

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 1 di 77	Rev. 1

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

EMERGENZA GAS
Incremento di capacità di rigassificazione (DL 17 Maggio 2022, n. 50)
FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti

STUDIO AMBIENTALE
Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Fase di Esercizio)

1	REVISIONATO PER APPROFONDIMENTI ISS	RINA Consulting S.p.A.	F. MARCHETTI	S. SCANDALEV. FORLIVESI	Ottobre 2022
0	EMISSIONE PER PERMESSI	RINA Consulting S.p.A.	W. Bambara I. Bucca	S.Scandale R.Bozzini	15/06/2022
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato Autorizzato	Data

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 2 di 77	Rev. 1

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

INDICE

LISTA DELLE TABELLE	4
LISTA DELLE FIGURE	6
1. INTRODUZIONE	9
2. DESCRIZIONE DEL PROGETTO	11
2.1. Descrizione Generale del Processo	12
2.2. Sistema di Vaporizzazione	13
2.3. Gestione del Boil-Off Gas (BOG)	13
2.4. Alimentazione Elettrica	13
2.5. Emissioni in Atmosfera	14
2.5.1. Emissioni in Condizioni di Normale Esercizio	14
2.5.2. Emissioni da Traffico Indotto	15
3. RIFERIMENTI NORMATIVI	17
4. DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ	20
4.1. Quadro Sintetico delle Attività Svolte	20
4.2. Descrizione del Modello Calpuff	23
4.3. Ipotesi Modellistiche	28
4.3.1. Dati meteorologici di riferimento	28
4.3.2. Scenari Emissivi Simulati	32
Scenario massimo	32
Scenario medio annuo	34
4.3.3. Ulteriori simulazioni a seguito della richiesta di integrazioni	35
4.3.4. Identificazione dei ricettori discreti	37
5. DESCRIZIONE DEI RISULTATI OTTENUTI	41
5.1. Ossidi di Azoto (NO_x)	41
5.1.1. Limite Orario (Scenario Massimo)	41
5.1.2. Limite annuale (Scenario Medio Annuo)	54
5.2. Polveri (PM₁₀)	57
5.2.1. Limite Giornaliero (Scenario Massimo)	57
5.2.2. Limite Annuale (Scenario Medio Annuo)	62
5.3. Polveri (PM_{2.5})	64

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 3 di 77	Rev. 1

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

5.3.1.	Limite Giornaliero (Scenario Massimo)	64
5.3.2.	Limite Annuale (Scenario Medio Annuo)	65
5.4.	Biossido di zolfo (SO₂)	65
5.4.1.	Limite Orario e Giornaliero (Scenario Massimo)	65
5.4.2.	Limite Annuale (Scenario Medio Annuo)	70
5.5.	Microinquinanti (NMVOC, Metalli, IPA e PCDD/F)	71
5.5.1.	Concentrazioni medie annue	71
5.5.2.	Deposizioni al suolo per alcuni metalli rappresentativi, PCDD/F e Benzo(a)pirene	73
6.	CONCLUSIONI	76

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 4 di 77	Rev. 1

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

LISTA DELLE TABELLE

Tabella 2-1: Caratteristiche e Dati Emissivi del Motore di bordo	14
Tabella 2-2: Caratteristiche e Dati Emissivi Navi metaniere	15
Tabella 2-3: Caratteristiche e Dati Emissivi del rimorchiatore	15
Tabella 3-1: Valori Limite e Livelli Critici per i Principali Inquinanti Atmosferici, Decreto Legislativo 13 Agosto 2010, No. 155	17
Tabella 3.2: Valori di riferimento (AQG levels) raccomandati dalle Linee Guida 2021 dell'OMS (la tabella riporta anche gli interm target)	18
Tabella 3-3: Valori limite emissivi considerati per i motori della FSRU. Allegato I alla Parte V del D.Lgs 152/06 - Punto 1.4 "Impianti multicomcombustibile - Motori fissi costituenti medi impianti di combustione esistenti alimentati a combustibili gassosi"	19
Tabella 4.1: Speciazione media IPA nei mezzi navali (Fonte: EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019, Last Update December 2021)	23
Tabella 4-2: Sorgenti emissive e relative caratteristiche (scenario massimo)	33
Tabella 4-3: Sorgenti emissive e relative caratteristiche (scenario medio)	35
Tabella 4.4: Fattori emissivi di microinquinanti associati ai singoli rimorchiatori nello scenario medio annuo, stimati a partire dal documento "EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019 (Update Dec. 2021)"	36
Tabella 4-5: Descrizione ricettori discreti e centraline di qualità dell'aria	40
Tabella 5-1: Scenario Massimo – 99.8° percentile delle ricadute medie orarie e 99° percentile delle ricadute medie giornaliere di NO _x in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline	53
Tabella 5-2: Scenario Medio Annuo - Ricadute medie annue di NO _x in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline	56
Tabella 5-3: Scenario Massimo - 90.4° e 99° percentile delle ricadute medie giornaliere di PM ₁₀	60
Tabella 5-4: Scenario Medio Annuo - Ricadute medie annue di PM ₁₀ in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline	63
Tabella 5-5: Scenario Massimo – 99.7° percentile delle ricadute medie orarie, e 99.2° e 99° percentile delle ricadute medie giornaliere di SO ₂ in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline	68
Tabella 5.6: Concentrazioni medie annue di NMVOC, Metalli, IPA e PCDD/F stimate dal modello nel punto di massima ricaduta al suolo	72
Tabella 5.7: Deposizioni medie su base annuale nel punto di massima ricaduta rappresentativo al suolo (aree verdi) stimate dal modello per Pb, Cd, Ni, As, PCDD/F e Benzo(a)pirene	73

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 5 di 77	Rev. 1

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 6 di 77	Rev. 1

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

LISTA DELLE FIGURE

Figura 2-1:	Inquadramento intervento di progetto	12
Figura 4-1:	Ubicazione delle sorgenti emissive considerate ai fini delle valutazioni modellistiche	22
Figura 4-2:	Schematizzazione del sistema modellistico CALMET/CALPUFF	24
Figura 4-3:	Differenze di dispersione fra modelli a puff (sinistra) e gaussiani tradizionali (destra)	25
Figura 4-4:	Segmentazione del pennacchio nei modelli a puff	25
Figura 4-5:	Schema di un modello a puff con indicazione dei coefficienti di dispersione relativi al puff k 26	
Figura 4-6:	Visualizzazione domini meteorologici e di calcolo.	29
Figura 4-7:	Ricostruzione del modello orografico nell'area in esame	30
Figura 4-8:	Ricostruzione della mappa di uso del suolo nell'area in esame	30
Figura 4-9:	Rosa dei venti a 10 m dal suolo in prossimità del Terminale di Piombino, ricostruita a partire dai dati WRF del 2021	32
Figura 4-10:	Ubicazione ricettori discreti e centraline di qualità dell'aria	39
Figura 5-1:	Scenario Massimo - 99,8 percentile delle concentrazioni medie orarie di NOX (Valore Limite per NO ₂ : 200 µg/m ³ da non superare più di 18 volte in un anno)	42
Figura 5-2:	Scenario Massimo - 99,8° percentile delle concentrazioni medie orarie di NO _x . Contributo associato al solo esercizio della FSRU	43
Figura 5-3:	Scenario Massimo - 99,8° percentile delle concentrazioni medie orarie di NO _x . Contributo associato al solo esercizio della metaniera	44
Figura 5-4:	Scenario Massimo - 99,8° percentile delle concentrazioni medie orarie di NO _x . Contributo associato al solo esercizio dei n. 4 rimorchiatori	44
Figura 5-5:	Dettaglio della condizione meteorologica associata al 99,8° percentile delle ricadute orarie di NO _x nel punto di massima ricaduta sulla terraferma (cerchiato in figura). Le frecce mostrano l'andamento del campo di vento nell'ora identificata (venti da est).	45
Figura 5-6:	Rosa dei venti a 10 m dal suolo in corrispondenza del baricentro delle sorgenti emissive	46
Figura 5-7:	Rosa dei venti "notturna" (fascia oraria "22:00 ÷ 06:00") a 10 m dal suolo in corrispondenza del baricentro delle sorgenti emissive	47
Figura 5-8:	Rosa dei venti "diurna" (fascia oraria "06:00 ÷ 22:00") a 10 m dal suolo in corrispondenza del baricentro delle sorgenti emissive	47
Figura 5-9:	Rosa dei venti autunnale (dal 23 Settembre al 21 Dicembre) a 10 m dal suolo in corrispondenza del baricentro delle sorgenti emissive	48

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 7 di 77	Rev. 1

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

Figura 5-10: Rosa dei venti invernale (dal 22 Dicembre al 20 Marzo) a 10 m dal suolo in corrispondenza del baricentro delle sorgenti emissive	48
Figura 5-11: Rosa dei venti primaverile (dal 21 Marzo al 21 Giugno) a 10 m dal suolo in corrispondenza del baricentro delle sorgenti emissive	49
Figura 5-12: Rosa dei venti estiva (dal 22 Giugno al 22 Settembre) a 10 m dal suolo in corrispondenza del baricentro delle sorgenti emissive	49
Figura 5-13: Ubicazione della stazione meteorologica Venturina	50
Figura 5-14: Confronto tra la rosa dei venti notturna del 2021 in corrispondenza delle coordinate della stazione Venturina ottenuta con i dati WRF (a sinistra) e la corrispettiva rosa dei venti da dati registrati dalla stazione nel 2021 (a destra).	51
Figura 5-15: Scenario Massimo – 99° percentile delle concentrazioni medie orarie di NOX (Valore di riferimento dell'OMS per NO2: 25 µg/m³)	52
Figura 5-16: Scenario Medio Annuo - Concentrazioni medie annuali di NOX (Valore Limite per NO2: 40 µg/m³. Valore di riferimento OMS: 10 µg/m³.)	55
Figura 5-17: Scenario Massimo - 90,4 percentile delle concentrazioni medie giornaliere di Polveri (Valore Limite per PM10: 50 µg/m³ da non superare più di 35 volte in un anno)	58
Figura 5-18: Scenario Massimo – 99° percentile delle concentrazioni medie giornaliere di PM10 (Valore di riferimento OMS per PM10: 45 µg/m³)	59
Figura 5-19: Scenario Medio Annuo - Concentrazioni medie annuali di Polveri (Valore Limite per PM10: 40 µg/m³ - Valore di riferimento OMS: 15 µg/m³)	62
Figura 5-20: Scenario Massimo – 99° percentile delle concentrazioni medie giornaliere di PM2,5 (Valore di riferimento OMS: 15 µg/m³)	64
Figura 5-21: Scenario Medio Annuo - Concentrazioni medie annuali di Polveri (Valore Limite per PM2,5: 25 µg/m³- Valore di riferimento OMS: 5 µg/m³)	65
Figura 5-22: Scenario Massimo - 99,7° percentile delle concentrazioni medie orarie di SO2 (Valore Limite: 350 µg/m³ da non superare più di 24 volte in un anno)	66
Figura 5-23: Scenario Massimo - 99,2° percentile delle concentrazioni medie giornaliere di SO2 (Valore Limite: 125 µg/m³ da non superare più di 3 volte in un anno)	67
Figura 5-24: Scenario Massimo - 99° percentile delle concentrazioni medie giornaliere di SO2 (Valore di riferimento OMS: 40 µg/m³)	68
Figura 5-25: Scenario Medio Annuo - Concentrazioni medie annuali di SO2 (Livello Critico per la Protezione della Vegetazione: 20 µg/m³)	71
Figura 5-26: Scenario Medio Annuo – Deposizione media su base annuale di Pb (Valore di Riferimento: 100 µg/m²/gg)	74

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 8 di 77	Rev. 1

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

Figura 5-27: Scenario Medio Annuo – Deposizione media su base annuale di Pb (Valore di Riferimento: 100 µg/m2/gg) – DETTAGLIO AREA VERDE RAPPRESENTATIVA 75

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 9 di 77	Rev. 1

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

1. INTRODUZIONE

Nell'ambito delle iniziative legate alla realizzazione di nuove capacità di rigassificazione regolate dall'art.5 del DL n.50 del 17/5/2022 e mirate a diversificare le fonti di approvvigionamento di gas ai fini della sicurezza energetica nazionale, la Società Snam FSRU Italia, controllata al 100% da Snam S.p.A ("Snam"), ha presentato l'istanza autorizzativa per la realizzazione di un Terminale di Rigassificazione nel porto di Piombino (c.d. Progetto FSRU Piombino) tramite l'ormeggio permanente di un mezzo navale tipo FSRU (Floating Storage and Regasification Unit) e la realizzazione delle connesse infrastrutture per l'allacciamento alla rete di trasporto esistente.

L'FSRU avrà una capacità di rigassificazione annuale di circa 5 miliardi di standard metri cubi di gas naturale, equivalente a circa un sesto della quantità di gas naturale oggi importata dalla Russia.

L'FSRU ha uno stoccaggio nominale di 170 mila metri cubi di Gas Naturale Liquefatto (GNL), e sarà in grado di ricevere, rigassificare il GNL e trasferirlo in una nuova condotta che lo convoglierà nel punto di connessione alla Rete Gasdotti, posto a circa 9 km dal punto di ormeggio.

L'FSRU sarà rifornita ad intervalli regolari (5/7 giorni) da metaniere di taglia variabile e sarà anche in grado di rifornire a sua volta metaniere di piccola/media taglia (metaniere Small Scale LNG).

La qualità del gas liquido gestito dalla FSRU dipenderà dalle fonti di approvvigionamento internazionali, pertanto il gas vaporizzato andrà analizzato ed eventualmente corretto per portarlo alle condizioni di trasporto richieste dalla Rete Nazionale. Le apparecchiature ed i sistemi dedicati a tale gestione (correzione indice di Wobbe) sono stati previsti in adiacenza all'impianto PID1 n.2 - PDE posto in corrispondenza del punto di ingresso del gas nella Rete Nazionale (loc. Vignarca in Comune di Piombino).

La FSRU sarà ormeggiata in corrispondenza della Banchina Est della Darsena Nord del Porto di Piombino ed è previsto che entri in esercizio entro Marzo 2023.

La presente relazione è parte integrante dell'istanza autorizzativa del Progetto FSRU Piombino sottomessa ai sensi del comma 5 dell'art. 5 del D.Lgs. n.50 del 17/5/2022.

L'aggiornamento in Rev. 1 del presente documento si è reso necessario in seguito alle integrazioni richieste dall'Istituto Superiore della Sanità (ISS), Dipartimento Ambiente e Salute, che ha trasmesso la richiesta di competenza acquisita agli atti regionali con Prot. 0358596 del 21/09/2022.

Le integrazioni/variazioni rispetto alla precedente versione, sono state evidenziate in rosso.

Nell'aggiornare il documento, per completezza sono state recepite anche le richieste di integrazioni concernenti gli aspetti relativi alla modellistica previsionale pervenute dall'Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana (ARPAT), acquisite agli atti regionali con nota Prot. 0312310 del 08/08/2022. Si evidenzia che, in data 30/08/2022, il Proponente aveva già risposto alle suddette richieste integrative di ARPAT, come da ANNESSO_13 al documento REL-VDO-E-00027 "Risposte del Proponente alle integrazioni richieste dal Commissario Straordinario della Regione Toscana con nota AOOGR / PD Prot. 0315910 del 10.08.2022"¹

¹ <https://www.regione.toscana.it/-/documentazione-integrativa-snam-del-30-agosto-2022>

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 10 di 77	Rev. 1

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

Il presente documento costituisce lo studio di dispersione modellistica delle ricadute degli inquinanti al suolo ed è strutturato come segue:

- Capitolo 2: descrizione del progetto, con identificazione delle emissioni in atmosfera riconducibili all'esercizio del Progetto;
- Capitolo 3: riferimenti normativi in materia di qualità dell'aria e di valori limite emissivi;
- Capitolo 4: descrizione delle attività relative alla caratterizzazione della dispersione degli inquinanti in atmosfera emessi durante la fase di esercizio del Progetto;
- Capitolo 5: descrizione dei risultati ottenuti a valle delle simulazioni modellistiche effettuate;
- Capitolo 6: considerazioni conclusive.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 11 di 77	Rev. 1

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

2. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il Progetto FSRU Piombino è sinteticamente descritto nel seguito:

Terminale FSRU Piombino.

Costituito da:

n.1 FSRU (Floating Storage and Regasification Unit) avente una capacità nominale di stoccaggio pari a circa 170.000 m³, una portata massima di rigassificazione di circa 880.000 Sm³/h e dimensioni pari a circa 292,5 m (lunghezza) x 43,4 m (larghezza).

- Gli impianti e le attrezzature da realizzarsi sulla Banchina Est esistente sono:
 - il sistema di scarico del gas vaporizzato dalla FSRU composto da manichette flessibili ad alta pressione (75 barg);
 - il miglioramento del sistema di ormeggio della banchina, costituito da funi collegate a ganci a scocco installati in banchina;
 - gli impianti di alimentazione elettrica e controllo del Terminale;
 - gli impianti di sistema antincendio;
 - il collegamento tra il sistema di scarico del gas dalla FSRU e il Punto di Intercetto Linea (PIL 1). Il giunto dielettrico, subito a monte del PIL, identifica il punto di ingresso nella rete di trasporto del gas naturale a terra.
- L'Impianto di correzione dell'indice di Wobbe posto in adiacenza al PIDI n.2 – PDE in località Vignarca.

Opere Connesse

Costituite da:

- La condotta "Allacciamento FSRU di Piombino DN1200 (48") doppia tubazione DN 650 (26"), DP 75bar" per il collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti che include quanto segue:
 - Punto di Intercetto Linea (PIL 1) ubicato nelle pertinenze portuali;
 - Tratto di metanodotto di lunghezza complessiva pari a circa 8,8 km fino all'impianto PIDI n.2 – PDE (in località Vignarca) di immissione alla Rete Nazionale Gasdotti;
 - Impianto PIDI n.2 – PDE di collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti contenente le apparecchiature di filtraggio e misura del gas naturale. L'impianto è previsto in ampliamento dell'esistente area trappola Snam Rete Gas del metanodotto Piombino-Torrenieri DN750 (30", 75 bar).

Di seguito si riporta una vista satellitare con l'indicazione delle parti principali dell'intervento:

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 12 di 77	Rev. 1

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

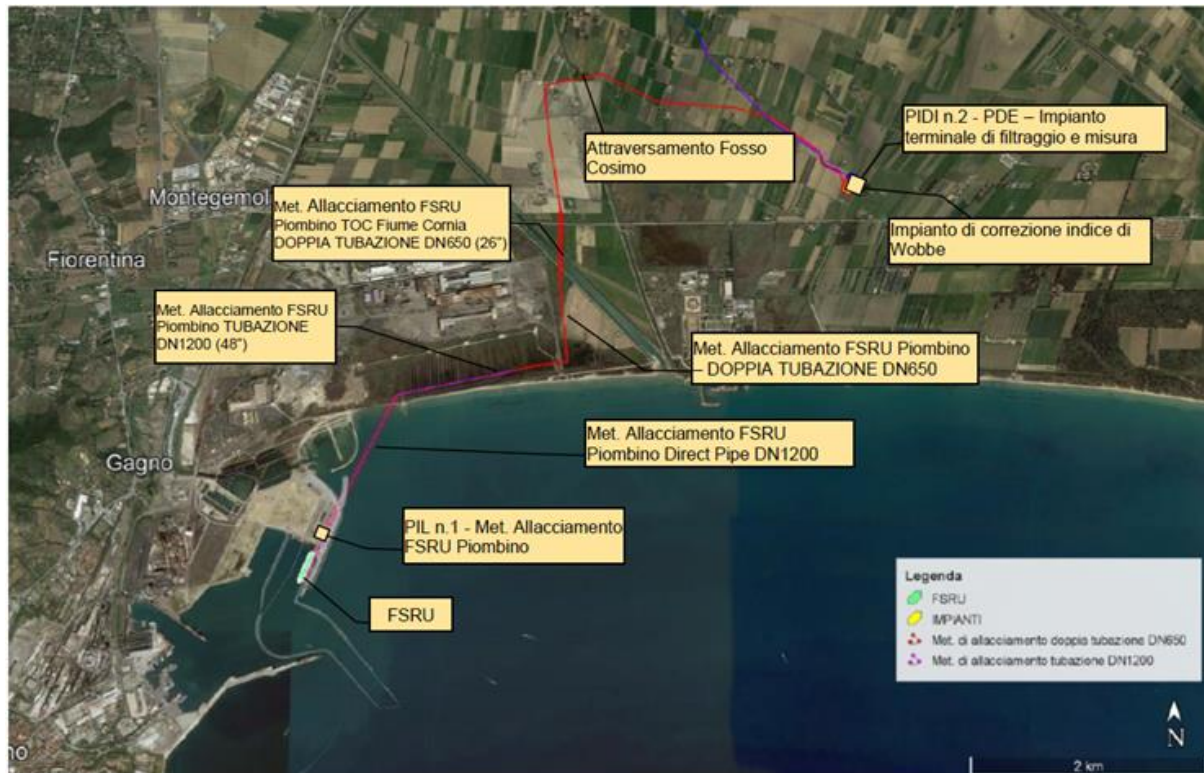


Figura 2-1: Inquadramento intervento di progetto

2.1. Descrizione Generale del Processo

Il trasferimento del GNL avverrà attraverso l'ormeggio STS (ship-to-ship) tra la metaniera e la FSRU. Il GNL, una volta stoccato nei serbatoi della FSRU, sarà quindi trasferito, mediante un sistema di pompaggio, al sistema di vaporizzazione per il cambio di fase. Il gas naturale vaporizzato sarà quindi convogliato al sistema di scarico costituito da n.4 manichette ad alta pressione che lo immetteranno nel tratto di metanodotto che trasferirà il gas naturale alla Rete Nazionale.

Il sistema impiantistico del Terminale di Piombino è progettato per operare senza soluzione di continuità per 365 giorni all'anno 24 ore su 24 ore assicurando una portata annuale di gas naturale di circa 5 miliardi di standard metri cubi.

Il Terminale FSRU di Piombino sarà in grado di operare nelle seguenti modalità:

- Servizio di rigassificazione;
- Servizio di rigassificazione e carico GNL da nave metaniera spola;
- Servizio di carico GNL su nave metaniera di piccola taglia (Small Scale);
- Stoccaggio senza servizio di rigassificazione.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 13 di 77	Rev. 1

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

2.2. Sistema di Vaporizzazione

Il sistema di vaporizzazione è costituito da 3 (tre) treni di rigassificazione, ciascuno dei quali può operare con una portata massima di 294.500 Sm³/h. Il sistema di vaporizzazione opererà normalmente con tutti e 3 i treni.

Il sistema di vaporizzazione si compone delle seguenti apparecchiature principali:

- No.6 pompe booster ciascuna con capacità di 260 m³/h che aumentano la pressione del flusso LNG fino a 75 barg;
- No.3 pompe di sollevamento dell'acqua di mare, ciascuna con una capacità massima di 6.000 m³/h, situate nella sala di prua. Ciascuna pompa d'acqua di mare è dotata di un filtro;
- No.6 scambiatori di calore di tipo shell&tube acqua mare/GNL utilizzati per vaporizzare il GNL prima dell'invio in rete. La differenza di temperatura dell'acqua di mare tra ingresso e uscita scambiatore non eccederà un gradiente di 7°C;
- Sistema di controllo della pressione in uscita con valvole PCV per la laminazione.

Il fabbisogno termico della FSRU coincide con il calore necessario a vaporizzare il GNL nei vaporizzatori.

Il calore totale scambiato, considerando uno scenario estremo con:

- No.3 treni di vaporizzatori (No. 6 scambiatori) operanti in contemporanea;
- Un gradiente termico massimo dell'acqua di mare tra ingresso ed uscita pari a 7°C,

richiederà una portata massima di acqua mare di circa 18.000 m³/h.

2.3. Gestione del Boil-Off Gas (BOG)

Il Boil-off gas (BOG) è prodotto dalla vaporizzazione spontanea del GNL derivante dalla movimentazione del fluido e dello scambio termico con l'esterno. La produzione di BOG dell'impianto varia sensibilmente in funzione delle operazioni attive.

È generalmente previsto l'invio del BOG al ricondensatore per il recupero del GNL.

2.4. Alimentazione Elettrica

Le utenze della FSRU, una volta ormeggiata, saranno alimentate attraverso la potenza elettrica generata da due dei tre motori di bordo alimentati a policombustibile (gas o diesel).

Ciascun motore ha una potenza elettrica pari a circa 11,7 MW_e, equivalente ad una potenza termica di circa 24 MW_{th}.

I motori saranno normalmente alimentati dal BOG generato a bordo, lasciando l'alimentazione con diesel solo in casi di emergenza.

A bordo della FSRU sono inoltre presenti:

- No.1 motore termico (da circa 5,85 MWe pari a circa 12 MW_{th});

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 14 di 77	Rev. 1

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

- No.1 caldaia Gas Combustion Unit utilizzata solo in caso di bassa pressione nei tank GNL (condizione al momento considerata come eccezionale).

