

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 1 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

EMERGENZA GAS

INCREMENTO DI CAPACITÀ DI RIGASSIFICAZIONE (DL 17.05.2022, n. 50)
FRSU ALTO TIRRENO E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI

STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA **(Fase di Esercizio FSRU)**


Marco Compagnino

0	Emissione	R. Roberto	L. Volpi	M. Compagnino	Giugno 2023
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato Autorizzato	Data

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 2 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

INDICE

LISTA DELLE TABELLE	4
LISTA DELLE FIGURE	6
1. INTRODUZIONE	8
1.1. Premessa	8
1.2. Soluzione Proposta	8
1.3. Struttura del Documento	9
2. DESCRIZIONE DEL PROGETTO	10
2.1. Caratteristiche generali del Progetto	10
2.2. Emissioni in atmosfera	11
2.2.1. Emissioni della FSRU in condizioni di normale esercizio	12
2.2.2. Emissioni da traffico indotto	13
3. RIFERIMENTI NORMATIVI	16
4. DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ MODELLISTICHE	20
4.1. Quadro sintetico delle attività svolte	20
4.2. Descrizione del modello CALPUFF	23
4.3. Ipotesi modellistiche	28
4.3.1. Scenario emissivo massimo orario	32
4.3.2. Scenario emissivo medio annuo	34
4.3.3. Identificazione dei ricettori discreti	36
5. DESCRIZIONE DEI RISULTATI OTTENUTI	41
5.1. Ossidi di azoto (NO _x)	41
5.1.1. Limite Orario e Giornaliero (Scenario Massimo)	41
5.1.2. Limite Annuale (Scenario Medio Annuo)	48
5.2. Polveri (PM ₁₀)	55
5.2.1. Limite Giornaliero (Scenario Massimo)	55
5.2.2. Limite Annuale (Scenario Medio Annuo)	62
5.3. Polveri (PM _{2,5})	67

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 3 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

5.3.1.	Limite Giornaliero (Scenario Massimo)	67
5.3.2.	Limite Annuale (Scenario Medio Annuo)	72
5.4.	Biossido di zolfo (SO₂)	77
5.4.1.	Limite Orario e Giornaliero (Scenario Massimo)	77
5.4.2.	Limite Annuale (Scenario Medio Annuo)	86
5.5.	Simulazioni per NMVOC, Metalli, IPA e PCDD/F	87
5.5.1.	Stima delle concentrazioni medie annue in atmosfera per NMVOC, Metalli, IPA e PCDD/F	88
5.5.2.	Stima delle deposizioni al suolo per alcuni metalli rappresentativi, PCDD/F e Benzo(a)Pirene	94
6.	CONCLUSIONI	102
	REFERENZE	104

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 4 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

LISTA DELLE TABELLE

Tabella 2.1: Caratteristiche e Dati Emissivi a pieno carico del Motore di bordo	12
Tabella 2.2: Caratteristiche e Dati Emissivi Navi metaniere cargo	13
Tabella 2.3: Caratteristiche e Dati Emissivi del rimorchiatore	14
Tabella 2.4: Caratteristiche Tecniche ed Emissive della Nave di Sorveglianza	14
Tabella 2.5: Caratteristiche Emissive per Fasi Operative della Nave di Sorveglianza	15
Tabella 3.1: Valori Limite e Livelli Critici per i Principali Inquinanti Atmosferici, Decreto Legislativo 13 Agosto 2010, No. 155	16
Tabella 3.2: Livelli guida (AQG) raccomandati dalle Linee Guida 2021 dell'OMS (la tabella riporta anche gli obiettivi intermedi)	17
Tabella 3.3: Valori limite emissivi considerati per i motori della FSRU a pieno carico. Decreto autorizzativo AIA DM 145 del 03/05/2023	18
Tabella 4.1: Speciazione media IPA nei mezzi navali (Fonte: EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019, Last Update December 2021)	22
Tabella 4.2: Sorgenti emissive e relative caratteristiche (scenario massimo)	33
Tabella 4.3: Sorgenti emissive e relative caratteristiche (scenario medio annuo)	34
Tabella 4.4: Descrizione ricettori discreti e centraline di qualità dell'aria	38
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 di qualità dell'aria (Valore Limite per NO ₂ : 200 µg/m ³ come media oraria da non superare più di 18 volte all'anno – Valore Guida OMS 2021 per NO ₂ : 25 µg/m ³ come 99° percentile delle medie giornaliere)	45
Tabella 5.2: Scenario Medio Annuo - Ricadute medie annue di NO _x in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline (Valore Limite per NO ₂ : 40 µg/m ³)	51
Tabella 5.3: Scenario Massimo – 90,4° e 99° percentile delle ricadute medie giornaliere di PM10 in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline di qualità dell'aria (Valore Limite: 50 µg/m ³ da non superare più di 35 volte all'anno – Valore Guida OMS 2021: 45 µg/m ³ come 99° percentile)	58
Tabella 5.4: Scenario Medio Annuo - Ricadute medie annue di PM10 in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline di qualità dell'aria (Valore Limite: 40 µg/m ³ – Valore Guida OMS 2021: 15 µg/m ³)	64

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 5 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

Tabella 5.5: Scenario Massimo - 99° percentile delle ricadute medie giornaliere di PM2,5 in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline di qualità dell'aria (Valore Guida OMS 2021: 15 µg/m³ come 99° percentile) 69

Tabella 5.6: Scenario Medio Annuo - Ricadute medie annue di PM2,5 in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline di qualità dell'aria (Valore Limite: 25 µg/m³ – Valore Guida OMS 2021: 5 µg/m³) 74

Tabella 5.7: Scenario Massimo – 99,7° percentile delle ricadute medie orarie, 99,2° e 99° percentile delle ricadute medie giornaliere di SO₂ in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline di qualità dell'aria (Valore Limite orario, da non superare più di 24 ore all'anno: 350 µg/m³ – Valore Limite giornaliero, da non superare più di 3 giorni all'anno: 125 µg/m³ - Valore Guida OMS 2021 come 99° percentile delle medie giornaliere: 40 µg/m³) 82

Tabella 5.8: Concentrazioni medie annue di NMVOC, Metalli, IPA e PCDD/F stimate dal modello nel punto di massima ricaduta al suolo 89

Tabella 5.9: Deposizioni medie su base annuale nel punto di massima ricaduta al suolo stimate dal modello per Pb, Cd, Ni, As, PCDD/F e Benzo(a)pirene 95

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 6 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

LISTA DELLE FIGURE

Figura 4-1:	Ubicazione delle sorgenti emissive considerate ai fini delle valutazioni modellistiche	23
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	26
Figura 4-5:	Schema di un modello a puff con indicazione dei coefficienti di dispersione relativi al puff k 27	
Figura 4-6:	Visualizzazione dei domini meteorologici e di calcolo	30
Figura 4-7:	Rosa dei venti a 10 m dal suolo in prossimità dell'area di futura ubicazione della FSRU, ottenuta a partire dai dati WRF del 2022	31
Figura 4-8:	Ubicazione ricettori discreti e centraline di qualità dell'aria	37
Figura 5-1:	Scenario Massimo - 99,8° percentile delle concentrazioni medie orarie di NO _x (Valore Limite per NO ₂ : 200 µg/m ³ da non superare più di 18 volte in un anno)	43
Figura 5-2:	Scenario Massimo - 99° percentile delle concentrazioni medie giornaliere di NO _x (Valore Guida OMS 2021 per NO ₂ : 25 µg/m ³)	44
Figura 5-3:	Scenario Medio Annuo - Concentrazioni medie annuali di NO _x (Valore Limite per NO ₂ : 40 µg/m ³ - Valore Guida OMS 2021 per NO ₂ : 10 µg/m ³)	50
Figura 5-4:	Scenario Medio Annuo - Concentrazioni medie annuali di NO _x (Livello critico per la protezione della vegetazione: 30 µg/m ³)	55
Figura 5-5:	Scenario Massimo - 90,4 percentile delle concentrazioni medie giornaliere di PM ₁₀ (Valore Limite: 50 µg/m ³ da non superare più di 35 volte in un anno)	56
Figura 5-6:	Scenario Massimo – 99° percentile delle concentrazioni medie giornaliere di PM ₁₀ (Valore Guida OMS 2021: 45 µg/m ³)	57
Figura 5-7:	Scenario Medio Annuo - Concentrazioni medie annuali di PM ₁₀ (Valore Limite per PM ₁₀ : 40 µg/m ³ - Valore Guida OMS 2021: 15 µg/m ³)	63
Figura 5-8:	Scenario Massimo – 99° percentile delle concentrazioni medie giornaliere di PM _{2,5} (Valore Guida OMS 2021: 15 µg/m ³)	68
Figura 5-9:	Scenario Medio Annuo - Concentrazioni medie annuali di PM _{2,5} (Valore Limite per PM _{2,5} : 25 µg/m ³ - Valore Guida OMS 2021: 5 µg/m ³)	73
Figura 5-10:	Scenario Massimo - 99,7° percentile delle concentrazioni medie orarie di SO ₂ (Valore Limite: 350 µg/m ³ da non superare più di 24 volte in un anno)	79

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 7 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

Figura 5-11: Scenario Massimo - 99,2° percentile delle concentrazioni medie giornaliere di SO ₂ (Valore Limite: 125 µg/m ³ da non superare più di 3 volte in un anno)	80
Figura 5-12: Scenario Massimo - 99° percentile delle concentrazioni medie giornaliere di SO ₂ (Valore Guida OMS 2021: 40 µg/m ³)	81
Figura 5-13: Scenario Medio Annuo - Concentrazioni medie annuali di SO ₂ (Livello critico per la protezione della vegetazione: 20 µg/m ³)	87
Figura 5-14: Scenario Medio Annuo - Concentrazioni medie annuali di NMVOC (Valore Limite: 5 µg/m ³ , riferito al Benzene)	91
Figura 5-15: Scenario Medio Annuo - Concentrazioni medie annuali di Pb (Valore Limite: 0,5 µg/m ³)	92
Figura 5-16: Scenario Medio Annuo - Concentrazioni medie annuali di Benzo(a)Pirene (Valore Obiettivo: 0,001 µg/m ³)	93
Figura 5-17: Scenario Medio Annuo - Concentrazioni medie annuali di PCDD/F (Valore di riferimento: 4,0E-05 µg/m ³)	94
Figura 5-18: Scenario Medio Annuo – Deposizione media su base annuale di Pb (Valore di Riferimento: 100 µg/m ² /gg)	96
Figura 5-19: Scenario Medio Annuo – Deposizione media su base annuale di Cd (Valore di Riferimento: 2 µg/m ² /gg)	97
Figura 5-20: Scenario Medio Annuo – Deposizione media su base annuale di Ni (Valore di Riferimento: 15 µg/m ² /gg)	98
Figura 5-21: Scenario Medio Annuo – Deposizione media su base annuale di As (Valore di Riferimento: 4 µg/m ² /gg)	99
Figura 5-22: Scenario Medio Annuo – Deposizione media su base annuale di B(a)P (Valore di Riferimento: 1,9*10 ⁻³ µg/m ² /gg)	100
Figura 5-23: Scenario Medio Annuo – Deposizione media su base annuale di PCDD/F (Valore di Riferimento: 3,4*10 ⁻⁶ µg/m ² /gg)	101

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 8 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

1. INTRODUZIONE

1.1. Premessa

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, Snam FSRU Italia, società controllata al 100% da Snam S.p.A ("Snam"), ha ottenuto in data 25/10/2022 l'autorizzazione unica per la realizzazione di un Terminale di Rigassificazione nel porto di Piombino, tramite l'ormeggio 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 (di seguito l'"Autorizzazione Unica").

L'Autorizzazione Unica, al punto 10, ha prescritto di presentare, entro 45 giorni dalla pubblicazione della Ordinanza medesima sul Bollettino Regionale della Toscana, il progetto integrativo di ricollocazione della FSRU in sito off-shore, nonché il progetto relativo agli interventi necessari per la dismissione della FSRU stessa dal porto di Piombino decorso il suddetto termine di tre anni. Con successive Ordinanze di proroga, il predetto termine è stato fissato al 26 Giugno 2023.

Il Progetto FSRU Alto Tirreno, di cui il presente documento è parte integrante, illustra e analizza la soluzione sviluppata dagli ingegneri e specialisti incaricati da Snam per il ricollocamento della FSRU Golar Tundra per i successivi 22 anni una volta lasciato il porto di Piombino.

1.2. Soluzione Proposta

L'analisi ha escluso la possibilità di trovare un ormeggio a lungo termine della FSRU all'interno di un porto diverso da quello di Piombino, non rinvenendosi in nessun altro porto le seguenti caratteristiche peculiari di Piombino, quali: (i) una banchina idonea per geometria e capacità strutturali, (ii) un pescaggio del porto ovunque maggiore di 15 m, (iii) un punto di ingresso nella Rete nazionale Gasdotti ad una distanza ragionevole ed in grado di ricevere l'incremento di portata previsto (i.e., 5 miliardi di metri cubi/anno).

La ricerca della soluzione si è indirizzata verso possibili siti offshore verificando la sussistenza di tre requisiti essenziali: (i) il collegamento in un punto della Rete Nazionale in grado di ricevere la portata prevista, (ii) la fattibilità tecnica, urbanistica ed ambientale del tracciato della condotta a mare ed a terra, (iii) la capacità della FSRU di svolgere con continuità il servizio di rigassificazione rispetto alle condizioni meteomarine attese nel sito prescelto.

I requisiti sopra richiamati hanno portato a selezionare un sito offshore a circa 2 miglia nautiche (circa 4 km) dalla costa ligure di ponente di fronte a Vado Ligure (SV) potendo evitare sia le rotte di ingresso/uscita del traffico navale che sfruttare l'approdo a terra in corrispondenza dell'area industriale di Tirreno Power.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 9 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

1.3. Struttura del Documento

Il presente documento costituisce lo studio di dispersione modellistica delle ricadute degli inquinanti al suolo durante la fase di esercizio della FSRU nella sopra citata ricollocazione off-shore di fronte a Vado Ligure (SV) ed è strutturato come segue:

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

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 10 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

2. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

2.1. Caratteristiche generali del Progetto

Il progetto denominato Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti, riguarda il riposizionamento della FSRU Golar Tundra dal porto di Piombino ad un punto di ormeggio permanente a largo delle coste di fronte Vado Ligure (SV) in Liguria ed il suo collegamento con la Rete Nazionale Gasdotti (RNG).



La FSRU riceverà gas naturale liquefatto (GNL) dalle navi cisterna di GNL che trasferiranno il prodotto in modalità STS (Ship-To-Ship). Il GNL sarà quindi rigassificato a bordo della FSRU e il gas verrà esportato a terra attraverso una nuova condotta DN 650 (26") fino all'impianto di Quiliano (SV) e da qui ai relativi collegamenti fino alla Rete Nazionale Gasdotti.

