



r_emiro.Giunta - Prot. 08/01/2024.0008319.E



Stabilimento: Geotermia Zero Emission Italia S.r.l. (GZEI) – Jolanda di Savoia (FE)

Oggetto: CVR nr 86 del 28/11/2023 Scheda Tecnica

Gruppo di Lavoro Sinadoc 2023/13854 Ing. Alessia Lambertini – P.I. Valentino Gennari –
ARPAE Direzione Tecnica PTR-RIR

Livorno 30/12/2023

Oggetto: risposta alle integrazioni e chiarimenti richiesti con allegato al verbale CVR nr 86 del 28/11/2023

A seguito del ricevimento della richiesta di integrazioni citata in oggetto, di seguito sono riportate le integrazioni richieste e i chiarimenti forniti.

1. B) Informazioni sullo stabilimento e sulle sostanze pericolose

- ***Chiarire se le turbine, pompe di movimentazione, gruppi preriscaldatori ed evaporatori saranno ubicati all'aperto o all'interno di cabinati e descrivere i sistemi di rilevazione, gli impianti di spegnimento e le misure di sicurezza previste.***

I gruppi preriscaldatori ed evaporatori saranno ubicati all'esterno.

Le turbine e le pompe di circolazione saranno ubicate all'interno di cabinati aventi le seguenti caratteristiche costruttive principali:

- a) struttura metallica realizzata con profilati metallici di tipo commerciale
- b) tamponamento laterale e superiore in pannelli sandwich fonoassorbenti (Isolpack Lithos 5 o similari) con comportamento al fuoco, reazione A2, s1-d0

Ciascun cabinato sarà dotato dei seguenti sistemi di sicurezza:

- impianto elettrico realizzato in conformità alle norme CEI della serie CEI EN IEC 60079-10
- presenza di sistema di ventilazione forzata realizzata con due ventilatori (uno in backup all'altro) dimensionati per assicurare il grado di ventilazione sufficiente a limitare la concentrazione di isobutano eventualmente rilasciato ad una concentrazione inferiore al 25% del LFL sulla base di una perdita di sostanza stimata secondo la metodologia proposta dalla norma CEI EN IEC 60079-10-1
- impianto di rilevazione gas con due soglie di rilevazione/allarme
- impianto di spegnimento realizzato a water mist (nebulizzazione dell'acqua)



- **Descrivere in dettaglio le caratteristiche e il percorso delle linee di isobutano liquido e gassoso (fuori terra / interrate, materiali, coibentazioni....) allegando la relativa planimetria**

Le tubazioni di processo saranno costruite in accordo al codice di calcolo EN1340 o ASME 31.3, in entrambi i casi marcati CE/PED.

Il condensatore di HT sarà composto da 38 baie, ciascuna baia prevederà 6 bocchelli di alimentazione (vapore) da DN 200 e 9 bocchelli di uscita (liquido) da DN 150 – DN 100

Il condensatore di LT sarà composto da 24 baie con complessivamente 360 bocchelli di connessione

I collettori di raccolta del liquido condensato si estenderanno per una lunghezza di circa 340 m per condensatore di HT e 220 m per quello di LT.

I collettori saranno posti a 5 – 6 m di altezza rispetto al piano campagna.

In allegato 1 è presente il lay out di impianto

In allegato 2 è presente la planimetria con indicazione delle principali caratteristiche delle tubazioni nelle diverse aree di impianto

2. C) Informazioni per l'identificazione dei pericoli e la valutazione della relativa probabilità e gravità

- **Presentare analisi storica da banche dati per isobutano e qualora disponibile esperienza operativa su impianti ORC.**

Aspetti generali

La raccolta e analisi di dati storici su incidenti rilevanti ha riguardato genericamente incidenti rilevanti che hanno coinvolto GPL (famiglia di cui fa parte l'isobutano), non essendo disponibili nelle banche dati consultate dati riferiti a esperienza operativa su impianti ORC utilizzanti isobutano quale fluido vettore.

Risultati dell'analisi storica mediante la banca dati MHIDAS

L'analisi storica generalizzata è stata condotta utilizzando la banca dati MHIDAS (Major Hazard Incident Data Service), aggiornata al 1999. Tale banca dati è stata sviluppata dal MHAU (Major Hazards Assessment Unit) facente parte del Health Safety Executive del Regno Unito, e raccoglie dal 1980 i reports dei maggiori eventi incidentali che coinvolgono sostanze pericolose in tutto il mondo.

La banca dati registra 584 incidenti che hanno coinvolto GPL (propane, LPG e propylene); tra questi, 108 hanno interessato impianti di stoccaggio (storage-plant). Tra i 584 incidenti, quelli che non hanno interessato gli impianti di stoccaggio, hanno coinvolto:

- gli impianti di processo (75 casi);
- i trasporti: ferrocisterne in transito (103 casi); autocisterne in transito (101 casi); tubazioni (35 casi di pipeline e 42 casi di pipework); nave (38 casi);
- altro (82 casi).



Gli incidenti che hanno coinvolto GPL in impianti di stoccaggio sono 108, secondo quanto riportato nel database, tali incidenti sono avvenuti tra il 1950 ed il 1996; due soli incidenti sono anteriori al 1950 ed in particolare risalgono al 1932 e al 1945 (si presuppone una maggior validità della banca dati per gli incidenti avvenuti posteriormente al 1950).

Le informazioni riportate su tali incidenti mostrano che:

- 24 casi hanno determinato incendi;
- 19 casi hanno prodotto esplosioni;
- 27 casi hanno generato incendi ed esplosioni;
- 9 casi hanno generato un rilascio (genericamente continuo) senza nessuna ignizione;
- 7 casi hanno determinato un flash fire;
- 12 casi hanno generato un bleve o un fireball.

Per 10 casi non conosciamo alcuna informazione.

Le cause iniziatrici degli incidenti sono imputabili a:

- errori umani (11 casi);
- rotture meccaniche (24 casi);
- errori umani e rotture meccaniche (12 casi);
- impatti tra mezzi in movimento e strutture fisse/mezzi in movimento (10 casi);
- eventi esterni (21 casi);
- altro (30 casi).

Per classificare la gravità dei 108 incidenti che hanno coinvolto GPL in impianti di stoccaggio sono state assunte tre categorie di riferimento:

1. classe di bassa gravità: incidenti che non provocano ne morti ne feriti
2. classe di media gravità: incidenti con almeno un ferito
3. classe di alta gravità: incidenti con almeno un morto

La distribuzione degli incidenti nelle tre classi indicate ha fornito i seguenti risultati:

- 56 incidenti di bassa gravità
- 23 incidenti di media qualità
- 29 incidenti di alta gravità



- ***Nel PFD di allegato 4 sono indicati valori per il fluido organico HT di oltre 33 Bar, mentre nei tabulati di calcolo il dato per la pressione è pari a 10 Bar. Giustificare tale scelta o se opportuno rivedere gli scenari incidentali.***

Sulla base delle informazioni contenute nell'allegato 2 le pressioni di rilascio dei diversi scenari incidentali sono state riviste.

