

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME	100-ZA-E-85018	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 1 di 33	Rev. 02

Rif. TPIDL 201969C-100-RT-6201-001

TERMINALE DI PORTOVESME

Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio)



Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato Autorizzato	Data
02	Emissione per Enti	<i>Marco Polignone</i> RINA Consulting	<i>SV</i> S. VALENTINI	<i>R. Bozzini</i> R. BOZZINI G. MONTI	15/11/2021
01	Emissione per Approvazione	RINA Consulting	S. VALENTINI	R. BOZZINI G. MONTI	12/11/2021
00	Emissione per Commenti	RINA Consulting	S. VALENTINI	R. BOZZINI G. MONTI	29/10/2021

Documento di proprietà **SNAM**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

TECHNIP ITALY DIREZIONE LAVORI S.p.A. - 00148 ROMA - Viale Castello della Magliana, 68

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME	100-ZA-E-85018	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 2 di 33	Rev. 02

Rif. TPIDL 201969C-100-RT-6201-001

INDICE

LISTA DELLE TABELLE	3
LISTA DELLE FIGURE	3
ABBREVIAZIONI E ACRONIMI	5
1. GENERALITÀ	6
2. RIFERIMENTI NORMATIVI	8
3. DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ	10
3.1. Qualità dell'Aria Ante-Operam	10
3.1.1. Tutela della Qualità dell'Aria: Piano Regionale della Qualità dell'Aria Ambiente	10
3.1.2. Rete di Monitoraggio	10
3.2. Condizioni Meteo-Climatiche	13
3.2.1. Regime Termometrico	13
3.2.2. Regime Pluviometrico	14
3.2.3. Regime Anemologico	14
3.3. Quadro Sintetico delle Attività Svolte	15
3.4. Ipotesi Modellistiche	16
3.4.1. Scenario massimo:	17
3.4.2. Scenario medio annuo.	19
4. DESCRIZIONE DEL MODELLO CALPUFF	21
5. DESCRIZIONE DEI RISULTATI OTTENUTI	26
5.1. Biossido di azoto (NO₂)	26
5.1.1. Limite Orario.	26
5.1.2. Limite annuale.	28
5.2. Biossido di zolfo (SO₂)	30
5.2.1. Limite orario.	30
5.2.2. Limite giornaliero	32
5.3. Polveri PM₁₀	32
5.3.1. Limite Giornaliero.	32
5.3.2. Limite Annuale.	32
6. CONCLUSIONI	33

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME	100-ZA-E-85018	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 3 di 33	Rev. 02

Rif. TPIDL 201969C-100-RT-6201-001

LISTA DELLE TABELLE

Tabella 2-1: Valori Limite e Livelli Critici per i Principali Inquinanti Atmosferici, Decreto Legislativo 13 Agosto 2010, No. 155	8
Tabella 2-2: Ozono – Valori Obiettivo e Obiettivi a Lungo Termine.	9
Tabella 3-1: Rete di Monitoraggio della Qualità dell'Aria nell'Area di Portoscuso Configurazione Strumentale.	11
Tabella 3-2: Medie Annuali di Benzene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) – Area di Portoscuso.	12
Tabella 3-3: Medie Annuali di Biossido di Azoto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) – Area di Portoscuso	12
Tabella 3-4: Medie Annuali di PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) – Area di Portoscuso.	13
Tabella 3-5: Superamenti di PM_{10} – Area di Portoscuso.	13
Tabella 3-6: Medie Annuali di $\text{PM}_{2,5}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) – Area di Portoscuso.	13
Tabella 3-7: Sorgenti e caratteristiche emissive	18
Tabella 3-8: Caratteristiche dei motori dei mezzi navali impiegati.	19
Tabella 3-9: Transiti Annuali Previsti	19
Tabella 3-10: Sorgenti Individuate e Caratteristiche Emissive.	20
Tabella 3-11: Caratteristiche dei Motori dei Mezzi Navali Impiegati.	20

LISTA DELLE FIGURE

Figura 1-1: Inquadramento Generale dell'Area di Intervento	6
Figura 3-1: Rete di Monitoraggio della Qualità dell'Aria nell'Area di Portoscuso, Localizzazione Stazioni di Misura.	11
Figura 4-2: Temperature Medie Annuali nel Comune di Portoscuso	14
Figura 4-3: Precipitazioni Medie Annuali nel Comune di Portoscuso	14
Figura 3-4: Direzione e Intensità dei Venti prevalenti a Portoscuso.	15
Figura 3-5: Visualizzazione della rotta e dei punti significativi del traffico marittimo.	16
Figura 4-6: Visualizzazione domini meteorologici e di calcolo.	17
Figura 4-1: Schematizzazione del sistema modellistico CALMET/CALPUFF.	22
Figura 4-2: Differenze di dispersione fra modelli a puff (sinistra) e gaussiani tradizionali (destra).	23

Documento di proprietà **SNAM**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

TECHNIP ITALY DIREZIONE LAVORI S.p.A. - 00148 ROMA - Viale Castello della Magliana, 68

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME	100-ZA-E-85018	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 4 di 33	Rev. 02

Rif. TPIDL 201969C-100-RT-6201-001

Figura 4-3:	Segmentazione del pennacchio nei modelli a puff.	23
Figura 4-4:	Schema di un modello a puff con indicazione dei coefficienti di dispersione relativi al puff k.	24
Figura 5-1:	Andamenti al 99,8 percentile delle concentrazioni orarie di NO ₂ .	27
Figura 5-2:	Andamenti delle concentrazioni medie annuali di NO ₂ .	29
Figura 5-3:	Andamenti al 99,7 percentile delle concentrazioni orarie di SO ₂ .	31

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME	100-ZA-E-85018	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 5 di 33	Rev. 02

Rif. TPIDL 201969C-100-RT-6201-001

ABBREVIAZIONI E ACRONIMI

CE	Comunità Europea
CO	Monossido di carbonio
D.Lgs.	Decreto Legislativo
D.P.R.	Decreto del Presidente della Repubblica
DGR	Delibera di Giunta Regionale
DM	Decreto Ministeriale
FSRU	Floating Storage and Regasification Unit
GNL	Gas Naturale Liquefatto
MATTM	Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare
MiTE	Ministero della Transizione Ecologica
s.l.m.	Sul Livello del Mare
s.m.i.	Successive Modificazioni e Integrazioni
SIA	Studio di Impatto Ambientale
UE	Unione Europea
VIA	Valutazione di Impatto Ambientale

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME	100-ZA-E-85018	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 6 di 33	Rev. 02

Rif. TPIDL 201969C-100-RT-6201-001

1. GENERALITÀ

La Società Snam Rete Gas ("SRG"), società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di Snam S.p.A ("Snam"), una delle principali società di infrastrutture energetiche e principale TSO (Transport System Operator - gestore del sistema di trasporto gas) in ambito europeo, intende allestire nel porto di Portovesme un terminale di rigassificazione su un mezzo navale permanentemente ormeggiato per consentire:

- lo stoccaggio e la vaporizzazione di gas naturale liquefatto (GNL) per il suo trasferimento nella rete di trasporto di gas naturale a terra che sarà realizzata da Enura SpA, Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di Snam.
- Servizi di Small Scale LNG attraverso:
 - La distribuzione di GNL tramite autocisterne (truck loading),
 - La distribuzione di GNL con apposite navi metaniere "bunkering vessels".

In particolare, il Terminale sarà costituito da una unità navale di stoccaggio e rigassificazione flottante (FSRU, Floating Storage Regasification Unit) con una capacità di stoccaggio di circa 130.000 m³ di GNL e una capacità di rigassificazione massima di circa 330.000 Sm³/h. La FSRU sarà permanentemente ormeggiata lungo la banchina Est del porto di Portovesme (SU).



Figura 1-1: Inquadramento Generale dell'Area di Intervento

Documento di proprietà **SNAM**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

TECHNIP ITALY DIREZIONE LAVORI S.p.A. - 00148 ROMA - Viale Castello della Magliana, 68

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME	100-ZA-E-85018	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 7 di 33	Rev. 02

Rif. TPIDL 201969C-100-RT-6201-001

Il Progetto del Terminale di Portovesme è sinteticamente descritto nel seguito:

- Una FSRU (Floating Storage and Regasification Unit) avente una capacità di stoccaggio pari a circa 130,000 m³, una capacità di rigassificazione di 330,000 Sm³/h e dimensioni pari a circa 290 m (lunghezza) x 48 m (larghezza).
- Gli impianti e le attrezzature da realizzarsi sulla Banchina est esistente costituiti da:
 - il sistema di scarico del gas vaporizzato dalla FSRU costituito No. 3 bracci di carico;
 - il sistema di ormeggio della FSRU;
 - il sistema di trasferimento e caricamento del GNL e delle autocisterne (c.d. "truck loading");
 - la stazione di carico GNL su autocisterne (c.d. "truck loading");
 - gli impianti di alimentazione elettrica e controllo del Terminale;
 - il sistema di scarico delle acque di riscaldamento della vaporizzazione del GNL ed il relativo collettore di scarico nel canale esistente situato immediatamente a sud della banchina e fuori dal perimetro portuale.
 - Il collegamento tra il sistema di scarico del gas dalla FSRU e il Punto di Intercetto Linea (PIL). Il PIL identifica il punto di ingresso nella rete di trasporto del gas naturale a terra (Rete Energetica di Portovesme) e non è oggetto del presente studio.

Il presente documento, "Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera", costituisce l'Annesso B dello Studio di Impatto Ambientale ed è stato predisposto con lo scopo di descrivere e stimare l'impatto indotto sulla qualità dell'aria dalle emissioni in atmosfera generate dall'esercizio del Terminale di Portovesme.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME	100-ZA-E-85018	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 8 di 33	Rev. 02

Rif. TPIDL 201969C-100-RT-6201-001

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

Gli standard di qualità dell'aria sono stabiliti dal Decreto Legislativo 13 Agosto 2010, No.155 e s.m.i. "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa", pubblicato sulla G.U. No. 216 del 15 Settembre 2010 (Suppl. Ordinario No. 217) e in vigore dal 30 Settembre 2010.