2.5. Emissioni in Atmosfera

Le emissioni in atmosfera riconducibili all'esercizio del Terminale di Piombino sono sostanzialmente associate a:

- emissioni continue (generatori di bordo) legate al normale esercizio del Terminale;
- emissioni di emergenza o comunque legate a particolari fasi diverse dal normale esercizio del Terminale (camini generatori diesel di emergenza, sfiati, gruppo antincendio, etc.) **e in tal senso non considerate nelle successive valutazioni modellistiche;**
- emissioni di inquinanti indotte dal traffico marittimo delle metaniere;
- emissioni dai rimorchiatori utilizzati per le manovre **(i mezzi destinati al trasporto del personale impiegato e dei materiali/approvvisionamenti alla FSRU costituiscono una fonte emissiva saltuaria e in tal senso ritenuta trascurabile ai fini delle successive valutazioni modellistiche).**

Si precisa che, ai fini delle attività di manovra in porto delle metaniere sono previsti No.2 rimorchiatori (operativi per circa 4 ore al giorno nei soli giorni di presenza in porto delle metaniere) che non sono attualmente già disponibili in porto, unitamente ad altri No. 2 rimorchiatori che sono invece già presenti nella flotta portuale di Piombino.

Facendo seguito ad espressa richiesta dell'ISS (Prot. 0358596 del 21/09/2022), l'analisi modellistica è stata comunque eseguita considerando le emissioni generate da No. 4 rimorchiatori, considerando cautelativamente come aggiuntivo anche il contributo dei No. 2 rimorchiatori che dovrebbero essere già disponibili nella flotta portuale esistente.

Al fine di consentire un approfondimento sull'influenza di ciascun rimorchiatore (e più in generale anche dell'FSRU e della metaniera) in termini di ricadute di inquinanti al suolo durante il relativo esercizio, nel successivo Capitolo 5 viene fornita inoltre un'analisi di sensitività in termini di contributo incrementale dato dalle singole sorgenti emissive.

2.5.1. Emissioni in Condizioni di Normale Esercizio

Nella tabella seguente si riportano le caratteristiche e i valori emissivi di riferimento dei No.2 motori a gas della FSRU in funzionamento continuo per garantire l'alimentazione di tutti i sistemi (FSRU e Banchina).

Tabella 2-1: Caratteristiche e Dati Emissivi del Motore di bordo

PARAMETRO	UM	VALORE
Potenza Termica	MWth	24
Volume Gas di Scarico	Nm ³ /h	80.370
Concentrazione NO _x	mg/Nm ³	300 ⁽¹⁾
Concentrazione CO	mg/Nm ³	240 ⁽¹⁾
Concentrazione di Particolato	mg/Nm ³	50 ⁽¹⁾
Concentrazione SO ₂	mg/Nm ³	- ⁽¹⁾ ⁽²⁾
Altezza camino	m	50.7
Diametro camino	mm	900

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

T.EN ITALY SOLUTIONS S.p.A. - 00148 ROMA - Viale Castello della Magliana, 68

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 15 di 77	Rev. 1

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

PARAMETRO	UM	VALORE
Temperatura Fumi	°C	350

- (1) Valori limite emissivi ex D.Lgs. 152/06 associati a motori fissi costituenti medi impianti di combustione esistenti alimentati a combustibili gassosi, riferiti ad un tenore di ossigeno nell'effluente gassoso del 15%.
- (2) Nel caso di alimentazione a gas naturale le emissioni di SO₂ sono ritenute nulle/trascurabili. In tal senso si evidenzia che, per la tipologia di sorgenti di cui alla precedente nota (1), la normativa riporta un valore limite emissivo pari a 15 mg/Nm³, specificando però che tale valore si considera sempre rispettato nel caso di utilizzo di gas naturale.

2.5.2. Emissioni da Traffico Indotto

Durante il normale funzionamento della FSRU ormeggiata in porto, le principali emissioni da traffico indotto sono essenzialmente riconducibili a:

- traffico navale per approvvigionamento del GNL (metaniere per carico/scarico);
- rimorchiatori a supporto delle navi metaniere in arrivo e in partenza.

Per quanto concerne il traffico navale, le emissioni delle navi metaniere sono state definite a partire dai dati emissivi di imbarcazioni tipo considerando una taglia equivalente a quella della FSRU.

Nella tabella seguente si riportano le caratteristiche e i dati emissivi di Navi metaniere.

Tabella 2-2: Caratteristiche e Dati Emissivi Navi metaniere

DATO	UNITÀ DI MISURA	VALORE
Altezza camino s.l.m.	m	50
Diametro camino	m	1,2
Sezione camino	m ²	1,13
Temperatura dei fumi	K	476
Fattore di emissione NOx	kg/t fuel gas	3

Per quanto riguarda i **No. 4 rimorchiatori** a servizio delle operazioni di manovra per l'ingresso delle metaniere in porto e per l'affiancamento di queste alla FSRU, nella tabella seguente si riportano le caratteristiche emissive tipiche del singolo rimorchiatore che si prevede di utilizzare ai fini delle attività. **Per il rimorchiatore è stata considerata un'alimentazione a Marine Diesel Oil (MDO), in relazione alla quale di seguito si riportano le caratteristiche emissive dei principali inquinanti (NOx, Particolato, SO₂ e CO), rimandando al successivo Paragrafo 4.3 per gli approfondimenti relativi alla distinzione tra frazioni di PM₁₀ e PM_{2,5} e alle emissioni di microinquinanti (Metalli, IPA; NMVOC e PCDD/F).**

Tabella 2-3: Caratteristiche e Dati Emissivi del rimorchiatore

DATO	UNITÀ DI MISURA	VALORE
Altezza camino s.l.m.	m	8
Diametro camino	m	0,4

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 16 di 77	Rev. 1

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

DATO	UNITÀ DI MISURA	VALORE
Sezione camino	m ²	0,13
Temperatura dei fumi	K	673
Emissioni di NOx (fase di avvicinamento della metaniera)	g/s	3,9
Emissioni di NOx (fasi di attracco, disormeggio e allontanamento della metaniera)	g/s	2,1
Emissioni di Particolato (fase di avvicinamento della metaniera)	g/s	0,1
Emissioni di Particolato (fasi di attracco, disormeggio e allontanamento della metaniera)	g/s	0,06
Emissioni di SO2 (fase di avvicinamento della metaniera)	g/s	5,03
Emissioni di SO2 (fasi di attracco, disormeggio e allontanamento della metaniera)	g/s	2,87
Emissioni di CO (fase di avvicinamento della metaniera)	g/s	0,74
Emissioni di CO (fasi di attracco, disormeggio e allontanamento della metaniera)	g/s	0,73

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 17 di 77	Rev. 1

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

3. RIFERIMENTI NORMATIVI

Gli standard di qualità dell'aria **ad oggi vigenti e stabiliti dalla normativa nazionale** 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 sopracitato Decreto.

Tabella 3-1: 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

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 18 di 77	Rev. 1

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

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.

- (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 $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 completezza si riportano anche i valori raccomandati dalle Linee Guida 2021 dell'OMS.

Tabella 3.2: Valori di riferimento (AQG levels) raccomandati dalle Linee Guida 2021 dell'OMS (la tabella riporta anche gli interm target)

Pollutant	Averaging time	Interim target				AQG level
		1	2	3	4	
PM_{2.5}, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Annual	35	25	15	10	5
	24-hour ^a	75	50	37.5	25	15
PM₁₀, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Annual	70	50	30	20	15
	24-hour ^a	150	100	75	50	45
O₃, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Peak season ^b	100	70	-	-	60
	8-hour ^a	160	120	-	-	100
NO₂, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Annual	40	30	20	-	10
	24-hour ^a	120	50	-	-	25
SO₂, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	24-hour ^a	125	50	-	-	40
CO, mg/m^3	24-hour ^a	7	-	-	-	4

^a 99th percentile (i.e. 3-4 exceedance days per year).

^b Average of daily maximum 8-hour mean O₃ concentration in the six consecutive months with the highest six-month running-average O₃ concentration.

Per quanto attiene invece alle emissioni generate da ciascun motore della FSRU, si è fatto riferimento alla categoria impianti multicom bustibile di cui al Punto 1.4 dell'Allegato I alla Parte V del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii., nello specifico ai valori limite emissivi applicabili per motori fissi

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 19 di 77	Rev. 1

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

esistenti di potenza termica nominale minore di 50 MW alimentati a combustibili gassosi (considerata alimentazione a gas naturale).

Tabella 3-3: Valori limite emissivi considerati per i motori della FSRU. Allegato I alla Parte V del D.Lgs 152/06 - Punto 1.4 “Impianti multicomcombustibile - Motori fissi costituenti medi impianti di combustione esistenti alimentati a combustibili gassosi”

INQUINANTE	VALORE LIMITE [mg/Nm ³] ⁽¹⁾
NO _x	300 ⁽²⁾
CO	240
SO _x	N.A. ⁽³⁾
Polveri	50

NOTE:

- 1) Valori riferiti ad un tenore di ossigeno nell'effluente gassoso del 15%;
- 2) Per motori a doppia alimentazione alimentati a combustibili gassosi in modalità a gas;
- 3) La normativa indica un limite di 15 mg/Nm³, che però si considera rispettato in caso di utilizzo di gas naturale.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 20 di 77	Rev. 1

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

4. DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ

4.1. Quadro Sintetico delle Attività Svolte

Per la caratterizzazione della dispersione degli inquinanti con verifica del potenziale contributo sulla qualità dell'aria per l'opera in esame sono state considerate:

- le emissioni generate dei No.2 motori a combustione interna alimentati a gas (da circa 24 MWth ciascuno) della FSRU, in grado di fornire il pieno carico al sistema elettrico (anche nella condizione di carico di picco);
- le emissioni della metaniera in avvicinamento al porto e nelle successive fasi di accosto, scarico, disormeggio e allontanamento;
- le emissioni dei No. 2 rimorchiatori aggiuntivi che saranno operativi in porto durante le fasi di avvicinamento, accosto, disormeggio e allontanamento della metaniera;
- le emissioni aggiuntive dei No. 2 rimorchiatori che dovrebbero essere già disponibili nella flotta portuale esistente considerandone *cautelativamente* il relativo contributo emissivo.

Per i motori della FSRU, sono state simulate le emissioni di NO_x, CO e polveri (PM₁₀ e PM_{2,5} ipotizzando conservativamente le emissioni totali di polveri per entrambi i parametri) riportati nella precedente Tabella 3-3. Si evidenzia che per i motori della FSRU non sono state prese in considerazione emissioni di SO₂, in quanto queste si ritengono trascurabili data l'alimentazione a gas naturale. Analogamente, data la tipologia di alimentazione si ritengono nulle/trascurabili anche le emissioni di inquinanti quali Composti Organici Volatili Non Metanici (NMVOC), Diossine e Furani (PCDD/F), Metalli Pesanti e Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA).

Per la metaniera, alimentata a gas naturale, sono state prese in considerazione le emissioni di NO_x. Anche in questo caso, valgono considerazioni analoghe a quelle dei motori della FSRU sulla trascurabilità delle emissioni di SO₂, NMVOC, PCDD/F, Metalli Pesanti e IPA e, sempre data la tipologia di alimentazione, sono inoltre ritenute trascurabili anche le emissioni di particolato. Il dato sulle emissioni di CO non è stato considerato in quanto non disponibile per la tipologia di mezzo; si ritiene comunque che il relativo contributo in relazione alle ricadute in atmosfera non sia tale da incidere sulle considerazioni riportate nel successivo Capitolo 5 sulla scarsa significatività delle ricadute attese.

Per i rimorchiatori, per i quali si è considerata un'alimentazione a Marine Diesel Oil (MDO), oltre al dato emissivo di NO_x sono state considerate le emissioni di polveri (PM₁₀ e PM_{2,5}), SO₂, CO, NMVOC, Metalli Pesanti (Cd, As, Pb, Ni, Hg, Cr, Cu, Se, Zn), IPA (Phenantrene, Anthracene, Fluoranthene, Pyrene, Benzo(a)anthracene, Chrysene, Perylene, Benzo(b)-fluoranthene, Benzo(k)-fluoranthene, Benzo(a)pyrene, Dibenzo(a,l)pyrene, Benzo(g,h,i)perylene, Dibenzo(a,h)anthracene, Indeno(1,2,3-c,d)pyrene) e PCDD/F (valutati in termini di TEQ 2,3,7,8-TCDD). In particolare, si evidenzia che:

- per le emissioni di NO_x, particolato (PM₁₀ e PM_{2,5}), SO₂ e CO si è fatto riferimento ai dati emissivi desumibili dal documento della U.S. EPA "Analysis of Commercial Marine Vessels Emissions and Fuel Consumption Data" (Febbraio 2000), il quale riporta informazioni per la stima delle emissioni suddivise per fase di manovra che risultano più allineate alla tipologia di mezzi in esame e che si ritengono maggiormente rappresentative ai fini della ricostruzione degli input emissivi per il modello. Si evidenzia che le emissioni di particolato considerate per le fasi di attracco, disormeggio e allontanamento sono di fatto inferiori a quelle della fase di avvicinamento ed erano semplicemente

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 21 di 77	Rev. 1

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

state arrotondate per eccesso nella precedente versione del documento. In questa revisione, i valori emissivi sono stati aggiornati per dare evidenza del diverso contributo emissivo in funzione delle diverse fasi di manovra (si vedano le successive tabelle nel Paragrafo 4.3.2);

- per le emissioni di PCDD/F, Metalli Pesanti e IPA, in mancanza di una fonte più specifica per la tipologia di mezzi, si è fatto riferimento ai valori forniti dal documento "EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019 – International maritime navigation, international inland navigation, national navigation (shipping), national fishing, military (shipping), and recreational boats - Update Dec. 2021", prendendo a riferimento i valori emissivi relativi ai mezzi navali alimentati a MDO. In generale sono stati considerati i fattori emissivi Tier 1 che non distinguono tra le diverse fasi di manovra. Solamente per il parametro NMVOC è stato possibile considerare il fattore emissivo Tier 3 relativo alle fasi di manovra e stazionamento (mezzo "High Speed Diesel" alimentato a MDO);
- per le emissioni di PM_{2,5} si è inoltre ipotizzato che le stesse siano pari a circa l'85% delle emissioni di PM₁₀, come suggerito con riferimento ai fattori emissivi "Tier 2" del sopra citato documento EMEP/EEA;
- per le emissioni di IPA, in mancanza di fattori emissivi più specifici, la stima è stata ottenuta considerando:
 - un fattore emissivo espresso in B(a)P equivalenti pari a 0.0404 mg/L desumibile dalla sezione "PAH Emissions from Ships" del documento "An Overview: Polycyclic Aromatic Hydrocarbon Emissions from the Stationary and Mobile Sources and in the Ambient Air" (Cheruyiot et al., 2015),
 - la speciazione media rintracciabile nelle sopra citate Linee Guida EMEP/EEA 2019 e richiamata nella tabella seguente (dato che le componenti > 0 sommano complessivamente al 97%, il restante 3% è stato ripartito tra le specie indicate in tabella con media nulla),
 - per il passaggio dalle emissioni in B(a)P equivalenti a quelle dei singoli IPA emessi dai rimorchiatori, i potenziali di tossicità equivalente rintracciabili in letteratura per le suddette sostanze (si vedano: "ATDSR, 2022" e "Desert Research Institute, 2017"). Si evidenzia che ai fini delle successive analisi modellistiche sono state prese in considerazione le specie IPA per le quali la "Banca dati ISS-INAIL - Rev. Marzo 2018" fornisce i relativi valori di riferimento per la valutazione del rischio tossicologico (RfC) e cancerogeno (UR), per le cui valutazioni si rimanda al dedicato Studio di Valutazione di Impatto Sanitario.

Nei paragrafi successivi vengono discussi i risultati ottenuti per i principali inquinanti (NO_x, SO₂ e particolato PM₁₀ e PM_{2,5}) e microinquinanti (NMVOC, Metalli, IPA e PCDD/PCDF) oggetto di simulazione. Si evidenzia che per completezza sono stati valutati i risultati sia con riferimento ai valori limite di qualità dell'aria vigenti stabiliti dalla normativa nazionale (D.Lgs. 155/2010) sia con i valori raccomandati dalle Linee Guida 2021 dell'OMS precedentemente richiamati.

Per quanto concerne le ricadute associate alle emissioni di CO si evidenzia che le stesse sono risultate diversi ordini di grandezza inferiori rispetto al valore limite di 10 mg/m³ stabilito dalla normativa vigente. In tal senso, si evidenzia che il contributo emissivo in termini di CO teoricamente associabile anche a metaniera e rimorchiatori, non disponibile ai fini delle analisi, non è comunque da ritenersi tale da poter incidere in maniera significativa sulle considerazioni appena riportate sulla scarsa rilevanza del parametro CO in relazione all'iniziativa in esame.

Nella seguente Figura 4-1 si evidenzia l'ubicazione delle sorgenti emissive considerata ai fini delle successive valutazioni modellistiche.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 22 di 77	Rev. 1

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

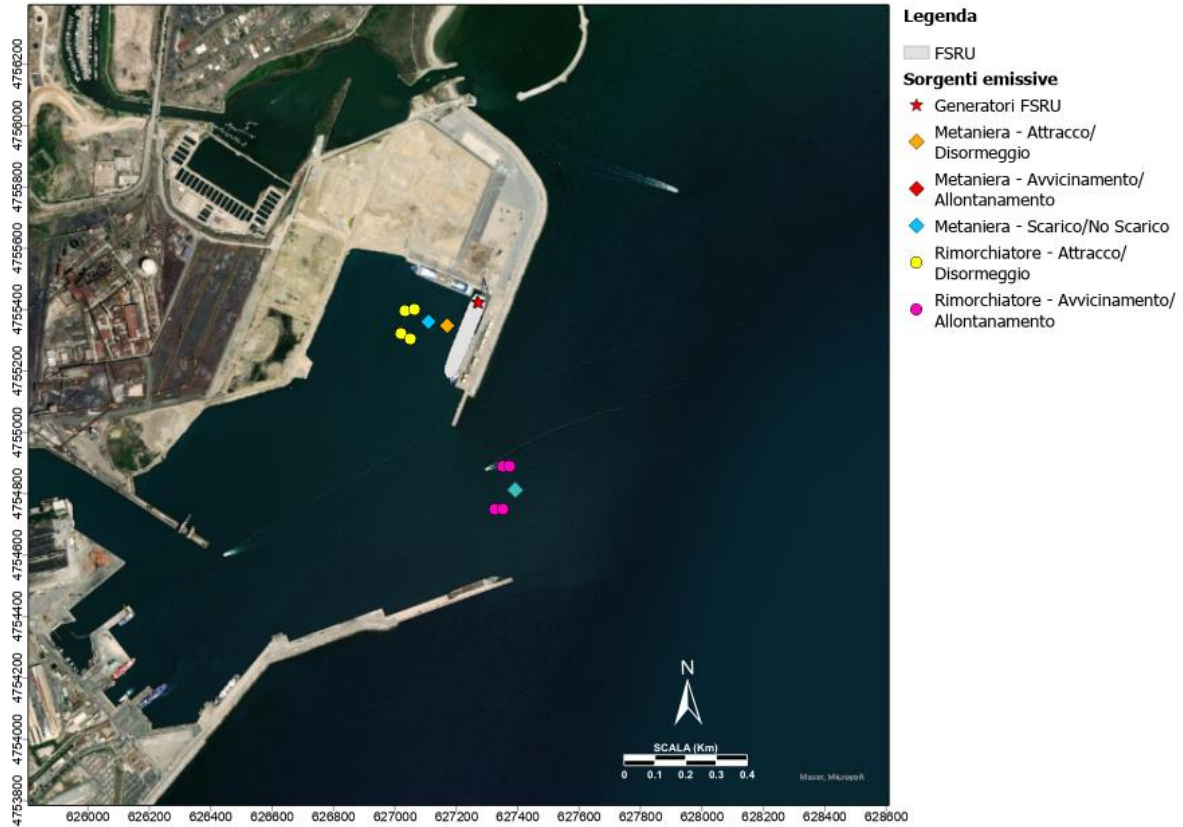


Figura 4-1: Ubicazione delle sorgenti emittive considerate ai fini delle valutazioni modellistiche

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 23 di 77	Rev. 1

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

Tabella 4.1: Speciazione media IPA nei mezzi navali (Fonte: EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019, Last Update December 2021)

Species	Average (%)	Range (%)
Phenanthrene	37	32-54
Anthracene	1	0-2
Fluoranthene	11	9-15
Pyrene	14	12-20
3,6-dimethylphenanthrene	4	3-5
Triphenylene	12	9
Benzo(b)-fluorene	6	2-19
Benzo(a)anthracene	2	0-2
Chrysene	5	3-9
Benzo(e)-pyrene	2	0
Benzo(j)fluoranthene	0	0
Perylene	0	0-3
Benzo(b)-fluoranthene	1	0-2
Benzo(k)-fluoranthene	0	0
Benzo(a)pyrene	0	0
Dibenzo(a,j)anthracene	0	0-1
Dibenzo(a,l)pyrene	0	0
Benzo(g,h,i)perylene	1	0-2
Dibenzo(a,h)anthracene	1	0-6
Ideno(1,2,3-c,d)pyrene	0	0-1
3-methyl-cholanthrene	0	0
Anthanthrene	0	0

Source: Lloyd's Register, 1995

4.2. 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, **nonché quelle legate ad ambienti marino-costieri come quello d'interesse, caratterizzati da una diversa influenza delle caratteristiche del terreno (orografia e uso suolo) nel passaggio da ambiente marino a terrestre. CALPUFF è pertanto un modello appropriato per le analisi nel contesto in esame.** 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

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 24 di 77	Rev. 1

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

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.

CALPUFF MODELING SYSTEM

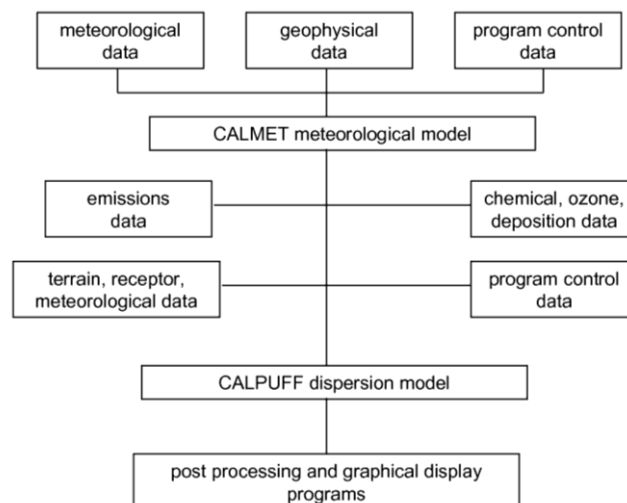


Figura 4-2: Schematizzazione del sistema modellistico CALMET/CALPUFF

CALPUFF, può utilizzare i campi meteo tridimensionali prodotti da specifici pre-processori (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 NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 25 di 77	Rev. 1

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

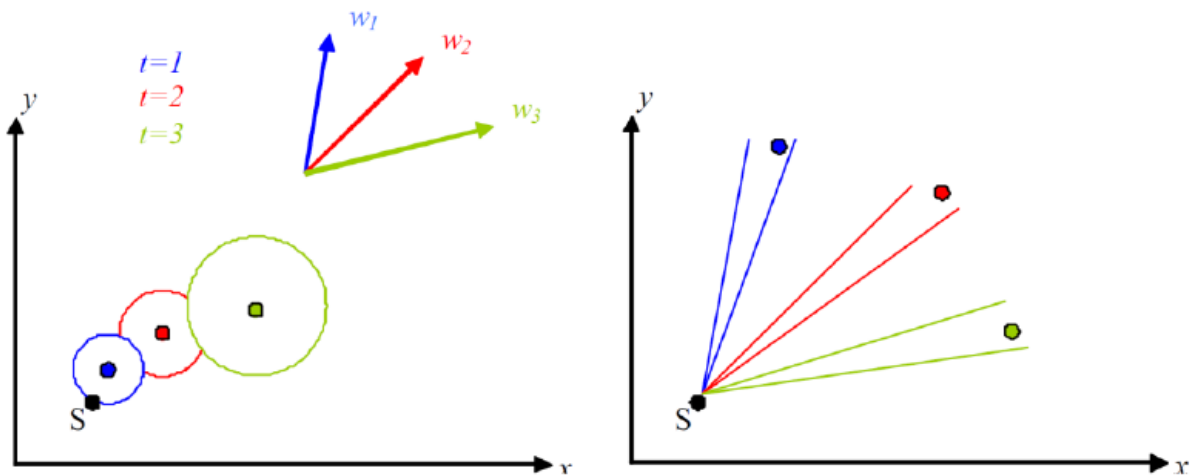


Figura 4-3: Differenze di dispersione fra modelli a puff (sinistra) e gaussiani tradizionali (destra)

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 4-4 illustra la procedura descritta. La concentrazione totale ad un certo istante viene calcolata sommando i contributi di ogni singolo puff.

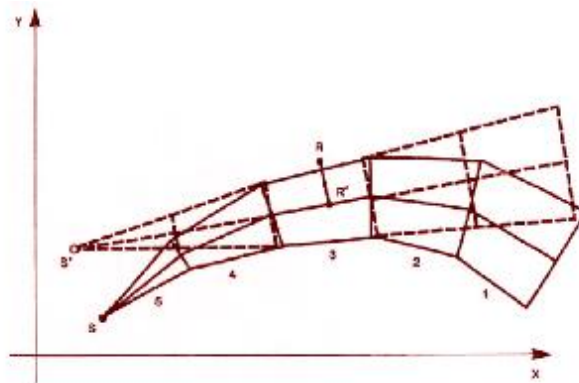


Figura 4-4: Segmentazione del pennacchio nei modelli a puff

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 NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 26 di 77	Rev. 1

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

$$\Delta c = \frac{\Delta M}{(2\pi)^{3/2} \sigma_h^2 \sigma_z^2} \exp\left[-\frac{1}{2} \frac{(x_p - x_r)^2}{\sigma_h^2}\right] \exp\left[-\frac{1}{2} \frac{(y_p - y_r)^2}{\sigma_h^2}\right] \exp\left[-\frac{1}{2} \frac{(z_p - z_r)^2}{\sigma_z^2}\right] \quad (7)$$

dove:

$\Delta M = Q \Delta t$

x_p, y_p, z_p

x_r, y_r, z_r

σ_h, σ_z

massa emessa nell'intervallo di tempo t [Kg]

coordinate del baricentro dell'i-esimo puff [m]

coordinate del punto recettore [m]

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.