La seguente tabella illustra:

- Nomenclatura e caratteristiche dei top events richiamati nella scheda A
- Nuova nomenclatura dei top events
- Nuove caratteristiche delle condizioni di processo (come definite dal progettista)
- Nuove distanze di possibile danno, calcolate con il software phast applicando le diverse condizioni di rilascio

In allegato 3 sono presenti i nuovi tabulati di calcolo

r_eni.ro.Giunta - Prot. 08/01/2024.0008319.E

SINTeG srl

Sistemi Integrati Tecnici e Gestione



P.IVA 01553410497

REA 137765

Evento	Pressione riportata nella scheda A Bar (ABS)	Pressione da rappresentazione Allegato 2 (Bar effettivi)	Conseguenze	Scenario incidentale	Classe Stabilità	Miscela infiammabile (kg)	Zona 1 12.5 kW/mq (m)	Zona 2 7 kW/mq (m)	Zona 3 5 kW/mq (m)	Zona 4 3 kW/mq (m)
Top event 1 rilascio di isobutano in fase vapore per apertura PSV (pompe di circolazione)	29	Nodo 1 HT 33,7 Bar(e) LT 16.3 bar(e)	Intervento PSV senza ulteriori conseguenze	Dispersione						
Top event 2 rilascio di isobutano in fase liquida (Pompe di circolazione Preriscaldamento - evaporazione Rigeneratore)	10	Nodo 1 HT 32,7 Bar(e)	Top 2A	Jet fire	F2		58,43	75,94	89,39	115,60
				Pool fire	D5		80,01	100,48	114,23	138,90
				Flash Fire	F2		69,70	133,55		
				U.V.C.E.	F2	591,69	Evento non significativo ai sensi del DM 15/05/1996			
		Nodo 1 LT 16.3 Bar(e)	Top 2B	Jet fire	F2		50,48	65,54	77,12	99,75
				Pool fire	D5		68,86	86,39	98,10	119,14
				Flash Fire	F2		90,68	140,83		
				U.V.C.E.	F2	666,27	Evento non significativo ai sensi del DM 15/05/1996			
		Nodo 2 HT 28 Bar(e)	Top 2C	Jet fire	F2		56,82	73,83	86,9	112,4
				Pool fire	D5		77,57	97,42	110,7	134,6
				Flash Fire	F2		77,6	136		
				U.V.C.E.	F2	582,65	Evento non significativo ai sensi del DM 15/05/1996			
		Nodo 2 LT 13.3 Bar(e)	Top 2D	Jet fire	F2		61,9	79,48	91,29	113,8
				Pool fire	D5		79,9	102,9	118,4	147,4



Evento	Pressione riportata nella scheda A Bar (ABS)	Pressione da rappresentazione Allegato 2 (Bar effettivi)	Conseguenze	Scenario incidentale	Classe Stabilità	Miscela infiammabile (kg)	Zona 1 12.5 kW/mq (m)	Zona 2 7 kW/mq (m)	Zona 3 5 kW/mq (m)	Zona 4 3 kW/mq (m)
		Nodo 4 estate 8,7 Bar(e) (40°C)	Top 2E	Flash Fire	F2		91,88	141,2		
				U.V.C.E.	F2	659,3	Evento non significativo ai sensi del DM 15/05/1996			
				Jet fire	F2		53,82	69,95	82,31	106,5
				Pool fire	D5		57,72	72,21	81,88	99,27
				Flash Fire	F2		99,13	152,6		
				U.V.C.E.	F2	583,75	Evento non significativo ai sensi del DM 15/05/1996			
Top event 3 rilascio di isobutano in fase vapore (nodo 2) Preriscaldamento - evaporazione	10	Nodo 2 HT 28 Bar(e)	Top 3 A	Jet Fire	F2		26,23	35,6	42,18	54,28
				Flash Fire	D5		102,7	144,2		
				U.V.C.E.	F2	658,09	Evento non significativo ai sensi del DM 15/05/1996			
		Nodo 2 LT 13.3 Bar(e)	Top 3 B	Jet Fire	F2		16,56	22,63	26,86	34,65
				Flash Fire	F2		62,86	87,83		
				U.V.C.E.	F2	246,48	Evento non significativo ai sensi del DM 15/05/1996			
Top event 4 rilascio di isobutano in fase vapore Espansione – turbina	10	Nodo 3 HT 28 Bar(e)	Top 4A	Jet Fire	F2		67,15	87,35	102,77	132,91
				Pool fire	D5		61,37	76,87	87,20	105,79
				Flash Fire	F2		131,37	159,63		



Evento	Pressione riportata nella scheda A Bar (ABS)	Pressione da rappresentazione Allegato 2 (Bar effettivi)	Conseguenze	Scenario incidentale	Classe Stabilità	Miscela infiammabile (kg)	Zona 1 12.5 kW/mq (m)	Zona 2 7 kW/mq (m)	Zona 3 5 kW/mq (m)	Zona 4 3 kW/mq (m)
				U.V.C.E.	F2	946,9	Evento non significativo ai sensi del DM 15/05/1996			
		Nodo 3 LT 13.3 Bar(e)	Top 4B	Jet Fire	F2		17,9	24,5	29,06	37,48
				Flash Fire	F2		58,75	86,63		
				U.V.C.E.	F2	189,3	Evento non significativo ai sensi del DM 15/05/1996			
Top event 5 rilascio di isobutano bifase condensazione	8	Nodo 4 estate 9,7 (40°C) Inverno 3,7 (14°C)	Intervento PSV senza ulteriori conseguenze	Dispersione						
Top event 6 rilascio di isobutano bifase Riempimento serbatoio	12	Nodo 5 P _{max} 6 Bar(e)	Intervento PSV senza ulteriori conseguenze	Dispersione						
Top event 7 rilascio di isobutano in fase liquida	10	Nodo 5 P _{max} 5 Bar(e)	Top 7	Jet Fire	F2		39,58	51,33	60,38	78,08
				Pool fire	D5		51,07	65,41	75,06	93,61
				Flash Fire	F2		112,3	158,6		
				U.V.C.E.	F2	653,2	Evento non significativo ai sensi del DM 15/05/1996			
	4	Nodo 5	Top 8	Jet Fire	F2		39,58	51,33	60,38	78,08

r_eni.ro.Giunta - Prot. 08/01/2024.0008319.E

SINTeG srl

Sistemi Integrati Tecnici e Gestione



P.IVA 01553410497

REA 137765

Evento	Pressione riportata nella scheda A Bar (ABS)	Pressione da rappresentazione Allegato 2 (Bar effettivi)	Conseguenze	Scenario incidentale	Classe Stabilità	Miscela infiammabile (kg)	Zona 1 12.5 kW/mq (m)	Zona 2 7 kW/mq (m)	Zona 3 5 kW/mq (m)	Zona 4 3 kW/mq (m)
Top event 8 rilascio di isobutano in fase liquida		P _{max} 5 Bar(e)		Pool fire	D5		51,07	65,41	75,06	93,61
				Flash Fire	D5/F2		41,52 (D5)	94,16 (F2)		
				U.V.C.E.	F2	193	Evento non significativo ai sensi del DM 15/05/1996			