Nella successiva Tabella vengono riassunti i valori limite per i principali inquinanti ed i livelli critici per la protezione della vegetazione per il Biossido di Zolfo e per gli Ossidi di Azoto come indicato dal sopraccitato Decreto.

Tabella 2-1: Valori Limite e Livelli Critici per i Principali Inquinanti Atmosferici, Decreto Legislativo 13 Agosto 2010, No. 155

Periodo di Mediazione	Valore Limite/Livello Critico
BIOSSIDO DI ZOLFO (SO₂)	
1 ora	350 µg/m ³ ⁽¹⁾ da non superare più di 24 volte per anno civile
24 ore	125 µg/m ³ ⁽¹⁾ da non superare più di 3 volte per anno civile
anno civile e inverno (1/10-31/03) (protezione della vegetazione)	20 µg/m ³
BIOSSIDO DI AZOTO (NO₂) (*)	
1 ora	200 µg/m ³ da non superare più di 18 volte per anno civile
anno civile	40 µg/m ³
OSSIDI DI AZOTO (NO_x)	
anno civile (protezione della vegetazione)	30 µg/m ³
POLVERI SOTTILI (PM₁₀) (**)	
24 ore	50 µg/m ³ da non superare più di 35 volte per anno civile
anno civile	40 µg/m ³
POLVERI SOTTILI (PM_{2,5})	
FASE I	
anno civile	25 µg/m ³ ^(3-bis)
FASE II	
anno civile	(4)
PIOMBO (Pb)	
anno civile	0.5 µg/m ³ ⁽³⁾
BENZENE (C₆H₆) (*)	
anno civile	5 µg/m ³
MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)	
Media massima giornaliera calcolata su 8 ore ⁽²⁾	10 mg/m ³ ⁽¹⁾

Note:

- (1) Già in vigore dal 1° Gennaio 2005
- (2) La massima concentrazione media giornaliera su 8 ore si determina con riferimento alle medie consecutive su 8 ore, calcolate sulla base di dati orari ed aggiornate ogni ora. Ogni media su 8 ore in tal modo calcolata è riferita al giorno nel quale la serie di 8 ore si conclude: la prima fascia di calcolo per un giorno è quella compresa tra le ore 17:00 del giorno precedente e le ore 01:00 del giorno stesso; l'ultima fascia di calcolo per un giorno è quella compresa tra le ore 16:00 e le ore 24:00 del giorno stesso.

Documento di proprietà **SNAM**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

TECHNIP ITALY DIREZIONE LAVORI S.p.A. - 00148 ROMA - Viale Castello della Magliana, 68

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME	100-ZA-E-85018	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 9 di 33	Rev. 02

Rif. TPIDL 201969C-100-RT-6201-001

- (3) La norma prevedeva il raggiungimento di tale valore limite deve essere raggiunto entro il 1° Gennaio 2010 in caso di aree poste nelle immediate vicinanze delle fonti industriali localizzate presso siti contaminati da decenni di attività industriali. Le aree in cui si applica questo valore limite non devono comunque estendersi per una distanza superiore a 1,000 m rispetto a tali fonti industriali
- (3-bis) La somma del valore limite e del relativo margine di tolleranza da applicare in ciascun anno dal 2008 al 2015 è stabilito dall'allegato I, parte (5) della Decisione 2011/850/UE e successive modificazioni.
- (4) Valore limite da stabilire con successivo decreto ai sensi dell'articolo 22, comma 6, tenuto conto del valore indicativo di 20 µg/m³ e delle verifiche effettuate dalla Commissione europea alla luce di ulteriori informazioni circa le conseguenze sulla salute e sull'ambiente, la fattibilità tecnica e l'esperienza circa il perseguimento del valore obiettivo negli Stati membri.
- (*) Per le zone e gli agglomerati per cui è concessa la deroga prevista dall'articolo 9, comma 10, i valori limite devono essere rispettati entro la data prevista dalla decisione di deroga, fermo restando, fino a tale data, l'obbligo di rispettare tali valori aumentati del margine di tolleranza massimo.
- (**) Per le zone e gli agglomerati per cui è concessa la deroga prevista dall'articolo 9, comma 10, la norma prevedeva che i valori limite dovessero essere rispettati entro l'11 giugno 2011.

Per quanto riguarda l'ozono, di seguito si riportano i valori obiettivo e gli obiettivi a lungo termine, come stabiliti dalla normativa vigente.

Tabella 2-2: Ozono – Valori Obiettivo e Obiettivi a Lungo Termine.

Finalità	Valori Obiettivo	
	Periodo di Mediazione	Valore Obiettivo
Protezione della salute umana	Massimo giornaliero della media mobile di 8 h ⁽¹⁾	120 µg/m ³ da non superare più di 25 volte per anno civile come media su 3 anni ⁽²⁾
Protezione della vegetazione	Da maggio a luglio	AOT40 ⁽³⁾ (calcolato sulla base dei valori di 1 ora) 18.000 µg/m ³ h come media su 5 anni ⁽²⁾
Protezione della salute umana	Massimo giornaliero della media mobile di 8 h	120 µg/m ³
Protezione della vegetazione	Da maggio a luglio	AOT40 (calcolato sulla base dei valori di 1 ora) 6,000 µg/m ³ h

Note:

- (1) La massima concentrazione media giornaliera su 8 ore deve essere determinata esaminando le medie consecutive su 8 ore, calcolate in base a dati orari e aggiornate ogni ora. Ogni media su 8 ore così calcolata è riferita al giorno nel quale la stessa si conclude. La prima fascia di calcolo per ogni singolo giorno è quella compresa tra le ore 17:00 del giorno precedente e le ore 01:00 del giorno stesso; l'ultima fascia di calcolo per ogni giorno è quella compresa tra le ore 16:00 e le ore 24:00 del giorno stesso.
- (2) Se non è possibile determinare le medie su 3 o 5 anni in base ad una serie intera e consecutiva di dati annui, la valutazione della conformità ai valori obiettivo si può riferire, come minimo, ai dati relativi a:
- Un anno per il valore-obiettivo ai fini della protezione della salute umana
 - Tre anni per il valore-obiettivo ai fini della protezione della vegetazione
- (3) AOT40: somma della differenza tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m³ e 80 µg/m³ in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 8:00 e le 20:00.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME	100-ZA-E-85018	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 10 di 33	Rev. 02

Rif. TPIDL 201969C-100-RT-6201-001

3. DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ

3.1. Qualità dell'Aria Ante-Operam

3.1.1. Tutela della Qualità dell'Aria: Piano Regionale della Qualità dell'Aria Ambiente

Il Piano Regionale della Qualità dell'Aria Ambiente, redatto ai sensi della norma quadro nazionale che recepisce tutte le direttive comunitarie in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria (D.Lgs. n. 155/2010 e s.m.i.) è stato approvato con Deliberazione n. 1/3 del 10 gennaio 2017 (Regione Sardegna, Sardegna Ambiente, sito web: <http://www.sardegnaambiente.it>).

Il Piano Regionale della Qualità dell'Aria Ambiente è stato redatto anche alla luce di perseguire gli obiettivi di efficienza energetica e green economy, la cui attuazione consentirà di conseguire il duplice risultato di ridurre le emissioni dei parametri inquinanti specifici in materia di qualità dell'aria (polveri sottili, ossidi di azoto, benzene, benzo(a)pirene, IPA ecc.), nonché ridurre il consumo di risorse e di limitare anche le emissioni di gas climalteranti.

La "Zonizzazione del Territorio e Classificazione di Zone e Agglomerati" presentata nel Piano (approvata con DGR No. 52/19 del 10 Dicembre 2013) ha suddiviso il territorio regionale in zone e agglomerati omogenei dal punto di vista della qualità dell'aria ambiente.

In particolare, sono state individuate le seguenti zone:

- l'agglomerato di Cagliari, comprendente anche i Comuni di Quartu Sant'Elena, Quartucciu, Selargius, Monserrato ed Elmas con codice IT2007;
- la zona urbana comprendente i Comuni di Olbia e Sassari con codice IT2008;
- la zona industriale comprendente i Comuni di Portoscuso, Sarroch, Capoterra, Assemini e Porto Torres con codice IT2009;
- la zona rurale della quale fanno parte i restanti Comuni a cui è stato assegnato il codice IT2010.

Il progetto in esame ricade nell'ambito della Zona Industriale (IT2009) costituita dai comuni in cui ricadono aree industriali in cui il carico emissivo è determinato prevalentemente da più attività energetiche e/o industriali localizzate nel territorio, caratterizzate prevalentemente da emissioni puntuali.

3.1.2. Rete di Monitoraggio

Ai fini dell'inquadramento della qualità dell'aria per l'area di interesse, si è fatto riferimento alla "Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2019" (RAS, ARPAS, 2020).

La rete di monitoraggio nell'area di Portoscuso (classificata come Zona Industriale – Codice IT 2009; si veda il precedente Paragrafo) è costituita dalle stazioni:

- CENPS2 e CENPS4 vicino alle fonti emissive (entrambe a circa 1,8 km di distanza dall'area di progetto);
- CENPS7 presso Portoscuso (a circa 1,5 km di distanza dall'area di progetto);
- CENPS6 nella frazione di Paringianu (a circa 3 km di distanza dall'area di progetto).

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME	100-ZA-E-85018	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 11 di 33	Rev. 02

Rif. TPIDL 201969C-100-RT-6201-001

Tabella 3-1: Rete di Monitoraggio della Qualità dell'Aria nell'Area di Portoscuso Configurazione Strumentale.

