del serbatoio si trova dentro la vasca di contenimento.	Assicurarsi che i bocchelli per il carico/scarico dei serbatoi di stoccaggio siano situati all'interno della vasca di contenimento, e siano diversi (in tipologia e colore) per acido e soda e ammoniaca
4.5.1c		Connessione manichetta al bocchettone errato	Errore operatore	Fuoriuscita vapori acidi e idrogeno dalla valvola di respirazione. Per grossi quantitativi, possibile cedimento del serbatoio.	3	3	9	Blocco di emergenza delle pompe	Diversificare i bocchettoni per HCl, NaOH, NH ₃ . Etichettare con chiarezza i bocchettoni
4.5.2	Stoccaggio ammoniaca	Rilascio di NH ₃	Fessurazione serbatoio	Spandimento di NH ₃ / Indisponibilità di ammoniaca / Mancato abbattimento fumi	3	3	9	I serbatoi sono su vasche in cemento armato in grado di trattenere tutto il contenuto dei serbatoi stessi.	Controlli spessimetrici periodici del serbatoio
5.	Servizi di protezione								
5.1	Protezione da eventi interni								
5.1.1b		Presenza di sorgenti di innesco nel bacino	Avviamento pompe. Sorgenti di innesco esterne	Innesco eventuale pozza di combustibile	3	3	9		
5.1.3a	Rilevazione incendio: rilevatori di fumo, calore etc...	Mancata rilevazione	Malfunzionamento sensori, guasto sistema di controllo	Mancata segnalazione di incendio	2	4	8		Sistemi di rilevazione del tipo indirizzabile dotati di autodiagnostica Manutenzione e test
5.2	Protezione da eventi esterni								

2.4.2 Raggruppamento degli eventi iniziatori

Risalendo dalle deviazioni di processo inaccettabili o ALARA alle relative conseguenze, è possibile organizzare una lista di eventi incidentali (guasti, errori, eventi naturali o esterni) che possono diventare iniziatori di sequenze incidentali gravi.

Dai risultati emersi nelle fasi precedenti dello studio si identificano le categorie riportate in Tabella 2.4.2/1.

Tabella 2.4.2/1 – Categorie degli eventi iniziatori

CAT.	DESCRIZIONE
1	Rilascio di gas naturale
2	Getto di vapore
3	Rilascio di olio dei trasformatori
4	Cedimento serbatoio pressurizzato
5	Rilascio acqua di rete
6	Rottura di una tubazione di TLR all'esterno della Centrale
7	Spandimento sostanze chimiche
8	Rilascio di gasolio

Gli eventi iniziatori emersi dall'HAZID vengono quindi abbinati alla categoria più affine, ottenendo la tabella che segue.

Tabella 2.1.2/2 – Raggruppamento eventi iniziatori

CAT.	DESCRIZIONE	FUNZIONE	EVENTO INIZIATORE
1	Rilascio di gas naturale	1.1.1 Approvvigionamento gas naturale	Rottura tubazione per corrosione, fatica, tranciamento accidentale
		1.1.1.1.a Decompressione gas naturale	Rottura tubazione per corrosione, fatica, tranciamento accidentale
		1.1.1.1.2a Compressione gas naturale	Rottura tubazione per corrosione, fatica, tranciamento accidentale
		1.1.1.2 Riscaldamento gas naturale principale	Rottura tubazione o componente per urto esterno, corrosione fatica
		1.1.1.3.1 Distribuzione gas, linea a 30 bar	Rottura tubazione per corrosione, fatica, tranciamento accidentale
		1.1.1.3.2 Distribuzione gas, linea a 4 bar	Rottura tubazione per corrosione, fatica, tranciamento accidentale
		1.1.1.4 Protezione linea gas naturale	Intervento spurio valvole di rilascio
2	Getto di vapore	1.4.1.1 Invio vapore alla TV	Rottura condotto per urti, eventi esterni, fatica
3	Rilascio di olio dai trasformatori	1.6.1.1b Scoppio del trasformatore	Aumento della pressione all'interno del trasformatore
		1.6.1.3b/d Protezione elettrica sui trasformatori	Malfunzionamento del sistema di rilevatori e protezione Bucholz
4	Cedimento serbatoio pressurizzato	3.3.1 Stoccaggio acqua surriscaldata	Cedimento dovuto a corrosione, fatica, urto, elevata pressione

CAT.	DESCRIZIONE	FUNZIONE	EVENTO INIZIATORE
5	Rilascio acqua di rete	3.3.2 Stoccaggio acqua a pressione atmosferica	Cedimento dovuto a corrosione, fatica, urto
6	Rottura di una tubazione di TLR all'esterno dell'area della Centrale	3.4.1 Distribuzione acqua surriscaldata	Rottura condotto per urti, eventi esterni, fatica, corrosione
7	Spandimento sostanze chimiche	4.2.2.3b/c Approvvigionamento HCl	Errore operatore o distacco manichetta
		4.2.2.4.1 Stoccaggio HCl	Fessurazione serbatoio e/o linee di trasferimento per corrosione
		1.2.5.1.1 Distribuzione NH ₃	Rottura tubazione per corrosione, fatica, tranciamento accidentale. Perdita da flange.
		4.5.1b/c Approvvigionamento NH ₃	Errore operatore o distacco manichetta
		4.5.2 Stoccaggio NH ₃	Fessurazione serbatoio
8	Rilascio di gasolio	4.4.3 Stoccaggio di gasolio per il gruppo elettrogeno	Fessurazione del serbatoio di stoccaggio

2.4.3 Selezione eventi iniziatori di riferimento

Per ciascuna delle categorie si seleziona ora l'Evento Iniziatore di Riferimento, ossia l'evento iniziatore in grado di generare lo scenario incidentale più gravoso.

La selezione e la relativa giustificazione sono indicate nel seguito.

EIR 1: Rottura delle tubazioni di alimentazione gas naturale

La rottura delle tubazioni che trasportano il gas naturale comporta l'emissione in atmosfera di un quantitativo variabile di gas naturale. La quantità rilasciata varia a seconda dei tempi di intervento dei sistemi protettivi, delle condizioni di efflusso e dell'entità delle rotture. I fenomeni che possono svilupparsi in seguito al rilascio sono: jet fire in caso di innesco immediato, ed esplosione non confinata in caso di innesco ritardato della nube.

Nella Centrale in oggetto si possono identificare quattro linee di alimentazione metano:

- Alimentazione Centrale: 12 bar, DN 600
- Alimentazione turbogas. 30 bar, DN 200
- Alimentazione caldaie: 4 bar, DN 250

Nel successivo capitolo si studieranno gli eventi incidentali coinvolgenti la linea di alimentazione Centrale (12 bar) e la linea di alimentazione turbogas (30 bar) in quanto presentano le condizioni più critiche di efflusso.

EIR 2: Rottura della tubazione di adduzione del vapore alla TV

In conseguenza della rottura della tubazione per il trasferimento del vapore surriscaldato dalla caldaia a recupero verso l'espansione in turbina a vapore, si produce un getto di vapore surriscaldato ad alta pressione che potrà andare ad insistere su strutture, serbatoi, personale provocando danni in seguito ad ustione.

EIR 3: Rilascio di olio dei trasformatori

Il rilascio di olio dai trasformatori può comportare l'innesco di un incendio da pozza, come emerso dall'analisi storica. Se la pozza è confinata, gli effetti dell'incendio sono limitati nelle immediate vicinanze. Possibilità di ustioni per il personale presente.

EIR 4: Cedimento del serbatoio pressurizzato

A seguito del cedimento di una flangia, la rottura o il tranciamento di una tubazione connessa ad uno dei serbatoi in pressione (capacità 800 m³) si avrebbe il rilascio dell'acqua ad elevata temperatura e pressione in essi contenuta. Possibilità di ferimenti ed ustioni per il personale presente.

EIR 5: Rilascio di acqua di rete da serbatoio a pressione atmosferica

A seguito del cedimento di una flangia, la rottura o tranciamento di una tubazione connessa al serbatoio a pressione atmosferica di capacità pari a 1000 m³ si avrebbe il rilascio dell'acqua ad elevata temperatura in esso contenuta. Possibilità di ferimenti ed ustioni per il personale presente.

EIR 6: Rottura di una tubazione rete TLR all'esterno dell'area di Centrale

A seguito di un urto, provocato da una macchina operatrice durante l'esecuzione dei lavori di scavo in prossimità del percorso urbano della rete di teleriscaldamento, si può verificare la rottura di una tubazione contenente acqua di rete alla temperatura massima di 120°C e alla pressione massima di 16 bar. Possibilità di ferimenti ed ustioni per il personale presente.

EIR 7: Rilascio di sostanze chimiche

In caso di errore nella connessione o rottura della manichetta di travaso da autobotte dell'Acido Cloridrico o dell'Ammoniaca, si avrebbe il rilascio a terra di una delle sostanze, con conseguente sviluppo di vapori tossici e possibilità di ustioni chimiche.

EIR 8: Rilascio di gasolio

All'interno della Centrale è presente un serbatoio contenente 3000 litri di gasolio. In caso di rottura, si avrebbe lo sversamento al suolo dell'idrocarburo all'interno del bacino di contenimento. Se innescata, la pozza che si forma potrebbe dare luogo ad un pool fire. Possibilità di ustioni per il personale presente.

2.4.4 Considerazioni sull'identificazione dei pericoli

L'analisi dei malfunzionamenti ha permesso di evidenziare in modo sistematico tutti gli eventi in grado di originare sequenze incidentali gravi in termini di conseguenze per l'ambiente, per il personale d'impianto e per la popolazione residente in prossimità del sito, oltre che per la funzionalità d'impianto. Nel prosieguo verranno discussi tutti gli scenari incidentali legati agli eventi di riferimento identificati al fine di effettuare una valutazione del rischio correlata e valutarne l'accettabilità.

2.5 ANALISI DEGLI SCENARI INCIDENTALI

In riferimento alle criticità evidenziate in fase di identificazione dei pericoli, si trattano nel seguito gli scenari incidentali che potrebbero verificarsi a seguito degli eventi iniziatori di riferimento identificati.

Sulla base dell'esperienza maturata dagli analisti, gli scenari relativi al rilascio di gas naturale sono stati ritenuti i più significativi e i più critici per impianti quali quello considerato; in particolare si ritiene siano gli unici scenari incidentali che potrebbero comportare un danno per le aree esterne al recinto di impianto, considerando anche la collocazione delle altre sostanze pericolose nell'area di impianto.

Tali scenari sono stati analizzati quantitativamente, stimandone frequenza di accadimento e danno associato secondo la metodologia descritta dettagliatamente in precedenza.:

- 1) Analisi delle sequenze incidentali: per gli eventi iniziatori selezionati, si determinano le sequenze incidentali a cui questi possono dare origine e per ciascuna di esse si stima la frequenza di accadimento ed il danno associato. La metodologia utilizzata è quella che prevede l'utilizzo di alberi degli eventi per la determinazione delle possibili sequenze incidentali e la stima delle relative frequenze di accadimento e danni associati.
- 2) Valutazione del Rischio: dalle stime di frequenza e danno delle sequenze incidentali individuate, si valuta il rischio relativo e lo si confronta con i criteri di accettabilità comunemente adottati.

Per quel che concerne gli altri eventi iniziatori emersi dall'identificazione dei pericoli, con riferimento all'esperienza maturata per impianti simili, si è proceduto ad un'analisi qualitativa delle possibili evoluzioni incidentali; ponendo particolare attenzione all'adeguatezza dei sistemi di prevenzione e mitigazione previsti al fine di ridurre il rischio associato agli incidenti.

2.5.1 Analisi delle sequenze incidentali e stima dei danni

Per ciascuno dei possibili eventi iniziatori di riferimento coinvolgenti il gas naturale, si riporta l'albero degli eventi relativo che presenta tutte le possibili sequenze incidentali e, in base a questo, si determinano gli scenari più significativi in termini di frequenza di accadimento e danno atteso. Come si vedrà dagli alberi degli eventi ottenuti, i danni ambientali di un potenziale incidente sono piuttosto contenuti, pertanto ci si sofferma in particolare sui possibili danni alle persone.

La valutazione delle conseguenze richiede la stima della vulnerabilità del personale e della popolazione in termini di persone coinvolte dall'incidente e persone decedute. Per procedere a questa determinazione sarà necessario discutere qui alcune premesse.

Definizione dei bersagli: densità di popolazione all'interno ed all'esterno dell'impianto

Si è assunto che il numero massimo di persone che contemporaneamente possono essere presenti all'interno dello stabilimento sia di 10 unità, che corrisponde ad una densità di circa $1,8 \cdot 10^{-4}$ persone/m².

Per quanto riguarda la popolazione esterna al sito, si è assunto come riferimento il dato di densità demografica del comune di Torino, pari a 6587 abitanti/km² [6] (dato utilizzato $6,6 \cdot 10^{-3}$ abitanti/m²); tale valore risulta estremamente conservativo in considerazione dell'area in esame.

Vulnerabilità dei bersagli

- In caso di esplosione esterna si ipotizza che il 3% delle persone che si trovano in ambiente chiuso e il 5% di quelle che si trovano all'aperto, coinvolte da un'onda di pressione superiore agli 0,3 bar, deceda. Questa stima è di carattere conservativo, Lees [17] suggerisce infatti una probabilità di morte inferiore all'1% per sovrappressioni inferiori a 1-2 bar.

Per le esplosioni che si verificano all'interno di ambienti chiusi, si è assunto un coefficiente di vulnerabilità pari al 100%, abbinato ad un'area di danno pari alla massima superficie libera del locale.

Relativamente agli effetti dell'esplosione sul traffico stradale, si ipotizza un coefficiente di vulnerabilità pari al 10% nei confronti delle persone che si trovano all'interno degli autoveicoli; tale valore conservativo tiene conto sia dei veicoli direttamente coinvolti dall'evento incidentale avvenuto nella Centrale, sia dei possibili sinistri tra veicoli conseguenti ad esso. Si sottolinea che il tratto stradale maggiormente interessato dal verificarsi di un'esplosione sarebbe il corso Regina Margherita, caratterizzato da un intenso traffico viario.

- In caso di jet fire, si suppone una vulnerabilità del 100% per l'area interessata dalla fiamma; si ipotizza, inoltre, che deceda il 5% delle persone raggiunte da un irraggiamento pari a 12,5 kW/m²: quest'ipotesi risulta conservativa in quanto Lees [17] suggerisce un valore di 1% di letalità per un irraggiamento di 10,2 kW/m² della durata di almeno 45,2 secondi.

Disponibilità dell'alimentazione elettrica e del servizio di aria compressa

Ai fini dell'analisi probabilistica si ipotizza la completa disponibilità dell'aria strumenti e dell'alimentazione elettrica dei sistemi di emergenza. Questa ipotesi è giustificata dall'elevato livello di ridondanza di questi sistemi che rende trascurabile l'indisponibilità di tali servizi se confrontata con quella dei sistemi di emergenza stessi (valvole, sensori, ecc.); si ha infatti:

- Indisponibilità dell'alimentazione elettrica: $8,9 \cdot 10^{-8}$
Questo valore è stato ottenuto considerando la contemporanea indisponibilità dell'alimentazione elettrica principale, valutata pari a $5,7 \cdot 10^{-5}$, e di quella di emergenza, pari a $1,5 \cdot 10^{-3}$ (banca dati OREDA 84).
- Indisponibilità dell'aria strumenti: $2,7 \cdot 10^{-8}$
Il valore di indisponibilità riportato è stato ottenuto considerando la contemporanea indisponibilità del sistema di produzione dell'aria compressa ($1,1 \cdot 10^{-3}$, banca dati OREDA 84) e dello stoccaggio della stessa ($2,42 \cdot 10^{-5}$, OREDA 84).

Stato degli impianti e delle apparecchiature

Le probabilità di corretto funzionamento degli impianti e delle apparecchiature (es. valvole di blocco, impianti antincendio) utilizzate in questa analisi, e ricavate da apposite banche dati, si riferiscono a componenti correttamente installati e mantenuti, sottoposti a verifiche periodiche della loro integrità.

2.5.2 Analisi delle sequenze incidentali

2.5.2.1 EIR 1a: Rottura della tubazione di alimentazione metano alla Centrale

Il gas naturale distribuito dalla SNAM, che alimenta la Centrale è composto prevalentemente da metano, con piccole quantità di altri idrocarburi leggeri, quali etano, propano, ecc. Per questo motivo le simulazioni sono state condotte utilizzando come parametri di riferimento le proprietà chimico fisiche del metano.

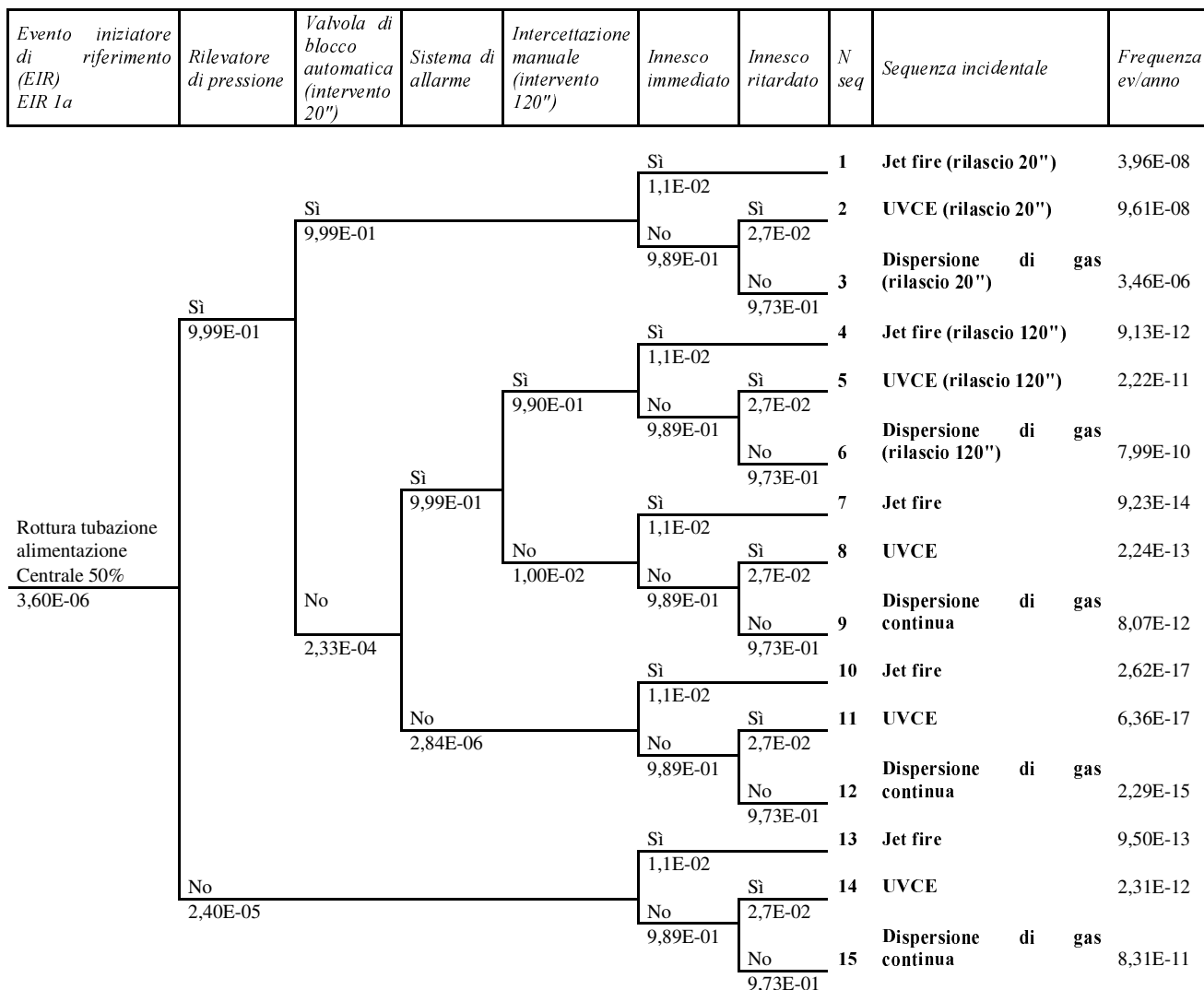
Lo scenario concerne il rilascio da tubazione che trasporta il gas naturale dal punto di consegna SNAM al gruppo compressione/decompressione. La tubazione ha un diametro di 24" (DN 600), la pressione massima prevista è di 12 bar, la lunghezza è pari a circa 40 m (confine Sud-Est della Centrale - stazione di compressione/decompressione) e la posa è di tipo interrata.

Le simulazioni sono state condotte considerando sempre il valore di pressione massima e sono quindi di carattere conservativo.

In caso di rottura della tubazione, è prevista l'intercettazione della linea in 20 secondi tramite un sistema di sezionamento automatico attivato da bassa pressione in ingresso macchine. Nel caso in cui tale azionamento non funzionasse e l'area nella quale è collocata la valvola di sezionamento non fosse coinvolta dalla fuga di gas, è previsto l'azionamento manuale di essa da parte di un operatore. In aggiunta alle precedenti modalità di sezionamento, si sottolinea la presenza di una valvola di competenza SNAM all'interno della Centrale e di una seconda, sempre di competenza SNAM, posta nei pressi di piazza Cirene sulla linea di stacco da rete SNAM diretta verso la Centrale. Tali valvole sono gestite da sala operativa SNAM su richiesta di intervento di IRIDE Energia.

Nella figura seguente è rappresentato l'albero degli eventi identificato per l'evento in oggetto. Si sottolinea come nell'analisi probabilistica, cautelativamente, non sia stata considerata la possibilità di sezionamento della linea tramite le valvole SNAM.

Figura 2.5.2/1 – Albero degli Eventi (EIR 1a)



Rilascio di gas

Al fine di stimare le quantità di metano coinvolte in un incendio o in un'esplosione in seguito alla rottura della tubazione in oggetto, è necessario determinare la portata di gas nelle varie fasi del rilascio.

Nel lasso di tempo che precede l'intercettazione automatica, il gas fluisce con portata costante. Segue quindi la fase di svuotamento della tubazione, con portata variabile e decrescente.

Il calcolo della portata di rilascio è eseguito con un modello di rilascio di gas da tubazioni del TNO. La Tabella 2.5.2/1 ne riporta i parametri di input significativi e i risultati, considerando due ipotesi di rottura: 50% del diametro (corrispondente ad una rottura catastrofica) e 10% del diametro. Il tranciamento completo a ghigliottina della tubazione e relativo disassamento (100% del diametro) è stato ritenuto un evento non credibile dato l'elevato diametro della tubazione e l'elevata resistenza meccanica (che porta a considerare altamente improbabile il completo tranciamento anche in caso di urti esterni), e l'implementazione di un corretto piano di ispezioni e manutenzione preventiva.

Tabella 2.5.2/1 – Rilascio di gas dalla tubazione di alimentazione metano alla Centrale

Dati	
Rottura 50 % D	Rottura 10 % D

Pressione del gas [bar]	12	Pressione del gas [bar]	12
Temperatura del gas [°C]	15	Temperatura del gas [°C]	15
Lunghezza tubazione [m]	40	Lunghezza tubazione [m]	40
Diametro tubazione [mm]	600	Diametro tubazione [mm]	600
Diametro della rottura [mm]	300	Diametro della rottura [mm]	60
Risultati			
Rottura 50 % D		Rottura 10 % D	
Portata iniziale [kg/s]	91	Portata iniziale [kg/s]	4
Massa fuoriuscita in 120" [kg]	10920	Massa fuoriuscita in 120" [kg]	480

Jet fire

In caso di innesco immediato della portata di gas rilasciato in seguito alla rottura della tubazione, si produce un jet fire.

Considerando le portate di rilascio calcolate in precedenza per le due ipotesi di rottura, si sono calcolati lunghezza massima e larghezza della fiamma e la distanza massima a cui si ha un valore di irraggiamento termico superiore ai 12,5 kW/m². La Tabella 2.5.2/2 riporta i risultati ottenuti applicando il modello di Chamberlain del TNO. Per quanto riguarda la velocità del vento si è assunto, in via conservativa, un valore pari a 2 m/s.

Tabella 2.5.2/2 – Jet fire da tubazione di alimentazione metano alla Centrale

Dati			
Rottura 50 % D		Rottura 10 % D	
Portata di gas [kg/s]	91	Portata di gas [kg/s]	4
Pressione del gas [bar]	12	Pressione del gas [bar]	12
Temperatura del gas [°C]	15	Temperatura del gas [°C]	15
Velocità del vento [m/s]	2	Velocità del vento [m/s]	2
Temperatura ambiente [°C]	15	Temperatura ambiente [°C]	15
Umidità relativa	60%	Umidità relativa	60%
Risultati			
Rottura 50 % D		Rottura 10 % D	
Lunghezza jet fire [m]	107	Lunghezza jet fire [m]	22
Ampiezza jet fire in punta [m]	30	Ampiezza jet fire in punta [m]	8
Ampiezza jet fire alla base [m]	5	Ampiezza jet fire alla base [m]	1
Distanza massima a cui si ha un flusso termico di [m]		Distanza massima a cui si ha un flusso termico di [m]	
12.5 kW/m ²	120	12.5 kW/m ²	24
7 kW/m ²	123	7 kW/m ²	25
5 kW/m ²	125	5 kW/m ²	25
3 kW/m ²	130	3 kW/m ²	25

Nonostante il tratto di tubazione in questione abbia una posa interrata e nonostante l'area circostante non comprenda installazioni o strutture presso le quali è prevedibile la presenza continua di personale, non si esclude che la fiamma possa investire delle persone all'interno della Centrale.

Viceversa si esclude che la fiamma possa investire direttamente bersagli esterni alla Centrale, grazie alla presenza delle mura perimetrali, pertanto il danno verso l'esterno potrebbe derivare esclusivamente da fenomeni di irraggiamento. Possibili bersagli, oltre alle persone, potrebbero essere rappresentati dalle autovetture circolanti nelle vie limitrofe (str. del Pansa e c.so Regina Margherita), è però ragionevole considerare i danni prodotti trascurabili; a giustificazione di ciò si consideri che le persone che vi transitano sono protette dagli abitacoli dei veicoli e che un'eventuale esposizione ad irraggiamento sarebbe per un intervallo di tempo molto breve. Analogamente, a fronte della probabile futura collocazione della linea ferroviaria Torino-Lione lungo il lato Est della Centrale, si esclude un probabile coinvolgimento di essa, considerando che la linea sarà realizzata in galleria sotto il piano campagna della Centrale.

Si sottolinea come sia necessario che l'accesso alla valvola di intercettazione sia agevole e possibile da vari punti, a seconda dell'inclinazione e della direzione del jet fire.

Si esclude un interessamento della casa circondariale "Le Vallette" in ragione delle distanze esistenti.

Va inoltre ricordato che la simulazione del getto in questione ha preso in considerazione condizioni critiche (pressione massima prevedibile, rottura del 50% del diametro e orientazione del getto orizzontale). I risultati ottenuti sono quindi da ritenersi conservativi; in particolare si consideri che il dato relativo alla densità di abitanti utilizzato, si riferisce alla città di Torino, quindi un centro intensamente popolato, mentre la Centrale in esame è collocata in una zona scarsamente abitata.

La Tabella 2.5.2/3 riporta nel dettaglio i risultati circa le considerazioni che sono state precedentemente esposte.