- ***Presentare una descrizione dei singoli top event elencati in tabella di pag.33 della scheda tecnica***

Top Event 1 – Rilascio di isobutano per sovrappressione nodo 1 – compressione

- a) Causa iniziatrice:
- errata posizione delle valvole in ingresso alla turbina (errore del sistema di controllo, le valvole rimangono chiuse)
- b) Sistemi di sicurezza non funzionanti:
- Nr 2 sistemi di misurazione e trasmissione della pressione di livello SIL 2 a servizio del controllo automatico del processo
 - Allarme ottico/acustico per alta pressione
 - Shutdown manuale dell'impianto da parte dell'operatore presente

Top Event 2 – Rilascio di isobutano liquido nodo 1, nodo 2, nodo 4 – compressione, evaporazione, condensazione

Top event 2A/2B (compressione)

- a) Causa iniziatrice:
- Rottura naturale tubazione fase di compressione sistema HT e sistema LT
- b) Sistemi di sicurezza non funzionanti:
- Procedura di verifica e controllo periodico delle linee
 - Allarme ottico/acustico da gas detector presente nelle zone a maggior rischio di rottura
 - Shutdown manuale dell'impianto da parte dell'operatore presente, su segnalazione d'allarme

Top event 2C/2D (evaporazione)

- c) Causa iniziatrice:
- Rottura naturale tubazione fase di compressione sistema HT e sistema LT
- d) Sistemi di sicurezza non funzionanti:
- Procedura di verifica e controllo periodico delle linee
 - Allarme ottico/acustico da gas detector presente nelle zone a maggior rischio di rottura
 - Shutdown manuale dell'impianto da parte dell'operatore presente, su segnalazione d'allarme

Top event 2E (condensazione, in questo caso la pressione di esercizio dipende esclusivamente dalla temperatura esterna; nella stima delle conseguenze è stata presa a riferimento la temperatura estiva)

- e) Causa iniziatrice:
- Rottura naturale tubazione fase di compressione sistema HT e sistema LT
- f) Sistemi di sicurezza non funzionanti:
- Procedura di verifica e controllo periodico delle linee
 - Allarme ottico/acustico da gas detector presente nelle zone a maggior rischio di rottura
 - Shutdown manuale dell'impianto da parte dell'operatore presente, su segnalazione d'allarme



Top Event 3 – Rilascio di isobutano vapore nodo 2 – evaporazione HT ed LT

Top event 3A (evaporazione HT) Top event 3B (evaporazione LT)

- a) Causa iniziatrice:
- Colpo d'ariete per chiusura automatica valvole lato scarico con malfunzionamento VFD pompa di alimentazione
 - Rottura naturale tubazione
- b) Sistemi di sicurezza non funzionanti:
- Sistema automatico di controllo ed interblocco delle valvole di processo - bypass
 - Allarme ottico/acustico per alta pressione
 - Shutdown manuale dell'impianto da parte dell'operatore presente
 - Procedura di verifica e controllo periodico delle operazioni
 - Allarme ottico/acustico da gas detector presente nelle zone a maggior rischio di rottura
 - Shutdown manuale dell'impianto da parte dell'operatore presente, su segnalazione d'allarme

Top Event 4 – Rilascio di isobutano vapore nodo 3 – espansione HT ed LT

Top event 4A (espansione HT) Top event 4B (espansione LT)

- a) Causa iniziatrice:
- Rottura naturale tubazione fase di espansione sistema HT e sistema LT
- b) Sistemi di sicurezza non funzionanti:
- Procedura di verifica e controllo periodico delle linee
 - Allarme ottico/acustico da gas detector presente nelle zone a maggior rischio di rottura
 - Shutdown manuale dell'impianto da parte dell'operatore presente, su segnalazione d'allarme

Top Event 5 – Rilascio di isobutano per sovrappressione nodo 4 – condensazione

- a) Causa iniziatrice:
- Blackout elettrico
 - Incendio esterno
- b) Sistemi di sicurezza non funzionanti:
- Allarme ottico/acustico per alta pressione
 - Shutdown manuale dell'impianto da parte dell'operatore presente
 - Impianto idrico antincendio con capacità di raffreddamento delle apparecchiature.



Top Event 6 – Rilascio di isobutano bifase per sovrappressione nodo 5 – serbatoi stoccaggio (sovrariempimento)

- a) Causa iniziatrice:
- Errore calcolo automatico grado di vuoto
- b) Sistemi di sicurezza non funzionanti:
- Procedura di verifica del grado di vuoto da parte dell'operatore
 - Allarme di alto livello in ciascun serbatoio di stoccaggio
 - Procedura di intervento operatore per alto livello nel serbatoio di stoccaggio

Top Event 7 – Rilascio di isobutano liquido nodo 5 – serbatoi stoccaggio (trasferimento impianto ORC)

- a) Causa iniziatrice:
- Guasto sistema di controllo della pompa di trasferimento all'impianto con danneggiamento della pompa di movimentazione
 - Rottura naturale della tubazione
- b) Sistemi di sicurezza non funzionanti:
- Flussostato in linea con arresto del trasferimento per eccesso di flusso
 - Allarme ottico acustico di basso livello nel serbatoio
 - Procedura di intervento operatore su allarme di basso livello nel serbatoio
 - Procedura di verifica e controllo periodico delle linee
 - Allarme ottico/acustico da gas detector presente nelle zone a maggior rischio di rottura
 - Shutdown manuale dell'impianto da parte dell'operatore presente, su segnalazione d'allarme

Top Event 8 – Rilascio di isobutano liquido nodo 5 – serbatoi stoccaggio (trasferimento da autobotte a serbatoio di stoccaggio)

- a) Causa iniziatrice:
- Errore operatore nella connessione tubazione mobile – punto di carico
 - Rottura naturale della tubazione
- b) Sistemi di sicurezza non funzionanti:
- Procedura di carico con check list di riscontro
 - Procedura di verifica e controllo periodico delle linee ed attrezzature di carico.