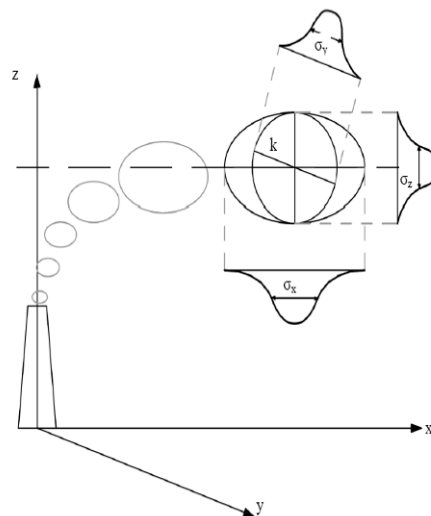


Figura 4-5: Schema di un modello a puff con indicazione dei coefficienti di dispersione relativi al puff k

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 NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 27 di 77	Rev. 1

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

- 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.

Lo studio modellistico relativo alla dispersione degli inquinanti in atmosfera rilasciati durante le attività legate alle fasi di esercizio del Terminale di Piombino è stato condotto sulla base di stime di emissioni di NO_x, CO e polveri 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, ai fini del confronto con i limiti di legge per la protezione della salute umana, è stato necessario 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 stato fissato un rapporto NO₂/NO_x pari a 1, valore fortemente cautelativo.

Analogamente, con approccio cautelativo le emissioni di polveri sono state interamente assimilate alla frazione di particolato fine PM₁₀ (assunto pari al PM_{2.5}) ai fini del confronto delle ricadute con i valori limite per la protezione della salute umana nel caso dei motori FSRU, mentre per le emissioni di PM_{2.5} associate ai rimorchiatori, si è ipotizzato che le stesse siano pari a circa l'85% delle emissioni di PM₁₀ come desumibile dalle Linee Guida EMEP/EEA.

Come precedentemente indicato, nel seguito della trattazione non si riportano ulteriori approfondimenti in relazione all'analisi delle ricadute di CO, in quanto i risultati ottenuti sono risultati diversi ordini di grandezza inferiori rispetto al valore limite di 10 mg/m³ stabilito dalla normativa

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 28 di 77	Rev. 1

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

vigente. In tal senso, si può affermare che il contributo dell'iniziativa in termini di ricadute di CO è da ritenersi complessivamente trascurabile.

4.3. Ipotesi Modellistiche

4.3.1. Dati meteorologici di riferimento

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

- caratteristiche geometriche, fisiche ed emissive delle sorgenti;
- caratteristiche meteoclimatiche e meteodiffusive dell'area;
- localizzazione dei recettori (posizione).

L'area oggetto dello studio modellistico è centrata nell'area di futura ubicazione del Terminale di Piombino, considerando un dominio meteorologico di dimensione 100x100 km con risoluzione 2 km calcolato mediante il processore CALMET partendo dai dati meteorologici dell'intero anno 2021 ottenuti dai campi meteorologici tridimensionali prodotti dal modello prognostico WRF con risoluzione di 12 km. Tale dominio meteorologico è stato selezionato al fine di tenere conto della presenza dell'Isola d'Elba al largo di Piombino.

Per il calcolo previsionale delle ricadute al suolo, è stato utilizzato CALPUFF con una griglia di calcolo con passo 500 m sulla terraferma e di 2000 m in mare, selezionando un'area di 20 km x 20 km tale da ricomprendere i ricettori potenzialmente più esposti, che date le caratteristiche delle sorgenti emissive considerate sono interamente ubicati all'interno del Comune di Piombino.

Ai fini della simulazione modellistica, è stata considerata inoltre l'orografia dell'area, posizionando i punti della griglia e i ricettori discreti ad una quota altimetrica estratta dal DTM, cui è stata successivamente aggiunta un'altezza conservativa di 1,7 m (3 m per le centraline di monitoraggio della qualità dell'aria). **Sono state considerate inoltre le caratteristiche in termini di uso del suolo (aree urbane, agricole, vegetate, marine, ecc.).**

Nella figura seguente sono rappresentati il dominio considerato per la ricostruzione della meteorologia mediante CALMET e quello della successiva analisi di dispersione degli inquinanti con CALPUFF.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 29 di 77	Rev. 1

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

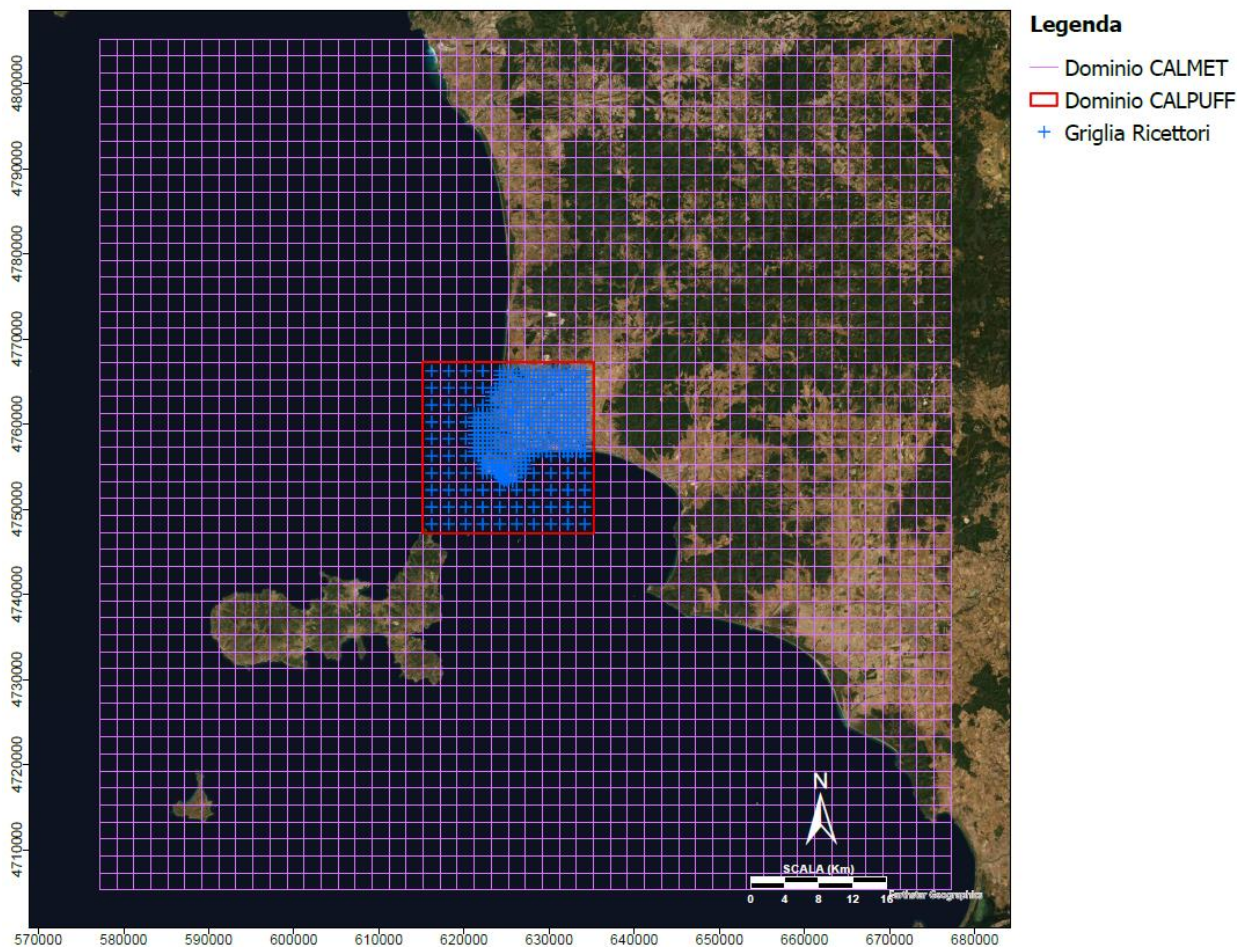


Figura 4-6: Visualizzazione domini meteorologici e di calcolo.

Così come indicato in risposta alla richiesta ARPAT Prot. n. 0312310 del 08/08/2022 (si veda il par. 3.11 dell'ANNESSO_13 al documento REL-VDO-E-00027 "Risposte del Proponente alle integrazioni richieste dal Commissario Straordinario della Regione Toscana con nota AOOGR / PD Prot. 0315910 del 10.08.2022"²), si precisa che i dati di orografia (dati SRTM1, aventi risoluzione pari a circa 30 m) e i dati di uso del suolo (dati GLCC, aventi risoluzione pari a circa 1 km) sono stati utilizzati unitamente ai dati meteo WRF ai fini della ricostruzione dell'input meteorologico 3D per CALPUFF (i.e. il file CALMET.DAT). Nelle figure seguenti si riportano per completezza la ricostruzione del modello orografico e della mappa di uso del suolo relative al domino di analisi.

² <https://www.regione.toscana.it/-/documentazione-integrativa-snam-del-30-agosto-2022>

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 30 di 77	Rev. 1

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

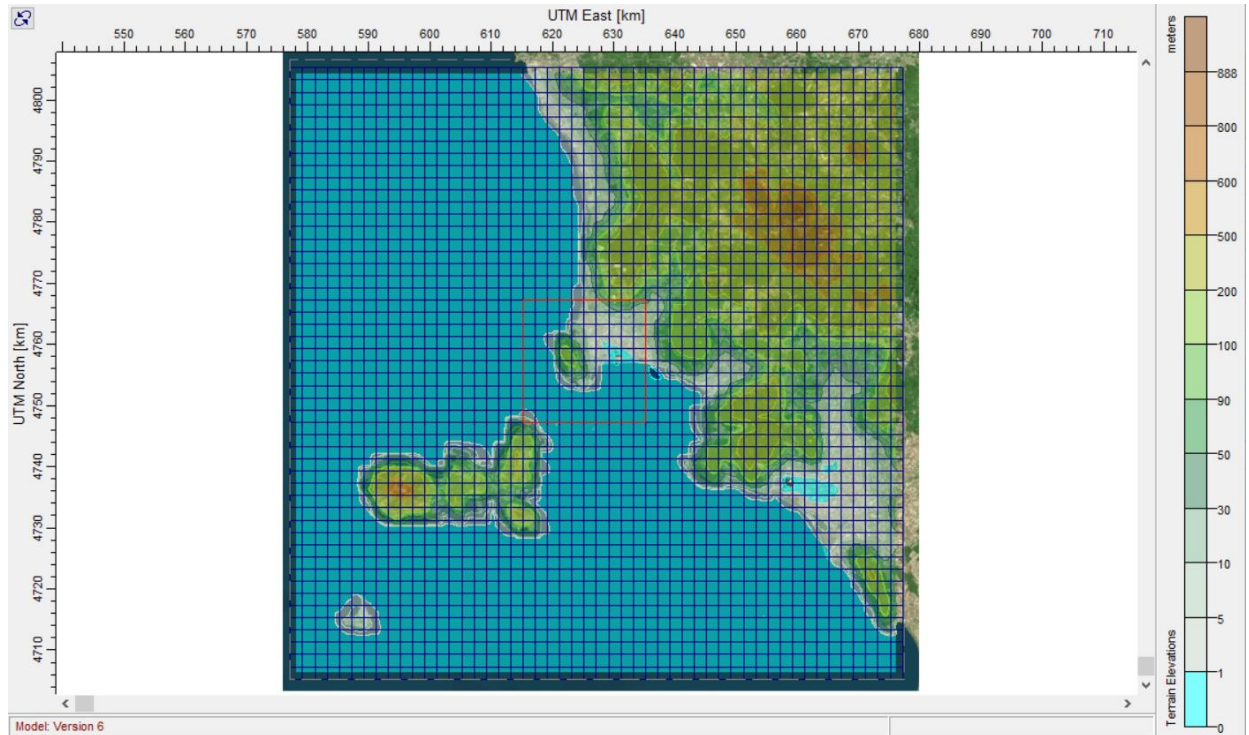


Figura 4-7: Ricostruzione del modello orografico nell'area in esame

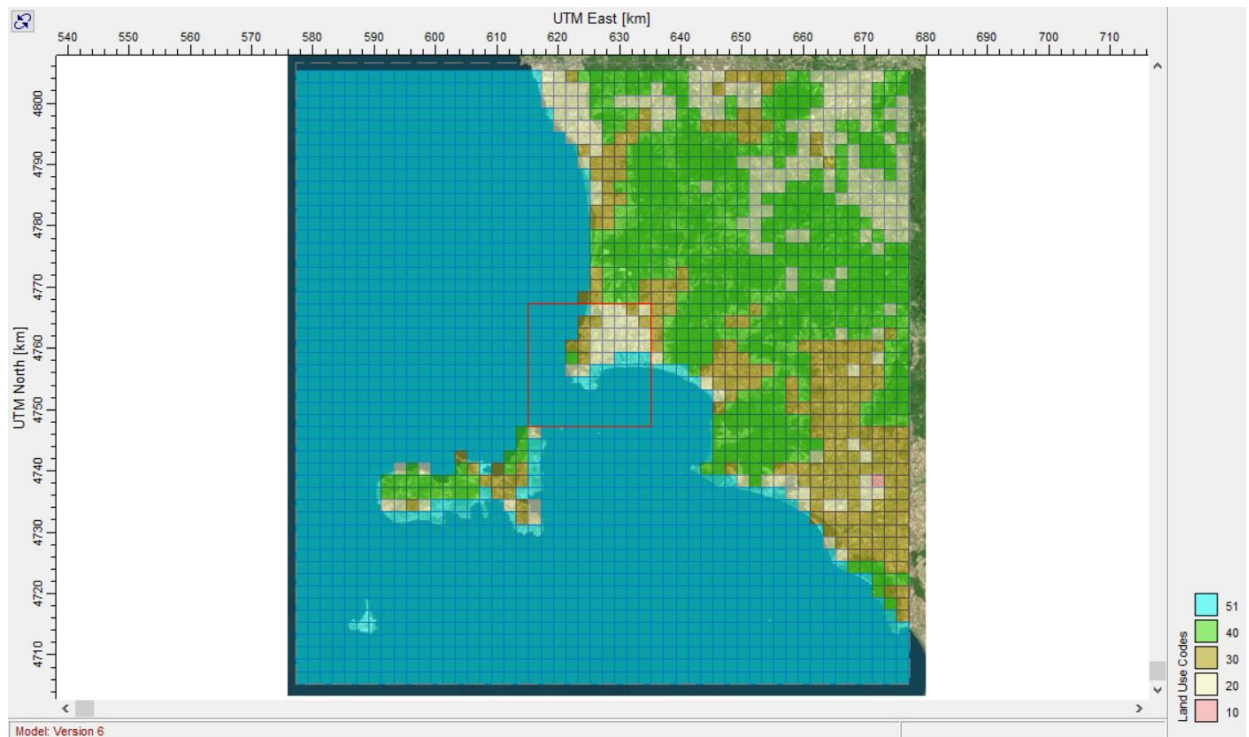


Figura 4-8: Ricostruzione della mappa di uso del suolo nell'area in esame

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

T.EN ITALY SOLUTIONS S.p.A. - 00148 ROMA - Viale Castello della Magliana, 68

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 31 di 77	Rev. 1

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

Come si può osservare dalle figure precedenti, le informazioni considerate nella modellazione tengono conto della distinzione tra celle a principale copertura marina (Land Use Code = 51) e le altre coperture del suolo, caratteristiche della terraferma. La risoluzione adottata pertanto, nella verifica iniziale effettuata dai tecnici, è stata considerata adeguata per la componente meteorologica ai fini di tenere in conto delle variabilità all'interfaccia terra-mare ed analogamente per il calcolo della dispersione degli inquinanti, in quanto:

- la risoluzione del modello è stata infittita, portandola da 2 km a 500 m, per le celle posizionate sulla terraferma o comunque ad una quota maggiore di 0 m, al fine di consentire una più precisa stima delle ricadute al suolo degli inquinanti rilasciati dalle sorgenti emissive analizzate;
- per consentire delle valutazioni più precise circa le ricadute del modello in corrispondenza degli elementi sensibili presenti sul territorio, è stato inoltre introdotto un consistente numero di ricettori discreti (con relativa quota estrapolata dal modello orografico), in corrispondenza dei quali sono state effettuate specifiche stime dei valori di ricaduta attesi.

Nella figura seguente si riporta la rosa dei venti a 10 m dal suolo ottenuta in corrispondenza della cella centrale del dominio di CALMET (avente coordinate baricentriche $X = 626.188$ km e $Y = 4754.27$ km), rappresentativa delle condizioni anemologiche in corrispondenza dell'area di ubicazione del Terminale.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 32 di 77	Rev. 1

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

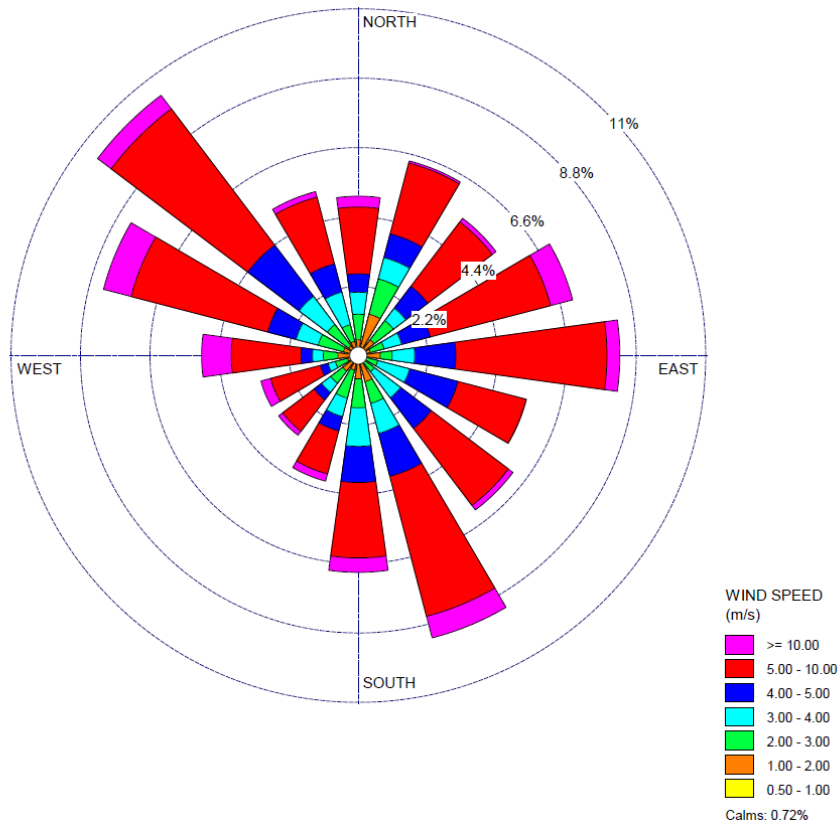


Figura 4-9: Rosa dei venti a 10 m dal suolo in prossimità del Terminale di Piombino, ricostruita a partire dai dati WRF del 2021

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 suddetta quota di 1,7 metri dal suolo nell'intero dominio di simulazione.

4.3.2. Scenari Emissivi Simulati

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 gli scenari massimo e medio descritti nei paragrafi seguenti.

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 definito:

- valutando la sovrapposizione delle emissioni generate dai No. 2 motori della FSRU (funzionamento in continuo e costante) alle attività di avvicinamento, accosto, scarico,

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 33 di 77	Rev. 1

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

disormeggio e allontanamento di una metaniera avente capacità di stoccaggio paragonabile a quella della FSRU. Come anticipato nei paragrafi precedenti, sono stati inoltre considerati **No. 4 rimorchiatori** che saranno operativi durante le fasi di avvicinamento, accosto, disormeggio e allontanamento della metaniera;

- considerando una sequenza giornaliera delle attività della metaniera che prevede: fasi di avvicinamento e allontanamento della metaniera rispettivamente nella prima e ultima ora del giorno³; fasi di manovra in porto (accosto) e successivo disormeggio della metaniera rispettivamente nella seconda e penultima ora del giorno; durata della fase di attracco della metaniera senza scarico pari a circa 8 ore giornaliere (**4 ore dopo l'accosto e 4 ore prima del disormeggio**);
- durata della fase di scarico della metaniera pari a circa 12 ore;
- ai soli fini delle valutazioni modellistiche, ipotizzando cautelativamente il verificarsi delle sopra citate condizioni di esercizio per 365 giorni l'anno, al fine di simulare lo svolgimento delle operazioni delle metaniere in concomitanza con le condizioni meteorologiche più gravose dal punto di vista della dispersione degli inquinanti emessi.

Nella successiva tabella si riportano i valori caratteristici delle sorgenti utilizzate nella simulazione del presente scenario, assimilate a delle sorgenti puntuali (camini) ai fini dell'analisi. I flussi emissivi dei motori della FSRU sono stati ottenuti con riferimento ai limiti emissivi riportati nella precedente Tabella 3-3, considerando delle caratteristiche di portata dei fumi in uscita conservativamente associate all'esercizio in continuo dell'unità. Le caratteristiche emissive della metaniera si riferiscono invece a valori considerati in altri studi per metaniere aventi una capacità di trasporto GNL paragonabile a quella della capacità di stoccaggio della FSRU del Terminale di Piombino.

Per le emissioni dei rimorchiatori, valgono le considerazioni riportate nel precedente Paragrafo 4.1.

I dati emissivi riportati nella tabella seguente si riferiscono ai principali inquinanti (NO_x, CO, SO₂ e particolato PM₁₀/PM_{2,5}), mentre per i valori emissivi assunti per gli altri parametri (NMVOC, IPA, Metalli e PCCD/PCDF) si rimanda al successivo Paragrafo 4.3.3.

Tabella 4-2: Sorgenti emissive e relative caratteristiche (scenario massimo)

Sorgente	Altezza emissione [m]	Diametro emissione [m]	Temperatura emissione [K]	Velocità effluente [m/s]	Fase emissiva	Inquinante	Flusso emissivo [g/s]
FSRU (singolo motore alimentato)	50,7	0,9	623	52,5	Marcia	NO _x	6,70
						CO	5,36

³ Non è stata considerata la fase di navigazione, in quanto la rotta di provenienza della metaniera non è facilmente definibile a priori. Sia per la fase di avvicinamento che per quella di allontanamento è stata quindi conservativamente assunta una durata pari ad 1 ora, sebbene la durata di tali operazioni nelle giornate di approdo sia effettivamente inferiore.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 34 di 77	Rev. 1

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

Sorgente	Altezza emissione [m]	Diametro emissione [m]	Temperatura emissione [K]	Velocità effluente [m/s]	Fase emissiva	Inquinante	Flusso emissivo [g/s]
a gas naturale)						Polveri (PM10 = PM2,5)	1,12
						SO2	-
Metaniera alimentata a gas naturale	50	1,2	476	14,5	Avvicinamento	NOx	1,47
					Accosto / Attracco Senza Scarico		0,41
					Scarico Metaniera		0,85
					Disormeggio / Allontanamento		1,83
					-	CO	n.d.
					-	Polveri	-
					-	SO2	-
Rimorchiatore (singolo) alimentato a MDO	8	0,4	673	12,0	Avvicinamento	NOx	3,90
						PM10	0,10
						PM2,5	0,09 (*)
						CO	0,74
						SO2	5,03
Rimorchiatore (singolo) alimentato a MDO	8	0,4	673	12,0	Accosto / Disormeggio / Allontanamento	NOx	2,10
						PM10	0,06
						PM2,5	0,05 (*)
						CO	0,73
						SO2	2,87

(*) per le emissioni di PM_{2,5} associate ai rimorchiatori, si è ipotizzato che le stesse siano pari a circa l'85% delle emissioni di PM₁₀ come desumibile dalle Linee Guida EMEP/EEA.

Scenario medio annuo

Lo **scenario medio annuo** simulato è stato ottenuto a partire dal precedente scenario massimo orario, assumendo che a livello annuale è previsto l'allibio di una metaniera di taglia equivalente alla FSRU ogni 7 giorni, tale da garantire i 5 miliardi di Sm³ anno di rigassificazione. Ai fini del calcolo delle ricadute medie annue, per le metaniere e i rimorchiatori si è pertanto proceduto col considerare un flusso emissivo ponderato, in modo tale da tener conto dell'effettiva intermittenza di tali sorgenti emissive su base annua.

Anche nello scenario medio è stata mantenuta la piena operatività dei No. 2 motori della FSRU per 8760 ore annue in quanto rappresentativa delle modalità di funzionamento continue della FSRU.

