

*TEA REPORT 16-078
Rev.1*

Via Ponte a Piglieri, 8
56122 Pisa

*telephone: + 39 050
6396101
telefax: + 39 050
6396110*

*e-mail: info@tea-group.com
www.tea-group.com*



Mod. 7.3.02-Rev3

**A. Righi
S. Monti
L. Antico**

**Analisi delle
conseguenze relative
all'attivazione
temporanea della
torcia e del camino
freddo localizzate
nell' Area Pozzo
denominata Monte
Pallano**

| | | | | | |
|---|---------------------|--|---|-------------------------------|---|
| TEA SISTEMI SPA CENTRO PER LE TECNOLOGIE ENERGETICHE ED AMBIENTALI | | |  | | |
| OLIMAR | | | DOC.N° 16-078 Rev.1 | | |
| PROGETTO PROJECT | | O16/TGEN/A11 (VIA_Bomba_support) | | | |
| DISTRIBUZIONE DISTRIBUTION | | Cmi Energia | | | |
| TITOLO TITLE | | Analisi delle conseguenze relative all'attivazione temporanea della torcia e del camino freddo localizzate nell'Area Pozzo denominata Monte Pallano. | | | |
| SOMMARIO ABSTRACT | | Scopo del presente documento è analizzare le conseguenze relative alla dispersione di gas combustibili (CO ₂ , CO, NO _x e SO ₂) generati dalla torcia temporanea ed il relativo campo di irraggiamento, nonché la dispersione di gas tossici (H ₂ S, CO ₂) e infiammabili provenienti dal camino freddo all'interno dell'area pozzo denominata Monte Pallano. | | | |
| PAROLE CHIAVE KEY WORDS | | | | | |
| NOTE REMARKS | | | | | |
| 3 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 1 | 14/06/2016 | Emesso per commenti | A.Righi <i>Alice</i> S.Monti <i>Stefano Monti</i> | L.Antico <i>Luca</i> |  |
| 0 | 14/04/2016 | Emesso per commenti | A.Righi <i>Alice</i> S.Monti <i>Stefano Monti</i> | L.Antico <i>Luca</i> |  |
| REV. REV. | DATA DATE | DESCRIZIONE DESCRIPTION | REDATTO PREPARED | CONTROLLATO CHECKED | APPROVATO APPROVED |

File :TEA16-078Rev0_VIA Bomba Support - Analisi delle Conseguenze in Area Pozzo_revAliceSC

INDICE

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | INTRODUZIONE | 4 |
| 2 | ANALISI DELLE CONSEGUENZE IN AREA POZZO | 5 |
| 2.1 | METODOLOGIA..... | 5 |
| 2.1.1 | <i>Torcia temporanea</i> | 5 |
| 2.1.2 | <i>Camino freddo</i> | 8 |
| 2.2 | DEFINIZIONE DEL TERMINE SORGENTE | 10 |
| 2.2.1 | <i>Torcia temporanea</i> | 10 |
| 2.2.2 | <i>Camino freddo</i> | 10 |
| 2.3 | RISULTATI..... | 11 |
| 2.3.1 | <i>Torcia temporanea</i> | 12 |
| 2.3.2 | <i>Camino freddo</i> | 15 |
| 3 | BIBLIOGRAFIA | 18 |

1 INTRODUZIONE

Il presente studio si inserisce nel progetto di sviluppo del giacimento Colle Santo che prevede la perforazione e la messa in produzione di cinque pozzi localizzati all'interno dell'area denominata Monte Pallano (comune di Bomba), la realizzazione di un gasdotto di connessione e di un impianto per il trattamento del gas estratto necessario a portare il fluido alle specifiche richieste per l'immissione nel gasdotto di "SNAM rete gas".

Scopo del presente documento è presentare l'analisi delle conseguenze relative alla dispersione di gas combustibili (CO₂, CO, NO_x e SO₂) generati dalla torcia temporanea ed il relativo campo di irraggiamento, nonché la dispersione di gas tossici (H₂S, CO₂) e infiammabili provenienti dal camino freddo all'interno dell'area pozzo.