Il Progetto FSRU Alto Tirreno include le seguenti:

Terminale FSRU

- ✓ La FSRU Golar Tundra (Floating Storage and Regasification Unit) avente una capacità nominale di stoccaggio pari a circa 170.000 m³, una capacità massima di rigassificazione di circa 880.000 Sm³/h e dimensioni pari a circa 292,5 m (lunghezza) x 43,4 m (larghezza);
- ✓ L'impianto di correzione dell'indice di Wobbe posto in un'area adiacente all'impianto di filtraggio, regolazione e misura fiscale (PDE di Quiliano e impianto di regolazione DP 100-75 bar) ubicato in località Gagliardi (in Comune di Quiliano, Liguria).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 11 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

E le seguenti Opere Connesse costituite dal metanodotto di collegamento tra il Terminale FSRU e la Rete Nazionale Gasdotti che include:

- ✓ Tratto di condotta sottomarina (sealine) e relativo cavo telecomando DN 650 (26") DP 100 bar, di lunghezza pari a circa 4,2 km;
- ✓ Tratti di metanodotto a terra di collegamento tra l'approdo costiero e l'impianto PDE di Quiliano e relativo cavo telecomando, denominati:
 - i. Allacciamento FSRU Alto Tirreno (tratto a terra) – FASE 1 DN 650 (26") DP 100 bar, di lunghezza pari a circa 2,120 km;
 - ii. Collegamento dall'impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti– FASE 2 DN 500 (20") DP 75 bar, di lunghezza pari a circa 2,00 km;
- ✓ Impianto PDE di Quiliano contenente le apparecchiature di filtraggio e misura del gas naturale, nonché la regolazione della pressione da 100 bar a 75 bar e le due stazioni di lancio/ricevimento pig per il controllo e pulizia della condotta (lato mare e lato terra);
- ✓ Il collegamento (con sostituzione di una parte dell'attuale condotta DN 300) tra il PDE di Quiliano e la nuova Area Trappole, interconnessione e regolazione in loc. Chinelli con relativo cavo telecomando, denominato Collegamento dall'impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti DN 650 (26") DP 75 di lunghezza pari a circa 24,5 km che a sua volta include:
 - N. 2 Punti di Intercettazione Linea (PIL) e n. 3 Punti di Intercettazione di derivazione importante (PIDI) ubicati lungo il tracciato per intercettare e sezionare il gasdotto in base alla cadenza prescritta dal D.M. 17/04/2008;
 - N. 1 Punto di Intercettazione di derivazione importante (PIDI) con interconnessione con il metanodotto "Cairo Montenotte -Savona DN 300 (12") e regolazione della pressione da 75 bar a 64 bar;
 - N. 1 un impianto ex-novo dove è previsto sia la trappola di arrivo del nuovo metanodotto "Collegamento dall'impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti DN 650 (26")", DP 75 bar" sia la trappola di partenza a monte del collegamento con il metanodotto "Cairo Montenotte - Savona DN 300 (12")"; è altresì prevista anche la interconnessione di entrambi con il metanodotto Ponti-Cosseria DN 750 (30") e regolazione della pressione da 75 bar a 64.

2.2. Emissioni in atmosfera

Le utenze della FSRU, una volta ancorata al largo di Vado Ligure, saranno alimentate attraverso la potenza elettrica assumendo il funzionamento a pieno regime di due motori di bordo. Si precisa che a bordo della FSRU Golar Tundra sono installati quattro motori principali di tipo marino:

- ✓ tre motori di potenza termica pari a circa 24 MW ciascuno, in grado di produrre 11.700kW elettrici ciascuno;
- ✓ un motore di potenza termica pari a circa 12 MW e in grado di produrre 5.850kW elettrici.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 12 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

Durante l'esercizio della FSRU nelle condizioni di normale funzionamento è necessaria l'operatività di due motori, secondo il seguente assetto:

- ✓ due motori da 24 MW termici; o
- ✓ un motore da 24 MW termici e un motore da 12 MW termici.

L'avvio di un terzo motore si potrà verificare nel caso in cui sia necessario scambiare i motori in funzione (ad es. riduzione del carico, manutenzione, problematiche riscontrate ad uno dei motori): in tale condizione un motore risulterà in assetto di spegnimento, mentre l'altro in assetto di avviamento. Per il funzionamento normale il carico sarà ripartito tra i motori in percentuale rispetto alla loro cilindrata.

Per quanto riguarda la potenza termica massima raggiunta con il funzionamento dei motori per l'alimentazione elettrica della FSRU, questa sarà comunque inferiore a 50 MW.

Ai fini delle analisi modellistiche discusse nel presente studio, si è fatto riferimento al caso di funzionamento a pieno regime dei due motori di taglia maggiore, che concorrono al raggiungimento di una potenza termica complessiva pari a circa 48 MW.

Pertanto, le emissioni relative all'esercizio della FSRU considerate nell'ambito del presente studio sono:

- ✓ emissioni continue (generatori di bordo) legate al normale esercizio della FSRU, nell'assetto che prevede il funzionamento di due motori da 24 MW termici ciascuno;
- ✓ emissioni da traffico marittimo indotto per rifornimento (metaniere) e mezzi navali di appoggio.

2.2.1. Emissioni della FSRU in condizioni di normale esercizio

Nella tabella seguente si riportano le caratteristiche e i valori emissivi di riferimento dei No.2 motori della FSRU, da circa 24 MW termici ciascuno, in funzionamento continuo per garantire l'alimentazione di tutti i sistemi.

Tabella 2.1: Caratteristiche e Dati Emissivi a pieno carico del Motore di bordo

PARAMETRO	UM	VALORE
Potenza Termica	MW _{th}	Circa 24
Volume Gas di Scarico	Nm ³ /h	80.370
Concentrazione NOx	mg/Nm ³	300
Concentrazione CO	mg/Nm ³	240
Concentrazione di Particolato	mg/Nm ³	10
Concentrazione SO ₂	mg/Nm ³	- ⁽¹⁾
Altezza camino	m	50,7
Diametro camino	mm	900
Temperatura Fumi	°C	350

(1) Nel caso di alimentazione a gas naturale le emissioni di SO₂ sono ritenute nulle/trascurabili.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 13 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

2.2.2. Emissioni da traffico indotto

Le emissioni da traffico indotto in relazione al normale esercizio della FSRU sono essenzialmente riconducibili a:

- ✓ traffico navale per approvvigionamento/scarico del GNL (metaniere cargo);
- ✓ rimorchiatori a supporto delle navi in arrivo e in partenza;
- ✓ nave di sorveglianza, che si assume pattuglierà costantemente la zona di esclusione monitoraggio / interdizione alla navigazione intorno alla FSRU;
- ✓ mezzi destinati al trasporto del personale impiegato e dei materiali/approvvigionamenti alla FSRU (fonte emissiva saltuaria e in tal senso ritenuta trascurabile ai fini delle successive valutazioni modellistiche).

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 cargo. Data la tipologia di alimentazione (gas naturale), per tale sorgente emissiva sono state considerate esclusivamente le emissioni di NO_x, mentre risultano nulle/trascurabili le emissioni di altre sostanze quali particolato, SO₂ e microinquinanti. Il dato sulle emissioni di CO non è stato considerato in quanto non disponibile per la tipologia di mezzo; tuttavia, è stato ritenuto che le emissioni di CO delle metaniere non siano tali da poter incidere sulle considerazioni riportate nel seguito in merito alla scarsa significatività delle ricadute attese per tale inquinante (si veda la successiva Sezione 5).

Tabella 2.2: Caratteristiche e Dati Emissivi Navi metaniere cargo

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 NO _x	kg/t fuel gas	3

Per il rifornimento della FSRU è previsto l'allibito di una metaniera circa ogni 7 giorni.

Per quanto riguarda invece i No. 4 rimorchiatori (a servizio delle operazioni di avvicinamento/allontanamento e affiancamento delle metaniere 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 (NO_x, Particolato, SO₂ e CO), rimandando alla successiva Sezione 4 e relativi sottoparagrafi per gli approfondimenti relativi alla distinzione tra frazioni di PM₁₀ e PM_{2,5} e alle emissioni di microinquinanti (Metalli, IPA;

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 14 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

NMVOC e PCDD/F) nonché ai dettagli sulla metodologia utilizzata per stimare le emissioni dei rimorchiatori.

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
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 SO ₂ (fase di avvicinamento della metaniera)	g/s	5,1
Emissioni di SO ₂ (fasi di attracco, disormeggio e allontanamento della metaniera)	g/s	2,9
Emissioni di CO (fase di avvicinamento della metaniera)	g/s	0,7
Emissioni di CO (fasi di attracco, disormeggio e allontanamento della metaniera)	g/s	0,7

È prevista inoltre la presenza di una nave di sorveglianza (LNG Guardian) per il controllo dell'area di interdizione alla navigazione stabilita intorno alla FSRU, attiva 24 ore al giorno tutti i giorni all'anno, le cui caratteristiche tecniche ed emissive sono riportate nella seguente tabella.

Tabella 2.4: Caratteristiche Tecniche ed Emissive della Nave di Sorveglianza

CARATTERISTICA	UNITÀ DI MISURA	VALORE
Altezza Camino	m	10
Diametro Camino	m	0,4
Sezione Camino	m ²	0,13
Temperatura Fumi	°K	673

Nel seguito sono inoltre riportati i dati emissivi relativi a ciascuna fase operativa della nave di sorveglianza.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 15 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

Tabella 2.5: Caratteristiche Emissive per Fasi Operative della Nave di Sorveglianza

CARATTERISTICA	UNITÀ DI MISURA	STAND-BY	ZONA DI INTERDIZIONE
Durata	h	23	1
Flusso NO _x	g/s	0,2	3,8

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 16 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

3. RIFERIMENTI NORMATIVI

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

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

Tabella 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

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 17 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

tra le ore 17:00 del giorno precedente e le ore 01:00 del giorno stesso; l'ultima fascia di calcolo per un giorno è quella compresa tra le ore 16:00 e le ore 24:00 del giorno stesso.

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

Nella tabella seguente si richiamano i livelli "guida" raccomandati dalle Linee Guida 2021 dell'OMS (World Health Organization, 2021), di cui è disponibile anche traduzione in italiano del 2022, anch'essi presi in considerazione nella trattazione dei risultati delle analisi modellistiche per completezza d'analisi.

Tabella 3.2: Livelli guida (AQG) raccomandati dalle Linee Guida 2021 dell'OMS (la tabella riporta anche gli obiettivi intermedi)

Inquinante	Tempo di media	Obiettivo intermedio				Livello AQG
		1	2	3	4	
PM _{2,5} , µg/m ³	Annuale	35	25	15	10	5
	24 ore ^a	75	50	37,5	25	15
PM ₁₀ , µg/m ³	Annuale	70	50	30	20	15
	24 ore ^a	150	100	75	50	45
O ₃ , µg/m ³	Picco stagionale ^b	100	70	-	-	60
	8 ore ^a	160	120	-	-	100
NO ₂ , µg/m ³	Annuale	40	30	20	-	10
	24 ore ^a	120	50	-	-	25
SO ₂ , µg/m ³	24 ore ^a	125	50	-	-	40
CO, mg/m ³	24 ore ^a	7	-	-	-	4

^a 99° percentile (ovvero 3-4 giorni di superamento all'anno).

^b Media della concentrazione media giornaliera massima su 8 ore di O₃ nei sei mesi consecutivi con la più alta concentrazione media mobile semestrale di O₃.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 18 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

Per quanto attiene invece alle emissioni generate da ciascun motore della FSRU Golar Tundra, si è fatto riferimento ai valori limite emissivi indicati nel Decreto autorizzativo AIA DM 145 del 03/05/2023, con il quale è stata rilasciata l’Autorizzazione Integrata Ambientale per l’esercizio della FSRU Golar Tundra nel Porto di Piombino.

Tabella 3.3: Valori limite emissivi considerati per i motori della FSRU a pieno carico. Decreto autorizzativo AIA DM 145 del 03/05/2023

INQUINANTE	VALORE LIMITE [mg/Nm ³] ⁽¹⁾
NO _x	300
CO	240
SO _x	N.A.
Polveri	10

NOTE:

1) Valori riferiti ad un tenore di ossigeno nell’effluente gassoso del 15%.

Come da prescrizioni riportate nel Parere Istruttorio Conclusivo (PIC) allegato al suddetto Decreto autorizzativo AIA, i valori limite in concentrazione si applicano durante i periodi di normale funzionamento, intesi come i periodi in cui le unità di produzione vengono esercite con alimentazione a Fuel Gas (FG) e Boil Off Gas (BOG), al di sopra del 20% del carico per i parametri NO_x e Polveri e al di sopra del 75% del carico per il parametro CO.

Per il parametro CO, nel PIC è stato prescritto inoltre il rispetto di un valore limite in flusso di massa pari a 140 t/quadrimestre considerando il valore complessivo, calcolato come sommatoria dei contributi dei motori, al di sopra del 20% del carico. Per assetti di funzionamento con carico compreso tra il 20% e il 100% la FSRU Golar Tundra risulta pertanto limitata ad emettere un flusso di massa massimo di 140t in 4 mesi per il parametro CO.

Tale condizione deriva dalla particolare categoria dei motori marini, disciplinati dalla Regulation 13 della IMO (International Maritime Organization). In particolare, in base alla richiamata Regulation 13 dell’Annesso VI della convenzione internazionale MARPOL 73/78 (come emendata) i motori della Golar Tundra sono classificati IMO Tier III standard e sono quindi ottimizzati per avere ridotte emissioni di ossidi di azoto (NO_x), a discapito della formazione di CO.

Per le emissioni associate alle altre tipologie di mezzi analizzati (metaniera, rimorchiatori, nave di sorveglianza), in mancanza di valori limite emissivi di riferimento sono stati considerati:

- ✓ per la metaniera, i valori emissivi considerati in altri studi per metaniere aventi una capacità di trasporto GNL paragonabile a quella della capacità di stoccaggio della FSRU;
- ✓ per la nave di sorveglianza, i valori emissivi considerati in altri studi per la specifica tipologia di mezzo navale;

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 19 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

- ✓ per i rimorchiatori, i dati emissivi desumibili dal documento (U.S. EPA, Febbraio 2000) per NOx, particolato (PM10 e PM2,5), SO2 e CO, mentre per Metalli, IPA, NMVOC e PCDD/F sono stati presi a riferimento i valori emissivi forniti dal documento (EMEP/EEA, Dicembre 2021).