Area	Stazione	C6H6	CO	H2S	NMHC	NO2	O3	PM10	SO2	PM2.5
Portoscuso	CENPS2					✓		✓	✓	
	CENPS4		✓			✓		✓	✓	
	CENPS6					✓		✓	✓	✓
	CENPS7	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓

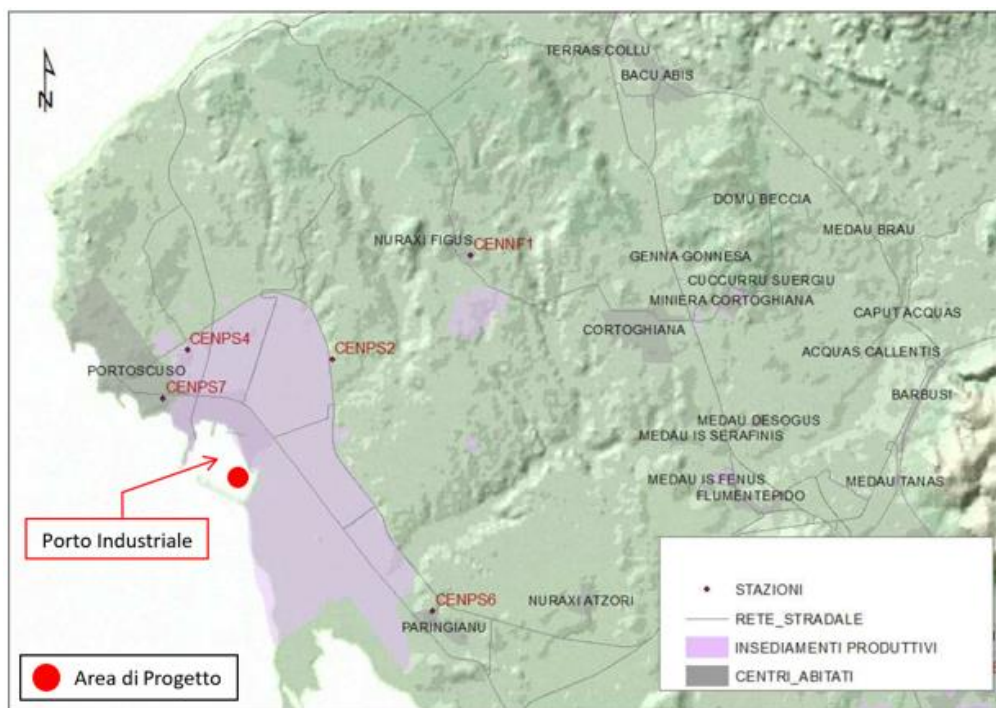


Figura 3-1: Rete di Monitoraggio della Qualità dell'Aria nell'Area di Portoscuso, Localizzazione Stazioni di Misura.

È importante notare che la stazione CENPS2 non rispetta, per la sua ubicazione, i criteri previsti dalla normativa vigente (in termini di distanze dalle fonti emissive) e non risulta rappresentativa dell'inquinamento medio dell'area. Per tale motivo, la stazione CENPS2 è stata dismessa in data 01/10/2018,

Di seguito si riportano pertanto i dati delle stazioni rappresentative dell'area che fanno parte della rete per la valutazione della qualità dell'aria, costituite dalle stazioni CENPS7, CENPS6 e CENPS4.

L'area comprende diverse realtà emissive, di tipo industriale, minerario e urbano. Le attività più inquinanti sono localizzate nell'area industriale di Portovesme, la quale ospita una serie di insediamenti di diversa natura la cui produzione varia dalla energia elettrica, all'intera filiera dell'alluminio, ai metalli non ferrosi (piombo e zinco), sebbene il settore conosca da molti anni una profonda crisi.

Nel 2019 le stazioni di misura hanno registrato vari superamenti dei limiti senza peraltro eccedere il numero massimo consentito dalla normativa:

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME	100-ZA-E-85018	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 12 di 33	Rev. 02

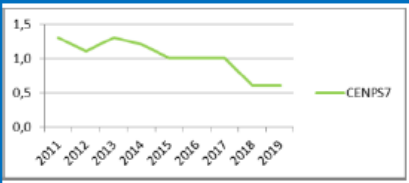
Rif. TPIDL 201969C-100-RT-6201-001

- per il valore obiettivo per l'O₃ (120 µg/m³ sulla massima media mobile giornaliera di otto ore da non superare più di 25 volte in un anno civile come media sui tre anni): 1 superamento della media triennale nella stazione CENPS7;
- per il valore limite giornaliero per la protezione della salute umana per il PM₁₀ (50 µg/m³ sulla media giornaliera da non superare più di 35 volte in un anno civile): 13 superamenti nella CENPS4, 2 nella CENPS6 e 12 nella CENPS7.

Per quanto riguarda le misure di benzene (C₆H₆), i valori hanno una media annua di 0,6 µg/m³ (CENPS7), nel rispetto del limite di legge di 5 µg/m³. I livelli sono contenuti e manifestano una tendenza alla riduzione.

Tabella 3-2: Medie Annuali di Benzene (µg/m³) – Area di Portoscuso.

Benzene (Medie annuali)	Stazione	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Portoscuso	CENPS7	1,3	1,1	1,3	1,2	1,0	1,0	1,0	0,6	0,6

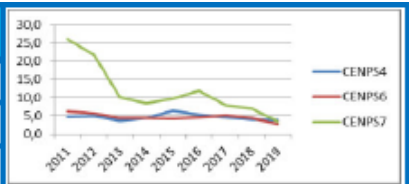


Il monossido di carbonio (CO) registra una massima media mobile di otto ore che varia da 0,6 mg/m³ (CENPS7) a 0,7 mg/m³ (CENPS4). Le concentrazioni rilevate si mantengono quindi ampiamente entro il limite di legge (10 mg/m³ sulla massima media mobile di otto ore).

Il biossido di azoto (NO₂) presenta medie annue che variano tra 3 µg/m³ (CENPS6) e 4 µg/m³ (CENPS4), decisamente inferiori al limite di legge per la media annuale di 40 µg/m³. I valori massimi orari sono compresi tra 39 µg/m³ (CENPS6) e 50 µg/m³ (CENPS7), ampiamente entro i limiti di legge di 200 µg/m³. L'andamento dei dati evidenzia una riduzione dei livelli della stazione CENPS7, con dati del 2019 convergenti per le tre stazioni.

Tabella 3-3: Medie Annuali di Biossido di Azoto (µg/m³) – Area di Portoscuso

Biossido di Azoto (Medie annuali)	Stazione	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Portoscuso	CENPS4	4,7	5,0	3,7	4,4	6,5	5,3	4,6	4,1	3,8
	CENPS6	6,2	5,7	4,4	4,5	4,3	4,6	5,1	4,4	2,8
	CENPS7	26,2	21,7	10,1	8,4	9,7	12,0	7,9	7,0	3,5



L'ozono (O₃) è misurato dalla stazione CENPS7. La massima media mobile di otto ore è di 119 µg/m³ mentre il valore massimo orario è di 125 µg/m³, valore al di sotto della soglia di informazione (180 µg/m³) e della soglia di allarme (240 µg/m³). In relazione al valore obiettivo per la protezione della salute umana (120 µg/m³ sulla massima media mobile giornaliera di otto ore da non superare più di 25 volte in un anno civile come media sui tre anni) non si registra nessuna violazione.

Relativamente al PM₁₀ si evidenziano medie annue che variano da 18 µg/m³ (CENPS6) a 28 µg/m³ (CENPS7), nel rispetto del limite di legge di 40 µg/m³, mentre le massime medie giornaliere da 73 µg/m³ (CENPS6) a 136 µg/m³ (CENPS7). La tendenza dei superamenti evidenzia dati in leggero aumento per CENPS4 e CENPS7 e in diminuzione per CENPS6.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME	100-ZA-E-85018	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 13 di 33	Rev. 02

Rif. TPIDL 201969C-100-RT-6201-001

Tabella 3-4: Medie Annuali di PM₁₀ (µg/m³) – Area di Portoscuso.

PM10 (Medie annuali)	Stazione	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Portoscuso	CENPS4	24,9	24,4	22,1	23,7	23,7	23,4	22,9	24,4	24,7
	CENPS6	24,6	16,4	15,3	17,3	16,4	16,8	17,3	18,5	17,9
	CENPS7	26,6	23,1	23,6	25,9	23,9	24,9	23,5	27,3	27,6

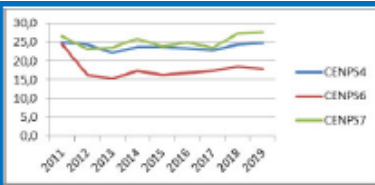
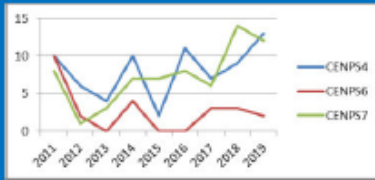


Tabella 3-5: Superamenti di PM₁₀ – Area di Portoscuso.


PM10 (Superamenti)	Stazione	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Portoscuso	CENPS4	10	6	4	10	2	11	7	9	13
	CENPS6	10	2	0	4	0	0	3	3	2
	CENPS7	8	1	3	7	7	8	6	14	12



Il PM_{2,5} ha medie annue variabili tra 9 µg/m³ (CENPS7) e 10 µg/m³ (CENPS6), abbondantemente entro il limite di legge di 25 µg/m³. Si evidenzia un andamento con tendenza alla riduzione in particolare modo nella stazione urbana di Portoscuso CENPS7.

Tabella 3-6: Medie Annuali di PM_{2,5} (µg/m³) – Area di Portoscuso.

PM2,5 (Medie annuali)	Stazione	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Portoscuso	CENPS6	17,5	13,5	9,9	8,9	9,7	11,2	10,8	11,8	9,6
	CENPS7	13,3	13,7	13,7	14,7	17,7	15,0	13,8	12,4	8,8



La situazione riguardo al biossido di zolfo (SO₂), a Portoscuso, manifesta le massime medie giornaliere che variano tra 5 µg/m³ (CENPS6) e 17 µg/m³ (CENPS4), mentre i valori massimi orari da 38 µg/m³ (CENPS6) a 91 µg/m³ (CENPS4), valori generalmente contenuti e senza superamenti normativi.

A Portoscuso la situazione registrata risulta moderata per un contesto industriale, stabile sul lungo periodo e entro la norma per tutti gli inquinanti monitorati. Il PM₁₀ evidenzia un numero di superamenti contenuti senza peraltro eccedere il numero massimo di superamenti consentito dalla normativa.

3.2. Condizioni Meteo-Climatiche

Di seguito si riportano i dati dei principali parametri meteorologici registrati nel periodo Settembre 2006 – Agosto 2011, dalla stazione di monitoraggio di Portoscuso CENPS2, gestita dall'ARPAS (si veda la precedente Figura 3-1).