Tabella 2.5.2/3 – Jet fire dalla tubazione di alimentazione metano alla Centrale, stima del danno

Stima del danno		
	Centrale	Esterno
Area di danno [m ²]	11304	11304
Densità di persone coinvolte [p/m ²]	1,8 10 ⁻⁴	6,6 10 ⁻³
Coefficiente di vulnerabilità	5%	5%
Danno [morti/ev.]	0,1	3,7

Per il calcolo della frequenza complessiva relativa agli scenari che comportano sviluppo di jet fire, sono stati utilizzati i seguenti valori di frequenze e probabilità di accadimento:

- Frequenza rottura tubazione: 3,60 10⁻⁶ eventi/anno
Il valore di frequenza è stato determinato con riferimento al modello di Thomas, rivisto da Medhekar [19].
- Indisponibilità del rilevatore di portata: 2,40 10⁻⁵
Il valore deriva dalla banca dati OREDA 92 [11]; si è considerato un tempo di test pari a 3 mesi.
- Mancato intervento valvola di blocco automatica: 2,33 10⁻⁴
Il valore deriva dalla banca dati OREDA 92 [11]; si è considerato il valore di indisponibilità di una valvola di blocco motorizzata.
- Mancata intercettazione manuale: 1,0 10⁻²
Fonte: (Swain, [16]). La probabilità che la valvola di intercettazione manuale risulti bloccata chiusa è stata ritenuta trascurabile rispetto al mancato intervento dell'operatore.
- Probabilità di innesco immediato: 1,1 10⁻²
Fonte: HSE-OHR [24].

Ne consegue una frequenza del fenomeno di jet fire per fessurazione della tubazione pari a **3,96 E-08** eventi/anno (rottura pari al 50% del diametro). Tale frequenza è stata calcolata come somma di tutte le frequenze relative a scenari in cui si produce jet fire. Si sottolinea che si è cautelativamente considerato l'evento relativo alla rottura pari al 50% del diametro, perché nonostante presenti frequenza iniziale leggermente minore rispetto la rottura del 10% (4,67E-06 ev/anno), le conseguenze sono decisamente più gravose, in termini di dimensione del fenomeno associato e di eventuale coinvolgimento di aree esterne alla Centrale (come illustrato nelle precedenti tabelle).

Esplosione della nube (UVCE)

Nel caso in cui il getto di gas rilasciato in seguito alla rottura non si inneschi immediatamente, si avrebbe la dispersione di una nube, che, se successivamente innescata, genererebbe una UVCE (Unconfined Vapour Cloud Explosion).

Considerando due differenti gradi di fessurazione della tubazione, come per il caso precedente (50% e 10% del diametro), si esaminano i possibili scenari, utilizzando il modello Turbulent Free Jet proposto dal TNO per determinare le distanze raggiunte dai limiti di infiammabilità; per determinare l'area investita dall'onda di sovrappressione di 0,3 bar generata dall'esplosione è stato utilizzato il modello Multienergy. I risultati ottenuti sono riportati in Tabella 2.5.2/4.

Nell'analisi si è optato per l'utilizzo del modello Turbulent Free Jet e non per un modello di dispersione gaussiano, a fronte di considerazioni relative alle elevate pressioni del gas in oggetto (elevata energia cinetica dell'efflusso) e dell'esigua densità del metano rispetto l'aria. La pressione di efflusso elevata, in caso di rottura della tubazione, fornisce una consistente energia cinetica al gas, tale da creare un getto molto veloce e concentrato in prossimità della rottura. In tale zona si può ragionevolmente ipotizzare di essere oltre il limite superiore di infiammabilità. Allontanandosi dal punto di efflusso, la velocità del gas diminuisce ed esso inizia a miscelarsi con l'aria, pertanto in tale zona il gas potrebbe trovarsi nelle condizioni ideali per l'innesco, quindi in concentrazioni comprese tra i limiti di infiammabilità. Allontanandosi ulteriormente, il gas risentirà sempre meno dell'effetto cinetico e grazie all'esigua densità, è ragionevole ipotizzare una dispersione in aria veloce e verso l'alto (si tenga conto che per il tipo di posa delle linee, la possibilità di avere getto orizzontale si può ritenere poco credibile) lontano da possibili fonti di innesco. Al fine di calcolare la massa di gas potenzialmente partecipante ad un'esplosione, il modello Turbulent Free Jet fornisce la massa di gas contenuta nella zona del getto in cui il gas è in concentrazione tale da rientrare nei limiti di infiammabilità, che, a fronte di quanto sopra descritto, risulta sicuramente inferiore rispetto la massa restituita da un modello di dispersione, che considera la creazione di una nube di gas concentrata che per effetto della miscelazione in aria viene dispersa molto più lentamente, non considerando l'impulso cinetico del gas. Le considerazioni sopra esposte fanno ritenere che la modellazione mediante modello di dispersione gaussiano non rappresenti correttamente la fisica del fenomeno e ne sovrastimi abbondantemente le conseguenze.

Tabella 2.5.2/4 – Dispersione ed esplosione di gas in seguito a rottura tubazione di alimentazione metano alla Centrale

Dati			
Rottura 50 % D		Rottura 10 % D	
Diametro della rottura [mm]	300	Diametro della rottura	60
Pressione del gas [bar]	12	Pressione del gas [bar]	12
Temperatura del gas [°C]	15	Temperatura del gas [°C]	15
Grado di confinamento della nube	10%	Grado di confinamento della nube	10%
Risultati			
Rottura 50 % D		Rottura 10 % D	
Massima distanza Limite Inferiore di Esplosibilità [m]	86	Massima distanza Limite Inferiore di Esplosibilità [m]	17
Massima distanza Limite Superiore di Esplosibilità [m]	28	Massima distanza Limite Superiore di Esplosibilità [m]	6
Massima quantità esplodibile [kg]	217	Massima quantità esplodibile [kg]	2
Distanza massima a cui si ha una sovrappressione pari a [m]		Distanza massima a cui si ha una sovrappressione pari a [m]	
0.3 bar	28	0.3 bar	5
0.14 bar	54	0.14 bar	12
0.07 bar	90	0.07 bar	20
0.03 bar	185	0.03 bar	40

Nel caso di rottura della tubazione a 12 bar, la nube potrebbe innescarsi fino ad una distanza di 86 m dal punto di rilascio, mentre l'area corrispondente ad una sovrappressione di 0,3 bar avrebbe un raggio di 28 m.

Nonostante l'ubicazione periferica, rispetto all'impianto, della condotta in questione e la presenza di ostacoli, non si esclude un coinvolgimento, in caso di esplosione della nube di gas, da parte del personale della Centrale.

Si esclude che l'esplosione possa coinvolgere la casa circondariale "Le Vallette" o altri edifici limitrofi alla Centrale in ragione delle distanze esistenti; viceversa, l'esplosione potrebbe interessare il corso Regina Margherita (arteria stradale ad intensa viabilità) per un tratto di qualche centinaio di metri. A questo proposito si sono formulate le ipotesi che seguono.

Si è valutato che la lunghezza del tratto stradale che può essere interessato da una sovrappressione superiore a 0,3 bar sia al più di 200 m; questo valore è stato ottenuto considerando il caso maggiormente cautelativo di innesco della nube in corrispondenza della strada stessa. Per determinare il numero massimo di veicoli presenti su tale tratta stradale si è ipotizzata una lunghezza media di una generica autovettura di circa 4 m; quindi si è valutata la distanza di sicurezza tra due veicoli in marcia. Tale distanza si può calcolare come la somma tra lo spazio di reazione D_r (distanza percorsa nell'intervallo di tempo che intercorre da quando il guidatore avverte l'esigenza di frenare all'istante di inizio della frenata) e la distanza di arresto D_a (1):

$$(1) \quad D_s = D_r + D_a$$

Ipotizzando un tempo di reazione normale di 9/10 di secondo (fonte [20]) si può determinare D_r in funzione della velocità iniziale del mezzo. La D_a è stata calcolata con riferimento alla relazione seguente [20]:

$$(2) \quad D_a = \frac{v^2}{2 \cdot f \cdot g},$$

dove D_a è la distanza di arresto di un veicolo in movimento, v è la velocità iniziale del veicolo, f è il coefficiente d'attrito tra asfalto e pneumatici e g è l'accelerazione di gravità ($9,81 \text{ m/s}^2$).

Si ipotizza una velocità di 50 km/h, pari al limite di velocità per i centri urbani. Con una velocità minima e condizioni di attrito ottimale ($f=0,6$), come nel caso di fondo asciutto e pneumatici efficienti, si ottiene un valore indicativo del numero massimo di veicoli sul tratto stradale di una determinata lunghezza in un certo istante.

Quindi, considerando una velocità di 50 km/h e un coefficiente di attrito di 0.6, la distanza di arresto tramite la (2) risulta circa 16,4 m. Il prodotto tra la velocità di 50 km/h ed il tempo di reazione di 9/10 secondo restituisce un valore dello spazio di reazione pari a 12,5 m. Con queste ipotesi si ottiene una distanza di sicurezza di 28,9 m. Si osservi che in condizioni di traffico intenso (basse velocità) è ipotizzabile una distanza tra veicoli sicuramente inferiore di quella calcolata, viceversa in condizioni di traffico notturno la distanza tra due veicoli sarà maggiore. Nella trattazione seguente si utilizzerà il valore calcolato, che può essere considerato un ragionevole valore medio.

Il numero massimo N_{\max} di veicoli presenti sul tratto di lunghezza L è dato dalla relazione seguente:

$$(3) \quad N_{\max} = \frac{L}{L_{\text{veic}} + D_s},$$

dove L_{veic} è la lunghezza dell'autovettura, considerata in questo caso pari a 4 m, e D_s è la distanza di sicurezza.

In conclusione, per un tratto di lunghezza pari a 200 m si ottiene un numero massimo di veicoli pari a circa 6 veicoli per corsia (velocità di marcia assunta pari 50 km/h).

Il corso in oggetto presenta due carreggiate a tripla corsia, quindi gli incidenti di riferimento potranno al massimo coinvolgere 36 veicoli nella tratta in prossimità della Centrale.

Assumendo la presenza di due persone su ogni autovettura ed ipotizzando una vulnerabilità pari al 10% si ottiene una stima del danno pari a 7 decessi.

La Tabella 2.5.2/5 riporta i risultati della stima del danno sulla base delle considerazioni appena fatte. Va sottolineato che la stima considera l'innesco della massima quantità esplosibile alla massima distanza, pertanto i risultati sono da ritenersi conservativi.

In ragione delle distanze esistenti tra l'area destinata alla localizzazione della Centrale e la casa circondariale "Le Vallette" si esclude il coinvolgimento di quest'ultima in caso di esplosione.

Analogamente, a fronte della probabile futura collocazione della linea ferroviaria Torino-Lione lungo il lato Est della Centrale, si esclude un probabile coinvolgimento di essa, considerando che la linea sarà realizzata in galleria sotto il piano campagna della Centrale.

Tabella 2.5.2/5 – Esplosione a seguito di rilascio di gas dalla tubazione di alimentazione metano alla Centrale, stima del danno

Stima del danno			
	Centrale	Traffico stradale	Esterno
Raggio dell'area di danno 0,3 bar [m]	28	28	28
Area di danno [m ²]	2462	-	2462
Densità di persone coinvolte [p/m ²]	1,8 10 ⁻⁴	-	6,6 10 ⁻³
Coefficiente di vulnerabilità	3%	10%	5%
Danno [morti/ev]	0,01	7	0,81

Con riferimento a banche dati affidabilistiche si può stimare:

- Frequenza rottura tubazione: 3,60 10⁻⁶ eventi/anno
Il valore di frequenza è stato determinato con riferimento al modello di Thomas, rivisto da Medhekar [19].
- Indisponibilità del rilevatore di gas: 2,40 10⁻⁵
Il valore deriva dalla banca dati OREDA 92 [11]; si è considerato un tempo di test pari a 3 mesi.
- Mancato intervento valvola di blocco automatica: 2,33 10⁻⁴
Il valore deriva dalla banca dati OREDA 92 [11]; si è considerato il valore di indisponibilità di una valvola di blocco motorizzata.
- Mancata intercettazione manuale: 1,0 10⁻²
Fonte: (Swain [16]). La probabilità che la valvola di intercettazione manuale risulti bloccata chiusa è stata ritenuta trascurabile rispetto al mancato intervento dell'operatore.
- Probabilità di innesco ritardato: 2,7 10⁻²
Fonte: HSE-OHR [24].

Ne risulta una frequenza dell'evento incidentale pari a **9,61 10⁻⁸ eventi/anno**. Tale frequenza è stata calcolata come somma di tutte le frequenze relative a scenari in cui si produce UVCE.

EIR 1b: Rottura della tubazione di distribuzione metano a turbogas

Lo scenario concerne il rilascio da tubazione che trasporta il gas naturale dalla stazione di compressione al gruppo turbogas. La tubazione ha un diametro di 8” (DN 200), la pressione massima è di 30 bar, una lunghezza stimata di circa 400 m ed una posa di tipo interrata.

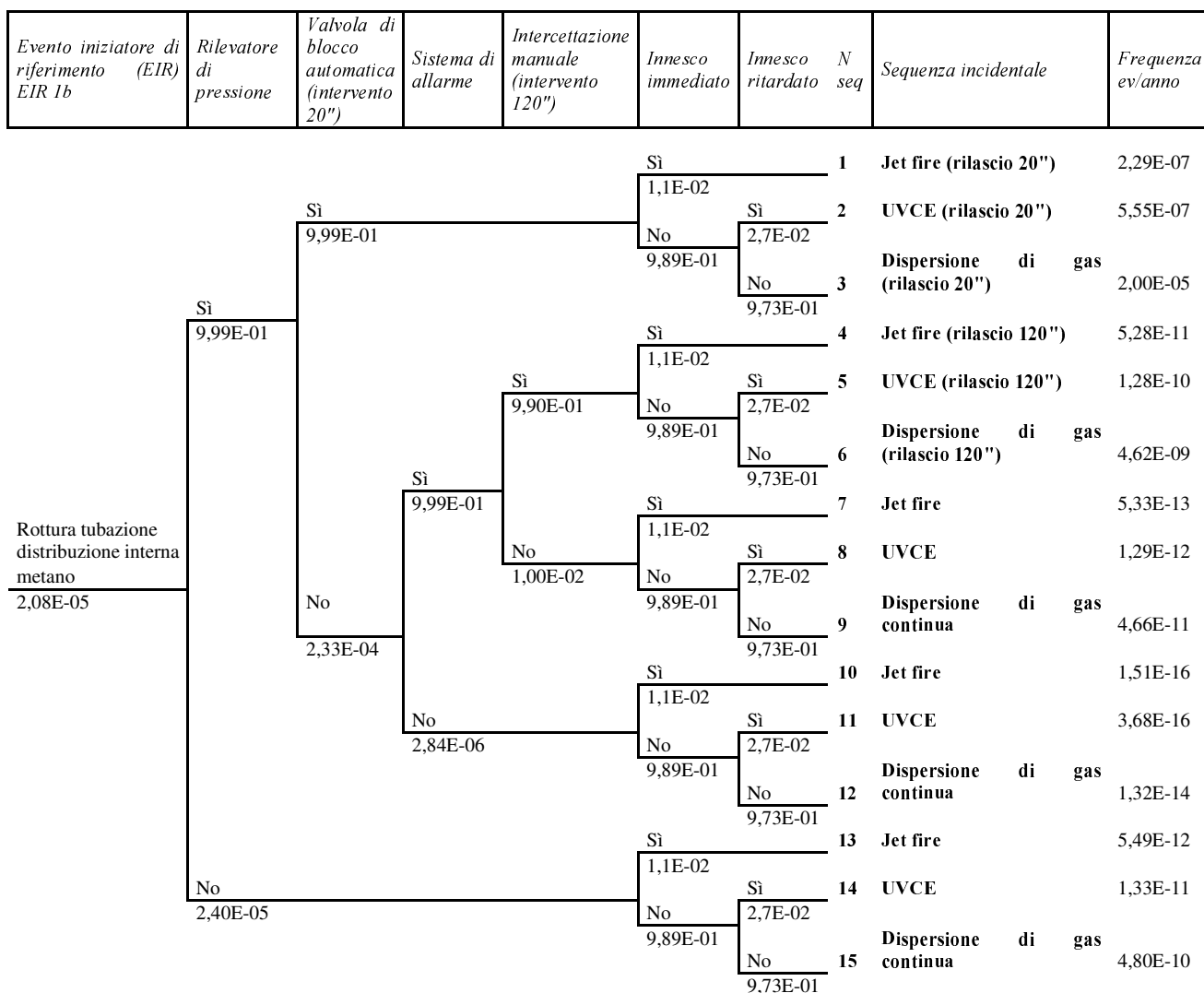
In caso di rottura della tubazione, è prevista l’intercettazione del gas in 20 secondi tramite un sistema di blocco automatico o, in caso di fallimento di questo sistema, in 120 secondi tramite l’intervento manuale di un operatore sulla valvola posta in prossimità dell’ingresso alla Centrale.

In caso di rottura della tubazione, è prevista l’intercettazione della linea in 20 secondi tramite un sistema di sezionamento automatico attivato da bassa pressione in ingresso macchine. Nel caso in cui tale azionamento non funzionasse e l’area nella quale è collocata la valvola di sezionamento non fosse coinvolta dalla fuga di gas, è previsto l’azionamento manuale di essa da parte di un operatore.

In aggiunta alle precedenti modalità di sezionamento, si sottolinea la presenza di una valvola di competenza SNAM all’interno della Centrale e di una seconda, sempre di competenza SNAM, posta nei pressi di piazza Cirene sulla linea di stacco da rete SNAM diretta verso la Centrale. Tali valvole sono gestite da sala operativa SNAM su richiesta di intervento di IRIDE Energia.

Nella figura seguente è rappresentato l’albero degli eventi identificato per l’evento in oggetto. Si sottolinea come nell’analisi probabilistica, cautelativamente, non sia stata considerata la possibilità di sezionamento della linea tramite le valvole SNAM.

Figura 2.5.2/2 – Albero degli Eventi (EIR 1b)



Rilascio di gas

Al fine di stimare le quantità di metano coinvolte in un incendio o in un'esplosione in seguito alla rottura della tubazione in oggetto, è necessario determinare la portata di gas nelle varie fasi del rilascio.

Nel lasso di tempo che precede l'intercettazione, il gas fluisce con portata costante. Segue quindi la fase di svuotamento della tubazione, con portata variabile e decrescente.

Il calcolo della portata di rilascio è eseguito con un modello di rilascio di gas da tubazioni del TNO. La Tabella 2.5.2/6 riporta i parametri di input significativi e i risultati, considerando due ipotesi di rottura: 50% del diametro e 10% del diametro. Il tranciamento completo a ghigliottina della tubazione e relativo disassamento (100% del diametro) è stato ritenuto un evento non credibile, dato l'elevato diametro della tubazione, il tipo di posa (interrata), la presenza dell'incamiciatura esterna (che porta a considerare altamente improbabile il completo tranciamento anche in caso di urti esterni) e l'implementazione di un corretto piano di ispezioni e manutenzione preventiva.

Si sottolinea come il tipo di posa previsto per la tubazione fornisca, a tutte le fasi dell'analisi che seguono, un forte carattere conservativo.

Tabella 2.5.2/6 – Rilascio di gas dalla tubazione distribuzione metano a TG

Dati			
Rottura 50 % D		Rottura 10 % D	
Pressione del gas [bar]	30	Pressione del gas [bar]	30
Temperatura del gas [°C]	15	Temperatura del gas [°C]	15
Lunghezza tubazione [m]	400	Lunghezza tubazione [m]	400
Diametro tubazione [mm]	200	Diametro tubazione [mm]	200
Diametro della rottura [mm]	200	Diametro della rottura [mm]	20
Risultati			
Rottura 50 % D		Rottura 10 % D	
Portata iniziale [kg/s]	25	Portata iniziale [kg/s]	1
Massa fuoriuscita in 120" [kg]	3000	Massa fuoriuscita in 120" [kg]	120

Jet fire

In caso di innesco immediato della portata di gas rilasciato in seguito alla rottura della tubazione, si produce un jet fire.

Considerando le portate di rilascio calcolate in precedenza per le due ipotesi di rottura, si sono calcolati lunghezza massima e larghezza della fiamma e la distanza massima a cui si ha un valore di irraggiamento termico superiore ai 12,5 kW/m². La Tabella 2.5.2/7 riporta i risultati ottenuti applicando il modello di Chamberlain del TNO. Per quanto riguarda la velocità del vento si è assunto, in via conservativa, un valore pari a 2 m/s.

Tabella 2.5.2/7 – Jet fire da tubazione distribuzione metano a TG

Dati			
Rottura 50 % D		Rottura 10 % D	
Portata di gas [kg/s]	25	Portata di gas [kg/s]	1
Pressione del gas [bar]	30	Pressione del gas [bar]	30
Temperatura del gas [°C]	15	Temperatura del gas [°C]	15
Velocità del vento [m/s]	2	Velocità del vento [m/s]	2

Temperatura ambiente [°C]	15	Temperatura ambiente [°C]	15
Umidità relativa	60%	Umidità relativa	60%
Risultati			
Rottura 50 % D		Rottura 10 % D	
Lunghezza jet fire [m]	50	Lunghezza jet fire [m]	11
Ampiezza jet fire in punta [m]	16	Ampiezza jet fire in punta [m]	4
Ampiezza jet fire alla base [m]	2	Ampiezza jet fire alla base [m]	<1
Distanza massima a cui si ha un flusso termico di [m]		Distanza massima a cui si ha un flusso termico di [m]	
12.5 kW/m ²	56	12.5 kW/m ²	12
7 kW/m ²	57	7 kW/m ²	13
5 kW/m ²	58	5 kW/m ²	13
3 kW/m ²	59	3 kW/m ²	13

A causa del percorso della tubazione, lungo il lato Est della Centrale, diverse sono le strutture vulnerabili rispetto al verificarsi di un jet fire. Risulta pertanto fondamentale in questi casi, l'intervento di un sistema di idranti interno per provvedere al raffreddamento delle strutture eventualmente colpite dal dardo di fiamma. In particolare potrebbero essere investiti dal jet fire la palazzina Uffici e Sala Controllo, pertanto non si esclude un possibile coinvolgimento di personale interno alla Centrale.

Viceversa si esclude che la fiamma possa investire direttamente bersagli esterni alla Centrale, grazie alla presenza delle mura perimetrali, quindi il danno verso l'esterno potrebbe derivare esclusivamente da fenomeni di irraggiamento. Si ipotizza che solamente le persone che si trovano all'aperto possano subire gli effetti dell'irraggiamento. Si può ragionevolmente escludere un coinvolgimento delle strade adiacenti, inoltre l'esposizione delle persone all'irraggiamento sarebbe inoltre molto breve ed attenuata dall'azione protettiva degli abitacoli degli autoveicoli. Analogamente, a fronte della probabile futura collocazione della linea ferroviaria Torino-Lione lungo il lato Est della Centrale, si esclude un probabile coinvolgimento di essa, considerando che la linea sarà realizzata in galleria sotto il piano campagna della Centrale.

Si esclude un interessamento della casa circondariale "Le Vallette" in ragione delle distanze esistenti.

Va inoltre ricordato che la simulazione del getto in questione ha preso in considerazione condizioni critiche (rottura del 50% del diametro e orientazione del getto orizzontale). I risultati ottenuti sono quindi da ritenersi conservativi; inoltre si sottolinea che il dato relativo alla densità di abitanti utilizzato, si riferisce alla città di Torino, quindi un centro intensamente popolato, mentre la Centrale in esame è collocata in una zona scarsamente abitata.

Tabella 2.5.2/8 – Jet fire dalla tubazione distribuzione metano a TG, stima del danno

Stima del danno		
	Centrale	Esterno
Area di danno [m ²]	2462	2462
Densità di persone coinvolte [p/m ²]	1,8 10 ⁻⁴	6,6 10 ⁻³
Coefficiente di vulnerabilità	5%	5%
Danno [morti/ev.]	0,02	0,81

Per il calcolo della frequenza complessiva relativa agli scenari che comportano sviluppo di jet fire, sono stati utilizzati i seguenti valori di frequenze e probabilità di accadimento:

- Frequenza rottura tubazione: $2,08 \cdot 10^{-5}$ eventi/anno
Il valore di frequenza è stato determinato con riferimento al modello di Thomas, rivisto da Medhekar [19].
- Indisponibilità del rilevatore di portata: $2,40 \cdot 10^{-5}$
Il valore deriva dalla banca dati OREDA 92 [11]; si è considerato un tempo di test pari a 3 mesi.
- Mancato intervento valvola di blocco automatica: $2,33 \cdot 10^{-4}$
Il valore deriva dalla banca dati OREDA 92 [11]; si è considerato il valore di indisponibilità di una valvola di blocco motorizzata.
- Probabilità di mancato intervento dell'operatore: $1,0 \cdot 10^{-2}$
Fonte: Swain [16], la probabilità che la valvola di intercettazione manuale risulti bloccata aperta è stata ritenuta trascurabile rispetto al mancato intervento dell'operatore.
- Probabilità di innesco immediato: $1,1 \cdot 10^{-2}$
Fonte: HSE-OHR [24].

Ne consegue una frequenza del fenomeno di jet fire per fessurazione della tubazione pari a **$2,29 \cdot 10^{-7}$ eventi/anno**. Tale frequenza è stata calcolata come somma di tutte le frequenze relative a scenari in cui si produce jet fire.

Esplosione della nube (UVCE)

Nel caso in cui il getto di gas rilasciato in seguito alla rottura non si inneschi immediatamente, si avrebbe la dispersione di una nube, che, se successivamente innescata, genererebbe una UVCE (Unconfined Vapour Cloud Explosion).

Analogamente ai casi precedenti si sono considerate due tipologie di rottura, rispettivamente pari al 50% del diametro e pari al 10% del diametro.

Per questo scenario si è utilizzato il modello Turbulent Free Jet proposto dal TNO per determinare le distanze raggiunte dai limiti di infiammabilità, mentre per determinare l'area investita dall'onda di sovrappressione di 0,3 bar generata dall'esplosione è stato utilizzato il modello Multienergy. I risultati ottenuti sono riportati in Tabella 2.5.2/9. Per eventuali approfondimenti relativi al modello di simulazione utilizzato denominato Turbulent Free Jet, si veda quanto riportato nel § "Esplosione della nube (UVCE)".

Tabella 2.5.2/9 – Dispersione ed esplosione di gas in seguito a rottura tubazione distribuzione metano a TG

Dati				
Rottura 50 % D			Rottura 10 % D	
Diametro della rottura [mm]	100		Diametro della rottura	20
Pressione del gas [bar]	30		Pressione del gas [bar]	30
Temperatura del gas [°C]	15		Temperatura del gas [°C]	15
Grado di confinamento della nube	10%		Grado di confinamento della nube	10%
Risultati				
Rottura 50 % D			Rottura 10 % D	
Massima distanza Limite Inferiore di Esplosibilità [m]	46		Massima distanza Limite Inferiore di Esplosibilità [m]	9

Massima distanza Limite Superiore di Esplosibilità [m]	15	Massima distanza Limite Superiore di Esplosibilità [m]	3
Massima quantità esplodibile [kg]	32	Massima quantità esplodibile [kg]	0.3
Distanza massima a cui si ha una sovrappressione pari a [m]		Distanza massima a cui si ha una sovrappressione pari a [m]	
0.3 bar	15	0.3 bar	3
0.14 bar	28	0.14 bar	6
0.07 bar	50	0.07 bar	10
0.03 bar	100	0.03 bar	20

Nel caso di rottura della tubazione a 30 bar, la nube potrebbe innescarsi fino ad una distanza di 46 m dal punto di rilascio, mentre l'area corrispondente ad una sovrappressione di 0,3 bar avrebbe un raggio di 15 m.