Nella tabella seguente si riportano le caratteristiche emissive delle sorgenti considerate per le simulazioni del presente scenario.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 35 di 77	Rev. 1

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

Tabella 4-3: Sorgenti emissive e relative caratteristiche (scenario medio)

Sorgente	Altezza emissione [m]	Diametro emissione [m]	Temperatura emissione [°K]	Velocità effluente [m/s]	Fase emissiva	Inquinante	Flusso emissivo [g/s]
FSRU (singolo motore alimentato a gas naturale)	50.7	0,9	623	52,5	Marcia	NO _x	6,70
						CO	5,36
						Polveri (PM ₁₀ = PM _{2,5})	1,12
						SO ₂	-
Metaniera alimentata a gas naturale	50	1,2	476	14,5	Avvicinamento	NO _x	0,21
					Accosto / Attracco Senza Scarico		0,06
					Scarico Metaniera		0,12
					Disormeggio / Allontanamento		0,26
					-	CO	n.d.
					-	Polveri	-
					-	SO ₂	-
Rimorchiatore (singolo) alimentato a MDO	8	0,4	673	12,0	Avvicinamento	NO _x	0,56
						PM ₁₀	0,014
						PM _{2,5}	0,012 (*)
						CO	0,10
						SO ₂	0,72
Rimorchiatore (singolo) alimentato a MDO	8	0,4	673	12,0	Accosto / Disormeggio / Allontanamento	NO _x	0,30
						PM ₁₀	0,009
						PM _{2,5}	0,007 (*)
						CO	0,10
						SO ₂	0,41

(*) per le emissioni di PM_{2,5} associate ai rimorchiatori, si è ipotizzato che le stesse siano pari a circa l'85% delle emissioni di PM₁₀ come desumibile dalle Linee Guida EMEP/EEA.

4.3.3. Ulteriori simulazioni a seguito della richiesta di integrazioni

Nel seguente paragrafo si riportano ulteriori approfondimenti modellistici relativi alle valutazioni eseguite per le emissioni di NMVOC, IPA, Metalli e PCDD/PCDF dai rimorchiatori, per i quali come anticipato si è considerata un'alimentazione a Marine Diesel Oil (MDO).

In accordo alle richieste integrative dell'ISS sono state eseguite ulteriori valutazioni modellistiche relative a:

- Composti Organici Volatili Non Metanici (NMVOC);
- Metalli Pesanti (Cd, As, Pb, Ni, Hg, Cr, Cu, Se, Zn);

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 36 di 77	Rev. 1

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

- IPA, considerando i seguenti composti: Phenantrene, Anthracene, Fluoranthene, Pyrene, Benzo(a)anthracene, Chrysene, Perylene, Benzo(b)-fluoranthene, Benzo(k)-fluoranthene, Benzo(a)pyrene, Dibenzo(a,l)pyrene, Benzo(g,h,i)perylene, Dibenzo(a,h)anthracene, Indeno(1,2,3-c,d)pyrene);
- PCDD/F (valutati in termini di TEQ 2,3,7,8-TCDD).

Tali valutazioni hanno riguardato esclusivamente i rimorchiatori alimentati a Marine Diesel Oil (MDO) in quanto, come indicato in precedenza, la presenza di tali inquinanti nelle emissioni generate dai motori della FSRU e dalla metaniera può essere ritenuta nulla/trascurabile data l'alimentazione dei mezzi a gas naturale.

La stima emissiva è stata effettuata come indicato nel precedente Paragrafo 4.1 e ha portato a considerare i valori emissivi riportati nella tabella seguente con riferimento allo scenario emissivo medio descritto rappresentativo delle ricadute medie annue di interesse per i suddetti inquinanti. Si ricorda che, come già evidenziato Paragrafo 4.1, i fattori emissivi desumibili dalla documentazione EMEP/EEA per i suddetti microinquinanti non consentono in generale di distinguere tra le diverse fasi di manovra, al contrario di quanto è stato invece possibile effettuare per i macroinquinanti (NO_x, PM₁₀, PM_{2,5}, SO₂ e CO).

Tabella 4.4: Fattori emissivi di microinquinanti associati ai singoli rimorchiatori nello scenario medio annuo, stimati a partire dal documento “EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019 (Update Dec. 2021)”

Sostanza	Fattore Emissivo - singolo rimorchiatore alimentato a MDO [g/s]
NMVOC	0,10
Cd	3,85E-07
As	1,54E-06
Pb	5,00E-06
Ni	3,85E-05
Hg	1,15E-06
Cr	1,92E-06
Cu	3,39E-05
Se	3,85E-06
Zn	4,62E-05
Phenantrene	5,12E-04
Anthracene	1,38E-06
Fluoranthene	1,73E-04
Pyrene	2,20E-04

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 37 di 77	Rev. 1

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

Sostanza	Fattore Emissivo - singolo rimorchiatore alimentato a MDO [g/s]
Benzo(a)anthracene	3,55E-07
Chrysene	8,87E-06
Perylene	6,53E-06
Benzo(b)fluoranthene	1,96E-07
Benzo(k)fluoranthene	6,53E-08
Benzo(a)pyrene	6,53E-09
Dibenzo(a,l)pyrene	7,86E-10
Benzo(g,h,i)perylene	2,15E-06
Dibenzo(a,h)anthracene	2,16E-08
Indeno(1,2,3-c,d)pyrene	7,16E-08
PCDD/F (espressi come TEQ 2,3,7,8-TCDD)	5,00E-12

Nel successivo Paragrafo 5.5 si riportano:

- i risultati ottenuti in termini concentrazioni medie annue in atmosfera in corrispondenza del punto di massima ricaduta al suolo, ubicato in corrispondenza della banchina ovest della Darsena Nord. Laddove disponibili, i valori di ricaduta sono stati confrontati con i relativi valori limite / obiettivo definiti dal D.Lgs. 155/2010 (valori definiti per Pb, As, Cd, Ni, Benzo(a)pirene e Benzene, quest'ultimo preso conservativamente come termine di paragone per le ricadute totali di NMVOC);
- valutazioni relative alle deposizioni medie annue al suolo, per un confronto con valori di riferimento desumibili da riferimenti bibliografici (normativa estera e pubblicazioni scientifiche) in mancanza di specifici valori limite / obiettivo a livello nazionale.

4.3.4. Identificazione dei ricettori discreti



Come anticipato, al fine di consentire un'analisi di dettaglio dei livelli di ricaduta stimati dal modello, nonché per le successive valutazioni di impatto sanitario (per le quali si rimanda **al dedicato Studio di Valutazione di Impatto Sanitario aggiornato**), oltre ai ricettori su griglia sono stati individuati dei ricettori discreti.

Nello specifico, è stata effettuata una selezione delle principali strutture scolastiche, sanitarie, asili nidi e case di cura presenti nel Comune di Piombino, **ed aree residenziali**. E' stata considerata inoltre l'ubicazione delle No. 2 centraline di monitoraggio della qualità dell'aria site nel Comune di Piombino (**stazione di LI Cotone e LI-Piombino Parco VIII Marzo**).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 38 di 77	Rev. 1

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

Nella figura seguente si riporta l'ubicazione degli elementi sensibili individuati, per una cui descrizione si rimanda alla successiva tabella, **così come integrata in risposta alla richiesta ARPAT Prot. n. 0312310 del 08/08/2022, con l'inclusione della Località Gagno e Borgata Cotone.**

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 39 di 77	Rev. 1

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

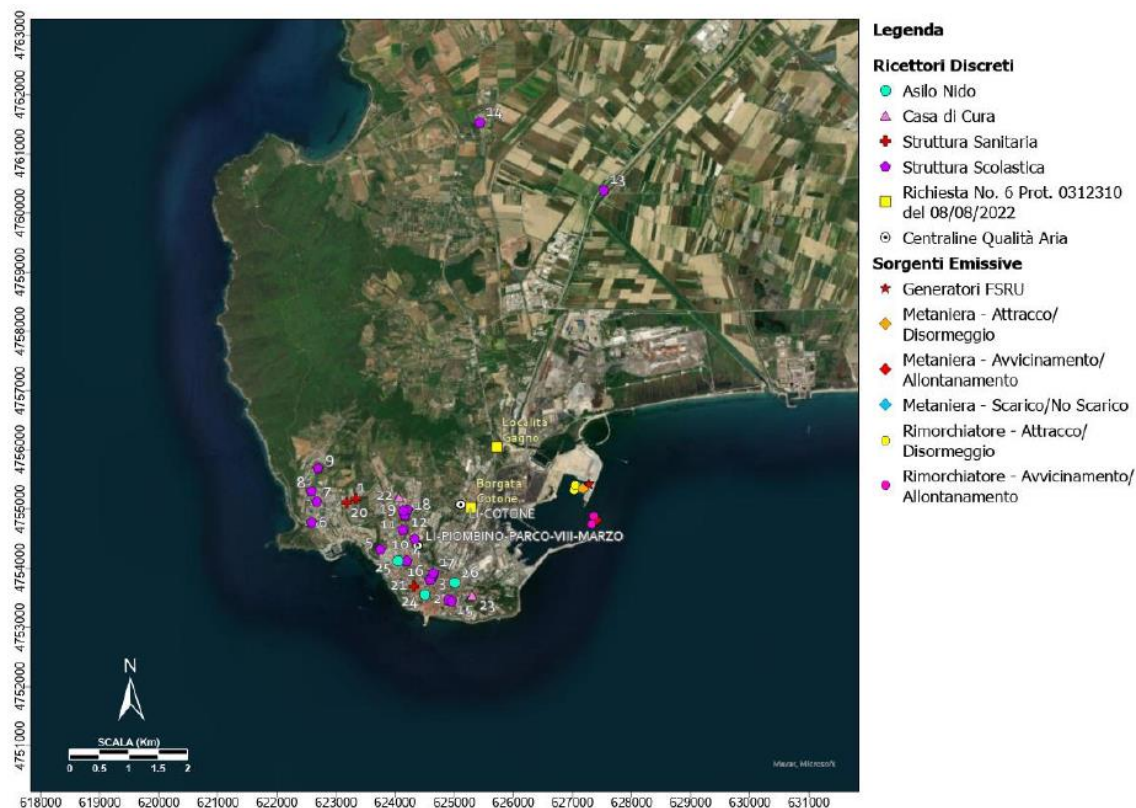




Figura 4-10: Ubicazione ricettori discreti e centraline di qualità dell'aria

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 40 di 77	Rev. 1

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

Tabella 4-5: Descrizione ricettori discreti e centraline di qualità dell'aria

ID	NOME	TIPO
1	Ospedale Villamarina	Struttura Sanitaria
2	Scuola Secondaria di 2° Grado Carducci-Volta-Pacinotti	Struttura Scolastica
3	Scuola Primaria Dante Alighieri	Struttura Scolastica
4	Scuola Primaria XXV Aprile	Struttura Scolastica
5	Scuola Secondaria di 2° Grado IS Luigi Einaudi Alberto Ceccherelli	Struttura Scolastica
6	Scuola dell'Infanzia Loc. Calamoresca	Struttura Scolastica
7	Scuola Secondaria di 1° Grado Andrea Guardi	Struttura Scolastica
8	Scuola Primaria Loc. Diaccioni	Struttura Scolastica
9	Scuola dell'Infanzia Loc. Diaccioni	Struttura Scolastica
10	Scuola dell'Infanzia Gianni Rodari	Struttura Scolastica
11	Scuola Primaria Perticale	Struttura Scolastica
12	Scuola Secondaria di 2° Grado A. Ceccherelli	Struttura Scolastica
13	Scuola dell'Infanzia Loc. Ponte di Ferro	Struttura Scolastica
14	Scuola Primaria Loc. Populonia	Struttura Scolastica
15	Scuola Secondaria di 2° Grado Pacinotti	Struttura Scolastica
16	Scuola Secondaria di 2° Grado Centro Territoriale Distretto 33	Struttura Scolastica
17	Scuola Secondaria di 1° Grado Andrea Guardi	Struttura Scolastica
18	Scuola Secondaria di 2° Grado A. Volta	Struttura Scolastica
19	Scuola Secondaria di 2° Grado LC Giosuè Carducci	Struttura Scolastica
20	Presidio Ospedaliero di Piombino	Struttura Sanitaria
21	Azienda USL Toscana Nord Ovest	Struttura Sanitaria
22	RSA San Rocco	Casa di Cura
23	Casa di Riposo GTA Service	Casa di Cura
24	Asilo Nido Hop-là	Asilo Nido
25	Nido d'Infanzia L'Elfo	Asilo Nido
26	Asilo Nido La Tribù degli Gnomi	Asilo Nido
27	Località Gagno	Strutture abitative
28	Borgata Cotone	Strutture abitative
LI-18	LI-PIOMBINO-PARCO-VIII-MARZO	Centralina Suburbana - Fondo
LI-20	LI-COTONE	Centralina Suburbana - Industriale

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 41 di 77	Rev. 1

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

5. DESCRIZIONE DEI RISULTATI OTTENUTI

Di seguito si riporta una descrizione dei risultati ottenuti a livello generale per i principali inquinanti (NO_x, SO₂ e particolato PM₁₀ e PM_{2,5}) e microinquinanti (NMVOC, Metalli, IPA e PCDD/PCDF).

Come anticipato, nel caso del CO si ritiene di non riportare specifici approfondimenti, data la scarsa significatività dei risultati ottenuti dalle simulazioni rispetto al valore limite applicabile.

Per completezza, si evidenzia comunque che le massime ricadute al suolo di CO stimate con riferimento allo scenario massimo sono risultate:

- pari a circa lo 0,24% del valore limite ex D.Lgs. 155/2010 per quanto riguarda le massime ricadute calcolate come media su 8 ore (circa 0,024 mg/m³ rispetto a un valore limite di 10 mg/m³);
- pari a circa lo 0,20% del valore di 4 mg/m³ indicato dalle Linee Guida OMS 2021 con riferimento al 99° percentile delle medie giornaliere, con un valore stimato nel punto di massima ricaduta al suolo pari a circa 0,0079 mg/m³;
- pur non avendo considerato il contributo della metaniera per il parametro CO (si veda il precedente Paragrafo 4.1) appare del tutto evidente come tale sorgente non sia in grado di modificare in maniera apprezzabile le suddette valutazioni.

5.1. Ossidi di Azoto (NO_x)

5.1.1. Limite Orario (Scenario Massimo)

Per quanto concerne gli NO_x, il limite di legge orario fissato dal D. Lgs 155/2010 è pari a 200 µg/m³ (per NO₂) e non può essere superato per più di 18 volte in un anno, il che corrisponde al 99,8° percentile dei valori su media oraria.

Come mostra la mappa di ricaduta nella successiva Figura, le massime ricadute stimate nello scenario massimo descritto nel precedente Paragrafo si registrano in mare, all'interno dell'area portuale in cui saranno effettuate le operazioni di manovra della metaniera con i rimorchiatori a supporto. Il massimo valore di ricaduta è pari a circa 350 µg/m³, superando quindi localmente il limite di legge sopra indicato che però non risulta rappresentativo data l'ubicazione in mare. Si evidenzia che nel punto di massima ricaduta al suolo, ubicato in corrispondenza della banchina ovest della Darsena Nord, il valore del 99,8° percentile scende a circa 280 µg/m³.

Il risultato ottenuto appare estremamente cautelativo ed è sicuramente influenzato dalle ipotesi modellistiche con le quali è stato calcolato; il dato non si riferisce infatti a uno scenario reale di funzionamento, bensì è stato ottenuto considerando il verificarsi della condizione emissiva più impattante (sovrapposizione delle emissioni generate dai motori della FSRU alle attività della metaniera e dei 4 rimorchiatori) per 365 giorni l'anno, al fine di simulare lo svolgimento delle operazioni delle metaniere in concomitanza con le condizioni meteorologiche più gravose dal punto di vista della dispersione degli inquinanti emessi.

Si ricorda inoltre che un'altra ipotesi cautelativa, adottata esclusivamente ai fini delle valutazioni modellistiche, è l'adozione di un rapporto pari a 1 tra i quantitativi di NO_x emessi e le relative ricadute al suolo di NO₂.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 42 di 77	Rev. 1

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

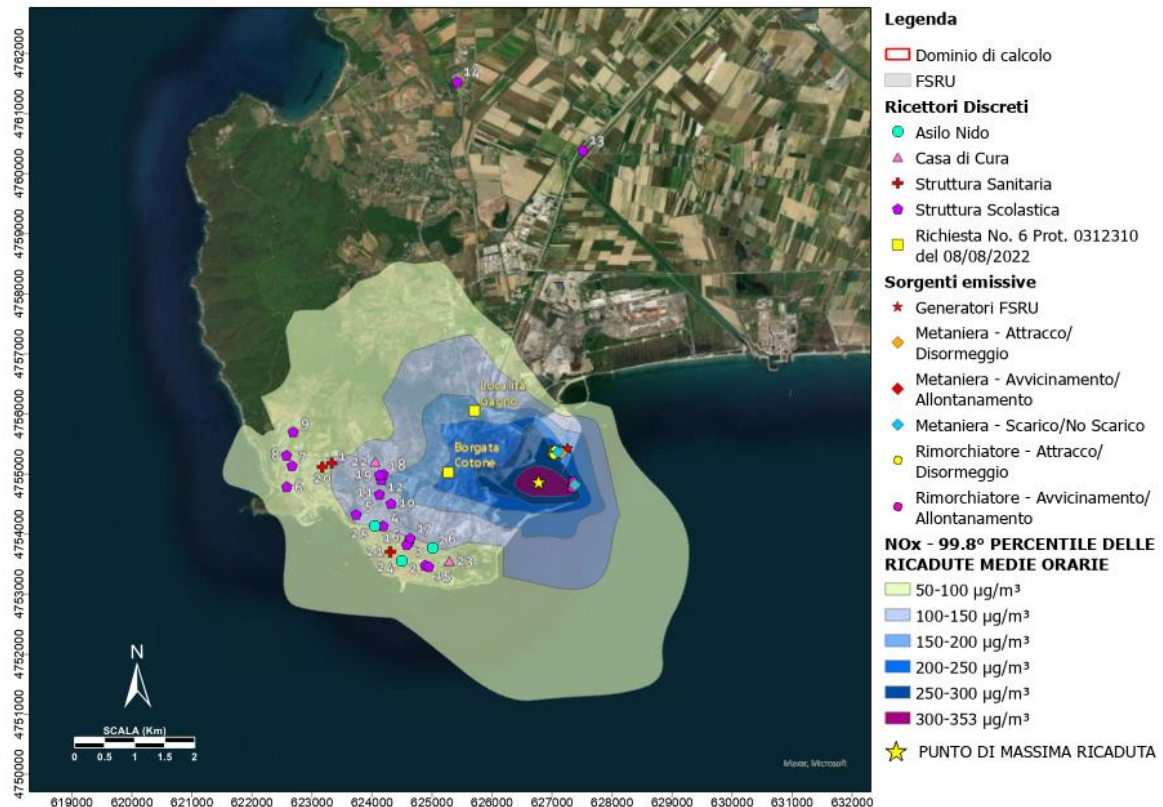


Figura 5-1: Scenario Massimo - 99,8 percentile delle concentrazioni medie orarie di NO_x (Valore Limite per NO₂: 200 µg/m³ da non superare più di 18 volte in un anno)

Al fine di meglio identificare le condizioni che, sia dal punto di vista emissivo che da quello meteorologico, potrebbero dare luogo ai suddetti picchi di ricaduta, si è proceduto con l'effettuare:

- 1) un'analisi del contributo alle ricadute dato dalle diverse tipologie di sorgenti emmissive, analizzando quindi separatamente il contributo della FSRU, della metaniera e dei No. 4 rimorchiatori. Tale analisi, riportata nel seguito, mostra chiaramente come il verificarsi dei picchi orari sopra indicati sia quasi esclusivamente imputabile alla presenza dei rimorchiatori, le cui operazioni ai fini modellistici sono state simulate in orario notturno (dalle ore 00:00 alle ore 02:00 per le fasi di avvicinamento e attracco, dalle ore 22:00 alle ore 00:00 per le fasi di disormeggio e allontanamento);
- 2) un approfondimento delle condizioni anemologiche a livello diurno-notturno e stagionale che potrebbero determinare i suddetti picchi orari di ricaduta.

In relazione al suddetto punto 1), nelle figure seguenti si riportano le mappe relative al 99,8° percentile delle ricadute orarie di NO_x ottenute con riferimento a:

- Esercizio in continuo della FSRU (simulato per 8760 ore all'anno);
- Emissioni della metaniera (di taglia equivalente alla FSRU);

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 43 di 77	Rev. 1

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

- Emissioni dei 4 rimorciatori a supporto della metaniera (attività previste per circa 4 ore al giorno, in concomitanza della presenza della metaniera in porto).

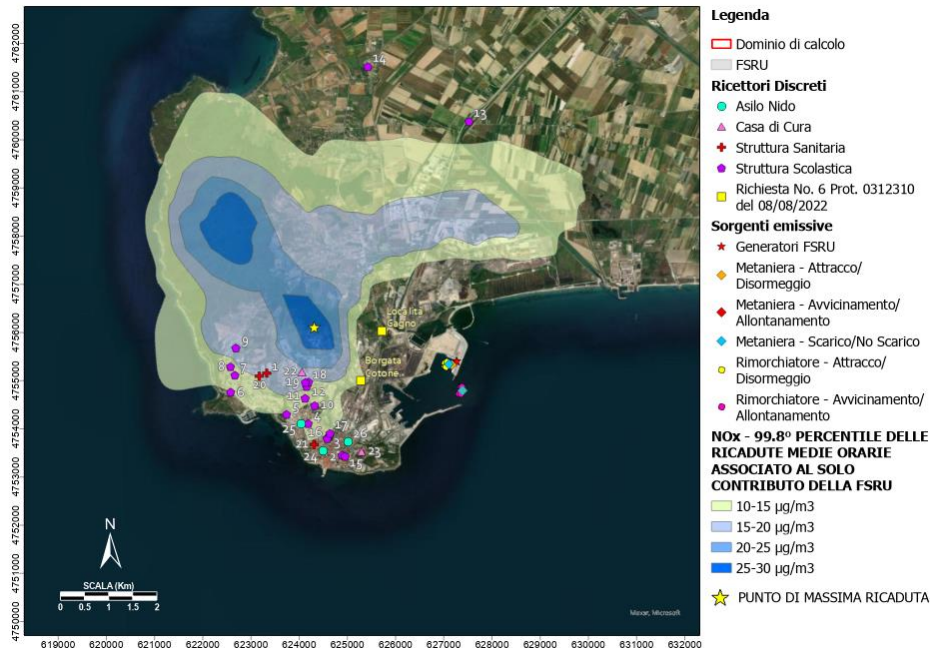


Figura 5-2: Scenario Massimo - 99,8° percentile delle concentrazioni medie orarie di NOx. Contributo associato al solo esercizio della FSRU

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 44 di 77	Rev. 1

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

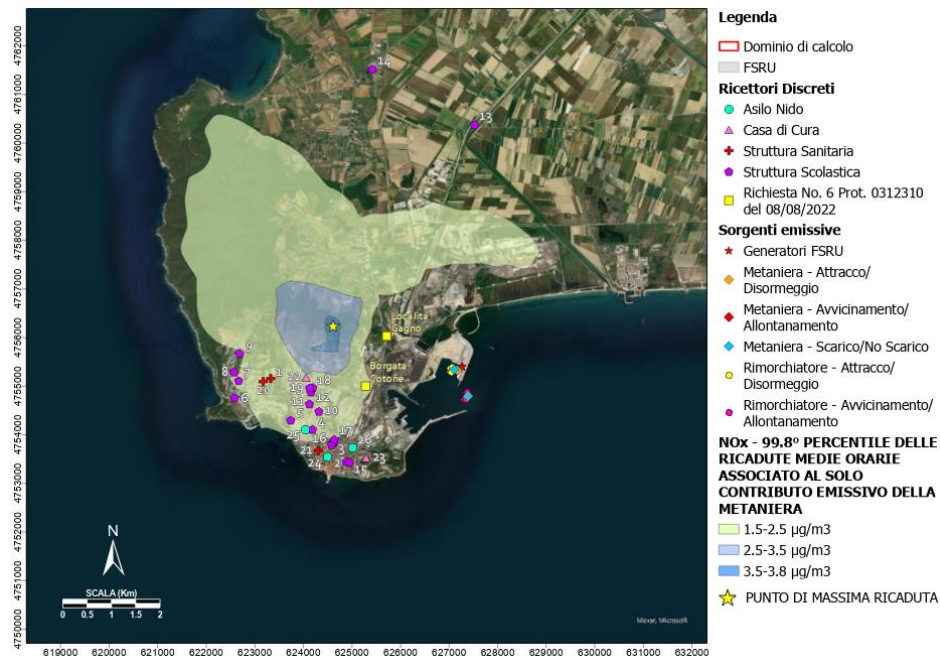


Figura 5-3:Scenario Massimo - 99,8° percentile delle concentrazioni medie orarie di NOx. Contributo associato al solo esercizio della metaniera

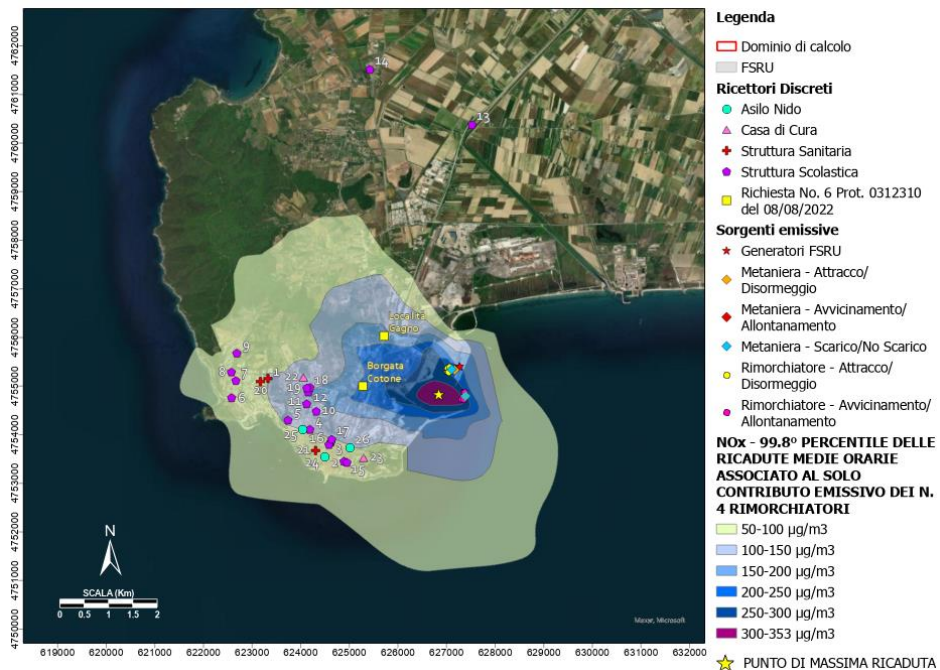


Figura 5-4:Scenario Massimo - 99,8° percentile delle concentrazioni medie orarie di NOx. Contributo associato al solo esercizio dei n. 4 rimorchiatori

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 45 di 77	Rev. 1

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

Dalle figure precedenti appare evidente che:

- il solo esercizio in continuo della FSRU, in assenza della metaniera e dei rimorchiatori, non è tale da determinare picchi di ricaduta orari significativi, con il valore di concentrazione nel punto di massima ricaduta al suolo pari a circa $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (rispetto ad un valore limite di limite di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$);
- il solo contributo della metaniera risulta ulteriormente inferiore (picco di ricaduta pari a circa $3,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$), pur nell'ipotesi conservativa ai fini modellistici di considerarne la presenza per tutti i giorni della serie temporale considerata;
- i picchi di ricaduta fatti registrare dalla simulazione complessiva di tutte le sorgenti (FSRU, metaniera, 4 rimorchiatori) siano riconducibili praticamente in maniera esclusiva alle attività dei n. 4 rimorchiatori, che si ricorda saranno attivi solamente per 4 ore al giorno nei soli giorni di presenza della metaniera in porto.