3.2.1. Regime Termometrico

La temperatura media annua nel periodo rilevato è risultata di 18,5 °C; il periodo più freddo è compreso tra i mesi di Gennaio e Febbraio, con valori medi di 12,5 °C circa; le temperature più elevate si verificano nei mesi di Luglio ed Agosto con valori medi diurna di circa 25,7 °C.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME	100-ZA-E-85018	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 14 di 33	Rev. 02

Rif. TPIDL 201969C-100-RT-6201-001

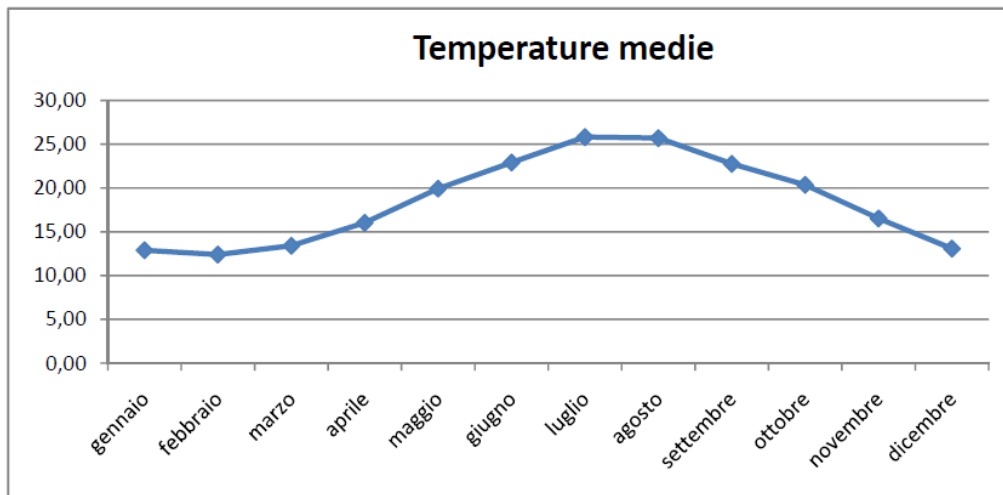


Figura 3-2: Temperature Medie Annuali nel Comune di Portoscuso

3.2.2. Regime Pluviometrico

La media annua delle precipitazioni è risultata di 511,4 mm; l'anno idrologico inizia in genere nel mese di Settembre con piogge abbastanza abbondanti (media 54,5 mm). Le piogge si mantengono a valori elevati nei mesi autunnali per aumentare in quelli invernali e raggiungendo il loro massimo in Gennaio che, in media, è il mese più piovoso dell'anno (70,20 mm); per attenuarsi gradualmente fino al periodo estivo caratterizzato da un'assenza quasi totale di pioggia, con valori minimi a Luglio che è il mese più secco.

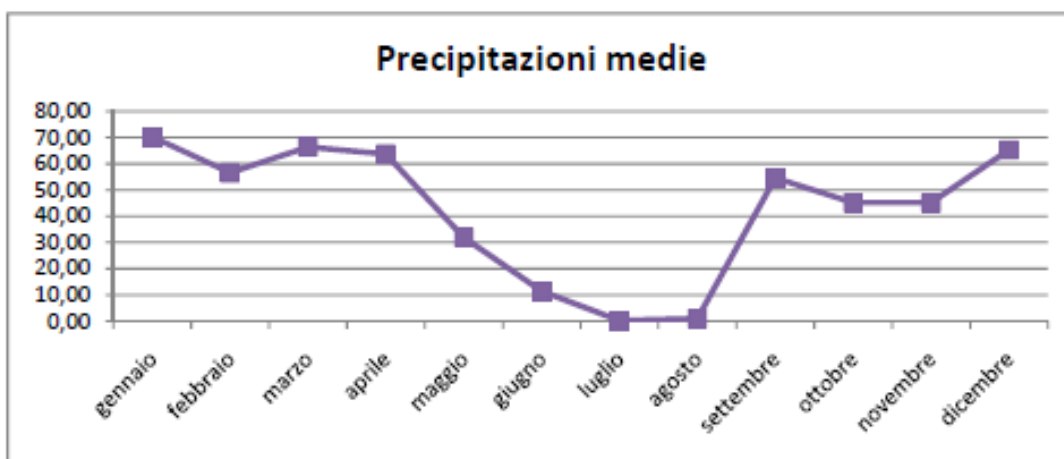


Figura 3-3: Precipitazioni Medie Annuali nel Comune di Portoscuso

3.2.3. Regime Anemologico

Per quanto riguarda il vento si riporta di seguito la rosa dei venti ottenuta dai valori registrati presso la centralina CENPS2. Il vento predominante risulta essere il maestrale.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME	100-ZA-E-85018	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 15 di 33	Rev. 02

Rif. TPIDL 201969C-100-RT-6201-001

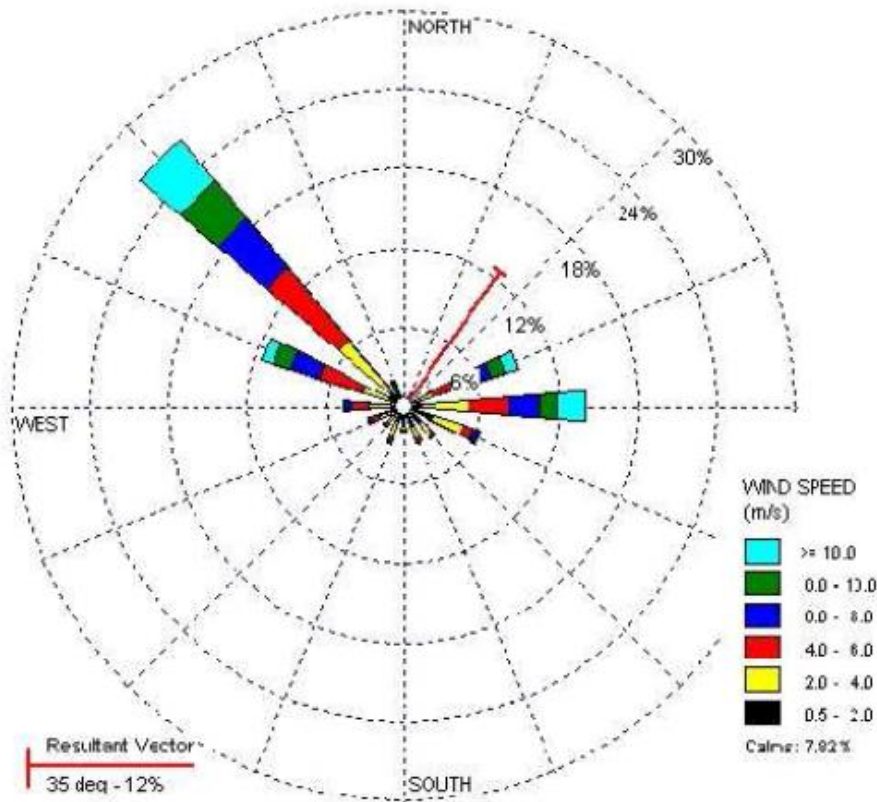


Figura 3-4: Direzione e Intensità dei Venti prevalenti a Portoscuso.

3.3. Quadro Sintetico delle Attività Svolte

Per la caratterizzazione della dispersione degli inquinanti responsabili dell'impatto sulla qualità dell'aria per l'opera in esame sono state considerate le emissioni del traffico navale per il trasporto del GNL (compresi i rimorchiatori necessari all'ingresso in banchina) e le emissioni di un motore a combustione interna per la produzione di energia (per il quale si prevede un funzionamento limitato di circa 440 ore/anno), rappresentate dalle sorgenti associate ai mezzi operanti.

L'entità delle emissioni varia con le diverse fasi di trasporto e, a seconda dei mezzi navali utilizzati, dalla tipologia di sorgenti. Per le Navi spola, Bunkering Vessel e generatori FSRU (considerando emissioni del tutto trascurabili di SO₂ e PM₁₀, in quanto alimentati a metano), sono stati simulati come inquinanti NO_x (come NO₂), per i rimorchiatori, per i quali viene ipotizzata un'alimentazione a MDO (Marine Diesel Oil), sono stati simulati NO_x, SO₂ e polveri, cautelativamente ipotizzate come PM₁₀.

Nella Figura 3-5 si evidenzia la rotta seguita dalle navi spola/bunkering vessel in ingresso e uscita dal porto, i bacini di evoluzione ed i relativi punti di attracco, infine la posizione dell'emissione del generatore della nave FSRU.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME	100-ZA-E-85018	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 16 di 33	Rev. 02

