

0	FAC	PRIMA EMISSIONE	12/05/2015	BOTTA	CAVANDOLI
1	FUS	SECONDA EMISSIONE	29/06/2015	BOTTA	CAVANDOLI
2	FUS	TERZA EMISSIONE	06/07/2015	BOTTA	CAVANDOLI
REV.	ST.	DESCRIZIONE	DATA	VERIFICATO	APPROVATO



P920CDKK006

REPORT DI VERIFICA IRRAGGIAMENTO E DISPERSIONE VENT/FLARE

06/07/2015	PRIMA EMISSIONE	MDH	TP	PP
DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	CONTROLL.	APPROVATO

1	ABBREVIAZIONI E ACRONIMI	3
2	RIFERIMENTI	3
3	INTRODUZIONE GENERALE	4
4	SCOPO DEL LAVORO	4
5	BASI DI PROGETTO E VERIFICA	5
	Geometria del vent/torcia.....	5
	Composizione GNL di riferimento	5
	Condizioni ambientali.....	6
	Portata scaricata.....	7
	Localizzazione vent/torcia.....	7
6	METODOLOGIA	7
7	RISULTATI	8
	Risultati Analisi di Dispersione.....	8
	Risultati Analisi di Irraggiamento.....	9
8	CONCLUSIONI	20
	Conclusioni Analisi di Dispersione Gas	20
	Conclusioni Analisi di Irraggiamento.....	20

1 ABBREVIAZIONI E ACRONIMI

I seguenti acronimi e abbreviazioni saranno utilizzati all'interno del presente documento e nei documenti di progetto:

BOG	Boil Off Gas
BOR	Boil Off Rate
GNL	Gas Naturale Liquefatto
LFL	Lower Flammable Limit (Limite Inferiore di Infiammabilità)

2 RIFERIMENTI

Documenti di Riferimento

1. P920IDKM001 – Layout sistemazione apparecchiature principali
2. P920NBKJ001 – Basic Engineering Design Data (BEDD)
3. P920GFKC001 – Studio Meteomarinario Preliminare
4. P920SPKK004 - PFD Sistema drenaggi sfiato e torcia
5. P920STKK004 - P&ID Sistema drenaggi, sfiati e torcia
6. P920CDKK006 - Report di Dimensionamento Vent/Flare
7. Caratteristiche Diffusive dei Bassi Strati dell'Atmosfera, ENEL e S.M.A.M., 1981 - Elaborazione Dati Meteorologici

Leggi e Standard di Riferimento

UNI EN 1473 “Installazioni ed equipaggiamenti per il gas naturale liquefatto (GNL) - Progettazione delle installazioni di terra”

Decreto Ministeriale del 9 Maggio 2001 – Pianificazione Territoriale

UNI 10349 “Riscaldamento e raffrescamento degli edifici”

3 INTRODUZIONE GENERALE

La società EDISON S.p.A. intende realizzare all'interno dell'area industriale del Porto di Oristano un terminale di ricezione e distribuzione di Gas Naturale Liquefatto (GNL) di piccola taglia, con lo scopo di rifornire le utenze industriali e civili della Regione Sardegna.

Il progetto prevedrà l'implementazione di una filiera per il trasporto del gas naturale liquido (GNL) a mezzo di navi metaniere sino al terminale di ricezione per lo stoccaggio e la successiva distribuzione mediante l'utilizzo di autocisterne e di imbarcazioni (LNG tankers).

L'impianto di ricezione e rigassificazione GNL sarà progettato per stoccaggio nominale pari a 10,000 m³ di gas naturale liquefatto (GNL).

L'opera prevede la realizzazione degli interventi infrastrutturali e impiantistici necessari a:

- consentire l'attracco delle navi metaniere e il trasferimento del prodotto liquido (GNL) dalle stesse ai serbatoi di stoccaggio attraverso tubazioni criogeniche;
- permettere la misura del GNL e consentirne la distribuzione attraverso operazioni di bunkering su imbarcazione ("terminal to ship") e autocisterne ("terminal to truck").

4 SCOPO DEL LAVORO

Il presente documento illustra l'analisi e la verifica del sistema vent/torcia che si prevede di realizzare nel Terminale di Oristano. Il sistema di scarico a vent o a torcia sarà attivo solo in condizioni di emergenza. Allo stato attuale è in corso di definizione se si tratterà di vent o di torcia. Ai fini della presente verifica, saranno analizzate entrambe le soluzioni.

In particolare la verifica effettuata comporta:

- la determinazione dei livelli di irraggiamento attesi in caso di rilascio in emergenza da vent innescato o scarico di emergenza a torcia,
- l'analisi della dispersione di gas infiammabile non innescato rilasciato da vent in emergenza o in caso di malfunzionamento al sistema di innesco della torcia stessa, per verificare che a terra o ad altezze significative in impianto non siano raggiunte concentrazioni pericolose di infiammabilità.

I calcoli degli irraggiamenti oggetto del presente documento sono stati effettuati con il programma FLARESIM 3.0, software specializzato nella simulazione di irraggiamento da torcia; la dispersione di gas infiammabili è stata invece valutata con il software Phast 6.7, che include modelli per la simulazione di rilasci in atmosfera di gas o liquidi infiammabili/tossici.

5 BASI DI PROGETTO E VERIFICA

Geometria del vent/torcia

I principali dati geometrici del vent/torcia, in termini di altezze e diametri, sono riportati nella seguente tabella.

	Altezza [m]	Diametro ["]
Stack	35	12
Tip	1	10

Composizione GNL di riferimento

Sono state analizzate due composizioni di riferimento per il GNL che verranno ricevute dal terminale: leggero (minimo peso molecolare) e pesante (massimo peso molecolare). La tabella seguente riporta le caratteristiche e la composizione per i due casi; i componenti C4+ sono stati conservativamente assimilati all'i-Butano.

		Leggero	Pesante
Metano	% vol	90.90	82.58
Etano	% vol	6.43	12.62
Propano	% vol	1.66	3.56
i-Butano	% vol	0.74	0.65
Azoto	% vol	0.27	0.59
Ossigeno	% vol	0	0
Acqua	% vol	0	0
Peso molecolare	kg/kmol	17.75	19.16
PCI	MJ/kg	49.29	48.72
Densità liquido ⁽¹⁾	kg/m ³	456.9	483.26
Temperatura	°C	-161.6	-162.1

⁽¹⁾ alle condizioni di pressione atmosferica standard 1.01 barA.

Per la simulazione dell'irraggiamento è stata considerata la reale composizione del gas. Il software FLARESIM è un programma dedicato in grado di tenere conto della composizione di dettaglio della corrente di processo.

Per quanto riguarda la dispersione, considerata l'alta percentuale di metano presente e le basse percentuali di etano, propano e isobutano e le caratteristiche del software adottato Phast, la corrente è stata considerata costituita da metano puro.

Condizioni ambientali

A valle dell'analisi dell'Elaborazione Dati Meteorologici della Stazione Meteorologica A.M. 540 di Oristano (Rif. [6]), le condizioni ambientali di riferimento per il sito ed utilizzate per effettuare le simulazioni sono presentate nella seguente tabella.

Temperatura ambiente	15°C
Umidità	80%
Radiazione solare	0.32 kW/m ² (1)

Nota 1: Il valore 0.32 kW/m² è stato calcolato a partire da dati riportati nella normativa UNI 10349 che presenta i valori di radiazione solare mensile diretta e diffusa sul piano orizzontale in Italia. Si evidenzia che la verifica del dimensionamento del vent/torcia è stata svolta sulla base dei valori di irraggiamento riportati nella normativa europea EN 1473, "Installation and equipment for liquefied natural gas – Design of onshore installations", che riportano i valori di irraggiamento limite esclusa la radiazione solare

Per la dispersione sono state effettuate le simulazioni nelle classi meteo sotto indicate al fine di valutare l'effetto delle diverse stabilità atmosferiche sulla dispersione.

Si noti che le classi analizzate riportate nel seguito, sono state indicate come nX, dove n è la velocità del vento adottata e X è la classe di stabilità atmosferica di Pasquill associata:

- 2F;
- 5D;
- 8D;
- 12D.