2 ANALISI DELLE CONSEGUENZE IN AREA POZZO

Nel presente documento verrà analizzata la metodologia seguita e i risultati ottenuti per l'analisi delle conseguenze all'interno dell'area pozzo.

2.1 METODOLOGIA

2.1.1 Torcia temporanea

Durante la fase di perforazione dei pozzi MP-3, MP-4 e MP-5 che si andranno ad aggiungere a quelli già esistenti MP-1 e MP-2, verranno eseguite delle prove di produzione per poter stimare la produttività dei pozzi stessi. Durante la fase dei test che avrà una durata media di circa 5-6 giorni, sarà quindi attivata una torcia temporanea in cui avverrà la combustione del gas estratto necessario per i test che avranno una durata molto limitata, variabile da 6h a 24h al giorno. Durante questa fase l'unica sorgente inquinante risulta essere la torcia temporanea.

2.1.1.1 Dispersione gas combustibili

L'analisi di dispersione passiva dei prodotti di combustione (CO_2 , CO, NO_x e SO_2) generati dalla torcia temporanea presente in area pozzo è stata effettuata tramite l'utilizzo del modello di dispersione gaussiana CALPUFF¹.

La fiamma generata dalla torcia durante il meccanismo di combustione del gas è stata simulata con un codice di proprietà privata aziendale, in modo da poterne definire le caratteristiche geometriche, quali l'altezza e l'area, da utilizzare nella successiva simulazione di dispersione passiva.

La dispersione dei prodotti di combustione con CALPUFF è stata simulata sulla base delle seguenti assunzioni:

- La dispersione è stata eseguita nelle due classi meteorologiche di riferimento previste dal Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco² ovvero la classe F2 e la classe D5. La classe F2 è rappresentativa di una condizione atmosferica stabile e velocità del vento bassa (2 m/s), mentre la classe D5 è rappresentativa di una condizione atmosferica neutra e velocità del vento media (5 m/s). La temperatura dell'aria considerata è pari a 20°C.
- Tutte le simulazioni sono state effettuate in short-term considerando una portata di gas stazionaria.

- La temperatura di fiamma è stata considerata pari a 1027 °C e la velocità di risalita del getto, definita sulla base di studi precedenti, pari a 8.4 m/s.
- La portata di CO₂ è stata calcolata considerando una resa totale del carbonio presente nella portata della fase gassosa rilasciata durante l'attività di flaring, mentre la portata di CO, è stata stimata considerando una resa pari a 0.03 g di CO/g di gas emesso, sulla base di un'efficienza di combustione del 95%, tipica per fiamme di getti incendiati in seguito a rilasci in pressione.
- Non essendo stata fatta un'analisi di dettaglio con codici di calcolo computazionali sulla combustione del getto rilasciato, la portata di NO_x prodotti è stata calcolata in base ai risultati di un'attività di R&D condotta in anni precedenti. Con i risultati di tale analisi è stato possibile correlare la portata di gas emesso con la portata di NO_x prodotti considerando solo gli NO_x di natura termica e trascurando invece quelli che si formano dall'ossidazione dell'azoto presente nel gas innescato, che costituiscono una percentuale molto ristretta degli NO_x totali.
- La portata di SO₂ è stata calcolata, a partire dall'emissione di H₂S presente nella composizione del gas, considerando una efficienza di combustione uguale a 1.

Limiti di soglia dei prodotti di combustione

Nella valutazione delle conseguenze date dalla dispersione dei prodotti di combustione generati all'interno della torcia (CO, CO₂, NO_x e SO₂), le soglie considerate e i limiti per ciascuna delle quattro specie considerate sono elencati di seguito e schematizzati in Tabella 2.1.