Rif. TPIDL 201969C-100-RT-6201-001

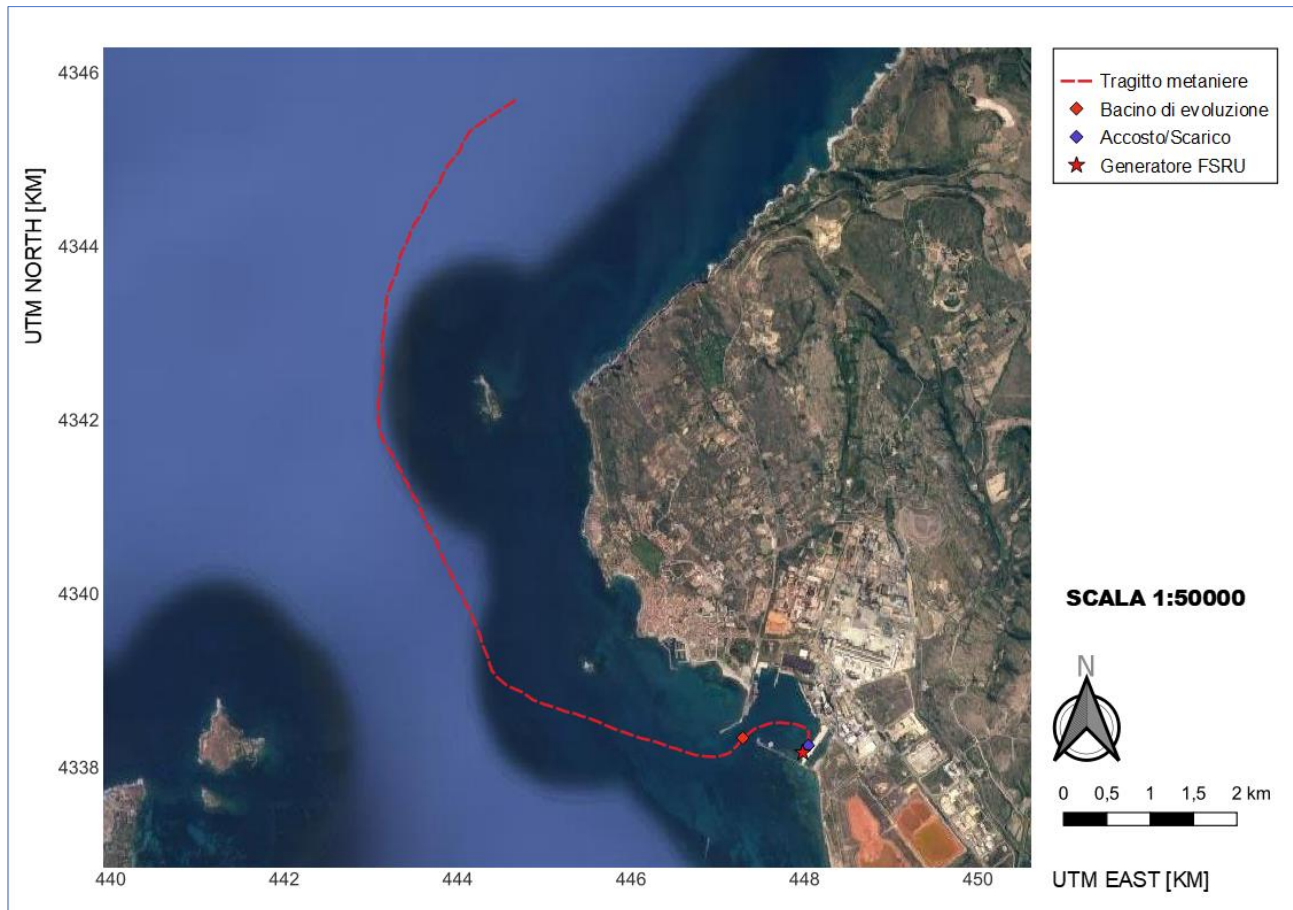


Figura 3-5: Visualizzazione della rotta e dei punti significativi del traffico marittimo.

3.4. Ipotesi Modellistiche

Le simulazioni sono state condotte sulla base dei seguenti dati di input del modello:

- caratteristiche geometriche, fisiche ed emmissive delle sorgenti;
- caratteristiche meteorologiche e metodiffusive dell'area;
- localizzazione dei recettori (posizione).

L'area oggetto dello studio modellistico è individuata in prossimità dell'area del progetto e comprende la parte della rotta di avvicinamento delle navi spola/bunkering vessel al sito d'attracco (ultimi 12 km).

Per dominio meteorologico si è optato una dimensione di 35x40 km centrato sul porto di Portovesme con risoluzione 1 km calcolato mediante il processore CALMET partendo dai dati meteorologici dell'intero anno 2020 ottenuti dai campi meteorologici tridimensionali prodotti dal modello prognostico WRF con risoluzione di 12 km.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME	100-ZA-E-85018	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 17 di 33	Rev. 02

Rif. TPIDL 201969C-100-RT-6201-001

Per il calcolo previsionale si è utilizzato CALPUFF con una griglia di calcolo a passo regolare (1000 m) in grado di coprire almeno un'area di 33 km x 38 km, caratterizzata da un'orografia pianeggiante e collinare. Ai fini della simulazione modellistica, quindi, si considera l'orografia dell'area, in cui tutti i punti (griglia regolare) sono posizionati ad una quota altimetrica estratta dal DEM ed un'altezza conservativa di 1,7 m.



Figura 3-6: Visualizzazione domini meteorologici e di calcolo.

I risultati delle simulazioni ottenuti in corrispondenza dei punti della griglia di calcolo sono stati successivamente interpolati in modo da ottenere una mappa (superficie continua) rappresentativa delle concentrazioni alla quota di 1,7 metri rispetto al suolo per ciascuna sorgente areale.

Le simulazioni sono state effettuate considerando due distinti scenari, con l'obiettivo di confrontare i valori di ricaduta con i limiti vigenti di qualità dell'aria. In particolar modo sono stati considerati i seguenti limiti e scenari.

3.4.1. Scenario massimo

Lo scenario massimo è stato simulato considerando la configurazione di esercizio giornaliera più impattante, al fine di poter effettuare un confronto con i valori limite di media oraria e giornaliera stabiliti dalla normativa. Tale scenario è stato così definito:

- Nella stessa giornata non sono mai presenti contemporaneamente la nave spola e la bunkering vessel, pertanto si è simulato in modo conservativo solo l'impatto della nave spola che è maggiore della bunkering vessel;

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME	100-ZA-E-85018	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 18 di 33	Rev. 02

Rif. TPIDL 201969C-100-RT-6201-001

- la nave spola è sempre accompagnata da due rimorchiatori sia in ingresso che in uscita dal porto;
- i tempi di percorrenza della rotta di ingresso/uscita sono di circa ½ ora, così come il tempo di evoluzione nel bacino, pari a circa ½ ora. Il tempo di accosto è di circa 1 ora, mentre i tempi di preparazione allo scarico e trasferimento del GNL sono complessivamente di 20 ore;
- le attività di cui sopra sono state considerate quotidiane;
- per il generatore alimentato a gas da 5,5 MW (Ge-Gas) situato sulla FSRU si è ipotizzato una marcia continua e costante.

Nella successiva tabella si riportano i valori caratteristici delle sorgenti utilizzate nella simulazione del presente scenario.

Al fine di definire i flussi di massa dell'emissione delle Navi spola si sono utilizzati fattori emissivi specifici ricavati dai limiti previsti MARPOL Annex VI (Tier III), per le Bunkering vessel si è fatto riferimento ai dati riportati nelle schede tecniche di navi tipo, mentre per i rimorchiatori si sono utilizzati i fattori EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019 Tier III (considerando motori HSD alimentati a MDO).

I flussi emissivi specifici per ciascun inquinante sono quindi stati calcolati in base al massimo periodo di funzionamento giornaliero stimato, a partire da tali fattori emissivi.

Tabella 3-7: Sorgenti e caratteristiche emissive

Sorgente	Altezza emissione [m]	Diametro emissione [m]	Temperatura emissione [°K]	Velocità effluente [m/s]	Fase emissiva	Inquinante	Flusso emissivo [g/s]
Ge-Gas da 5,5 MW	50	0,86	674	35	Marcia	NO _x	2,2
Nave spola 30000 m ³	35	0,9	633	35	Navigazione	NO _x	6,00
					Scarico GNL	NO _x	2,00
Rimorch.	24	1,0	673	25	Navigazione	NO _x	6,72
						PM ₁₀	0,65
						SO ₂	3,25

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME	100-ZA-E-85018	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 19 di 33	Rev. 02

Rif. TPIDL 201969C-100-RT-6201-001

Tabella 3-8: Caratteristiche dei motori dei mezzi navali impiegati.

Sorgente	N° Giri in propulsione [RPM]	Potenza in propulsione [kW]	N° Giri in scarico GNL [RPM]	Potenza in scarico GNL [kW]
Nave spola 30000 m ³	600	3.200	-	2130
Rimorchiatore	1.600	2.600 (Potenza eff.)	-	-

3.4.2. Scenario medio annuo.

Lo scenario medio annuo è stato simulato considerando una configurazione di esercizio del Terminale giornaliera, ponderata con gli effettivi giorni di attività previsti nell'anno, al fine di poter effettuare un confronto con i valori limite di media annua stabiliti dalla normativa. Tale scenario è stato così definito:

- la Nave spola e la bunkering vessel sono sempre accompagnate da due rimorchiatori sia in ingresso che in uscita dal porto;
- Nella stessa giornata non sono mai presenti contemporaneamente la Nave spola e la bunkering vessel.
- i tempi di percorrenza della rotta di ingresso/uscita per la Nave spola sono di circa ½ ora, così come il tempo di evoluzione nel bacino, pari a circa ½ ora. Il tempo di accosto è di circa 1 ora, mentre i tempi di preparazione e trasferimento del GNL sono complessivamente di 20 ore.
- i tempi di percorrenza della rotta di ingresso/uscita per la bunkering vessel sono di circa ½ ora, così come il tempo di evoluzione nel bacino, pari a circa ½ ora. Il tempo di accosto è di circa 1 ora, mentre i tempi di preparazione e trasferimento del GNL sono complessivamente di 12 ore.
- per il generatore alimentato a gas da 5,5 MW (Ge-Gas) situato sulla FSRU si è ipotizzato una marcia continua e costante pari al 5% del tempo annuale (440 ore anno).

Le attività di cui sopra sono state ponderate secondo l'effettiva frequenza annuale come riportato in Tabella 3-9.

Tabella 3-9: Transiti Annuali Previsti

Tipologia Nave [m ³]	Azione in deposito	N° approdi annui
Nave spola 30.000 m ³	Scarico GNL	46
Bunkering vessel 7.500 m ³	Prelievo GNL	46
Rimorchiatore	-	46 per ogni tipologia di nave

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME	100-ZA-E-85018	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 20 di 33	Rev. 02

Rif. TPIDL 201969C-100-RT-6201-001

Nella successiva tabella si riportano i valori caratteristici delle sorgenti utilizzate nella simulazione del presente scenario.

Al fine di definire i flussi di massa dell'emissione delle Navi spola si sono utilizzati fattori emissivi specifici ricavati dai limiti previsti MARPOL Annex VI (Tier III), per le Bunkering vessel si è fatto riferimento ai dati riportati nelle schede tecniche di navi tipo, mentre per i rimorchiatori si sono utilizzati i fattori EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019 Tier III (considerando motori HSD alimentati a MDO).

I flussi emissivi specifici per ciascun inquinante sono quindi stati calcolati in base all'effettivo periodo di funzionamento stimato nell'anno, a partire da tali fattori emissivi.

Tabella 3-10: Sorgenti Individuate e Caratteristiche Emissive.