Come da sopra indicato punto 2) è stato pertanto eseguito un approfondimento delle condizioni anemologiche che potrebbero determinare i suddetti picchi di ricaduta orari in relazione alle attività dei rimorchiatori. A tal riguardo si evidenzia che:

- La condizione che determina il picco di ricaduta al suolo viene registrata dal modello in orario notturno (ore 22:00) nel mese di novembre (stagione autunnale-invernale) con venti che soffiano da Est (si veda la figura seguente);

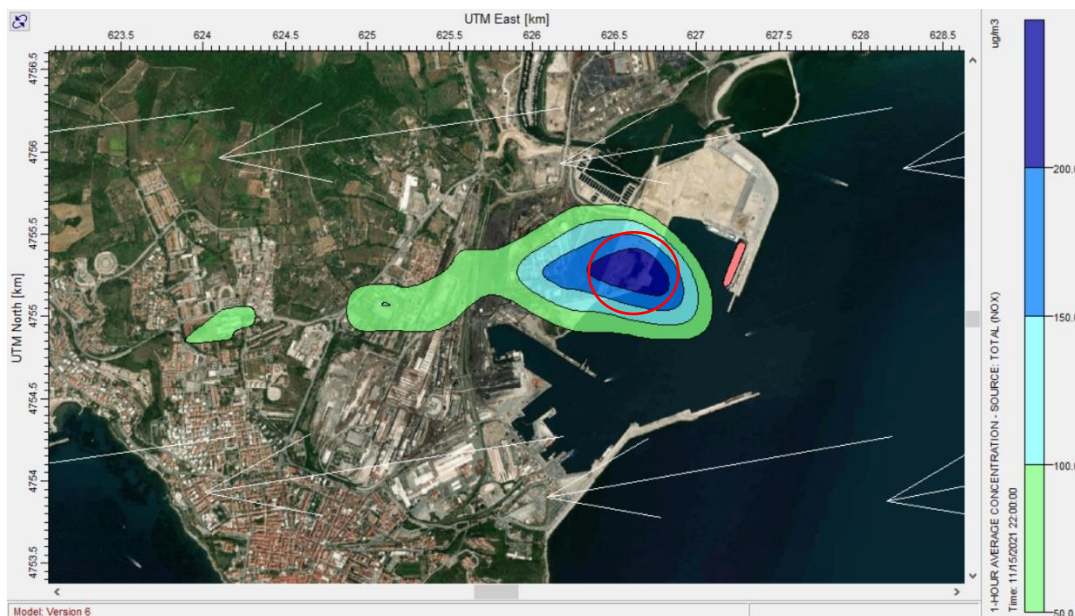


Figura 5-5: Dettaglio della condizione meteorologica associata al 99,8° percentile delle ricadute orarie di NOx nel punto di massima ricaduta sulla terraferma (cerchiato in figura). Le frecce mostrano l'andamento del campo di vento nell'ora identificata (venti da est).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 46 di 77	Rev. 1

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

- la rosa dei venti annuale a 10 m dal suolo, in corrispondenza del baricentro delle sorgenti emissive (si veda la figura seguente), mostra che i venti da Est costituiscono solamente il 7,4% circa del totale;

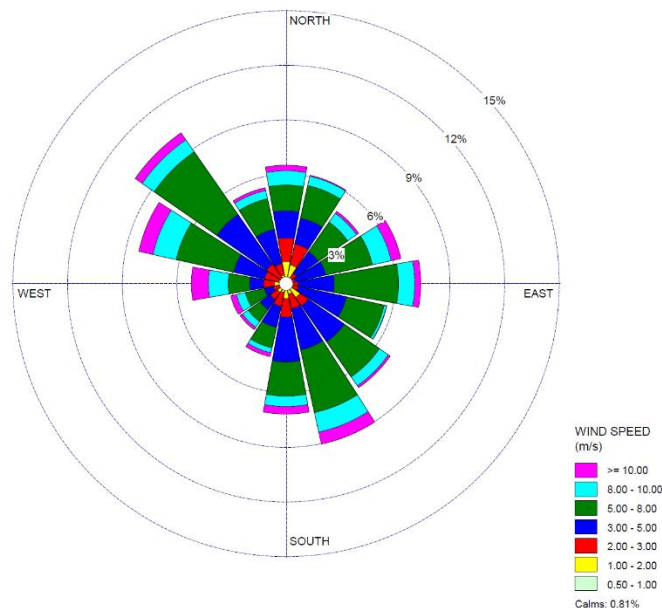


Figura 5-6: Rosa dei venti a 10 m dal suolo in corrispondenza del baricentro delle sorgenti emissive

- la componente di venti da Est risulta quella prevalente nella fascia oraria “notturna” (fascia oraria “22:00 ÷ 06:00”), dove la condizione si è verificata per il 4,7% circa delle ore annue totali, mentre nella fascia oraria “diurna” (fascia oraria “06:00 ÷ 22:00”) i venti da est sono risultati solamente il 2,7% delle ore annue totali (si vedano le figure seguenti);

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 47 di 77	Rev. 1

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

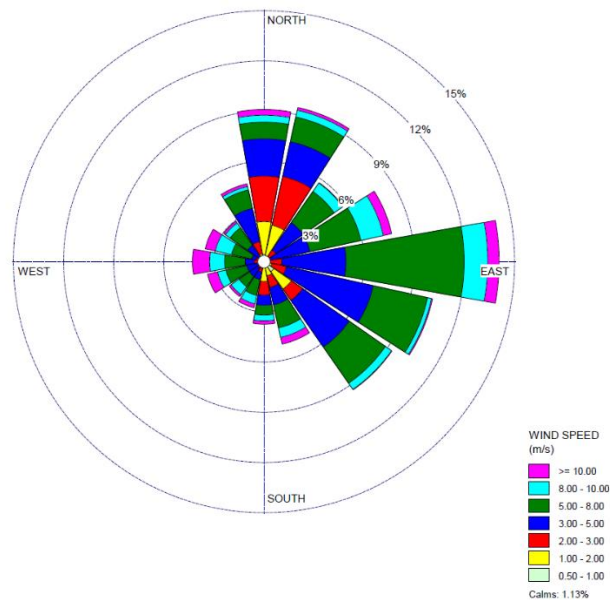


Figura 5-7: Rosa dei venti “notturna” (fascia oraria “22:00 ÷ 06:00”) a 10 m dal suolo in corrispondenza del baricentro delle sorgenti emissive

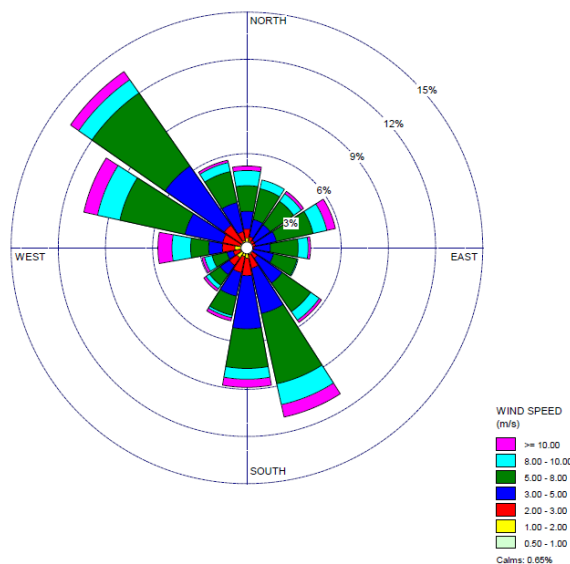


Figura 5-8: Rosa dei venti “diurna” (fascia oraria “06:00 ÷ 22:00”) a 10 m dal suolo in corrispondenza del baricentro delle sorgenti emissive

- i venti da Est costituiscono una componente rilevante prevalentemente nelle stagioni autunnale e invernale (2,9% e 2,2% delle ore annue totali), mentre nelle stagioni primaverile e estiva i venti da est hanno soffiato con frequenza meno marcata (1,3% e 1,0% del totale annuo), come mostrano le figure seguenti. Nella stagione autunnale, si osserva, inoltre, una

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 48 di 77	Rev. 1

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

componente prevalente di venti da Est-Nord-Est (pari a circa il 3,0% delle ore annue totali), che sommata a quella da Est costituisce il 5,9% del totale annuo;

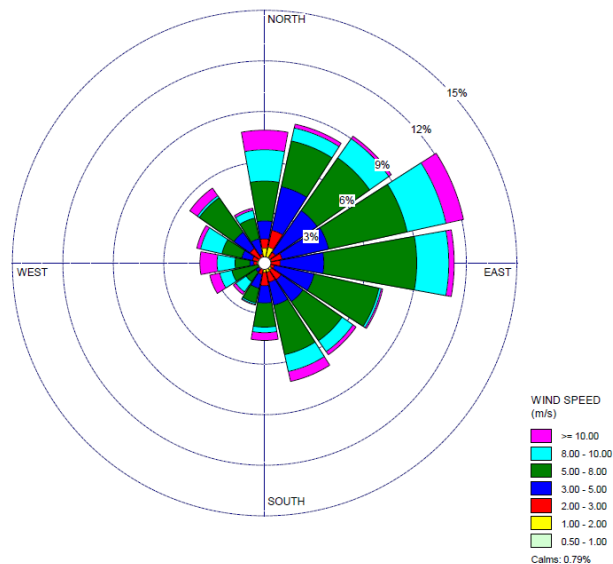


Figura 5-9: Rosa dei venti autunnale (dal 23 Settembre al 21 Dicembre) a 10 m dal suolo in corrispondenza del baricentro delle sorgenti emissive

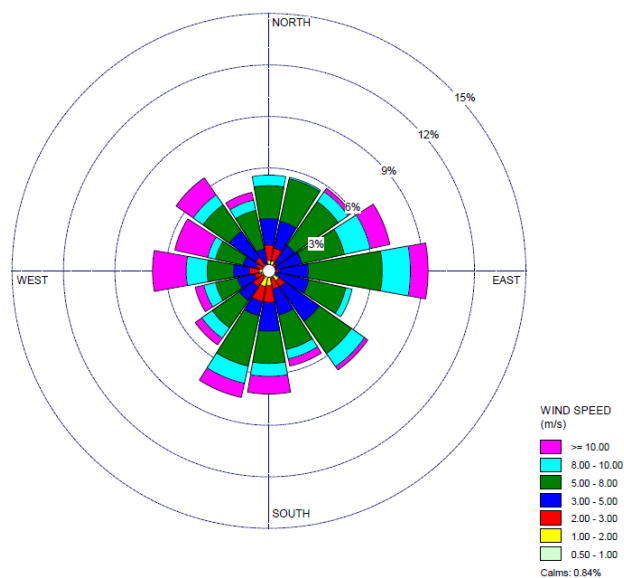


Figura 5-10: Rosa dei venti invernale (dal 22 Dicembre al 20 Marzo) a 10 m dal suolo in corrispondenza del baricentro delle sorgenti emissive

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 49 di 77	Rev. 1

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

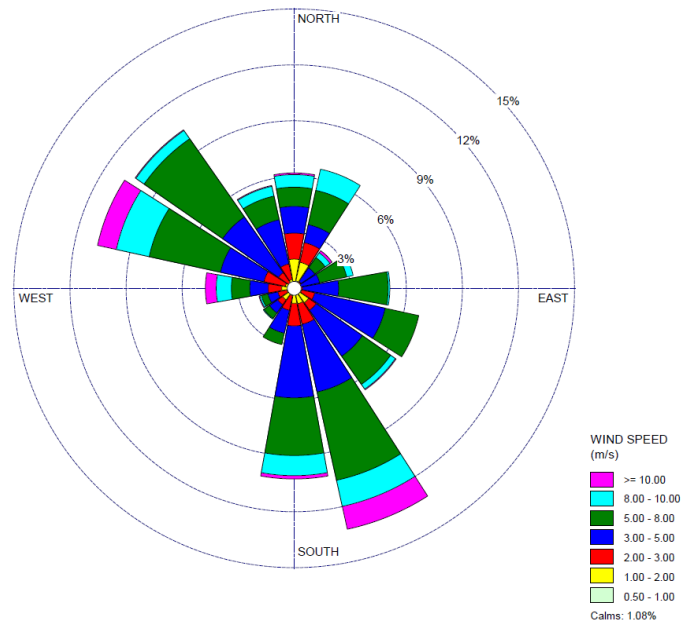


Figura 5-11: Rosa dei venti primaverile (dal 21 Marzo al 21 Giugno) a 10 m dal suolo in corrispondenza del baricentro delle sorgenti emmissive

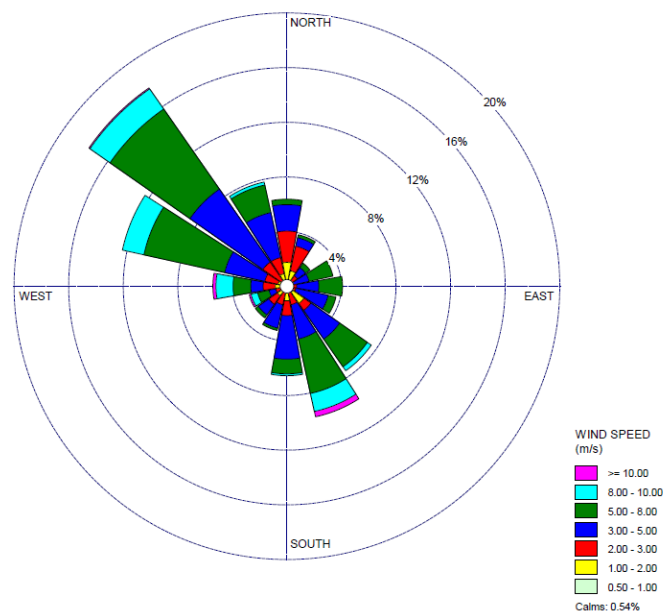




Figura 5-12: Rosa dei venti estiva (dal 22 Giugno al 22 Settembre) a 10 m dal suolo in corrispondenza del baricentro delle sorgenti emmissive

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 50 di 77	Rev. 1

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

Quanto sopra descritto porta a constatare che le condizioni peggiori dal punto di vista dei picchi di ricaduta sembrano verificarsi in ore notturne e nel periodo autunnale-invernale, con venti che soffiano da est verso la terraferma, in condizioni che risultano pertanto circostanziabili dal punto di vista temporale e delle relative condizioni anemologiche.

Si sottolinea che le suddette considerazioni sulle condizioni anemologiche relative alla fascia oraria notturna risultano confermate anche dall'analisi dei dati meteo registrati nel 2021 presso la stazione di Venturina⁴, considerata in ambito SIA per la caratterizzazione dal punto di vista meteorologico e ubicata come da figura seguente.

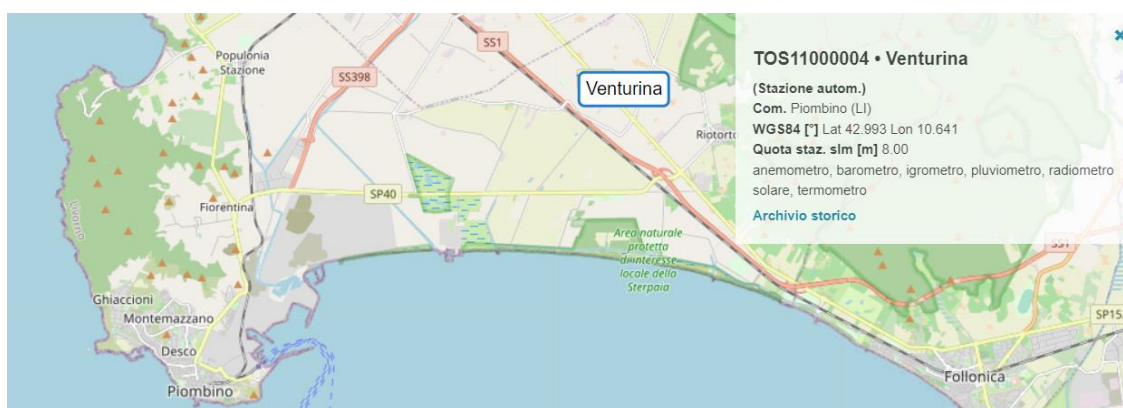


Figura 5-13: Ubicazione della stazione meteorologica Venturina

In particolare, il confronto tra la rosa dei venti notturna in corrispondenza delle coordinate della stazione Venturina, ricostruita a partire dai dati WRF considerati ai fini modellistici, con la corrispettiva rosa dei venti ottenuta dai dati registrati dalla stazione medesima, conferma una marcata prevalenza di venti dai settori Est / Nord-Est riferite all'orario notturno (si vedano le figure seguenti).

⁴ [Dati della rete meteo-idrologica, mareografica, freaticometrica regionale, giornaliera e in tempo reale – AUTORITÀ DI BACINO DISTRETTUALE DELL'APPENNINO SETTENTRIONALE](#)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 51 di 77	Rev. 1

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

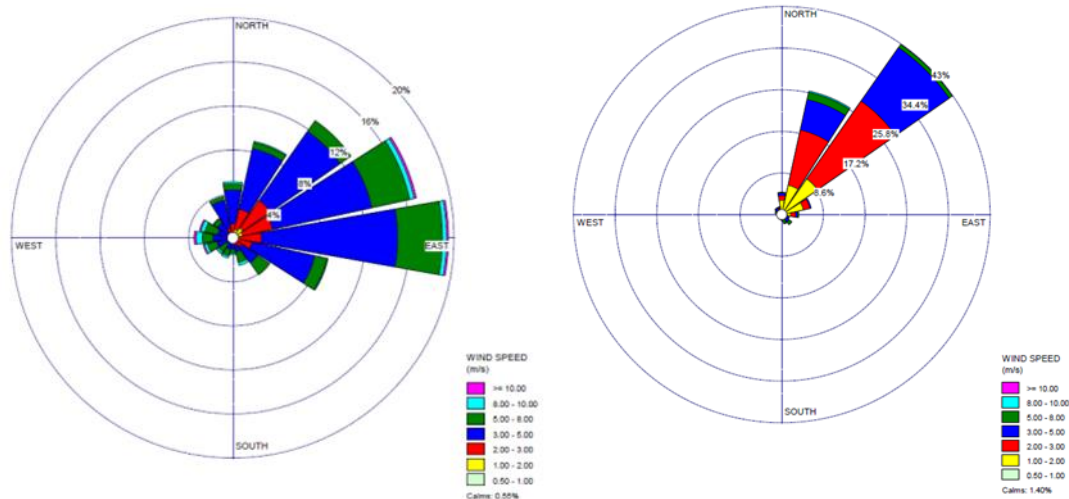


Figura 5-14: Confronto tra la rosa dei venti notturna del 2021 in corrispondenza delle coordinate della stazione Venturina ottenuta con i dati WRF (a sinistra) e la corrispettiva rosa dei venti da dati registrati dalla stazione nel 2021 (a destra).

Il risultato ottenuto in merito al valore massimo orario delle ricadute di NO_x (99.8 percentile) evidenzia che il valore di superamento delle 18 ore anno si potrà verificare per un numero complessivo di ulteriori 40 ore/anno (ossia lo 0,5% delle ore annuali totali) in corrispondenza della banchina ovest della Darsena Nord, tenendo presente che:


- Le attività di manovra dei quattro rimorchiatori ammontano a circa 208 ore/anno considerando 4 ore/manovra ed un numero di manovre/anno di ingresso/uscita delle metaniere pari a 52;
- Le manovre di ingresso/uscita si verificano tutte nelle peggiori condizioni anemometriche ossia durante le ore notturne quando i venti prevalenti soffiano da est verso la terra ferma. In realtà questo regime si registra soprattutto in autunno-inverno e molto meno in primavera estate.

Di fatto, le manovre di ingresso/uscita delle metaniere saranno previste in notturna nel periodo estivo per evitare l'interferenza con il traffico traghetti e prevalentemente nelle ore diurne nelle altre stagioni, fermo restando le disposizioni di sicurezza marittima delle autorità tecniche portuali.

Pertanto, l'attuazione di idonei piani di mitigazione al fine di ridurre/annullare il numero dei superi orari di NO_x non potrà prescindere da un virtuoso e continuo affinamento del bilanciamento tra le condizioni meteo attese e la pianificazione degli slot di ingresso/uscita delle metaniere.

Mentre, con riferimento allo scenario massimo giornaliero, sono state stimate anche le massime ricadute al suolo attese di NO_x con riferimento al 99° percentile delle medie giornaliere rispetto al valore di riferimento pari a 25 µg/m³ suggerito dalle Linee Guida dell'OMS del 2021.

Come mostra la mappa di ricaduta di cui alla successiva figura, le concentrazioni al suolo stimate dal modello sono pari a 24,8 µg/m³ nel punto di massima ricaduta al suolo (in corrispondenza della banchina ovest della Darsena Nord), non superando quindi il suddetto valore dell'OMS. Anche in questo caso, i picchi di ricaduta risultano concentrati nell'area portuale adiacente alla banchina della FSRU e sono imputabili quasi interamente al contributo dei rimorchiatori, i cui suddetti picchi orari di

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 52 di 77	Rev. 1

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

ricaduta si riflettono anche sui valori medi giornalieri. Anche in questo caso si tratta di una stima estremamente conservativa fatta solo ai fini modellistici, in quanto si ricorda che i rimorchiatori opereranno solamente per circa 4 ore al giorno in concomitanza delle fasi di avvicinamento/attracco e disormeggio/allontanamento della metaniera.