- LC₅₀ (Lethal Concentration, 50%)³ è la concentrazione istantanea che causa la morte del 50% degli individui esposti considerando una esposizione di 30 minuti.
- IDLH (Immediately Dangerous to Life and Health) definite dal NIOSH⁴ come la massima concentrazione di sostanza tossica a cui può essere esposta per 30 minuti una persona in buona salute, senza subire effetti irreversibili sulla propria salute.
- LOC (Level of Concern) è la concentrazione nell'ambiente di sostanze pericolose alla quale, per una esposizione relativamente breve, possono prodursi effetti dannosi per la salute umana ma comunque reversibili. Il suo valore è generalmente pari a 1/10 di quello dell'IDLH.

Le distanze di superamento delle soglie sopra elencate sono valutate ad un'altezza pari a 1.7m (altezza media umana).

| Soglie | CO ₂ [ppm] | CO [ppm] | NOx [ppm] | SO ₂ [ppm] |
|--------|--------------------------|-------------|--------------|--------------------------|
| LC50 | 91700 | 1900 | 144 | 1576 |
| IDLH | 40000 | 1200 | 20 | 100 |
| LOC | 4000 | 120 | 2 | 10 |

Tabella 2.1 – Limiti di soglia relativi ai prodotti di combustione considerati.

2.1.1.2 Campo di irraggiamento

All'interno dell'area pozzo è stato analizzato il campo di irraggiamento che si genera dalla presenza della torcia temporanea con il software PHAST⁵. La fiamma, schematizzata come un tronco di cono⁶, varia la sua geometria (inclinazione, lunghezza, area) per ciascuna delle due classi meteorologiche di riferimento (F2, D5) e di conseguenza anche il relativo campo di irraggiamento associato.

Limiti di soglia per l'irraggiamento

Per la definizione delle soglie di irraggiamento e dei relativi effetti su persone e materiali si utilizza come riferimento tecnico normativo lo Standard API 521 "Guide for Pressure Relieving and Depressuring System" del Maggio 2008 redatto dall'American Petroleum Institute. La norma, oltre a fornire indicazioni tecniche in merito al dimensionamento della torcia, definisce anche le soglie di esposizione a livelli di irraggiamento che devono essere rispettate a terra e sulle apparecchiature limitrofe, così come riportato qui di seguito:

- 15.77 kW/m² è il massimo valore di irraggiamento su superfici e aree dove non sono previste attività e dove vi è presenza di superfici schermanti (es. dietro gli edifici) per il raggiungimento di luoghi sicuri.
- 9.46 kW/m² è il massimo valore di irraggiamento in ogni luogo dove è richiesta un'urgente azione di emergenza da parte del personale. Quando il personale entra o lavora in un'area con un potenziale irraggiamento superiore a 6,31 kW/ m², devono essere presi in considerazione speciali sistemi di protezione dal fuoco.

- 6.31 kW/m² è il massimo valore di irraggiamento in aree dove le azioni di emergenza possono essere richieste da personale non schermato, ma protetto da vestiti appropriati per non più di 30 secondi.
- 4.73 kW/m² è il massimo valore di irraggiamento in aree dove le azioni di emergenza possono essere richieste da personale non schermato ma protetto da vestiti appropriati per un tempo compreso tra 2 e 3 minuti.
- 1.58 kW/m² è il massimo valore di irraggiamento in ogni luogo dove il personale con vestiti appropriati può essere continuamente esposto.

Tutti i limiti di soglia sono indagati ad una altezza pari a 1.7 m dal suolo.

2.1.2 Camino freddo

2.1.2.1 Dispersione gas tossici e infiammabili

L'analisi di dispersione passiva dei gas tossici (CO₂ e H₂S) ed infiammabili emessi dal camino freddo presente in area pozzo è anch'essa stata effettuata tramite l'utilizzo del modello CALPUFF.