Sorgente	Altezza emissione [m]	Diametro emissione [m]	Temperatura emissione [°K]	Velocità effluente [m/s]	Fase emissiva	inquinante	Flusso emissivo [g/s]
Ge-Gas da 5,5 MW	50	0,86	674	35	Marcia	NO _x	0,11
Nave spola 30000 m ³	35	0,9	633	35	Navigazione	NO _x	0,76
					Scarico GNL	NO _x	0,25
Bunkering vessel 7500 m ³	16	0,7	633	35	Navigazione	NO _x	0,39
					Prelievo GNL	NO _x	0,25
Rimorch.	24	1,0	673	25	Navigazione	NO _x	0,85
						PM ₁₀	0,08
						SO ₂	0,41

Tabella 3-11: Caratteristiche dei Motori dei Mezzi Navali Impiegati.

Sorgente	N° Giri in propulsione [RPM]	Potenza in propulsione [kW]	N° Giri in scarico/prelievo GNL [RPM]	Potenza in scarico/prelievo GNL [kW]
Nave spola 30000 m ³	600	3.200	-	2130
Bunkering vessel 7500 m ³	750	1.800	1200	2130
Rimorchiatore	1.600	2.600	-	-

Documento di proprietà **SNAM**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

TECHNIP ITALY DIREZIONE LAVORI S.p.A. - 00148 ROMA - Viale Castello della Magliana, 68

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME	100-ZA-E-85018	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 21 di 33	Rev. 02

Rif. TPIDL 201969C-100-RT-6201-001

4. DESCRIZIONE DEL MODELLO CALPUFF

Il presente studio è stato condotto mediante l'utilizzo del modello CALPUFF, modello gaussiano a puff multistrato non stazionario, sviluppato da Earth Tech Inc, in grado di simulare il trasporto, la trasformazione e la deposizione atmosferica di inquinanti in condizioni meteo variabili non omogenee e non stazionarie.

CALPUFF è stato adottato da U.S. Environmental Protection Agency (U.S. EPA) nelle proprie linee guida sulla modellistica per la qualità dell'aria (40 CFR Part 51 Appendix W – Aprile 2003) come uno dei modelli preferiti in condizioni di simulazione long-range oppure per condizioni locali caratterizzate da condizioni meteorologiche complesse, ad esempio orografia complessa e calme di vento. Inoltre il modello appartiene alla tipologia di modelli consigliati dalle linee guida lombarde (Paragrafo 10, Allegato I) e descritti al paragrafo 3.1.2 della linea guida RTI CTN_ ACE 4/2001 "Linee guida per la selezione e l'applicazione dei modelli di dispersione atmosferica per la valutazione della qualità dell'aria", Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente, Centro Tematico Nazionale — Aria Clima Emissioni, 2001. Ne risulta quindi che il modello CALPUFF è uno tra i modelli più utilizzati e universalmente riconosciuti come supporto per gli studi di impatto ambientale.

Il sistema di modellazione CALPUFF è, infatti, un modello di dispersione e trasporto che analizza i puff di sostanze emesse da parte di sorgenti, simulando la dispersione ed i processi di trasformazione lungo il percorso in atmosfera delle sostanze stesse. Esso include tre componenti principali:

- pre-processore CALMET, un modello meteorologico, dotato di modulo diagnostico di vento, iniziabile attraverso dati da stazioni (superficiali e in quota) e in grado di ricostruire i campi 3D di vento e temperature e 2D dei parametri della turbolenza;
- CALPUFF, ossia il modello di dispersione gaussiana a puff;
- post-processore CALPOST, preposto all'estrazione dai file binary prodotti in uscita da CALPUFF.

Un diagramma di processo e delle informazioni necessarie per effettuare simulazioni di dispersione con CALMET/CALPUFF è rappresentato nella figura seguente.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME	100-ZA-E-85018	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 22 di 33	Rev. 02

Rif. TPIDL 201969C-100-RT-6201-001

CALPUFF MODELING SYSTEM

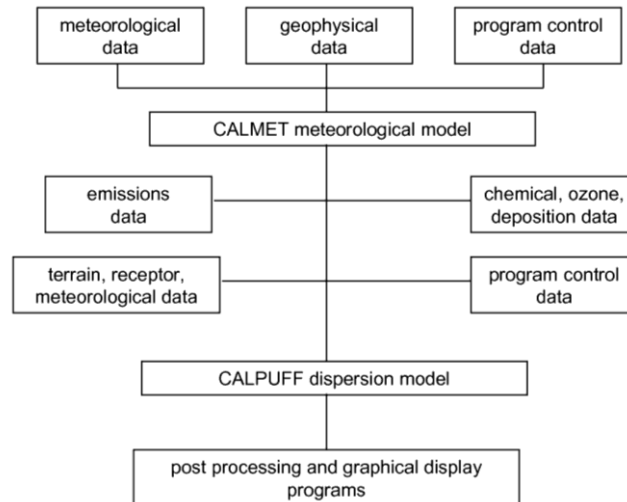


Figura 4-1: Schematizzazione del sistema modellistico CALMET/CALPUFF.

CALPUFF, può utilizzare i campi meteo tridimensionali prodotti da specifici pre-processor (CALMET).

I modelli a segmenti o puff partono dalle medesime equazioni dei modelli gaussiani, ma da differenti condizioni iniziali, ipotizzando la dispersione di “nuvolette” di inquinante a concentrazione nota e di forma assegnata (gaussiana o “slug”), e permettono di riprodurre in modo semplice la dispersione in atmosfera di inquinanti emessi in condizioni non omogenee e non stazionarie, superando quindi alcune limitazioni dei classici modelli gaussiani fra cui ISC3. L’emissione viene discretizzata in una serie di singoli puff. Ognuna di queste unità viene trasportata all’interno del dominio di calcolo per un certo intervallo di tempo ad opera del campo di vento in corrispondenza del baricentro del puff in un determinato istante. In questo modo, al variare della direzione del vento, il modello a puff segue con maggiore precisione la traiettoria effettiva dell’emissione rispetto all’approccio tradizionale dove è l’intero plume a cambiare direzione insieme al vento. La differenza tra i due metodi è raffigurata nell’immagine seguente.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME	100-ZA-E-85018	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 23 di 33	Rev. 02

Rif. TPIDL 201969C-100-RT-6201-001

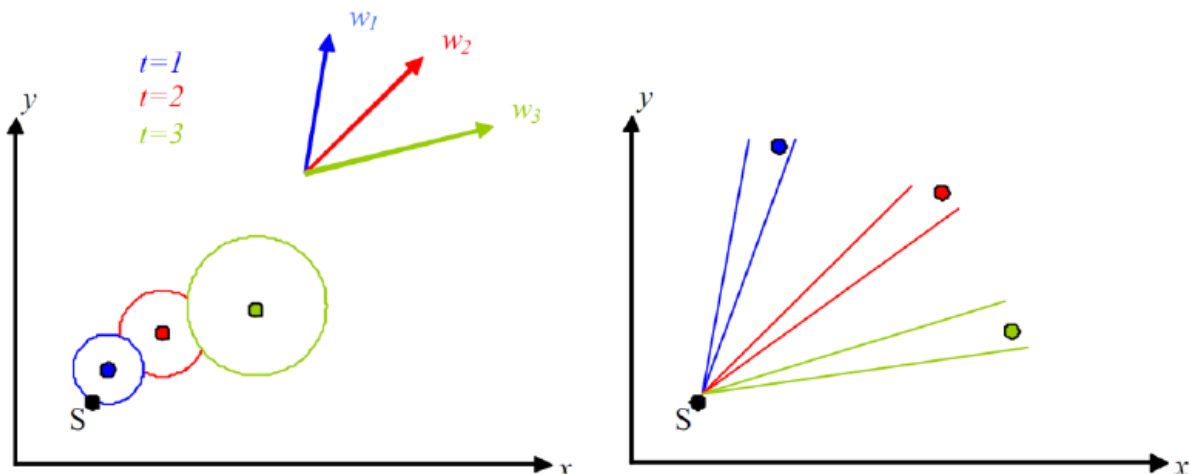


Figura 4-2: Differenze di dispersione fra modelli a puff (sinistra) e gaussiani tradizionali (destra).

Ogni segmento produce un campo di concentrazioni al suolo calcolato secondo la formula gaussiana e solo il segmento più prossimo al punto recettore contribuisce a stimare la concentrazione nel recettore stesso. La Figura 4-3 illustra la procedura descritta. La concentrazione totale ad un certo istante viene calcolata sommando i contributi di ogni singolo puff.

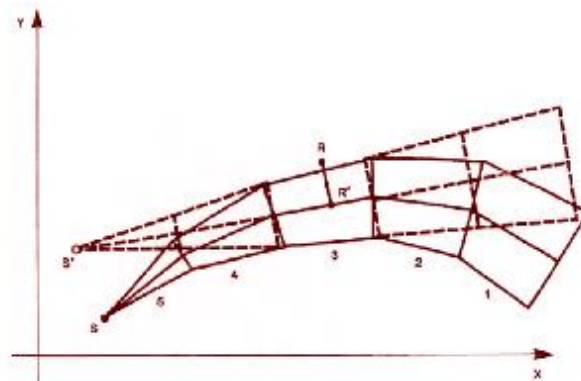


Figura 4-3: Segmentazione del pennacchio nei modelli a puff.

A differenza di quanto avviene nel modello gaussiano standard, non si fa l'ipotesi che la diffusione lungo la direzione di moto del pennacchio, x , sia trascurabile rispetto allo spostamento. Questo fa sì che, da un lato, nell'equazione, che descrive questo modello, la velocità del vento non compaia più esplicitamente e, dall'altro lato, che il modello possa essere usato anche per le situazioni di vento debole o di calma. La concentrazione al suolo nel punto recettore è la somma dei contributi (D_c) di tutti i puff. L'equazione del modello a puff è la seguente (Zannetti, 1990):

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME	100-ZA-E-85018	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 24 di 33	Rev. 02

Rif. TPIDL 201969C-100-RT-6201-001

$$\Delta c = \frac{\Delta M}{(2\pi)^{3/2} \sigma_h^2 \sigma_z^2} \exp\left[-\frac{I(x_p - x_r)^2}{2 \sigma_h^2}\right] \exp\left[-\frac{I(y_p - y_r)^2}{2 \sigma_h^2}\right] \exp\left[-\frac{I(z_p - z_r)^2}{2 \sigma_z^2}\right] \quad (7)$$

dove:

$\Delta M = Q \Delta t$ massa emessa nell'intervallo di tempo t [Kg]
 x_p, y_p, z_p coordinate del baricentro dell'i-esimo puff [m]
 x_r, y_r, z_r coordinate del punto recettore [m]
 σ_h, σ_z coefficienti di dispersione orizzontale e verticale [m], determinabili
 come visto nella precedente sezione

I puff emessi si muovono nel tempo sul territorio: il centro del puff viene trasportato dal campo di vento tridimensionale mentre la diffusione causata dalla turbolenza atmosferica provoca l'allargamento del puff ed è descritta dai coefficienti di dispersione istantanei. I coefficienti di dispersione nelle tre direzioni sono funzione, come nel caso del modello gaussiano, della distanza (o tempo di percorrenza) e delle caratteristiche dispersive dell'atmosfera.

