

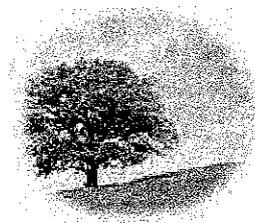
VOGHERA ENERGIA

ANALISI DI RISCHIO

per:

◆ **RILASCIO DI METANO**

◆ **RILASCIO DI OLIO DA TRASFORMATORE ELEVATORE**



INDICE

PREMESSA.....	2
1) RILASCIO DI METANO.....	3
1.1) DETERMINAZIONE DELLE FREQUENZE DI ACCADIMENTO.....	3
1.2) DETERMINAZIONE DELLE CONSEGUENZE.....	5
1.2.1) JET-FIRES da tubazione ad alta pressione.....	6
1.2.2) Dispersione da tubazione ad alta pressione.....	11
1.2.3) JET-FIRES da tubazione a bassa pressione.....	16
1.2.4) Dispersione da tubazione a bassa pressione.....	17
2) RILASCIO DI OLIO DA TRASFORMATORE ELEVATORE CON INCENDIO.....	18
CONCLUSIONE.....	23

PREMESSA

La presente Analisi di Sicurezza viene svolta in relazione alla richiesta espressa a Voghera Energia da parte del Ministero dell'Ambiente (Protocollo 149/VIA/A.O.13.b) di:

“prendere in considerazione tra gli eventi incidentali di riferimento, onde assicurare la necessaria flessibilità al Piano, anche scenari incidentali meno probabili, ma più cautelativi in termini di gravità delle conseguenze, quali quelli associati a rilasci significativi dalle tubazioni di gas naturale e , previa verifica supportata da valutazioni analitiche della estensione delle aree di impatto, alla dispersione dei fumi tossici di combustione e decomposizione derivanti dagli eventi incidentali originati dal trasformatore elevatore”

Alla luce di quanto sopra, si è proceduto, sulla base dei rilievi effettuati in campo e tenuto conto delle informazioni e documentazione fornite dai Tecnici di VOGHERA ENERGIA, alla valutazione delle classi di probabilità di eventi incidentali riferibili alle tubazioni di gas naturale di servizio alla Centrale ed al trasformatore elevatore.

I dati utilizzati per la determinazione delle frequenze di accadimento sono ricavati da Banche Dati internazionalmente riconosciute; i Modelli a cui si è fatto ricorso per la valutazioni degli effetti (magnitudo) degli eventi incidentali sono ALOHA 5.4 proposto dall'Ente governativo americano E.P.A. per la Pianificazione delle Emergenze Industriale o SIRIO ,ampiamente utilizzato nella identificazione dei rischi specifici connessi all'irraggiamento da incendi.

1) RILASCIO DI METANO

1.1) DETERMINAZIONE DELLE FREQUENZE DI ACCADIMENTO

Il Metano utilizzato è fornito da SNAM ad una Pressione di 40/60 barg.

Il Metano fornito viene ridotto e trasferito dalla Cabina di riduzione alle Unità di utilizzo della Centrale con due linee:

- una linea di diametro 10", con metano ridotto a 30 barg
- una linea di diametro 10", con metano ridotto a 4 barg

Le due Linee sono interrate a valle del gruppo di riduzione per un percorso di 350-380 metri e fuoriescono internamente alla Centrale.

Qui il percorso risulta di

- ca. 120 metri per la linea 10" e 30 barg
- ca. 10 metri per la linea di 10" e 4 barg.

La parte interrata delle Linee è incamiciata.

Gli eventi incidentali riconducibili a tali linee sono fondamentalmente riconducibili a rotture/forature dovuti a fenomeni accidentali o stocastici.

Nel computo della determinazione delle frequenze, si è fatto riferimento alla solo componente di tubazione fuori terra, essendo la parte interrata sostanzialmente protetta e classificabile come una tubazione doppia, quindi con ratei di rottura stocastica ragionevolmente non credibili.

I ratei di rottura indicati dallo Standard API 581 per Tubazioni di vario diametro, sono riassunti nella seguente Tabella:

Tab.1.1. Ratei di rottura RANDOM base per tubazioni (Tab. 8.1 – API 581).

Componente	Frequenza di rottura [ev. m ⁻¹ anno ⁻¹] per fori da:		
	¼"	1"	4"
Tubazione ¾"	3,28×10 ⁻⁵	-	-
Tubazione 1"	1,64×10 ⁻⁵	-	-
Tubazione 2"	9,84×10 ⁻⁶	-	-
Tubazione 4"	2,90×10 ⁻⁶	1,90×10 ⁻⁶	-
Tubazione 6"	1,30×10 ⁻⁶	1,30×10 ⁻⁶	-
Tubazione 8"	9,80×10 ⁻⁷	9,80×10 ⁻⁷	2,60×10 ⁻⁷
Tubazione 10"	6,50×10 ⁻⁷	9,80×10 ⁻⁷	2,60×10 ⁻⁷
Tubazione 12"	3,20×10 ⁻⁷	9,80×10 ⁻⁷	9,80×10 ⁻⁸

Per le Linee oggetto dell'Analisi, le frequenze di accadimento (espressa in occasioni/anno) di eventuali rotture con rilascio di metano risultano:

a) Linea 10" e Pressione 30 barg

Rilascio da:

Foro di diametro 1/4" : $6,50 \times 10^{-7} \times 120 \text{ m} = 7,8 \times 10^{-5} \text{ occ/anno}$

Foro di diametro 1" : $9,8 \times 10^{-7} \times 120 \text{ m} = 1,176 \times 10^{-4} \text{ occ/anno}$

Foro con diametro 4" : $2,6 \times 10^{-7} \times 120 \text{ m} = 3,12 \times 10^{-5} \text{ occ/anno}$

b) Linea 10" e Pressione 4 barg

Rilascio da:

Foro di diametro 1/4" : $2,90 \times 10^{-6} \times 10 \text{ m} = 2,9 \times 10^{-5} \text{ occ/anno}$

Foro di diametro 1" : $1,9 \times 10^{-6} \times 10 \text{ m} = 1,9 \times 10^{-5} \text{ occ/anno}$

Alla luce dei risultati ottenuti si possono considerare i succitati eventi incidentali improbabili ma ragionevolmente credibili.