Per maggiori approfondimenti sulle stime emissive si rimanda alla successiva Sezione 4.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 20 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

4. DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ MODELLISTICHE

Nella presente sezione viene fornita una descrizione delle principali caratteristiche del modello e delle ipotesi alla base delle valutazioni relative alla dispersione degli inquinanti emessi in atmosfera durante la fase di esercizio dell'iniziativa in esame.

4.1. Quadro sintetico delle attività svolte

Ai fini della verifica del potenziale contributo sulla qualità dell'aria per l'opera in esame, sono state analizzate:

- ✓ per la FSRU, le emissioni generate da No.2 motori marini alimentati a gas naturale (da circa 24 MWth ciascuno), funzionanti a pieno carico per garantire la alimentazione elettrica ai sistemi di bordo;
- ✓ le emissioni della metaniera in avvicinamento alla FSRU e nelle successive fasi di accosto, scarico, disormeggio e allontanamento;
- ✓ le emissioni associate al funzionamento della nave di sorveglianza, adibita al pattugliamento della zona di esclusione monitoraggio / interdizione alla navigazione intorno alla FSRU.
- ✓ le emissioni di No. 4 rimorchiatori che saranno operativi durante le fasi di avvicinamento, accosto, disormeggio e allontanamento della metaniera.

Per i motori della FSRU, sono state simulate le emissioni di NO_x, CO e polveri (valutate come PM₁₀ e PM_{2,5}, ipotizzando conservativamente le emissioni totali di polveri per entrambi i parametri), con riferimento ai valori limite emissivi richiamati nella precedente Tabella 3.3. Si evidenzia che per i motori marini della FSRU non sono state prese in considerazione emissioni di SO₂, in quanto queste si ritengono trascurabili date le modalità di alimentazione nella normale operatività. 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 polveri, SO₂, NMVOC, PCDD/F, Metalli Pesanti e IPA. 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 successivamente riportate circa la scarsa significatività delle ricadute attese per tale inquinante.

Anche per la nave di sorveglianza, come già anticipato nella precedente Sezione 2.2.2, sono state prese in considerazione le emissioni di NO_x, ritenendo trascurabili (polveri, SO₂, NMVOC, PCDD/F, Metalli e IPA) o comunque scarsamente significativi (CO) i contributi emissivi di altri inquinanti.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 21 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

Per i rimorchiatori, per i quali si è considerata un'alimentazione a Marine Diesel Oil (MDO), oltre al dato emissivo di NOX, sono state considerate le emissioni di polveri (PM10 e PM2,5), 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 (U.S. EPA, Febbraio 2000), il quale riporta informazioni per la stima delle emissioni suddivise per fasi operative 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. In particolare, si è fatto riferimento alla fase operativa “manoeuvring” per le operazioni di attracco, disormeggio e allontanamento, alla fase “slow cruise” per le operazioni di avvicinamento;
- ✓ 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, Dicembre 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 (Cheruyiot et al., 2015),
 - la speciazione media rintracciabile nel sopra citato documento EMEP/EEA 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 nei documenti (ATDSR, Aprile 2022) e (Desert Research Institute, Agosto 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/o cancerogeno (UR) ai fini della Valutazione di Impatto Sanitario dell'iniziativa (per cui si rimanda al documento REL-AMB-E-00005).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 22 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

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

Nei paragrafi successivi vengono discussi i risultati ottenuti, che per completezza sono stati valutati sia con riferimento ai valori limite di qualità dell'aria vigenti stabiliti dalla normativa nazionale (D.Lgs. 155/2010) sia con i valori "guida" raccomandati dalle Linee Guida OMS del 2021.

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

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 23 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)



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

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.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 24 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

Inoltre, il modello appartiene alla tipologia di modelli consigliati dalle linee guida lombarde (Paragrafo 10, Allegato I) e descritti al paragrafo 3.1.2 della linea guida RTI CTN_ ACE 4/2001 “Linee guida per la selezione e l’applicazione dei modelli di dispersione atmosferica per la valutazione della qualità dell’aria”, Agenzia Nazionale per la Protezione dell’Ambiente, Centro Tematico Nazionale — Aria Clima Emissioni, 2001. Ne risulta quindi che il modello CALPUFF è uno tra i modelli più utilizzati e universalmente riconosciuti come supporto per gli studi di impatto ambientale.

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

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

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

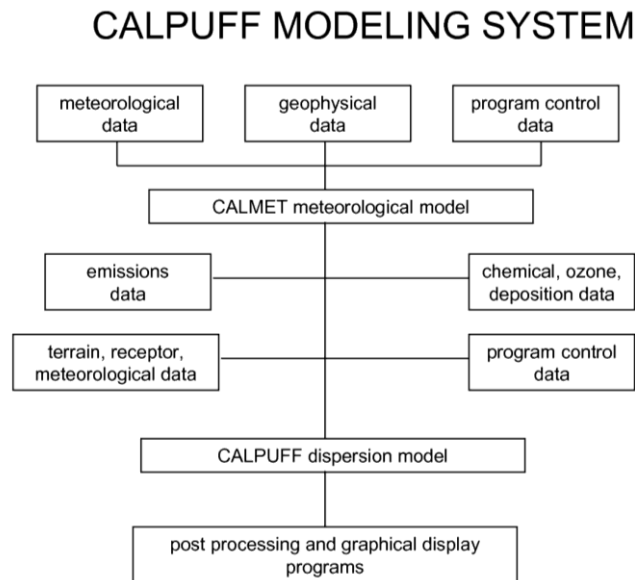


Figura 4-2: Schematizzazione del sistema modellistico CALMET/CALPUFF

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 25 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

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

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

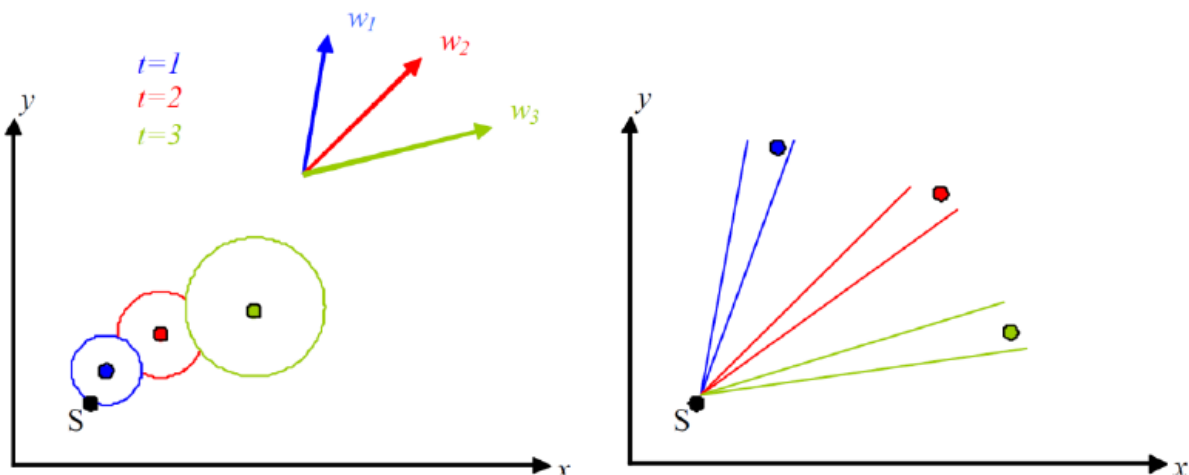


Figura 4-3: Differenze di dispersione fra modelli a puff (sinistra) e gaussiani tradizionali (destra)

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.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 26 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

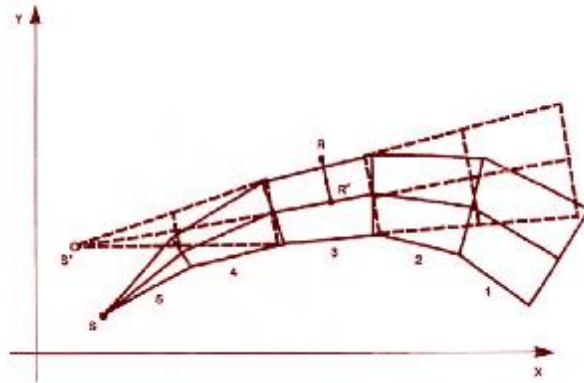


Figura 4-4: Segmentazione del pennacchio nei modelli a puff

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):

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

dove:

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

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

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 27 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

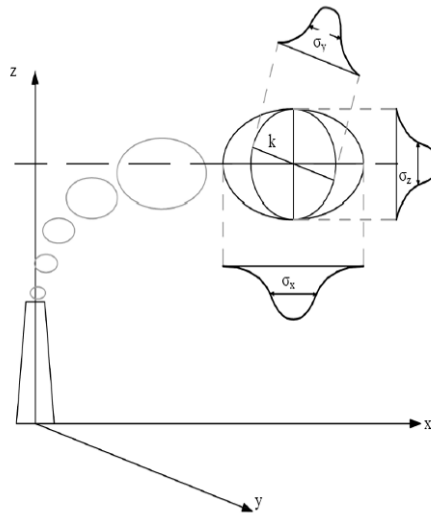


Figura 4-5: Schema di un modello a puff con indicazione dei coefficienti di dispersione relativi al puff k

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 cammino 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;
- ✓ 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 dati meteorologici disponibili (Lunghezza di Monin-Ubukhov, velocità d'attrito, ecc.).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 28 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

Per simulare al meglio le condizioni reali di emissione, il modello permette di configurare le sorgenti emissive 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 post-processore 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 alla fase di esercizio della FSRU Golar Tundra è stato condotto sulla base di stime di emissioni di NO_x, CO, polveri (PM₁₀ e PM_{2,5}), SO₂ e delle altre sostanze analizzate secondo standard internazionali consolidati.

Inoltre, lo studio modellistico è stato condotto secondo ipotesi 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, per quanto riguarda le emissioni dai motori della FSRU, con approccio cautelativo le emissioni di polveri sono state interamente assimilate alla frazione di particolato fine PM₁₀ ai fini del confronto delle ricadute con i valori limite per la protezione della salute umana. Per i motori della FSRU, le emissioni di PM_{2,5} sono state conservativamente assunte pari a quelle del PM₁₀. Come indicato nella precedente Sezione 4.1, per le emissioni di PM_{2,5} associate ai rimorchiatori si è invece ipotizzato che le stesse siano pari a circa l'85% delle emissioni di PM₁₀, come suggerito con riferimento ai fattori emissivi "Tier 2" del documento (EMEP/EEA, Dicembre 2021).

4.3. Ipotesi modellistiche

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

- ✓ caratteristiche geometriche, fisiche ed emissive delle sorgenti;
- ✓ caratteristiche meteorologiche e meteo-diffusive dell'area;

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 29 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

- ✓ localizzazione dei recettori (posizione).

L'area oggetto dello studio modellistico è stata definita a partire da un dominio meteorologico di dimensione 50x50 km con risoluzione 1 km, centrato in corrispondenza dell'area di futura collocazione della FSRU, calcolato mediante il processore CALMET partendo dai dati meteorologici dell'intero anno 2022 ottenuti dai campi meteorologici tridimensionali prodotti dal modello prognostico WRF con risoluzione di 12 km.

Per il calcolo previsionale delle ricadute al suolo, è stato utilizzato CALPUFF con una griglia di calcolo con passo 250 m, selezionando un'area di circa 23 km x 30 km tale da ricomprendere i ricettori potenzialmente più esposti sulla terraferma. In tal senso, come da figura seguente, il dominio considerato per analizzare la dispersione degli inquinanti in atmosfera risulta inoltre decentrato verso ovest rispetto all'area di ubicazione della FSRU.

Ai fini della simulazione modellistica, è stata considerata inoltre l'orografia dell'area, nonché le sue 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/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 30 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

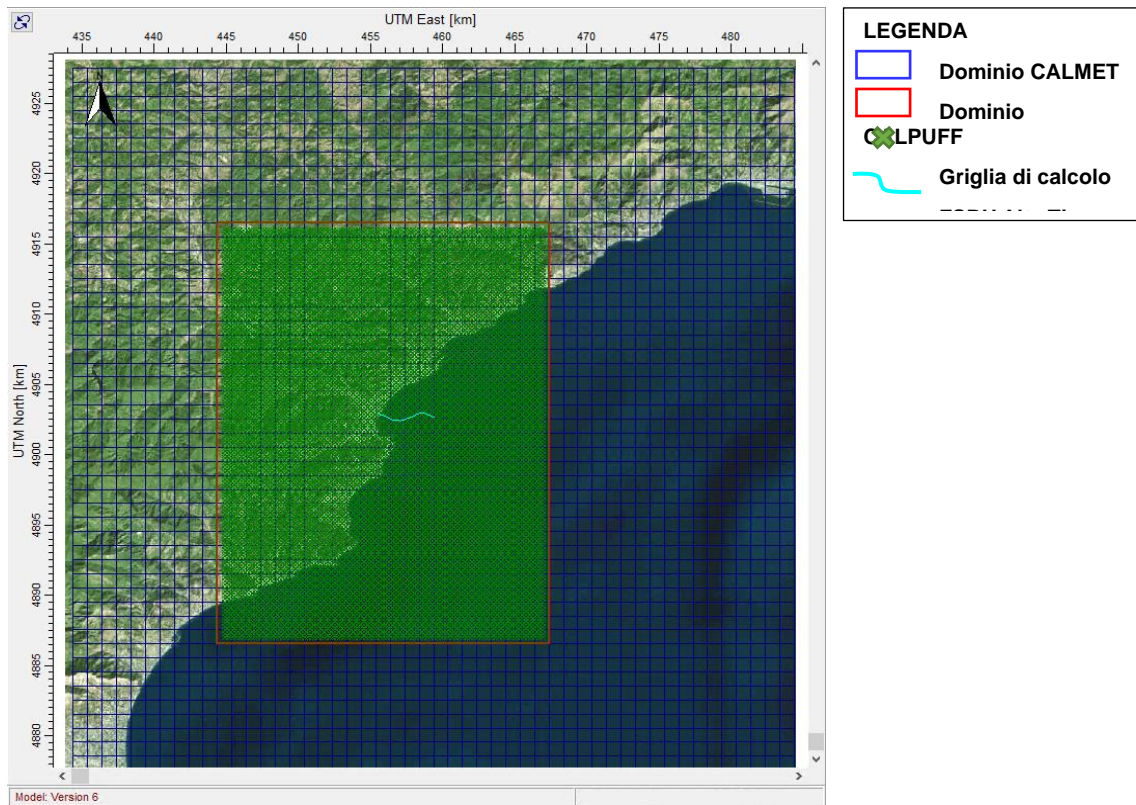


Figura 4-6: Visualizzazione dei domini meteorologici e di calcolo

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 $X = 459,376$ km e $Y = 4902,529$ km), rappresentativa delle condizioni anemologiche in corrispondenza dell'area di futura ubicazione della FSRU.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 31 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