L'area della Centrale costituita dal fabbricato TG e dal fabbricato Uffici e Sala Controllo sarebbe sottoposta agli effetti dell'esplosione della nube. Si presume che le persone presenti in queste aree siano all'interno degli edifici, mentre le persone che si trovano all'esterno del sito, si assume conservativamente che si trovino tutte all'aperto.

Si esclude che l'esplosione possa interessare l'adiacente casa circondariale ed il corso Regina Margherita, viceversa data la vicinanza con il probabile punto di rilascio ci potrebbe essere un coinvolgimento di un tratto di strada del Pansa; considerando però l'esiguo traffico previsto su tale strada (via di comunicazione secondaria) ragionevolmente si crede poco probabile un interessamento di veicoli. Analogamente, a fronte della probabile futura collocazione della linea ferroviaria Torino-Lione lungo il lato Est della Centrale, si esclude un probabile coinvolgimento di essa, considerando che la linea sarà realizzata in galleria sotto il piano campagna della Centrale.

Il danno conseguente ai diversi scenari individuati, a seconda della localizzazione e direzione del rilascio sono riportati in Tabella 2.5.2/10. Occorre sottolineare che l'analisi fornisce risultati conservativi poiché si è fatto riferimento alle condizioni peggiori: rottura catastrofica della tubazione ed innesco della massima quantità esplodibile di gas alla massima distanza dal punto di rilascio.

Tabella 2.5.2/10 – Esplosione a seguito di rilascio di gas dalla tubazione a valle della stazione di riduzione, stima del danno

Stima del danno		
	Centrale	Esterno
Raggio dell'area di danno 0,3 bar [m]	15	15
Area di danno [m ²]	710	710
Densità di persone coinvolte [p/m ²]	1,8 10 ⁻⁴	6,6 10 ⁻³
Coefficiente di vulnerabilità	3%	5%
Danno [morti/ev]	0,004	0,2

Dal punto di vista probabilistico questo evento risulta dovuto alla concomitanza della rottura della tubazione, del mancato intervento della valvola di blocco motorizzata e del corretto intervento dell'operatore per l'intercettazione mediante valvola manuale, nel caso che si verifichi un innesco ritardato.

Con riferimento a banche dati affidabilistiche si può stimare:

- Frequenza rottura tubazione: $2,08 \cdot 10^{-5}$ eventi/anno
Il valore di frequenza è stato determinato con riferimento al modello di Thomas, rivisto da Medhekar [19].
- Indisponibilità del rilevatore di portata: $2,40 \cdot 10^{-5}$
Il valore deriva dalla banca dati OREDA 92 [11]; si è considerato un tempo di test pari a 3 mesi.
- Mancato intervento valvola di blocco automatica: $2,33 \cdot 10^{-4}$
Il valore deriva dalla banca dati OREDA 92 [11]; si è considerato il valore di indisponibilità di una valvola di blocco motorizzata.
- Probabilità di mancato intervento dell'operatore: $1,0 \cdot 10^{-2}$
Fonte: (Swain [16]) la probabilità che la valvola di intercettazione manuale risulti bloccata aperta è stata ritenuta trascurabile rispetto al mancato intervento dell'operatore.
- Probabilità di innesco ritardato: $2,7 \cdot 10^{-2}$
Fonte: HSE-OHR [24].

Ne risulta una frequenza dell'evento incidentale pari a **$5,55 \cdot 10^{-7}$ eventi/anno**. Tale frequenza è stata calcolata come somma di tutte le frequenze relative a scenari in cui si produce UVCE.

EIR 2: Rottura della tubazione di adduzione di vapore alla TV

In conseguenza alla rottura della tubazione per l'invio del vapore surriscaldato alla turbina a vapore, si produce un getto di vapore ad alta pressione che può andare ad insistere su strutture, serbatoi, personale, provocando danni e ferimenti/decessi in seguito ad ustione.

Per effettuare una stima conservativa dello scenario incidentale si ipotizza che la rottura avvenga sulla tubazione che trasporta il vapore per la sezione di alta pressione della turbina. Si esclude che l'evento possa estendere i suoi effetti al di fuori dell'area di impianto.

Le tubazioni che trasportano il vapore sono munite di valvole di sezionamento ad azionamento manuale, inoltre si sottolinea che tali tubazioni sono sottoposte a periodiche verifiche strutturali e ad un preciso programma di manutenzione preventiva. Essendo apparecchiature in pressione sono idoneamente protette da sistemi atti a prevenire l'insorgere di sovrappressioni anomale come dischi di rottura e valvole di sicurezza correttamente dimensionate, come previsto dalla normativa vigente. A fronte di tali considerazioni è ragionevole considerare remota la frequenza di accadimento di tale evento (l'evento non dovrebbe accadere nella vita del sistema).

E' ragionevole ipotizzare che il danno provocato dal getto di vapore prescinda dalla durata del getto stesso.

Relativamente all'estensione delle aree interessate dalla dispersione, si può ipotizzare che l'area avente una percentuale di vapore in aria superiore al 30% (zona in cui la temperatura può superare i 40°C, possibilità di decesso) abbia un raggio dell'ordine delle decine di metri, al massimo 20 m; analogamente, l'area interessata direttamente dal getto di vapore si può assumere avente un'estensione dell'ordine di qualche decina di metri quadrati. Si sottolinea come in quest'ultimo caso, la vulnerabilità sia pari al 100%.

A fronte delle considerazioni precedenti è ragionevole considerare i sistemi di mitigazione e prevenzione previsti adeguati a contrastare le criticità evidenziate.

EIR 3: Rilascio di olio dei trasformatori

I trasformatori ad olio presenti nella Centrale sono dotati di vasca di raccolta atta a contenere l'intera quantità di olio e l'acqua erogata dal sistema antincendio. La presenza dei bacini di contenimento permettono di limitare gli effetti dell'incendio solamente all'area trasformatori, evitando il coinvolgimento di altre unità limitrofe.

Le vasche di raccolta sono inoltre dotate di ciottolato antifiama. L'assimilazione, ai fini della stima del rischio, allo scenario di rilascio di gasolio, garantisce la conservatività dei risultati.

Si rimanda pertanto alla trattazione dell'evento relativo al rilascio di gasolio § 0.

EIR 4: Cedimento del serbatoio pressurizzato

I serbatoi pressurizzati possono costituire una criticità sia dal punto di vista della quantità di acqua presente sia dal punto di vista della pressione e temperatura di stoccaggio. Per tali motivi sono sottoposti a periodiche verifiche strutturali e ad un preciso programma di manutenzione preventiva. Inoltre essendo apparecchiature in pressione, sono idoneamente protetti da sistemi atti a prevenire l'insorgere di sovrappressioni anomale (come dischi di rottura e valvole di sicurezza correttamente dimensionate), come previsto dalla normativa vigente.

A fronte di tali considerazioni è ragionevole considerare remota la frequenza di accadimento di tale evento (l'evento non dovrebbe accadere nella vita del sistema).

Nel caso si verificasse la rottura di uno dei serbatoi pressurizzati, tale da portare ad uno svuotamento molto rapido del contenitore, si prevede che una parte dell'acqua stoccata alla pressione di 16 bar e 120°C, passi immediatamente in fase vapore, formando una nube composta da vapore e gocce di liquido disperse. La quantità di acqua rimanente fluisce al suolo, essendo tali serbatoi sprovvisti di bacino di contenimento.

La nube di vapore che si innalza verso il cielo immediatamente dopo il rilascio è caratterizzata da una temperatura non molto elevata (inferiore a 120°C) che va ulteriormente diminuendo in seguito alla rapida miscelazione con l'aria esterna, e, quindi, da un trascurabile grado di irraggiamento.

Viceversa, maggiore gravosità presenta l'acqua rilasciata al suolo, che potrebbe investire eventuali operatori presenti nella zona. Si esclude il coinvolgimento di aree esterne alla Centrale, grazie alla presenza di mura perimetrali che delimitano il sito.

Un secondo evento che si potrebbe verificare è la rottura non catastrofica del serbatoio che causa il rilascio di un getto di acqua calda e vapore all'esterno dello stesso. La situazione più temibile è connessa ad un rilascio orizzontale, dalla parete laterale, in direzione del confine dell'impianto.

Date le condizioni di efflusso non particolarmente gravose, l'area coinvolta da percentuali superiori al 30% di vapore (conservativamente ritenuta soglia di impatto perché caratterizzata da una temperatura aria-vapore maggiore di 40°C) si può considerare di estensione estremamente esigua (raggio di qualche metro); si esclude pertanto la possibilità di decessi o gravi ferimenti in seguito all'evento.

EIR 5: Rilascio da serbatoio acqua di rete

L'acqua in questo serbatoio è stoccata a pressione atmosferica e ad una temperatura di 90°C, cautelativamente, quindi, si possono estendere a questo caso le considerazioni enunciate per il caso precedente caratterizzato da condizioni di stoccaggio più gravose.

EIR 6: Rottura di una tubazione rete TLR all'esterno dell'area di Centrale

In seguito ad un forte urto procurato ad una delle tubazioni che compongono la rete di teleriscaldamento, si può verificare la rottura della stessa, con il conseguente rilascio di acqua che fluisce alla temperatura di 120°C e alla pressione massima di 16 bar. Il verificarsi dell'evento è principalmente legato all'azione accidentale di macchine operatrici impegnate in lavori di scavo profondi in prossimità delle condotte. Considerando l'elevato diametro della tubazione (DN400 e DN800) e la presenza della coibentazione esterna, si considerano realizzabili rotture di dimensioni limitate con una probabilità associata che si può ritenere remota.

I possibili effetti di questo evento sono, in primo luogo, il ferimento per ustione delle persone colpite dal getto di acqua e vapore nella fase immediatamente seguente alla rottura e nelle vicinanze della stessa; in secondo luogo, delle persone investite dalla massa d'acqua bollente rilasciata, soprattutto nel caso in cui questa disponga di percorsi preferenziali che ne favoriscano l'accumulo in locali situati al di sotto del piano di campagna (provocando tra l'altro significativi danni materiali).

Relativamente agli effetti del getto di vapore, è ragionevole assumere un'estensione dell'area coinvolta da percentuali superiori al 30% di vapore (caratterizzata da una temperatura maggiore di 40°C) dell'ordine dei metri, quindi estremamente esigua; si esclude pertanto la possibilità di decessi o gravi ferimenti in seguito del getto di vapore.

Per quanto riguarda l'acqua dispersa al suolo gli effetti di questo evento dipendono fortemente dal punto in cui avviene il guasto, per l'eventuale vicinanza di zone particolarmente vulnerabili, e cioè, di locali posti sotto il piano di campagna e raggiungibili dall'acqua; in particolare, autorimesse e stazioni della metropolitana.

EIR 7: Rilascio di sostanze chimiche

Questo scenario incidentale riguarda sia il rilascio di HCl, utilizzato per la demineralizzazione ed il trattamento delle acque, sia il rilascio di NH₃ per l'abbattimento di NOx dai fumi, durante le operazioni di approvvigionamento, che avvengono per mezzo di autobotti di ditte specializzate.

Per quanto riguarda l'HCl, se si considerano i risultati dell'analisi storica relativi agli incidenti che hanno coinvolto questa sostanza si evince come dei 304 incidenti riportati dalla banca dati, oltre il 70% non hanno avuto conseguenze, mentre il 3% ha generato una esplosione e il 6% ha dato luogo ad un incendio. È ragionevole pertanto escludere che, relativamente al caso in oggetto, si possano verificare degli incendi o delle esplosioni a causa dell'acido cloridrico poiché, a differenza degli incidenti riportati nell'analisi storica, che si riferiscono alla sostanza pura, nella Centrale l'HCl è

stoccato in soluzione acquosa ed inoltre non sono presenti sostanze con cui l'acido potrebbe reagire liberando idrogeno (da cui deriva il pericolo di incendio/esplosione).

Come precedentemente annunciato, l'evento incidentale più probabile che potrebbe coinvolgere l'HCl è lo sversamento durante la fase di approvvigionamento del serbatoio di stoccaggio da autobotte, per distacco o rottura della manichetta flessibile. In tal caso si avrebbe la formazione di una pozza e conseguente evaporazione della sostanza con possibili conseguenze sugli operatori per inalazione di vapori acido-corrosivi nonché eventuale contatto diretto con la sostanza e conseguenti possibili ustioni.

In caso di sversamento, è necessario dapprima agire sulle pompe, bloccandone il funzionamento; quindi si prevede l'intercettazione da parte dell'operatore mediante una valvola manuale e la presenza di mezzi di contenimento e di neutralizzazione. L'entità del rilascio dipende dall'intervento o meno dei citati sistemi di protezione. Si sottolinea come durante tutta la fase di scarico dell'autobotte, l'autista è chiamato a supervisionare l'intera operazione.

L'esperienza sulle evoluzioni incidentali legati a questa sostanza indica come una concentrazione pericolosa possa essere raggiunta solo per rilasci di grossi quantitativi e in condizioni atmosferiche che non favoriscono la dispersione. L'entità delle conseguenze è inoltre ridotta grazie alla predisposizione di sistemi di confinamento (bacino di contenimento) e neutralizzazione della pozza di acido. Il confinamento inoltre riduce la superficie evaporante e quindi l'estensione del danno.

Per tali motivazioni si escludono danni di rilievo al personale della Centrale, conseguenti la sequenza incidentale analizzata, nonché possibili effetti all'esterno dei confini di Centrale.

Relativamente all'Ammoniaca, valgono le medesime considerazioni precedenti; inoltre si sottolinea come tale sostanza presenti limiti di tossicità inferiori rispetto l'HCl ($LC_{50} \text{ HCl} = 2302 \text{ ppm}$, $LC_{50} \text{ NH}_3 = 8704 \text{ ppm}$). Per tali motivazioni, anche in caso di sversamento della soluzione di ammoniaca, si escludono danni di rilievo agli operatori della Centrale, nonché, possibili effetti all'esterno della Centrale.

Per entrambe le sostanze, inoltre, si escludono danni ambientali, in quanto la zona è interamente asfaltata e la Centrale è dotata di un proprio sistema fognario convogliato all'impianto di trattamento acque.

EIR 8: Rilascio di gasolio

Questo scenario incidentale si riferisce allo sversamento di gasolio contenuto nel serbatoio per l'alimentazione del gruppo elettrogeno.

La banca dati di incidenti MHIDAS, su un totale di 85 incidenti analoghi, ne riporta 20 in cui il rilascio non è stato innescato, mentre in 13 casi si è generato un incendio ed otto casi in cui si è avuta un'esplosione.

Il serbatoio in oggetto ha un volume pari a 3000 litri ed è posto all'interno di un bacino di contenimento.

In caso di innesco della pozza contenuta nel bacino, è ragionevole considerare la distanza corrispondente alla soglia di $12,5 \text{ kW/m}^2$ dell'ordine di poche decine di metri (al massimo 20 m). Tale valore non tiene conto delle installazioni e delle strutture presenti, che ostacolerebbero l'irraggiamento della fiamma verso i bersagli.

Si escludono danni al personale della Centrale, in quanto, in caso di rottura dei serbatoi, sarebbe immediatamente intrapresa la procedura di emergenza che consiste nell'allontanamento degli addetti eventualmente presenti nelle vicinanze dello stoccaggio ed il getto di schiuma sulla pozza al fine di evitare l'innescò o estinguere l'incendio.

Le pareti della vasca di raccolta unitamente al raffreddamento per mezzo di idranti, contribuiscono ulteriormente a scongiurare il danneggiamento delle strutture vicine per l'irraggiamento subito.

Si escludono infine effetti di rilievo all'esterno della Centrale.

2.6 CONCLUSIONI

2.6.1 Valutazione del rischio

Gli eventi iniziatori di riferimento sono stati trattati nel dettaglio al fine di approfondire gli scenari incidentali ritenuti più significativi. In particolare gli scenari incidentali relativi al rilascio di gas naturale sono stati analizzati quantitativamente, stimandone frequenza di accadimento e danno associato. Tali scenari sono ritenuti i più significativi e i più critici sulla base dell'esperienza maturata dagli analisti per impianti simili. Per quel che concerne gli altri eventi iniziatori emersi dall'identificazione dei pericoli, si è proceduto ad un'analisi qualitativa delle possibili evoluzioni incidentali e si sono verificati i sistemi di prevenzione e mitigazione previsti al fine di verificare che fossero adeguati a mantenere a livelli accettabili il rischio associato alla gestione dell'impianto.

Gli eventi incidentali risultati maggiormente gravosi dall'analisi sono quelli relativi a rilascio di gas naturale dalla linea a monte della stazione di compressione/decompressione, evento incidentale che può evolvere in un jet fire o un'UVCE.

Si sottolinea come i valori di rischio determinati nell'analisi di tali eventi, siano stati ottenuti sulla base delle seguenti ipotesi, da considerarsi estremamente conservative:

- per quanto riguarda la condotta a monte della stazione di compressione/decompressione, nell'analisi delle conseguenze si è considerata la massima pressione che si può avere all'interno della tubazione, nonostante spesso le pressioni di distribuzione siano inferiori;
- nell'analisi degli eventi incidentali, con particolare riferimento alla tubazione di metano con posa interrata, non è stata considerata l'effettiva posa della condotta, equiparandola ad una posa aerea, maggiormente impattante in caso di rilasci;
- nel calcolo delle frequenze di guasto delle tubazioni con il metodo di Thomas, non è stata considerata la presenza di eventuali incamiciature esterne alle tubazioni, che impedirebbero la dispersione gassosa in caso di rottura per corrosione/erosione/perdita di tenuta;
- sono stati adottati criteri di vulnerabilità conservativi:
 - in caso di jet-fire, si è considerata una vulnerabilità del 100% all'interno della fiamma e si è ipotizzato che deceda il 5% delle persone raggiunte da un irraggiamento pari a 12,5 kW/m², sebbene Lees [17] suggerisca un valore di 1% di letalità per un irraggiamento di 10,2 kW/m² della durata di almeno 45,2 secondi;
 - in caso di esplosione si è considerato che il 3% delle persone che si trovano in ambiente chiuso e il 5% di quelle che si trovano all'aperto, coinvolte da un'onda di pressione superiore agli 0,3 bar, deceda, sebbene Lees [17] suggerisca una probabilità di morte inferiore all'1% per sovrappressioni inferiori a 1-2 bar;
 - nel calcolo del coinvolgimento del traffico stradale, è stata considerata una vulnerabilità del 10%, per gli occupanti degli autoveicoli; tale valore conservativo tiene conto sia dei veicoli direttamente coinvolti dall'evento incidentale avvenuto nella Centrale, sia dei possibili sinistri tra veicoli conseguenti ad esso;
- nella simulazione degli incidenti, non è stata considerata la presenza di eventuali barriere che ostacolerebbero il propagarsi del getto di fuoco e della sovrappressione generata dall'esplosione;
- gli effetti degli incidenti sono stati stimati sulla base del massimo numero di persone contemporaneamente presenti nella Centrale. È ragionevole assumere che in determinate ore del giorno, oppure in determinati giorni dell'anno, l'affollamento sia inferiore;

- il valore della densità di popolazione all'esterno della Centrale è stato scelto cautelativamente analogo al valore relativo alla densità della città di Torino, valore che non tiene conto della zona scarsamente popolata in cui è collocato il sito in oggetto.

Si fa infine notare che il rischio connesso alle pipeline di trasporto del gas naturale sul territorio nazionale, che assume valori del tutto analoghi a quelli qui calcolati (se non addirittura più gravosi dal momento che talvolta attraversano zone densamente popolate), è comunemente accettato dalla collettività e dagli enti di controllo.

Tabella 2.6.1/1 – Valutazione del rischio della Centrale a Ciclo Combinato IRIDE Energia – Torino Nord

EIR	EVENTO	FREQUENZA (ev./anno)	DANNO (morti/ev)	RISCHIO (morti/anno)
EIR 1a	Jet fire di gas naturale tubazione a monte della stazione di decompressione/compressione (12 bar)			
	Centrale	3,96E-08	0,1	3,96E-07
	Esterno	3,96E-08	3,7	1,46E-07
	UVCE di gas naturale tubazione a monte della stazione di decompressione/compressione (12 bar)			
	Centrale	9,61E-08	0,01	9,61E-10
	Traffico Stradale	9,61E-08	7	6,73E-07
EIR 1b	Esterno	9,61E-08	0,8	7,69E-08
	Jet fire di gas naturale tubazione distribuzione interna (30 bar)			
	Centrale	2,29E-07	0,02	4,58E-09
	Esterno	2,29E-07	0,8	1,83E-07
	UVCE di gas naturale tubazione distribuzione interna (30 bar)			
	Centrale	5,55E-07	0,004	2,29E-09
Esterno	5,55E-07	0,2	1,11E-07	

Nella tabella seguente si riportano i valori di frequenza cumulata rispetto al danno, con riferimento agli incidenti studiati quantitativamente. La frequenza cumulata è calcolata sommando per ogni livello di danno le frequenze relative a tutti i danni di entità superiore. In questo modo è possibile valutare il rischio totale dell'impianto tenendo in considerazione il contributo di tutti gli scenari incidentali analizzati.

Tabella 2.6.1/2 – Valori di frequenza cumulata per la Centrale a Ciclo Combinato IRIDE Energia – Torino Nord

DANNO (morti/ev)	FREQUENZA CUMULATA (ev/anno)
0,2	1,11E-06
0,8	1,00E-06
3,7	8,19E-07
7	6,73E-07

Si osserva come tutti i punti identificati si mantengano ampiamente al di sotto di tutti i livelli di accettabilità del rischio illustrati precedentemente.

Si sottolinea come nella precedente valutazione del rischio degli eventi incidentali identificati (stima del rischio e valutazione della relativa accettabilità rispetto ai criteri internazionali), al fine di fornire allo studio un carattere conservativo, si siano applicate le seguenti assunzioni:

- la frequenza dello scenario utilizzata per il confronto dei criteri di accettabilità, cautelativamente, è stata considerata come somma delle frequenze di tutte le sequenze incidentali relative allo stesso scenario (es. jet fire), sia quelli di breve durata (corretto intervento dei sistemi di protezione, elevata frequenza di accadimento) che prolungati (mancato intervento dei sistemi di protezione, bassa frequenza di accadimento);
- a tale scenario si sono abbinati i danni dello scenario più gravoso, quindi relativi a fenomeni prolungati che assumono un carattere di stazionarietà.

Questo porta ad una verifica cautelativa dell'accettabilità del rischio e conferma che tale verifica da un lato non è stata condotta sulla base di valori di frequenza eccessivamente bassi da sembrare poco realistici o comunque di difficile comprensione e dall'altro ha considerato l'evoluzione peggiore degli incidenti non considerando l'intervento dei sistemi di protezione e blocco presenti.

Alla luce dei risultati ottenuti si ritiene pertanto che gli edifici ad uso abitativo che sorgono in prossimità della Centrale, in particolare la casa circondariale "Le Vallette", non vengano coinvolti direttamente dagli effetti degli scenari incidentali identificati ed analizzati nello studio in oggetto.

Si sottolinea che, per ulteriore cautela, ai fini di una più facile gestione di eventuali rilasci di acqua calda dai serbatoi del teleriscaldamento, in sede di progetto esecutivo, si suggerisce di:

- valutare la realizzazione di un cordolo di contenimento perimetrale ai serbatoi di stoccaggio dell'acqua calda,
- valutare il riposizionamento del Gruppo Elettrogeno, al fine di ridurre al minimo la probabilità che eventuali eventi incidentali possano coinvolgere contemporaneamente la Sottostazione Elettrica ed il locale del Gruppo Elettrogeno.

2.6.2 Effetti domino interni

Come enunciato precedentemente gli eventi incidentali più gravosi sono correlati al rilascio di gas naturale: jet fire ed UVCE.

Per quanto riguarda il jet fire, si sottolinea come non sia trascurabile la possibilità che il getto colpisca direttamente bersagli limitrofi al punto di rilascio. In tal caso però, non si identificano situazioni particolarmente gravose, per lo più si presuppone il coinvolgimento di strutture ed edifici in muratura, ma, considerando la brevità del fenomeno e l'idoneo sistema antincendio presente all'interno allo stabilimento, è ragionevole escludere l'insorgere di effetti domino. Situazioni diverse potrebbero scaturire dagli stoccaggi di sostanze infiammabili (gasolio ed olii) ma come già enunciato tali serbatoi sono dislocati lontani dai possibili punti di rilascio di gas naturale.

Relativamente all'UVCE invece, si sottolinea come l'insorgere di un tale evento nella zona della stazione di compressione/decompressione, potrebbe portare alla rottura di uno o più serbatoi di stoccaggio acqua in pressione. Le conseguenze associate al rilascio dell'acqua in pressione sarebbero comunque da ritenersi di molto inferiori rispetto a quelle associate all'esplosione di gas naturale, quindi l'effetto domino non provocherebbe un significativo aggravio dell'incidente.

In caso di incendio da pozza conseguente allo sversamento di liquidi infiammabili, come olii dei trasformatori o gasolio del gruppo elettrogeno, grazie alle misure preventive e mitigative adottate (vasche di contenimento, impianto antincendio automatico) in grado di confinare ed estinguere l'eventuale incendio, è ragionevole escludere il coinvolgimento di altre unità e quindi l'insorgere di

effetti domino. Analogamente, anche in caso di esplosione fisica dei trasformatori si esclude un coinvolgimento di altre unità.

2.6.3 Effetti domino esterni

Si è verificata la presenza, in prossimità dell'area destinata alla Centrale in esame, di impianti a rischio di incidente rilevante ai sensi del D.Lgs. 21 Settembre 2005 n. 238 (modifica del D.Lgs. 17 Agosto 1999 n. 334, "Severo II") ed è stato identificato il seguente stabilimento:

Nome	Indirizzo	Art.	Attività
Thyssenkrupp Acciai Speciali Terni S.p.a.	c.so Regina Margherita 400, Torino	8	Acciaieria/ Impianto Metallurgico

Fonte: Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio [9]

Tale stabilimento tuttavia risulta localizzato ad una distanza superiore ai 2 km rispetto la Centrale in studio. A fronte dell'analisi effettuata, si possono pertanto ritenere trascurabili possibili interazioni tra lo stabilimento metallurgico e la Centrale.

Relativamente al trasporto di merci pericolose su veicoli transitanti in corso Regina Margherita, non si esclude un'interazione tra essi e la Centrale. In particolare, tali veicoli, potrebbero essere investiti da un'onda di sovrappressione causata dall'innescio di una nube gassosa formata nella Centrale (rottura tubazione metano), le conseguenze di tale evento sarebbero strettamente dipendenti dal tipo di sostanza trasportata (infiammabile, tossica, ecc...); viceversa, anche la Centrale potrebbe essere coinvolta da eventuali eventi incidentali causati da mezzi che trasportano merci pericolose; anche in questo caso il coinvolgimento dipenderebbe dal tipo di sostanza. A questo proposito, si evidenzia che il lato Ovest del sito sarebbe maggiormente coinvolto, in particolare: i serbatoi di acqua in pressione, il serbatoio di acqua TLR (pressione atmosferica) ed eventualmente il locale Ausiliari TLR e la stazione di compressione/decompressione. Nel caso in cui si verificassero tali eventi, non si identificano nuovi scenari che non siano già stati studiati nell'analisi in oggetto (essenzialmente rilascio di acqua calda in pressione).