- Verificare che i ratei di guasto adottati siano in linea con i valori desunti da fonti qualificate citate tra i riferimenti utili in allegato C al D.Lgs 105/2015 e/o banche dati internazionalmente riconosciute

Evento	Probabilità di accadimento dell'evento Scheda A	Probabilità di accadimento dell'evento Banca Dati	Banca Dati Riferimento
Errore Sistema automatico posizione valvole	$1,4 \cdot 10^{-3}$ occ/anno	DCS $1.1 \cdot 10^{-6}$ occ/ora con frequenza di controllo 60 gg corrisponde $1.1 \cdot 10^{-6} \cdot 1440 = 1,4 \cdot 10^{-3}$ occ/anno (è esteso all'anno il dato bimestrale in virtù della frequenza di controllo)	Exida 2007 Safety Equipment Reliability Handbook
Mancato intervento Sistema automatico ridondante	$1,0 \cdot 10^{-2}$	Valvola di blocco pneumatica Mancata azione $2,83 \cdot 10^{-3}$	CCPS-mean value Process Equipment Reliability Data Base
Mancato intervento operatore su allarme	10^{-3}	Errore Umano operazione di messa in sicurezza da sala controllo gestita mediante apposita procedura di sicurezza 10^{-3}	OGP International Association Of Oil & Gas Producers
Mancato intervento sistema allarme	$1,4 \cdot 10^{-1}$	Gestore elettronico della logica di blocco $3,17 \cdot 10^{-7}$ occ/hr, tenendo conto del rateo di guasto, del tempo di intervento e del tempo di riparazione	Exida 2007 Safety Equipment Reliability Handbook
Rottura naturale tubazione nodo 1	$2,24 \cdot 10^{-2}$ occ/ann	$2,8 \cdot 10^{-8}$ occ/hr m Funzionamento 8640 hr/anno Lunghezza stimata 100 m $2,24 \cdot 10^{-2}$ occ/ann	Rijnmond Public Authority "Risk Analysis – A pilot study" 1982
Errore operatore mancato rispetto procedura	10^{-2}	Errore Umano operazione in campo non routinaria anche se regolata da procedura	OGP International Association Of Oil & Gas Producers



Evento	Probabilità di accadimento dell'evento Scheda A	Probabilità di accadimento dell'evento Banca Dati	Banca Dati Riferimento
Mancato intervento operatore su allarme	10^{-3}	Errore Umano operazione di messa in sicurezza da sala controllo gestita mediante apposita procedura di sicurezza 10^{-3}	OGP International Association Of Oil & Gas Producers
Rottura naturale tubazione nodo 2	$1,12 \cdot 10^{-2}$ occ/ann	$2,8 \cdot 10^{-8}$ occ/hr m Funzionamento 8640 hr/anno Lunghezza stimata 50 m $1,12 \cdot 10^{-2}$ occ/ann	Rijnmond Public Authority "Risk Analysis – A pilot study" 1982
Rottura naturale tubazione nodo 4	$1,12 \cdot 10^{-2}$ occ/ann	$2,8 \cdot 10^{-8}$ occ/hr m Funzionamento 8640 hr/anno Lunghezza stimata 50 m $1,12 \cdot 10^{-2}$ occ/ann	Rijnmond Public Authority "Risk Analysis – A pilot study" 1982
Rottura naturale tubazione vapore nodo 2	$2,24 \cdot 10^{-2}$ occ/ann	$2,8 \cdot 10^{-8}$ occ/hr m Funzionamento 8640 hr/anno Lunghezza stimata 100 m $2,24 \cdot 10^{-2}$ occ/ann	Rijnmond Public Authority "Risk Analysis – A pilot study" 1982
Blackout elettrico	10^{-3} occ/ann	Stimato sulla base dell'affidabilità dell'impianto di fornitura energia elettrica	
Incendio esterno	10^{-3} occ/ann	Stimato	
Mancato intervento Sistema raffreddamento	10^{-2}	Stimato sulla base dell'affidabilità del sistema idrico antincendio di stabilimento	
Errore calcolo automatico	10^{-2} occ/ann	Errore DCS $1,1 \cdot 10^{-6}$ occ/hr 8640 hr/anno Totale 10^{-2} occ/ann	Exida 2007 Safety Equipment Reliability Handbook



Evento	Probabilità di accadimento dell'evento Scheda A	Probabilità di accadimento dell'evento Banca Dati	Banca Dati Riferimento
Mancato intervento flussostato di sicurezza	$1,4 \cdot 10^{-1}$	Gestore elettronico della logica di blocco $3,17 \cdot 10^{-7}$ occ/hr, tenendo conto del rateo di guasto, del tempo di intervento e del tempo di riparazione	Exida 2007 Safety Equipment Reliability Handbook
Rottura naturale tubazione nodo 5	$1,12 \cdot 10^{-2}$ occ/ann	$2,8 \cdot 10^{-8}$ occ/hr m Funzionamento 8640 hr/anno Lunghezza stimata 50 m $1,12 \cdot 10^{-2}$ occ/ann	Rijnmond Public Authority "Risk Analysis – A pilot study" 1982
Rottura naturale tubazione travaso	$1,6 \cdot 10^{-6}$ occ/ann	$2,8 \cdot 10^{-8}$ occ/hr m Funzionamento 10 hr/anno Lunghezza stimata 6 m $1,6 \cdot 10^{-6}$ occ/ann	Rijnmond Public Authority "Risk Analysis – A pilot study" 1982
Errore operatore esecuzione connessione	$10^{-3} \cdot 10$ occ/ann = 10^{-2} occ/ann	Errore Umano operazione di messa in sicurezza da sala controllo gestita mediante apposita procedura di sicurezza 10^{-3} Operazione eseguita 10 volte/anno	OGP International Association Of Oil & Gas Producers

- **Per il Top 8 la lunghezza della tubazione è pari a 418,6 m. Verificare i dati delle lunghezze tubazioni in tabella a pagina 32 della Scheda Tecnica descrivendo le tubazioni (percorso, lunghezza, diametri, collegamenti)**

La lunghezza della tubazione presa a riferimento per il top event 7 è pari a 6 m, coincidente con la lunghezza della manichetta di travaso.

Nella tabella presente in relazione è riportata un'erronea lunghezza per refuso di scrittura.

Le caratteristiche delle tubazioni sono riportate nell'elaborato grafico presente in allegato 2.