Le simulazioni di dispersione delle emissioni di gas dal camino freddo sono state eseguite con le seguenti assunzioni:

- Le classi meteorologiche scelte sono quelle di riferimento previste dal Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco² ovvero la classe F2 e la classe D5. La temperatura dell'aria considerata è pari a 20°C.
- Tutte le simulazioni sono state effettuate in short-term considerando una portata di gas stazionaria.
- Le portate di CO₂ e H₂S sono state calcolate a partire dalla loro frazione volumetrica nel gas in uscita dal camino freddo.

Limiti di soglia dei gas tossici e infiammabili

Le soglie considerate per i gas tossici sono le stesse esaminate per la torcia temporanea (LC₅₀, IDLH, LOC) e i cui limiti sono riassunti in Tabella 2.2.

| Soglie | CO ₂ [ppm] | H ₂ S [ppm] |
|--------|--------------------------|---------------------------|
| LC50 | 91700 | 1107 |
| IDLH | 40000 | 100 |
| LOC | 4000 | 10 |

Tabella 2.2 – Limiti di soglia relativi ai gas tossici prodotti dal camino freddo

I limiti considerati per le soglie di infiammabilità sono quelli riportati di seguito e schematizzati in Tabella 2.3:

- UFL (Upper Flammable Limit) è la più alta concentrazione in volume di vapore della miscela al di sopra della quale non si ha accensione in presenza di innesco per eccesso di combustibile.
- LFL (Lower Flammable Limit) è la più bassa concentrazione in volume di vapore della miscela al di sotto della quale non si ha accensione in presenza di innesco per carenza di combustibile.
- ½ LFL, pari alla metà del limite LFL, è la concentrazione utile per determinare il limite esterno della zona di danno oltre il quale non sono attesi danni seri per la salute.

| Soglie | INFIAMMABILE [% Vol.] |
|---------|--------------------------|
| UFL | 14.46 |
| LFL | 4.50 |
| 1/2 LFL | 2.25 |

Tabella 2.3 – Limiti di soglia relativi al gas infiammabile prodotto dal camino freddo

2.2 DEFINIZIONE DEL TERMINE SORGENTE

2.2.1 Torcia temporanea

Dall'analisi dei profili di produzione dei pozzi presenti nell'area di Monte Pallano (MP1, MP2, MP3 e MP4)⁷ i due maggiori produttori di gas sono risultati essere l'MP3 e l'MP4 con una portata massima di gas pari a circa 200000 Sm³/d. Per il funzionamento della torcia temporanea, in via preliminare, sono state previste le condizioni di scarico riportate in Tabella 2.4.

A partire quindi dalla portata massima di gas stimata e dalle condizioni di scarico assunte sono state ricalcolate le portate relative ai gas combustibili che si formano in seguito al meccanismo di combustione che avviene all'interno della torcia stessa (Tabella 2.5).

L'altezza della torcia è stata assunta pari a 15 metri dal suolo.

| Altezza torcia [m] | Diametro scarico [mm] | Pressione di scarico [atm] | Temperatura di scarico [°C] | velocità di scarico [m/s] |
|--------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| 15 | 240 | 1 | 20 | 50 |

Tabella 2.4 – Condizioni di scarico della torcia temporanea

| Scenario ID | Portata gas totale [kg/s] | Portata CO ₂ [kg/s] | Portata CO [kg/s] | Portata NO _x [kg/s] | Portata SO ₂ [kg/s] |
|-------------------|---------------------------|--------------------------------|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Torcia Area Pozzo | 2.0 | 3.83 | 0.06 | 0.17 | 0.017 |

Tabella 2.5 – Portate in massa relative ai gas combustibili

2.2.2 Camino freddo

Per garantire la sicurezza degli eventuali operatori presenti, degli impianti di testa pozzo e dell'ambiente circostante saranno installate le valvole di blocco necessarie.

La corrente gassosa in uscita dal separatore drenaggi e sfiati verrà convogliata verso un camino freddo di sfiato. Nella parte bassa del camino dovrà essere iniettata una soluzione di soda (NaOH) in modo da abbattere il tenore di H₂S presente nella corrente in ingresso.