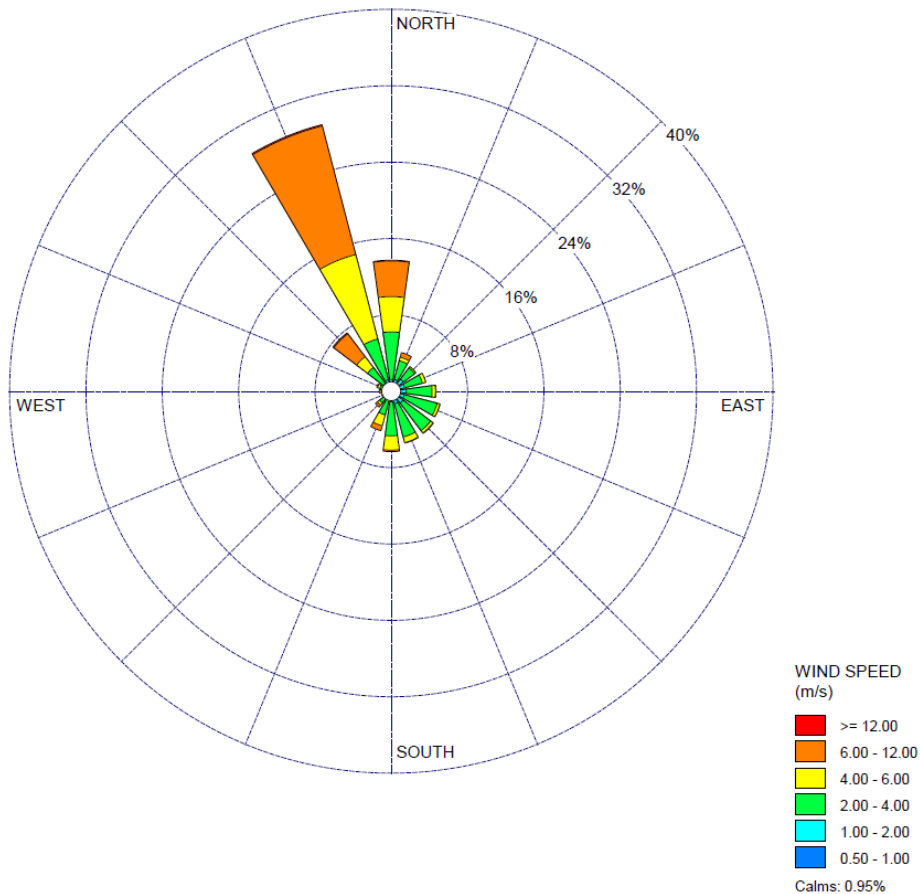


Figura 4-7: Rosa dei venti a 10 m dal suolo in prossimità dell'area di futura ubicazione della FSRU, ottenuta a partire dai dati WRF del 2022

I risultati delle simulazioni, ottenuti in corrispondenza dei punti della griglia di calcolo e dei ricettori discreti identificati come da successiva Sez. 4.3.3) sono stati successivamente interpolati in modo da ottenere una mappa (superficie continua) rappresentativa delle concentrazioni in corrispondenza dei ricettori al suolo nell'intero dominio di simulazione.

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.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 32 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

4.3.1. Scenario emissivo massimo orario

Lo scenario è stato simulato considerando la configurazione di esercizio giornaliera che vede la presenza nell'area di tutti i mezzi navali, 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 da No. 2 motori marini della FSRU Golar Tundra (funzionamento in continuo e costante a pieno carico) alle attività di avvicinamento, accosto, scarico, 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 giorno¹; fasi di manovra (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;
- ✓ funzionamento della nave di sorveglianza conservativamente assunto nella sua fase di marcia;
- ✓ ai soli fini delle valutazioni modellistiche, ipotizzando 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 associate all'esercizio in continuo a pieno carico delle due 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. Analogamente, anche per la nave di sorveglianza si è fatto

¹ 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/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 33 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

riferimento ai dati emissivi associati alla stessa tipologia di mezzo in studi similari. Per le emissioni dei rimorchiatori, valgono invece le considerazioni riportate nella precedente Sez. 4.1.

I dati emissivi riportati nella tabella seguente si riferiscono agli inquinanti NO_x, CO, SO₂ e particolato PM₁₀ e PM_{2,5}, per i quali trovano applicazione specifici valori limite / di riferimento su base oraria e/o giornaliera.

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	Inq.	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})	0,22	
						SO ₂	-	
Metaniera alimentata a gas naturale	50	1,2	476	14,5	Avvicinamento	NO _x	1,47	
					Accosto / Attracco Senza Scarico		0,41	
					Scarico Metaniera		0,85	
					Disormeggio/ Allontanamento		1,83	
					-		CO	n.d.
					-		Polveri	-
					-		SO ₂	-
Nave di sorveglianza	10	0,4	673	12,0	Fase di movimento	NO _x	3,83	
Rimorchiatore (singolo) alimentato a MDO	8	0,4	673	12,0	Avvicinamento	NO _x	3,90	
						PM ₁₀	0,10	
						PM _{2,5}	0,09	
						CO	0,74	
						SO ₂	5,03	
Rimorchiatore (singolo) alimentato a MDO	8	0,4	673	12,0	Accosto / Disormeggio / Allontanamento	NO _x	2,10	
						PM ₁₀	0,06	
						PM _{2,5}	0,05	
						CO	0,73	
						SO ₂	2,87	

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 34 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

4.3.2. Scenario emissivo 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 circa 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 a pieno carico 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. In questo caso, si riportano anche i valori emissivi dei microinquinanti (Metalli Pesanti, NMVOC, PCDD/F e IPA) considerati per i rimorchiatori, rappresentativi ai fini delle valutazioni in termini di ricadute medie annue, stimati in accordo alla metodologia descritta nella precedente Sez. 4.1. Si sottolinea che, per metaniera e rimorchiatori, il flusso emissivo riportato in tabella è un valore ponderato in funzione del numero di allibi annui, in modo tale da tener conto dell'effettiva intermittenza di tali sorgenti emissive su base annua.

Tabella 4.3: Sorgenti emissive e relative caratteristiche (scenario medio annuo)

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 (PM10 = PM2,5)	0,22
						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	-

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 35 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

Sorgente	Altezza emissione [m]	Diametro emissione [m]	Temperatura emissione [°K]	Velocità effluente [m/s]	Fase emissiva	Inquinante	Flusso emissivo [g/s]
Nave di sorveglianza	10	0,4	673	12,0	Media tra fase di marcia e fase di stand-by	NOx	0,33
Rimorchiator e (singolo) alimentato a MDO	8	0,4	673	12,0	Avvicinamento	NOx	0,56
						PM10	0,014
						PM2,5	0,012
						CO	0,10
Rimorchiator e (singolo) alimentato a MDO	8	0,4	673	12,0	Accosto / Disormeggio / Allontanamento	SO2	0,72
						NOx	0,30
						PM10	0,009
						PM2,5	0,007
Rimorchiator e (singolo) alimentato a MDO	8	0,4	673	12,0	Tutte le fasi di manovra	CO	0,10
						SO2	0,41
						Pb	5,00E-06
						Cd	3,85E-07
						Hg	1,15E-06
						As	1,54E-06
						Cr	1,92E-06
						Cu	3,39E-05
						Ni	3,85E-05
						Se	3,85E-06
						Zn	4,62E-05
						PCDD/F (come TEQ 2,3,7,8-TCDD)	5,00E-12
						NMVOC	0,10
						Phenantrene	5,12E-04
						Anthracene	1,38E-06
						Fluorantene	1,73E-04
						Pyrene	2,20E-04
Benzo(a) Anthracene	3,55E-07						
Chrys.	8,87E-06						
Perylene	6,53E-06						
Benzo(b) Fluorant.	1,96E-07						
Benzo(k) Fluorant.	6,53E-08						
Benzo(a) Pyrene	6,53E-09						

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 36 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

Sorgente	Altezza emissione [m]	Diametro emissione [m]	Temperatura emissione [°K]	Velocità effluente [m/s]	Fase emissiva	Inquinante	Flusso emissivo [g/s]
						Dibenzo(a,l) Pyrene	7,86E-10
						Benzo(g,h,i) Perylene	2,15E-06
						Dibenzo(a,h) Antracene	2,16E-08
						Indeno(1,2,3-c,d)Pyrene	7,16E-08

4.3.3. Identificazione dei ricettori discreti

Al fine di consentire un'analisi di dettaglio dei livelli di ricaduta stimati dal modello sulla terraferma, oltre ai ricettori su griglia sono stati individuati anche una serie di ricettori discreti rappresentativi, selezionando le principali strutture scolastiche (inclusi gli asili nido), sanitarie e case di cura (strutture per anziani) presenti nel territorio dei comuni in prossimità della costa al largo della quale sarà ubicata l'unità FSRU. Nello specifico, sono stati individuati i ricettori discreti ubicati nei Comuni costieri di Albissola Marina, Albissola Superiore, Bergoggi, Quiliano, Savona, Spotorno e Vado Ligure, che data la loro ubicazione sono stati ritenuti quelli potenzialmente esposti alle ricadute emissive in fase di esercizio. Tali Comuni sono anche quelli sui quali si è focalizzata la Valutazione di Impatto Sanitario dell'iniziativa, per la quale si rimanda al documento REL-AMB-E-00005.

È stata considerata inoltre l'ubicazione delle seguenti No. 8 centraline di monitoraggio della qualità dell'aria presenti all'interno del dominio di calcolo:

- ✓ Albissola Superiore – VIII Maggio;
- ✓ Bergoggi – Capo Vado;
- ✓ Savona – Ricci;
- ✓ Savona – Varaldo;
- ✓ Savona – Monte San Giorgio;
- ✓ Quiliano – Pilalunga;
- ✓ Vado Ligure – Via Aurelia;
- ✓ Vado Ligure – Via De Litta.

Nella figura seguente si riporta l'ubicazione dei ricettori discreti e delle centraline sopra indicate, per una cui descrizione si rimanda alla successiva tabella.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 37 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

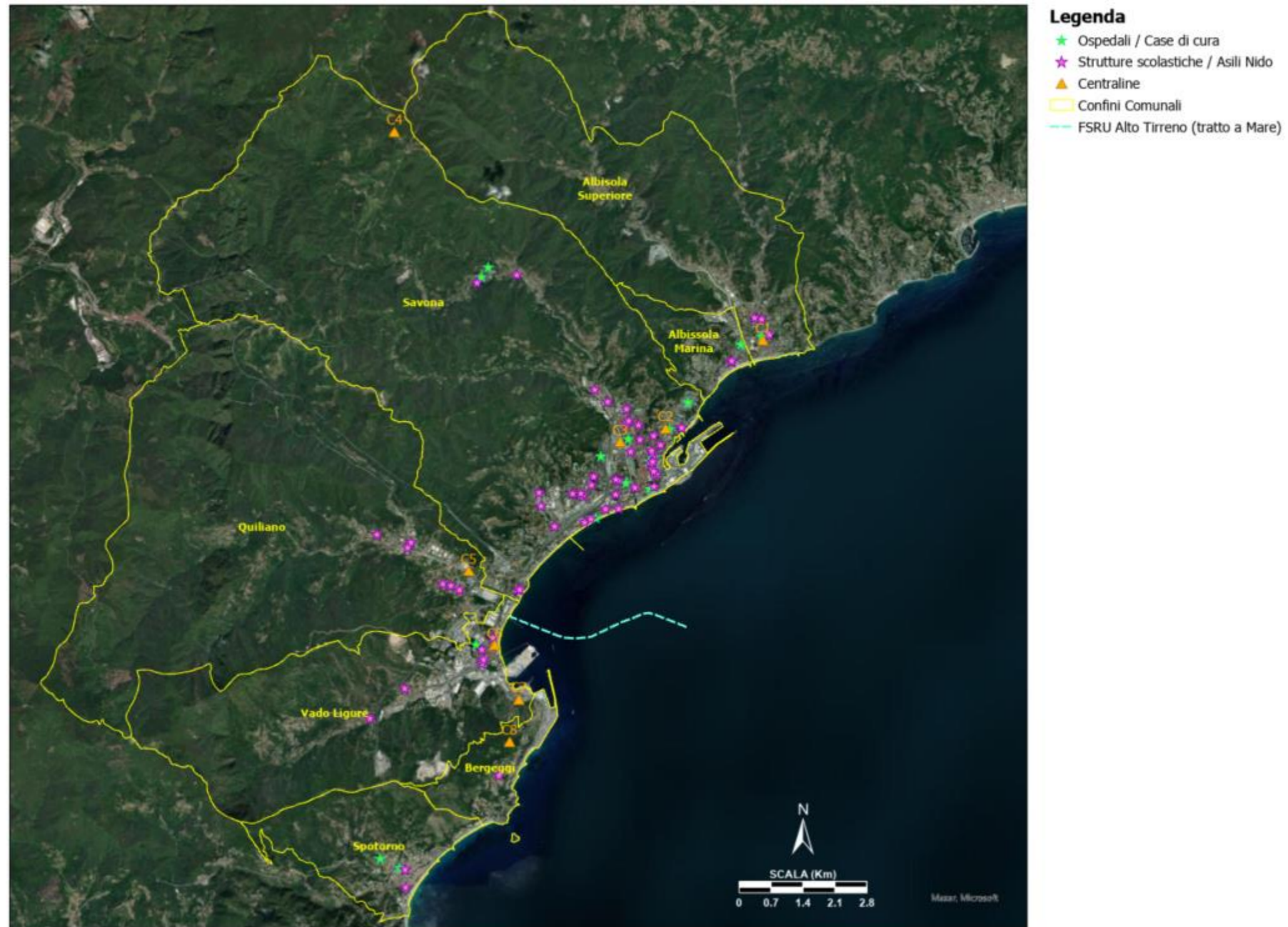


Figura 4-8: Ubicazione ricettori discreti e centraline di qualità dell'aria

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 38 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