A fronte della probabile futura collocazione della linea ferroviaria di Alta Velocità/Alta Capacità lungo il lato Est della Centrale, si escludono eventuali interazioni tra le due realtà. Si sottolinea infatti, che la linea sarà realizzata in galleria sotto il piano campagna della Centrale. Pertanto, in caso di deragliamento dei convogli, si esclude un coinvolgimento della Centrale, viceversa, in caso di fuga di gas, essendo esso leggero tenderà disperdersi verso l'alto scongiurando la possibilità di raggiungere la linea elettrica ferroviaria collocata a quota più bassa. In caso di realizzazione della linea ferroviaria in galleria, si raccomanda di proteggere adeguatamente le linee di acqua calda del teleriscaldamento in prossimità dell'attraversamento della galleria, onde evitare che eventuali rotture portino all'allagamento della galleria.

2.6.4 Considerazioni conclusive

I risultati ottenuti dall'analisi di rischio dimostrano come gli eventi incidentali in grado di presentare conseguenze rilevanti siano opportunamente gestiti mediante le scelte di progetto e con

l'adozione di politiche manutentive che seguano la buona regola d'arte oggi adottata negli impianti industriali.

Gli incidenti caratterizzati dai valori di rischio più elevati, i rilasci di metano, sono comunque tipici delle infrastrutture che attraversano il nostro territorio (pipeline trasporto gas naturale) anche in prossimità di aree urbanizzate e tali rischi sono comunemente accettati. Per di più si ribadisce che tali valori possono essere ritenuti pienamente accettabili sulla base dei criteri nazionali e internazionali disponibili.

Non si rilevano altri incidenti rilevanti che richiedano azioni di mitigazione del rischio particolari.

Anche la localizzazione del sito deve essere considerata adeguata per un contenimento di eventuali incidenti con effetti sull'area esterna all'impianto.

In conclusione si ritiene che il rischio associato all'esercizio dell'impianto a cogenerazione IRIDE Energia Torino Nord sia da considerarsi del tutto accettabile.

GLOSSARIO

ALARA	As Low As Reasonably Achievable, intervallo di rischio in cui si consiglia una valutazione della possibilità tecnica ed economica di riduzione del rischio con interventi di tipo progettuale e gestionale
Albero degli eventi	Tecnica per l'analisi probabilistica delle sequenze incidentali
Conseguenza	Si intende l'effetto in termini fisici di un determinato incidente(es. nel caso di esplosione, le conseguenze sono espresse dal campo di sovrappressioni generatesi in prossimità dell'incidente)
Danno	Rappresenta l'impatto ultimo di un incidente e può essere valutato in termini di decessi, numero di feriti, costo economico per il ripristino di infrastrutture, ecc.
Effetto Domino	Concatenazione di incidente: un primo incidente danneggia un altro sistema o impianto scatenando un nuovo incidente di gravità simile o superiore al primo
Evento Iniziatore	Evento (guasto, rottura, errore) che scatena il pericolo originando una sequenza incidentale
Frequenza	Numero di accadimenti previsti per un certo evento rispetto ad un periodo di riferimento, in genere l'anno
HAZID	Hazard Identification: tecnica qualitativa per l'identificazione dei pericoli
Jet fire	Rilascio di gas combustibile in pressione, che innescandosi realizza un dardo di fuoco
Matrice di Rischio	Metodo qualitativo per la selezione degli eventi incidentali critici
Pericolo	Situazione di potenziale danno
Pool fire	Incendio di pozza
Rischio	Rappresenta una stima della possibilità che si verifichi un evento indesiderato (incidente) e la correla al danno atteso; in altri termini esprime la "distanza" di un sistema dalle condizioni di sicurezza. Il Rischio viene stimato moltiplicando la frequenza di accadimento di un incidente (eventi/anno) per il danno associato (danno/evento); viene pertanto misurato in danni/anno
Sequenza Incidentale	Sequenza di eventi che descrivono la "storia" dell'incidente a partire dall'Evento Iniziatore fino al danno finale
UVCE	Unconfined vapour cloud explosion (esplosione non confinata di una nube di gas)
TLR	Teleriscaldamento: rete di distribuzione del calore

RIFERIMENTI

[1]	Analisi comparativa dei criteri di accettabilità del rischio e considerazioni sul DM 9 maggio 2001 A. Carpignano, S. Tuninetti, Politecnico di Torino – Dipartimento di Energetica.
[2]	Sito internet: http://www.regione.piemonte.it
[3]	Sito internet: http://www.provinciaditorino.it
[4]	Relazione sullo Stato di Salute 1999, http://www.provinciaditorino.it
[5]	Generazione elettrica: analisi del rischio. F. Parozzi, M. Valisi – CESI – AEI, volume 89
[6]	Sito internet: http://www.istat.it
[7]	Istituto Nazionale di Geofisica, http://www.ingrm.it
[8]	ISTAT, http://www.istat.it/dati/catalogo/asi2004/PDF/Cap1.pdf
[9]	Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio - Direzione generale per la salvaguardia ambientale - Divisione VI - Rischio industriale - Prevenzione e controllo integrati dell'inquinamento. Inventario Nazionale degli stabilimenti suscettibili di causare incidenti rilevanti, ai sensi dell'art. 15, comma 4 del decreto legislativo 17 agosto 1999, N. 334, redatto in collaborazione con APAT - Servizio Rischio industriale (aggiornamento ottobre 2005) http://www2.minambiente.it/sito/settori_azione/iar/stabilimenti/docs/piemonte.pdf
[10]	Saffioti, Merendino, I rischi di incendio nelle procedure per le autocisterne, Antincendio, Marzo 1996
[11]	OREDA 1992, Offshore Reliability Data, 1992
[12]	OREDA 1997, Offshore Reliability Data, 1997
[13]	TNO, Yellow Book: Methods for the calculation of physical effects, CPR 14E, 1997, ISSN 0921-9633/2.10.014/9110
[14]	Bello G., I rischi associati ad attività tecnologiche - Criteri di misura e accettabilità verso un approccio razionale nell'allocazione delle risorse, Seminario Rischio e Ambiente, 12-13 dicembre 1996, Politecnico di Torino, 1996
[15]	AIChE, Guidelines for process equipment reliability data, 1989
[16]	Swain A.D., Guttman H.E. – Handbook of Human Reliability Analysis with Emphasis on Nuclear Power Plant Applications – Final Report NUREG/CR-1278-F, SAND80-0200, 1983
[17]	P. Lees, Loss Prevention in the Process Industries, 1980
[18]	A.W. Cox, F.P. Lees and M.I. Ang (1990): Classification of Hazardous Locations (Rugby Institution of Chemical Engineering)
[19]	Prediction of Vessel and Piping Failure rates in Chemical Process Plants using the Thoma model, Medhekar, Process Safety Progress, vol. 12, April 1993
[20]	Manuale di guida sicura dell'ISPESL – Documento di informazione in applicazione del D.Lgs 626/94" del 2000
[21]	Traffico di merci pericolose al sito: www.infrastrutturetrasporti.it
[22]	Rischio d'area e trasporto di sostanze pericolose, Atti del convegno di Alghero "La protezione dell'ambiente, l'affidabilità dei sistemi e la sicurezza industriale", G. Spadoni, 24-27 Settembre, 2003
[23]	Guidelines for Chemical Transportation Risk Analysis, AIChE, 1995, p.80
[24]	HSE, Offshore Hydrocarbon Releases, Statistics 2000
[25]	6th EGIG Report (1970-2004), Gas pipelines incidents, 2005

D 11
Allegato 1

TABELLE ANALISI FUNZIONALE

TABELLE ANALISI FUNZIONALE

FUNZIONE	DESCRIZIONE	AREA	DESCRIZIONE SISTEMI/PROCESSI
1.	Produzione energia elettrica/calore		
1.1	Fornitura combustibile: gas naturale		
1.1.1	Approvvigionamento gas naturale	La linea SNAM entra nel sito in prossimità della cabina di compressione (lato Sud).	La tubazione SNAM arriva da via Pianezza (stacco da angolo con via P. Cossa), entra nella nuova via per l'accesso alla centrale e da lì entra nel sito (all'altezza della cabina di compressione). La linea di alimentazione è a 12 bar e il diametro è DN600.
1.1.1.1	Decompressione/Compressione gas naturale		
1.1.1.1.1	Decompressione gas naturale		Riduzione di pressione del gas di rete SNAM per alimentazione caldaie (4 bar).
1.1.1.1.2	Compressione gas naturale		Il gas di rete SNAM viene compresso fino a 30 bar per alimentare gruppo TG mediante due compressori centrifughi (uno di riserva all'altro) azionati da motori elettrici a media tensione (6 kV) a giri fissi e in esecuzione anti-deflagrante.
1.1.1.2	Riscaldamento gas naturale		Il gas destinato alle caldaie
1.1.1.3	Distribuzione gas nell'impianto		Pressioni: linea SNAM 12 bar, utenza TG 30 bar, utenza caldaie 4 bar. Sulle linee sono sempre previste una valvola di blocco automatico e una valvola di intercettazione manuale.
1.1.1.3.1	Distribuzione gas, linea 30 bar	La linea è posta lungo il lato Est del sito	Singola linea.
1.1.1.3.2	Distribuzione gas, linea 4 bar	La linea è posta lungo il lato Est del sito	Due linee (una di riserva all'altra).
1.1.1.4	Protezione linea gas naturale		Sono presenti valvole di rilascio in prossimità della cabina principale di decompressione che scaricano a quota superiore al tetto. E' prevista una valvola di blocco pneumatica a monte della cabina (tempo di chiusura 20"). L'attuazione richiede l'intervento elettrico, in sua assenza, la valvola si blocca nella posizione chiusa. La valvola è dotata di un UPS (generatore emergenza). Sono previste valvole di intercettazione manuali a valle della cabina (inizio pipeline interna). Per bassa pressione gas naturale, così come per altissima pressione, sono presenti allarmi in sala controllo e il blocco dell'impianto.
1.2.	Combustione		
1.2.1	Combustione gas naturale nel combustore		
1.2.1.1	Controllo combustione		
1.2.2	Espansione in turbina a gas		I turbogas sono alimentati unicamente a gas. Sono dotati di un motore diesel di lancio e di un gruppo elettrogeno di emergenza per il corretto spegnimento dell'impianto.
1.2.3	Lubrificazione turbogas e olio di regolazione ed attuazione		
1.2.3.1	Stoccaggio lubrificante	Lo stoccaggio del lubrificante è adiacente al locale turbina gas.	L'impianto è dotato di bacino di contenimento che consente la raccolta di eventuali perdite e il loro convogliamento al sistema di trattamento acque oleose.

TABELLE ANALISI FUNZIONALE

FUNZIONE	DESCRIZIONE	AREA	DESCRIZIONE SISTEMI/PROCESSI
1.2.3.2	Distribuzione e pompaggio lubrificanti		
1.2.4	Protezione TG		I componenti principali d'impianto - turbine a gas, generatori, turbina a vapore, caldaie a recupero, inclusi i rispettivi ausiliari - sono protetti da dispositivi di sicurezza e da circuiti di protezione contro l'insorgere di condizioni operative non ammissibili o dalle conseguenze di avarie. Il cabinato turbina è ventilato per evitare accumuli di gas.
1.2.4.1	Controllo velocità di rotazione TG		Un sistema di controllo, comandato dal DCS, permette di modulare le prestazioni della turbina al fine di ottimizzare i rendimenti e l'accoppiamento con l'alternatore.
1.2.5	Invio a camino dei fumi	Il camino ha un'altezza di circa 60 m dal piano campagna e diametro 6 m.	I fumi di combustione del metano sono convogliati nelle 2 caldaie a recupero per la produzione del vapore necessario all'alimentazione della turbina a vapore, e successivamente a camino.
1.2.5.1	Abbattimento di NOx dai fumi		Questo processo è effettuato attraverso l'utilizzo di un sistema denominato DENOX che utilizza come assorbente una soluzione acquosa di ammoniacca.
1.2.5.1.1	Distribuzione NH ₃		Dal serbatoio di stoccaggio, prima della diluizione con aria, l'ammoniaca viene vaporizzata e accumulata in un serbatoio intermedio. L'erogazione è controllata da una valvola di controllo del flusso. Prima di essere inviata agli ugelli, l'ammoniaca è diluita per mezzo di un sistema di diluizione costituito da un Air Mixer e da un ventilatore di iniezione dell'aria.
1.2.5.1.2	Sistema di vaporizzazione e accumulo dell'ammoniaca		Prima della diluizione con aria, l'ammoniaca viene vaporizzata e accumulata in un serbatoio intermedio. L'erogazione è controllata da una valvola di controllo del flusso
1.2.5.1.3	Sistema di iniezione dell'ammoniaca		L'ammoniaca è iniettata nel sistema di abbattimento tramite un sistema di ugelli (Ammonia Injection Grid).
1.2.5.1.3.1	Sistema di controllo erogazione ammoniacca		L'erogazione dell'ammoniaca è regolata tramite una logica di controllo comandata dal sistema di monitoraggio (CEMS) e sulla base dei segnali provenienti da un controllore di temperatura montato nel sistema DENOX, e da un Turbine Load montato in uscita alla turbina a gas.
1.2.5.1.4	Sistema di diluizione dell'ammoniaca		Prima di essere inviata agli ugelli, l'ammoniaca è diluita per mezzo di un sistema di diluizione costituito da un Air Mixer e da un ventilatore di iniezione dell'aria.
1.2.5.2	Monitoraggio fumi		I controlli sono fatti sui seguenti inquinanti: Ossidi di azoto (NOx), Ossido di carbonio (CO). I bruciatori della turbina a gas sono del tipo a bassa emissione di NOx.
1.2.5.3	Rilascio fumi in atmosfera		All'uscita dei GVR i fumi sono rilasciati in atmosfera mediante camino.
1.3	Produzione vapore		
1.3.1	Pompaggio acqua demineralizzata		I GVR saranno alimentati con la condensa recuperata dal sistema di condensazione e da acqua demineralizzata di reintegro che dopo preriscaldamento viene inviata al degasatore.

TABELLE ANALISI FUNZIONALE

FUNZIONE	DESCRIZIONE	AREA	DESCRIZIONE SISTEMI/PROCESSI
1.3.2	Stoccaggio acqua demineralizzata	Lo stoccaggio di acqua demi è situato sul lato Ovest del sito.	Serbatoio per acqua demineralizzata della capacità di 2500 m ³ .
1.3.3	Distribuzione acqua demineralizzata al GVR dall'economizzatore		
1.3.4	Trattamento anticorrosivo	Il trattamento viene effettuato in caldaia, i serbatoi di stoccaggio ed i servizi di trattamento sono collocati in prossimità del GVR.	Il sistema di iniezione chimica ha il compito di trattare l'acqua di alimento e l'acqua di caldaia al fine di garantire il buon funzionamento dell'impianto di produzione vapore prevenendo fenomeni di corrosione. La funzione del sistema di iniezione chimica ha pertanto lo scopo di eliminare l'anidride carbonica e l'ossigeno in soluzione nell'acqua demineralizzata del ciclo, che risulterebbero deterioranti (fenomeni corrosivi) per tubazioni e componenti dell'impianto.
1.3.5	Scambio termico nel generatore di vapore a recupero	I GVR sono posizionati tra il fabbricato TG ed il fabbricato scambiatore TLR.	Le caldaie a recupero saranno del tipo a circolazione naturale con flusso di fumi orizzontale e serpentine disposti verticalmente. Le caldaie ricevono i fumi di scarico dalle TG e producono vapore a tre livelli di pressione: alta, media e bassa. I gas di combustione provenienti dalla turbina a gas si raffreddano attraversando una serie di banchi scambiatori. All'uscita della caldaia i fumi sono scaricati in atmosfera per mezzo del camino.
1.3.5.1	Controllo temperatura vapore in caldaia		La regolazione della temperatura del vapore è realizzata automaticamente mediante un sistema di monitoraggio e controllo della caldaia a recupero e della caldaia ausiliaria.
1.3.5.2	Regolazione livello d'acqua nel corpo cilindrico		La regolazione del livello del corpo cilindrico ha la funzione di assicurare oltre che la presenza della corretta quantità di acqua nei circuiti di caldaia, il continuo adeguamento della portata dell'acqua alimento al valore attuale della portata di vapore prodotto. La regolazione viene effettuata automaticamente.
1.3.5.3	Controllo pressione vapore nel corpo cilindrico		La valvola di isolamento viene chiusa quando la caldaia è bloccata per mantenere la pressione nel corpo cilindrico il più a lungo possibile. La pressione più alta nel c.c. riduce il tempo di avviamento del ciclo combinato.
1.3.5.4	Verifica efficienza superfici di scambio		
1.3.6	Protezione caldaia a recupero		Il sistema di protezione comanda l'arresto di emergenza del turbogruppo a gas, e, con leggero ritardo, l'arresto del gruppo vapore, in relazione a: bassissimo/altissimo livello nel corpo cilindrico, altissima temperatura del vapore. Nel caso di altissimo livello viene comandato anche l'arresto delle pompe di alimento
1.4	Espansione vapore		
1.4.1	Invio del vapore in turbina		

TABELLE ANALISI FUNZIONALE

FUNZIONE	DESCRIZIONE	AREA	DESCRIZIONE SISTEMI/PROCESSI
1.4.1.1	Invio vapore alla TV		Il sistema vapore principale comprende i circuiti del vapore a partire dall'uscita della caldaia a recupero fino all'ingresso di turbina, oltre ai circuiti di by-pass del vapore al condensatore. Questo sistema provvede inoltre ad alimentare il sistema tenute turbina.
1.4.2	Espansione vapore in turbina		
1.4.3	Protezione TV		Il sistema protezione del gruppo vapore comanda l'arresto di emergenza del gruppo in relazione a: basso vuoto al condensatore, altissima temperatura nel cilindro di uscita, bassa pressione-livello dell'olio di lubrificazione, elevate vibrazioni, sovravelocità, cedimento reggispinta, altissima temperatura metallo cuscinetti, anomalia del sistema di controllo, intervento delle protezioni del generatore, bassissima temperatura del vapore, altissima temperatura del vapore, trip di caldaia, azionamento del pulsante di arresto di emergenza, apertura dell'interruttore di macchina del generatore, chiusura delle valvole di intercettazione di emergenza, forzamento in chiusura delle valvole di non ritorno sul vapore di spillamento.
1.4.3.1	Regolazione prestazioni turbina con sistema di controllo		Un sistema di controllo, comandato dal DCS, permette di modulare le prestazioni della turbina al fine di ottimizzare i rendimenti e l'accoppiamento con l'alternatore.
1.4.3.2	Controllo velocità di rotazione turbina a vapore		Vedi 1.4.3.1
1.4.4	Lubrificazione turbina e alimentazione comandi oleodinamici		Le casse d'olio di lubrificazione sono dotate di bacini per raccogliere eventuali perdite. L'olio di lubrificazione/attuazione viene raffreddato in circuito chiuso mediante scambiatori..
1.4.4.1	Stoccaggio lubrificante	Lo stoccaggio del lubrificante è adiacente al locale turbina vapore.	
1.4.4.2	Distribuzione e pompaggio lubrificante		
1.4.5	Invio del vapore espanso al condensatore con condotti di scarico		
1.4.6	Condensazione del vapore nel condensatore ad acqua		La condensazione avviene con utilizzo di acqua. Il condensatore ha lo scopo di condensare il vapore di scarico proveniente dal corpo turbina e del vapore di by-pass turbina (quando necessario) e comunque tutte le alimentazioni vapore che scaricano verso il condensatore stesso.
1.4.6.1	Sistemi di emergenza del condensatore		
1.5	Trasformazione lavoro in energia elettrica		
1.5.1	Produzione energia elettrica con alternatori gruppi TG	Gli alternatori si trovano nello stesso fabbricato delle TG.	

TABELLE ANALISI FUNZIONALE

FUNZIONE	DESCRIZIONE	AREA	DESCRIZIONE SISTEMI/PROCESSI
1.5.2	Raffreddamento alternatori gruppi TG		Il raffreddamento degli alternatori TG sarà effettuato mediante impianto ad aria a sua volta raffreddata in circuito chiuso con scambiatori aria/acqua.
1.5.3	Lubrificazione alternatore gruppo TG		I generatori sono provvisti di cuscinetti adeguatamente lubrificati e monitorati in modo tale da rilevare aumenti di temperatura e vibrazioni.
1.5.3.1	Stoccaggio lubrificante alternatore gruppo TG		Le casse d'olio di lubrificazione sono dotate di bacini per raccogliere eventuali perdite.
1.5.3.2	Distribuzione lubrificante		
1.5.4	Produzione energia elettrica alternatore della TV	Gli alternatori si trovano nello stesso fabbricato della TV.	
1.5.5	Raffreddamento alternatore della TV		Il raffreddamento degli alternatori TV sarà effettuato mediante impianto ad aria a sua volta raffreddata in circuito chiuso con scambiatori aria/acqua.
1.5.6	Lubrificazione alternatore gruppo TV		I generatori sono provvisti di cuscinetti adeguatamente lubrificati e monitorati in modo tale da rilevare aumenti di temperatura e vibrazioni.
1.5.6.1	Stoccaggio lubrificante alternatore gruppo TV		Le casse d'olio di lubrificazione sono dotate di bacini per raccogliere eventuali perdite.
1.5.6.2	Distribuzione lubrificante		
1.6	Trasporto energia elettrica		
1.6.1	Trasformazione	Le celle di alloggiamento dei trasformatori sono adiacenti ai locali TV e TG.	I trasformatori sono di tipo trifase idonei per installazione all'aperto.
1.6.1.1	Isolamento trasformatori		L'isolamento dei trasformatori è in olio minerale. La quantità di olio contenuta nei trasformatori è di circa di 58.000 kg. Le celle destinate ad ospitare i trasformatori sono previste costituite da pareti di cemento armato e vasca interrata di raccolta di olio del trasformatore e dell'acqua erogata dall'impianto di spegnimento in caso di intervento.
1.6.1.2	Raffreddamento trasformatori		Il raffreddamento dei trasformatori è a circolazione di aria forzata e circolazione di olio forzata guidata ODAF.
1.6.1.3	Protezione elettrica trasformatori		Oltre una certa temperatura la presenza di gas nell'olio fa aprire i sezionatori (relais Bucholtz). Ci sono due livelli di protezione: al primo livello scatta un allarme, al secondo si apre il circuito elettrico.
1.6.1.4	Protezione antincendio trasformatori		Sistema fisso ad acqua frazionata. L'impianto è a secco e si riempie in caso di intervento. L'intervento del sistema provoca l'isolamento della linea elettrica ai trasformatori.
1.6.2	Collegamento alla rete		Le linee ad alta tensione che dall'impianto arrivano ai trasformatori, in caso di tranciamento, fanno intervenire i sezionatori; le altre non hanno sistemi di protezione specifici.

TABELLE ANALISI FUNZIONALE

FUNZIONE	DESCRIZIONE	AREA	DESCRIZIONE SISTEMI/PROCESSI
1.6.2.1	Chiusura sezionatori		I sezionatori sono manovrati con aria compressa. In assenza d'aria chiudono. Gli interruttori sono isolati con SF ₆ , che funzione anche come Estinguente dell'arco elettrico. Su ogni interruttore è installato un indicatore per eventuali fughe di SF ₆ .
1.6.2.2	Trasporto via linea aere/sotterranea		Le linee aeree si attesteranno a Nord della strada che delimita il confine Nord del sito e ad Ovest rispetto al casolare adiacente alla medesima strada. Da quel punto le linee proseguiranno in cavo per entrare nel sito dall'angolo Nord-OvEst.
2.	Produzione di vapore mediante caldaie ausiliarie	Le 4 caldaie ausiliarie sono situate nel locale adiacente al locale uffici e Sala Controllo.	
2.1	Fornitura gas naturale		
2.1.1	Distribuzione di gas nell'impianto		La Centrale Termica Ausiliaria viene alimentata dalla linea di metano a 4 bar. La riduzione di pressione avviene nella stazione di riduzione.
2.2	Combustione		
2.2.1	Combustione di metano nel combustore		
2.2.1.1	Controllo della combustione		
2.2.1.2	Invio a camino dei fumi		
2.3	Produzione vapore		
2.3.1	Pompaggio acqua demineralizzata		I GVR saranno alimentati con la condensa recuperata dal sistema di condensazione e da acqua demineralizzata di reintegro che dopo preriscaldamento viene inviata al degasatore.
2.3.2	Stoccaggio acqua demineralizzata	Lo stoccaggio di acqua demi è situato sul lato Ovest del sito.	Serbatoio per acqua demineralizzata della capacità di 2500 m ³ .
2.3.3	Distribuzione acqua demineralizzata dall'economizzatore		
2.3.4	Trattamento anticorrosivo		Il sistema di iniezione chimica ha il compito di trattare l'acqua di alimento e l'acqua di caldaia al fine di garantire il buon funzionamento dell'impianto di produzione vapore prevenendo fenomeni di corrosione. La funzione del sistema di iniezione chimica ha pertanto lo scopo di eliminare l'anidride carbonica e l'ossigeno in soluzione nell'acqua demineralizzata del ciclo, che risulterebbero deterioranti (fenomeni corrosivi) per tubazioni e componenti dell'impianto.
2.3.5	Scambio termico nel generatore di vapore		
2.3.5.1	Controllo temperatura del vapore in caldaia		La regolazione della temperatura del vapore è realizzata automaticamente mediante un sistema di monitoraggio e controllo della caldaia a recupero e della caldaia ausiliaria.

TABELLE ANALISI FUNZIONALE

FUNZIONE	DESCRIZIONE	AREA	DESCRIZIONE SISTEMI/PROCESSI
2.3.5.2	Regolazione livello d'acqua nel corpo cilindrico		La regolazione del livello del corpo cilindrico ha la funzione di assicurare oltre che la presenza della corretta quantità di acqua nei circuiti di caldaia, il continuo adeguamento della portata dell'acqua alimento al valore attuale della portata di vapore prodotto. La regolazione viene effettuata automaticamente.
2.3.5.3	Controllo pressione nel corpo cilindrico		La valvola di isolamento viene chiusa quando la caldaia è bloccata per mantenere la pressione nel c.c. il più a lungo possibile. La pressione più alta nel c.c. riduce il tempo di avviamento del ciclo combinato.
2.3.5.4	Verifica efficienza superfici di scambio		
3.	Sistema acqua di rete		
3.1	Sistema di scambio termico		Il vapore prodotto dalle Caldaie è utilizzato in un sistema di produzione dell'acqua surriscaldata, composto da scambiatori di calore, in cui circolerà l'acqua della rete di teleriscaldamento. Gli scambiatori sono del tipo a fascio tubiero.
3.1.1	Controllo temperatura scambiatore		
3.1.2	Verifica efficienza superfici di scambio		
3.2	Pompaggio acqua di rete		
3.2.1	Gruppo di pompaggio acqua di rete	Il locale pompe è situato nella parte Sud-Est del sito, adiacente alla zona di stoccaggio acqua surriscaldata.	Il sistema di pompaggio è costituito da n° 2 gruppi di pompaggio (uno sul ritorno dalla rete di teleriscaldamento e uno sulla mandata alla rete di teleriscaldamento), ciascuno formato da n° 4 pompe in parallelo aventi ognuna le seguenti caratteristiche: portata 2.500 m ³ /h, prevalenza: 8 bar. Le pompe sono del tipo a giri variabile ottenuti con l'azionamento attraverso la variazione della frequenza di alimentazione dei motori elettrici trifase.
3.3	Stoccaggio acqua di rete		
3.3.1	Stoccaggio acqua surriscaldata	Presso il lato Sud-Ovest del sito, adiacente al locale ausiliari di TLR	n° 6 serbatoi per una capacità complessiva di 5000 m ³ (PN 16).
3.3.2	Stoccaggio acqua di rete	Presso il lato Sud-Ovest del sito, adiacente al locale ausiliari di TLR	Un serbatoio del volume di 1000 m ³ contiene acqua alla temperatura di 70 – 98°C a pressione atmosferica, con scarico di troppopieno in fogna. Il serbatoio metallico, sarà del tipo a tetto fisso esterno con tetto galleggiante interno onde ridurre al minimo il contatto con l'ossigeno presente nell'aria.
3.4	Linea distribuzione acqua di rete		
3.4.1	Distribuzione acqua surriscaldata		
3.4.2	Protezione linea acqua surriscaldata		Valvola di sfiato sulla linea situata immediatamente a valle delle caldaie.
3.5	Additivazione acqua di rete		
3.5.1	Approvvigionamento additivi		
3.5.2	Stoccaggio alcalinizzanti e deossigenanti chimici a base di prodotti organici (ammine e/o ammoniaca)		Tali prodotti sono in soluzione acquosa per il condizionamento chimico dei cicli termici, stoccati in contenitori da 25, 200, 1000 litri su pallet portacontenitori con vasca di raccolta.