- **Indicare le fonti di letteratura o le valutazioni che portano alla scelta dei valori di probabilità di innesco inserite negli alberi degli eventi**

EVENTO PRIMARIO	VALORE ASSUNTO	SORGENTE
Pa	0,1	Stima
Pb	0,1	Stima
Pc	0,2	Stima

Pa Innesco immediato valore stimato sulla base di:

- Presenza di impianto elettrico antideflagrante nelle aree classificate ATEX
- Verifica periodica degli impianti elettrici
- Verifica periodica della rete di terra
- Manutenzione periodica delle apparecchiature rotanti al fine di evitare surriscaldamenti per attrito
- Svolgimento dei lavori a caldo su base di specifico permesso di lavoro e con utilizzo di idonee apparecchiature
- Presenza del divieto di fumo ed utilizzo di fiamme libere
- Utilizzo di indumenti di lavoro antistatici

Pb innesco ritardato valore stimato sulla base di:

- Presenza di impianto elettrico antideflagrante nelle aree classificate ATEX
- Verifica periodica degli impianti elettrici
- Verifica periodica della rete di terra
- Manutenzione periodica delle apparecchiature rotanti al fine di evitare surriscaldamenti per attrito
- Svolgimento dei lavori a caldo su base di specifico permesso di lavoro e con utilizzo di idonee apparecchiature
- Presenza del divieto di fumo ed utilizzo di fiamme libere
- Utilizzo di indumenti di lavoro antistatici

Pc late pool fire valore stimato in base alla velocità di evaporazione dell'isobutano



- **Considerato che nei report di calcolo del software phast in allegato 9 sono presenti report relativi alle esplosioni, valutare gli effetti degli scenari di esplosione con riferimento ai valori di soglia indicati nel D.M.LL.PP. 09/05/2001 o giustificarne l'esclusione in termini di frequenza di accadimento e/o sulla base del quantitativo rilasciato (termine sorgente)**

Il D.M.LL.PP. al punto 6.3.2 dell'allegato fa esplicito riferimento ai depositi di GPL, rimandando ai criteri di valutazione della normativa specifica, ovvero al DM 15/06/1996. "Criteri di analisi e valutazione dei rapporti di sicurezza relativi ai depositi di gas e petrolio liquefatto (G.P.L.)

L'impianto in esame non è propriamente un deposito di GPL, tuttavia:

- Isobutano rientra negli idrocarburi alifatici che costituiscono il GPL, e rientra nell'elenco presente nel DM 13/10/1994
- In termini di quantità di sostanza rilasciata e presente in miscela infiammabile, l'origine del rilascio, deposito o impianto, non è significativa.

Nel DM 15/06/21996, appendice III, sono descritti gli scenari incidentali e termini di sorgente, in particolare:

"1. La probabilità che l'innescò di una nube di GPL determini un'esplosione di nube di tipo non confinato (UVCE) anziché un Flash-Fire, dipende essenzialmente dalla geometria del luogo ove la nube si estende e dalla massa nei limiti di infiammabilità.

Non è irragionevole supporre che tale probabilità, sia non trascurabile solo quando:

- il rilascio interessi un ambiente essenzialmente chiuso;
- quantità di vapore entro i limiti di infiammabilità sia maggiore di 1,5 t, se in ambiente parzialmente confinato (es. in presenza di grossi edifici o apparecchiature industriali nello spazio di sviluppo della nube);
- quantità di vapore entro i limiti di infiammabilità sia maggiore di 5 t, se in ambiente non confinato.

Al di sotto dei limiti predetti, il contributo dell'esplosione di nube al rischio globale può ritenersi marginale e pertanto non rilevante ai fini di una valutazione complessiva del deposito."

Le simulazioni effettuate con il software PHAST sono relative a scenari di ambienti aperti o parzialmente confinati.

La quantità di vapore entro i limiti di infiammabilità è comunque inferiore a 1,5 ton, dunque è stata esclusa la valutazione della U.V.C.E. tra le possibili evoluzioni degli scenari incidentali.



- ***In presenza di strutture in cui si può avere confinamento della nube di isobutano (es. cabinati pompe, pozzetti pompe...) valutare eventuali effetti degli scenari di esplosione con riferimento ai valori soglia indicati nel D.M.LL.PP. 09/05/2001 o giustificarne l'esclusione in termini di frequenza di accadimento e/o sulla base del quantitativo rilasciato (termine sorgente)***

È previsto che le uniche apparecchiature poste all'interno di cabinati siano le turbine e le pompe; tali strutture saranno dotate di un sistema di aerazione forzata a mezzo di ventilatori esterni (un ventilatore in servizio continuo ed uno di back up).

Il progettista dell'impianto afferma che: sulla base delle possibili perdite di isobutano all'interno del cabinato, calcolate in accordo alla norma IEC 60079-10 la portata della ventilazione sarà selezionata per mantenere la concentrazione di gas infiammabile all'interno del locale in concentrazione inferiore al 25% del LFL.

Inoltre, all'interno del fabbricato l'impiantistica elettrica sarà realizzata in accordo alla classificazione del locale secondo la norma IEC 60079-10.

Per tali motivi, secondo progettista, l'ipotesi di una possibile esplosione del cabinato ha una remota probabilità di accadimento (mancanza di formazione della miscela infiammabile e assenza dell'innesco).

In relazione alla permanenza della ventilazione forzata, tali locali possono essere assimilati a luoghi parzialmente confinati; dunque in applicazione del citato DM 15/06/1996, essendo la quantità di vapore entro i limiti di infiammabilità comunque inferiore a 1,5 ton, è stata esclusa la valutazione dell'esplosione. tra le possibili evoluzioni degli scenari incidentali.

- ***Fornire dati meteo relativi a velocità e direzione del vento***

In allegato 4 sono presenti i dati relativi a:

- Direzione del vento stazione di Giralda
- Direzione prevalente del vento stazione di Giralda
- Temperatura giornaliera massima Malborghetto di Boara
- Temperatura aria massima giornaliera Volano
- Temperatura aria media giornaliera a Malborghetto di Boara
- Temperatura media giornaliera a Volano
- Velocità media giornaliera vento Giralda

Ricavati dalla banca dati ARPAE



- ***In considerazione dei recenti eventi meteo estremi (trombe d'aria, grandine...) accadute negli ultimi anni nella provincia di Ferrara, valutare la resistenza delle strutture in particolare quelle sviluppate in altezza.***

Le strutture saranno progettate e realizzate in conformità a quanto previsto dagli eurocodici, in particolare:

- Eurocodice 0 – criteri generali di progettazione strutturale
- Eurocodice 1 – azioni sulle strutture
- Eurocodice 2 – progettazione strutture in calcestruzzo
- Eurocodice 3 – progettazione delle strutture in acciaio
- Eurocodice 4 – progettazione delle strutture acciaio/calcestruzzo
- Eurocodice 8 – progettazione delle strutture per la resistenza sismica

In merito al rischio idraulico, sulla base del Piano di gestione del rischio di alluvioni – Regione Emilia Romagna reticolo naturale principale e secondario, l'area di interesse rientra nel livello di rischio idraulico R1 "rischio moderato o nullo" come evidenziato nella planimetria riportata in allegato 5.