Si ricorda in proposito che si conviene generalmente, nel campo dell'Analisi di Rischio, che eventi che hanno frequenze di accadimento inferiori a $1 \times 10^{-6} \text{ occ/anno}$ siano classificabili come "eventi ragionevolmente non credibili".

1.2) DETERMINAZIONE DELLE CONSEGUENZE

Le conseguenze relative ai rilasci con frequenza determinata nel paragrafo precedente, possono essere:

- ▶ jet-fires (se si ha innesco immediatamente a valle del foro di uscita)
- ▶ dispersione di gas nell'ambiente circostante, se non si ha innesco immediato del Jet gassoso.

In questo caso esiste la possibilità di formazione di sacche nelle aree o negli edifici circostanti, con conseguente potenziale formazione di miscela esplosiva (Flash fires; esplosioni).

Sono qui di seguito determinate, per ciascuna ipotesi di rilascio, le conseguenze connesse a :

- lunghezza fiamma ed irraggiamento nel caso dei Jet-fires
- distanze o aree aventi valori di concentrazioni in aria pari al L.E.L. (limite inferiore di infiammabilità del metano) ed a $\frac{1}{2}$ L.E.L., in accordo a quanto previsto dal Decreto. Ministeriale 9 Maggio 2001 " **Requisiti minimi di sicurezza in materia di pianificazione urbanistica e territoriale per le zone interessate da stabilimenti a rischio di incidente rilevante.**"

Le ipotesi di rilascio sono fatte avendo come punti convenzionali di riferimento le connessioni flangiate rispettivamente a quota ca. 0,5 metri e 6.6 m per la tubazione a pressione più alta e a quota ca. 0, 5 m per la tubazione a pressione più bassa identificate tramite sopralluogo con i Tecnici di Centrale.

L'utilizzo del Modello di calcolo, richiede l'introduzione delle condizioni atmosferiche di riferimento.

I dati relativi a velocità, direzioni del vento e stabilità atmosferica, sono stati ricavati da "CARATTERISTICHE DIFFUSIVE DEI BASSI STRATI DELL'ATMOSFERA", studio elaborato e pubblicato dall'ENEL e dal Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare.

Le registrazioni sono state effettuate presso la stazione di Novi Ligure che in linea d'aria dista circa 30 km dalla Centrale

Le classi di stabilità più frequenti risultano, in ordine, la *neutrale* (D) con il 37,24% e la *stabile* (F) con il 32,65%, segue la classe *instabile* (B) con il 15,52%. All'interno di queste classi le velocità del vento prevalenti sono comprese nel campo di 2 m/s . I venti nella zona hanno direzione di provenienza prevalente da Sud , Sud-Est

Tali dati sono stati anche confermati dall'Istituto Tecnico Agrario "Gallini" di Voghera.

1.2.1) JET-FIRES da tubazione ad alta pressione

► Rilascio da foro con diametro 1/4 "

I dati principali ottenuti sono:

Lunghezza della fiamma del Jet: 1 m

Irraggiamento: critico nelle immediate vicinanze del Jet; non significativo a distanze di una decina di metri

Alcuni elementi di dettaglio elaborati dal Modello, sono qui di seguito riportati:

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: METHANE Molecular Weight: 16.04 g/mol

LEL: 44000 ppm UEL: 165000 ppm

ATMOSPHERIC DATA:

Wind: 2 meters/second from S at 10 meters

Ground Roughness: 25 centimeters Cloud Cover: 5 tenths

Air Temperature: 20° C

Stability Class: F (user override)

No Inversion Height Relative Humidity: 50%

SOURCE STRENGTH:

Flammable gas is burning as it escapes from pipe

Diameter: 0.4 inches (il modello accetta solo diametri minimo 0.4")

Unbroken end of the pipe is connected to an infinite source

Pipe Roughness: smooth Hole Area: 0.13 sq in

Pipe Press: 30 atmospheres Pipe Temperature: 20° C

Max Flame Length: 1 meter

Max Burn Rate: 24.4 kilograms/min

THREAT ZONE:

Threat Modeled: Thermal radiation from jet fire

Less than 10 meters (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec)

Less than 10 meters(10.9 yards) --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)

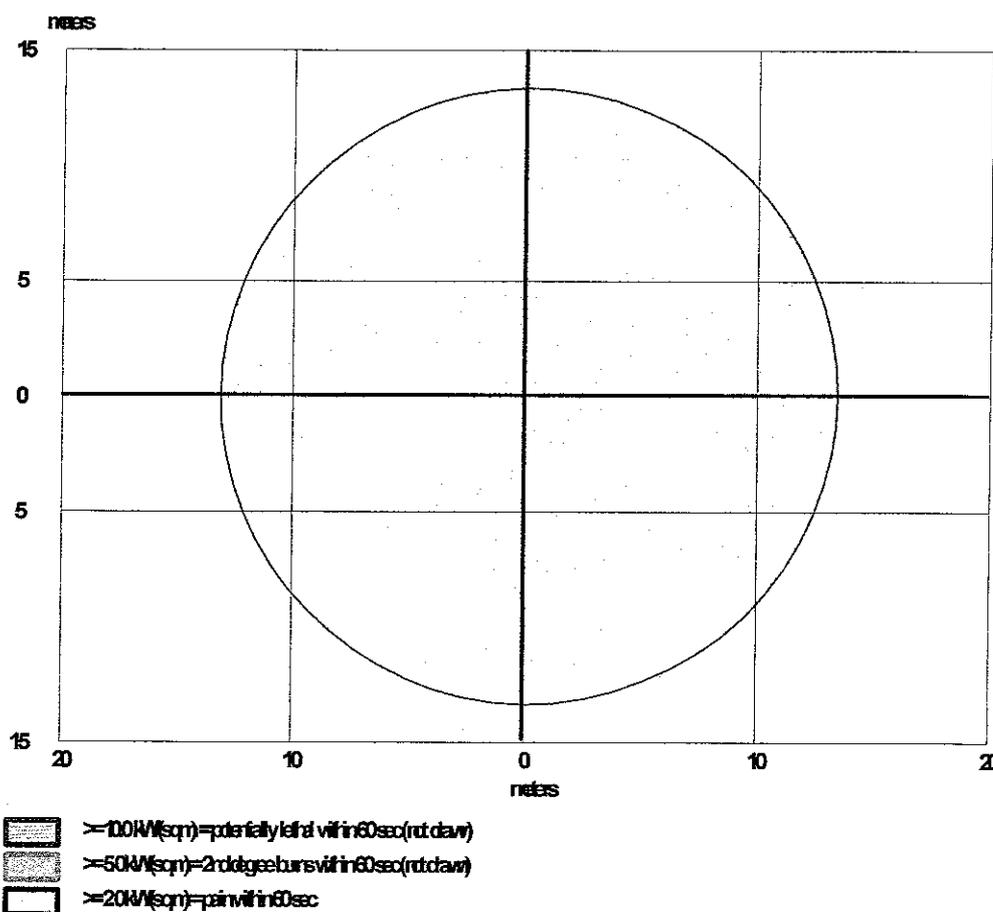
Less than 10 meters(10.9 yards) --- (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)