TABELLE ANALISI FUNZIONALE

FUNZIONE	DESCRIZIONE	AREA	DESCRIZIONE SISTEMI/PROCESSI
4.	Servizi ausiliari		
4.1	Aria compressa		
4.1.1	Approvvigionamento	Il locale aria compressa è situato tra il fabbricato trattamento acque ed il magazzino.	L'aria viene aspirata attraverso un sistema di filtrazione e successivamente compressa prima di essere stoccata.
4.1.2	Deumidificazione dell'aria		n° 1 sistema trattamento per aria strumenti composto di n° 2 essiccatori d'aria a doppio elemento (di cui uno di riserva) progettati per funzionare ad una pressione di 8 bar e garantire all'uscita un punto di rugiada minore o uguale a - 30°C; n° 1 sistema per il trattamento aria servizi composto di n° 1 essiccatore a refrigerazione con un valore massimo di punto di rugiada alla pressione di esercizio minore o uguale a - 4°C, raffreddato ad aria.
4.1.3	Filtraggio		L'aria subirà anche un filtraggio per la rimozione di sostanze oleose.
4.1.4	Compressione dell'aria		n° 3 elettrocompressori d'aria, di tipo non lubrificato, di cui uno di riserva al 50 %. Gli altri due sono sufficienti a fornire l'aria compressa occorrente alla centrale, mentre l'altro rimarrà disponibile quale riserva con immediata possibilità di funzionamento. I compressori sono del tipo raffreddati in aria. Nel normale funzionamento della centrale i compressori in servizio dovrà lavorare senza carico per il 50% del tempo totale. Ogni compressore è dotato delle apparecchiature occorrenti al regolare e continuo funzionamento, quali filtro di aspirazione, silenziatore, refrigeranti aria, valvole di sicurezza, pressostati, termostati, manometri, termometri e valvole.
4.1.5	Stoccaggio		n° 3 serbatoi aria compressa, in acciaio zincato (PN 10).
4.1.6	Distribuzione aria compressa		
4.2	Trattamento acque		
4.2.1	Acqua grezza		
4.2.1.1	Approvvigionamento acqua grezza		Da pozzi di falda superficiale e da acquedotto.
4.2.1.2	Stoccaggio acqua grezza		
4.2.1.3	Distribuzione acqua grezza		
4.2.2	Acqua demineralizzata		
4.2.2.1	Impianto di demineralizzazione acqua	L'impianto di demineralizzazione è situato sul lato Ovest del sito.	L'impianto di demineralizzazione a resine a scambio ionico, produce , nella quantità richiesta, acqua di qualità adatta al suo uso nel ciclo acqua/vapore.
4.2.2.2	Stoccaggio acqua demineralizzata	Lo stoccaggio di acqua demi è situato sul lato Ovest del sito.	Serbatoio per acqua demineralizzata della capacità di 2500 m ³ .

TABELLE ANALISI FUNZIONALE

FUNZIONE	DESCRIZIONE	AREA	DESCRIZIONE SISTEMI/PROCESSI
4.2.2.3	Additivi chimici	La zona di carico/scarico dei condizionanti chimici si trova sul lato Ovest del sito.	L'approvvigionamento dei condizionanti chimici avviene tramite autobotte.
4.2.2.4	Stoccaggio additivi chimici		
4.2.2.4.1	Stoccaggio HCl	Lo stoccaggio di HCl si trova nel locale impianto di demineralizzazione (lato Ovest).	Utilizzato per la rigenerazione delle resine a scambio ionico. Serbatoio dotato di bacino di contenimento (capacità minima complessiva 50 m ³).
4.2.2.4.2	Stoccaggio NaOH	Lo stoccaggio di NaOH si trova nel locale impianto di demineralizzazione (lato Ovest).	Utilizzato per la rigenerazione delle resine a scambio ionico. Serbatoio dotato di bacino di contenimento (capacità minima complessiva 50 m ³).
4.2.3	Trattamento acque reflue		
4.3	Stoccaggio acque reflue		Sono previsti 3 serbatoi con contenimento da 60 m ³ ciascuno, in prossimità dell'impianto trattamento acque
4.3.1	Riempimento		
4.3.1.1	Contenimento		
4.4	Fornitura elettrica		
4.4.1	Fornitura elettrica principale		Stazione elettrica 220 kV blindata; alla stazione elettrica blindata sono collegati, oltre ai trasformatori elevatori della turbina a gas e della turbina a vapore, anche due trasformatori per l'alimentazione della cabina 6 kV di centrale e per l'alimentazione della cabina 22 kV al servizio delle Caldaie di Integrazione e Riserva e del sistema di pompaggio.
4.4.2	Fornitura elettrica secondaria		Alimentazioni alternative degli ausiliari di centrale in media tensione.
4.4.3	Fornitura elettrica di emergenza	Il gasolio è stoccato in serbatoio a doppia parete di 3000 litri dotato di bacino di contenimento.	Gruppo elettrogeno da 400 kVA in prossimità del turbogas.
4.5	Trattamento fumi		
4.5.1	Approvvigionamento NH ₃		L'approvvigionamento di NH ₃ avviene tramite autobotte da ditta specializzata
4.5.2	Stoccaggio NH ₃	Lo stoccaggio di NH ₃ si trova in prossimità del locale impianto di demineralizzazione (lato Ovest).	Sono previsti 2 serbatoi da 100 m ³ ciascuno dotati di bacino di contenimento. Sono collocati in prossimità dell'impianto trattamento acque.
5.	Servizi di protezione		

TABELLE ANALISI FUNZIONALE

FUNZIONE	DESCRIZIONE	AREA	DESCRIZIONE SISTEMI/PROCESSI
5.1	Protezione da eventi interni		
5.1.1	Bacini di contenimento		Sono previsti bacini di contenimento per i serbatoi contenenti HCl, NaOH ,NH ₃ e gasolio, per i fusti dei prodotti chimici trattamento acque, per gli olii (da isolamento o da lubrificazione).
5.1.2	Sistema antincendio		Un sistema antincendio principale, comune per tutto lo stabilimento, ha lo scopo di rilevare tempestivamente ed Estinguere gli incendi.
5.1.2.1	Sistema antincendio ad acqua	Il locale è collocato in prossimità della zona stoccaggio acqua industriale (lato Ovest).	
5.1.2.1.1	Stoccaggio H ₂ O antincendio	Serbatoio acqua industriale, lato Ovest.	Il serbatoio dell'acqua industriale (da 2.500 m ³) servirà anche come stoccaggio per l'acqua della rete antincendio della centrale. Il volume minimo garantito per l'utenza antincendio è pari a 800 m ³ .
5.1.2.1.2	Sistemi pompaggio antincendio		Stazione di pompaggio, con elettropompe principali, motopompa diesel di emergenza (con serbatoio incorporato della capacità di circa 200 litri) e pompa jockey. Il sistema è costituito da: una motopompa, azionata da un motore diesel; un'elettropompa; una pompa jockey per il mantenimento in pressione della rete.
5.1.2.1.3	Sistema distribuzione antincendio		
5.1.2.1.3.1	Sistema di linee di distribuzione		
5.1.2.1.3.2	Idranti	Il sistema di idranti presenti garantisce protezione a tutte le strade.	Gli idranti, provvisti di valvole di radice, sono disposti lungo le strade interne, ad una distanza tra loro non superiore ai 70 metri. Vicino ad ogni idrante si trovano, debitamente protetti, manichette ed ugelli per il pronto intervento. Le tubazioni sopra terra sono in acciaio galvanizzato, mentre le tubazioni interrato sono di materiale plastico.
5.1.2.1.3.3	Estintori portatili		
5.1.2.2	Sistemi antincendio a CO ₂		E' prevista la presenza di un impianto di spegnimento a CO ₂ .
5.1.2.2.1	Stoccaggio CO ₂		In bombole
5.1.2.2.2	Distribuzione CO ₂		
5.1.2.3	Sistema antincendio a schiuma		È previsto l'utilizzo della schiuma come mezzo estinguente a protezione dei serbatoi di nafta.
5.1.2.3.1	Stoccaggio della schiuma		In serbatoi
5.1.2.3.2	Distribuzione della schiuma		

TABELLE ANALISI FUNZIONALE

FUNZIONE	DESCRIZIONE	AREA	DESCRIZIONE SISTEMI/PROCESSI
5.1.3	Rivelazione incendio: rilevatori di fumo, calore etc...		Sono previsti sistemi di rilevamento di temperatura e di fumo nei locali: generatori di calore e decompressione/compressione metano; sala controllo, cabine elettriche interrate; locale retroquadro; pompe, tubazioni acqua di rete, compressori, antincendio, impianto di demineralizzazione, condizionamento, uffici, refettorio, spogliatoio e zone di passaggio interne. Sono previsti inoltre sistemi di rilevamento di temperatura e di fumo per le celle combustibili.
5.1.4	Sistema di allarme		Un sistema di allarme provvede ad allertare gli operatori addetti allo spegnimento degli incendio e dà inizio alla procedura di evacuazione nel caso di Estinzione con CO ₂ .
5.1.5	Sistema di controllo distribuito DCS	Sala controllo	Il sistema di rilevamento incendio per gli edifici ed i componenti si interfaccia, insieme ad un pannello di controllo dedicato, con il DCS, al fine di supervisionare il sistema antincendio dell'intero impianto.
5.2	Protezione da eventi esterni		
5.2.1	Protezione allagamenti		Non sono presenti protezioni particolari.
5.2.2	Protezione da movimenti tellurici		Non sono presenti protezioni particolari.
5.2.3	Protezione da missili esterni		Non sono presenti protezioni particolari.
5.2.4	Protezione da trombe d'aria		Non sono presenti protezioni particolari.
5.2.5	Protezione da fulmini		E' presente impianto di protezione LPS
5.2.6	Protezione da incendi esterni		La rete di idranti e di spegnimento a diluvio permette di raffreddare le strutture sottoposte ad irraggiamento

D 11
Allegato 2

Tabelle analisi HAZID

TABELLE ANALISI HAZID

FUNZIONE	DESCRIZIONE	DEVIAZIONE	CAUSA	CONSEGUENZE	F	D	R	SALVAGUARDIE	RACCOMANDAZIONI
1.	Produzione energia elettrica/calore								
1.1	Fornitura combustibile								
1.1.1	Approvvigionamento gas naturale	Rilascio gas nel tratto di tubazione a 12 bar	Rottura tubazione per corrosione, fatica, tranciamento accidentale	Nube esplosiva, possibile incendio e/o esplosione	2	5	10	Sistema di intercettazione automatica, allarme in sala controllo, valvola di intercettazione manuale. Il sistema antincendio provvede al raffreddamento delle strutture vicine in caso di incendio, onde evitare effetti domino	Verifica periodica dell'integrità strutturale delle tubazioni, flange e saldature. Test periodico della valvola di blocco.
1.1.1.1	Decompressione/Compressione gas naturale								
1.1.1.1.a	Decompressione gas naturale	Rilascio gas impianto di riduzione (4 bar)	Rottura tubazione o valvola per corrosione, fatica, tranciamento accidentale	Nube esplosiva, possibile incendio e/o esplosione	2	4	8	Sistema di intercettazione automatica, allarme in sala controllo, valvola di intercettazione manuale. Il sistema antincendio provvede al raffreddamento delle strutture vicine in caso di incendio, onde evitare effetti domino	Verifica periodica dell'integrità strutturale delle tubazioni, flange e saldature. Test periodico della valvola di blocco.
1.1.1.1.b		Decompressione insufficiente	Errata regolazione	Alta pressione ai riduttori locali Combustione anomala, non ci sono effetti sulla sicurezza	3	1	3	Valvole di sicurezza	

TABELLE ANALISI HAZID

FUNZIONE	DESCRIZIONE	DEVIAZIONE	CAUSA	CONSEGUENZE	F	D	R	SALVAGUARDIE	RACCOMANDAZIONI
1.1.1.1.2a	Compressione gas naturale	Rilascio gas impianto di compressione (30 bar)	Rottura tubazione o componente per corrosione, fatica, tranciamento accidentale	Nube esplosiva, possibile incendio e/o esplosione	2	5	10	Sistema di intercettazione automatica, allarme in sala controllo, valvola di intercettazione manuale. Il sistema antincendio provvede al raffreddamento delle strutture vicine in caso di incendio, onde evitare effetti domino	Verifica periodica dell'integrità strutturale delle tubazioni, flange e saldature. Test periodico della valvola di blocco.
1.1.1.1.2b		Compressione insufficiente	Errata regolazione	Combustione anomala, non ci sono effetti sulla sicurezza	3	1	3		
1.1.1.2	Riscaldamento gas naturale	Rilascio gas	Rottura tubazione o componente per urto esterno, corrosione, fatica	Nube esplosiva localizzata, possibile incendio e/o esplosione	2	4	8	Sistema di intercettazione automatica, allarme in sala controllo, valvola di intercettazione manuale. Il sistema antincendio provvede al raffreddamento delle strutture vicine in caso di incendio, onde evitare effetti domino	
1.1.1.3	Distribuzione gas nell'impianto								

TABELLE ANALISI HAZID

FUNZIONE	DESCRIZIONE	DEVIAZIONE	CAUSA	CONSEGUENZE	F	D	R	SALVAGUARDIE	RACCOMANDAZIONI
1.1.1.3.1	Distribuzione gas, linea a 30 bar	Rilascio gas	Rottura tubazione per corrosione, fatica, tranciamento accidentale	Nube esplosiva, possibile incendio e/o esplosione	2	5	10	Tubazione interrata. Sistema di intercettazione automatica, allarme in sala controllo, valvola di intercettazione manuale. Il sistema antincendio provvede al raffreddamento delle strutture vicine in caso di incendio, onde evitare effetti domino	Posare la linea in modo che non passi in prossimità di serbatoi o tubazioni di sostanze tossiche e/o infiammabili, o di strutture cruciali per l'impianto Verifica periodica dell'integrità strutturale delle tubazioni, flange e saldature. Test periodico della valvola di blocco.
1.1.1.3.2	Distribuzione gas, linea a 4 bar	Rilascio gas	Rottura tubazione per corrosione, fatica, tranciamento accidentale	Nube esplosiva, possibile incendio e/o esplosione	2	4	8	Sistema di intercettazione automatica, allarme in sala controllo, valvola di intercettazione manuale. Il sistema antincendio provvede al raffreddamento delle strutture vicine in caso di incendio, onde evitare effetti domino	Posare la linea in modo che non passi in prossimità di serbatoi o tubazioni di sostanze tossiche e/o infiammabili, o di strutture cruciali per l'impianto Verifica periodica dell'integrità strutturale delle tubazioni, flange e saldature. Test periodico della valvola di blocco.
1.1.1.4	Protezione linea gas naturale	Rilascio gas	Intervento spurio valvole di rilascio	Formazione di nube gas. Possibile innesco con conseguente incendio/esplosione	3	3	9		Test periodico delle valvole di sicurezza
1.2	Combustione								
1.2.1	Combustione gas naturale nel combustore								

TABELLE ANALISI HAZID

FUNZIONE	DESCRIZIONE	DEVIAZIONE	CAUSA	CONSEGUENZE	F	D	R	SALVAGUARDIE	RACCOMANDAZIONI
1.2.1.1	Controllo combustione nel combustore	Errata miscelazione combustibile/comburente Errato dosaggio dei reagenti	Errore di regolazione, guasto alla componentistica di controllo processo (ugelli e condotti gas, condotti aria compressa, disco stabilizzatore di fiamma)	Mancata combustione, combustione anomala, esplosione confinata di gas	1	3	3	Controllo da DCS e del sistema di controllo delle TG. Sistemi di protezione e controllo dello stato dei componenti del turbogas (in particolare ugelli gas, condotti aria compressa e disco stabilizzatore di fiamma)	Manutenzione periodica dei componenti la macchina
1.2.2	Espansione in turbina a gas	Perdita di contenimento gas	Corrosione, fatica o perdita di integrità della turbina per rottura delle palette	Rilascio di gas ad alta pressione e alta temperatura.	2	3	6	Sistema di controllo della turbina a gas, sistema DCS	Test periodico delle macchine e della tubazioni
1.2.3	Lubrificazione turbogas e olio di regolazione e attuazione								
1.2.3.1a	Stoccaggio lubrificante turbogas	Sovrariempimento serbatoio	Errore umano o guasto controllore di livello	Spandimento lubrificante. Possibile incendio da pozza	2	2	4	Bacino di contenimento allo sversamento del lubrificante. Sistema antincendio.	Verificare che le casse dell'olio di lubrificazione non si trovino in prossimità di stoccaggi o tubazioni contenenti gas infiammabili od esplosivi
1.2.3.1b		Lubrificante insufficiente	Errore umano o guasto controllore di livello	Danni meccanici all'apparecchiatura. Nessuna conseguenza rilevante dal punto di vista della sicurezza	1	1	1	Controllo periodico del livello di olio e test sui misuratori di livello	
1.2.3.2	Distribuzione e pompaggio lubrificanti	Mancata lubrificazione turbogas	Guasto al sistema oleodinamico. Errore umano.	Danni meccanici all'apparecchiatura. Nessuna conseguenza rilevante dal punto di vista della sicurezza	3	1	3	Test periodico sui componenti il sistema di lubrificazione	
1.2.4a	Protezione TG	Malfunzionamento sistema di estinzione	Sistema antincendio danneggiato	Mancato intervento di estinzione con CO ₂	1	3	3	Controllo da DCS. Sistema di ventilazione dei locali turbogas Manutenzione periodica sistema antincendio	

TABELLE ANALISI HAZID

FUNZIONE	DESCRIZIONE	DEVIAZIONE	CAUSA	CONSEGUENZE	F	D	R	SALVAGUARDIE	RACCOMANDAZIONI
1.2.4b		Mancato arresto di emergenza dei gruppi TG	Guasto o malfunzionamento del sistema di controllo delle TG	Mancata apertura dell'interruttore di macchina e mancata chiusura delle valvole di intercettazione del combustibile	1	3	3	Controllo da DCS	
1.2.5	Invio a camino dei fumi								
1.2.5.1	Abbattimento NOx dai fumi								
1.2.5.1.1	Distribuzione ammoniacca	Rilascio NH ₃	Rottura tubazione o valvola per corrosione, fatica, tranciamento accidentale. Perdita da flange	Spandimento di NH ₃ / Indisponibilità di ammoniacca / Mancato abbattimento fumi	3	3	9		Verifica periodica dell'integrità delle tubazioni
1.2.5.1.2a	Sistema di vaporizzazione e accumulo dell'ammoniaca	Malfunzionamento di sistema di vaporizzazione	Guasto del vaporizzatore	Mancata alimentazione ammoniacca all'accumulatore. Mancato abbattimento fumi.	2	2	4	Controllo da CEMS	Test periodico del sistema di vaporizzazione
1.2.5.1.2b		Mancato stoccaggio ammoniacca nel serbatoio di accumulo	Mancato riempimento del serbatoio.	Mancato abbattimento fumi.	1	2	2	Controllo da CEMS Controllo periodico livello stoccato.	Controllo periodico di integrità del serbatoio di accumulo
1.2.5.1.2c		Mancata erogazione ammoniacca al sistema di diluizione (Air Mixer)	Chiusura spuria valvola di controllo del flusso	Mancata alimentazione ammoniacca al sistema di diluizione (Air Mixer). Mancato abbattimento fumi.	3	2	6	Controllo da CEMS	Test periodico della valvola di controllo del flusso
1.2.5.1.3	Sistema di iniezione dell'ammoniaca	Mancata erogazione ammoniacca dal sistema di ugelli (Ammonia Injection Grid)	Mancanza di flusso agli erogatori. Intasamento ugelli.	Mancata erogazione ammoniacca nel sistema DENOX. Mancato abbattimento fumi.	1	2	2	Controllo da CEMS	Controllo periodico degli ugelli di erogazione

TABELLE ANALISI HAZID

FUNZIONE	DESCRIZIONE	DEVIAZIONE	CAUSA	CONSEGUENZE	F	D	R	SALVAGUARDIE	RACCOMANDAZIONI
1.2.5.1.3.1	Sistema di controllo erogazione ammoniacca	Mancata / anomala erogazione dell'ammoniaca dagli ugelli	Guasto al sistema di controllo PLC. Mancanza di segnale /segnale errato dall'indicatore di temperatura o dal Turbine Load. Mancanza di segnale /segnale errato dal sistema CEMS.	Mancato/insufficiente abbattimento fumi	2	2	4		Controlli periodici sul funzionamento della logica di controllo e sulla strumentazione di misura
1.2.5.1.4	Sistema di diluizione dell'ammoniaca	Mancata / anomala diluizione dell'ammoniaca al sistema di ugelli	Malfunzionamento ventilatore di iniezione. Guasto dell'Air Mixer.	Mancato abbattimento fumi	2	2	4	Controllo da CEMS	Controlli periodici del ventilatore e dell'integrità dell'Air Mixer.
1.2.5.2	Monitoraggio fumi	Mancato monitoraggio	Malfunzionamento sistema di campionamento o di elaborazione	Mancato controllo dei fumi rilasciati	3	1	3		
1.2.5.3	Rilascio fumi in atmosfera								
1.3	Produzione vapore								
1.3.1	Pompaggio acqua demineralizzata	Mancato pompaggio o parziale pompaggio	Rottura pompe di alimento, chiusura spuria valvole di blocco e isolamento	Surriscaldamento corpi cilindrici, danneggiamento tubi caldaia, possibile esplosione localizzata	2	2	4	Valvole di rilascio in caldaia ad intervento di blocco automatico in caso di sovrappressione. Il sistema di protezione della caldaia comanda l'arresto turbogruppo a gas. Controllo da DCS	Test periodici su valvole ed organi di pompaggio

TABELLE ANALISI HAZID

FUNZIONE	DESCRIZIONE	DEVIAZIONE	CAUSA	CONSEGUENZE	F	D	R	SALVAGUARDIE	RACCOMANDAZIONI
1.3.2	Stoccaggio acqua demineralizzata	Mancato stoccaggio acqua	Chiusura spuria valvole di blocco e isolamento, rottura del serbatoio di stoccaggio, mancato riempimento del serbatoio.	Surriscaldamento corpi cilindrici, danneggiamento tubi caldaia, possibile esplosione localizzata. Rilascio di acqua demi in prossimità del serbatoio	2	2	4	Valvole di rilascio in caldaia ad intervento di blocco automatico in caso di sovrappressione. Il sistema di protezione della caldaia comanda l'arresto del turbogruppo a gas. Controllo da DCS	Test periodici su valvole ed organi di pompaggio
1.3.3	Distribuzione acqua demi al GVR dall'economizzatore	Erronea distribuzione dell'acqua nelle diverse sezioni del GVR	Rottura di alcune tubazioni, corrosione tubazioni, malfunzionamento di dispositivi di regolazione pompe alimento	Surriscaldamento corpi cilindrici, danneggiamento tubi caldaia, possibile esplosione localizzata. Rilascio di acqua demi nel GVR lato fumi	2	2	4	Valvole di rilascio in caldaia ad intervento automatico in caso di sovrappressione. Il sistema di protezione della caldaia comanda l'arresto del turbogruppo a gas. Controllo da DCS	Test periodici su valvole ed organi di regolazione
1.3.4	Trattamento anticorrosivo	Mancato dosaggio anticorrosivo	Mancanza anticorrosivo, dispositivi di dosaggio guasti	Possibile corrosione tubi caldaia	3	1	3		Controllo periodico della composizione dell'acqua demi
1.3.5	Scambio termico nel GVR								
1.3.5.1	Controllo temperatura vapore in caldaia								
1.3.5.2	Regolazione livello d'acqua nel corpo cilindrico	Mancata regolazione	Guasto al sistema di regolazione	Alto/basso livello nel corpo cilindrico. Possibile surriscaldamento	2	2	4	Controllo da DCS, sistema di controllo della caldaia a recupero. Il sistema di controllo è caratterizzato dall'immunità al guasto singolo	

TABELLE ANALISI HAZID

FUNZIONE	DESCRIZIONE	DEVIAZIONE	CAUSA	CONSEGUENZE	F	D	R	SALVAGUARDIE	RACCOMANDAZIONI
1.3.5.3a	Controllo pressione vapore nel corpo cilindrico	Alta/bassa pressione vapore	Malfunzionamento del sistema di rilevazione. Problemi di regolazione	Vapore ad alta/bassa pressione in caldaia. Nessuna conseguenza dal punto di vista della sicurezza	3	1	3	Valvole di rilascio in caldaia. Controllo da DCS, sistema di controllo della caldaia a recupero. Il sistema di controllo è caratterizzato dall'immunità al guasto singolo	
1.3.5.3b		Altissima pressione vapore	Malfunzionamento del sistema di rilevazione. Problemi di regolazione	Cedimento strutturale della caldaia	1	4	4	Valvole di sicurezza. Intervento sistema di controllo caldaia e blocco da parte del DCS	
1.3.5.4	Verifica efficienza superfici di scambio	Scarsa efficienza di scambio termico	Incrostazioni sulle superfici, riduzione superfici di scambio	Insufficiente riscaldamento del vapore, diminuzione del rendimento, non ci sono effetti sulla sicurezza	3	1	3	Pulizia periodica delle superfici di scambio nel GVR	
1.3.6	Protezione caldaia a recupero	Mancato arresto di emergenza del gruppo turbogas	Guasto o malfunzionamento del sistema di controllo del sistema di protezione dalla caldaia	Surriscaldamento della caldaia, possibili danni strutturali o perdita di contenimento	2	2	4	Controllo da DCS	
1.4	Espansione vapore in turbina								
1.4.1	Invio del vapore in turbina								
1.4.1.1	Invio vapore alla TV	Rilascio vapore da tubazione	Rottura condotto per urti, eventi esterni, fatica, corrosione	Getto di vapore ad alta temperatura e pressione, eventuali danni al personale presente	2	4	8	Possibilità di intercettare la linea mediante valvola ad azionamento manuale.	Ridurre al minimo la lunghezza delle tubazioni. Assicurarsi che non passino in prossimità di stoccaggi o tubazioni contenenti sostanze pericolose
1.4.2	Espansione vapore i turbina	Perdita di contenimento vapore	Rottura per corrosione, fatica o perdita di integrità della turbina per rottura palette	Rilascio di vapore ad alta pressione ed alta temperatura, danni al personale presente nell'edificio	1	3	3	Controllo pressione e temperatura turbina	Test periodico delle macchine e tubazioni
1.4.3	Protezione TV								