Per quanto riguarda l'irraggiamento, dal momento che tale fenomeno non è sostanzialmente influenzato dalla stabilità atmosferica ma dalla velocità del vento, sono state effettuate solamente le simulazioni per la classe meteo più conservativa, 12D. Alla classe 12D corrisponde una velocità del vento di 12 m/s, tale valore è stato scelto in quanto si tratta della velocità del vento che non viene superata nel 90% dei casi annuali, ed è stato ricavato dalla Tabella 5.1 del documento Studio Meteomarina Preliminare, Doc No. P920GFKC001, Rev.1. Il caso 12D, data l'elevata velocità del vento, è quello che presenta una fiamma più inclinata verso terra e che quindi può dare luogo a valori di irraggiamento maggiori a terra e alle altezze di interesse.

Si evidenzia che il vento prevalente proviene da Nord-Ovest, come da analisi riportata nello Studio Meteomarina Preliminare (Rif. [2]).

Portata scaricata

Per entrambe le simulazioni (irraggiamento e dispersione di gas infiammabile) è stata considerata la portata del caso dimensionante, ovvero il blow down contemporaneo di tre dei sette serbatoi di stoccaggio GNL, per un quantitativo totale pari a 55,922 kg/ora (Rif. [5]).

Localizzazione vent/torcia

La localizzazione prevista per il vent/torcia in analisi è visibile nel documento P920IDKM001 "Layout sistemazione apparecchiature principali".

6 METODOLOGIA

Le simulazioni delle dispersioni e degli irraggiamenti dalla torcia sono state effettuate sulla base della geometria del sistema, delle condizioni fisiche e di composizione dei fluidi scaricati e dalle condizioni atmosferiche (temperatura, umidità, velocità del vento, stabilità atmosferica) riportate nel precedente paragrafo.

Le soglie di irraggiamento considerate per lo studio sono state le seguenti (come da Tabelle A.3 e A.4 dell'Allegato A allo standard UNI EN 1473).

- 1.5 kW/m²: valore di interesse per l'impatto aree critiche quali aree non schermate dove persone senza indumenti protettivi possono essere chiamate ad intervenire, ad esempio in caso di emergenza;
- 3 kW/m² valore massimo di esposizione per le aree presidiate esterne all'impianto;
- 5 kW/m²: valore di interesse per la definizione dell'area sterile durante la normale operatività della torcia;
- 9 kW/m²: valore di interesse per la definizione dell'area sterile durante i casi di emergenza;

L'irraggiamento per innesco dello scarico dalla torcia è stato valutato su diversi piani:

- piano orizzontale, altezza del terreno o piano campagna (0 m), per la verifica dell'area sterile;
- piano orizzontale, altezza a 2 m dal terreno (considerata altezza operatore);
- piano orizzontale, altezza a 8.5 m dal terreno, considerata l'altezza dei serbatoi di stoccaggio GNL;
- piano verticale perpendicolare al terreno.

Per quanto riguarda la valutazione della dispersione sono state effettuate simulazioni con il software Phast versione 6.7 per ottenere le distanze e le quote alle quali la nube di gas naturale rilasciato può raggiungere le concentrazioni infiammabili LFL e ½ LFL.

7 RISULTATI

Risultati Analisi di Dispersione

Lo scenario di dispersione è indicativo:

- nel caso di torcia dell'eventualità nella quale il gas che fuoriesce dalla stessa non sia innescato ma si disperda incombusto in atmosfera.
- nel caso di vent è lo scenario di scarico in emergenza normalmente atteso.

Nelle seguenti Figure sono riportati i risultati delle simulazioni con l'andamento dei contorni delle concentrazioni di LFL (corrispondente a $4.40E+04$ ppm) e $\frac{1}{2}$ LFL (corrispondente a $2.20E+04$ ppm) nelle diverse condizioni atmosferiche. In tutti i casi analizzati la nube di infiammabile si mantiene sempre ad una altezza superiore ai 35 m, non raggiungendo mai strutture e/o sistemi in quota presenti in impianto né tantomeno il suolo.