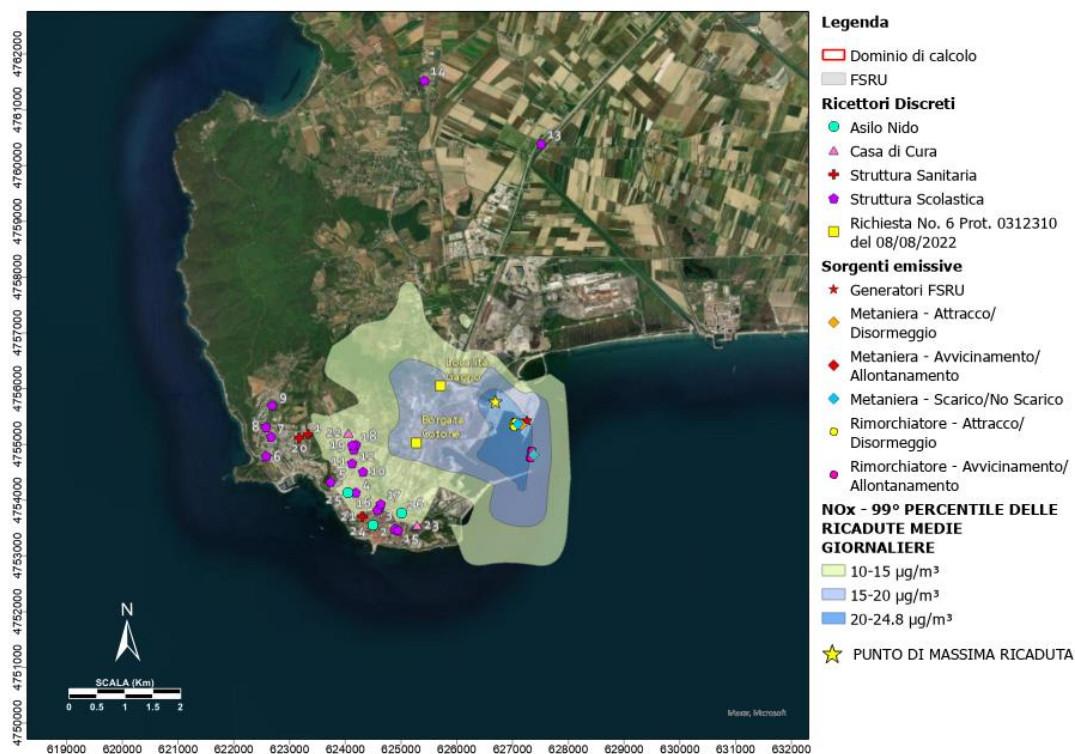




Figura 5-15: Scenario Massimo – 99° percentile delle concentrazioni medie orarie di NOx (Valore di riferimento dell'OMS per NO2: 25 µg/m³)

I valori ottenuti in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline di qualità dell'aria sono riassunti nella tabella seguente. Si osserva che i valori stimati presso ricettori discreti e centraline, ottenuti con le suddette ipotesi ampiamente conservative, risultano sempre inferiori al limite di legge e nettamente inferiori al valore di massima ricaduta sopra indicato, fatta eccezione per il ricettore "Località Gagno" dove i valori orari superano di poco il valore limite.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 53 di 77	Rev. 1

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

Tabella 5-1: Scenario Massimo – 99.8° percentile delle ricadute medie orarie e 99° percentile delle ricadute medie giornaliere di NO_x in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline

ID	NOME	TIPO	NO _x – 99.8° PERC. DELLE RICADUTE MEDIE ORARIE (µg/m ³)	NO _x - 99° PERC. DELLE RICADUTE MEDIE GIORN. (µg/m ³)
1	Ospedale Villamarina	Struttura Sanitaria	93,1	9,4
2	Scuola Secondaria di 2° Grado Carducci-Volta-Pacinotti	Struttura Scolastica	94,3	11,1
3	Scuola Primaria Dante Alighieri	Struttura Scolastica	103,6	12,9
4	Scuola Primaria XXV Aprile	Struttura Scolastica	107,8	8,3
5	Scuola Secondaria di 2° Grado IS Luigi Einaudi Alberto Ceccherelli	Struttura Scolastica	67,1	7,0
6	Scuola dell'Infanzia Loc. Calamoresca	Struttura Scolastica	74,2	7,8
7	Scuola Secondaria di 1° Grado Andrea Guardi	Struttura Scolastica	75,4	7,4
8	Scuola Primaria Loc. Diaccioni	Struttura Scolastica	55,5	8,2
9	Scuola dell'Infanzia Loc. Diaccioni	Struttura Scolastica	116,9	10,9
10	Scuola dell'Infanzia Gianni Rodari	Struttura Scolastica	123,4	12,1
11	Scuola Primaria Perticale	Struttura Scolastica	139,3	14,6
12	Scuola Secondaria di 2° Grado A. Ceccherelli	Struttura Scolastica	11,8	2,0
13	Scuola dell'Infanzia Loc. Ponte di Ferro	Struttura Scolastica	10,0	2,4
14	Scuola Primaria Loc. Populonia	Struttura Scolastica	82,5	8,4
15	Scuola Secondaria di 2° Grado Pacinotti	Struttura Scolastica	91,0	9,9
16	Scuola Secondaria di 2° Grado Centro Territoriale Distreto 33	Struttura Scolastica	99,1	13,4

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 54 di 77	Rev. 1


Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

ID	NOME	TIPO	NO _x – 99.8° PERC. DELLE RICADUTE MEDIE ORARIE (µg/m³)	NO _x - 99° PERC. DELLE RICADUTE MEDIE GIORN. (µg/m³)
17	Scuola Secondaria di 1° Grado Andrea Guardi	Struttura Scolastica	145,6	13,5
18	Scuola Secondaria di 2° Grado A. Volta	Struttura Scolastica	136,9	13,4
19	Scuola Secondaria di 2° Grado LC Giosuè Carducci	Struttura Scolastica	79,4	8,6
20	Presidio Ospedaliero di Piombino	Struttura Sanitaria	100,3	12,1
21	Azienda USL Toscana Nord Ovest	Struttura Sanitaria	96,4	11,3
22	RSA San Rocco	Casa di Cura	99,4	9,5
23	Casa di Riposo GTA Service	Casa di Cura	85,8	9,3
24	Asilo Nido Hop-là	Asilo Nido	73,5	8,2
25	Nido d'Infanzia L'Elfo	Asilo Nido	133,4	13,1
26	Asilo Nido La Tribù degli Gnomi	Asilo Nido	74,9	10,3
27	Località Gagno	Strutture abitative	227,3	18,2
28	Borgata Cotone	Strutture abitative	158,9	18,5
LI-18	LI-PIOMBINO-PARCO-VIII-MARZO	Centralina Suburbana - Fondo	134,3	11,1
LI-20	LI-COTONE	Centralina Suburbana - Industriale	182,9	17,4

5.1.2. Limite annuale (Scenario Medio Annuo)

Per quanto concerne gli NO_x, il limite di legge annuale fissato dal D. Lgs 155/2010 è 40 µg/m³, sempre riferito a NO₂.

Come si può osservare nella Figura seguente, è evidente che i valori stimati nello **scenario medio annuo** sono sempre abbondantemente entro i limiti applicabili, con le ricadute massime dell'ordine di 0,5 µg/m³ (1,3% del valore limite) e valori ai ricettori discreti / centraline ancor più contenuti.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 55 di 77	Rev. 1

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

Si evidenzia come i suddetti valori siano ampiamente inferiori anche al più restrittivo valore di $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ indicato dalle Linee Guida OMS del 2021.

In generale, si può osservare che nonostante l'approccio decisamente conservativo per lo scenario massimo, le ricadute medie annue di NO_x associate al progetto nella configurazione in esame saranno decisamente molto inferiori e contenute.

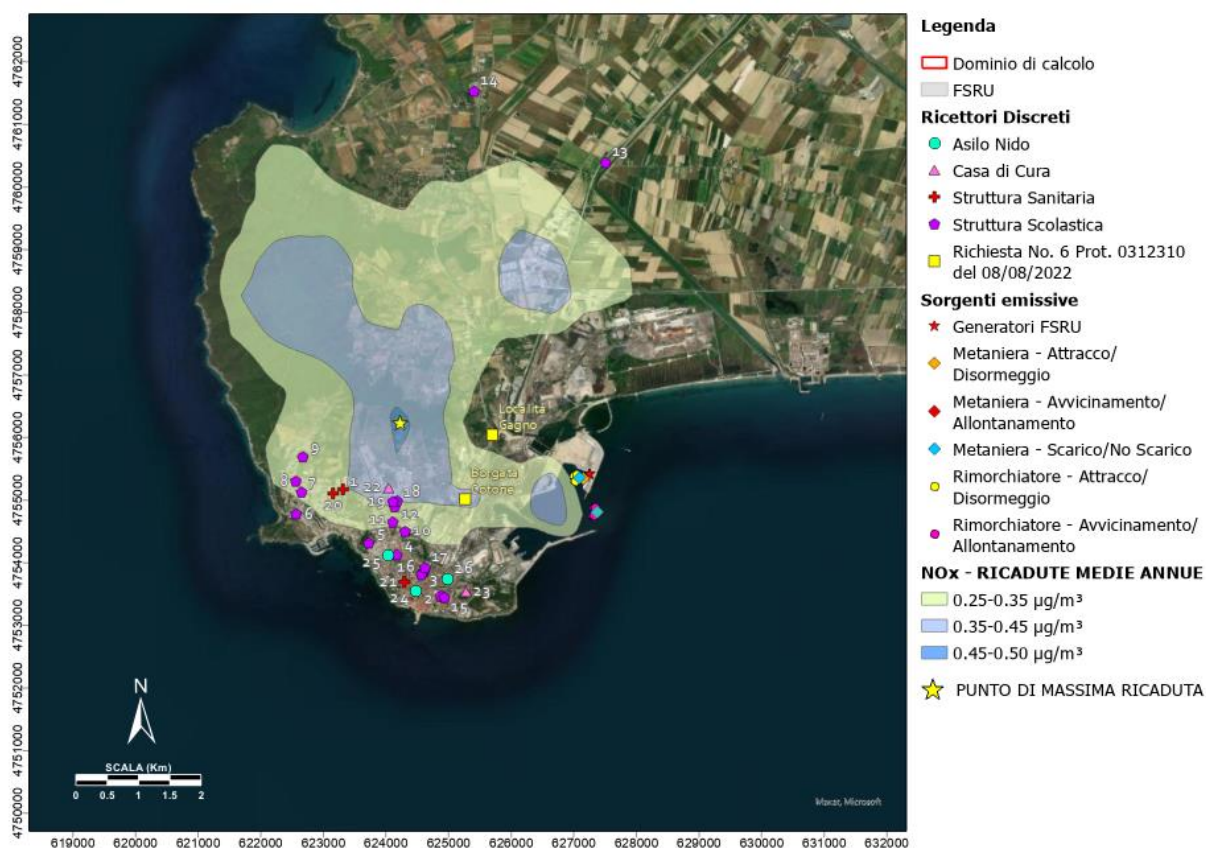



Figura 5-16: Scenario Medio Annuo - Concentrazioni medie annuali di NO_x (Valore Limite per NO_2 : $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Valore di riferimento OMS: $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 56 di 77	Rev. 1

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

Tabella 5-2: Scenario Medio Annuo - Ricadute medie annue di NO_x in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline

ID	NOME	TIPO	NO _x - RICADUTE MEDIE ANNUE (µg/m ³)
1	Ospedale Villamarina	Struttura Sanitaria	0,12
2	Scuola Secondaria di 2° Grado Carducci-Volta-Pacinotti	Struttura Scolastica	0,18
3	Scuola Primaria Dante Alighieri	Struttura Scolastica	0,21
4	Scuola Primaria XXV Aprile	Struttura Scolastica	0,20
5	Scuola Secondaria di 2° Grado IS Luigi Einaudi Alberto Ceccherelli	Struttura Scolastica	0,21
6	Scuola dell'Infanzia Loc. Calamoresca	Struttura Scolastica	0,27
7	Scuola Secondaria di 1° Grado Andrea Guardi	Struttura Scolastica	0,27
8	Scuola Primaria Loc. Diaccioni	Struttura Scolastica	0,28
9	Scuola dell'Infanzia Loc. Diaccioni	Struttura Scolastica	0,23
10	Scuola dell'Infanzia Gianni Rodari	Struttura Scolastica	0,26
11	Scuola Primaria Perticale	Struttura Scolastica	0,36
12	Scuola Secondaria di 2° Grado A. Ceccherelli	Struttura Scolastica	0,18
13	Scuola dell'Infanzia Loc. Ponte di Ferro	Struttura Scolastica	0,19
14	Scuola Primaria Loc. Populonia	Struttura Scolastica	0,11
15	Scuola Secondaria di 2° Grado Pacinotti	Struttura Scolastica	0,16
16	Scuola Secondaria di 2° Grado Centro Territoriale Distretto 33	Struttura Scolastica	0,19
17	Scuola Secondaria di 1° Grado Andrea Guardi	Struttura Scolastica	0,35
18	Scuola Secondaria di 2° Grado A. Volta	Struttura Scolastica	0,36
19	Scuola Secondaria di 2° Grado LC Giosuè Carducci	Struttura Scolastica	0,12
20	Presidio Ospedaliero di Piombino	Struttura Sanitaria	0,20
21	Azienda USL Toscana Nord Ovest	Struttura Sanitaria	0,13
22	RSA San Rocco	Casa di Cura	0,34
23	Casa di Riposo GTA Service	Casa di Cura	0,32
24	Asilo Nido Hop-là	Asilo Nido	0,15

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 57 di 77	Rev. 1

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

ID	NOME	TIPO	NO _x - RICADUTE MEDIE ANNUE (µg/m ³)
25	Nido d'Infanzia L'Elfo	Asilo Nido	0,41
26	Asilo Nido La Tribù degli Gnomi	Asilo Nido	0,11
27	Località Gagno	Strutture abitative	0,39
28	Borgata Cotone	Strutture abitative	0,16
LI-18	LI-PIOMBINO-PARCO-VIII-MARZO	Centralina Suburbana - Fondo	0,22
LI-20	LI-COTONE	Centralina Suburbana - Industriale	0,38

5.2. Polveri (PM₁₀)

5.2.1. Limite Giornaliero (Scenario Massimo)

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 livelli di ricaduta stimati nella simulazione relativa allo **scenario massimo** risultano sempre più di due ordini di grandezza inferiori al suddetto limite, col massimo valore del 90.4° percentile delle ricadute medie giornaliere **al suolo** pari a circa 0,3 µg/m³ (si vedano la successiva tabella e figura).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 58 di 77	Rev. 1

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

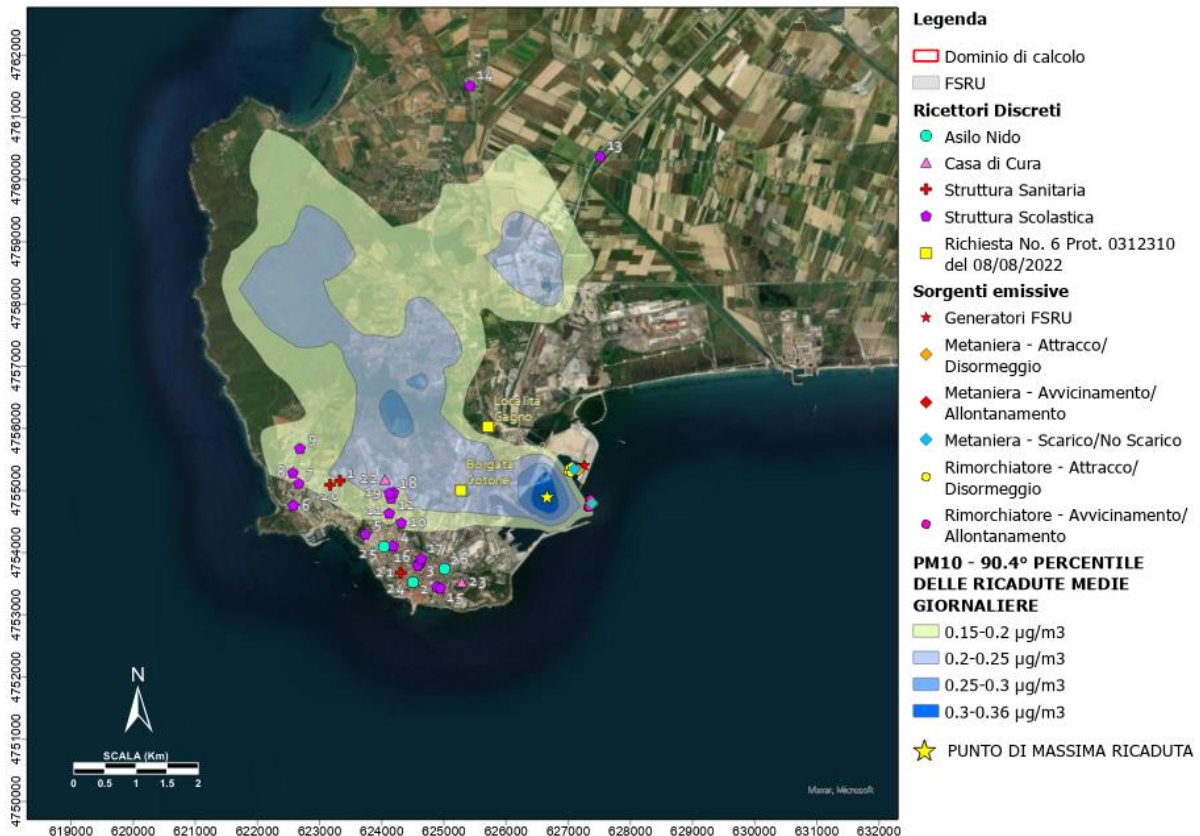


Figura 5-17: Scenario Massimo - 90,4 percentile delle concentrazioni medie giornaliere di Polveri (Valore Limite per PM10: 50 µg/m³ da non superare più di 35 volte in un anno)

Sempre con riferimento allo scenario massimo, sono state stimate anche le massime ricadute al suolo attese con riferimento al 99° percentile delle medie giornaliere, per il confronto con il valore di riferimento pari a 45 µg/m³ suggerito dalle Linee Guida dell'OMS del 2021.

Come mostra la mappa di ricaduta di cui alla successiva figura, le concentrazioni al suolo stimate dal modello nel punto di massima ricaduta al suolo sono pari a circa 1,0 µg/m³, risultando pertanto nettamente inferiori al suddetto valore indicato dall'OMS.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 59 di 77	Rev. 1

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

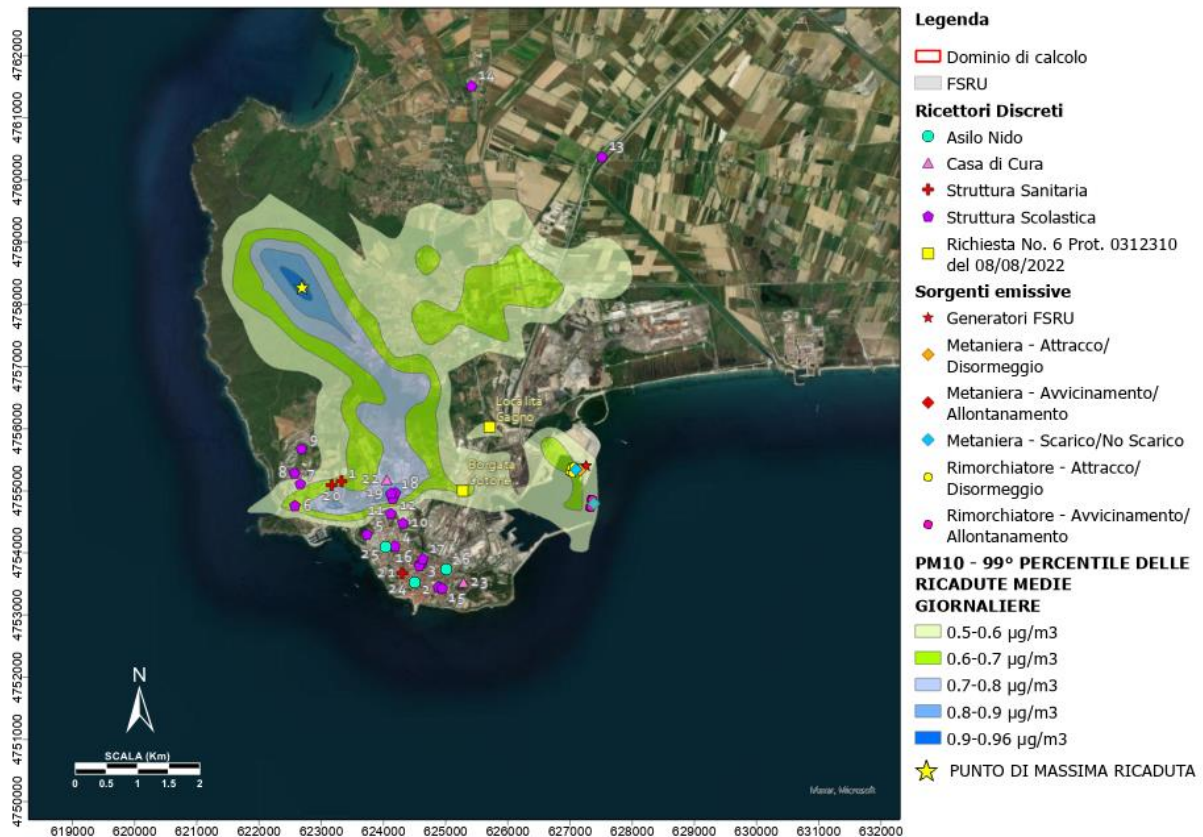




Figura 5-18: Scenario Massimo – 99° percentile delle concentrazioni medie giornaliere di PM10 (Valore di riferimento OMS per PM10: 45 µg/m³)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 60 di 77	Rev. 1

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

Tabella 5-3: Scenario Massimo - 90.4° e 99° percentile delle ricadute medie giornaliere di PM10

ID	NOME	TIPO	PM - 90.4° PERC. DELLE RICADUTE MEDIE GIORNALIERE (µg/m³)	PM 10 - 99° PERC. DELLE RICADUTE MEDIE GIORNALIERE (µg/m³)
1	Ospedale Villamarina	Struttura Sanitaria	0,06	0,29
2	Scuola Secondaria di 2° Grado Carducci-Volta- Pacinotti	Struttura Scolastica	0,09	0,44
3	Scuola Primaria Dante Alighieri	Struttura Scolastica	0,10	0,45
4	Scuola Primaria XXV Aprile	Struttura Scolastica	0,13	0,38
5	Scuola Secondaria di 2° Grado IS Luigi Einaudi Alberto Ceccherelli	Struttura Scolastica	0,11	0,67
6	Scuola dell'Infanzia Loc. Calamoresca	Struttura Scolastica	0,15	0,56
7	Scuola Secondaria di 1° Grado Andrea Guardi	Struttura Scolastica	0,16	0,42
8	Scuola Primaria Loc. Diaccioni	Struttura Scolastica	0,17	0,40
9	Scuola dell'Infanzia Loc. Diaccioni	Struttura Scolastica	0,14	0,52
10	Scuola dell'Infanzia Gianni Rodari	Struttura Scolastica	0,16	0,38
11	Scuola Primaria Perticale	Struttura Scolastica	0,20	0,83
12	Scuola Secondaria di 2° Grado A. Ceccherelli	Struttura Scolastica	0,09	0,29
13	Scuola dell'Infanzia Loc. Ponte di Ferro	Struttura Scolastica	0,11	0,30
14	Scuola Primaria Loc. Populonia	Struttura Scolastica	0,07	0,28
15	Scuola Secondaria di 2° Grado Pacinotti	Struttura Scolastica	0,08	0,36

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 61 di 77	Rev. 1

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

ID	NOME	TIPO	PM - 90.4° PERC. DELLE RICADUTE MEDIE GIORNALIERE (µg/m³)	PM 10 - 99° PERC. DELLE RICADUTE MEDIE GIORNALIERE (µg/m³)
16	Scuola Secondaria di 2° Grado Centro Territoriale Distreto 33	Struttura Scolastica	0,10	0,48
17	Scuola Secondaria di 1° Grado Andrea Guardì	Struttura Scolastica	0,19	0,88
18	Scuola Secondaria di 2° Grado A. Volta	Struttura Scolastica	0,19	0,96
19	Scuola Secondaria di 2° Grado LC Giosuè Carducci	Struttura Scolastica	0,06	0,24
20	Presidio Ospedaliero di Piombino	Struttura Sanitaria	0,10	0,47
21	Azienda USL Toscana Nord Ovest	Struttura Sanitaria	0,08	0,32
22	RSA San Rocco	Casa di Cura	0,19	0,67
23	Casa di Riposo GTA Service	Casa di Cura	0,17	0,68
24	Asilo Nido Hop-là	Asilo Nido	0,07	0,33
25	Nido d'Infanzia L'Elfo	Asilo Nido	0,23	0,74
26	Asilo Nido La Tribù degli Gnomi	Asilo Nido	0,07	0,27
27	Località Gagno	Strutture abitative	0,26	0,63
28	Borgata Cotone	Strutture abitative	0,11	0,53
LI- 18	LI-PIOMBINO-PARCO-VIII- MARZO	Centralina Suburbana - Fondo	0,15	0,42
LI- 20	LI-COTONE	Centralina Suburbana - Industriale	0,23	0,63

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 62 di 77	Rev. 1

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

5.2.2. Limite Annuale (Scenario Medio Annuo)

Per quanto concerne le polveri PM10 il limite di legge annuale fissato dal D. Lgs 155/2010 è $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

I dati ottenuti dalla simulazione dello **scenario medio annuo** risultano prossimi a tre ordini di grandezza inferiori rispetto al limite sopra indicato (**massima ricaduta al suolo pari a circa $0,07 \mu\text{g}/\text{m}^3$**), pertanto da ritenersi praticamente trascurabili rispetto ai livelli di qualità dell'aria preesistenti. **Le ricadute medie annue attese risultano inoltre nettamente inferiori anche al più restrittivo valore di $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ suggerito dalle Linee Guida OMS del 2021.**