► Rilascio da foro con diametro 1"

I dati principali ottenuti sono:

Lunghezza della fiamma del Jet: 3m

Irraggiamento: critico nelle immediate vicinanze del Jet; non critico a distanze superiori a ca. 15 metri; vds.grafico seguente



Ulteriori elementi di dettaglio elaborati dal modello, sono qui di seguito riportati:

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: METHANE Molecular Weight: 16.04 g/mol
LEL: 44000 ppm UEL: 165000 ppm

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

Wind: 2 meters/second from S at 10 meters
Ground Roughness: 25 centimeters Cloud Cover: 5 tenths
Air Temperature: 20° C
Stability Class: F
No Inversion Height Relative Humidity: 50%

SOURCE STRENGTH:

Flammable gas is burning as it escapes from pipe
Diameter: 1 inches
Unbroken end of the pipe is connected to an infinite source
Pipe Roughness: smooth Hole Area: 0.79 sq in
Pipe Press: 30 atmospheres Pipe Temperature: 20° C
Max Flame Length: 3 meters
Max Burn Rate: 153 kilograms/min

► Rilascio da foro con diametro 4"

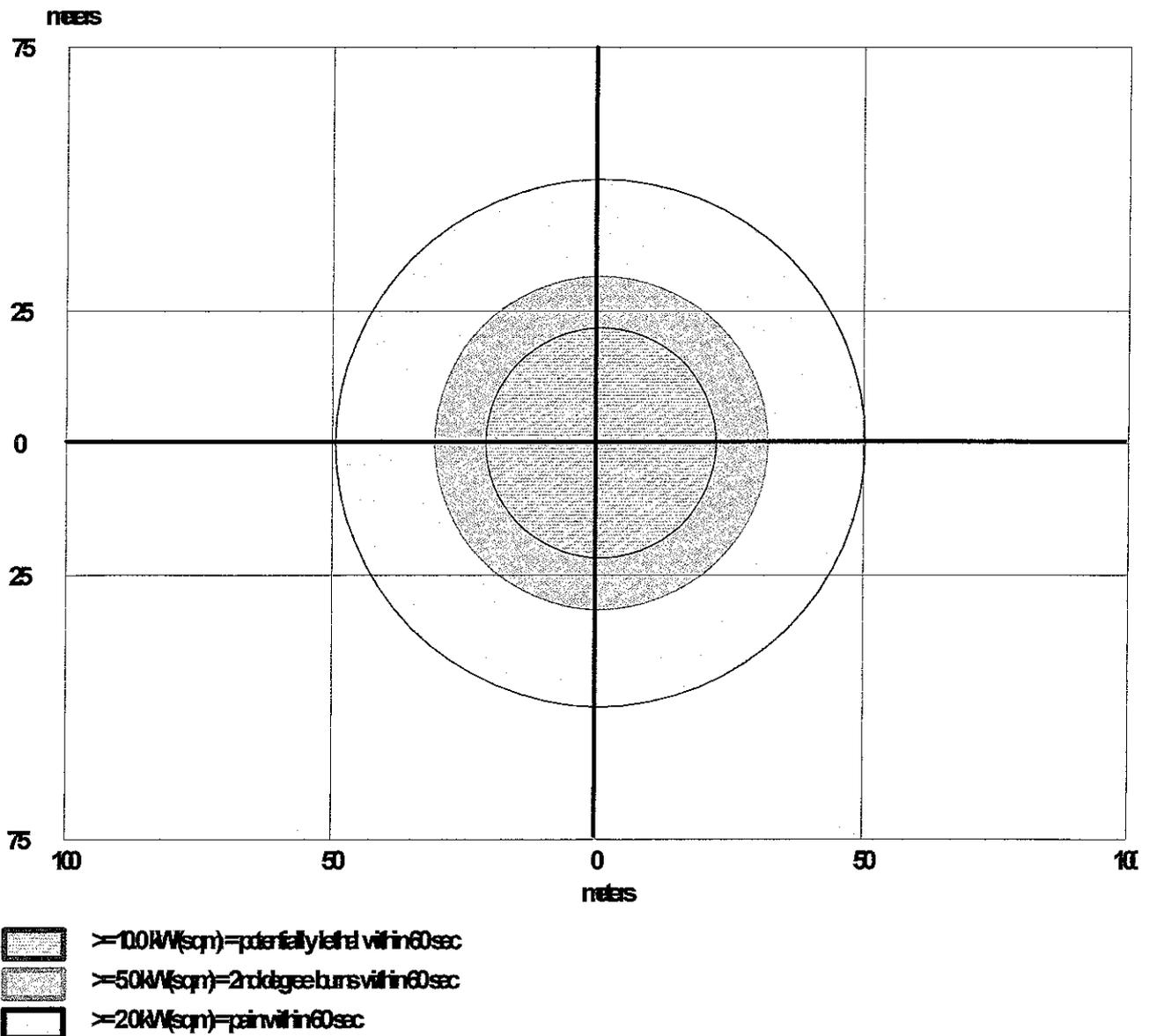
I dati principali ottenuti sono:

Lunghezza della fiamma del Jet: 10m

Irraggiamento: Mortale per esposizione >di 60" fino ad una distanza di ca. 22 m dal punto di rilascio; non più critico a distanze superiori a 50 m.