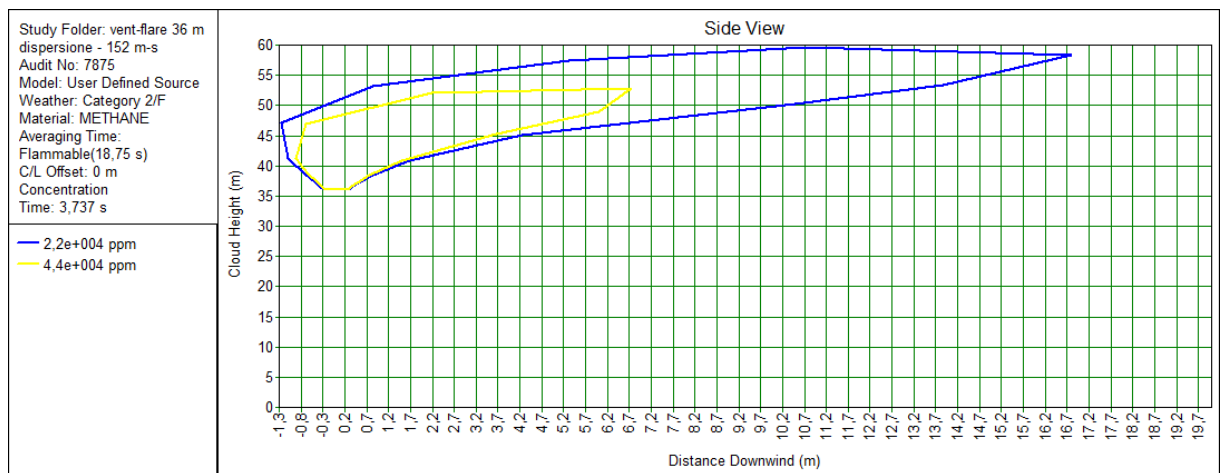


Figura 1 – Dispersione da torcia, condizione meteo 2F

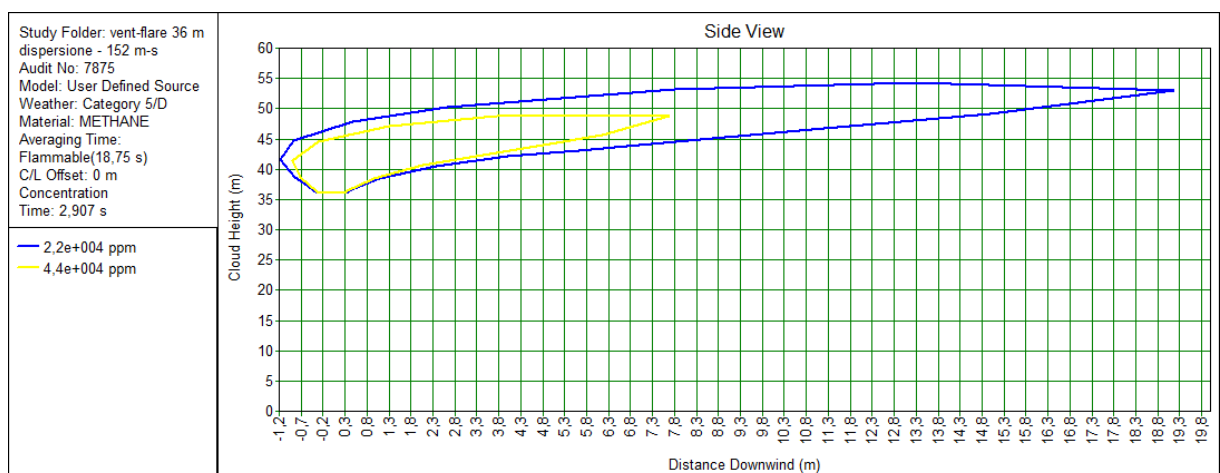
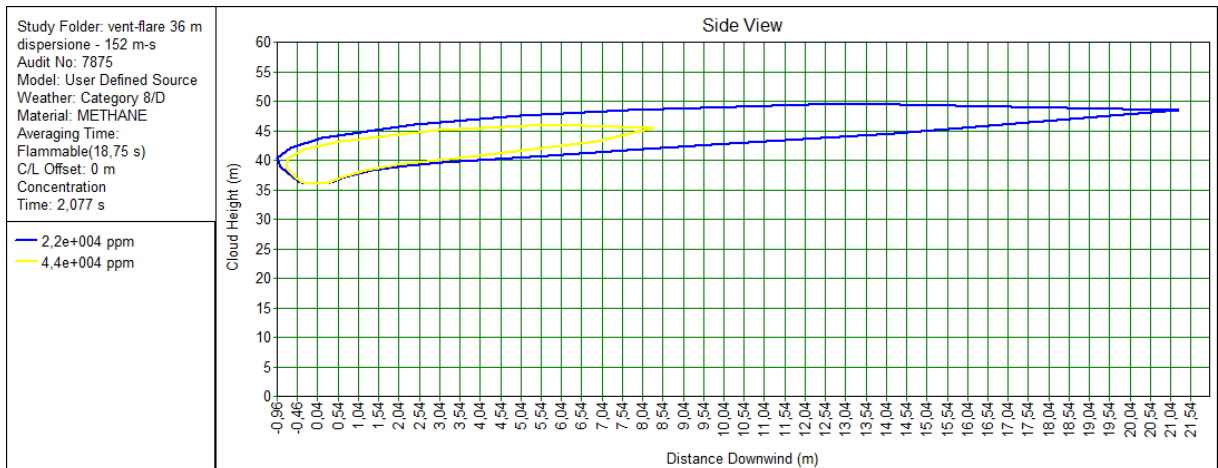
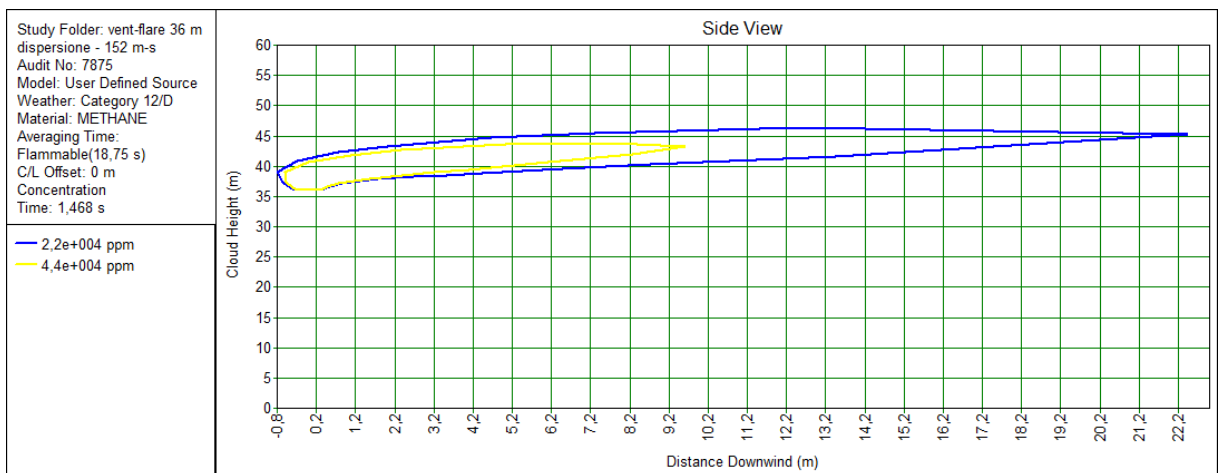


Figura 2 – Dispersione da torcia, condizione meteo 5D


Figura 3 – Dispersione da torcia, condizione meteo 8D

Figura 4 – Dispersione da torcia, condizione meteo 12D

Risultati Analisi di Irraggiamento

Nelle Figure seguenti sono riportati i risultati di irraggiamento, dovuti ad un rilascio in condizioni di emergenza, valutati in condizione meteo 12D.

Lo scenario di irraggiamento è indicativo:

- nel caso di vent dell'eventualità nella quale il gas che fuoriesca dallo stesso sia innescato accidentalmente.
- nel caso di torcia è lo scenario di scarico in emergenza normalmente atteso.

I risultati sono presentati come mappatura delle soglie di irraggiamento valutate sul piano orizzontale al suolo (0 m), sul piano orizzontale a 2 m da terra, sul piano orizzontale a 8.5 m da terra e sul piano verticale per entrambe le composizioni considerate (leggero e pesante).