TABELLE ANALISI HAZID

FUNZIONE	DESCRIZIONE	DEVIAZIONE	CAUSA	CONSEGUENZE	F	D	R	SALVAGUARDIE	RACCOMANDAZIONI
1.4.3.1	Regolazione prestazioni turbina con sistema di controllo	Erronea regolazione	Malfunzionamento sistemi di controllo	Diminuzione del rendimento	2	1	2	Ridondanza, immunità al guasto singolo del sistema DCS	Test periodico sulle valvole ed organi di regolazione
1.4.3.2	Controllo velocità di rotazione della TV								
1.4.4	Lubrificazione turbina e comandi oleodinamici								
1.4.4.1	Stoccaggio lubrificanti	Mancato stoccaggio	Mancato rifornimento, rottura tubazioni a monte del serbatoio, rottura del serbatoio di stoccaggio	Mancata lubrificazione, eccessivo attrito e danneggiamento turbine e comandi oleodinamici. Spandimento olio, possibile incendio	3	2	6	Sistema antincendio, bacino di contenimento dell'olio	Verifica periodica dell'integrità delle tubazioni
1.4.4.2	Distribuzione e pompaggio lubrificante	Mancata distribuzione lubrificante	Rottura tubazioni, chiusura spuria valvole di immissione, malfunzionamento di pompaggio	Mancata o insufficiente lubrificazione, eccessivo attrito e danneggiamento turbine e comandi oleodinamici. Spandimento olio, possibile incendio	3	2	6	Sistema antincendio	Verifica periodica dell'integrità delle tubazioni
1.4.5	Invio del vapore espanso al condensatore con condotti di scarico	Mancato invio vapore al condensatore	Rottura condotti, valvola di immissione bloccata chiusa	Mancata condensazione, mancato invio condensato al pozzo caldo, livello acqua demi insufficiente	2	2	4		Test periodico sulla valvola di immissione
1.4.6	Condensazione del vapore nel condensatore ad acqua								
1.4.6.1	Sistemi di emergenza del condensatore								
1.5	Trasformazione lavoro in energia elettrica								

TABELLE ANALISI HAZID

FUNZIONE	DESCRIZIONE	DEVIAZIONE	CAUSA	CONSEGUENZE	F	D	R	SALVAGUARDIE	RACCOMANDAZIONI
1.5.1	Produzione energia elettrica con alternatori gruppi TG	Mancata produzione di energia elettrica	Blocco alternatore per guasto meccanico; avaria dell'alternatore	Blocco rapido della turbina; possibile incendio	1	3	3	Controllo da DCS. Rilevatori di temperatura a vibrazione. Rilevatori antincendio; sistema di estinzione a CO ₂ .	
1.5.2	Raffreddamento alternatore TG	Mancato raffreddamento	Guasto del sistema di raffreddamento	Innalzamento della temperatura dell'alternatore	2	2	4	Controllo da DCS. Rilevatori di temperatura a vibrazione. Rilevatori antincendio; sistema di estinzione a CO ₂ .	
1.5.3	Lubrificazione alternatore TG								
1.5.3.1a	Stoccaggio lubrificante alternatore gruppo TG	Stoccaggio lubrificante insufficiente	Mancato approvvigionamento	Mancata lubrificazione turbogas	1	1	1	Rilevatore di temperatura su macchina e cuscinetti; rilevatori di vibrazioni su cuscinetti. Rilevatori antincendio; sistema di spegnimento a CO ₂ .	
1.5.3.1b		Rilascio lubrificante	Rottura tubazione per corrosione/fatica o urti esterni	Basso livello dell'olio di lubrificazione. Spandimento lubrificante. Possibile incendio da pozza	2	2	4	Intervento del Sistema di Protezione del turbogas per il basso livello: arresto di emergenza. Casse olio dotate di ghiotte idonee a raccogliere eventuali perdite.	
1.5.3.2a	Distribuzione lubrificante	Temperatura dell'olio troppo elevata	Guasto/rottura del sistema di refrigerazione	Surriscaldamento dell'alternatore, danneggiamento o possibile incendio	2	3	6	Intervento del Sistema di Protezione del turbogas: arresto di emergenza. Rilevatore della temperatura dell'olio.	

TABELLE ANALISI HAZID

FUNZIONE	DESCRIZIONE	DEVIAZIONE	CAUSA	CONSEGUENZE	F	D	R	SALVAGUARDIE	RACCOMANDAZIONI
1.5.3.2b		Pressione dell'olio troppo bassa	Rottura del sistema oleodinamico	Surriscaldamento dell'alternatore, danneggiamento o possibile incendio	2	3	6	Intervento del Sistema di Protezione del turbogas: arresto di emergenza.	
1.5.3.2c		Mancata lubrificazione turboalternatore	Errore umano o stoccaggio lubrificante insufficiente	Surriscaldamento, danni meccanici all'apparecchiatura Eventuale blocco impianto	2	2	4	Rilevatore di temperatura e vibrazioni. Rilevatori antincendio; sistema di spegnimento a CO ₂ .	
1.5.4	Produzione energia elettrica alternatore della turbina a vapore	Mancata produzione di energia elettrica	Blocco alternatore per guasto meccanico; blocco per avaria	Blocco rapido della turbina e scarico vapore al condensatore; possibile incendio	1	3	3	Controllo da DCS. Sistemi di by pass turbina; rilevatori antincendio sui cuscinetti; sistema di spegnimento ad acqua	
1.5.5	Raffreddamento alternatore della TV	Mancato raffreddamento	Guasto del sistema di raffreddamento	Innalzamento della temperatura dell'alternatore	2	2	4	Controllo da DCS. Rilevatori di temperatura a vibrazione. Rilevatori antincendio; sistema di estinzione a CO ₂ .	
1.5.6	Lubrificazione alternatore della turbina a vapore								
1.5.6.1a	Stoccaggio lubrificante	Stoccaggio lubrificante insufficiente	Mancato approvvigionamento. Errore umano	Mancata lubrificazione turbogas. Danni meccanici all'apparecchiatura Eventuale blocco impianto	1	2	2		Addestramento del personale

TABELLE ANALISI HAZID

FUNZIONE	DESCRIZIONE	DEVIAZIONE	CAUSA	CONSEGUENZE	F	D	R	SALVAGUARDIE	RACCOMANDAZIONI
1.5.6.1b		Rilascio lubrificante	Rottura tubazione per corrosione/fatica o urti esterni. Errore umano	Basso livello dell'olio di lubrificazione. Danni meccanici/surriscaldamento dell'apparecchiatura. Eventuale blocco impianto Spandimento lubrificante. possibile incendio da pozza	2	2	4	Intervento del Sistema di Protezione del turbogas per il basso livello: arresto di emergenza. Casse olio dotate di ghiotte idonee a raccogliere eventuali perdite.	Installare sistema antincendio del personale
1.5.6.2	Distribuzione lubrificante	Pressione dell'olio troppo bassa	Rottura del sistema oleodinamico	Lubrificazione insufficiente. Danni meccanici all'apparecchiatura	2	2	4	Intervento del Sistema di Protezione del turbogas: arresto di emergenza.	
1.6	Trasporto energia elettrica								
1.6.1	Trasformazione								
1.6.1.1a	Isolamento trasformatori	Perdita isolamento	Rilascio olio	Per i trasformatori con olio, possibile incendio da pozza con innesco dovuto a scarica elettrica	2	3	6	Il basamento del trasformatore è una vasca in cemento armato in grado di drenare tutto l'olio contenuto nel trasformatore e l'acqua di spegnimento verso la vasca di contenimento. Sistemi di blocco (DCS) in caso di cortocircuito o alta temperatura olio. Sistema antincendio a diluvio automatico, azionato da rilevatori di temperatura.	

TABELLE ANALISI HAZID

FUNZIONE	DESCRIZIONE	DEVIAZIONE	CAUSA	CONSEGUENZE	F	D	R	SALVAGUARDIE	RACCOMANDAZIONI
1.6.1.1b		Scoppio del trasformatore	Aumento della pressione all'interno del trasformatore	Proiezione di frammenti, rilascio di olio con possibilità di innesco	3	3	9	Le celle di alloggiamento dei trasformatori presentano basamento in cemento armato, muri tagliafiamma su tre lati e solaio tagliafuoco.	Manutenzione periodica dei trasformatori
1.6.1.2	Raffreddamento trasformatori	Mancato raffreddamento	Guasto al sistema di raffreddamento	Surriscaldamento del trasformatore, alta temperatura olio di isolamento; possibile incendio	2	3	6	Intervento DCS: blocco impianto. Sistema antincendio a diluvio automatico, azionato da rilevatori di temperatura.	
1.6.1.3a	Protezione elettrica sui trasformatori	Intervento spurio del sistema di controllo locale della temperatura dell'olio, della corrente del neutro, del livello dell'olio.	Apertura del circuito elettrico	Arresto temporaneo produzione	3	1	3	Controllo da DCS	
1.6.1.3b		Mancato intervento del sistema di controllo locale e regolazione della temperatura dell'olio, della corrente del neutro, del livello dell'olio.	Malfunzionamento del sistema di rilevatori	Mancata segnalazione di anomalie. Possibile danneggiamento impianto per perdita isolamento trasformatore. Rilascio olio possibile incendio.	2	4	8	Controllo da DCS. Sistema antincendio	
1.6.1.3c		Mancato intervento della flangia di sicurezza	Malfunzionamento della flangia	Danni alla struttura di contenimento del trasformatore. Rilascio olio, possibile incendio.	2	3	6	Sistema antincendio	
1.6.1.3d		Mancato intervento della protezione Bucholtz	Malfunzionamento rilevatori. Protezione Bucholtz inattiva	Presenza di possibili inneschi. Rottura del trasformatore. Mancata apertura sezionatori	2	4	8	Flangia di sicurezza sui trasformatori. Sistema antincendio	Inserimento di un sistema in grado di assicurare la contemporanea apertura di tutti gli interruttori di tutti i trasformatori
1.6.2	Collegamento alla rete								

TABELLE ANALISI HAZID

FUNZIONE	DESCRIZIONE	DEVIAZIONE	CAUSA	CONSEGUENZE	F	D	R	SALVAGUARDIE	RACCOMANDAZIONI
1.6.2.1a	Chiusura sezionatori	Perdita collegamento	Apertura spuria interruttori	Arresto del sistema, blocco di produzione	2	1	2		
1.6.2.1b		Mancato intervento sistemi di protezione	Interruttori bloccati chiusi, guasto sistema di protezione. Guasto sistema aria compressa servizi.	Scarica elettrica a terra Rottura del trasformatore, sovraccarico trasformatori ed impianto	2	4	8		Test periodico sui sezionatori
1.6.2.2a	Trasporto dell'energia elettrica	Corto circuito	Danneggiamento dell'isolamento elettrico	Scariche elettriche a terra, perdita di isolamento dell'impianto, corto circuito	1	4	4	Protezioni elettriche, controllo da DCS	
1.6.2.2b		Rottura cavo	Tranciamento accidentale	Scarica elettrica a terra. Perdita di isolamento dell'impianto, corto circuito	1	4	4	Protezione di linea, controllo da DCS	
2.	Produzione di vapore mediante caldaie ausiliarie								
2.1	Fornitura gas naturale								
2.1.1	Distribuzione di gas nell'impianto								
2.2	Combustione								
2.2.1	Combustione di metano nel combustore								
2.2.1.1	Controllo combustione nel combustore	Errata miscelazione combustibile/comburente Errato dosaggio dei reagenti	Errore di regolazione, guasto alla componentistica di controllo processo (ugelli e condotti gas, condotti aria compressa, disco stabilizzatore di fiamma)	Mancata combustione, combustione anomala, esplosione confinata di gas	1	3	3	Controllo da DCS. Sistemi di protezione e controllo dello stato dei componenti della Caldaia Ausiliaria (in particolare ugelli gas, condotti aria compressa e disco stabilizzatore di fiamma)	Manutenzione periodica dei componenti la macchina
2.2.1.2	Invio a camino dei fumi								
2.3	Produzione vapore								

TABELLE ANALISI HAZID

FUNZIONE	DESCRIZIONE	DEVIAZIONE	CAUSA	CONSEGUENZE	F	D	R	SALVAGUARDIE	RACCOMANDAZIONI
2.3.1	Pompaggio acqua demineralizzata	Mancato pompaggio o parziale pompaggio	Rottura pompe di alimento, chiusura spuria valvole di blocco e isolamento	Surriscaldamento corpi cilindrici, danneggiamento tubi caldaia, possibile esplosione localizzata	2	2	4	Valvole di rilascio in caldaia ad intervento di blocco automatico in caso di sovrappressione. Controllo da DCS	Test periodici su valvole ed organi di pompaggio
2.3.2	Stoccaggio acqua demineralizzata	Mancato stoccaggio acqua	Chiusura spuria valvole di blocco e isolamento, rottura del serbatoio di stoccaggio, mancato riempimento del serbatoio.	Surriscaldamento corpi cilindrici, danneggiamento tubi caldaia, possibile esplosione localizzata. Rilascio di acqua demi in prossimità del serbatoio	2	2	4	Valvole di rilascio in caldaia ad intervento di blocco automatico in caso di sovrappressione. Controllo da DCS	Test periodici su valvole ed organi di pompaggio
2.3.3	Distribuzione acqua demi dall'economizzatore	Erronea distribuzione dell'acqua	Rottura di alcune tubazioni, corrosione tubazioni, malfunzionamento di dispositivi di regolazione pompe alimento	Surriscaldamento corpi cilindrici, danneggiamento tubi caldaia, possibile esplosione localizzata. Rilascio di acqua demi nel lato fumi	2	2	4	Valvole di rilascio in caldaia ad intervento automatico in caso di sovrappressione. Controllo da DCS	Test periodici su valvole ed organi di regolazione
2.3.4	Trattamento anticorrosivo	Mancato dosaggio anticorrosivo	Mancanza anticorrosivo, dispositivi di dosaggio guasti	Possibile corrosione tubi caldaia	3	1	3		Controllo periodico della composizione dell'acqua demi
2.3.5	Scambio termico nel generatore di vapore								
2.3.5.1	Controllo temperatura vapore in caldaia								
2.3.5.1.1	Controllo temperatura vapore nella caldaia	Alta/bassa temperatura vapore	Malfunzionamento del sistema di rilevazione della temperatura del vapore. Problemi di regolazione	Alta/bassa temperatura vapore in turbina, possibile danneggiamento turbina, nessuna conseguenza rilevante dal punto di vista della sicurezza	4	1	4	Sistema di controllo della caldaia. Controllo da DCS. La temperatura è monitorata costantemente. Test periodici sui misuratori di temperatura	

TABELLE ANALISI HAZID

FUNZIONE	DESCRIZIONE	DEVIAZIONE	CAUSA	CONSEGUENZE	F	D	R	SALVAGUARDIE	RACCOMANDAZIONI
2.3.5.2	Regolazione livello d'acqua nel corpo cilindrico	Mancata regolazione	Guasto al sistema di regolazione	Alto/basso livello nel corpo cilindrico. Possibile surriscaldamento	2	2	4	Controllo da DCS, sistema di controllo della caldaia. Il sistema di controllo è caratterizzato dall'immunità al guasto singolo	
2.3.5.3a	Controllo pressione vapore in caldaia	Alta/bassa pressione vapore	Malf funzionamento del sistema di rilevazione. Problemi di regolazione	Vapore ad alta/bassa pressione in caldaia. Nessuna conseguenza dal punto di vista della sicurezza	3	1	3	Valvole di rilascio in caldaia. Controllo da DCS, sistema di controllo della caldaia. Il sistema di controllo è caratterizzato dall'immunità al guasto singolo	
2.3.5.3b		Altissima pressione vapore	Malf funzionamento del sistema di rilevazione. Problemi di regolazione	Cedimento strutturale della caldaia	1	4	4	Valvole di sicurezza. Intervento sistema di controllo caldaia e blocco da parte del DCS	
2.3.5.4	Verifica efficienza superfici di scambio	Scarsa efficienza di scambio termico	Incrostazioni sulle superfici, riduzione superfici di scambio	Insufficiente riscaldamento del vapore, diminuzione del rendimento, non ci sono effetti sulla sicurezza	3	1	3	Pulizia periodica delle superfici di scambio nella caldaia.	
3	Sistema acqua di rete								
3.1	Sistema di scambio termico								
3.1.1	Controllo temperatura scambiatore	Temperatura di scambio non ottimale	Malf funzionamento del sistema di rilevazione della temperatura. Problemi di regolazione	Diminuzione del rendimento di scambio	3	1	3		
3.1.2	Verifica efficienza superfici di scambio	Scarsa efficienza di scambio termico	Incrostazioni sulle superfici, riduzione superfici di scambio	Insufficiente riscaldamento del vapore, diminuzione del rendimento, non ci sono effetti sulla sicurezza	3	1	3	Pulizia periodica delle superfici di scambio	
3.2	Pompaggio acqua di rete								

TABELLE ANALISI HAZID

FUNZIONE	DESCRIZIONE	DEVIAZIONE	CAUSA	CONSEGUENZE	F	D	R	SALVAGUARDIE	RACCOMANDAZIONI
3.2.1a	Gruppo di pompaggio acqua di rete	Pompaggio insufficiente	Rottura pompa	Pressione insufficiente sulla linea interna alla centrale, rilascio acqua	2	2	4	Manutenzione sistema di pompaggio	
3.2.1b		Arresto del sistema di pompaggio	Rottura pompa; mancata alimentazione elettrica	Mancata circolazione all'interno della centrale	3	2	6	Manutenzione sistema di pompaggio	
3.3	Stoccaggio acqua di rete								
3.3.1	Stoccaggio acqua surriscaldata	Mancato contenimento	Cedimento dovuto a corrosione, fatica, urto, elevata pressione	Rilascio acqua ad alta temperatura e pressione	2	4	8	Valvola di sfiato; bacino di contenimento	Verifica integrità serbatoi
3.3.2	Stoccaggio acqua di rete	Mancato contenimento	Cedimento dovuto a corrosione, fatica, urto	Rilascio acqua ad alta temperatura	2	4	8	Valvola di sfiato; bacino di contenimento	Verifica integrità serbatoi
3.4	Linee di distribuzione acqua di rete								
3.4.1	Distribuzione acqua di rete	Rilascio acqua da tubazione	Rottura condotto per urti, eventi esterni, fatica, corrosione	Getto di acqua ad alta temperatura, eventuali danni al personale presente	2	4	8		
3.4.2	Protezione linea acqua di rete	Mancata apertura valvola di sfiato	Valvola di sfiato bloccata chiusa	Eccessiva temperatura e pressione nei serbatoi; possibile cedimento del serbatoi	2	4	8		Test periodici sulla valvola di sfiato
3.5	Additivazione acqua di rete								
3.5.1	Approvvigionamento additivi	Rilascio durante l'approvvigionamento	Errore operatore	Spandimento ammine	2	2	4		
3.5.2	Stoccaggio alcalinizzanti e deossigenanti chimici a base di prodotti organici (ammine e/o ammoniaci)	Mancato contenimento	Cedimento dovuto a corrosione, fatica, urto	Spandimento ammine pesanti	2	2	4	Bacino di contenimento	
4.	Servizi ausiliari								
4.1	Aria compressa								
4.1.1	Approvvigionamento aria	Mancato approvvigionamento	Malfunzionamento del compressore	Mancata fornitura di aria compressa a tutte le utenze	2	2	4		Manutenzione periodica sui compressori

TABELLE ANALISI HAZID

FUNZIONE	DESCRIZIONE	DEVIAZIONE	CAUSA	CONSEGUENZE	F	D	R	SALVAGUARDIE	RACCOMANDAZIONI
4.1.2	Deumidificazione aria compressa	Aria umida alle utenze	Malfunzionamento essiccatore	Malfunzionamenti dei sistemi di regolazione e controllo pneumatici. Possibili congelamenti nel periodo invernale, con blocco valvole	2	2	4		
4.1.3a	Filtraggio	Mancato filtraggio	Malfunzionamento filtro	Invio alle utenze di aria non filtrata, sporcamento componenti	3	1	3		Sostituzione periodica dei filtri
4.1.3b		Filtraggio parziale	Malfunzionamento filtro	Invio alle utenze di aria filtrata parzialmente	3	1	3		Manutenzione periodica dei filtri
4.1.4a	Compressione dell'aria	Mancata compressione dell'aria	Malfunzionamento compressore	Mancato funzionamento di alcuni componenti ad aria compressa	2	2	4	Controllo da DCS	
4.1.4b		Compressione insufficiente	Malfunzionamento compressore	Mancato funzionamento di alcuni componenti ad aria compressa	2	2	4	Controllo da DCS	
4.1.4c		Eccessiva compressione dell'aria	Malfunzionamento compressore	Elevata pressione nel sistema di stoccaggio	2	1	2	Controllo da DCS	
4.1.5	Stoccaggio aria compressa								
4.1.6a	Distribuzione aria compressa	Mancata distribuzione	Rottura delle tubazioni per urto, corrosione, fatica..	Mancata fornitura di aria compressa Bassa pressione alle utenze. Malfunzionamenti dei sistemi di regolazione e controllo pneumatici	2	2	4	Controllo da DCS	Controllo periodico
4.1.6b		Parziale distribuzione	Perdita tubazioni nelle	Parziale fornitura di aria compressa Bassa pressione alle utenze. Malfunzionamenti dei sistemi di regolazione e controllo pneumatici	2	2	4	Controllo da DCS	

TABELLE ANALISI HAZID

FUNZIONE	DESCRIZIONE	DEVIAZIONE	CAUSA	CONSEGUENZE	F	D	R	SALVAGUARDIE	RACCOMANDAZIONI
4.2	Trattamento acque								
4.2.1	Acqua grezza								
4.2.1.1	Approvvigionamento acqua grezza	Mancato o parziale approvvigionamento	Pressione di mandata delle pompe di presa insufficiente	Indisponibilità di acqua grezza nel sistema: surriscaldamento di alcuni componenti o sistemi	2	2	4		Ridondare il sistema di pompaggio dell'acqua
4.2.1.2	Stoccaggio acqua grezza	Mancato stoccaggio di acqua grezza	Pressione di mandata delle pompe di presa insufficiente; perdita nei condotti	Indisponibilità di acqua grezza nel sistema: surriscaldamento di alcuni componenti	2	2	4	E' presente un serbatoio di acqua grezza	Verifica periodica dell'integrità delle tubazioni di adduzione
4.2.1.3a	Distribuzione acqua grezza	Mancata distribuzione	Malfunzionamento del sistema di pompaggio; malfunzionamento degli stacchi valvolati	Indisponibilità di acqua grezza nel sistema : surriscaldamento di alcuni componenti	2	2	4		
4.2.1.3b		Distribuzione insufficiente	Malfunzionamento del sistema di pompaggio; malfunzionamento degli stacchi valvolati	Indisponibilità di acqua grezza in alcune parti del sistema: surriscaldamento di alcuni componenti	2	2	4		
4.2.2	Acqua demineralizzata								
4.2.2.1a	Impianto demineralizzazione acqua	Mancata demineralizzazione dell'acqua	Malfunzionamento pompe dosatrici; malfunzionamento deionizzatore; malfunzionamento sistema di controllo	Utilizzo di acqua non demineralizzata nel sistema: danni all'impianto	2	2	4	Controllo da PLC e DCS.	
4.2.2.1b		Demineralizzazione parziale	Malfunzionamento pompe dosatrici; malfunzionamento deionizzatore; malfunzionamento sistema di controllo	Utilizzo di acqua solo parzialmente demineralizzata nel sistema: danni all'impianto	2	2	4	Controllo da PLC e DCS.	