Ovviamente il Modello non tiene conto di presenze in situ di schermi, ingombri, ecc.

E' implicito che un tale JET -FIRE causerebbe danneggiamenti gravi su tubazioni, apparecchiature, ecc che fossero presenti nel raggio d'azione della fiamma o nelle sue immediate vicinanze.



Ulteriori elementi di dettaglio elaborati dal modello, sono qui di seguito riportati:

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: METHANE Molecular Weight: 16.04 g/mol
LEL: 44000 ppm UEL: 165000 ppm

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

Wind: 2 meters/second from S at 10 meters
Ground Roughness: 25 centimeters Cloud Cover: 5 tenths
Air Temperature: 20° C
Stability Class: F (user override)
No Inversion Height Relative Humidity: 50%

SOURCE STRENGTH:

Flammable gas is burning as it escapes from pipe
Diameter: 4 inches
Unbroken end of the pipe is connected to an infinite source
Pipe Roughness: smooth Hole Area: 12.6 sq in
Pipe Press: 30 atmospheres Pipe Temperature: 20° C
Max Flame Length: 10 meters
Max Burn Rate: 2,440 kilograms/min
Total Amount Burned: 46,038 kilograms

THREAT ZONE:

Threat Modeled: Thermal radiation from jet fire
Red : 22 meters --- (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec)
Orange: 32 meters --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
Yellow: 50 meters --- (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)

1.2.2) Dispersione da tubazione ad alta pressione

► Rilascio da foro con diametro 1/4": dispersione con potenziale flash fire in caso di innesco

L'applicazione del Modello evidenzia che si ottengono zone con concentrazione di Metano pari al Limite Inferiore di Infiammabilità fino ad una distanza di 22 metri dal punto di rilascio e con concentrazione pari alla metà del Limite Inferiore di Infiammabilità, fino ad una distanza di 35 metri.

Alcuni elementi di dettaglio elaborati dal Modello, sono qui di seguito riportati:

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: METHANE Molecular Weight: 16.04 g/mol
LEL: 44000 ppm UEL: 165000 ppm

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

Wind: 2 meters/second from S at 10 meters
Ground Roughness: 25 centimeters Cloud Cover: 5 tenths
Air Temperature: 20° C
Stability Class: F (user override)
No Inversion Height Relative Humidity: 50%

SOURCE STRENGTH:

Flammable gas escaping from pipe (not burning)
Diameter: 0.4 inches
Unbroken end of the pipe is connected to an infinite source
Pipe Roughness: smooth Hole Area: 0.13 sq in
Pipe Press: 30 atmospheres Pipe Temperature: 20° C
Max Average Sustained Release Rate: 5.8 kilograms/min
(averaged over a minute or more)

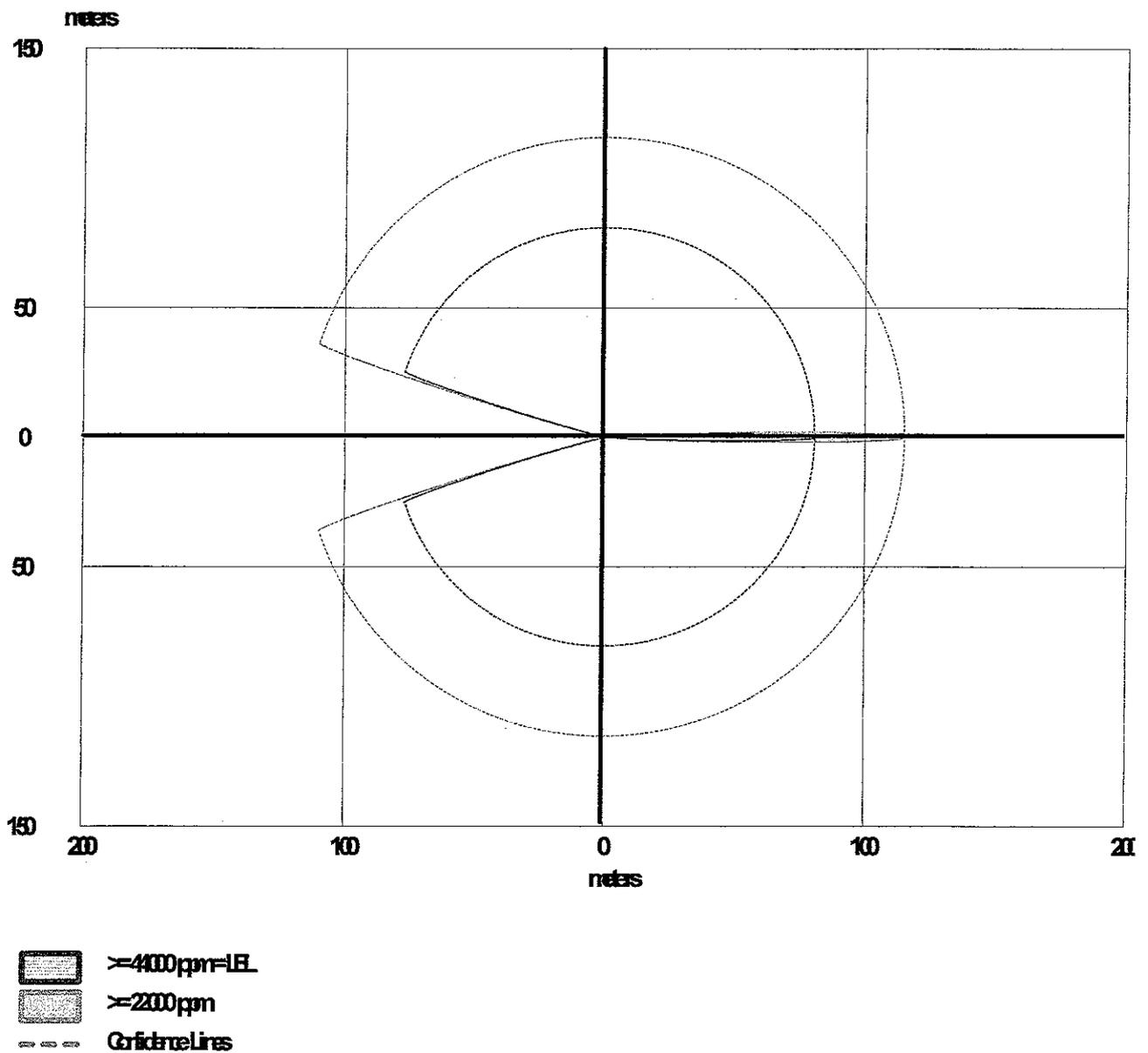
THREAT ZONE:

Threat Modeled: Flammable Area of Vapor Cloud
Model Run: Gaussian
Red : 25 meters --- (44000 ppm = LEL)
Orange: 35 meters --- (22000 ppm)

► Rilascio da foro con diametro 1 " : dispersione con potenziale flash fire in caso di innesco

L'applicazione del Modello evidenzia che si ottengono zone con concentrazione di Metano pari al Limite Inferiore di Infiammabilità fino ad una distanza di 81 metri dal punto di rilascio e con concentrazione pari alla metà del Limite Inferiore di Infiammabilità, fino ad una distanza di 116 metri.

Il grafico seguente evidenzia la suddetta situazione mentre alcuni elementi di dettaglio elaborati dal Modello più avanti riportati:



CHEMICAL DATA:

Chemical Name: METHANE Molecular Weight: 16.04 g/mol

LEL: 44000 ppm UEL: 165000 ppm

Ambient Boiling Point: -161.5° C

Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm

Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

Wind: 2 meters/second from S at 10 meters

Ground Roughness: 25 centimeters Cloud Cover: 5 tenths

Air Temperature: 20° C

Stability Class: F (user override)

No Inversion Height Relative Humidity: 50%

SOURCE STRENGTH:

Flammable gas escaping from pipe (not burning)

Diameter: 1 inches

Unbroken end of the pipe is connected to an infinite source

Pipe Roughness: smooth Hole Area: 0.79 sq in

Pipe Press: 30 atmospheres Pipe Temperature: 20° C

Max Average Sustained Release Rate: 59.5 kilograms/min
(averaged over a minute or more)

THREAT ZONE:

Threat Modeled: Flammable Area of Vapor Cloud

Model Run: Gaussian

Red : 81 meters --- (44000 ppm = LEL)

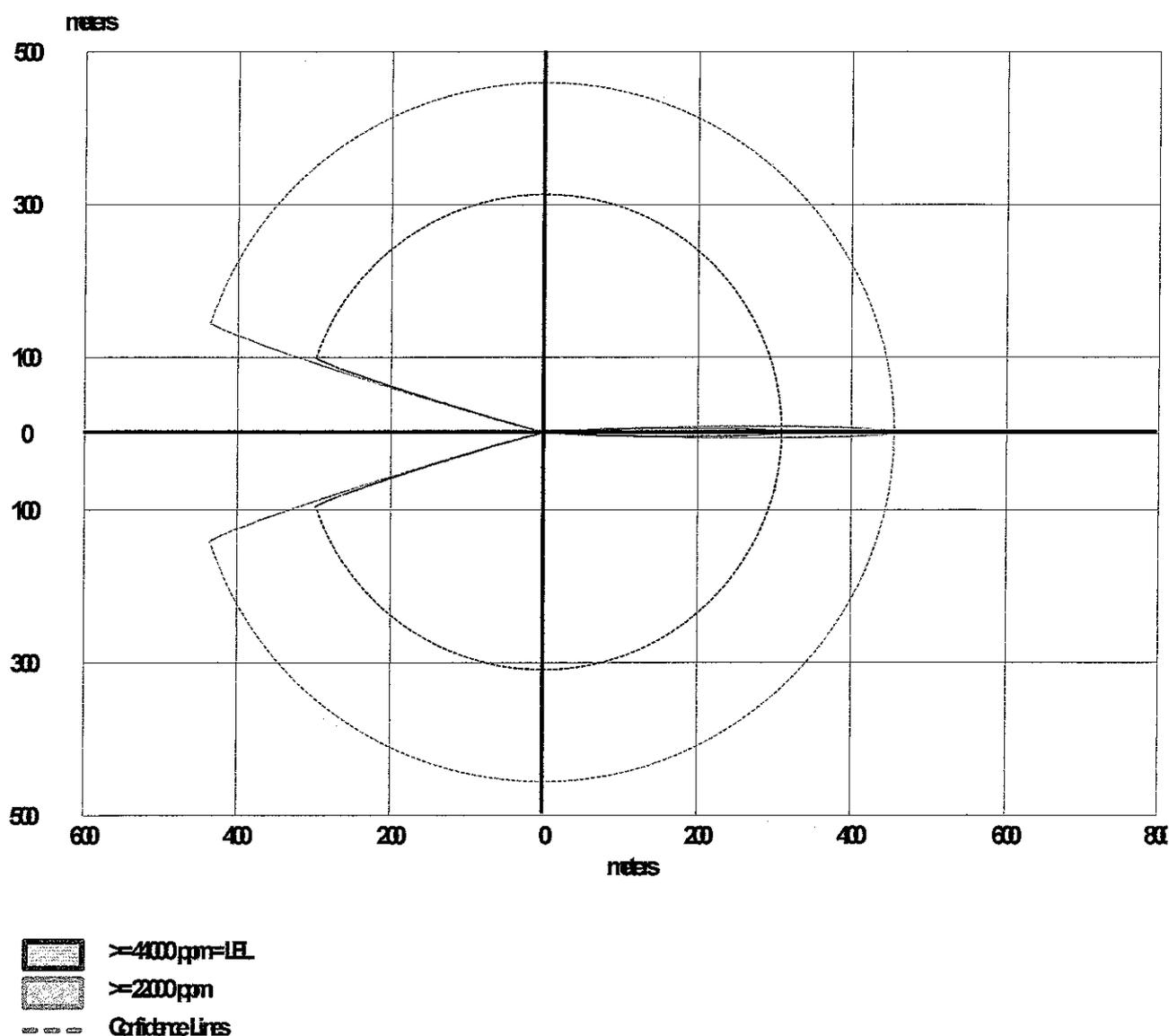
Orange: 116 meters --- (22000 ppm)