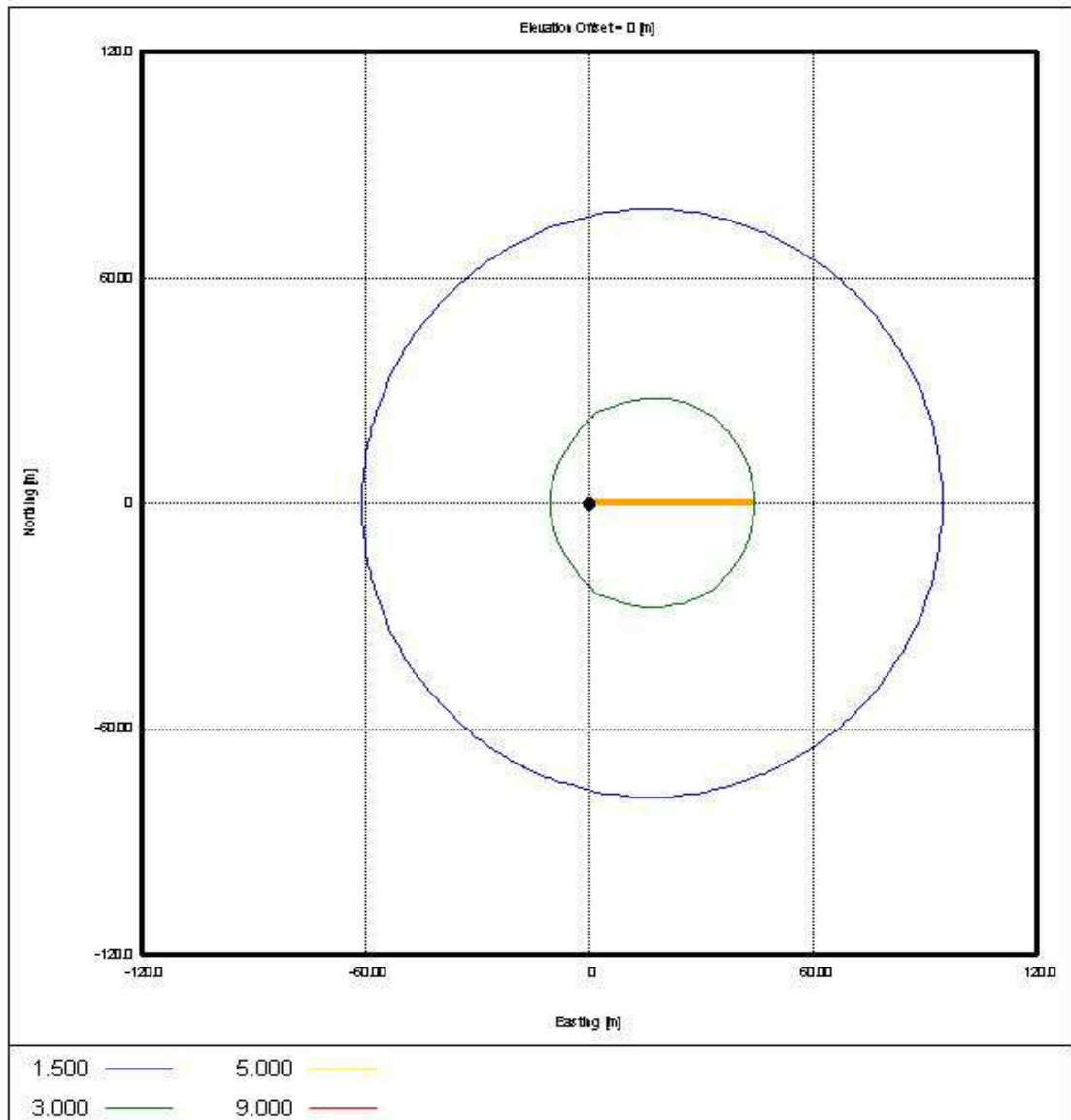


Figura 5 – Composizione “leggero” - Piano orizzontale 0 m

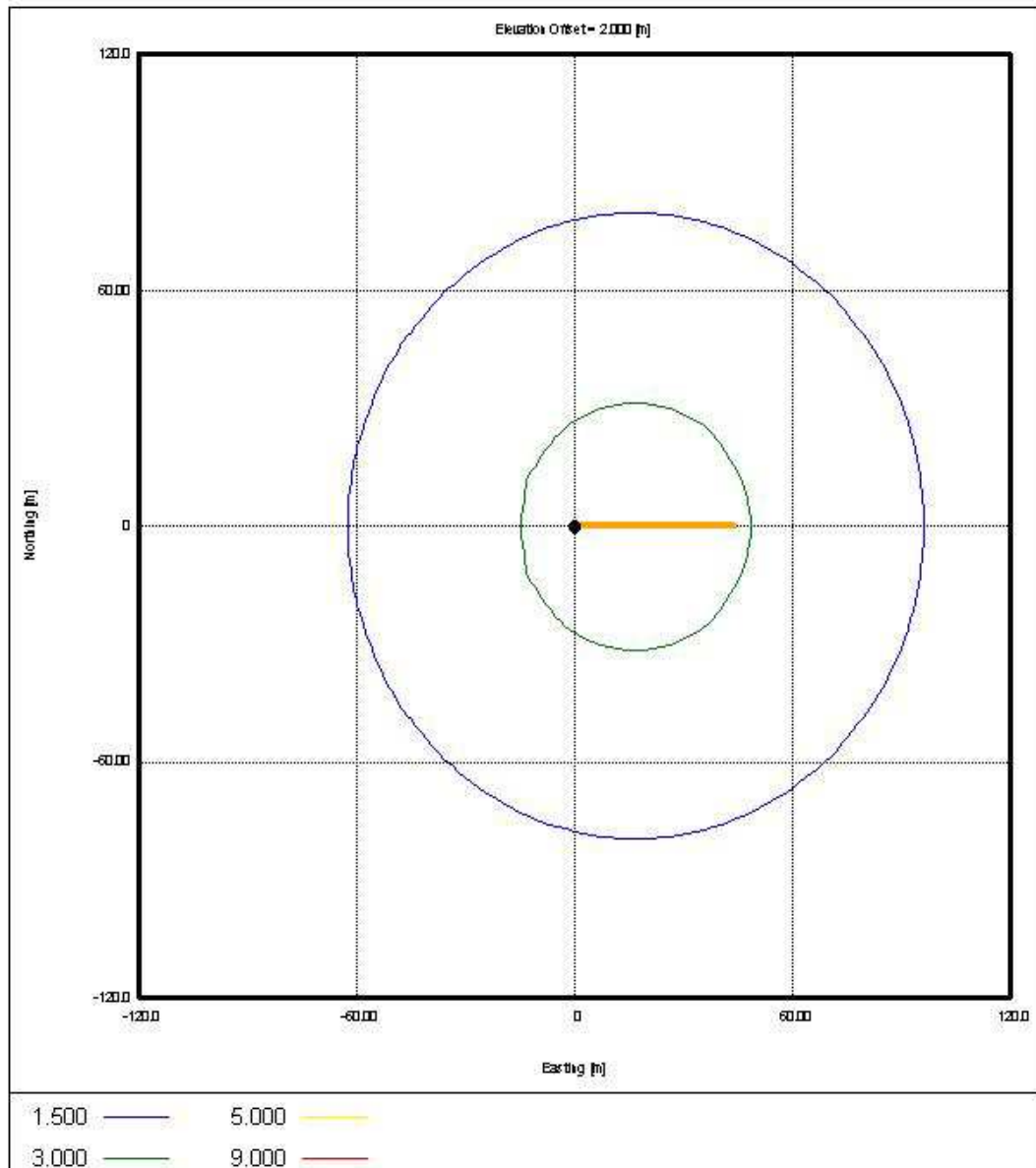