TABELLE ANALISI HAZID

FUNZIONE	DESCRIZIONE	DEVIAZIONE	CAUSA	CONSEGUENZE	F	D	R	SALVAGUARDIE	RACCOMANDAZIONI
4.2.2.2	Stoccaggio acqua demineralizzata	Mancato stoccaggio acqua demineralizzata	Rottura serbatoio di stoccaggio	Mancata distribuzione di acqua demi al sistema: possibili surriscaldamenti	2	2	4	Controllo da PLC e DCS. Sono presenti due serbatoi di stoccaggio dell'acqua demineralizzata	
4.2.2.3a	Approvvigionamento additivi chimici	Incidente durante il trasporto su gomma di HCl o NaOH.	Mancato approvvigionamento; rilascio di HCl o NaOH	Dispersione di sostanze tossiche/nocive all'interno dell'impianto. Possibili intossicazioni. Acido/soda in fogna. Possibili reazioni con altre sostanze presenti nell'impianto. Nubi tossiche	2	3	6	La posizione dell'impianto di demineralizzazione e dei serbatoi di stoccaggio dei prodotti chimici è prossima ai serbatoi di acqua e ai laboratori di analisi. Trasporto effettuato da aziende specializzate.	Prevedere una procedura che definisca il percorso che dovranno fare i mezzi per il rifornimento di HCl e NaOH all'interno dell'impianto, in modo tale da ridurre al minimo il transito in prossimità di stoccaggi, tubazioni contenenti sostanze pericolose.
4.2.2.3b		Rilascio in fase di carico/scarico	Errore operatore o distacco manichetta	Spandimento non confinato	3	3	9	Sistema di contenimento, neutralizzazione e raccolta degli spandimenti se la connessione per il carico del serbatoio si trova dentro la vasca di contenimento.	Assicurarsi che i bocchelli per il carico/scarico dei serbatoi di stoccaggio siano situati all'interno della vasca di contenimento, e siano diversi (in tipologia e colore) per acido e soda
4.2.2.3c		Connessione manichetta al bocchettone errato	Errore operatore	Fuoriuscita vapori acidi e idrogeno dalla valvola di respirazione. Per grossi quantitativi, possibile cedimento del serbatoio.	3	3	9	Blocco pompe di emergenza	Diversificare i bocchettoni per HCl e NaOH. Etichettare con più chiarezza i bocchettoni
4.2.2.4	Stoccaggio additivi chimici								

TABELLE ANALISI HAZID

FUNZIONE	DESCRIZIONE	DEVIAZIONE	CAUSA	CONSEGUENZE	F	D	R	SALVAGUARDIE	RACCOMANDAZIONI
4.2.2.4.1	Stoccaggio HCl	Rilascio di HCl	Fessurazione serbatoio e/o linee di trasferimento per corrosione	Spandimento di HCl	3	3	9	I serbatoi sono su vasche in cemento armato in grado di trattenere tutto il contenuto dei serbatoi stessi.	Controlli spessimetrici periodici del serbatoio
4.2.2.4.2	Stoccaggio NaOH	Reazione con acidi o acqua		Possibili intossicazioni e incendi	2	3	6	I serbatoi sono su vasche in cemento armato in grado di trattenere tutto il contenuto dei serbatoi stessi.	
4.3	Stoccaggio acque reflue								
4.3.1	Riempimento	Rilascio in fase di riempimento		Nessun effetto di rilievo	3	1	3		
4.3.2	Contenimento	Perdita di contenimento	Sovrariempimento	Nessun effetto di rilievo	3	1	3		
4.4	Fornitura elettrica								
4.4.1	Fornitura elettrica principale	Black-out di centrale	Guasto sulla rete	Spegnimento impianto in sicurezza	3	1	3	Sistema di emergenza per alimentazione sistemi di protezione e alimentazione ridondante in media tensione	
4.4.2	Fornitura elettrica secondaria	Mancata alimentazione elettrica in caso di guasto all'alimentazione principale	Guasto sulla rete	In caso di guasto multiplo, entrata in funzione del gruppo elettrogeno di emergenza	3	1	3	Sistema di emergenza per alimentazione sistemi di protezione	
4.4.3	Fornitura elettrica di emergenza	Mancata alimentazione elettrica	Guasto al generatore di emergenza	Mancata alimentazione sistemi di emergenza in caso di incidente	3	3	9	Test periodico	Verificare la dislocazione del generatore affinché non possa essere coinvolto da incendi e/o esplosioni
4.5	Trattamento fumi								

TABELLE ANALISI HAZID

FUNZIONE	DESCRIZIONE	DEVIAZIONE	CAUSA	CONSEGUENZE	F	D	R	SALVAGUARDIE	RACCOMANDAZIONI
4.5.1a	Approvvigionamento ammoniacca	Incidente durante il trasporto su gomma di NH ₃	Mancato approvvigionamento, rilascio di NH ₃	Indisponibilità di ammoniacca / Mancato abbattimento fumi	2	3	6	Procedure operative per circolazione mezzi in centrale	Prevedere una procedura che definisca il percorso che dovranno fare i mezzi per il rifornimento di NH ₃ all'interno dell'impianto, in modo tale da ridurre al minimo il transito in prossimità di stoccaggi, tubazioni contenenti sostanze pericolose.
4.5.1b		Rilascio in fase di carico/scarico	Errore operatore o distacco manichetta	Spandimento non confinato	3	3	9	Sistema di contenimento, neutralizzazione e raccolta degli spandimenti se la connessione per il carico del serbatoio si trova dentro la vasca di contenimento.	Assicurarsi che i bocchelli per il carico/scarico dei serbatoi di stoccaggio siano situati all'interno della vasca di contenimento, e siano diversi (in tipologia e colore) per acido e soda e ammoniacca
4.5.1c		Connessione manichetta al bocchettone errato	Errore operatore	Fuoriuscita vapori acidi e idrogeno dalla valvola di respirazione. Per grossi quantitativi, possibile cedimento del serbatoio.	3	3	9	Blocco di emergenza delle pompe	Diversificare i bocchettoni per HCl, NaOH, NH ₃ . Etichettare con chiarezza i bocchettoni
4.5.2	Stoccaggio ammoniacca	Rilascio di NH ₃	Fessurazione serbatoio	Spandimento di NH ₃ / Indisponibilità di ammoniacca / Mancato abbattimento fumi	3	3	9	I serbatoi sono su vasche in cemento armato in grado di trattenere tutto il contenuto dei serbatoi stessi.	Controlli spessimetrici periodici del serbatoio
5.	Servizi di protezione								
5.1	Protezione da eventi interni								
5.1.1a	Bacini di contenimento	Spandimento inquinanti in bacino	Mancato contenimento. Rottura tubazioni e/o perdita da giunzioni	Percolazione di inquinanti nel terreno	2	3	6		
5.1.1b		Presenza di sorgenti di innesco nel bacino	Avviamento pompe. Sorgenti di innesco esterne	Innesco eventuale pozza di combustibile	3	3	9		

TABELLE ANALISI HAZID

FUNZIONE	DESCRIZIONE	DEVIAZIONE	CAUSA	CONSEGUENZE	F	D	R	SALVAGUARDIE	RACCOMANDAZIONI
5.1.2	Sistema antincendio								
5.1.2.1	Sistema antincendio ad acqua								
5.1.2.1.1	Stoccaggio H ₂ O antincendio	Basso livello acqua antincendio	Guasto pompe di ripristino o mancanza acqua in linea	Mancata alimentazione rete idranti in caso d'incendio	2	3	6		
5.1.2.1.2	Sistemi pompaggio antincendio	Mancato intervento	Interruzione alimentazione e mancato intervento di generatore emergenza	Mancata alimentazione rete idranti in caso d'incendio	1	4	4	Segnalazione del DCS. Verifiche periodiche obbligatorie. Manutenzione secondo le indicazioni del fabbricante. Ridondanza del sistema.	
5.1.2.1.3	Sistema distribuzione antincendio								
5.1.2.1.3.1a	Sistema di linee di distribuzione	Congelamento linee (è molto improbabile)	Bassissima temperatura ambiente	Danneggiamento linee Mancata alimentazione idranti in caso d'incendio	1	4	4		
5.1.2.1.3.1b		Perdita dalle linee	Rottura tubazioni	Mancata alimentazione idranti in caso d'incendio	1	4	4		
5.1.2.1.3.2	Idranti	Mancata alimentazione	Rottura linee o bassa pressione alimentazione o blocco pompe		1	4	4		
5.1.2.1.3.3	Estintori portatili	Mancato funzionamento	Bassa pressione per mancato caricamento	Indisponibilità in caso d'incendio	2	2	4	Verifiche periodiche obbligatorie	
5.1.2.2	Sistemi antincendio a CO ₂								
5.1.2.2.1	Stoccaggio CO ₂	Mancato intervento sistema CO ₂	Rampa di bombole vuota o scollegata. Rottura linea di collegamento. Blocco intempestivo.	Indisponibilità in caso d'incendio	1	4	4	Verifiche periodiche obbligatorie	
5.1.2.2.2	Distribuzione CO ₂	Distribuzione CO ₂ in presenza di personale	Mancato inserimento o malfunzionamento blocco di sicurezza	Danni al personale presente. Soffocamento.	1	4	4	Verifiche periodiche obbligatorie	

TABELLE ANALISI HAZID

FUNZIONE	DESCRIZIONE	DEVIAZIONE	CAUSA	CONSEGUENZE	F	D	R	SALVAGUARDIE	RACCOMANDAZIONI
5.1.2.3	Sistema antincendio a schiuma	Mancato intervento	Mancanza d'acqua.	Indisponibilità in caso d'incendio	1	4	4	Verifiche periodiche obbligatorie	
5.1.2.3.1	Stoccaggio della schiuma	Mancato intervento sistema a schiuma	Gruppo serbatoi vuoto o scollegato. Rottura linea di collegamento. Blocco intempestivo.	Indisponibilità in caso d'incendio	1	4	4	Verifiche periodiche obbligatorie	
5.1.2.3.2	Distribuzione della schiuma	Mancata distribuzione	Rottura tubazioni	Mancata alimentazione idranti in caso d'incendio	1	4	4		
5.1.3a	Rilevazione incendio: rilevatori di fumo, calore etc...	Mancata rilevazione	Malfunzionamento sensori, guasto sistema di controllo	Mancata segnalazione di incendio	2	4	8		Sistemi di rilevazione del tipo indirizzabile dotati di autodiagnostica Manutenzione e test
5.1.3b		Intervento spurio	Errore umano o guasto sistema di controllo	Attivazione piano di emergenza interno. Blocco impianto intempestivo	2	1	2		Sistemi di del tipo indirizzabile dotati di autodiagnostica. Test periodici
5.1.4	Sistema di allarme								
5.1.5	Sistema di controllo distribuito DCS	Mancato controllo da sala centrale	Incidente nella sala di controllo; errore umano	Mancato funzionamento DCS e protezioni connesse	2	3	6	Presenza di estintori	Addestramento personale
5.2	Protezione da eventi esterni								
5.2.1	Protezione allagamenti	NON PRESENTI							
5.2.2	Protezione da movimenti tellurici	NON PRESENTI							
5.2.3	Protezione da missili esterni	NON PRESENTI							
5.2.4	Protezione da trombe d'aria	NON PRESENTI							
5.2.5	Protezione da fulmini	Perdita parafulmini o funi di guardia	Lavori di manutenzione	Mancata protezione zone passibili d'incendio	2	3	6	Verifiche periodiche obbligatorie	Garantire ridondanza; eventuale verifica del rischio associato in fase di progettazione esecutiva
5.2.6	Protezione da incendi esterni	Malfunzionamento sistema antincendio	Incidente incendio od nelle adiacenze dell'impianto	Surriscaldamento delle strutture, propagazione dell'incendio all'interno dell'impianto	2	2	4		

D 11
Allegato 3

SCHEDE TECNICHE DELLE SOSTANZE PRESENTI

ACIDO CLORIDRICO in soluzione acquosa - liquido incolore odore pungente

Rischi specifici: R34 Provoca ustioni
R37 Irritante per le vie respiratorie

Proprietà

Peso molecolare	36 Kg/Kmoli
Temperatura critica	51 °C
Pressione critica	82 Atm
Densità liquido 0°C	887 Kg/m ³
Densità gas 0°C	1.6 Kg/m ³
Calore specifico liquido 0°C	0.41 Kcal/kg
Calore di evaporazione 0°C	76.5 Kcal/kg
Tensione di vapore 0°C	0.35 Atm
Tensione superficiale 0°C	0.004 N/m
Temperatura di ebollizione	-85 °C
Pressione di stoccaggio	43 Atm
Densità di vapore relativa all'aria (CN)	1.3
Limite di tossicità (TLV-TWA)	7.3 mg/m ³
Solubilità in acqua fredda	alta

Immagazzinamento e trasporto

Contenitori: Prevedere pavimenti resistenti alle soluzioni acide. Prevedere vasca per pavimento senza scarico. Utilizzare contenitori in polietilene. Materiale adatto per contenitori : bottiglie in vetro.

Cautele: Stoccare il prodotto in locali freschi, ventilati, al riparo da qualsiasi fonte di calore. Vietato fumare. Proteggere i contenitori dagli urti e dalle scosse. Prevenire la vicinanza di materiali combustibili e facilmente ossidanti.

Rischi

Infiammabilità: Assente.

Tossicità: Elevata

Reazione con ossigeno: No

Reazione con acqua: Si

Reazioni pericolose: Con carburi di cesio e di rubidio. Reazione corrosiva dei metalli con sviluppo di idrogeno. Reazione esplosiva con permanganato di potassio, sodio, alcoli+HCn

Interventi

Mezzi di protezione individuali: Maschera a facciale intero con filtro viola. Autoprotettore. Tuta di protezione

Perdite o rilasci: Bloccare la perdita, se è possibile senza pericolo. Evitare il contatto con la sostanza. Ventilare i locali chiusi, interdicendo la zona. Posizionare la bombola con la perdita lato gas. Le soluzioni liquide possono essere arginate con carbonato di sodio o calce spenta.

Incendio: Portare lontano eventuali recipienti pericolosi, se possibile. Non disporsi lungo la direzione dei fondi dei contenitori. Raffreddare con acqua nebulizzata i contenitori da posizione sicura.

AMMONIACA in soluzione acquosa *liquido incolore decisamente volatile, odore pungente*

Rischi specifici: R34 Provoca ustioni
R37 Irritante per le vie respiratorie

Proprietà

Peso molecolare	35.1 Kg/Kmoli
Densità liquido 20°C	0.9 Kg/m ³
Tensione di vapore 20°C	48 Atm
Temperatura di ebollizione	38 °C
Densità di vapore relativa all'aria (CN)	0.6/1.2
Limite di tossicità (TLV-TWA)	17 mg/m ³
Solubilità in acqua fredda	miscibile

Immagazzinamento e trasporto

Contenitori: Imballaggio infrangibile; posizionare gli imballaggi fragili in contenitori infrangibili chiusi.

Cautele: Separato da alimenti. Conservare in luogo freddo. Ben chiuso. Mantenere in un locale ben ventilato

Rischi

Infiammabilità: Assente.

Tossicità: Acuta

Reazione con ossigeno: No

Reazione con acqua: Si

Reazioni pericolose: Reagisce con molti metalli pesanti e i loro sali formando composti esplosivi. Attacca molti metalli formando gas infiammabile/esplosivo La soluzione in acqua è una base forte, reagisce violentemente con gli acidi.

Interventi

Mezzi di protezione individuali: Indumento protettivo munito di autorespiratore.

Perdite o rilasci: Evacuare l'area pericolosa. Consultare un esperto in caso di un grande versamento. Ventilazione. Neutralizzare con prudenza il liquido versato con un acido diluito, ad esempio l'acido solforico diluito. Poi lavare via il residuo con acqua abbondante. NON permettere che questo agente chimico contaminino l'ambiente

Incendio: I vapori di ammoniaca sono infiammabili ed esplosivi in determinate condizioni. Può succedere che l'ammoniaca gassosa possa evaporare dalla soluzione ammoniacale.

SODA CAUSTICA in soluzione acquosa - liquido incolore inodore

Rischi specifici: R35 Provoca gravi ustioni

Proprietà

Peso molecolare	40 Kg/Kmoli
Temperatura di fusione	318 °C
Temperatura di ebollizione	1390 °C
Peso specifico relativo all'acqua	2.13
Solubilità in acqua fredda	Alta (42% a 0°C) con sviluppo di calore

Immagazzinamento e trasporto

Contenitori: Bottiglie, barattoli o fusti

Cautele: Stoccare il prodotto in locali freschi, ventilati, al riparo da qualsiasi fonte di calore. Il pavimento dei locali deve essere incombustibile, impermeabile, e non permettere lo spandimento di perdite all'esterno. Prevenire l'umidità, la vicinanza degli acidi, metalli, esplosivi e perossidi organici.

Rischi

Infiammabilità: Assente.

Tossicità: Elevata

Reazione con ossigeno: No

Reazione con acqua: Si

Reazioni pericolose: Reazione violenta sotto l'azione degli acidi. Con sali di ammonio sviluppa ammoniaca. A contatto con acqua o umidità può generare calore sufficiente ad accendere materiali combustibili.

Interventi

Mezzi di protezione individuali: Guanti di gomma. Occhiali protettivi antispruzzo. Schermo facciale. Maschera a facciale intero con filtro viola con fascia bianca. Tuta di protezione. Autoprotettore.

Perdite o rilasci: Bloccare la perdita, se è possibile senza pericolo. Non impiegare getti d'acqua. Evitare il contatto con la sostanza. Isolare e rimuovere il materiale contaminato. Lavare la zona contaminata con molta acqua dopo la rimozione della sostanza. Non provocare schizzi di sostanza.

Incendio: Portare lontano eventuali recipienti pericolosi, se possibile.

METANO gas inodore e incolore

Rischi specifici: R12 Altamente infiammabile

Proprietà

Peso molecolare	16 Kg/Kmoli
Temperatura critica	-82 °C
Pressione critica	45 Atm
Densità gas 0°C	0.7 Kg/m ³
Tensione di vapore 0°C	Molto alta Atm
Temperatura di ebollizione	-161 °C
Pressione di stoccaggio	150 Atm
Densità di vapore relativa all'aria (CN)	0.5
Punto di autoaccensione	540 °C
Limite inferiore infiammabilità	5 %vol
Limite superiore infiammabilità	15 %vol
Solubilità in acqua fredda	insolubile

Solubilità in alcool, etere e solventi organici.

Immagazzinamento e trasporto

Contenitori: Bombole (gas compresso) di acciaio ebanitato, o leghe di materie plastiche resistenti.

Cautele: Stoccare il prodotto in locali freschi, ventilati, al riparo da qualsiasi fonte di calore. Gli impianti elettrici devono essere conformi alle norme in vigore. Vietato fumare. Prevenire accumuli di elettricità statica. Proteggere i contenitori dagli urti e dalle scosse.

Rischi

Infiammabilità: Elevata

Tossicità: Bassa-Asfissiante

Reazione con ossigeno: Sì

Reazione con acqua: No

Reazioni pericolose: Violenta con potenti ossidanti (Cl, F, Ossigeno liquido, ecc.). Incompatibile con alogeni. Con ammoniaca forma acido cianidrico. Con S e SO₂ forma solfuro di carbonio, tossico e infiammabile.

Interventi

Mezzi di protezione individuali: Maschera a facciale intero. Autoprotettore. Tuta di protezione e guanti di gomma.

Perdite o rilasci: Bloccare la perdita, se è possibile senza pericolo. Annullare tutte le possibili fonti di accensione. Impiegare acqua nebulizzata per controllare i vapori. Vietato fumare. Interdire la zona. Evitare il contatto con la sostanza.

Incendio: Estinguere con acqua nebulizzata. Non impiegare getti d'acqua. Portare lontano eventuali recipienti pericolosi, se possibile. Non disporsi lungo la direzione dei fondi dei contenitori. Raffreddare con acqua nebulizzata i contenitori da posizione sicura. Lasciare bruciare la sostanza. L'estinzione è subordinata alla possibilità di arrestare subito dopo la perdita, ovvero di portare all'aperto il contenitore. Estinguere con prodotti alogeni appropriati.

OLIO LUBRIFICANTE per motori liquido oleoso

Rischi specifici: R35 Provoca gravi ustioni
R37 Irritante per le vie respiratorie

Proprietà

Peso molecolare	192 Kg/Kmoli
Temperatura critica	527 °C
Pressione critica	31 Atm
Densità liquido 0°C	913 Kg/m ³
Densità gas 0°C	8.6 Kg/m ³
Calore specifico liquido 0°C	0.4 Kcal/kg
Calore di evaporazione 0°C	150 Kcal/kg
Tensione di vapore 0°C	Molto bassa Atm
Tensione superficiale 0°C	0.12 N/m
Temperatura di ebollizione	350 °C
Pressione di stoccaggio	1 Atm
Densità di vapore relativa all'aria (CN)	6.15
Peso specifico relativo all'acqua	0.92
Limite di tossicità (TLV-TWA)	7.3 mg/m ³
Punto di infiammabilità	160 °C
Punto di autoaccensione	302 °C
Limite inferiore infiammabilità	1.2 %vol
Limite superiore infiammabilità	8 %vol
Solubilità in acqua fredda	Non solubile

Immagazzinamento e trasporto

Contenitori: Contenitori in acciaio, bidoni, cisterne.

Cautele: Stoccare il prodotto in locali freschi, ventilati, al riparo da qualsiasi fonte di calore. Il pavimento dei locali deve essere incombustibile, impermeabile, e non permettere lo spandimento di perdite all'esterno. Gli impianti elettrici devono essere conformi alle norme in vigore. Vietato fumare. Non immettere nella fognatura le acque inquinate dalla sostanza. Non procedere a lavori in contenitori vuotati senza preventiva bonifica. Può causare dermatiti.

Rischi

Infiammabilità: Bassa.

Tossicità: Assente

Reazione con ossigeno: Si

Reazione con acqua: No

Reazioni pericolose: Incompatibile con prodotti ossidanti.

Interventi

Mezzi di protezione individuali: Occhiali protettivi antispruzzo. Guanti di gomma.

Perdite o rilasci: Bloccare la perdita, se è possibile senza pericolo. Circondare la perdita e rimuoverla facendo assorbire la sostanza su sabbia asciutta o altri inerti. Annullare tutte le possibili fonti di accensione. Vietato fumare. Evitare il contatto con la sostanza. Impedire l'immissione del prodotto nella rete fognaria.

Incendio: Estinguere con polvere chimica, schiuma, anidride carbonica. Portare lontano eventuali recipienti pericolosi, se possibile. Raffreddare con acqua nebulizzata i contenitori da posizione sicura. Non immettere acqua nel contenitore. Stare lontani dalle estremità delle cisterne.

OLIO PER TRASFORMATORI liquido oleoso

Rischi specifici: R36 Irritante per gli occhi
R43 Può provocare sensibilizzazione per contatto con la pelle

Proprietà

Peso molecolare	- Kg/Kmoli
Temperatura critica	- °C
Pressione critica	- Atm
Densità liquido 20°C	970 Kg/m ³
Densità gas 0°C	- Kg/m ³
Calore specifico liquido 0°C	31,6 MJ/kg
Calore di evaporazione 0°C	- Kcal/kg
Tensione di vapore 0°C	- Atm
Tensione superficiale 0°C	- N/m
Temperatura di ebollizione	- °C
Pressione di stoccaggio	1 Atm
Densità di vapore relativa all'aria (CN)	-
Peso specifico relativo all'acqua	0.97
Limite di tossicità LD50 orale (ratto)	>5000 mg/Kg
Limite di tossicità LD50 dermico (cons.)	>2000 mg/kg
Punto di infiammabilità	275 °C
Punto di autoaccensione	435 °C
Limite inferiore infiammabilità	- %vol
Limite superiore infiammabilità	- %vol
Solubilità in acqua fredda	Non solubile

Immagazzinamento e trasporto

Contenitori: Contenitori in acciaio, bidoni, cisterne. Non sono richieste precauzioni speciali per la manipolazione e lo stoccaggio.

Cautele: Questo prodotto non è classificato come pericoloso per il trasporto aereo, marittimo e stradale.

Rischi

Infiammabilità: Bassa.

Tossicità: Assente

Reazione con ossigeno: Sì

Reazione con acqua: No

Reazioni pericolose: da evitare temperature >250 °C. Da evitare contatto con forti agenti ossidanti




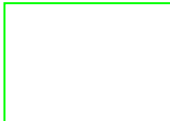
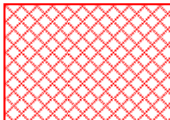
Interventi

Mezzi di protezione individuali: Indossare tute, evitare il contatto prolungato, lavare le mani dopo l'uso.

Perdite o rilasci: Bloccare la perdita, se è possibile. Circondare la perdita e rimuoverla facendo assorbire la sostanza su sabbia asciutta o altri inerti. Il prodotto disperso rende sdruciolevole la superficie. Mettere in contenitori e smaltire in conformità ai regolamenti locali e nazionali vigenti. Può essere bruciato in inceneritori. Il prodotto inutilizzato può essere reso per la bonifica. Non si prevedono effetti ambientali avversi quando la sostanza è usata o smaltita nel modo indicato. Il prodotto è biodegradabile.

Incendio: Estinguere con CO₂, polvere secca, gomma o acqua nebulizzata. Non usare getti d'acqua. Non si segnalano pericoli d'esposizione speciali. Non sono richieste apparecchiature protettive speciali.



-  Area inviluppo potenzialmente soggetta ad un irraggiamento superiore a 12,5 kW/mq (elevata letalità)
-  Area inviluppo potenzialmente soggetta ad un irraggiamento superiore a 7 kW/mq (inizio letalità)
-  Area inviluppo potenzialmente soggetta ad un irraggiamento superiore a 5 kW/mq (lesioni irreversibili)
-  Area inviluppo potenzialmente soggetta ad un irraggiamento superiore a 3 kW/mq (lesioni reversibili)
-  Area soggetta ad un irraggiamento superiore a 12,5 kW/mq per un singolo jet fire



CENTRALE TERMOELETTRICA "TORINO NORD" E AMPLIAMENTO RETE DI TELERISCALDAMENTO

AUTORIZZAZIONE INTEGRATA AMBIENTALE

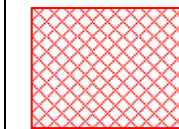
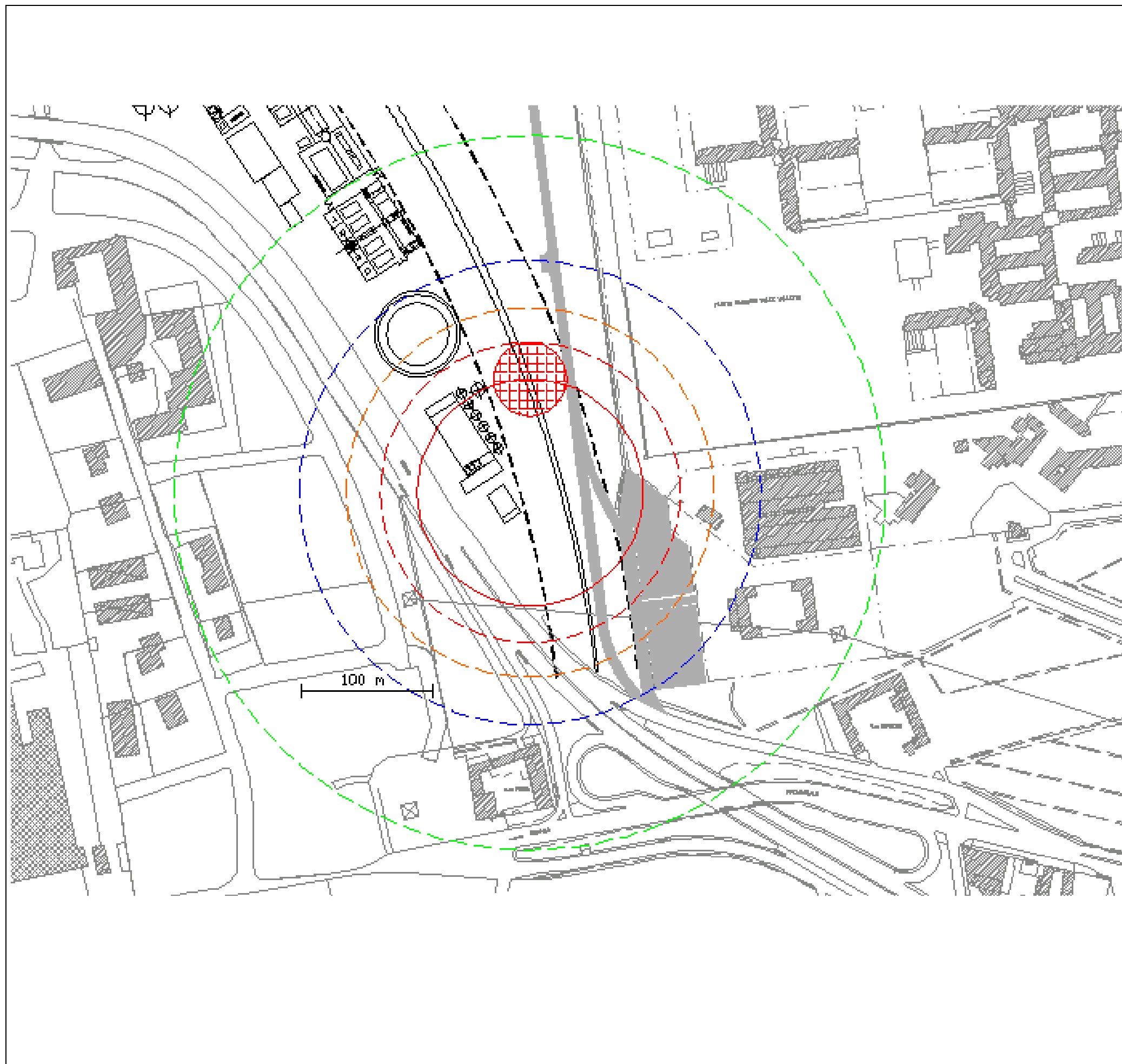
Allegato D.11-4
CERCHI di DANNO

Tavola 1

**JET FIRE DA TUBAZIONE A MONTE
STAZIONE COMPRESSIONE
EIR 1a**

OTTOBRE 2008





Massima superficie libera
corrispondente ad una
sovrappressione superiore a 0,3 bar



Distanza corrispondente al Limite
Inferiore di Infiammabilità



Massima distanza corrispondente ad
una sovrappressione di 0,3 bar
(elevata letalità)



Massima distanza corrispondente ad
una sovrappressione di 0,14 bar
(inizio letalità)



Massima distanza corrispondente ad
una sovrappressione di 0,07 bar
(lesioni irreversibili)



Massima distanza corrispondente ad
una sovrappressione di 0,03 bar
(lesioni reversibili)