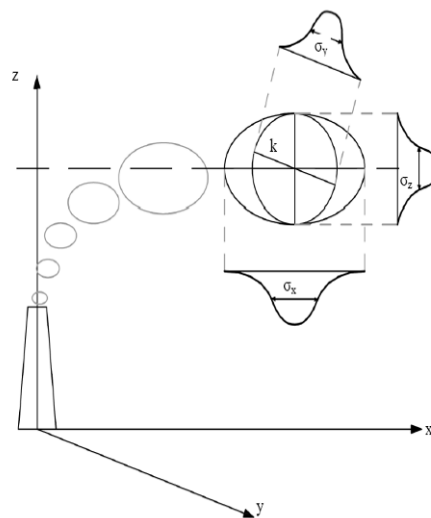


Figura 4-4: Schema di un modello a puff con indicazione dei coefficienti di dispersione relativi al puff k.

Gli algoritmi di CALPUFF consentono di considerare opzionalmente diversi fattori, quali:

- l'effetto scia generato dagli edifici prossimi alla sorgente (building downwash) o allo stesso camino di emissione;
- la fase transizionale del pennacchio;
- la penetrazione parziale del plume raise in inversioni in quota;
- gli effetti di lungo raggio quali deposizione secca e umida;
- le trasformazioni chimiche;

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME	100-ZA-E-85018	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 25 di 33	Rev. 02

Rif. TPIDL 201969C-100-RT-6201-001

- lo share verticale del vento;
- il trasporto sulle superfici d'acqua;

la presenza di orografia complessa o di zone costiere.

In riferimento all'ultimo punto, l'effetto del terreno viene schematizzato dividendo il flusso in due componenti, una di ascensione, con alterazione del tasso di diffusione, e un'altra di contorno, deflessione o divisione attorno agli ostacoli. Come per CALMET, le simulazioni con il modello CALPUFF sono raccomandate in una scala che può variare da una decina di metri (vicino al campo) ad un centinaio di chilometri (trasporto su lunga distanza) dalle sorgenti. Il modello permette la divisione orizzontale e verticale del puff.

CALPUFF utilizza inoltre diverse possibili formulazioni per il calcolo dei coefficienti di dispersione. Nello studio in esame è stata utilizzata l'opzione "Micrometeorology" che permette il calcolo dei coefficienti di dispersione a partire dai meteorologici disponibili (Lunghezza di Monin-Ubukhov, velocità d'attrito, ecc.).

Per simulare al meglio le condizioni reali di emissione, il modello permette di configurare le sorgenti attraverso sorgenti puntiformi, lineari, areali e volumetriche.

La trattazione matematica del modello è piuttosto complessa e si rinvia al manuale tecnico di CALPUFF per ulteriori approfondimenti (Scire et al., 2011).

CALPOST è invece il postprocessore preposto all'estrazione dai file binari prodotti in uscita da CALPUFF delle concentrazioni e/o dei flussi di deposizione e del numero di superamenti di una prefissata soglia sulla base di differenti intervalli di mediazione temporali. Quindi, la funzione di questo post processore è quella di analizzare l'output di CALPUFF in modo da estrarre i risultati desiderati e schematizzarli in un formato idoneo ad una buona visualizzazione. Infatti, attraverso CALPOST, si ottengono matrici che riportano i valori di ricaduta calcolati per ogni nodo della griglia definita, relativi alle emissioni di singole sorgenti e per l'insieme di esse. I risultati ottenuti possono essere elaborati attraverso un qualsiasi software di visualizzazione grafica (come ad es. il SURFER o sistemi GIS) risultati dello studio

Lo studio modellistico relativo alla dispersione degli inquinanti in atmosfera rilasciati durante le attività legate al deposito del GNL è stato condotto sulla base di stime di emissioni di SO₂, PM₁₀ e di NO_x secondo standard internazionali consolidati.

Inoltre, gli studi modellistici sono stati condotti secondo le ipotesi più conservative sia in termini di fattori di emissione sia in durata delle attività.

Si precisa che i fattori di emissione stimati ai paragrafi precedenti fanno riferimento agli ossidi di azoto totali (NO_x), mentre i limiti di legge è fissato solo per gli NO₂.

È necessario quindi definire il rapporto NO₂/NO_x, che può variare in funzione di molti fattori, quali le concentrazioni dei rispettivi inquinanti e la presenza di ozono. Nel presente studio è fissato un rapporto NO₂/NO_x pari a 1 valore fortemente cautelativo.

Le mappe delle curve di iso-concentrazione al suolo per gli inquinanti in oggetto rappresentano l'andamento spaziale della concentrazione calcolate, in particolare si riportano le mappe che hanno prodotto concentrazioni almeno pari ad almeno 1% del limite applicabile, ritenendo quelle inferiori come non significative in termini di contributo ai valori esistenti.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME	100-ZA-E-85018	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 26 di 33	Rev. 02

Rif. TPIDL 201969C-100-RT-6201-001

5. DESCRIZIONE DEI RISULTATI OTTENUTI

Nei prossimi capitoli si riportano i dettagli dei risultati ottenuti, nel caso di valori trascurabili rispetto ai limiti applicabili non si ritiene utile riportare le mappe di isoconcentrazione per la loro scarsa significatività.



5.1. Biossido di azoto (NO₂)

5.1.1. Limite Orario.

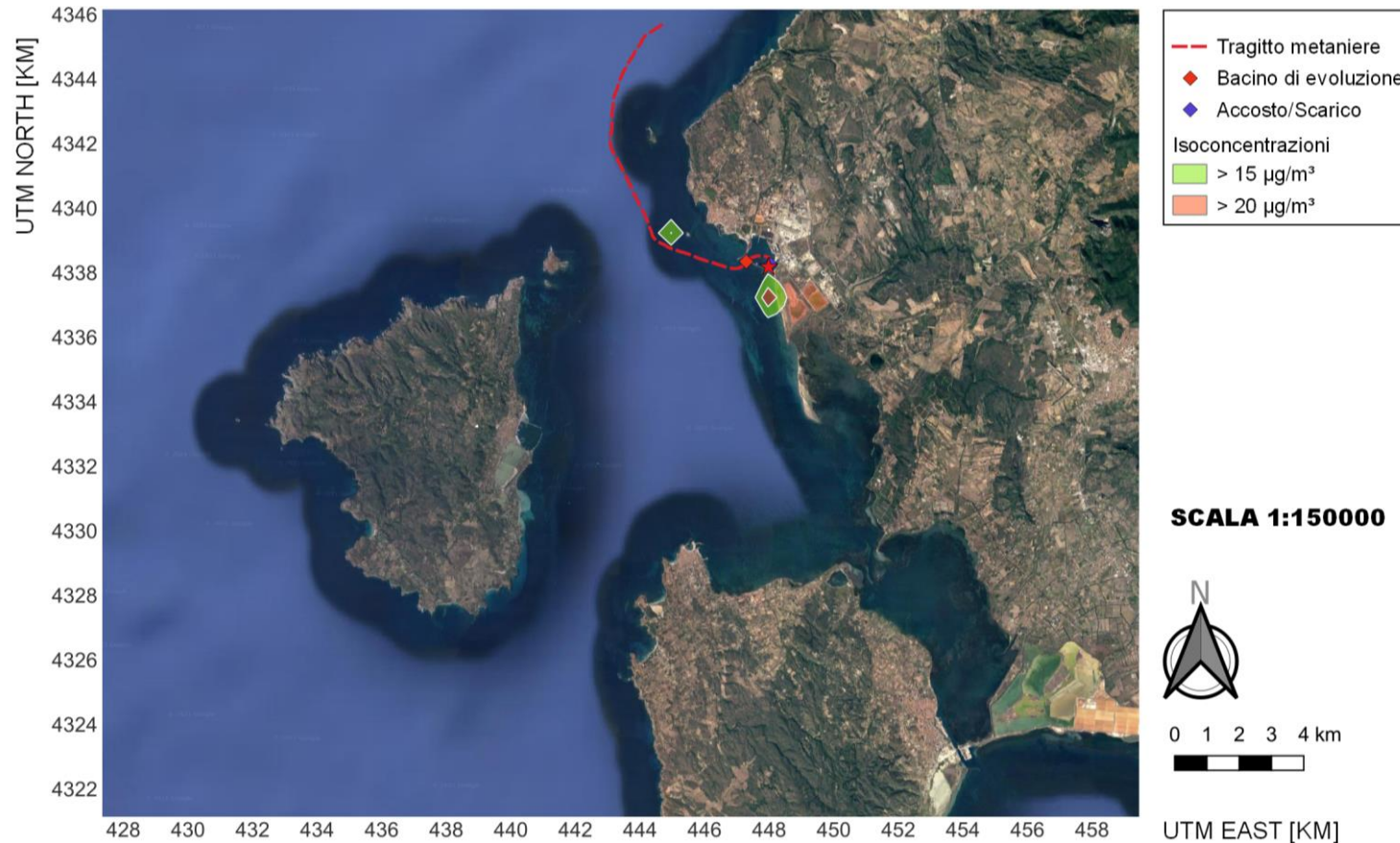
Per quanto concerne gli NO_x, il limite di legge orario fissato dal D. Lgs 155/2010 è pari a 200 µg/m³ e non può essere superato per più di 18 volte in un anno, il che corrisponde al 99,8 percentile del valore su media oraria.