Figura 6 – Composizione “leggero” - Piano orizzontale 2 m

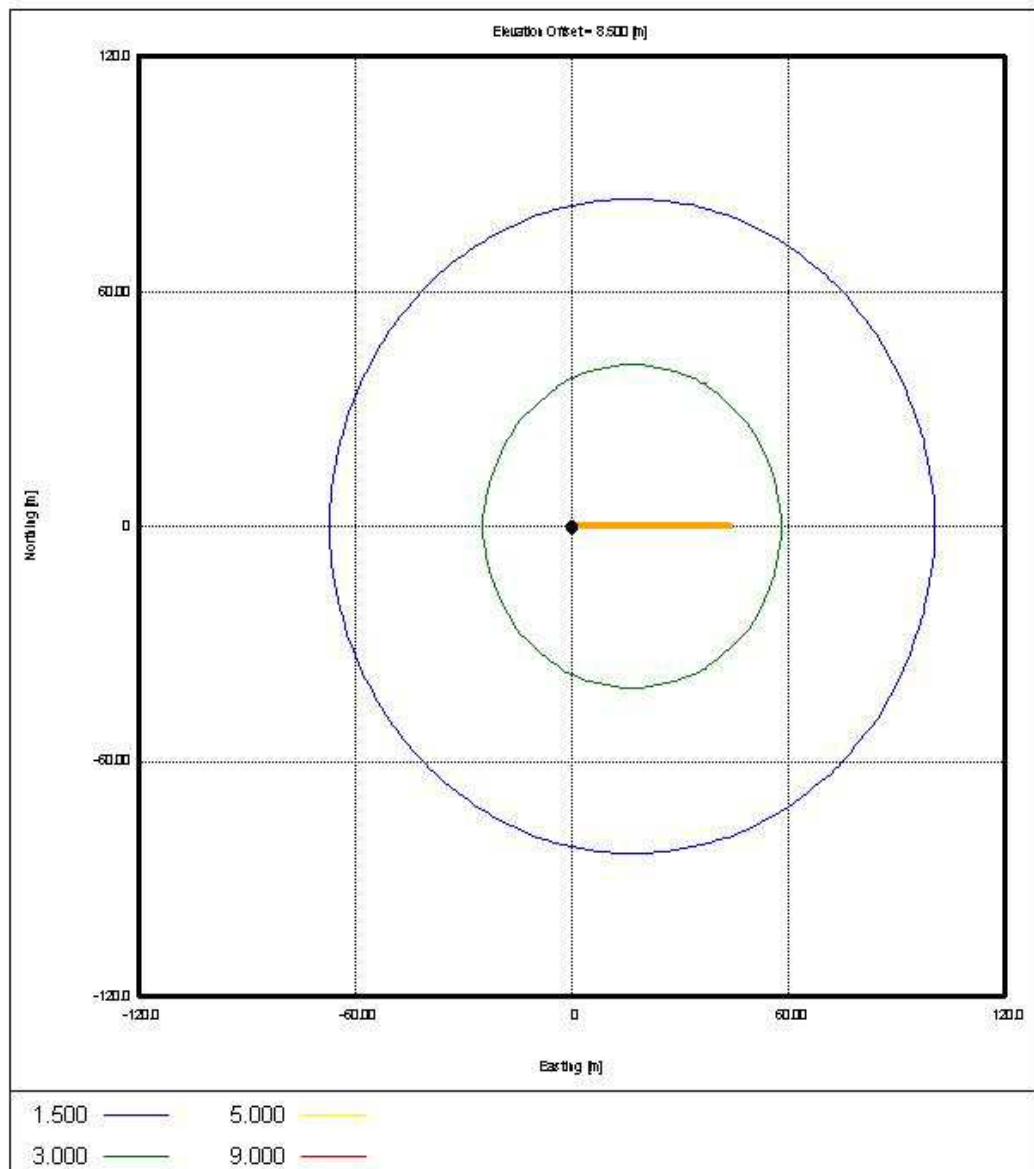
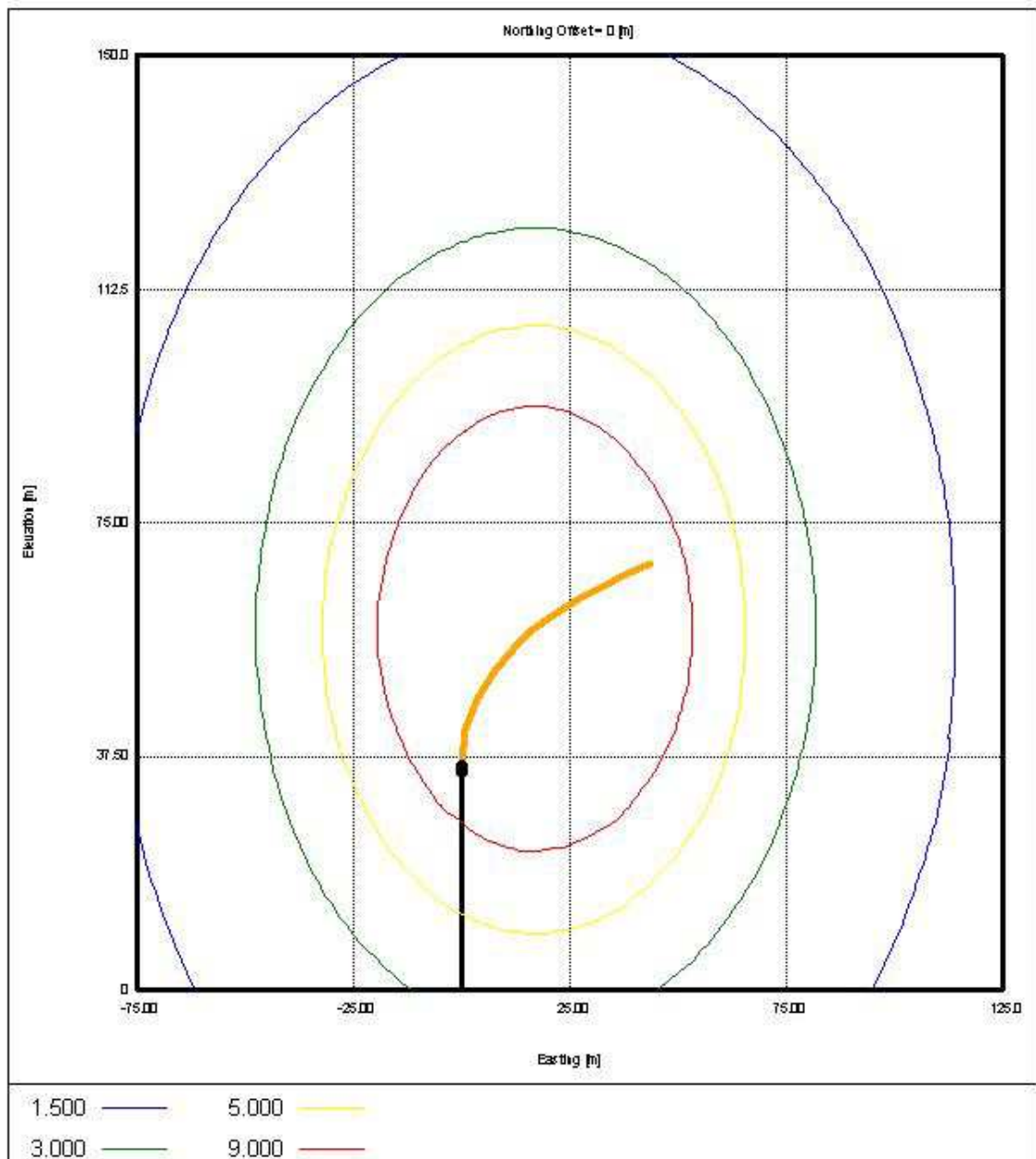