Questo sistema di sicurezza sarà utilizzato raramente e per brevi periodi, legati a manutenzione, all'operazione del pigging o ad eventi inconsueti, dato che sia il piping che il gasdotto saranno dimensionati per resistere alla massima pressione presente a testa pozzo (125 kg/cm^2), quindi anche in caso di impaccamento del sistema a tale pressione la depressurizzazione non sarebbe necessaria.

Per quanto concerne il camino freddo, in via preliminare sono state assunte le condizioni conservative (legate ad un evento inconsueto) di scarico riportate in Tabella 2.6.

La portata totale di scarico è stata assunta pari a $100000 \text{ Sm}^3/\text{d}$ che equivale alla portata di esercizio del pozzo meno produttivo. Tale portata è considerevolmente maggiore di quella necessaria per depressurizzare a metà pressione in 15 min (Ref. ⁸) il volume isolabile in tale zona.

In Tabella 2.7 sono riportate le portate in massa [kg/s] relative ai gas tossici (CO_2 e H_2S) e infiammabili generati e dispersi dal camino freddo.

| Altezza camino [m] | Diametro scarico [mm] | Pressione di scarico [atm] | Temperatura di scarico [°C] | velocità di scarico [m/s] |
|--------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| 10 | 305 | 1 | 20 | 16 |

Tabella 2.6 – Condizioni di scarico del camino freddo

| Scenario ID | Portata gas infiammabile [kg/s] | Portata CO_2 [kg/s] | Portata H_2S [kg/s] |
|---------------|---------------------------------|------------------------------|-------------------------------------|
| Camino freddo | 1.0 | 0.014 | 0.005 |

Tabella 2.7 – Portate in massa relative ai gas tossici

2.3 RISULTATI

Nel presente paragrafo sono riportati sia i risultati dell'analisi di dispersione di gas combustibili e irraggiamento dalla torcia temporanea, sia quelli relativi ai gas infiammabili e tossici prodotti dal camino freddo. Tali risultati vengono espressi come distanze di superamento delle soglie di riferimento; in caso di non raggiungimento delle soglie sono comunque indicate le concentrazioni massime e le relative distanze.

2.3.1 Torcia temporanea

2.3.1.1 Dispersione gas combusti

Per quanto riguarda la dispersione di gas combusti dalla torcia temporanea, per ciascun inquinante considerato, le soglie prese in considerazione non vengono mai superate, come mostrato nelle seguenti tabelle (da Tabella 2.8 a Tabella 2.11). Le massime concentrazioni calcolate sul dominio (Tabella 2.12), infatti, sono ben al di sotto dei limiti di soglia, e si riscontrano ad una distanza dalla torcia di circa 1030m per la condizione meteorologica D5 e di 875m per la condizione meteorologica F2.

E' pertanto possibile affermare che non si hanno conseguenze sugli operatori.

| Scenario ID | Inquinante | Condizione meteorologica | LC50 91700 ppm | IDLH 40000 ppm | LOC 4000 ppm |
|-------------------|-----------------|--------------------------|-------------------------|-------------------|-----------------|
| | | | Distanza sottovento [m] | | |
| Torcia Area Pozzo | CO ₂ | F2 | nr | nr | nr |
| | | D5 | nr | nr | nr |

nr : soglia non raggiunta

Tabella 2.8 – Distanze sottovento alle quali si raggiungono i limiti di tossicità per la CO₂

| Scenario ID | Inquinante | Condizione meteorologica | LC50 1900 ppm | IDLH 1200 ppm | LOC 120 ppm |
|-------------------|------------|--------------------------|-------------------------|------------------|----------------|
| | | | Distanza sottovento [m] | | |
| Torcia Area Pozzo | CO | F2 | nr | nr | nr |
| | | D5 | nr | nr | nr |

nr : soglia non raggiunta

Tabella 2.9 – Distanze sottovento alle quali si raggiungono i limiti di tossicità per la CO