Tabella 4.4: Descrizione ricettori discreti e centraline di qualità dell'aria

ID	X (m)	Y (m)	Descrizione	TIPO
S1	457160	4905544	Asilo nido comunale + Scuola Infanzia Renata Cuneo	Strutture Scolastiche
S2	457703	4907609	Asilo Nido Aquilone + Scuola Rodari	Strutture Scolastiche
S3	458124	4907145	Istituto Comprensivo Savona I	Strutture Scolastiche
S4	457190	4904975	Nido d'Infanzia Il Paguro	Strutture Scolastiche
S5	457110	4905610	Asilo Nido Il Quadrifoglio	Strutture Scolastiche
S6	457392	4905973	Asilo Nido Scuola dell'Infanzia Mongrifone	Strutture Scolastiche
S7	458297	4905729	Asilo Nido Piramidi	Strutture Scolastiche
S8	455739	4903504	Asilo Nido Bollicine + Scuola dell'Infanzia SAVONA IV	Strutture Scolastiche
S9	456937	4905597	Istituto Comprensivo Savona IV	Strutture Scolastiche
S10	455709	4910387	Asilo Infantile Carlevarini	Strutture Scolastiche
S11	458695	4906448	Scuola Dell'Infanzia Ferro Franceri	Strutture Scolastiche
S12	457649	4905265	Scuola Materna Nostra Signora della Neve	Strutture Scolastiche
S13	458641	4906250	Scuola Primaria Paritaria N. S. della Neve	Strutture Scolastiche
S14	458764	4906023	Liceo Statale Chiabrera Martini	Strutture Scolastiche
S15	458680	4906298	Liceo Artistico Arturo Martini+ ISS Mazzini Da Vinci	Strutture Scolastiche
S16	458854	4906666	Scuola Materna Purificazione di Maria Santissima	Strutture Scolastiche
S17	455781	4903504	Scuola Materna Parrocchiale Don Curioni	Strutture Scolastiche
S18	458715	4905761	Scuola Materna Regina Margherita Nostra Signora Della Neve	Strutture Scolastiche
S19	457944	4905885	Scuola materna Regina Margerita Via Serao	Strutture Scolastiche
S20	454453	4903497	Scuola materna Carlotta Garroni	Strutture Scolastiche
S21	459308	4907034	Scuola Materna Carando	Strutture Scolastiche
S22	459316	4907047	Scuola infanzia primaria secondaria 1 grado Ennio Carando	Strutture Scolastiche
S23	457882	4905915	Istituto Comprensivo Savona III	Strutture Scolastiche
S24	457876	4905590	Scuola primaria Astengo	Strutture Scolastiche
S25	458704	4906868	Istituto Comprensivo Savona 2 Scuola Mameli	Strutture Scolastiche
S26	458706	4906093	Istituto Comprensivo Savona 2	Strutture Scolastiche
S27	456242	4905330	Campus Savona	Strutture Scolastiche
S28	453396	4904537	Scuola Materna G.B. Vadone	Strutture Scolastiche
S29	457413	4907884	SCUOLA MEDIA PERTINI LAVAGNOLA + Noberasco	Strutture Scolastiche
S30	456534	4904887	Scuola Primaria Francesco Mignone	Strutture Scolastiche
S31	458664	4906537	Scuola secondaria M.G. Rossello	Strutture Scolastiche
S32	457336	4905047	Scuola Primaria XXV Aprile	Strutture Scolastiche
S33	458109	4907449	Scuola Primaria la Rusca	Strutture Scolastiche
S34	458208	4906518	Istituto di Istruzione Superiore Boselli-Alberti	Strutture Scolastiche

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 39 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

ID	X (m)	Y (m)	Descrizione	TIPO
S35	454841	4910218	Scuola Elementare Santuario	Strutture Scolastiche
S36	452650	4904712	Scuola Materna QUILIANO	Strutture Scolastiche
S37	453320	4904423	Scuola Primaria QUILIANO	Strutture Scolastiche
S38	454265	4903588	Scuola Primaria QUILIANO/VALLEGGIA	Strutture Scolastiche
S39	457341	4905788	Istituto di Istruzione Secondaria Superiore Ferraris-Pancaldo	Strutture Scolastiche
S40	458405	4906782	Liceo Sociale Statale Giuliano della Rovere	Strutture Scolastiche
S41	458371	4907102	Liceo Orazio Grassi	Strutture Scolastiche
S42	460402	4908487	Asilo Infantile di Albissola Marina	Strutture Scolastiche
S43	454942	4901889	Scuola Primaria VADO LIGURE CAPOLUOGO	Strutture Scolastiche
S44	455322	4899434	Scuola dell'Infanzia VADO LIGURE	Strutture Scolastiche
S45	452495	4900677	Scuola Primaria VADO L./S. ERMETE DON L. MILANI	Strutture Scolastiche
S46	453255	4901338	Scuola Primaria VADO LIGURE-VALLE	Strutture Scolastiche
S47	454981	4901969	Scuola materna Don C. Queirolò	Strutture Scolastiche
S48	461066	4909418	Istituto Comprensivo Albisola	Strutture Scolastiche
S49	455181	4902444	Scuola Media Statale A. Peterlin	Strutture Scolastiche
S50	454091	4903628	Scuola Media Statale Martiri della Libertà	Strutture Scolastiche
S51	461247	4909081	ASILO INFANTILE DEL CENTRO	Strutture Scolastiche
O1	459453	4907589	Ospedale San Paolo	Ospedali / Case di Cura
O2	458711	4906400	Residenza Protetta Casa Marino Bagnasco	Ospedali / Case di Cura
O3	457437	4905066	RSA/RP La Gioiosa	Ospedali / Case di Cura
O4	458095	4905836	Casa di Riposo Don Francesco Piccone	Ospedali / Case di Cura
O5	457544	4906414	Sereni Orizzonti	Ospedali / Case di Cura
O6	458592	4906310	Comunità Alloggio Ercole	Ospedali / Case di Cura
O7	461065	4909036	Casa di Riposo Villa Elios	Ospedali / Case di Cura
O8	458147	4906798	Istituto Figlie Di N.S. Della Misericordia	Ospedali / Case di Cura
O9	458625	4905700	Casa Scapoli S.R.L.	Ospedali / Case di Cura
O10	454933	4910335	Residenza Protetta Santuario	Ospedali / Case di Cura
O11	459047	4907003	Residenza Protetta Suore Minime	Ospedali / Case di Cura
O12	460611	4908868	Villa Ridente Srl	Ospedali / Case di Cura
O13	455077	4910544	Residenza Sanitaria Assistenziale Noceti	Ospedali / Case di Cura
S52	460911	4909448	I.C. DELLE ALBISOLE	Strutture Scolastiche
S53	460419	4908513	Scuola primaria Angelo Barile	Strutture Scolastiche
S54	454940	4902186	Scuola dell'infanzia Magia e Fantasia	Strutture Scolastiche
O14	454822	4902290	Centro Vada Sabatia	Ospedali / Case di Cura
S55	456200	4905623	Ente Scuola Edile - Centro per l'impiego	Strutture Scolastiche
S56	457938	4905277	Scuola dell'Infanzia Giribone	Strutture Scolastiche
S57	458163	4907195	Asilo Infantile Regina Margherita	Strutture Scolastiche
S58	453274	4896990	Scuola Primaria SPOTORNO	Strutture Scolastiche

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 40 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

ID	X (m)	Y (m)	Descrizione	TIPO
S59	453267	4897372	Scuola Media I GR. "GIOVANNI XXIII" SPOTORNO	Strutture Scolastiche
O15	453118	4897341	Sereni Orizzonti	Ospedali / Case di Cura
O16	452787	4897636	RP La Quietè	Ospedali / Case di Cura
S60	453267	4897372	Scuola Media I GR. "GIOVANNI XXIII" SPOTORNO	Strutture Scolastiche
C1	461091	4908968	Albisola S. SV - VIII Maggio	Centralina Qualità Aria
C2	458964	4907032	Savona - Varaldo	Centralina Qualità Aria
C3	457966	4906739	Savona - Ricci	Centralina Qualità Aria
C4	453027	4913526	Savona - Monte San Giorgio	Centralina Qualità Aria
C5	454657	4903918	Quiliano SV - Pilalunga	Centralina Qualità Aria
C6	455222	4902296	Vado L. SV - Aurelia	Centralina Qualità Aria
C7	455751	4901100	Vado L. SV - De Litta	Centralina Qualità Aria
C8	455549	4900178	Bergeggi SV - Capo Vado	Centralina Qualità Aria

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 41 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

5. DESCRIZIONE DEI RISULTATI OTTENUTI

Nelle prossime sezioni si riportano i dettagli dei risultati ottenuti. In particolare, vengono prima discussi i principali inquinanti (NO_x, SO₂ e particolato PM₁₀ e PM_{2,5}), mentre nel Par. 5.5 si riporta la trattazione relativa a NMVOC, Metalli, IPA e PCDD/PCDF.

Come anticipato nei paragrafi precedenti, nel caso del CO si ritiene invece 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 carico sono risultate:

- ✓ Pari a circa lo 0,2% del valore limite ex D.Lgs. 155/2010 per quanto riguarda le massime ricadute calcolate come media su 8 ore (circa 0,020 mg/m³ rispetto a un valore limite di 10 mg/m³, cioè 500 volte più basse del valore limite);
- ✓ Pari a circa lo 0,1% del valore di 4 mg/m³ suggerito 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 0,004 mg/m³, cioè 1000 volte più basse del valore guida OMS).

Pur non avendo considerato il contributo della metaniera e della nave di sorveglianza per il parametro CO (si veda il precedente Paragrafo 4.1), appare evidente come tali sorgenti non siano in grado di modificare in maniera apprezzabile le suddette valutazioni sulla scarsa significatività di tale parametro emissivo ai fini della valutazione degli impatti della fase di esercizio sulla qualità dell'aria.

Con riferimento, inoltre, a quanto anticipato nel Paragrafo 4.3.1 in relazione al limite di 140 t/4 mesi del CO, risulta altrettanto evidente come anche in tali condizioni le ricadute al suolo di CO continueranno a restare trascurabili nei valori assoluti, rimanendo diversi ordini di grandezza inferiori ai suddetti valori limite e valori guida.

5.1. Ossidi di azoto (NO_x)

5.1.1. Limite Orario e Giornaliero (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 5-1, le massime ricadute stimate nello scenario massimo descritto nel precedente Paragrafo 4.3.1 si registrano in mare, in prossimità dell'area in prossimità della FSRU in cui saranno effettuate le operazioni di manovra della metaniera con i rimorchiatori a supporto. Avvicinandosi alla terraferma, le ricadute subiscono una considerevole attenuazione, con le massime ricadute al suolo che si

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 42 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

verificano in corrispondenza di una porzione di costa di dimensioni contenute a ovest dell'area di futura ubicazione della FSRU (dove nel punto di massima ricaduta al suolo sono pari a circa $121 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Come si evince dalla successiva Tabella 5.1, le ricadute stimate in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline di qualità dell'aria risultano ulteriormente inferiori. Le concentrazioni sulla terraferma sono ovunque inferiori al limite di legge.

Il risultato ottenuto è in ogni caso da considerarsi 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, dei 4 rimorchiatori e della nave di sorveglianza) 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 realtà dei fatti è previsto indicativamente l'allibito di una metaniera circa ogni 7 giorni in media, con relativo supporto dei rimorchiatori. In tal senso, si ritiene statisticamente poco probabile che le operazioni dei rimorchiatori (previste solamente per circa 4 ore al giorno, in concomitanza con la presenza delle metaniere in porto) vengano effettuate esattamente nelle 18 ore peggiori dal punto di vista della dispersione degli inquinanti (i.e. le condizioni meteorologiche associate al concetto di 99,8° percentile).

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 NO_2 .

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 43 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

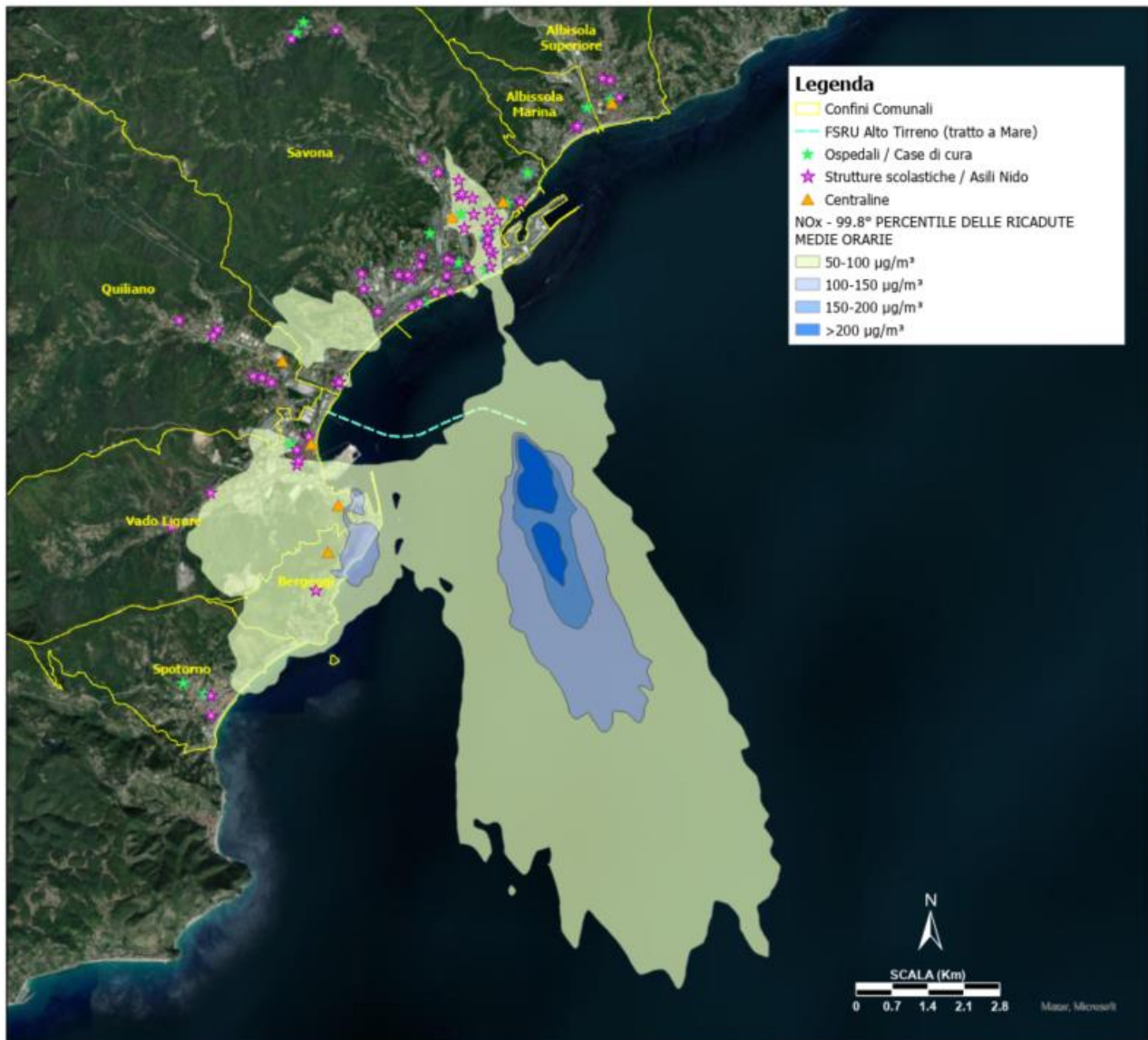


Figura 5-1: Scenario Massimo - 99,8° percentile delle concentrazioni medie orarie di NOX (Valore Limite per NO₂: 200 µg/m³ da non superare più di 18 volte in un anno)

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 guida 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 ricadute stimate dal modello sulla terraferma sono risultate sempre inferiori al suddetto valore guida (circa 21 µg/m³ nel punto di massima ricaduta al suolo in prossimità della costa a ovest dell’area di futura ubicazione della FSRU).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 44 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

Anche in questo caso si evidenzia l'elevata conservatività dell'approccio modellistico adottato, in particolare per quanto riguarda l'ipotesi di aver considerato le emissioni di NO_x della nave di sorveglianza costanti e associate sempre alla fase di marcia, che nella realtà operativa è attesa esclusivamente per circa 1 ora al giorno.