Figura 7 – Composizione “leggero” - Piano orizzontale 8,5 m

**Figura 8 – Composizione “leggero” - Piano verticale**

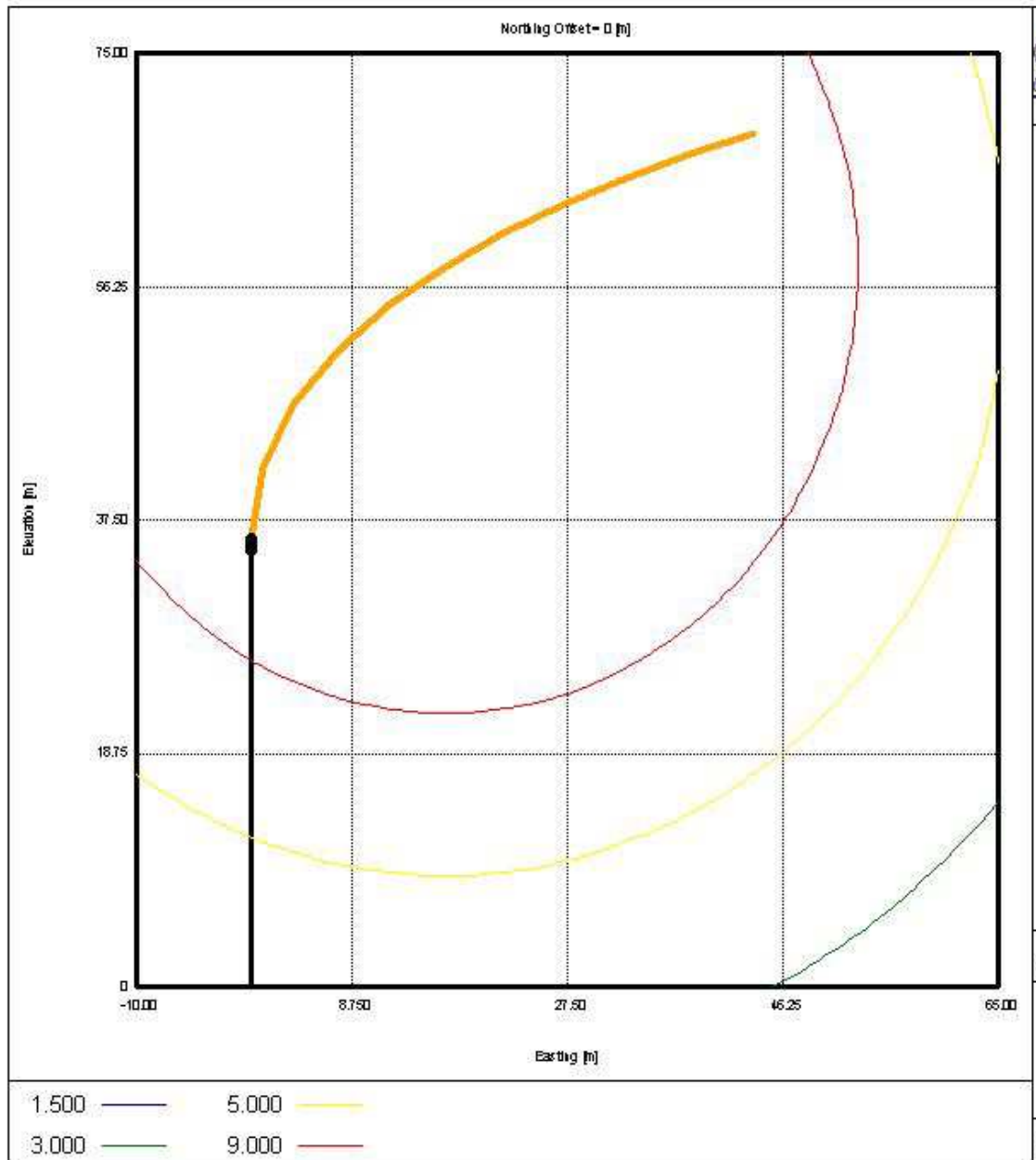


Figura 9 – Composizione “leggero” - Zoom piano verticale

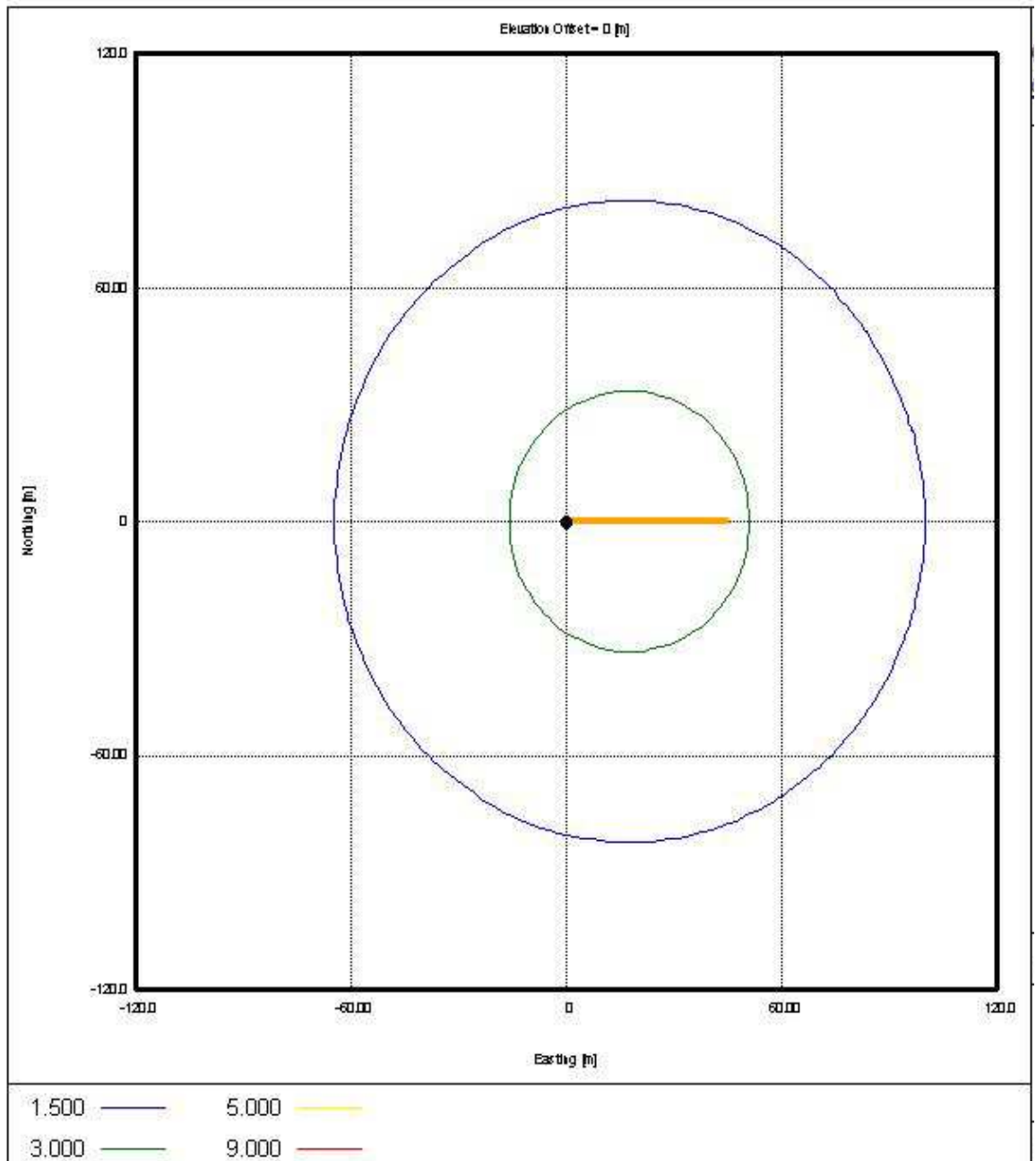


Figura 10 – Composizione “pesante” - Piano orizzontale 0 m

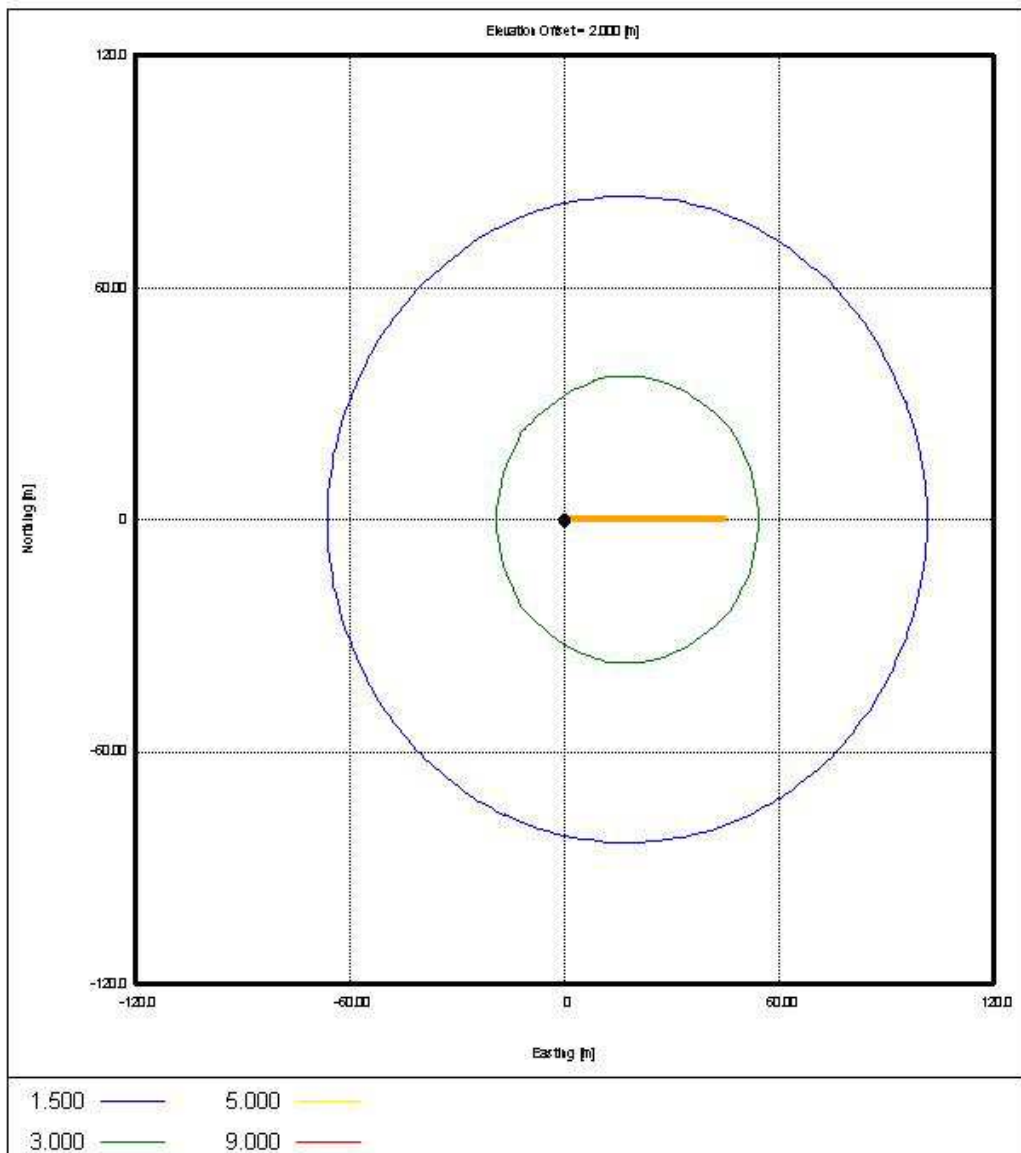


Figura 11 – Composizione “pesante” - Piano orizzontale 2 m

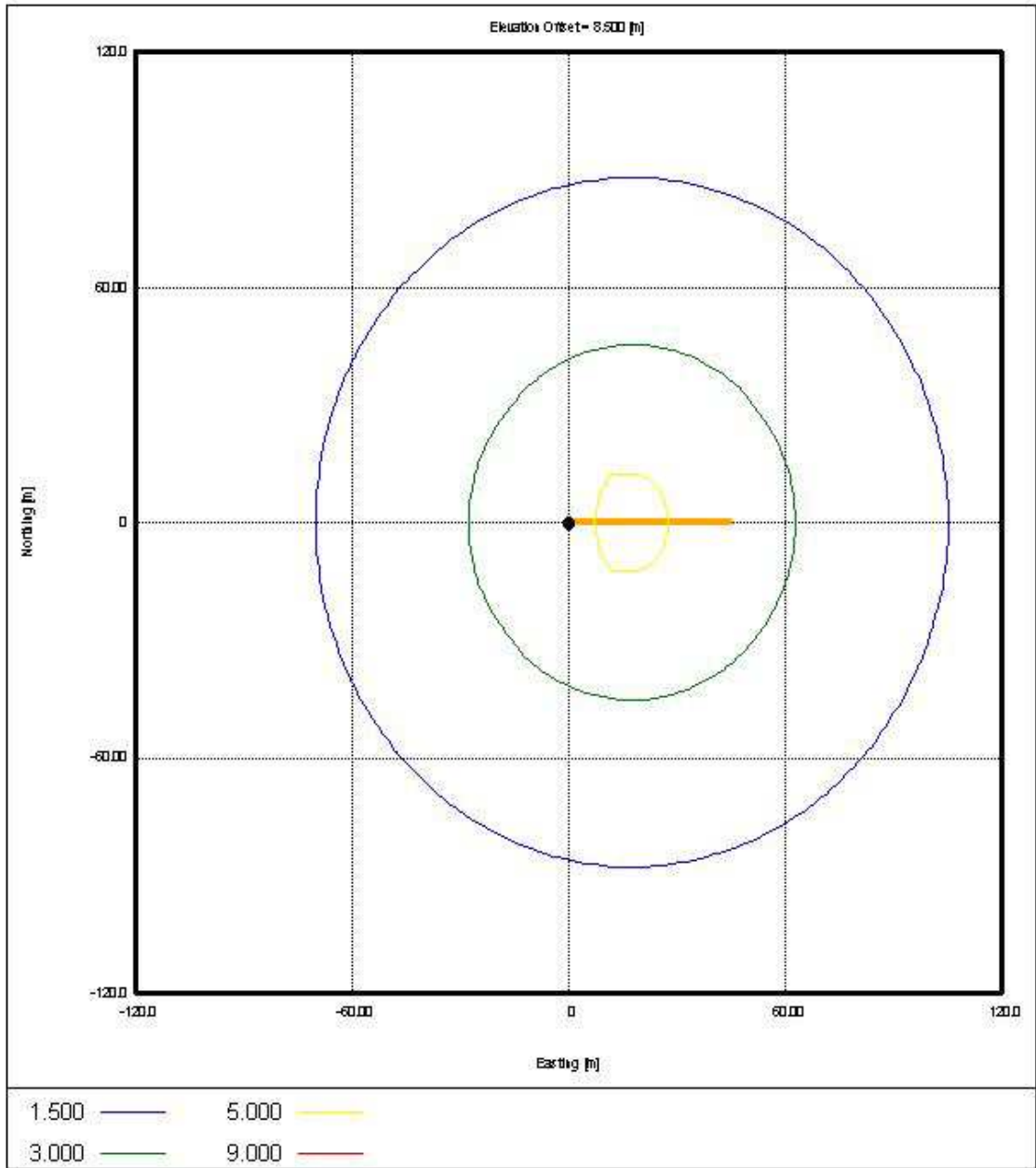


Figura 12 – Composizione “pesante” - Piano orizzontale 8,5 m

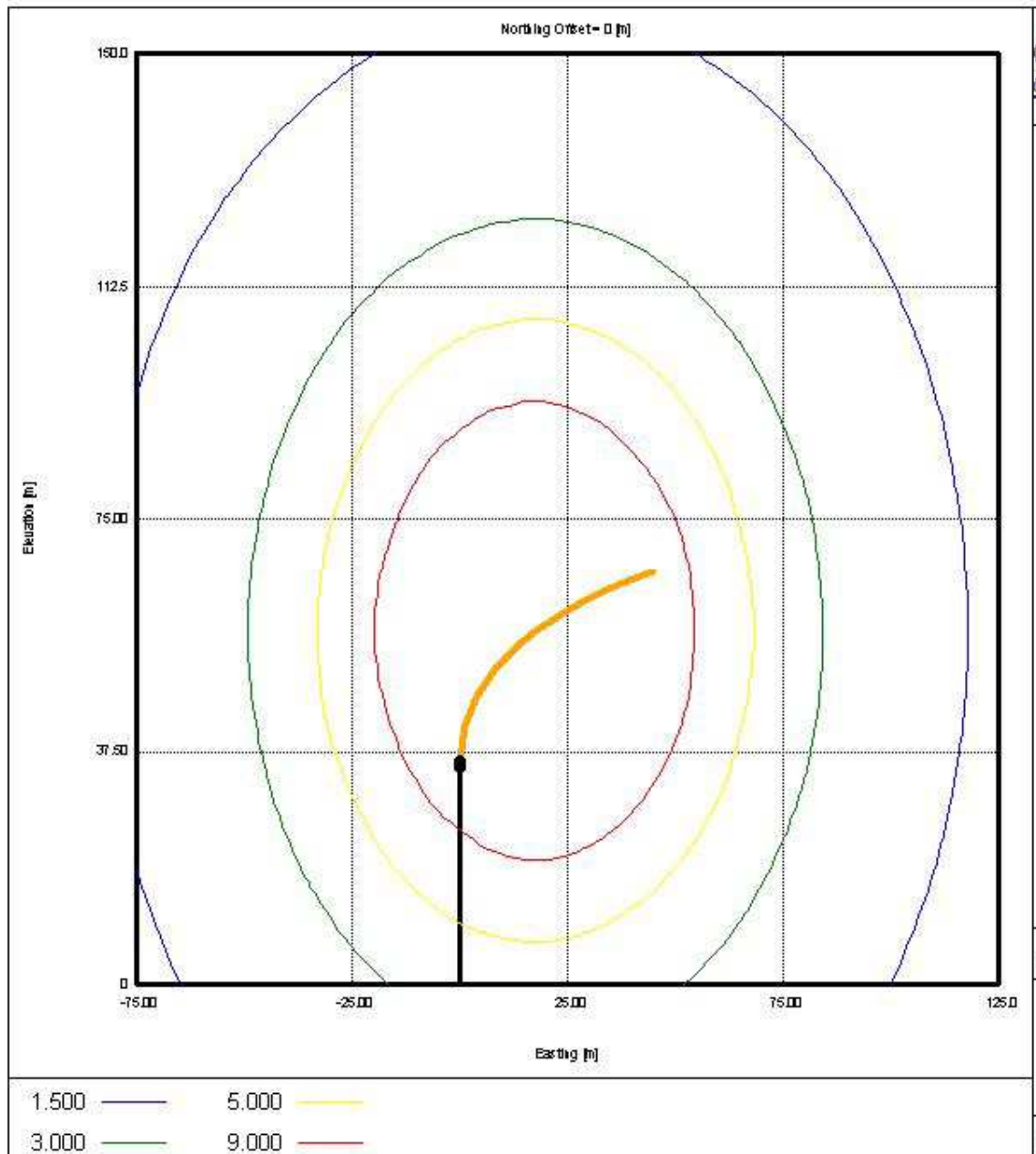


Figura 13 – Composizione “pesante” - Piano verticale

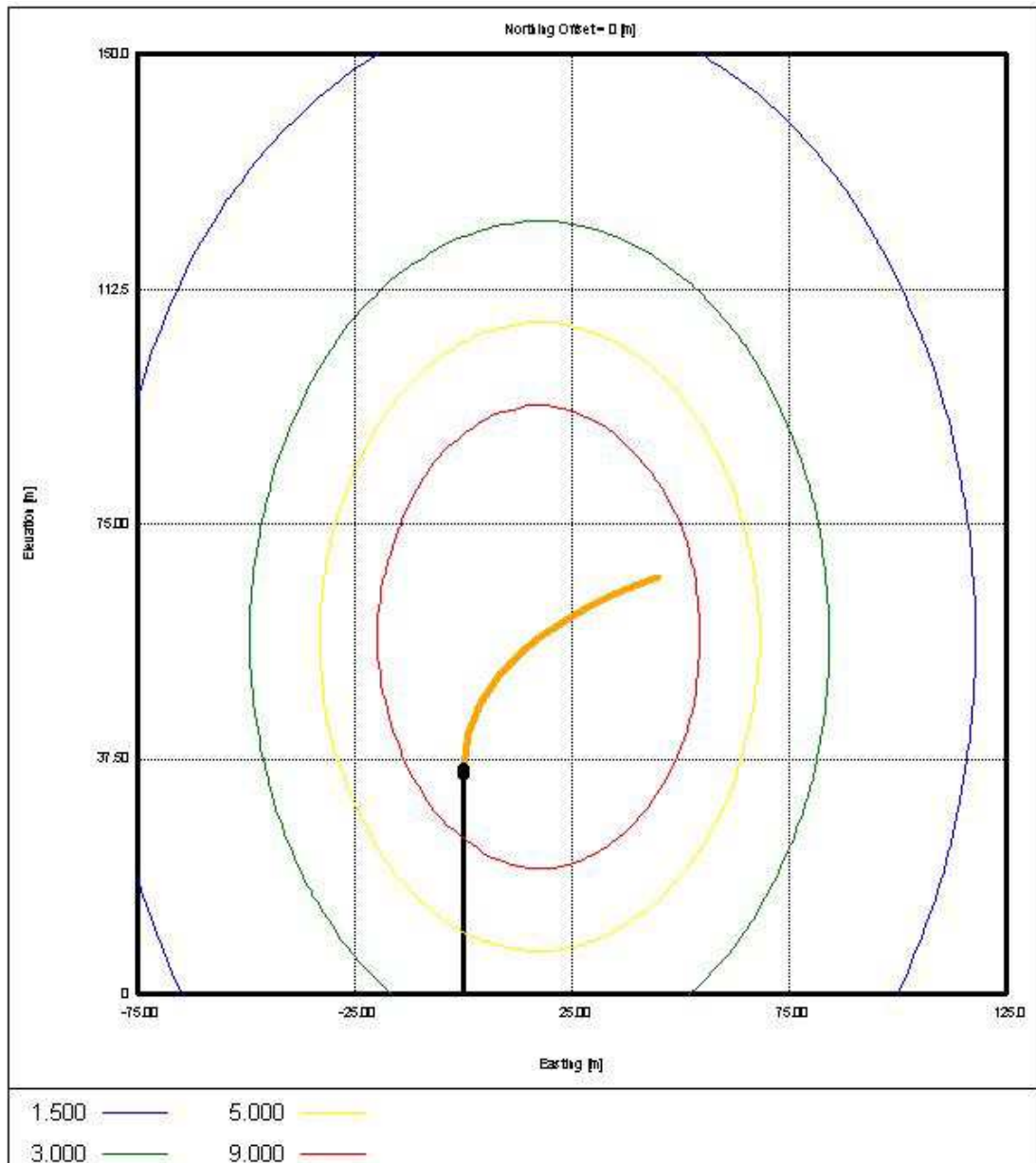


Figura 14 – Composizione “pesante” - Zoom piano verticale

Nella seguente tabella vengono riportate le distanze a cui vengono raggiunti i valori di irraggiamento considerati (1.5 kW/m^2 , 3 kW/m^2 , 5 kW/m^2 e 9 kW/m^2) alle diverse quote (0m, 2m e 8.5m).

Elevazione [m]	Distanze Irraggiamento [m]			
	1.5 kW/m ²	3 kW/m ²	5 kW/m ²	9 kW/m ²
0	98	46	--	--
2	96	48	--	--
8.5	110	62	--	--

Tabella 1 – Distanze irraggiamento - composizione GNL “leggero”

Elevazione [m]	Distanze Irraggiamento [m]			
	1.5 kW/m ²	3 kW/m ²	5 kW/m ²	9 kW/m ²
0	101	52	--	--
2	102	54	--	--
8.5	105	58	27	--

Tabella 2 – Distanze irraggiamento – composizione GNL “pesante”

Come evidenziato dai risultati forniti nelle Tabelle sopra riportate l'irraggiamento di 9 kW/m² non viene mai raggiunto alle altezze considerate; l'irraggiamento di 5 kW/m² viene raggiunto solo a 8.5 m di altezza e solamente nel caso di composizione “pesante”, tale soglia viene raggiunta unicamente all'interno dell'area che viene definita sterile.

8 CONCLUSIONI

Conclusioni Analisi di Dispersione Gas

In tutti i casi (per le soglie di concentrazione considerate) la nube di vapori infiammabili si mantiene sempre ad altezze superiori rispetto al punto di emissione (35 m).