- ***Per tutti gli scenari incidentali le origini dei top events sono rappresentati in planimetria come punti. In funzione della lunghezza e ed percorso delle tubazioni in particolare in fase vapore verificare se necessario rappresentare l'inviluppo delle aree di danno degli scenari lungo lo sviluppo delle linee o altri punti sorgente tra quelli indicati.***

In allegato 6 sono presenti le planimetrie aggiornate con le distanze di danno calcolate sulla base delle condizioni di esercizio fornite dal progettista.

La rappresentazione grafica illustra i punti origine dei top events e l'inviluppo delle aree derivanti dai diversi scenari; al fine di rendere più semplicemente comprensibile l'elaborato grafico sono riportate esclusivamente le linee esterne delimitanti le aree di inviluppo e non le singole aree di competenza del punto di rilascio.

In relazione alle tubazioni, per gli eventi che prevedono la rottura naturale della tubazione, l'intera linea è definita come sede di possibile rilascio.



r_emiro.Giunta - Prot. 08/01/2024.0008319.E



- **Individuare un'area opportuna per il posizionamento di un locale di controllo del processo, con descrizione delle relative caratteristiche costruttive anche in relazione alle aree di danno degli scenari incidentali ipotizzati.**

Dall'analisi delle aree di possibile danno, emerge che l'intero sito è coinvolto nello scenario incidentale con potenza di irraggiamento pari a 12,5 kW/mq.

In conseguenza a ciò l'edificio ospitante il locale controllo del processo avrà le seguenti caratteristiche principali:

- Progettazione delle strutture portanti e separanti con verifica di resistenza dell'esposizione a incendio esterno per almeno 120 min
- Posizionamento delle finestre sul lato dell'edificio non direttamente esposto all'irraggiamento
- Edificio pressurizzato in linea con quanto previsto da NFPA 496 e IEC 60079-13
- Presenza di gas detector all'interno del locale
- Porte di accesso dotate di congegno di autochiusura con segnale di allarme in caso di mancata chiusura delle stesse
- Cartellonistica indicante "Accesso ristretto"
- **Giustificare la scelta della modalità di shutdown degli impianti in manuale come indicato nelle schede di analisi Hazop (rif. Top 2,3 e 4 ad esempio su intervento dei sistemi di rilevazione gas, alta pressione...)**

L'impianto ORC è un impianto a ciclo continuo con apparecchiature di tipo rotante, danneggiabili in caso di improvviso arresto.

Lo shutdown dell'impianto è un'operazione complessa che prevede una serie di operazioni necessarie per l'arresto in sicurezza del processo, per tale motivo la fermata di emergenza dovrà essere eseguita solo in condizioni di estrema necessità e sotto la supervisione del personale dell'impianto.

I sistemi di rilevazione del gas saranno configurati:

- Prima soglia di rilevazione con preallarme
- Seconda soglia di rilevazione con allarme e attivazione della procedura per arresto di emergenza

Le procedura di arresto automatico di emergenza conterrà uno sfalsamento temporale tra la sua attivazione e l'avvio della sequenza di shutdown: tale ritardo consentirà all'operatore presente di effettuare le verifiche e gli interventi necessari, decidendo se procedere o meno all'arresto di emergenza.

In assenza di intervento dell'operatore il sistema procederà autonomamente all'arresto dell'impianto.



- ***Descrivere i criteri per il posizionamento e la logica dei sistemi di rilevazione gas per individuare tempestivamente eventuali perdite lievi o moderate e allegare planimetria preliminare di ubicazione dei sensori qualora disponibile***

Il sito sarà dotato di un sistema di rivelazione gas ed incendi e di un sistema di allarme. Il sistema di rilevazione sarà progettato per:

- fornire una rivelazione la più possibile rapida e affidabile in caso di rilascio gas o incendio;
- allertare il personale in impianto e in sala controllo;
- minimizzare il rischio al personale e all'impianto iniziando azioni di prevenzione e controllo in uno stadio iniziale evitando escalation degli incidenti; tali azioni includono l'attivazione degli impianti antincendio e la partenza delle pompe associate;
- iniziare le procedure di emergenza previste in impianto per fronteggiare tali situazioni.

Il numero e la tipologia dei rivelatori utilizzati e il loro posizionamento sarà stato determinato dividendo l'impianto e gli edifici in zone e valutando il rischio potenziale in ognuna di esse.

La scelta dei rivelatori, in termini di principio operativo, quantità e localizzazione sarà definita considerando:

- il gas infiammabile che può essere presente;
- la tipologia di incendio che si deve rivelare;
- le condizioni ambientali;
- il comportamento prevedibile in termini di dispersione dei fumi o dei gas;
- i possibili guasti e falsi allarmi;
- i requisiti di manutenzione.

Tutti i circuiti di rivelazione saranno monitorati dal sistema in modo da segnalare prontamente eventuali guasti.

Definizione delle zone di rilevazione

L'impianto è stato diviso in zone di rivelazione appositamente identificate; le zone sono caratterizzate sulla base delle condizioni operative che comprendono:

- Caratteristiche intrinseche delle aree: aree di processo, edifici, sistemi ausiliari di impianto;
- Limiti appropriati quali pareti resistenti a fuoco, strade di ampiezza adeguata, distanze di sicurezza e protezioni passive;
- Quantità di sostanze infiammabili;
- Dimensioni dell'area.



La valutazione di tutti gli eventi potenzialmente pericolosi associati a ciascuna area e delle condizioni locali consente la corretta selezione e il posizionamento delle apparecchiature del sistema di rivelazione gas, incendi e perdite.

Gli eventi potenzialmente pericolosi da considerare sono:

- a) perdite di isobutano liquefatto;
- b) perdite di isobutano allo stato gassoso;
- c) incendi.

Tipi di rilevatori

I rilevatori utilizzati per il deposito saranno i seguenti:

- rilevatori di gas infiammabile;
- rilevatori di fumo;

Il sistema di rivelazione incendi comprenderà pulsanti manuali di allarme e lampeggianti e sirene di allarme.