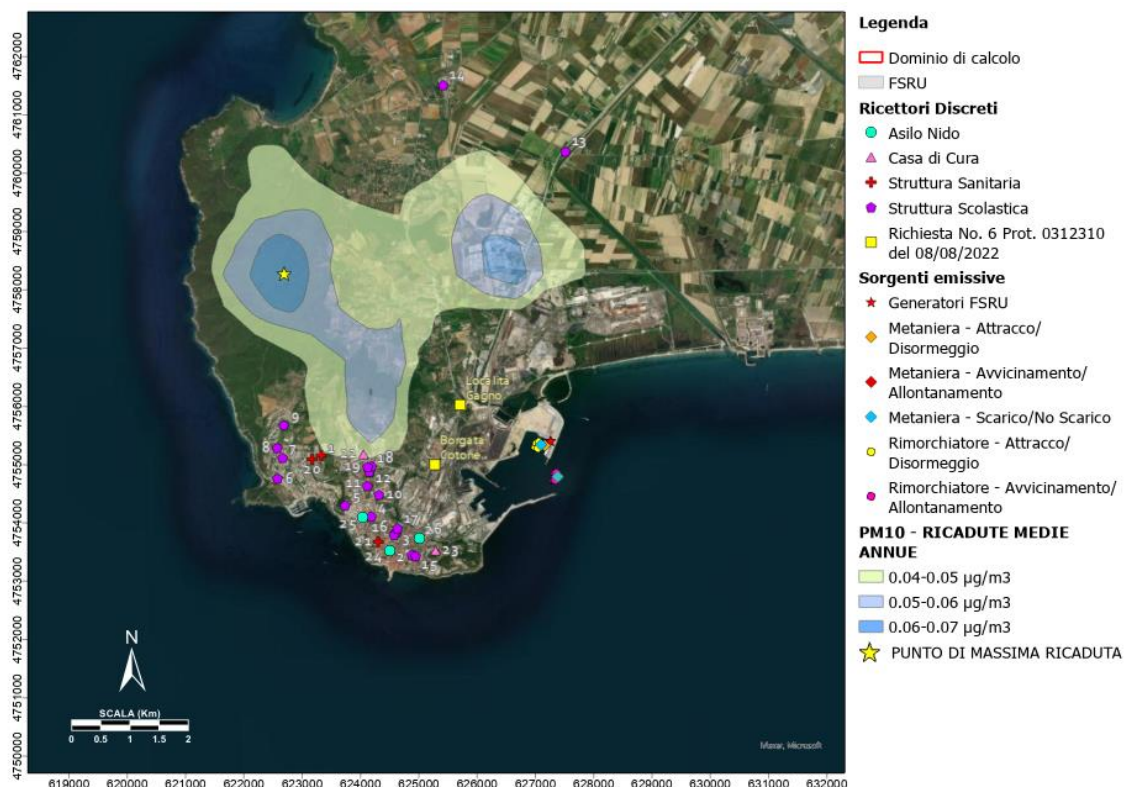


Figura 5-19: Scenario Medio Annuo - Concentrazioni medie annuali di Polveri (Valore Limite per PM10: $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - Valore di riferimento OMS: $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 63 di 77	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

Tabella 5-4: Scenario Medio Annuo - Ricadute medie annue di PM10 in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline

ID	NOME	TIPO	PM10 – RICADUTE MEDIE ANNUE (µg/m³)
1	Ospedale Villamarina	Struttura Sanitaria	0,007
2	Scuola Secondaria di 2° Grado Carducci-Volta-Pacinotti	Struttura Scolastica	0,013
3	Scuola Primaria Dante Alighieri	Struttura Scolastica	0,014
4	Scuola Primaria XXV Aprile	Struttura Scolastica	0,016
5	Scuola Secondaria di 2° Grado IS Luigi Einaudi Alberto Ceccherelli	Struttura Scolastica	0,021
6	Scuola dell'Infanzia Loc. Calamoresca	Struttura Scolastica	0,031
7	Scuola Secondaria di 1° Grado Andrea Guardì	Struttura Scolastica	0,032
8	Scuola Primaria Loc. Diaccioni	Struttura Scolastica	0,035
9	Scuola dell'Infanzia Loc. Diaccioni	Struttura Scolastica	0,016
10	Scuola dell'Infanzia Gianni Rodari	Struttura Scolastica	0,021
11	Scuola Primaria Perticale	Struttura Scolastica	0,032
12	Scuola Secondaria di 2° Grado A. Ceccherelli	Struttura Scolastica	0,028
13	Scuola dell'Infanzia Loc. Ponte di Ferro	Struttura Scolastica	0,029
14	Scuola Primaria Loc. Populonia	Struttura Scolastica	0,007
15	Scuola Secondaria di 2° Grado Pacinotti	Struttura Scolastica	0,012
16	Scuola Secondaria di 2° Grado Centro Territoriale Distretto 33	Struttura Scolastica	0,014
17	Scuola Secondaria di 1° Grado Andrea Guardì	Struttura Scolastica	0,032
18	Scuola Secondaria di 2° Grado A. Volta	Struttura Scolastica	0,034
19	Scuola Secondaria di 2° Grado LC Giosuè Carducci	Struttura Scolastica	0,007
20	Presidio Ospedaliero di Piombino	Struttura Sanitaria	0,013
21	Azienda USL Toscana Nord Ovest	Struttura Sanitaria	0,007
22	RSA San Rocco	Casa di Cura	0,038
23	Casa di Riposo GTA Service	Casa di Cura	0,035
24	Asilo Nido Hop-là	Asilo Nido	0,012
25	Nido d'Infanzia L'Elfo	Asilo Nido	0,044
26	Asilo Nido La Tribù degli Gnomi	Asilo Nido	0,005
27	Località Gagno	Strutture abitative	0,023
28	Borgata Cotone	Strutture abitative	0,005
LI-18	LI-PIOMBINO-PARCO-VIII-MARZO	Centralina Suburbana - Fondo	0,014

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 64 di 77	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

ID	NOME	TIPO	PM10 – RICADUTE MEDIE ANNUE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
LI-20	LI-COTONE	Centralina Suburbana - Industriale	0,027

5.3. Polveri ($\text{PM}_{2.5}$)

5.3.1. Limite Giornaliero (Scenario Massimo)

Con riferimento allo scenario massimo, sono state stimate le massime ricadute al suolo attese con riferimento al 99° percentile delle medie giornaliere di $\text{PM}_{2.5}$, per il confronto con il valore di riferimento pari a $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ suggerito dalle Linee Guida dell'OMS del 2021.

Come mostra la mappa di ricaduta di cui alla successiva figura, le concentrazioni al suolo stimate dal modello sono risultate sempre pari o inferiori a $1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$, risultando pertanto nettamente inferiori al suddetto valore indicato dall'OMS ($15 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

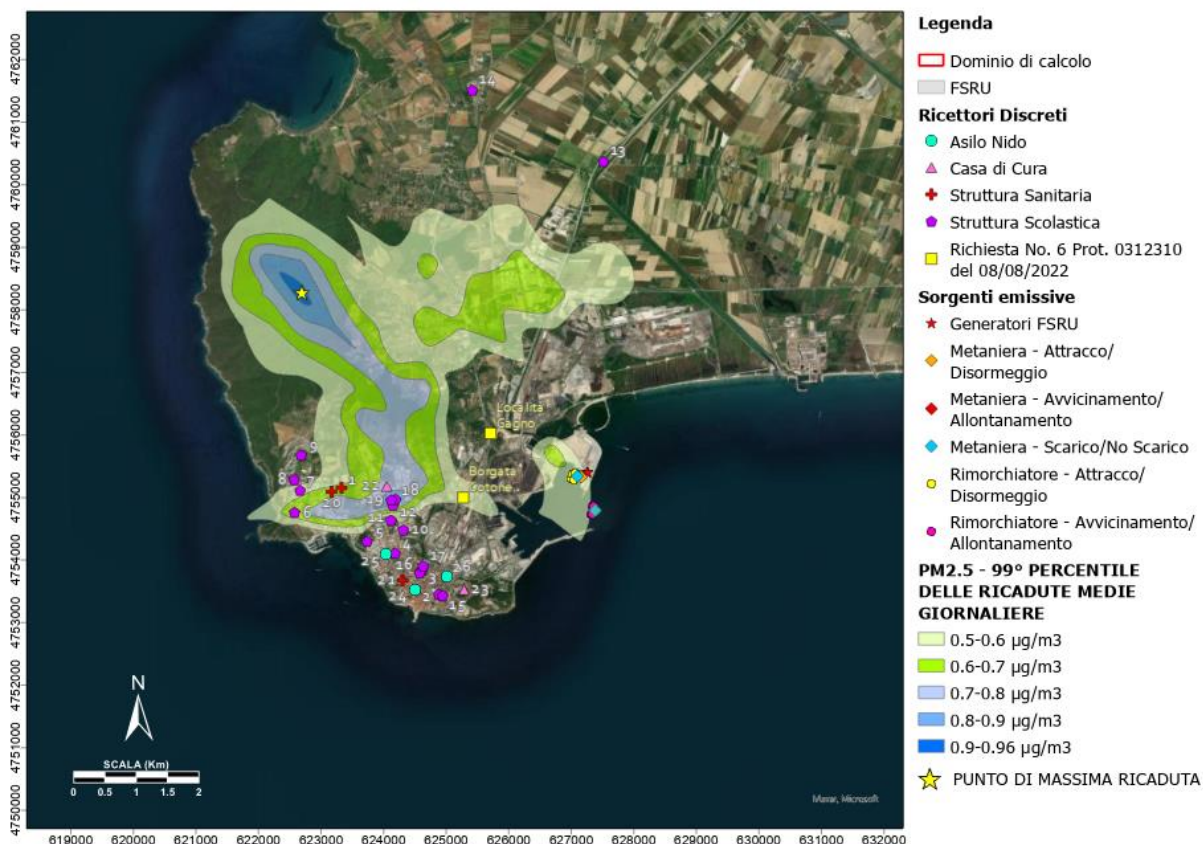


Figura 5-20: Scenario Massimo – 99° percentile delle concentrazioni medie giornaliere di $\text{PM}_{2.5}$ (Valore di riferimento OMS: $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 65 di 77	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

5.3.2. Limite Annuale (Scenario Medio Annuo)

Il limite di legge annuale fissato dal D. Lgs 155/2010 per il PM_{2,5} è invece di 25 µg/m³.

I dati previsionali ottenuti dalla simulazione (scenario medio annuo) risultano prossimi a tre ordini di grandezza inferiori rispetto al limite sopra indicato (massima ricaduta al suolo pari a circa 0,07 µg/m³). Si osserva che le ricadute medie annue attese risultano inoltre sempre abbondantemente inferiori anche al valore più restrittivo di 5 µg/m³ suggerito dalle Linee Guida OMS del 2021.

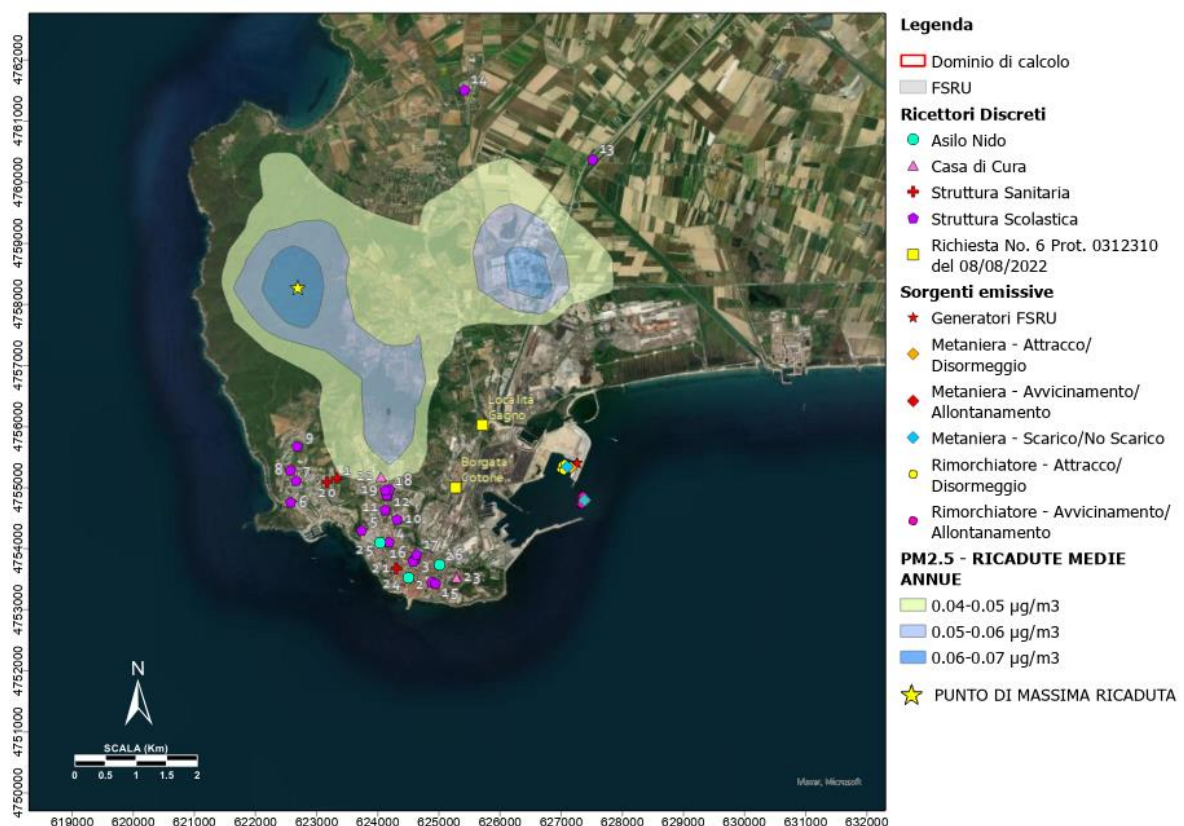


Figura 5-21: Scenario Medio Annuo - Concentrazioni medie annuali di Polveri (Valore Limite per PM_{2,5}: 25 µg/m³- Valore di riferimento OMS: 5 µg/m³)

5.4. Biossido di zolfo (SO₂)

5.4.1. Limite Orario e Giornaliero (Scenario Massimo)

Per quanto concerne l'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 dei valori su media oraria.

Come mostra la mappa di ricaduta nella successiva figura, analogamente a quanto già osservato per gli NO_x, le massime ricadute cautelativamente stimate nello scenario massimo si registrano in mare, in prossimità dell'area in cui saranno effettuate le operazioni di manovra della metaniera con i rimorchiatori a supporto.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 66 di 77	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

In corrispondenza della costa le ricadute raggiungono il valore limite esclusivamente in corrispondenza della banchina ovest della Darsena Nord, per poi scendere sotto tale valore in punti più distanti.

Il risultato ottenuto in merito al valore massimo orario delle ricadute di SO₂ (99.7 percentile) evidenzia che il valore di superamento delle 24 ore anno si potrà verificare per un numero complessivo di ulteriori 4 ore/anno (ossia lo 0,05% delle ore annuali totali) in corrispondenza della banchina ovest della Darsena Nord, tenendo presente che:

- Le attività di manovra dei quattro rimorchiatori ammontano a circa 208 ore/anno considerando 4 ore/manovra ed un numero di manovre/anno di ingresso/uscita delle metaniere pari a 52;
- Le manovre di ingresso/uscita si verificano tutte nelle peggiori condizioni anemometriche ossia durante le ore notturne quando i venti prevalenti soffiano da est verso la terra ferma. In realtà questo regime si registra soprattutto in autunno-inverno e molto meno in primavera estate.

Di fatto, le manovre di ingresso/uscita delle metaniere saranno previste in notturna nel periodo estivo per evitare l'interferenza con il traffico traghetti e prevalentemente nelle ore diurne nelle altre stagioni, fermo restando le disposizioni di sicurezza marittima delle autorità tecniche portuali.

Pertanto, l'attuazione di idonei piani di mitigazione al fine di ridurre/annullare il numero dei superi orari di SO₂, così come per gli NO_x, non potrà prescindere da un virtuoso e continuo affinamento del bilanciamento tra le condizioni meteo attese e la pianificazione degli slot di ingresso/uscita delle metaniere.

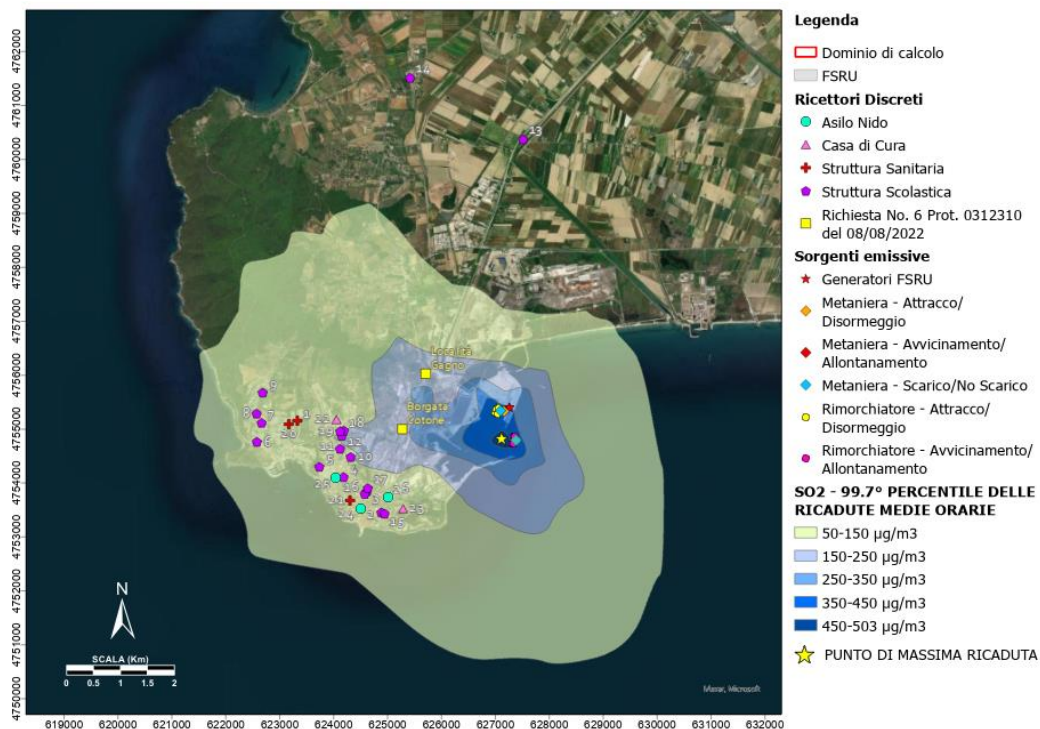


Figura 5-22: Scenario Massimo - 99,7° percentile delle concentrazioni medie orarie di SO₂ (Valore Limite: 350 µg/m³ da non superare più di 24 volte in un anno)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 67 di 77	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

Sempre con riferimento allo scenario massimo, sono state stimate anche le massime ricadute al suolo attese con riferimento al 99,2° percentile delle medie giornaliere, per il confronto con il valore limite ex D.Lgs. 155/2010 (pari $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 3 volte l'anno) ed al 99° percentile delle medie giornaliere per il confronto con il valore di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ suggerito dalle Linee Guida dell'OMS del 2021.

Come mostrano le mappe di ricaduta riportate nelle figure seguenti, le massime ricadute giornaliere al suolo stimate dal modello sono inferiori al valore limite ex D.Lgs. 155/2010 (99,2° percentile pari a circa $79 \mu\text{g}/\text{m}^3$), mentre il valore del 99° percentile calcolato nel punto di massima ricaduta al suolo (circa $69 \mu\text{g}/\text{m}^3$) è superiore al valore suggerito dall'OMS. Si tratta anche in questo caso di una situazione circostanziata all'area portuale immediatamente prospiciente al molo di attracco della FSRU, che non va invece ad interessare aree più distanti dove sono ubicati i centri abitati più prossimi all'area di Progetto. Anche in questo caso si ribadisce la conservatività delle ipotesi modellistiche adottate, che nello scenario massimo hanno simulato una presenza dei rimorchiatori per 365 giorni all'anno, mentre tale presenza si potrà verificare soltanto in corrispondenza degli allibi.

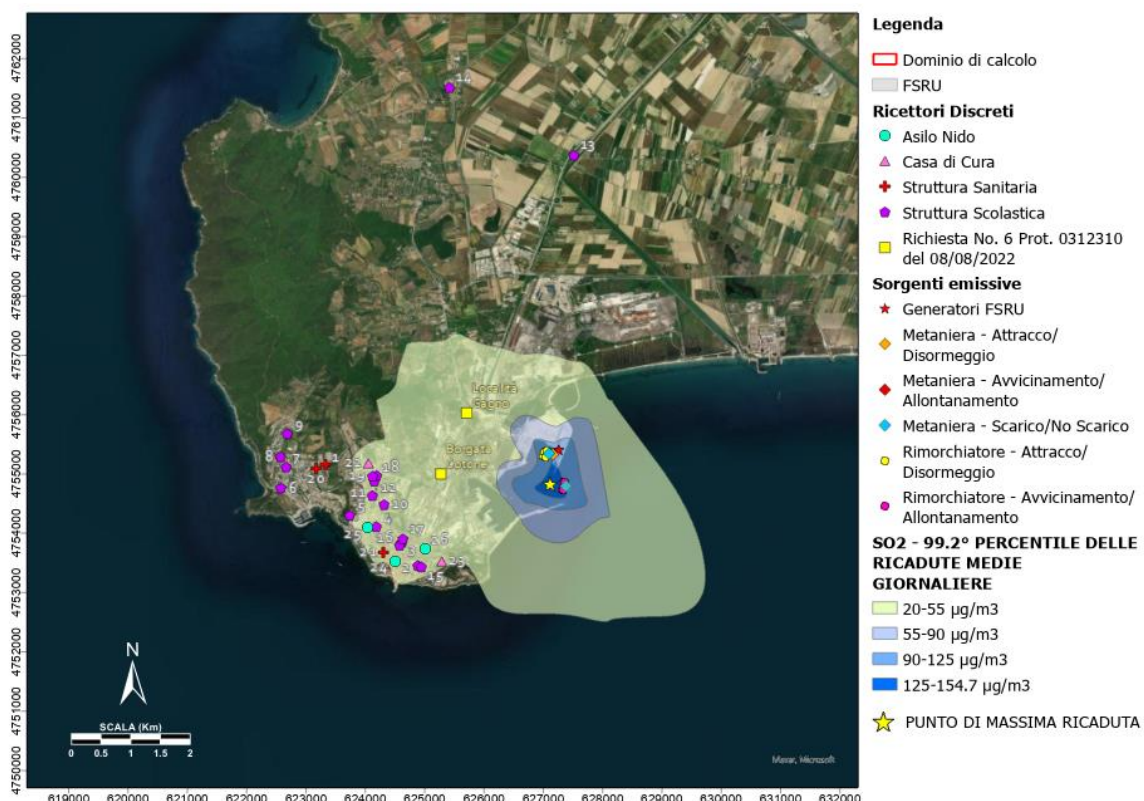


Figura 5-23: Scenario Massimo - 99,2° percentile delle concentrazioni medie giornaliere di SO2 (Valore Limite: $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 3 volte in un anno)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 68 di 77	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

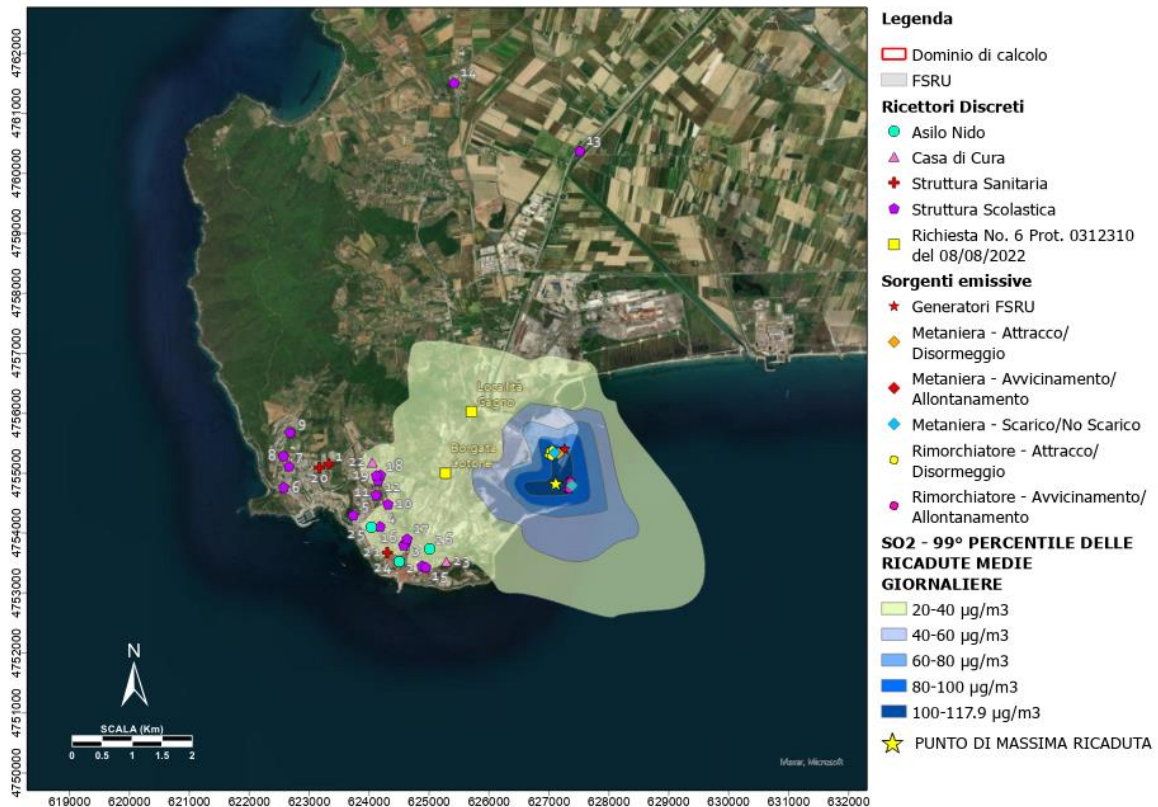


Figura 5-24: Scenario Massimo - 99° percentile delle concentrazioni medie giornaliere di SO₂ (Valore di riferimento OMS: 40 µg/m³)