Le concentrazioni infiammabili non raggiungono nessuna struttura o area d'impianto, l'altezza massima degli equipment in impianto è 8.5 m, corrispondente all'altezza dei serbatoi di stoccaggio.

Conclusioni Analisi di Irraggiamento

Per verificare l'adeguatezza dell'ampiezza dell'area sterile e dell'altezza del vent/torcia, si è fatto riferimento ai valori di irraggiamento raccomandati nelle Tabelle A.3 e A.4 all'Allegato A dello standard UNI EN 1473:

Attrezzature e strutture all'interno del confine di impianto	Massimi Valori di Irraggiamento [kW/m ²]	
	Normale	In Emergenza
Tipo di Scarico		
Picco all'interno dell'area sterile	5	9
Margine estremo dell'area sterile	n.a.	5
Strade e aree aperte	3	5
Serbatoi e attrezzature di processo	1,5	5
Sale controllo, officine, laboratori, magazzini, etc.	1,5	5
Uffici	1,5	5

Tabella 3 – Flusso di radiazione termica ammissibile escluso radiazione solare all'interno del confine di impianto (Tabella A.3 dell'Allegato A dello standard UNI EN 1473)

Fuori dal confine di impianto	Massimi Valori di Irraggiamento [kW/m ²]	
	Normale	In Emergenza
Tipo di Scarico		
Aree Remote (aree non frequentemente occupate da un numero ristretto di persone, quali ad es. aree coltivate)	3	5
Aree Critiche (aree non schermate dove persone senza indumenti protettivi possono essere chiamate ad intervenire, ad esempio in caso di emergenza)	1,5	1,5
Altre Aree includono tipicamente aree presidiate esterne all'impianto non sotto il controllo dell'utilizzatore dell'impianto GNL	1,5	3

Tabella 4 – Flusso di radiazione termica ammissibile escluso radiazione solare all'esterno del confine di impianto (Tabella A.4 dell'Allegato A dello standard UNI EN 1473)

All'interno dell'area sterile, di raggio 30 m, in caso di rilascio in condizioni di emergenza, gli irraggiamenti non superano 9 kW/m² raccomandati dalla normativa UNI EN 1473 appunto nel caso di rilascio in emergenza, né 5 kW/m² raccomandati dalla stessa normativa in caso di rilascio normale (vedi Tabella 3).