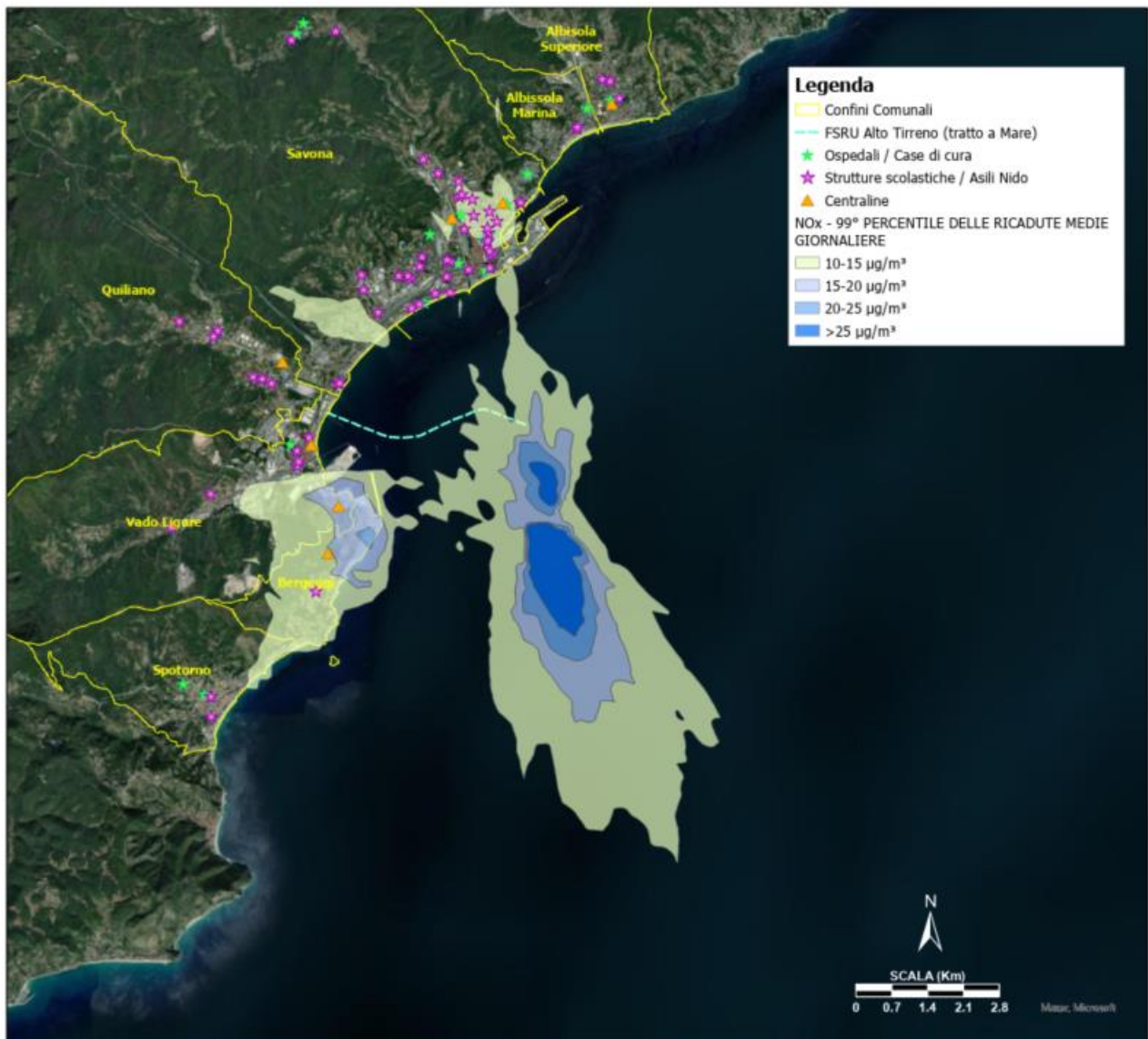


Figura 5-2: Scenario Massimo - 99° percentile delle concentrazioni medie giornaliere di NO_x (Valore Guida OMS 2021 per NO₂: 25 µg/m³)

I valori ottenuti in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline di qualità dell'aria sono riassunti nella tabella seguente. Come anticipato, si osserva che i valori orari stimati presso ricettori discreti e centraline, ottenuti con le suddette ipotesi ampiamente

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 45 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

conservative, risultano sempre inferiori al limite di legge. Analogamente, le ricadute giornaliere risultano inferiori al valore indicato dall'OMS.

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 di qualità dell'aria (Valore Limite per NO₂: 200 µg/m³ come media oraria da non superare più di 18 volte all'anno – Valore Guida OMS 2021 per NO₂: 25 µg/m³ come 99° percentile delle medie giornaliere)

ID	NOME	TIPO	NOX - 99,8° PERC. DELLE RICADUTE MEDIE ORARIE (µg/m ³)	NOX - 99° PERC. DELLE RICADUTE MEDIE GIORN. (µg/m ³)
S1	Asilo nido comunale + Scuola Infanzia Renata Cuneo	Strutture Scolastiche	47,6	8,7
S2	Asilo Nido Aquilone + Scuola Rodari	Strutture Scolastiche	42,3	6,8
S3	Istituto Comprensivo Savona I	Strutture Scolastiche	60,1	11,2
S4	Nido d'Infanzia Il Paguro	Strutture Scolastiche	41,0	6,9
S5	Asilo Nido Il Quadrifoglio	Strutture Scolastiche	49,5	8,6
S6	Asilo Nido Scuola dell'Infanzia Mongrifiene	Strutture Scolastiche	47,6	8,9
S7	Asilo Nido Piramidi	Strutture Scolastiche	46,5	9,0
S8	Asilo Nido Bollicine + Scuola dell'Infanzia SAVONA IV	Strutture Scolastiche	48,7	8,7
S9	Istituto Comprensivo Savona IV	Strutture Scolastiche	44,8	8,2
S10	Asilo Infantile Carlevarini	Strutture Scolastiche	21,2	5,0
S11	Scuola Dell'Infanzia Ferro Franceri	Strutture Scolastiche	66,2	12,7
S12	Scuola Materna Nostra Signora della Neve	Strutture Scolastiche	39,1	8,1
S13	Scuola Primaria Paritaria N. S. della Neve	Strutture Scolastiche	56,7	10,8
S14	Liceo Statale Chiabrera Martini	Strutture Scolastiche	50,0	9,8
S15	Liceo Artistico Arturo Martini+ ISS Mazzini Da Vinci	Strutture Scolastiche	58,1	11,6
S16	Scuola Materna Purificazione di Maria Santissima	Strutture Scolastiche	54,0	10,8
S17	Scuola Materna Parrocchiale Don Curioni	Strutture Scolastiche	49,6	8,9
S18	Scuola Materna Regina Margherita Nostra Signora Della Neve	Strutture Scolastiche	53,0	9,1

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 46 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

ID	NOME	TIPO	NOX - 99.8° PERC. DELLE RICADUTE MEDIE ORARIE (µg/m3)	NOX - 99° PERC. DELLE RICADUTE MEDIE GIORN. (µg/m3)
S19	Scuola materna Regina Margerita Via Serao	Strutture Scolastiche	44,5	9,3
S20	Scuola materna Carlotta Garroni	Strutture Scolastiche	41,4	8,4
S21	Scuola Materna Carando	Strutture Scolastiche	45,2	8,8
S22	Scuola infanzia primaria secondaria 1 grado Ennio Carando	Strutture Scolastiche	45,1	8,7
S23	Istituto Comprensivo Savona III	Strutture Scolastiche	43,8	9,1
S24	Scuola primaria Astengo	Strutture Scolastiche	44,9	8,8
S25	Istituto Comprensivo Savona 2 Scuola Mameli	Strutture Scolastiche	59,9	11,8
S26	Istituto Comprensivo Savona 2	Strutture Scolastiche	56,4	10,0
S27	Campus Savona	Strutture Scolastiche	46,1	9,4
S28	Scuola Materna G.B. Vadone	Strutture Scolastiche	28,6	5,6
S29	SCUOLA MEDIA PERTINI LAVAGNOLA + Noberasco	Strutture Scolastiche	38,7	6,4
S30	Scuola Primaria Francesco Mignone	Strutture Scolastiche	42,3	8,1
S31	Scuola secondaria M.G. Rossello	Strutture Scolastiche	63,8	13,0
S32	Scuola Primaria XXV Aprile	Strutture Scolastiche	42,5	7,9
S33	Scuola Primaria la Rusca	Strutture Scolastiche	56,3	10,1
S34	Istituto di Istruzione Superiore Boselli-Alberti	Strutture Scolastiche	53,0	9,6
S35	Scuola Elementare Santuario	Strutture Scolastiche	17,0	4,4
S36	Scuola Materna QUILIANO	Strutture Scolastiche	18,5	3,3
S37	Scuola Primaria QUILIANO	Strutture Scolastiche	27,4	5,3
S38	Scuola Primaria QUILIANO/VALLEGGIA	Strutture Scolastiche	39,4	8,3
S39	Istituto di Istruzione Secondaria Superiore Ferraris-Pancaldo	Strutture Scolastiche	49,8	9,3
S40	Liceo Sociale Statale Giuliano della Rovere	Strutture Scolastiche	62,2	11,6
S41	Liceo Orazio Grassi	Strutture Scolastiche	60,0	11,4
S42	Asilo Infantile di Albissola Marina	Strutture Scolastiche	32,9	6,2
S43	Scuola Primaria VADO LIGURE CAPOLUOGO	Strutture Scolastiche	49,4	7,1
S44	Scuola dell'Infanzia VADO LIGURE	Strutture Scolastiche	86,4	13,4

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 47 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

ID	NOME	TIPO	NOX - 99.8° PERC. DELLE RICADUTE MEDIE ORARIE (µg/m3)	NOX - 99° PERC. DELLE RICADUTE MEDIE GIORN. (µg/m3)
S45	Scuola Primaria VADO L./S. ERMETE DON L. MILANI	Strutture Scolastiche	45,3	6,9
S46	Scuola Primaria VADO LIGURE-VALLE	Strutture Scolastiche	50,2	7,2
S47	Scuola materna Don C. Queirolo	Strutture Scolastiche	47,0	7,3
S48	Istituto Comprensivo Albisola	Strutture Scolastiche	28,2	4,4
S49	Scuola Media Statale A. Peterlin	Strutture Scolastiche	45,0	8,1
S50	Scuola Media Statale Martiri della Libertá	Strutture Scolastiche	40,1	8,0
S51	ASILO INFANTILE DEL CENTRO	Strutture Scolastiche	26,8	4,3
O1	Ospedale San Paolo	Ospedali / Case di Cura	42,6	7,6
O2	Residenza Protetta Casa Marino Bagnasco	Ospedali / Case di Cura	62,8	12,2
O3	RSA/RP La Gioiosa	Ospedali / Case di Cura	42,9	8,3
O4	Casa di Riposo Don Francesco Piccone	Ospedali / Case di Cura	46,0	9,6
O5	Sereni Orizzonti	Ospedali / Case di Cura	45,9	9,1
O6	Comunitá Alloggio Ercole	Ospedali / Case di Cura	62,8	10,0
O7	Casa di Riposo Villa Elios	Ospedali / Case di Cura	25,3	4,5
O8	Istituto Figlie Di N.S. Della Misericordia	Ospedali / Case di Cura	55,5	11,0
O9	Casa Scapoli S.R.L.	Ospedali / Case di Cura	58,0	8,2
O10	Residenza Protetta Santuario	Ospedali / Case di Cura	17,1	4,0
O11	Residenza Protetta Suore Minime	Ospedali / Case di Cura	48,9	11,2
O12	Villa Ridente Srl	Ospedali / Case di Cura	27,8	4,9
O13	Residenza Sanitaria Assistenziale Noceti	Ospedali / Case di Cura	16,4	4,2
S52	I.C. DELLE ALBISOLE	Strutture Scolastiche	27,6	4,8

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 48 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

ID	NOME	TIPO	NOX - 99.8° PERC. DELLE RICADUTE MEDIE ORARIE (µg/m3)	NOX - 99° PERC. DELLE RICADUTE MEDIE GIORN. (µg/m3)
S53	Scuola primaria Angelo Barile	Strutture Scolastiche	32,4	6,1
S54	Scuola dell'infanzia Magia e Fantasia	Strutture Scolastiche	50,2	7,8
O14	Centro Vada Sabatia	Ospedali / Case di Cura	53,8	7,1
S55	Ente Scuola Edile - Centro per l'impiego	Strutture Scolastiche	38,8	8,2
S56	Scuola dell'Infanzia Giribone	Strutture Scolastiche	43,6	8,6
S57	Asilo Infantile Regina Margherita	Strutture Scolastiche	58,9	11,4
S58	Scuola Primaria SPOTORNO	Strutture Scolastiche	42,5	7,2
S59	Scuola Media I GR. "GIOVANNI XXIII" SPOTORNO	Strutture Scolastiche	41,5	8,2
O15	Sereni Orizzonti	Ospedali / Case di Cura	39,3	7,1
O16	RP La Quietè	Ospedali / Case di Cura	36,4	5,5
S60	Scuola Media I GR. "GIOVANNI XXIII" SPOTORNO	Strutture Scolastiche	41,5	8,2
C1	Albisola S. SV - VIII Maggio	Centralina Qualità Aria	25,8	4,6
C2	Savona - Varaldo	Centralina Qualità Aria	47,5	10,8
C3	Savona - Ricci	Centralina Qualità Aria	50,9	8,4
C4	Savona - Monte San Giorgio	Centralina Qualità Aria	8,5	1,9
C5	Quiliano SV - Pilalunga	Centralina Qualità Aria	44,5	8,3
C6	Vado L. SV - Aurelia	Centralina Qualità Aria	49,5	8,1
C7	Vado L. SV - De Litta	Centralina Qualità Aria	98,6	16,5
C8	Bergeggi SV - Capo Vado	Centralina Qualità Aria	77,6	14,0

5.1.2. Limite Annuale (Scenario Medio Annuo)

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

Come si può osservare in Figura 5-3, è evidente che i valori stimati nello scenario medio annuo sono sempre abbondantemente inferiori ai limiti applicabili, con le massime ricadute che si ottengono in mare in prossimità delle sorgenti emissive.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 49 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

Le ricadute sulla terraferma sono molto basse, risultando pari a $0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (1,5% del valore limite) nel punto di massima ricaduta al suolo e valori in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline che risultano ancora più contenuti.