Rilevatori di gas infiammabile

I rilevatori di gas saranno posizionati vicino ai potenziali punti di perdita in accordo alla sezione 13.4 della BS-EN 1473. Tali rilevatori saranno installati nei cabinati e spazi in cui si possano accumulare gas, in particolare essi sono installati a protezione di:

- zona di scarico isobutano
- aree poste al di sotto degli sbocchi delle PSV
- cabinati pompe e turbine
- preriscaldatori ed evaporatori
- aree con possibile sorgenti di emissione a causa di connessioni, come identificate nella valutazione ATEX
- locale sala controllo

Le zone comprendenti le tubazioni di liquido e vapore dei condensatori saranno protette con nr 2 rilevatori di gas di tipo open path per ogni gruppo (HT ed LT)

Tutti i rilevatori saranno previsti del tipo a soglia regolabile e gli allarmi saranno settati sui seguenti livelli di concentrazione di gas infiammabili:

20 % Limite Inferiore di Infiammabilità, LEL, segnalazione preallarme gas;

50 % LEL, segnalazione allarme gas.

Il preallarme sarà configurato per:

- rivelare la perdita di gas infiammabile il prima possibile;
- attivare il pre-allarme in sala controllo;
- attivare preallarmi sonori e visivi in campo.



r_emiro.Giunta - Prot. 08/01/2024.0008319.E



L'allarme sarà configurato per:

- attivare allarme in sala controllo;
- attivare allarmi sonori e visivi in campo;
- interfacciarsi con il sistema ESD che praticherà le azioni di blocco

Rilevatori di Fumo

I rivelatori di fumo sono installati all'interno dei seguenti locali:

- Sala Controllo,
- Sale Quadri Elettrici e Cavi,

I rivelatori di fumo saranno del tipo ottico ed hanno le seguenti funzioni:

- attivare l'allarme in Sala Controllo;

Pulsanti di Allarme Manuali (HSF)

Nell'impianto saranno installati dei pulsanti di allarme manuali per l'attivazione di allarmi da parte di operatori presenti nell'impianto. I pulsanti d'allarme saranno colorati in rosso del tipo "lift flap & push button". Saranno raggruppati per zone, e localizzati lungo le vie di transito e fuga.

I pulsanti di allarme manuali avranno le seguenti funzioni:

- attivare l'allarme in Sala Controllo;
- consentire da Sala Controllo l'attivazione manuale dei sistemi antincendio, secondo le modalità previste dal piano di emergenza

Affidabilità dei rilevatori

Il circuito dei rivelatori sarà progettato per ottenere una elevata affidabilità grazie all'utilizzo di componenti certificati, ridondati e con sistemi di diagnostica interna.

L'alimentazione elettrica al sistema di controllo dell'impianto di rivelazione gas incendi e perdite sarà integrata da un sistema di generazione elettrica.



3. D) Situazioni di emergenza e relativi apprestamenti

- ***Approfondire con valutazione dei possibili effetti domino in caso di incendio ed esplosione (considerando anche la proiezione dei frammenti) tenendo in considerazione l'ubicazione reciproca dei vari elementi critici dello stabilimento e le caratteristiche costruttive dei cabinati posti a protezione degli stessi.***

Alla luce dei risultati condotti in merito a:

- Individuazione dei possibili scenari incidentali
- Stima delle probabilità di accadimento di ciascun evento incidentale individuato
- Valutazione della possibilità di evoluzione degli scenari incidentali individuati come credibili
- Stima delle possibili conseguenze di ciascun scenario incidentale

È emerso che le evoluzioni dei possibili rilasci di isobutano in forma liquida o gassosa, potrebbero evolvere in:

- a. Dispersione senza ulteriori conseguenze
- b. Incendio stazionario quale jet fire o pool fire
- c. Incendio non stazionario quale flash fire

L'evoluzione verso l'esplosione non confinata U.V.C.E. è un evento avente una remota probabilità di accadimento in quanto la quantità massima, stimata, di miscela infiammabile generata a seguito di un rilascio è pari a 911 kg, ovvero il 60% del valore soglia (1.500kg) indicato nel DM 15/05/1996 per considerare significativa un'esplosione in ambiente parzialmente confinato (lo stesso decreto innalza il valore soglia a 5.000 kg in ambiente non confinato).

Esplosioni a seguito di rilasci all'interno di ambienti chiusi (cabinati) hanno una remota probabilità di accadimento in quanto all'interno dei cabinati:

- Gli impianti elettrici saranno conformi alla classificazione ATEX del luogo
- L'aerazione sarà di tipo forzato continua, con ricambi d'aria orari in grado di diluire un eventuale rilascio di gas infiammabile
- Il sistema di rilevazione gas infiammabile sarà su due soglie: preallarme ed allarme
- Il sistema di protezione warter mist sarà attivabile sia in automatico che in manuale da sala controllo



- ***Approfondire con valutazione dei possibili effetti domino in caso di incendio ed esplosione (considerando anche la proiezione dei frammenti) tenendo in considerazione l'ubicazione reciproca dei vari elementi critici dello stabilimento e le caratteristiche costruttive dei cabinati posti a protezione degli stessi.***

Alla luce di quanto esposto al punto precedente, i possibili effetti domino sono riconducibili a:

- Incendio stazionario jet fire
- Incendio stazionario pool fire

In conseguenza a ciò sono stati adottati sistemi di protezione passiva ed attiva delle strutture e degli impianti, in particolare:

- I. Tumulazione dei serbatoi di isobutano e progettazione degli stessi e delle opere accessorie secondo quanto previsto dal DM 13/10/1994
- II. Rispetto delle distanze di sicurezza interne, esterne e di protezione secondo quanto previsto dal DM 13/10/1994
- III. Realizzazione del locale sala controllo di tipo protetto, con dimensionamento delle strutture portanti e tamponanti REI 120 con incendio esterno
- IV. Sala controllo con porte a chiusura stagna e sistema di aerazione forzata dotato di saracinesche di intercettazione in caso di allarme rilascio gas
- V. Cabinati di copertura delle pompe e delle turbine realizzati con strutture portanti e tamponanti di tipo leggero (strutture metalliche e tamponamenti in lamiera sandwich)
- VI. Rete di gas detector con sistemi di rilevazione ubicati nelle diverse aree di impianto sia all'aperto che al chiuso
- VII. Impianto fisso di raffreddamento dell'autobotte in fase di scarico isobutano, con sistema sprinkler a secco (ugelli aperti)
- VIII. Rete idranti posta a copertura dell'intera area di impianto con capacità raffreddante pari a 300 lt/min per ogni singolo idrante UNI 70 contemporaneamente aperto (Livello di protezione III della norma UNI 10.779/2021)
- IX. Generatori locali di schiuma posti nelle aree ove è prevista la possibile formazione di pozze di isobutano liquido
- X. Impianti water mist ubicati all'interno dei cabinati pompe e turbine



- **Approfondire la valutazione del rischio ATEX descrivendo le modalità di valutazione delle aree potenzialmente esplosive e dei relativi sistemi di sicurezza previsti.**

In allegato 7 è presente la planimetria preliminare con indicazione delle aree classificate pericolose ai sensi della norma EN IEC 60079-10-1.