► Rilascio da foro con diametro 4 " : dispersione con potenziale flash fire in caso di innesco

L'applicazione del Modello evidenzia che si ottengono zone con concentrazione di Metano pari al Limite Inferiore di Infiammabilità fino ad una distanza di 312 metri dal punto di rilascio e con concentrazione pari alla metà del Limite Inferiore di Infiammabilità, fino ad una distanza di 458 metri.

Il grafico seguente evidenzia la suddetta situazione mentre alcuni elementi di dettaglio elaborati dal Modello più avanti riportati:

Ovviamente questa ipotesi incidentale, pur tenuto conto della sua elevata improbabilità, avrebbe caratteristiche di impatto potenziale ampiamente "esterne" ai confini della Centrale.



CHEMICAL DATA:

Chemical Name: METHANE Molecular Weight: 16.04 g/mol
LEL: 44000 ppm UEL: 165000 ppm

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

Wind: 2 meters/second from S at 10 meters
Ground Roughness: 25 centimeters Cloud Cover: 5 tenths
Air Temperature: 20° C
Stability Class: F (user override)
No Inversion Height Relative Humidity: 50%

SOURCE STRENGTH:

Flammable gas escaping from pipe (not burning)
Diameter: 4 inches
Unbroken end of the pipe is connected to an infinite source
Pipe Roughness: smooth Hole Area: 12.6 sq in
Pipe Press: 30 atmospheres Pipe Temperature: 20° C
Max Average Sustained Release Rate: 771 kilograms/min
(averaged over a minute or more)

THREAT ZONE:

Threat Modeled: Flammable Area of Vapor Cloud
Model Run: Gaussian
Red : 312 meters --- (44000 ppm = LEL)
Orange: 458 meters --- (22000 ppm)

1.2.3) JET-FIRES da tubazione a bassa pressione

Sulla scorta degli elementi evidenziati nel capitolo precedente, e tenuto conto della minor pressione operativa della tubazione, ci si limita a considerare gli effetti di rilascio riconducibili al foro da 1" trascurando quelli relativi ad ¼ di pollice

I dati principali ottenuti sono:

- **Lunghezza della fiamma del Jet:** 2m
- **Irraggiamento:** critico nelle immediate vicinanze del Jet; non significativo a distanze di una decina di metri

Alcuni elementi di dettaglio elaborati dal Modello, sono qui di seguito riportati:

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: METHANE Molecular Weight: 16.04 g/mol
LEL: 44000 ppm UEL: 165000 ppm

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

Wind: 2 meters/second from S at 10 meters
Ground Roughness: 25 centimeters Cloud Cover: 5 tenths
Air Temperature: 20° C
Stability Class: F (user override)
No Inversion Height Relative Humidity: 50%

SOURCE STRENGTH:

Flammable gas is burning as it escapes from pipe
Diameter: 1 inches
Unbroken end of the pipe is connected to an infinite source
Pipe Roughness: smooth Hole Area: 0.79 sq in
Pipe Press: 4 atmospheres Pipe Temperature: 20° C
Flame Length: 2 meters
Burn Rate: 15.9 kilograms/min

THREAT ZONE:

Threat Modeled: Thermal radiation from jet fire
Red : less than 10 meters(10.9 yards) --- (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec)
Orange: less than 10 meters(10.9 yards) --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
Yellow: less than 10 meters(10.9 yards) --- (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)

1.2.4) Dispersione da tubazione a bassa pressione

► Rilascio da foro con diametro 1": dispersione con potenziale flash fire in caso di innesco

L'applicazione del Modello evidenzia che si ottengono zone con concentrazione di Metano pari al Limite Inferiore di Infiammabilità fino ad una distanza di 29 metri dal punto di rilascio e con concentrazione pari alla metà del Limite Inferiore di Infiammabilità, fino ad una distanza di 41 metri. Ulteriori dettagli sono di seguito riportati:

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: METHANE Molecular Weight: 16.04 g/mol
TEEL-1: 15000 ppm TEEL-2: 25000 ppm TEEL-3: 50000 ppm
LEL: 44000 ppm UEL: 165000 ppm

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

Wind: 2 meters/second from S at 10 meters
Ground Roughness: 25 centimeters Cloud Cover: 5 tenths
Air Temperature: 20° C
Stability Class: F (user override)
No Inversion Height Relative Humidity: 50%

SOURCE STRENGTH:

Flammable gas escaping from pipe (not burning)
Diameter: 1 inches
Unbroken end of the pipe is connected to an infinite source
Pipe Roughness: smooth Hole Area: 0.79 sq in
Pipe Press: 4 atmospheres Pipe Temperature: 20° C
Max Average Sustained Release Rate: 7.93 kilograms/min
Total Amount Released: 476 kilograms

THREAT ZONE:

Threat Modeled: Flammable Area of Vapor Cloud
Model Run: Gaussian
Red : 29 meters --- (44000 ppm = LEL)
Orange: 41 meters --- (22000 ppm)

2) RILASCIO DI OLIO DA TRASFORMATORE ELEVATORE CON INCENDIO.

L'ipotesi prende in esame un evento incidentale conseguente ad una perdita sul circuito di Olio di raffreddamento a cui faccia seguito un incendio dello stesso.