Si evidenzia come i suddetti valori siano ampiamente inferiori anche al più restrittivo valore di $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ suggerito 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 all'esercizio del progetto saranno decisamente molto inferiori e contenute.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 50 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)



Figura 5-3: Scenario Medio Annuo - Concentrazioni medie annuali di NO_x (Valore Limite per NO₂: 40 µg/m³ - Valore Guida OMS 2021 per NO₂: 10 µg/m³)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 51 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

Tabella 5.2: Scenario Medio Annuo - Ricadute medie annue di NO_x in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline (Valore Limite per NO₂: 40 µg/m³)

ID	NOME	TIPO	NOX - RICADUTE MEDIE ANNUE (µg/m ³)
S1	Asilo nido comunale + Scuola Infanzia Renata Cuneo	Strutture Scolastiche	0,14
S2	Asilo Nido Aquilone + Scuola Rodari	Strutture Scolastiche	0,27
S3	Istituto Comprensivo Savona I	Strutture Scolastiche	0,23
S4	Nido d'Infanzia Il Paguro	Strutture Scolastiche	0,11
S5	Asilo Nido Il Quadrifoglio	Strutture Scolastiche	0,14
S6	Asilo Nido Scuola dell'Infanzia Mongrifone	Strutture Scolastiche	0,13
S7	Asilo Nido Piramidi	Strutture Scolastiche	0,12
S8	Asilo Nido Bollicine + Scuola dell'Infanzia SAVONA IV	Strutture Scolastiche	0,13
S9	Istituto Comprensivo Savona IV	Strutture Scolastiche	0,13
S10	Asilo Infantile Carlevarini	Strutture Scolastiche	0,33
S11	Scuola Dell'Infanzia Ferro Franceri	Strutture Scolastiche	0,13
S12	Scuola Materna Nostra Signora della Neve	Strutture Scolastiche	0,11
S13	Scuola Primaria Paritaria N. S. della Neve	Strutture Scolastiche	0,12
S14	Liceo Statale Chiabrera Martini	Strutture Scolastiche	0,11
S15	Liceo Artistico Arturo Martini+ ISS Mazzini Da Vinci	Strutture Scolastiche	0,12
S16	Scuola Materna Purificazione di Maria Santissima	Strutture Scolastiche	0,14
S17	Scuola Materna Parrocchiale Don Curioni	Strutture Scolastiche	0,13
S18	Scuola Materna Regina Margherita Nostra Signora Della Neve	Strutture Scolastiche	0,11
S19	Scuola materna Regina Margerita Via Serao	Strutture Scolastiche	0,12
S20	Scuola materna Carlotta Garroni	Strutture Scolastiche	0,23
S21	Scuola Materna Carando	Strutture Scolastiche	0,13

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 52 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

ID	NOME	TIPO	NOX - RICADUTE MEDIE ANNUE (µg/m3)
S22	Scuola infanzia primaria secondaria 1 grado Ennio Carando	Strutture Scolastiche	0,13
S23	Istituto Comprensivo Savona III	Strutture Scolastiche	0,12
S24	Scuola primaria Astengo	Strutture Scolastiche	0,12
S25	Istituto Comprensivo Savona 2 Scuola Mameli	Strutture Scolastiche	0,14
S26	Istituto Comprensivo Savona 2	Strutture Scolastiche	0,11
S27	Campus Savona	Strutture Scolastiche	0,14
S28	Scuola Materna G.B. Vadone	Strutture Scolastiche	0,23
S29	SCUOLA MEDIA PERTINI LAVAGNOLA + Noberasco	Strutture Scolastiche	0,27
S30	Scuola Primaria Francesco Mignone	Strutture Scolastiche	0,13
S31	Scuola secondaria M.G. Rossello	Strutture Scolastiche	0,13
S32	Scuola Primaria XXV Aprile	Strutture Scolastiche	0,11
S33	Scuola Primaria la Rusca	Strutture Scolastiche	0,23
S34	Istituto di Istruzione Superiore Boselli-Alberti	Strutture Scolastiche	0,16
S35	Scuola Elementare Santuario	Strutture Scolastiche	0,31
S36	Scuola Materna QUILIANO	Strutture Scolastiche	0,19
S37	Scuola Primaria QUILIANO	Strutture Scolastiche	0,23
S38	Scuola Primaria QUILIANO/VALLEGGIA	Strutture Scolastiche	0,24
S39	Istituto di Istruzione Secondaria Superiore Ferraris-Pancaldo	Strutture Scolastiche	0,14
S40	Liceo Sociale Statale Giuliano della Rovere	Strutture Scolastiche	0,18
S41	Liceo Orazio Grassi	Strutture Scolastiche	0,19
S42	Asilo Infantile di Albissola Marina	Strutture Scolastiche	0,10
S43	Scuola Primaria VADO LIGURE CAPOLUOGO	Strutture Scolastiche	0,17
S44	Scuola dell'Infanzia VADO LIGURE	Strutture Scolastiche	0,20
S45	Scuola Primaria VADO L./S. ERMETE DON L. MILANI	Strutture Scolastiche	0,34
S46	Scuola Primaria VADO LIGURE-VALLE	Strutture Scolastiche	0,24

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 53 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

ID	NOME	TIPO	NOX - RICADUTE MEDIE ANNUE (µg/m3)
S47	Scuola materna Don C. Queirolo	Strutture Scolastiche	0,17
S48	Istituto Comprensivo Albisola	Strutture Scolastiche	0,09
S49	Scuola Media Statale A. Peterlin	Strutture Scolastiche	0,15
S50	Scuola Media Statale Martiri della Libertà	Strutture Scolastiche	0,23
S51	ASILO INFANTILE DEL CENTRO	Strutture Scolastiche	0,08
O1	Ospedale San Paolo	Ospedali / Case di Cura	0,12
O2	Residenza Protetta Casa Marino Bagnasco	Ospedali / Case di Cura	0,12
O3	RSA/RP La Gioiosa	Ospedali / Case di Cura	0,11
O4	Casa di Riposo Don Francesco Piccone	Ospedali / Case di Cura	0,12
O5	Sereni Orizzonti	Ospedali / Case di Cura	0,17
O6	Comunità Alloggio Ercole	Ospedali / Case di Cura	0,12
O7	Casa di Riposo Villa Elios	Ospedali / Case di Cura	0,08
O8	Istituto Figlie Di N.S. Della Misericordia	Ospedali / Case di Cura	0,22
O9	Casa Scapoli S.R.L.	Ospedali / Case di Cura	0,11
O10	Residenza Protetta Santuario	Ospedali / Case di Cura	0,31
O11	Residenza Protetta Suore Minime	Ospedali / Case di Cura	0,13
O12	Villa Ridente Srl	Ospedali / Case di Cura	0,09
O13	Residenza Sanitaria Assistenziale Noceti	Ospedali / Case di Cura	0,32
S52	I.C. DELLE ALBISOLE	Strutture Scolastiche	0,09
S53	Scuola primaria Angelo Barile	Strutture Scolastiche	0,10
S54	Scuola dell'infanzia Magia e Fantasia	Strutture Scolastiche	0,18

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 54 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

ID	NOME	TIPO	NOX - RICADUTE MEDIE ANNUE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
O14	Centro Vada Sabatia	Ospedali / Case di Cura	0,20
S55	Ente Scuola Edile - Centro per l'impiego	Strutture Scolastiche	0,13
S56	Scuola dell'Infanzia Giribone	Strutture Scolastiche	0,11
S57	Asilo Infantile Regina Margherita	Strutture Scolastiche	0,22
S58	Scuola Primaria SPOTORNO	Strutture Scolastiche	0,10
S59	Scuola Media I GR. "GIOVANNI XXIII" SPOTORNO	Strutture Scolastiche	0,11
O15	Sereni Orizzonti	Ospedali / Case di Cura	0,11
O16	RP La Quiete	Ospedali / Case di Cura	0,11
S60	Scuola Media I GR. "GIOVANNI XXIII" SPOTORNO	Strutture Scolastiche	0,11
C1	Albisola S. SV - VIII Maggio	Centralina Qualità Aria	0,08
C2	Savona - Varaldo	Centralina Qualità Aria	0,13
C3	Savona - Ricci	Centralina Qualità Aria	0,24
C4	Savona - Monte San Giorgio	Centralina Qualità Aria	0,19
C5	Quiliano SV - Pilalunga	Centralina Qualità Aria	0,22
C6	Vado L. SV - Aurelia	Centralina Qualità Aria	0,16
C7	Vado L. SV - De Litta	Centralina Qualità Aria	0,22
C8	Bergeggi SV - Capo Vado	Centralina Qualità Aria	0,21

Nella successiva figura si richiama nuovamente la mappa delle ricadute medie annue di NO_x, mostrando questa volta l'ubicazione delle aree Rete Natura 2000, per la cui caratterizzazione si rimanda allo Studio di Incidenza (REL-AMB-E-00008).

Le ricadute medie annue di NO_x stimate dal modello sono sempre abbondantemente inferiori al livello critico per la protezione della vegetazione di 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, in particolare in corrispondenza delle aree Rete Natura 2000 ubicate in prossimità della costa, essendo interessate da valori sempre inferiori a 0,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 55 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

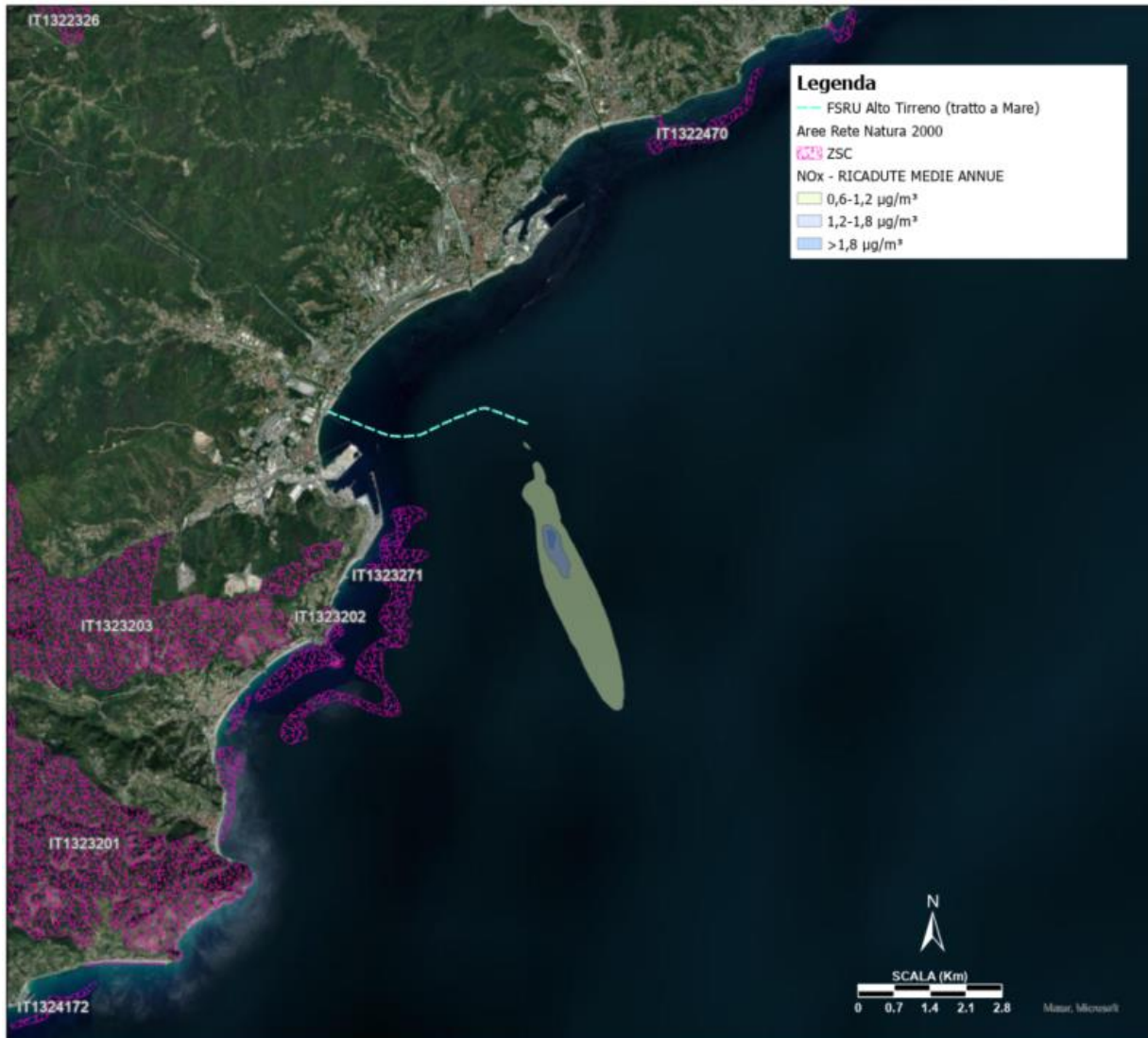


Figura 5-4: Scenario Medio Annuo - Concentrazioni medie annuali di NO_x (Livello critico per la protezione della vegetazione: 30 µg/m³)

5.2. Polveri (PM10)

5.2.1. Limite Giornaliero (Scenario Massimo)

Per quanto concerne le polveri PM10, il limite di legge giornaliero 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.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 56 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

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 sulla terraferma pari a circa $0,31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (circa 160 volte inferiore al valore limite), con valori ai ricettori discreti ulteriormente inferiori e in tal senso praticamente trascurabili.



Figura 5-5: Scenario Massimo - 90,4 percentile delle concentrazioni medie giornaliere di PM10 (Valore Limite: $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 35 volte in un anno)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 57 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

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 guida pari a $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ suggerito dalle Linee Guida OMS del 2021.

Come mostra anche la mappa di ricaduta nella successiva figura, le concentrazioni al suolo stimate dal modello sono pari a $0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nel punto di massima ricaduta, risultando pertanto anche in questo punto inferiori di quasi 60 volte rispetto al suddetto valore guida OMS.