Tabella 5-5: Scenario Massimo – 99.7° percentile delle ricadute medie orarie, e 99.2° e 99° percentile delle ricadute medie giornaliere di SO₂ in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline

ID	NOME	TIPO	SO ₂ – 99.7° PERC. DELLE RICADUTE MEDIE ORARIE (µg/m ³)	SO ₂ – 99.2° PERC. DELLE RICADUTE MEDIE GIORN. (µg/m ³)	SO ₂ – 99° PERC. DELLE RICADUTE MEDIE GIORN. (µg/m ³)
1	Ospedale Villamarina	Struttura Sanitaria	99,1	24,6	23,4
2	Scuola Secondaria di 2° Grado Carducci-Volta-Pacinotti	Struttura Scolastica	110,1	27,6	27,3
3	Scuola Primaria Dante Alighieri	Struttura Scolastica	122,5	23,0	22,6
4	Scuola Primaria XXV Aprile	Struttura Scolastica	114,8	17,2	16,9

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 69 di 77	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

ID	NOME	TIPO	SO ₂ – 99.7° PERC. DELLE RICADUTE MEDIE ORARIE (µg/m ³)	SO ₂ – 99.2° PERC. DELLE RICADUTE MEDIE GIORN. (µg/m ³)	SO ₂ – 99° PERC. DELLE RICADUTE MEDIE GIORN. (µg/m ³)
5	Scuola Secondaria di 2° Grado IS Luigi Einaudi Alberto Ceccherelli	Struttura Scolastica	69,7	10,7	10,0
6	Scuola dell'Infanzia Loc. Calamoresca	Struttura Scolastica	74,6	11,9	11,7
7	Scuola Secondaria di 1° Grado Andrea Guardi	Struttura Scolastica	71,3	11,5	11,3
8	Scuola Primaria Loc. Diaccioni	Struttura Scolastica	60,3	12,5	11,9
9	Scuola dell'Infanzia Loc. Diaccioni	Struttura Scolastica	126,6	21,3	19,9
10	Scuola dell'Infanzia Gianni Rodari	Struttura Scolastica	133,8	21,2	18,0
11	Scuola Primaria Perticale	Struttura Scolastica	162,1	21,4	21,3
12	Scuola Secondaria di 2° Grado A. Ceccherelli	Struttura Scolastica	16,8	4,1	3,5
13	Scuola dell'Infanzia Loc. Ponte di Ferro	Struttura Scolastica	14,6	2,7	2,3
14	Scuola Primaria Loc. Populonia	Struttura Scolastica	87,2	26,4	20,8
15	Scuola Secondaria di 2° Grado Pacinotti	Struttura Scolastica	100,3	26,1	23,1
16	Scuola Secondaria di 2° Grado Centro Territoriale Distretto 33	Struttura Scolastica	117,3	30,9	30,3
17	Scuola Secondaria di 1° Grado Andrea Guardi	Struttura Scolastica	151,5	24,0	21,8
18	Scuola Secondaria di 2° Grado A. Volta	Struttura Scolastica	148,0	23,2	21,1
19	Scuola Secondaria di 2° Grado LC Giosuè Carducci	Struttura Scolastica	90,6	20,7	18,7
20	Presidio Ospedaliero di Piombino	Struttura Sanitaria	121,1	22,4	22,0
21	Azienda USL Toscana Nord Ovest	Struttura Sanitaria	112,4	25,9	25,4
22	RSA San Rocco	Casa di Cura	99,6	15,1	15,1
23	Casa di Riposo GTA Service	Casa di Cura	91,6	13,4	13,3
24	Asilo Nido Hop-là	Asilo Nido	92,2	21,2	20,1
25	Nido d'Infanzia L'Elfo	Asilo Nido	128,9	23,5	22,5
26	Asilo Nido La Tribù degli Gnomi	Asilo Nido	87,8	22,1	20,5

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 70 di 77	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

ID	NOME	TIPO	SO ₂ – 99.7° PERC. DELLE RICADUTE MEDIE ORARIE (µg/m ³)	SO ₂ – 99.2° PERC. DELLE RICADUTE MEDIE GIORN. (µg/m ³)	SO ₂ – 99° PERC. DELLE RICADUTE MEDIE GIORN. (µg/m ³)
27	Località Gagno	Strutture abitative	238,4	38,1	34,7
28	Borgata Cotone	Strutture abitative	171,0	30,0	28,0
LI- 18	LI-PIOMBINO-PARCO- VIII-MARZO	Centralina Suburbana - Fondo	145,9	25,2	23,3
LI- 20	LI-COTONE	Centralina Suburbana - Industriale	213,1	30,4	29,9

5.4.2. Limite Annuale (Scenario Medio Annuo)

Infine, sono state valutate le ricadute medie annuali di SO₂ nello scenario medio, per il confronto con il valore obiettivo per la protezione della vegetazione indicato dal D.Lgs. 155/2010, pari a 20 µg/m³ come media annua. In questo caso (si veda la figura seguente) la concentrazione media annua nell'area verde più vicina (pari a circa a 0,6 µg/m³) risulta ampiamente inferiore al suddetto valore obiettivo.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 71 di 77	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

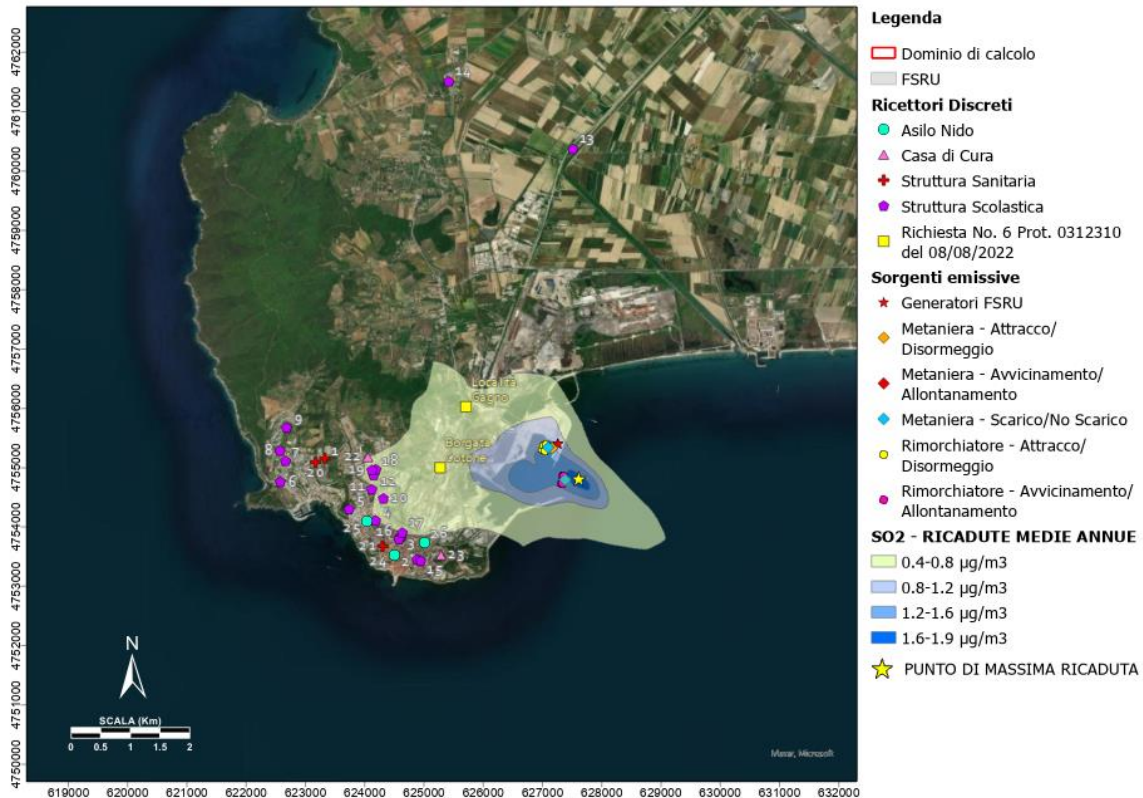


Figura 5-25: Scenario Medio Annuo - Concentrazioni medie annuali di SO₂ (Livello Critico per la Protezione della Vegetazione: 20 µg/m³)

5.5. Microinquinanti (NMVOC, Metalli, IPA e PCDD/F)

5.5.1. Concentrazioni medie annue

Nella tabella seguente si riportano i risultati in termini di concentrazioni medie annue in atmosfera in corrispondenza del punto di massima ricaduta al suolo per NMVOC, Metalli, IPA e PCDD/F, ubicato nell'area portuale nelle immediate adiacenze dell'area di manovra dei rimorchiatori a supporto delle attività di accesso e uscita della metaniera. I valori sono confrontabili con:

- laddove definiti, i valori limite / obiettivo indicati nel D.Lgs. 155/2010;
- laddove definiti, i valori di "Inhalation Reference Concentration" (RfC) espressi in µg/m³, come desunti dal documento "Banca dati ISS-INAIL - Rev. Marzo 2018" e considerati nel per le valutazioni sul rischio tossicologico non-cancerogeno (si rimanda al dedicato Studio di Impatto Sanitario) o, laddove più stringenti, i valori indicati dall'OMS e riportati nell'Allegato 3 della "Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana – Monitoraggio 2021".

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 72 di 77	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

Tabella 5.6: Concentrazioni medie annue di NMVOC, Metalli, IPA e PCDD/F stimate dal modello nel punto di massima ricaduta al suolo

Sostanza	Concentrazione media annua nel punto di massima ricaduta al suolo [µg/m³]	Valore Limite / Obiettivo Ex D.Lgs. 155/2010 [µg/m³]	RfC [µg/m³]
NMVOC	1,2E-01	5 (*)	1.7 (*), (**)
Cd	4,5E-07	5,0E-03	1,0E-02
As	1,8E-06	6,0E-03	1,5E-02
Pb	5,8E-06	0,5	-
Ni	4,5E-05	2,0E-02	9,0E-02
Hg	1,3E-06	-	3,0E-01
Cr	2,2E-06	-	1,4E-01
Cu	4,0E-05	-	1,4E+02
Se	4,5E-06	-	2,0E+01
Zn	5,4E-05	-	1,1E+03
Phenanthrene	6,0E-04	-	3,0E+00
Anthracene	1,6E-06	-	3,0E+00
Fluoranthene	2,0E-04	-	3,0E+00
Pyrene	2,6E-04	-	3,0E+00
Benzo(a)anthracene	4,1E-07	-	-
Chrysene	1,0E-05	-	-
Perylene	7,6E-06	-	3,0E+00
Benzo(b)fluoranthene	2,3E-07	-	-
Benzo(k)fluoranthene	7,6E-08	-	-
Benzo(a)pyrene	7,6E-09	1,0E-03	1,2E-04 (**)
Dibenzo(a,l)pyrene	9,2E-10	-	-
Benzo(g,h,i)perylene	2,5E-06	-	3,0E+00
Dibenzo(a,h)anthracene	2,5E-08	-	-
Indeno(1,2,3-c,d)pyrene	8,4E-08	-	-

Documento di proprietà Snam FSRU Italia. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

T.EN ITALY SOLUTIONS S.p.A. - 00148 ROMA - Viale Castello della Magliana, 68

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 73 di 77	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

Sostanza	Concentrazione media annua nel punto di massima ricaduta al suolo [µg/m³]	Valore Limite / Obiettivo Ex D.Lgs. 155/2010 [µg/m³]	RfC [µg/m³]
PCDD/F (espressi come TEQ 2,3,7,8-TCDD)	5,8E-12	-	4,0E-05

(*) Valore riferito al Benzene

(**) Valore OMS riportato nell'Allegato 3 della "Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana – Monitoraggio 2021"

Dai risultati ottenuti si evince come le concentrazioni atmosferiche attese al suolo e a maggior ragione in corrispondenza degli elementi sensibili identificati sono praticamente trascurabili, risultando sempre *diversi ordini di grandezza inferiori* ai valori limite / obiettivo stabiliti dalla normativa vigente, nonché ai valori di riferimento (utilizzati) per le valutazioni di rischio tossicologico non-cancerogeno.

5.5.2. Deposizioni al suolo per alcuni metalli rappresentativi, PCDD/F e Benzo(a)pirene

Nella tabella seguente si riportano i valori delle deposizioni medie stimate dal modello nel punto rappresentativo di massima ricaduta, identificato con l'area verde del Comune di Piombino più vicina all'area di futura ubicazione delle sorgenti emissive (si vedano le successive figure). La stima delle deposizioni è stata ottenuta assumendo che le sostanze analizzate siano associate al materiale particolato, considerando la sommatoria delle componenti di deposizione secca e umida.

In mancanza di specifici valori limite / obiettivo a livello nazionale le deposizioni, espresse in termini µg/m²/gg (deposizioni giornaliere per unità di superficie che si verificano mediamente su base annuale), sono state messe a confronto con valori di riferimento desumibili da riferimenti bibliografici (normativa estera e pubblicazioni scientifiche), la cui fonte bibliografica è richiamata in fondo alla tabella, dando priorità ai valori normativi rispetto a quelli derivanti da altre fonti bibliografiche.

Tabella 5.7: Deposizioni medie su base annuale nel punto di massima ricaduta rappresentativo al suolo (aree verdi) stimate dal modello per Pb, Cd, Ni, As, PCDD/F e Benzo(a)pirene

	Pb	Cd	Ni	As	PCDD/F	Benzo(a)pyrene
Deposizione media nel punto di massima ricaduta al suolo (Dmax) [µg/m²/gg]	1,1E-04	8,5E-06	8,5E-04	3,4E-05	1,1E-10	1,4E-07
Valore di riferimento (VR) [µg/m²/gg]	100 ⁽¹⁾	2 ⁽²⁾	15 ⁽³⁾	4 ⁽³⁾	3.4E-06 ⁽⁴⁾	1.9E-03 ⁽⁵⁾

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 74 di 77	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

	Pb	Cd	Ni	As	PCDD/F	Benzo(a)pyrene
Dmax/VR (%)	0,0001%	0,0004%	0,006%	0,0009%	0,003%	0,008%

- (1) Limite stabilito dalla normativa di alcuni paesi europei (Germania, Austria, Croazia, Svizzera)
- (2) Limite stabilito dalla normativa di alcuni paesi europei (Germania, Austria, Croazia, Svizzera, Belgio)
- (3) Limite stabilito dalla normativa di alcuni paesi europei (Germania, Croazia)
- (4) L. Van Lieshout et al., 2001
- (5) Menichini et al., 2006

Dai valori riportati nella tabella precedente si evince come le deposizioni al suolo siano sempre diversi ordini di grandezza inferiori anche ai più stringenti valori di riferimento desunti dalle fonti di letteratura sopra indicate.

Nelle figure seguenti si riporta la mappa delle deposizioni al suolo del Piombo (Pb) e del relativo dettaglio dell'area verde interessata dai maggiori valori di deposizione. Non si riportano le mappe per gli altri microinquinanti poiché, data l'ipotesi di adesione delle sostanze al materiale particolato emesso dai rimorchiatori, l'andamento delle deposizioni risulterebbe del tutto analogo anche per gli altri parametri al netto dei diversi valori di ricaduta.

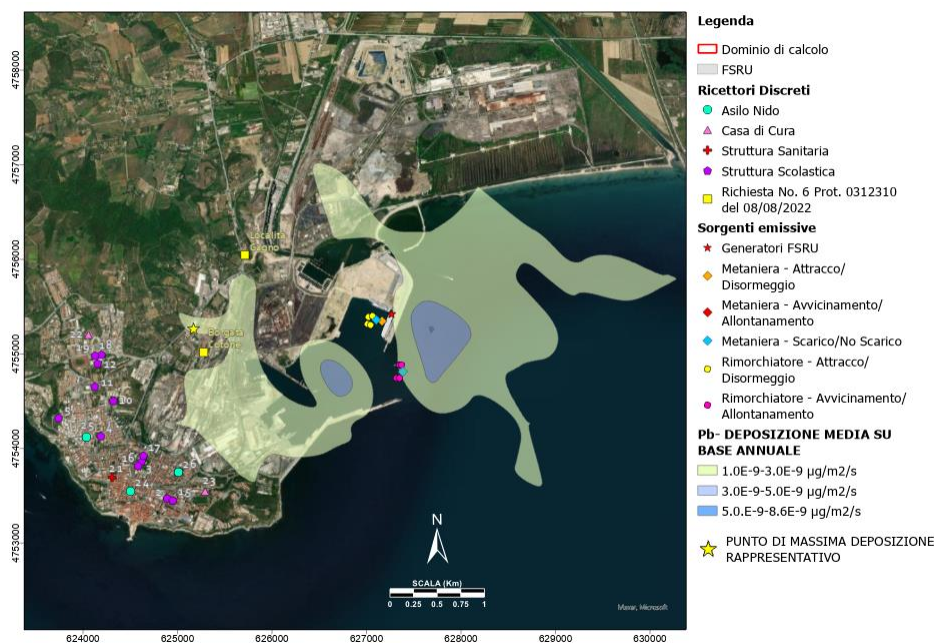


Figura 5-26: Scenario Medio Annuo – Deposizione media su base annuale di Pb (Valore di Riferimento: 100 µg/m2/gg)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 75 di 77	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

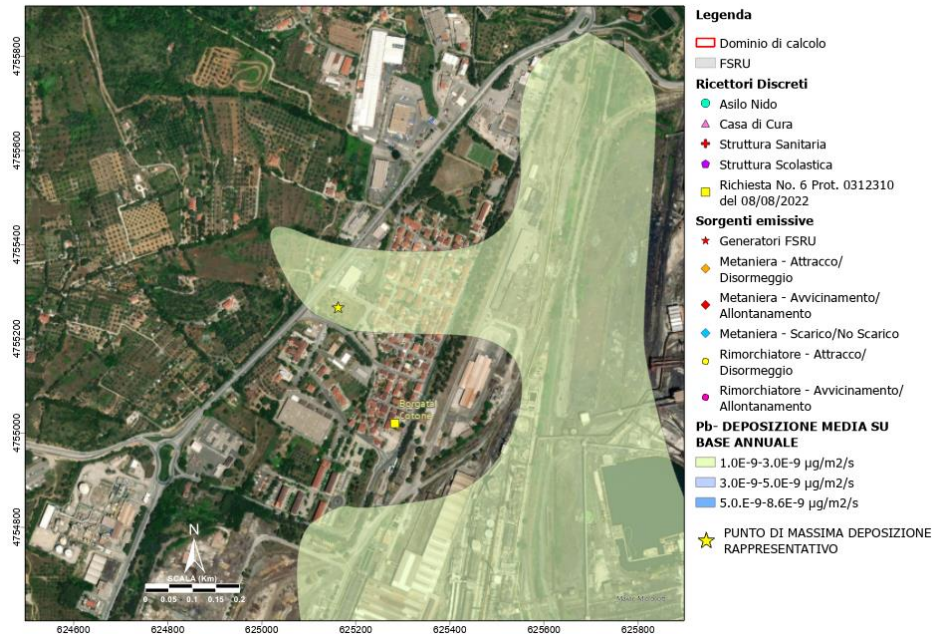



Figura 5-27: Scenario Medio Annuo – Deposizione media su base annuale di Pb (Valore di Riferimento: 100 µg/m2/gg) – DETTAGLIO AREA VERDE RAPPRESENTATIVA

Quanto sopra indicato porta, pertanto, a ritenere sostanzialmente trascurabile il contributo dell'iniziativa per NMVOC, Metalli, IPA e PCDD/F, sia in termini di concentrazioni in atmosfera che per quanto relativo alle deposizioni al suolo.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 76 di 77	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

6. CONCLUSIONI

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

In particolare, ai fini delle valutazioni modellistiche sono state considerate le emissioni di No. 2 motori a combustione interna alimentati a gas per la produzione di energia della FSRU e le emissioni del traffico navale delle metaniere per il trasporto del GNL, unitamente a quelle di **No. 4 rimorchiatori** che saranno operativi in porto durante le fasi di avvicinamento, accosto, disormeggio e allontanamento della metaniera a supporto delle attività di manovra in porto, rappresentativi delle nuove sorgenti emissive associate alla fase di esercizio dell'iniziativa in esame.

Gli inquinanti considerati sono stati scelti in base alle caratteristiche di emissione delle sorgenti, con particolare attenzione alla valutazione delle ricadute di NO_x, **Polveri (PM10 e PM2,5)** e **SO₂ e sostanze microinquinanti (NMVOC, IPA, Metalli e PCDD/PCD dai rimorchiatori, per i quali come anticipato si è considerata un'alimentazione a Marine Diesel Oil** (si rimanda al Capitolo 4).

Per il calcolo previsionale sono stati definiti due scenari di cui il primo necessario per la valutazione delle massime ricadute orarie e giornaliere, mentre il secondo destinato alla valutazione del rispetto dei limiti annuali. L'obiettivo di entrambi gli scenari è quello di simulare le condizioni di esercizio del progetto con un approccio conservativo, al fine di consentire una valutazione dell'entità delle ricadute di inquinanti associate alle emissioni progettuali con riferimento ai valori limite stabiliti dalla normativa vigente in materia di qualità dell'aria.

E' stato inoltre fornito il dettaglio delle ricadute attese in corrispondenza di specifici ricettori discreti ubicati nel Comune di Piombino (scuole, ospedali, asili e case di cura, **zone residenziali** e centraline di monitoraggio della qualità dell'aria).

Dai risultati precedentemente illustrati per NO_x, Polveri (PM10 e PM2,5) e SO₂, si evince che:

- **per quanto concerne le ricadute medie annue di NO_x e SO₂ e le ricadute medie annue e giornaliere di Polveri (90.4 percentile e 99° percentile per il PM10, 99° percentile per il PM2,5) le attività previste in fase di esercizio avranno degli impatti minimi / trascurabili;**
- **le massime ricadute orarie di NO_x (99,8° percentile) e di SO₂ (valutate con riferimento allo scenario massimo), associabili alla presenza dei rimorchiatori, si verificheranno in mare nell'area portuale in cui si verificheranno le operazioni di supporto alla metaniera.**

L'analisi delle condizioni meteorologiche che potrebbero determinare i suddetti picchi di concentrazione oraria sulla terraferma, che si verificherebbero nel porto in corrispondenza della banchina ovest della Darsena Nord, porta ad affermare che tali circostanze tendono a verificarsi principalmente nel periodo autunnale-invernale ed in fascia oraria notturna, in una condizione che è quindi ben identificabile dal punto di vista temporale e delle condizioni anemologiche.

Il risultato ottenuto in merito al valore massimo orario delle ricadute di NO_x (99.8 percentile) evidenzia che il valore di superamento delle 18 ore anno si potrà verificare per un numero complessivo di ulteriori 40 ore/anno (ossia lo 0,5% delle ore annuali totali) in corrispondenza della banchina ovest della Darsena Nord, tenendo presente che:

- **Le attività di manovra dei quattro rimorchiatori ammontano a circa 208 ore/anno considerando 4 ore/manovra ed un numero di manovre/anno di ingresso/uscita delle metaniere pari a 52;**

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA' -
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00011	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 77 di 77	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0201

- Le manovre di ingresso/uscita si verificano tutte nelle peggiori condizioni anemometriche ossia durante le ore notturne quando i venti prevalenti soffiano da est verso la terra ferma. In realtà questo regime si registra soprattutto in autunno-inverno e molto meno in primavera estate.

Di fatto, le manovre di ingresso/uscita delle metaniere saranno previste in notturna nel periodo estivo per evitare l'interferenza con il traffico traghetti e prevalentemente nelle ore diurne nelle altre stagioni, fermo restando le disposizioni di sicurezza marittima delle autorità tecniche portuali.

Pertanto, l'attuazione di idonei piani di mitigazione al fine di ridurre/annullare il numero dei superi orari di NOx non potrà prescindere da un virtuoso e continuo affinamento del bilanciamento tra le condizioni meteo attese e la pianificazione degli slot di ingresso/uscita delle metaniere.

Si evidenzia comunque che lo scenario massimo simulato è *estremamente conservativo* essendo ottenuto considerando il verificarsi della condizione emissiva più impattante (sovrapposizione delle emissioni generate dai motori della FSRU alle attività della metaniera e dei 4 rimorchiatori) per 365 giorni l'anno, al fine di simulare lo svolgimento delle operazioni delle metaniere in concomitanza con le condizioni meteorologiche più gravose dal punto di vista della dispersione degli inquinanti emessi.

Si ricorda inoltre che la durata dello stazionamento della FSRU nel porto di Piombino è comunque di natura temporanea, in quanto limitata ad un arco temporale di *3 anni*.

Per quanto concerne gli approfondimenti modellistici effettuati in accordo alle richieste integrative dell'ISS e relativi alle valutazioni eseguite per le emissioni di NMVOC, IPA, Metalli e PCDD/PCDF dai rimorchiatori (per i quali si è considerata un'alimentazione a Marine Diesel Oil) hanno consentito di stimare le concentrazioni medie annue in atmosfera in corrispondenza del punto di massima ricaduta al suolo (ubicato in corrispondenza della banchina ovest della Darsena Nord) valutazioni relative alle deposizioni medie annue al suolo.

I risultati ottenuti conducono a ritenere sostanzialmente trascurabile il contributo dell'iniziativa per NMVOC, Metalli, IPA e PCDD/F, sia in termini di concentrazioni in atmosfera che per quanto relativo alle deposizioni al suolo.