| Scenario ID | Inquinante | Condizione meteorologica | LC50 144 ppm | IDLH 20 ppm | LOC 2 ppm |
|-------------------|-----------------|--------------------------|-------------------------|----------------|--------------|
| | | | Distanza sottovento [m] | | |
| Torcia Area Pozzo | NO _x | F2 | nr | nr | nr |
| | | D5 | nr | nr | nr |

nr : soglia non raggiunta

Tabella 2.10 – Distanze sottovento alle quali si raggiungono i limiti di tossicità per la NO_x

| Scenario ID | Inquinante | Condizione meteorologica | LC50 1576 ppm | IDLH 100 ppm | LOC 10 ppm |
|--------------------|-----------------|--------------------------|-------------------------|-----------------|---------------|
| | | | Distanza sottovento [m] | | |
| Torchia Area Pozzo | SO ₂ | F2 | nr | nr | nr |
| | | D5 | nr | nr | nr |

nr : soglia non raggiunta

Tabella 2.11 – Distanze sottovento alle quali si raggiungono i limiti di tossicità per la SO₂

| Scenario ID | Inquinante | Valori soglia [ppm] | | | Condizione meteorologica | Massima concentrazione oraria [ppm] | Distanza relativa alla massima concentrazione [m] |
|--------------------|-----------------|---------------------|-------|------|--------------------------|-------------------------------------|---|
| | | LC50 | IDLH | LOC | | | |
| Torchia Area Pozzo | CO ₂ | 91700 | 40000 | 4000 | F2 | 6.502 | 875 |
| | | | | | D5 | 2.300 | 1030 |
| | CO | 1900 | 1200 | 120 | F2 | 0.161 | 875 |
| | | | | | D5 | 0.057 | 1030 |
| | NO _x | 144 | 20 | 2 | F2 | 0.282 | 875 |
| | | | | | D5 | 0.099 | 1030 |
| | SO ₂ | 1576 | 100 | 10 | F2 | 0.020 | 875 |
| | | | | | D5 | 0.007 | 1030 |

Tabella 2.12 – Massime concentrazioni orarie per i prodotti di combustione

2.3.1.1 Campo di irraggiamento

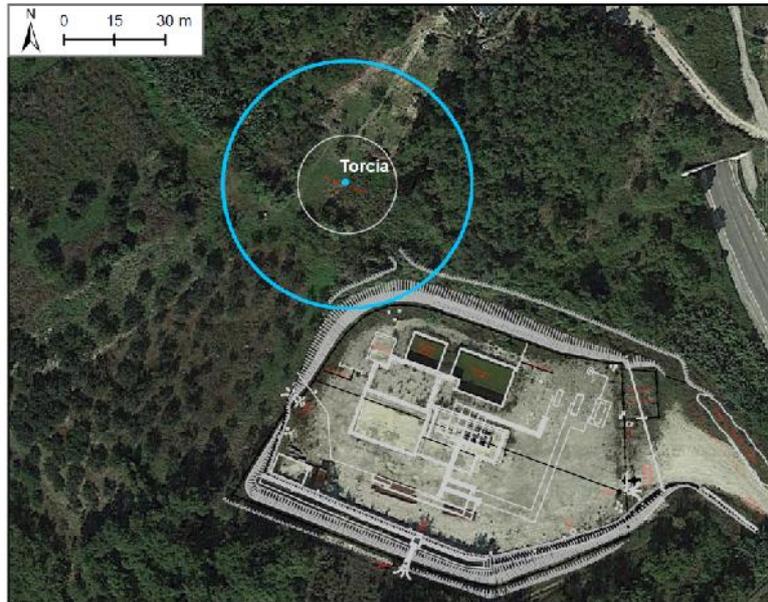
Per quanto riguarda il campo di irraggiamento derivante dalla fiamma della torcia temporanea, per entrambe le condizioni meteo di riferimento, viene raggiunta solo la soglia di 1.58 kW/m². Le massime distanze raggiunte sono pari a 37 m per la condizione F2 e 41 m per la condizione D5 (Tabella 2.13). In Figura 2.1 e Figura 2.2 sono riportate le relative mappe di irraggiamento.