Si osserva che il trasformatore è protetto da un sistema automatico di rilevazione (elemento termosensibile) che in presenza di fuoco, attiva in modo automatico il predisposto impianto antincendio.

La probabilità di avere una perdita non rilevata d Olio può essere desunta da Banca Dati con riferimento, ad esempio, ai ratei di rottura di uno scambiatore metallico:

ROTTURA GRAVE	4,6	-7	occ/h	1,0	OREDA97 p. 187 (Critical and Degraded)	ROTTURA GRAVE VERSO L'INTERNO O VERSO L'ESTERNO
---------------	-----	----	-------	-----	--	---

che, riferita ad un anno di lavoro, risulta assumere una frequenza attesa pari a:

$$4,02 \times 10^{-3} \text{ occ/anno}$$

Perché l'evento incidentale si sviluppi nella sua interezza, occorre che a fronte di una perdita significativa di olio, si trovi presente un innesco.

Come indicato nella scheda di Sicurezza dell' Olio, l'Olio stesso ha un Flash Point di 136°C e quindi la Probabilità che si possa avere innesco può essere valutata (Rif. Chemical Engineering 1969) pari a 1×10^{-3} .

Quindi l'evento complessivo: "Rilascio significativo di Olio con successivo incendio" risulta avere una frequenza attesa pari a : $4,02 \times 10^{-3} \times 10^{-3} =$

$$4,02 \times 10^{-6} \text{ occ/anno}$$

che può essere considerata "al limite" della ragionevole credibilità.

L'applicazione del Modello SIRIO (ex SHELL) alla ipotesi di rilascio con successivo incendio, evidenzia le caratteristiche dell'incendio stesso e le distanze di danno derivanti da irraggiamento della pozza di olio incendiato (pool fire)

Per ragioni di applicazione del Modello, e a titolo cautelativo, si è assimilato l'Olio ad un gasolio e, vista l'installazione del trasformatore, si è considerata una superficie incendiata di 30 m².

Le condizioni meteorologiche di riferimento sono ancora:

Classe F; Velocità del vento: 2 metri al secondo

I risultati della simulazione evidenziano zone critiche di irraggiamento fino ad una distanza di 35 /40 metri dai bordi della pozza incendiata; particolare criticità assume la posizione del Trasformatore che verrebbe interessato dalla fiamma.

Dettagli della applicazione del Modello sono di seguito riportati:

RISULTATI DELLA SIMULAZIONE STUDIO CARATTERISTICHE DELLA FIAMMA

DIAMETRO DELLA BASE DEL FUOCO	(m)	6.00
ALTEZZA SUL SUOLO DELLA BASE DEL FUOCO	(m)	0.00
TEMPERATURA AMBIENTE	(K)	293.00
UMIDITA' AMBIENTALE (1000 se ignota)	(Pa)	1000.00
VELOCITA' DEL VENTO	(m/s)	2.00
QUOTA DEL SOGGETTO RICETTORE	(m)	1.50
POTERE EMISSIVO MEDIO DELLA FIAMMA	(kW/m2)	88.89
POTERE EMISSIVO MASSIMO FIAMMA CHIARA	(kW/m2)	161.52
ALTEZZA MASSIMA DELLA FIAMMA	(m)	23.3573

IRRAGGIAMENTO

DISTANZA m	RAD.MAX (kW/m2)	RAD.VER (kW/m2)	RAD.ORI (kW/m2)	RAD.TEO (kW/m2)
5	48.680	33.198	35.604	88.460
10	26.595	17.873	19.693	48.327
20	11.077	8.8841	6.6168	20.129
40	2.4062	2.313	.66039	4.372

LEGENDA : RAD = RADIAZIONE TERMICA ; MAX = MASSIMA

VER = SU SUPERFICIE VERTICALE ;ORI = SU SUPERFICIE ORIZZONTALE

TEO = TEORICA MASSIMA SENZA FUMO

La magnitudo degli effetti derivanti dall'incendio saranno più o meno importanti in funzione della durata dell'incendio stesso, e ciò in particolare per quanto riguarda le linee e la struttura del Trasformatore.

Si osserva che essendo presente un sistema di rilevazione antincendio automatico, si può ipotizzare un tempo di intervento compreso fra i 30 ed i 60 secondi.

Se il sistema risulta efficace, si può prevedere che l'incendio possa essere messo sotto controllo rapidamente e le apparecchiature protette in pochi minuti.

Insieme alle caratteristiche di pericolosità correlabili all'irraggiamento, l'incendio genera fumi che contengono, oltre ai normali composti di combustione, anche tracce di composti solforati riconducibili alla presenza nell'Olio di una piccola quantità di zolfo: ca. 0,391 grammi per kg di Olio. (Vds. in merito il Certificato di Analisi n.612913 del 15/12/06).

Supponendo che tale zolfo venga per intero trasformato in SO₂, si avrebbe che per ogni Kg di Olio bruciato si genererebbe un quantitativo pari a 0,782 grammi di SO₂.

Utilizzando un rateo medio di combustione dell'Olio (Veds. LEES Vol.1) di 0,03783 kg/sec. m² e considerata:

- ◆ la superficie incendiata pari a : 30 m²;
- ◆ un flusso stazionario di olio verso la pozza
- ◆ una evoluzione del fenomeno di 10 minuti

si avrebbe complessivamente un rilascio pari a:

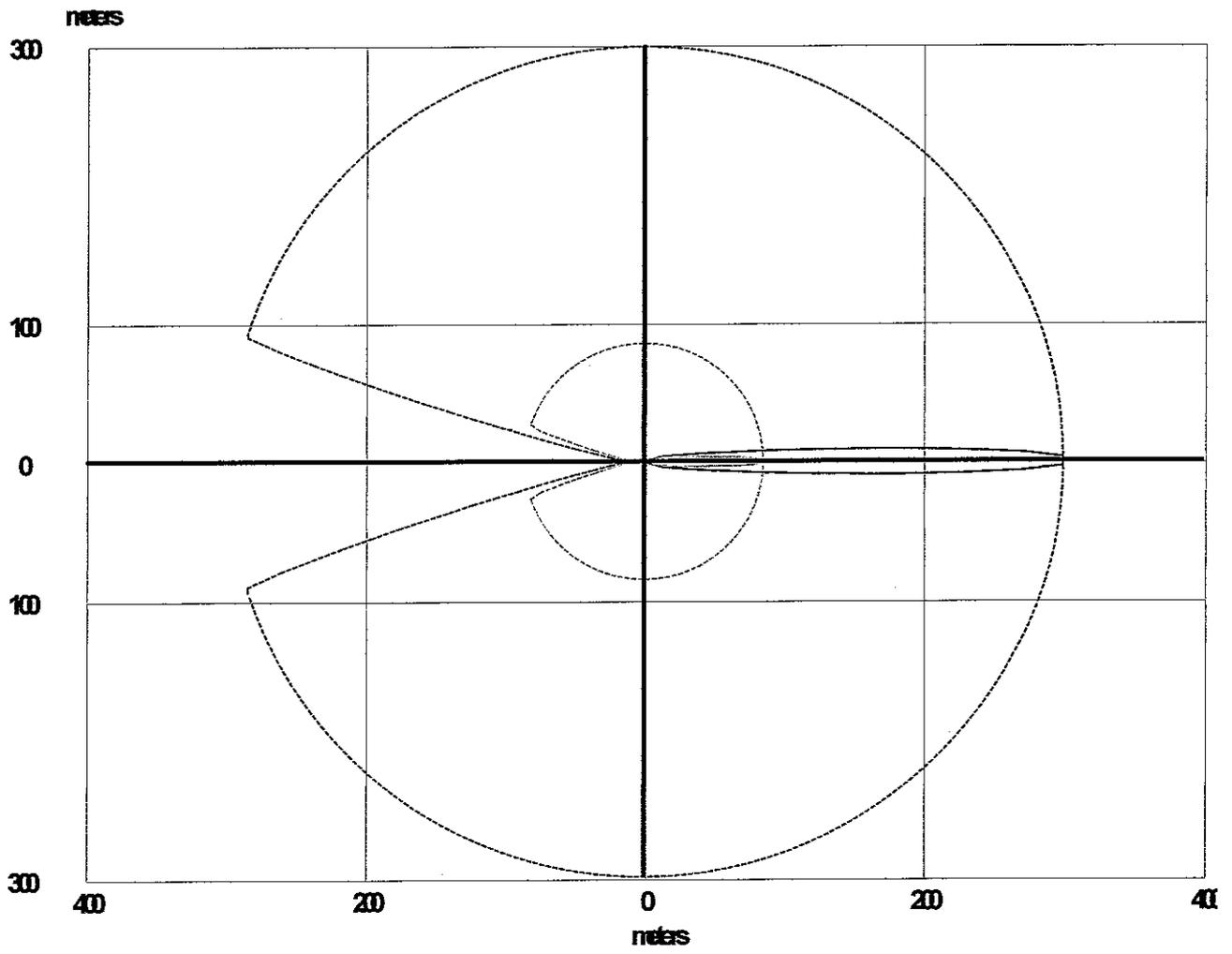
$$[0,03783 \times 60 \times 10] \times 30 \times 0,782 = 532 \text{ grammi di SO}_2$$

Pur osservando che tale composto verrebbe rilasciato ad una quota pari ad almeno 30/40 metri, essendo presenti, dovuti all'incendio, significativi moti convettivi, si sono cautelativamente determinate la distanza di danno considerando lo sviluppo in prossimità del suolo e quindi senza usufruire della significativa diluizione del gas tossico durante la fase di dispersione e ricaduta.

L'applicazione del Modello evidenzia una distanza di pericolo tossico significativo (IDLH) sino a ca. 21 metri dal bordo pozza ; una distanza di "disagio" (bruciore alla gola, lacrimazione, ecc.) pari a 85 metri ed una distanza a cui la presenza di SO₂ potrebbe essere semplicemente avvertita (concentrazione = 1 ppm), senza causare danni o disagio particolare alle persone, pari a 299 metri.

Si fa osservare che la distanza di 21 metri è, in un certo senso, poco significativa in quanto si "sovrappone" ad una distanza di irraggiamento che non consentirebbe presenza di persone.

Si evidenzia qui di seguito il risultato grafico della simulazione:



-  $\approx 100 \text{ ppm} = 10 \mu\text{H}(\text{not clear})$
-  $\approx 10 \text{ ppm}$
-  $\approx 1 \text{ ppm}$
-  Contour Lines

Si riportano alcuni riscontri della applicazione del Modello:

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: SULFUR DIOXIDE Molecular Weight: 64.06 g/mol

IDLH: 100 ppm

Carcinogenic risk - see CAMEO

Ambient Boiling Point: -10.1° C

Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm

Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

Wind: 2 meters/second from S at 10 meters

Ground Roughness: 25 centimeters Cloud Cover: 5 tenths

Air Temperature: 20° C

Stability Class: F (user override)

No Inversion Height Relative Humidity: 50%

SOURCE STRENGTH:

Direct Source: 53.2 grams/min Source Height: 0

Release Duration: 10 minutes

Release Rate: 53.2 grams/min

Total Amount Released: 532 grams

Note: This chemical may flash boil and/or result in two phase flow.

THREAT ZONE:

Model Run: Heavy Gas

Red : 21 meters --- (100 ppm = IDLH)

Orange: 85 meters --- (10 ppm)

Yellow: 299 meters --- (1 ppm)

CONCLUSIONE

Le ipotesi incidentali fatte, pur evidenziando una remota probabilità di accadimento, andranno comunque inserite fra quelle potenzialmente affrontabili tramite Piano di Emergenza Interno. Particolare cura andrà posta nel verificare la rispondenza e la efficacia di azioni risoltrici o preventive quali: la interruzione locale o generale di erogazione del metano, la idoneità e prontezza di intervento dell'Impianto antincendio, ecc.