CENTRALE TERMOELETTRICA "TORINO
NORD" E AMPLIAMENTO RETE DI
TELERISCALDAMENTO

AUTORIZZAZIONE INTEGRATA AMBIENTALE

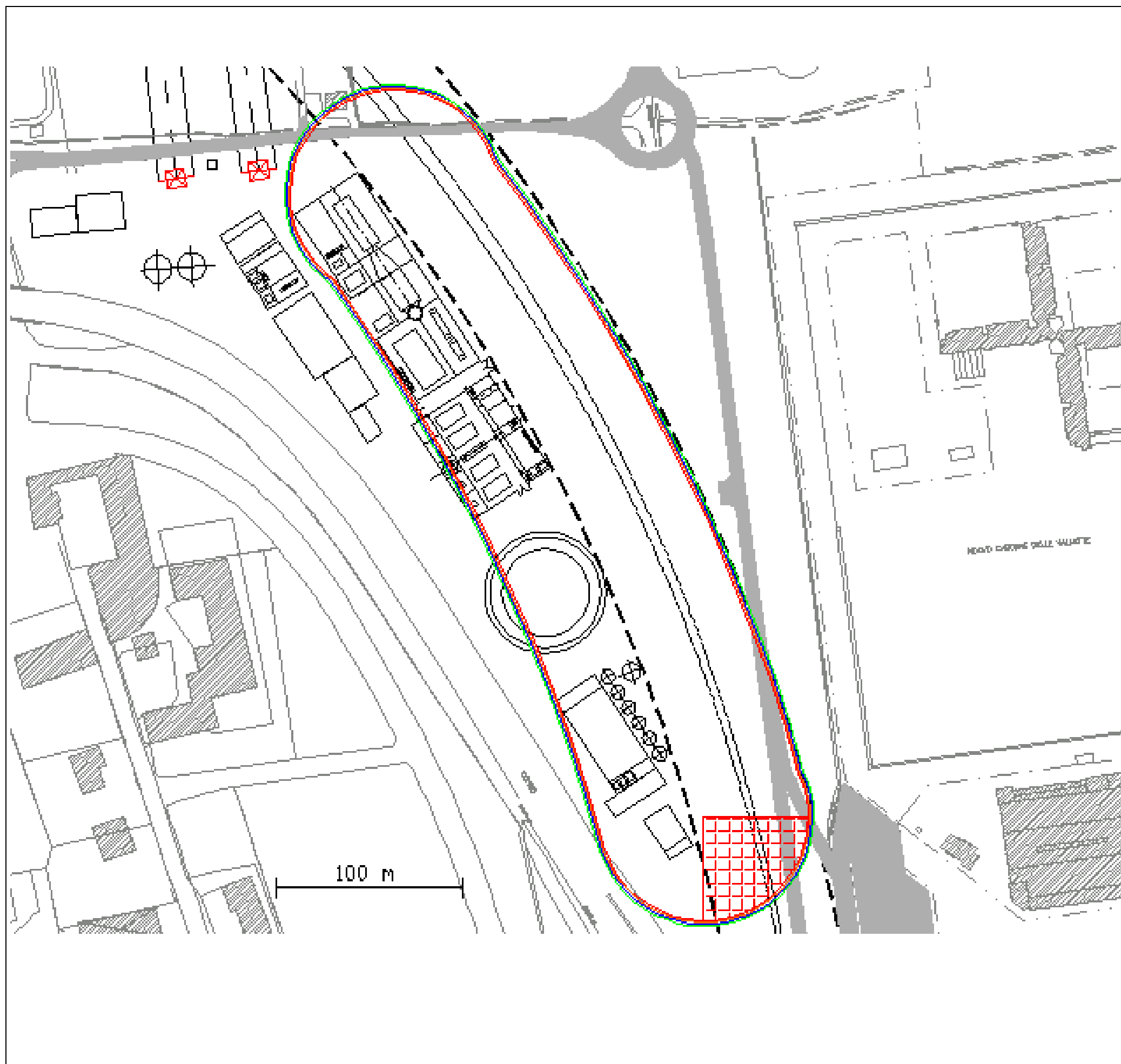
Allegato D.11-4
CERCHI di DANNO




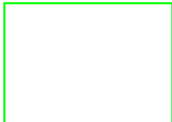
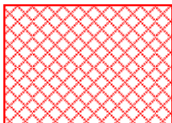
Tavola 2

**UVCE DA TUBAZIONE A MONTE
STAZIONE COMPRESIONE
EIR 1a**

OTTOBRE 2008





-  Area involucro potenzialmente soggetta ad un irraggiamento superiore a 12,5 kW/mq (elevata letalità)
-  Area involucro potenzialmente soggetta ad un irraggiamento superiore a 7 kW/mq (inizio letalità)
-  Area involucro potenzialmente soggetta ad un irraggiamento superiore a 5 kW/mq (lesioni irreversibili)
-  Area involucro potenzialmente soggetta ad un irraggiamento superiore a 3 kW/mq (lesioni reversibili)
-  Area soggetta ad un irraggiamento superiore a 12,5 kW/mq per un singolo jet fire

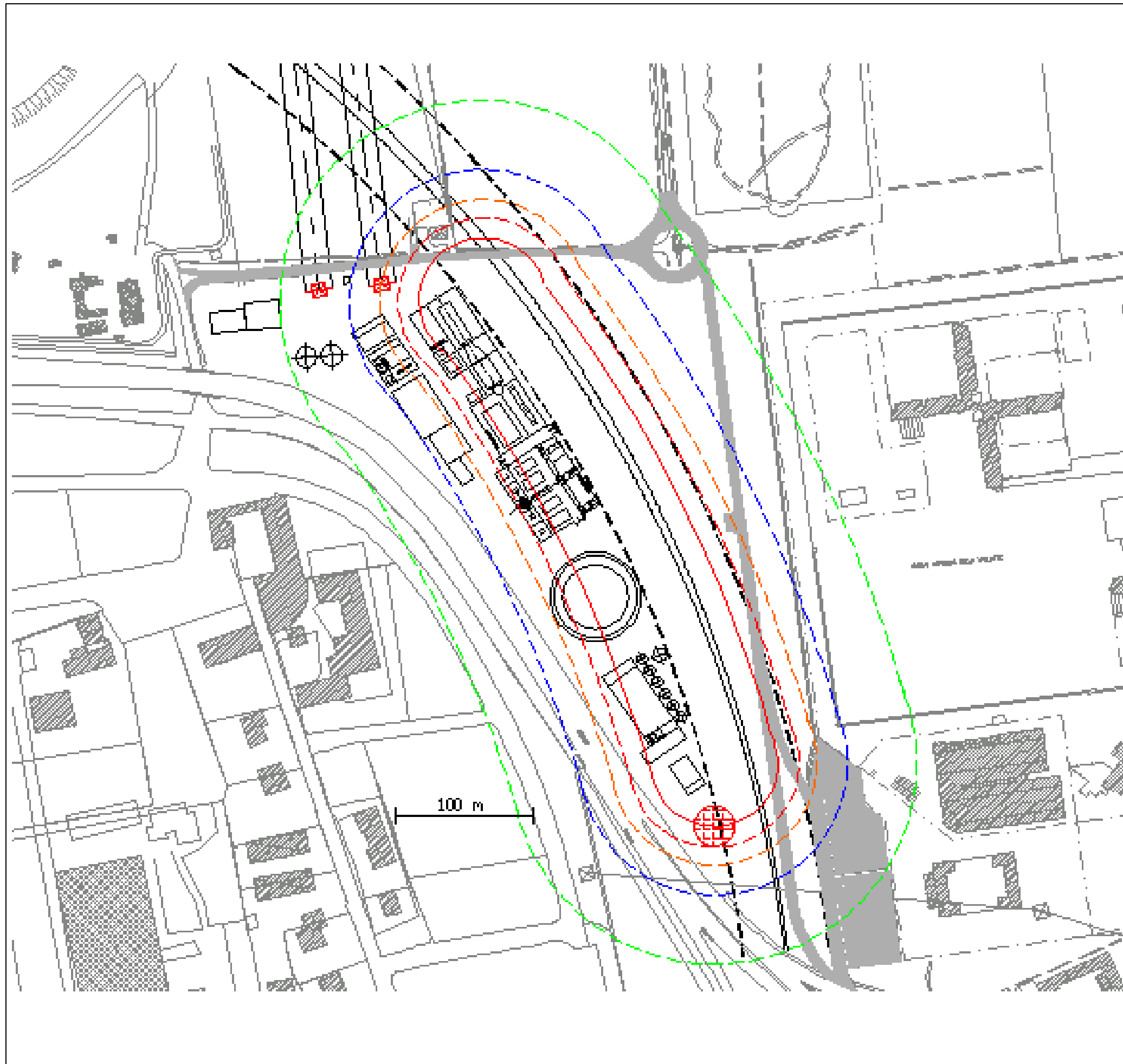


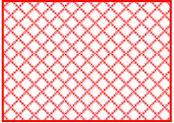





CENTRALE TERMOELETTRICA "TORINO NORD" E AMPLIAMENTO RETE DI TELERISCALDAMENTO

AUTORIZZAZIONE INTEGRATA AMBIENTALE

Allegato D.11-4
CERCHI DI DANNO

Tavola 3
**JET FIRE DA TUBAZIONE A VALLE
STAZIONE COMPRESIONE
EIR 1b**



-  Massima superficie libera corrispondente ad una sovrappressione superiore a 0,3 bar
-  Distanza corrispondente al Limite Inferiore di Infiammabilità
-  Massima distanza corrispondente ad una sovrappressione di 0,3 bar (elevata letalità)
-  Massima distanza corrispondente ad una sovrappressione di 0,14 bar (inizio letalità)
-  Massima distanza corrispondente ad una sovrappressione di 0,07 bar (lesioni irreversibili)
-  Massima distanza corrispondente ad una sovrappressione di 0,03 bar (lesioni reversibili)



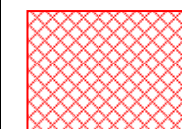
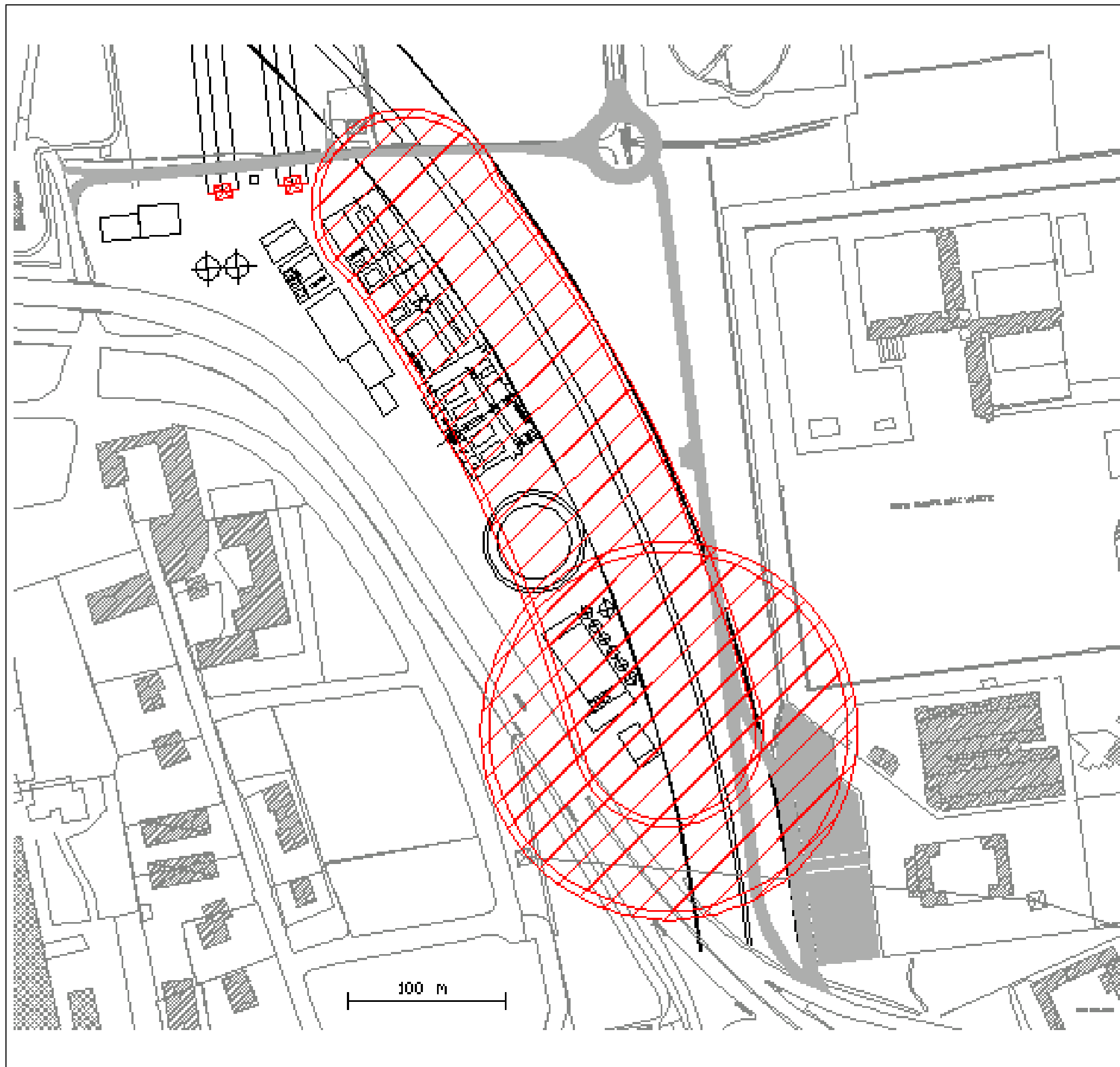
CENTRALE TERMOELETTRICA "TORINO NORD" E AMPLIAMENTO RETE DI TELERISCALDAMENTO
 AUTORIZZAZIONE INTEGRATA AMBIENTALE

Allegato D.11-4
 CERCHI di DANNO

Tavola 4
**UVCE DA TUBAZIONE A VALLE
 STAZIONE COMPRESIONE
 EIR 1b**

OTTOBRE 2008





Inviluppo di tutte le aree di danno in cui si risente di una categoria di effetti "Elevata letalità"



CENTRALE TERMOELETTRICA "TORINO NORD" E AMPLIAMENTO RETE DI TELERISCALDAMENTO

AUTORIZZAZIONE INTEGRATA AMBIENTALE

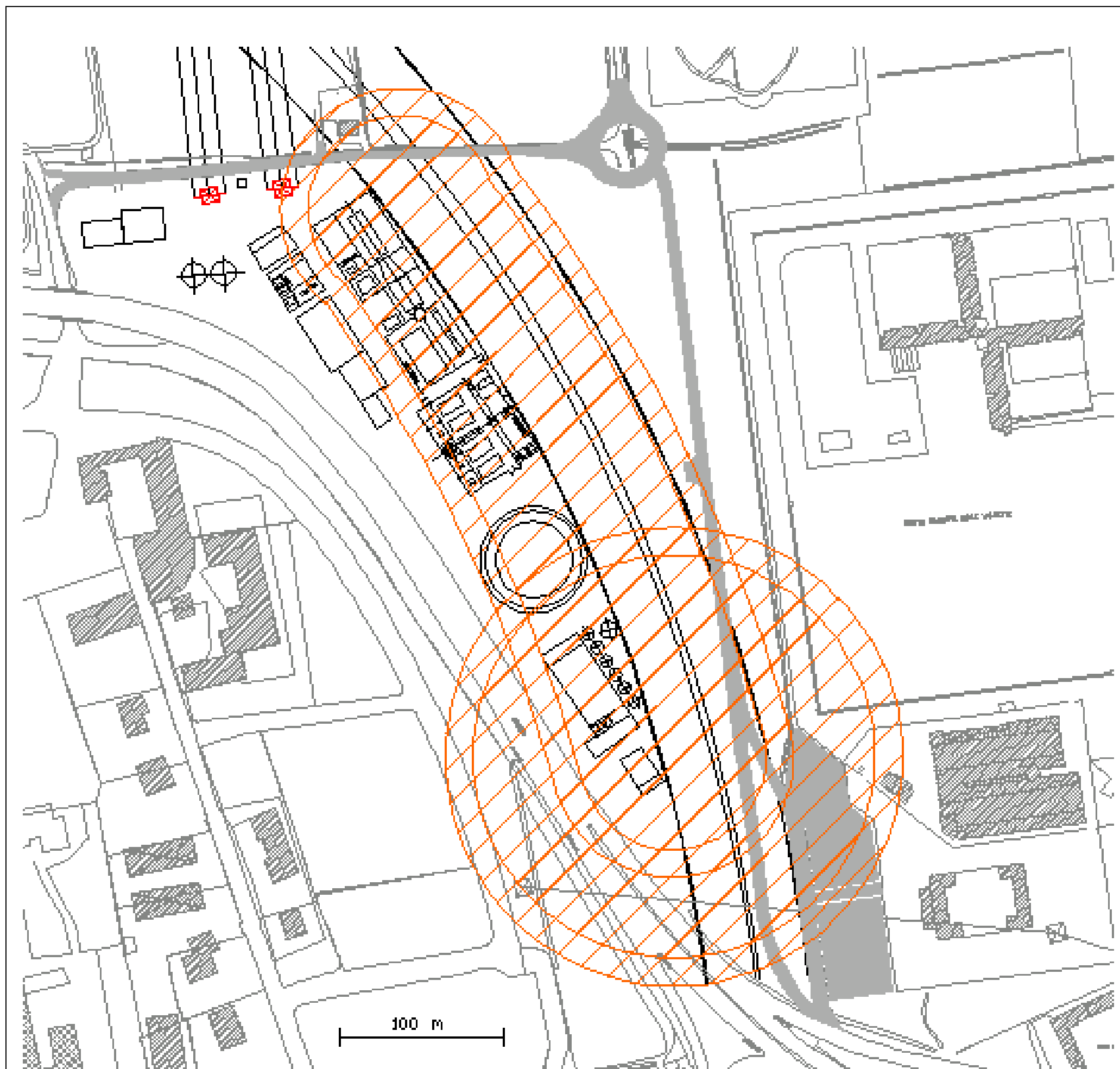
Allegato D.11-4
CERCHI di DANNO

Tavola 5

AREE PER LA CATEGORIA DI EFFETTI
"ELEVATA LETALITA' "

OTTOBRE 2008





Inviluppo di tutte le aree di danno in cui si risente di una categoria di effetti "Inizio letalità"



CENTRALE TERMOELETTRICA "TORINO NORD" E AMPLIAMENTO RETE DI TELERISCALDAMENTO

AUTORIZZAZIONE INTEGRATA AMBIENTALE

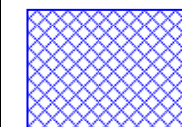
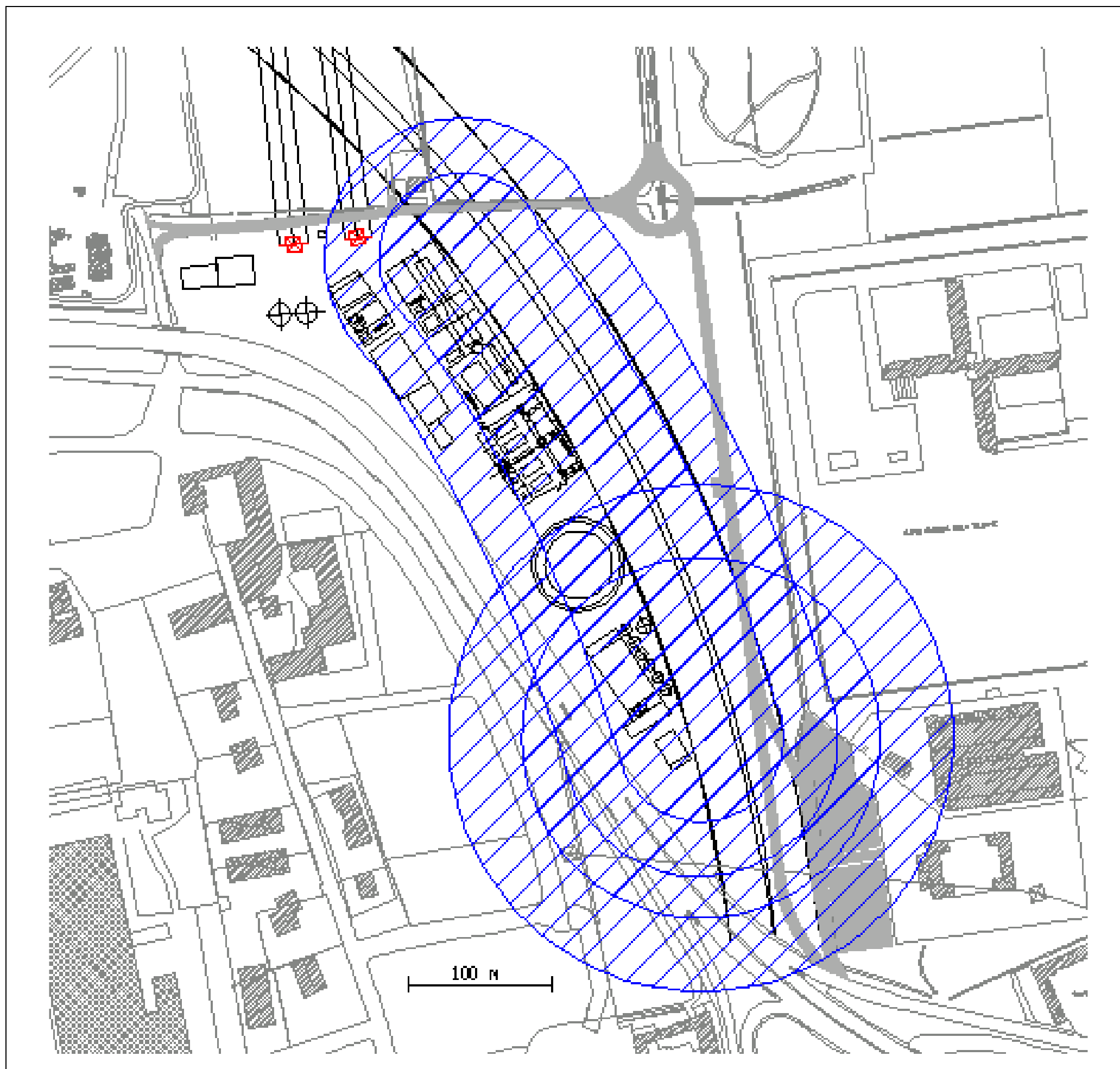
Allegato D.11-4
CERCHI di DANNO

Tavola 6

**AREE PER LA CATEGORIA DI EFFETTI
" INIZIO LETALITA' "**



OTTOBRE 2008



Inviluppo di tutte le aree di danno in cui si risente di una categoria di effetti "Danni irreversibili"



CENTRALE TERMOELETTRICA "TORINO NORD" E AMPLIAMENTO RETE DI TELERISCALDAMENTO

AUTORIZZAZIONE INTEGRATA AMBIENTALE

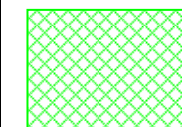
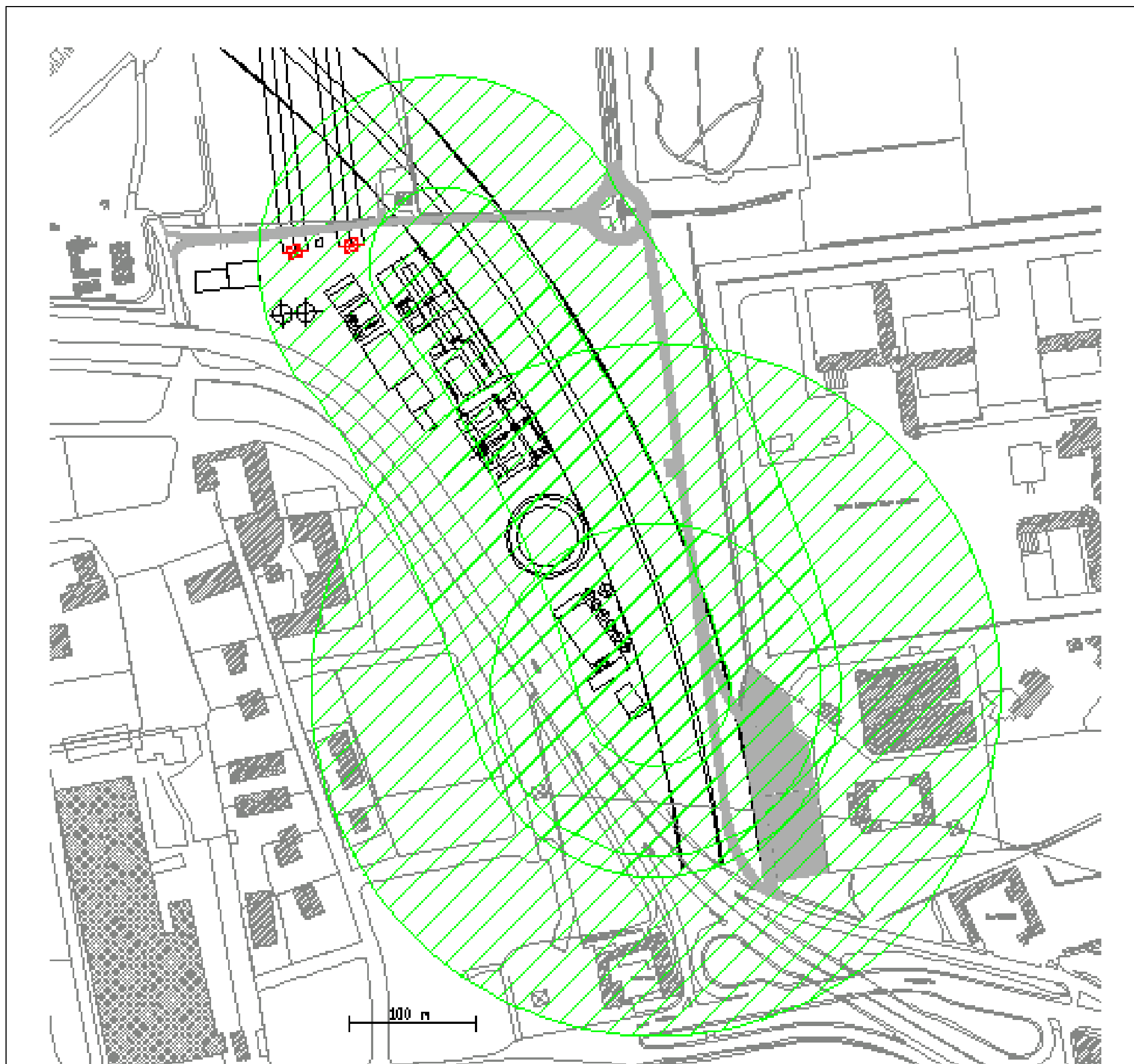
Allegato D.11-4
CERCHI di DANNO

Tavola 7

**AREE PER LA CATEGORIA DI EFFETTI
"DANNI REVERSIBILI"**

OTTOBRE 2008





Inviluppo di tutte le aree di danno in cui si risente di una categoria di effetti "Danni reversibili"



CENTRALE TERMOELETTRICA "TORINO NORD" E AMPLIAMENTO RETE DI TELERISCALDAMENTO

AUTORIZZAZIONE INTEGRATA AMBIENTALE

Allegato D.11-4
CERCHI di DANNO

Tavola 8

AREE PER LA CATEGORIA DI EFFETTI
"DANNI REVERSIBILI"

OTTOBRE 2008