Gli impianti elettrici in tali aree saranno progettati ed installati ai sensi della norma EN 60079-14.

All'interno dei cabinati sarà garantita la presenza continua di ventilazione forzata tramite nr 2 ventilatori, uno in stand – by all'altro.

La ventilazione forzata sarà in grado di assicurare il numero sufficiente di ricambi d'aria orari previsti dalla norma EN IEC 60079-10.

- **Nel caso di presenza di cabinati in cui è possibile la formazione di atmosfere esplosive valutare come impianti di protezione attiva la possibilità di utilizzo di sistemi ad acqua nebulizzata al fine di favorire la diluizione e la dispersione di nubi di gas infiammabili**

All'interno dei cabinati destinati ad ospitare le pompe di circolazione e le turbine saranno presenti impianti di protezione attiva ad acqua di tipo water mist.

L'acqua nebulizzata (water mist) ad alta pressione (100 bar) rappresenta il mezzo di estinzione più efficace e sicuro che esista attualmente sul mercato, le normative di riferimento sono: la UNI CEN TS 14972 e la NFPA 750

Questa modalità di erogazione con acqua in gocce del diametro di pochi micron permette di accelerare il processo di raffreddamento in quanto essendo più piccole le goccioline la superficie di reazione sarà più grande; proprio da questa superficie passa lo scambio termico con il quale viene assorbito il calore prodotto dalla combustione.

L'impianto water mist a media o alta pressione si avvale di altri due effetti diretti sul principio di incendio, nello specifico:

- L'inertizzazione dovuta dall'evaporazione dell'acqua che aumentando il suo volume garantisce la rarefazione dell'ossigeno nella zona di intervento, esattamente dove serve.
- Tutte queste goccioline che si trovano nell'aria riducono la diffusione del calore, rendendo più difficile l'espansione dell'incendio verso le zone adiacenti, evitando il fatale effetto flash over.

Principi di base di funzionamento dei sistemi water mist

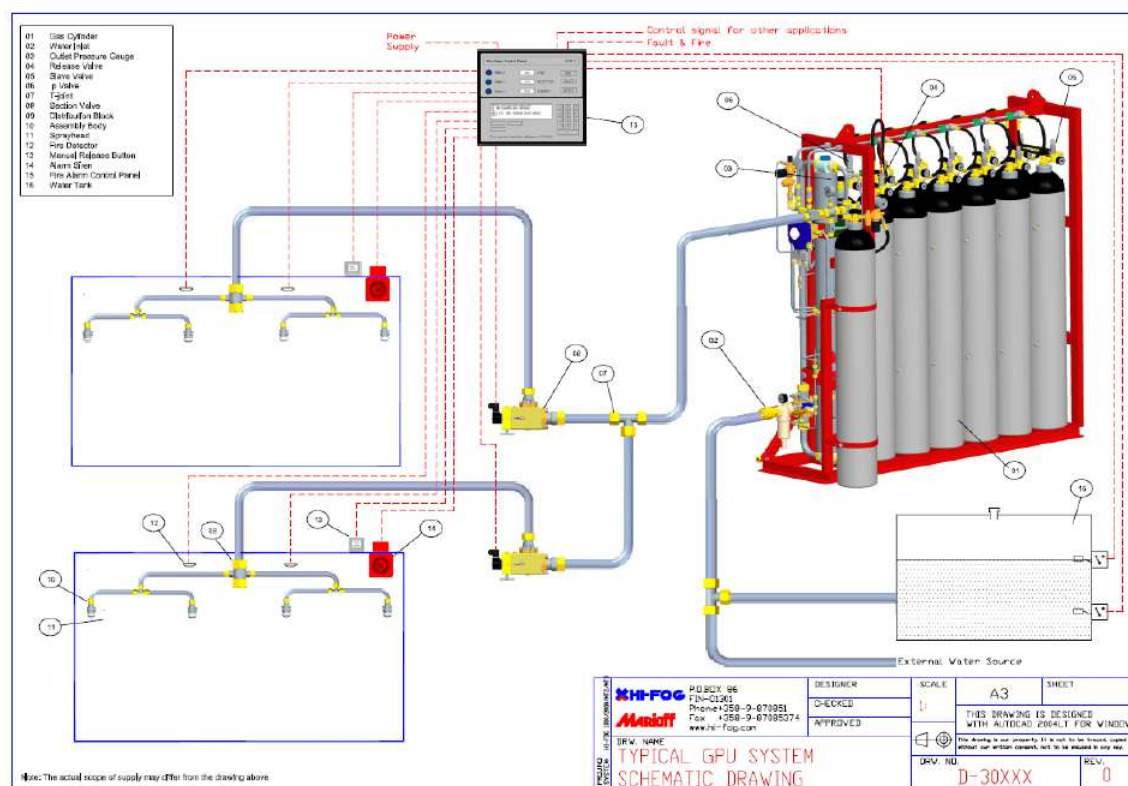
L'incendio viene soppresso o estinto tramite:



Il potere estinguente derivante dalla nebulizzazione è condizionato dai suddetti fattori ai quali si aggiunge anche il design dell'ugello (nozzle) utilizzato in base a forma, numero di fori, dimensioni etc.

Con questa modalità l'area di intervento di ogni nozzle (ugello erogatore) risulta più ampia con la conseguente riduzione del numero di ugelli necessari per area (un progetto attuativo ne rileverà posizione e numero definitivo).

La progettazione individua come tipologia di sistema più idoneo una sistema watermist a diluvio ad applicazione localizzata, tipicamente composto dai seguenti elementi:



Esempio di un tipico sistema watermist a diluvio a zone – Microff corp



4. E) Misure contro l'incendio

- ***Tenuto conto della presenza di schiumogeno prevedere l'intercettazione della rete fognaria***

La rete fognaria sarà dotata di un unico collettore di scarico, prima dell'uscita dall'area di proprietà sarà posizionato un pozzetto con una valvola a saracinesca di tipo manuale.

La procedura di gestione delle emergenze di impianto prevederà che in caso di utilizzo del liquido schiumogeno la valvola a saracinesca venga immediatamente chiusa, provvedendo così all'intercettazione della rete fognaria.

- ***Chiarire le modalità di attivazione del sistema fisso di estinzione a CO2 o equivalente a protezione dei pozzetti per le pompe di movimentazione isobutano, valutandone la possibilità di azionamento da sala controllo.***

I sistemi di protezione attiva (water mist) che saranno installati all'interno dei cabinati saranno attivabili anche da sala controllo a seguito di allarme proveniente da gas detector.

I Tecnici Incaricati

Ing. Fabrizio Ceccherini



Ing. Pier Massimiliano Launaro