In Figura 5-1 è evidente che i valori rientrano ampiamente nei limiti applicabili. Le ricadute massime, dell'ordine di 25-20 µg/m³ sono localizzate nei pressi dell'area portuale (S e NO dall'attracco), in aree a mare; mentre per le aree residenziali più esposte (NNO rispetto all'attracco), le ricadute si attestano su valori inferiori a 15 µg/m³.

Come precedentemente evidenziato, tali valori risultano ampiamente al di sotto dei limiti di normativa.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME	100-ZA-E-85018	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 27 di 33	Rev. 02

Rif. TPIDL 201969C-100-RT-6201-001



**Figura 5-1: Andamenti al 99,8 percentile delle concentrazioni orarie di NO₂
 (Limite orario D. Lgs 155/10: 200 µg/m³ da non superare più di 18 volte in un anno)**

Documento di proprietà **SNAM**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

TECHNIP ITALY DIREZIONE LAVORI S.p.A. - 00148 ROMA - Viale Castello della Magliana, 68

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME	100-ZA-E-85018	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 28 di 33	Rev. 02

Rif. TPIDL 201969C-100-RT-6201-001

5.1.2. Limite annuale.

Per quanto concerne gli NO_x, il limite di legge annuale fissato dal D. Lgs 155/2010 è 40 µg/m³.

In Figura 5-2 è evidente che i valori sono ampiamente nei limiti applicabili. Le ricadute massime, dell'ordine di 0,2 µg/m³ sono localizzate esclusivamente a sud dall'area portuale (in mare).

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME	100-ZA-E-85018	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 29 di 33	Rev. 02

Rif. TPIDL 201969C-100-RT-6201-001



**Figura 5-2: Andamenti delle concentrazioni medie annuali di NO₂
(Limite annuo D. Lgs 155/10: 40 µg/m³)**

Documento di proprietà **SNAM**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

TECHNIP ITALY DIREZIONE LAVORI S.p.A. - 00148 ROMA - Viale Castello della Magliana, 68

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME	100-ZA-E-85018	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 30 di 33	Rev. 02

Rif. TPIDL 201969C-100-RT-6201-001



5.2. Biossido di zolfo (SO₂)

5.2.1. Limite orario.

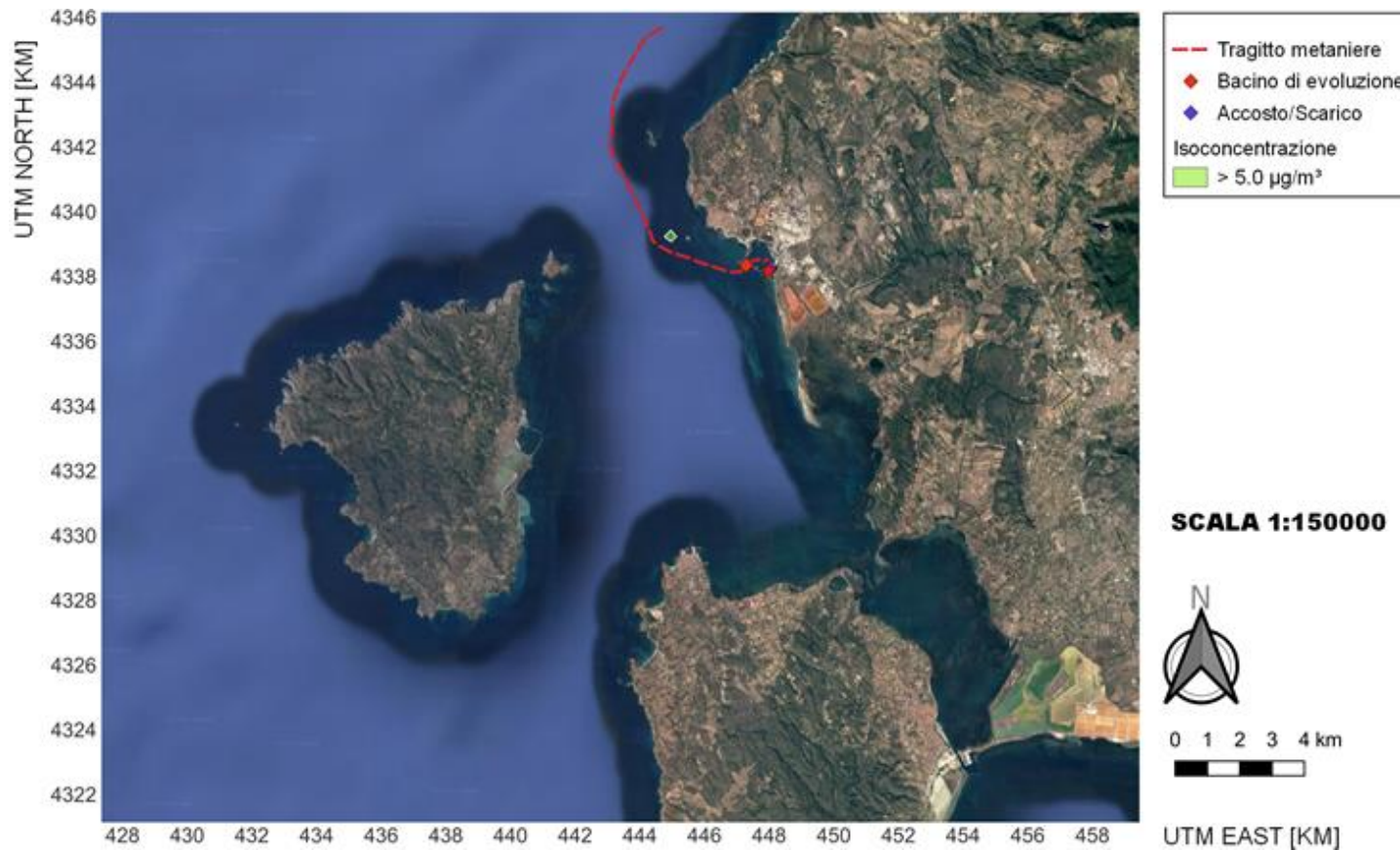
Per quanto concerne gli SO₂, il limite di legge orario fissato dal D. Lgs 155/2010 è pari a 350 µg/m³ e non può essere superato per più di 24 volte in un anno, il che corrisponde al 99,7 percentile del valore su media oraria.

I massimi valori di ricaduta simulati dal modello (Figura 5-3) sono entro poche unità di µg/m³ e limitati ad aree marine, pertanto non si ravvedono criticità.

Come precedentemente evidenziato, tali valori risultano ampiamente al di sotto dei limiti di normativa.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME	100-ZA-E-85018	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 31 di 33	Rev. 02

Rif. TPIDL 201969C-100-RT-6201-001



**Figura 5-3: Andamenti al 99,7 percentile delle concentrazioni orarie di SO₂
 (Limite orario D. Lgs 155/10: 350 µg/m³ da non superare più di 24 volte in un anno)**

Documento di proprietà **SNAM**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

TECHNIP ITALY DIREZIONE LAVORI S.p.A. - 00148 ROMA - Viale Castello della Magliana, 68

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME	100-ZA-E-85018	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 32 di 33	Rev. 02

Rif. TPIDL 201969C-100-RT-6201-001

5.2.2. Limite giornaliero

Per quanto concerne gli SO₂, il limite di legge giornaliero fissato dal D. Lgs 155/2010 è pari a 125 µg/m³ e non può essere superato per più di 3 volte in un anno, il che corrisponde al 99,2 percentile del valore su media giornaliero.

I valori calcolati dal modello risultano trascurabili (non raggiungono 1% del limite giornaliero) e pertanto non risultano significativi.

5.3. **Polveri PM₁₀**

5.3.1. Limite Giornaliero.

Per quanto concerne le polveri PM₁₀, il limite di legge orario fissato dal D. Lgs 155/2010 è pari a 50 µg/m³ e non può essere superato per più di 35 volte in un anno, il che corrisponde al 90,4 percentile del valore su media giornaliera.

I dati ottenuti dalla simulazione previsionali risultano prossimi a tre ordini di grandezza in meno rispetto al limite descritto sopra, pertanto privi di valore sullo stato della qualità dell'aria esistente.

5.3.2. Limite Annuale.

Per quanto concerne le polveri PM₁₀ il limite di legge annuale fissato dal D. Lgs 155/2010 è 40 µg/m³.

I dati ottenuti dalla simulazione previsionali risultano prossimi a quattro ordini di grandezza in meno rispetto al limite descritto sopra, pertanto privi di valore sullo stato della qualità dell'aria esistente.

	PROGETTISTA 	COMMESSA GC/R2004	UNITA' 001
	LOCALITA' PORTOVESME	100-ZA-E-85018	
	PROGETTO / IMPIANTO TERMINALE DI PORTOVESME	Fg. 33 di 33	Rev. 02

Rif. TPIDL 201969C-100-RT-6201-001

6. CONCLUSIONI

Il presente studio ha come obiettivo la valutazione degli impatti relativi ad un nuovo terminale di ricezione, stoccaggio e rigassificazione di Gas Naturale Liquefatto (GNL) all'interno del porto di Portovesme.

In particolare sono state considerate le emissioni del traffico navale per il trasporto del GNL (compresi i rimorchiatori necessari all'ingresso in banchina) e le emissioni di un motore a combustione interna per la produzione di energia, rappresentate dalle sorgenti associate ai mezzi operanti.

Gli inquinanti considerati sono stati scelti in base alle caratteristiche di emissione delle sorgenti che vengono introdotte dal progetto con particolare attenzione per quelli che presentano limiti molto restrittivi e che possono essere presenti nell'area di studio nello stato attuale (vedi Capitolo 3.1).

Per il calcolo previsionale sono stati definiti due scenari di cui il primo necessario per la valutazione del massimo impatto giornaliero, mentre il secondo destinato alla valutazione dei limiti annuali. L'obiettivo di entrambi è quello di simulare le condizioni di esercizio del progetto finalizzate alla miglior rappresentazione dei limiti vigenti di qualità dell'aria.

Dai risultati illustrati nel precedente capitolo le attività considerate hanno degli impatti minimi e trascurabili sullo stato della qualità dell'aria dell'area del progetto, in particolar modo in riferimento ai centri urbani più prossimi all'area del porto.