Si evidenzia inoltre che al margine estremo dell'area sterile, gli irraggiamenti sono inferiori ai 5 kW/m² raccomandati dalla normativa in caso di rilascio in condizioni di emergenza.

I serbatoi di stoccaggio GNL, considerate attrezzature sensibili, si trovano a circa 90 m dal vent/torcia e non vengono raggiunti da valori di irraggiamento superiori a

5 kW/m², che all'altezza di 8.5 m arrivano solamente fino a 27 m di distanza dalla torcia, peraltro all'interno dell'area sterile.

Anche Sale controllo, Officine, Laboratori, Magazzini e Uffici, localizzati nell'area Sud dell'impianto, posizionati a circa 180 m di distanza dalla torcia, non vengono raggiunti da irraggiamenti significativi.

Al livello del suolo, all'esterno dei limiti di impianto, si possono avere irraggiamenti di 1.5 kW/m² a una distanza di circa 65 metri dai limiti di impianto e di 3 kW/m² ad una distanza di circa 40 metri dai limiti di impianto. Tali irraggiamenti sono compatibili con quanto previsto dallo standard UNI EN 1473 che prevede che per Aree Remote i massimi valori di irraggiamento consentiti in emergenza siano di 5 kW/m². Gli irraggiamenti sono compatibili anche con quanto previsto dal D.M. 9 Maggio 2001. In particolare, la zona a Nord limitrofa al terminale si ritiene possa essere considerata di Categoria F, definita come "Area entro i confini dello stabilimento o Area limitrofa allo stabilimento, entro la quale non sono presenti manufatti o strutture in cui sia prevista l'ordinaria presenza di gruppi di persone." Tale categoria è compatibile con irraggiamenti di 3 kW/m².

In conclusione, il vent/torcia è tale da non esporre a irraggiamenti pericolosi né il personale che transita in tutto l'impianto, comprese le strade di impianto limitrofe all'area sterile, né alcun serbatoio o attrezzatura di processo. Gli irraggiamenti massimi consentiti nelle aree esterne all'impianto sono anch'essi tali da non comportare pericoli per la popolazione.