Non vi sono pertanto conseguenze per gli operatori opportunamente equipaggiati.

| Scenario ID | Orientamento getto | Condizione meteorologica | 15.77 kW/m ² | 9.46 kW/m ² | 6.31 kW/m ² | 4.73 kW/m ² | 1.58 kW/m ² |
|--------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | | | Distanza sottovento [m] | | | | |
| Torchia Area Pozzo | Verticale | F2 | nr | nr | nr | nr | 37 |
| | | D5 | nr | nr | nr | nr | 41 |

nr : soglia non raggiunta

Tabella 2.13 – Distanze sottovento alle quali si raggiungono le soglie di irraggiamento



Legenda

Condizione meteo:F2

Soglie di Irraggiamento (kW/m²)

1.58 (massima distanza 36.82 m)

4.73

6.31

9.46

15.77

Figura 2.1 – Campo di irraggiamento: classe di stabilità F2

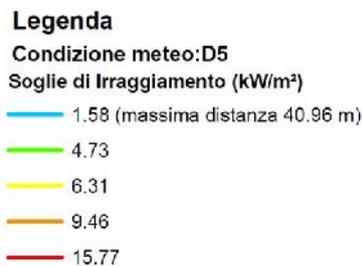
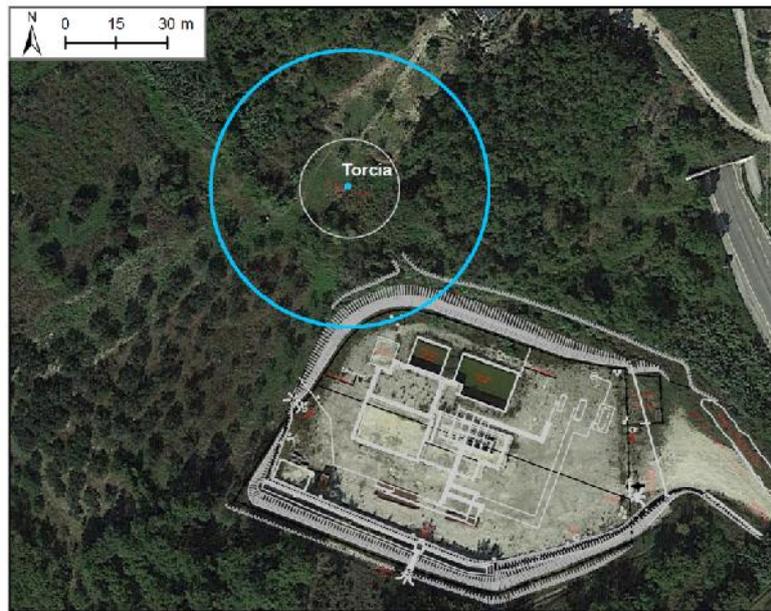


Figura 2.2 – Campo di irraggiamento: classe di stabilità D5

2.3.2 Camino freddo

Per quanto riguarda la dispersione di gas tossici e infiammabili emessi dal camino freddo, le soglie prese in considerazione non vengono mai superate, come mostrato nelle seguenti tabelle (da Tabella 2.14 a Tabella 2.16). In Tabella 2.17 e in Tabella 2.18 sono riportate le massime concentrazioni calcolate sul dominio. Come si può vedere, le massime concentrazioni raggiunte sul dominio sono pari a 1.99 ppm per la CO₂ e 0.82 ppm per l'H₂S. Tali valori, raggiunti ad una distanza dal camino di 110 m per la condizione meteorologica D5 e di 375 m per la condizione meteorologica F2 sono ben al di sotto dei limiti di soglia (Tabella 2.17).

Dal momento che saranno comunque attuati dei procedimenti di abbattimento mediante soda della portata dei gas tossici (fino al 90%), le massime concentrazioni che si avranno sul dominio saranno ulteriormente ridotte.

E' pertanto possibile affermare che non si hanno conseguenze sugli operatori.

| Scenario ID | Inquinante | Condizione meteorologica | LC50 91700 ppm | IDLH 40000 ppm | LOC 4000 ppm |
|---------------|-----------------|--------------------------|-------------------------|-------------------|-----------------|
| | | | Distanza sottovento [m] | | |
| Camino Freddo | CO ₂ | F2 | nr | nr | nr |
| | | D5 | nr | nr | nr |

nr : soglia non raggiunta

Tabella 2.14 – Distanze sottovento alle quali si raggiungono i limiti di tossicità per la CO₂

| Scenario ID | Inquinante | Condizione meteorologica | LC50 1107 ppm | IDLH 100 ppm | LOC 10 ppm |
|---------------|------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------|---------------|
| | | | Distanza sottovento [m] | | |
| Camino Freddo | H ₂ S | F2 | nr | nr | nr |
| | | D5 | nr | nr | nr |

nr : soglia non raggiunta

Tabella 2.15 – Distanze sottovento alle quali si raggiungono i limiti di tossicità per l'H₂S

| Scenario ID | Inquinante | Condizione meteorologica | UFL 14.46 %Vol. | LFL 4.50 %Vol. | 1/2 LFL 2.25 %Vol. |
|---------------|--------------|--------------------------|-------------------------|-------------------|-----------------------|
| | | | Distanza sottovento [m] | | |
| Camino Freddo | INFIAMMABILE | F2 | nr | nr | nr |
| | | D5 | nr | nr | nr |

nr : soglia non raggiunta

Tabella 2.16 – Distanze sottovento alle quali si raggiungono i limiti di infiammabilità

| Scenario ID | Inquinante | Valori soglia [ppm] | | | Condizione meteorologica | Massima concentrazione oraria [ppm] | Distanza relativa alla massima concentrazione [m] |
|---------------|------------------|---------------------|-------|------|--------------------------|-------------------------------------|---|
| | | LC50 | IDLH | LOC | | | |
| Camino Freddo | CO ₂ | 91700 | 40000 | 4000 | F2 | 1.99 | 375 |
| | | | | | D5 | 1.67 | 110 |
| | H ₂ S | 1107 | 100 | 10 | F2 | 0.82 | 375 |
| | | | | | D5 | 0.68 | 110 |

Tabella 2.17 – Massime concentrazioni orarie per i gas tossici

| Scenario ID | Inquinante | Valori soglia [%Vol.] | | | Condizione meteorologica | Massima concentrazione oraria [%Vol.] | Distanza relativa alla massima concentrazione [m] |
|---------------|--------------|-----------------------|------|---------|--------------------------|---------------------------------------|---|
| | | UFL | LFL | 1/2 LFL | | | |
| Camino Freddo | INFIAMMABILE | 14.46 | 4.50 | 2.25 | F2 | 0.056 | 375 |
| | | | | | D5 | 0.046 | 110 |

Tabella 2.18 – Massime concentrazioni orarie per i gas infiammabili

3 BIBLIOGRAFIA

- ¹ “A User’s Guide for the CALPUFF Dispersion Model”, J.S: Scire, D.G. Strimaitis, R.J. Yamartino
- ² www.vigilfuoco.it
- ³ http://www.hse.gov.uk/foi/internalops/hid_circs/technical_osd/spc_tech_osd_30/
- ⁴ www.cdc.gov/niosh/
- ⁵ www.dnvgl.com
- ⁶ Chamberlain, G.A., “Developments in design methods for predicting thermal radiation from flares”, Chem. Eng. Res. Des., Vol. 65, pp 299-309 (July 1987)
- ⁷ TEA16-047Rev1_VIA_Bomba_support_Progetto_Area_Pozzi
- ⁸ API Standard 521 / ISO 23251. Pressure-relieving and Depressuring Systems.