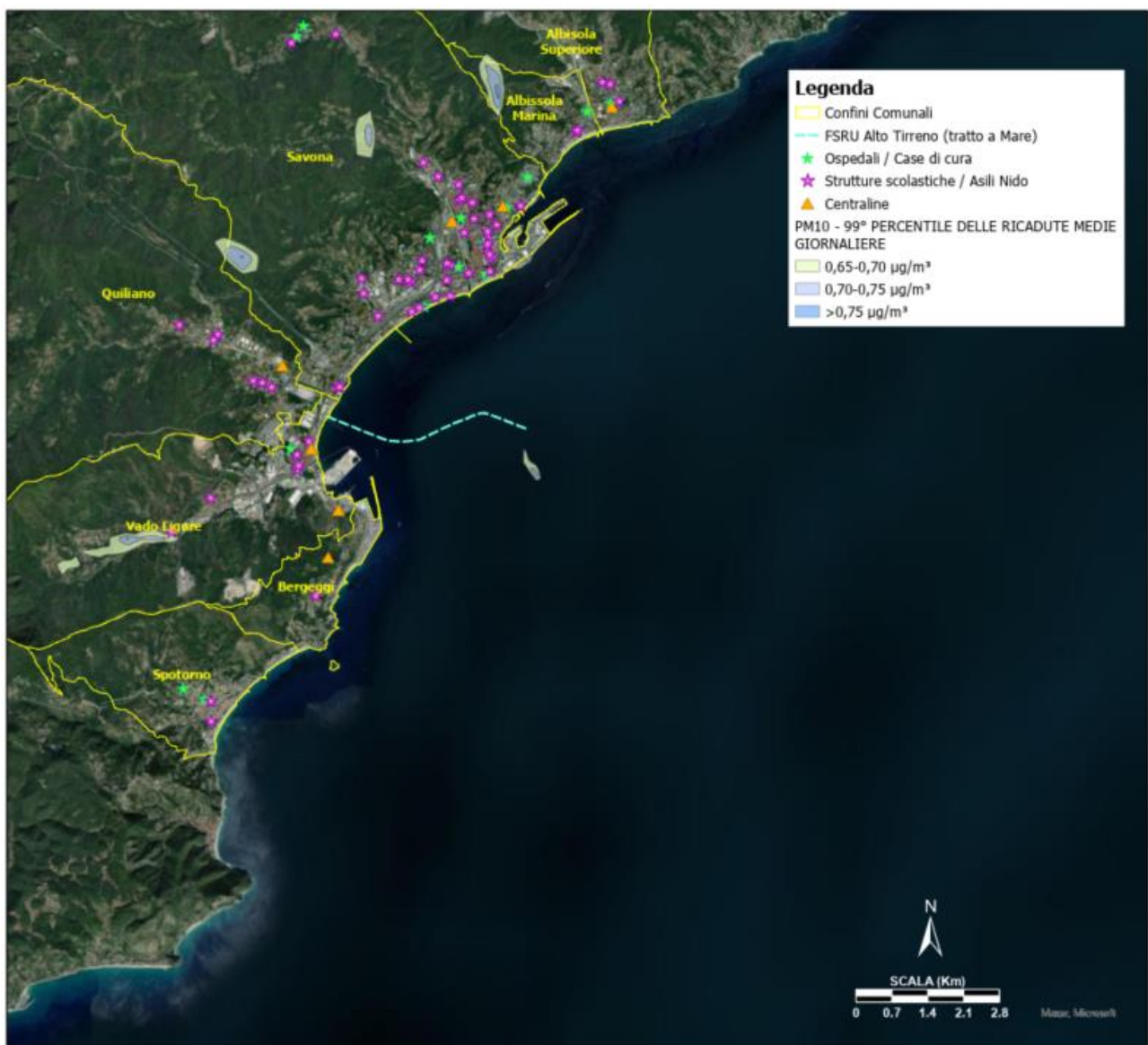


Figura 5-6: Scenario Massimo – 99° percentile delle concentrazioni medie giornaliere di PM10 (Valore Guida OMS 2021: $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 58 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

Tabella 5.3: Scenario Massimo – 90,4° e 99° percentile delle ricadute medie giornaliere di PM10 in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline di qualità dell'aria (Valore Limite: 50 µg/m³ da non superare più di 35 volte all'anno – Valore Guida OMS 2021: 45 µg/m³ come 99° percentile)

ID	NOME	TIPO	PM 10 - 90,4° PERC. DELLE RICADUTE MEDIE GIORNALIERE (µg/m ³)	PM 10 - 99° PERC. DELLE RICADUTE MEDIE GIORNALIERE (µg/m ³)
S1	Asilo nido comunale + Scuola Infanzia Renata Cuneo	Strutture Scolastiche	0,02	0,11
S2	Asilo Nido Aquilone + Scuola Rodari	Strutture Scolastiche	0,11	0,36
S3	Istituto Comprensivo Savona I	Strutture Scolastiche	0,08	0,31
S4	Nido d'Infanzia Il Paguro	Strutture Scolastiche	0,02	0,09
S5	Asilo Nido Il Quadrifoglio	Strutture Scolastiche	0,02	0,12
S6	Asilo Nido Scuola dell'Infanzia Mongrifone	Strutture Scolastiche	0,02	0,10
S7	Asilo Nido Piramidi	Strutture Scolastiche	0,02	0,15
S8	Asilo Nido Bollicine + Scuola dell'Infanzia SAVONA IV	Strutture Scolastiche	0,03	0,16
S9	Istituto Comprensivo Savona IV	Strutture Scolastiche	0,02	0,13
S10	Asilo Infantile Carlevarini	Strutture Scolastiche	0,16	0,36
S11	Scuola Dell'Infanzia Ferro Franceri	Strutture Scolastiche	0,03	0,17
S12	Scuola Materna Nostra Signora della Neve	Strutture Scolastiche	0,02	0,11
S13	Scuola Primaria Paritaria N. S. della Neve	Strutture Scolastiche	0,02	0,15
S14	Liceo Statale Chiabrera Martini	Strutture Scolastiche	0,02	0,17
S15	Liceo Artistico Arturo Martini+ ISS Mazzini Da Vinci	Strutture Scolastiche	0,02	0,16
S16	Scuola Materna Purificazione di Maria Santissima	Strutture Scolastiche	0,03	0,16
S17	Scuola Materna Parrocchiale Don Curioni	Strutture Scolastiche	0,03	0,17
S18	Scuola Materna Regina Margherita Nostra Signora Della Neve	Strutture Scolastiche	0,02	0,18
S19	Scuola materna Regina Margerita Via Serao	Strutture Scolastiche	0,02	0,12
S20	Scuola materna Carlotta Garroni	Strutture Scolastiche	0,08	0,21

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 59 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

ID	NOME	TIPO	PM 10 - 90.4° PERC. DELLE RICADUTE MEDIE GIORNALIERE (µg/m3)	PM 10 - 99° PERC. DELLE RICADUTE MEDIE GIORNALIERE (µg/m3)
S21	Scuola Materna Carando	Strutture Scolastiche	0,02	0,10
S22	Scuola infanzia primaria secondaria 1 grado Ennio Carando	Strutture Scolastiche	0,02	0,10
S23	Istituto Comprensivo Savona III	Strutture Scolastiche	0,02	0,10
S24	Scuola primaria Astengo	Strutture Scolastiche	0,02	0,12
S25	Istituto Comprensivo Savona 2 Scuola Mameli	Strutture Scolastiche	0,04	0,16
S26	Istituto Comprensivo Savona 2	Strutture Scolastiche	0,02	0,15
S27	Campus Savona	Strutture Scolastiche	0,02	0,11
S28	Scuola Materna G.B. Vadone	Strutture Scolastiche	0,10	0,24
S29	SCUOLA MEDIA PERTINI LAVAGNOLA + Noberasco	Strutture Scolastiche	0,11	0,31
S30	Scuola Primaria Francesco Mignone	Strutture Scolastiche	0,03	0,11
S31	Scuola secondaria M.G. Rossello	Strutture Scolastiche	0,03	0,19
S32	Scuola Primaria XXV Aprile	Strutture Scolastiche	0,02	0,09
S33	Scuola Primaria la Rusca	Strutture Scolastiche	0,09	0,30
S34	Istituto di Istruzione Superiore Boselli-Alberti	Strutture Scolastiche	0,04	0,23
S35	Scuola Elementare Santuario	Strutture Scolastiche	0,15	0,38
S36	Scuola Materna QUILIANO	Strutture Scolastiche	0,08	0,21
S37	Scuola Primaria QUILIANO	Strutture Scolastiche	0,10	0,22
S38	Scuola Primaria QUILIANO/VALLEGGIA	Strutture Scolastiche	0,09	0,23
S39	Istituto di Istruzione Secondaria Superiore Ferraris-Pancaldo	Strutture Scolastiche	0,03	0,11
S40	Liceo Sociale Statale Giuliano della Rovere	Strutture Scolastiche	0,06	0,26
S41	Liceo Orazio Grassi	Strutture Scolastiche	0,07	0,24
S42	Asilo Infantile di Albissola Marina	Strutture Scolastiche	0,02	0,10
S43	Scuola Primaria VADO LIGURE CAPOLUOGO	Strutture Scolastiche	0,06	0,16
S44	Scuola dell'Infanzia VADO LIGURE	Strutture Scolastiche	0,05	0,30

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 60 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

ID	NOME	TIPO	PM 10 - 90.4° PERC. DELLE RICADUTE MEDIE GIORNALIERE (µg/m3)	PM 10 - 99° PERC. DELLE RICADUTE MEDIE GIORNALIERE (µg/m3)
S45	Scuola Primaria VADO L./S. ERMETE DON L. MILANI	Strutture Scolastiche	0,16	0,62
S46	Scuola Primaria VADO LIGURE-VALLE	Strutture Scolastiche	0,11	0,29
S47	Scuola materna Don C. Queirolo	Strutture Scolastiche	0,06	0,16
S48	Istituto Comprensivo Albisola	Strutture Scolastiche	0,03	0,10
S49	Scuola Media Statale A. Peterlin	Strutture Scolastiche	0,05	0,12
S50	Scuola Media Statale Martiri della Libertá	Strutture Scolastiche	0,09	0,24
S51	ASILO INFANTILE DEL CENTRO	Strutture Scolastiche	0,02	0,08
O1	Ospedale San Paolo	Ospedali / Case di Cura	0,03	0,09
O2	Residenza Protetta Casa Marino Bagnasco	Ospedali / Case di Cura	0,03	0,18
O3	RSA/RP La Gioiosa	Ospedali / Case di Cura	0,02	0,10
O4	Casa di Riposo Don Francesco Piccone	Ospedali / Case di Cura	0,03	0,15
O5	Sereni Orizzonti	Ospedali / Case di Cura	0,05	0,19
O6	Comunitá Alloggio Ercole	Ospedali / Case di Cura	0,02	0,17
O7	Casa di Riposo Villa Elios	Ospedali / Case di Cura	0,02	0,08
O8	Istituto Figlie Di N.S. Della Misericordia	Ospedali / Case di Cura	0,08	0,39
O9	Casa Scapoli S.R.L.	Ospedali / Case di Cura	0,02	0,16
O10	Residenza Protetta Santuario	Ospedali / Case di Cura	0,15	0,39
O11	Residenza Protetta Suore Minime	Ospedali / Case di Cura	0,03	0,13
O12	Villa Ridente Srl	Ospedali / Case di Cura	0,02	0,11
O13	Residenza Sanitaria Assistenziale Noceti	Ospedali / Case di Cura	0,15	0,38

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 61 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

ID	NOME	TIPO	PM 10 - 90.4° PERC. DELLE RICADUTE MEDIE GIORNALIERE (µg/m3)	PM 10 - 99° PERC. DELLE RICADUTE MEDIE GIORNALIERE (µg/m3)
S52	I.C. DELLE ALBISOLE	Strutture Scolastiche	0,03	0,10
S53	Scuola primaria Angelo Barile	Strutture Scolastiche	0,02	0,10
S54	Scuola dell'infanzia Magia e Fantasia	Strutture Scolastiche	0,06	0,17
O14	Centro Vada Sabatia	Ospedali / Case di Cura	0,07	0,17
S55	Ente Scuola Edile - Centro per l'impiego	Strutture Scolastiche	0,02	0,12
S56	Scuola dell'infanzia Giribone	Strutture Scolastiche	0,02	0,12
S57	Asilo Infantile Regina Margherita	Strutture Scolastiche	0,08	0,30
S58	Scuola Primaria SPOTORNO	Strutture Scolastiche	0,03	0,15
S59	Scuola Media I GR. "GIOVANNI XXIII" SPOTORNO	Strutture Scolastiche	0,03	0,14
O15	Sereni Orizzonti	Ospedali / Case di Cura	0,03	0,13
O16	RP La Quietè	Ospedali / Case di Cura	0,04	0,12
S60	Scuola Media I GR. "GIOVANNI XXIII" SPOTORNO	Strutture Scolastiche	0,03	0,14
C1	Albisola S. SV - VIII Maggio	Centralina Qualità Aria	0,02	0,08
C2	Savona - Varaldo	Centralina Qualità Aria	0,03	0,16
C3	Savona - Ricci	Centralina Qualità Aria	0,08	0,41
C4	Savona - Monte San Giorgio	Centralina Qualità Aria	0,10	0,22
C5	Quiliano SV - Pilalunga	Centralina Qualità Aria	0,08	0,19
C6	Vado L. SV - Aurelia	Centralina Qualità Aria	0,05	0,15
C7	Vado L. SV - De Litta	Centralina Qualità Aria	0,07	0,27
C8	Bergeggi SV - Capo Vado	Centralina Qualità Aria	0,07	0,25

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 62 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

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 $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre le Linee Guida OMS del 2021 suggeriscono un più stringente valore guida pari a $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Anche nel punto di massima ricaduta al suolo, i risultati ottenuti dalla simulazione ($0,091 \mu\text{g}/\text{m}^3$) risultano quasi 440 volte inferiori rispetto al limite sopra indicato e più di 160 volte inferiori al più stringente valore guida OMS, pertanto da ritenersi praticamente trascurabili.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 63 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)



Figura 5-7: Scenario Medio Annuo - Concentrazioni medie annuali di PM10 (Valore Limite per PM10: 40 µg/m³ - Valore Guida OMS 2021: 15 µg/m³)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 64 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

Tabella 5.4: Scenario Medio Annuo - Ricadute medie annue di PM10 in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline di qualità dell'aria (Valore Limite: 40 µg/m3 – Valore Guida OMS 2021: 15 µg/m3)

ID	NOME	TIPO	PM10 – RICADUTE MEDIE ANNUE (µg/m3)
S1	Asilo nido comunale + Scuola Infanzia Renata Cuneo	Strutture Scolastiche	0,004
S2	Asilo Nido Aquilone + Scuola Rodari	Strutture Scolastiche	0,035
S3	Istituto Comprensivo Savona I	Strutture Scolastiche	0,025
S4	Nido d'Infanzia Il Paguro	Strutture Scolastiche	0,004
S5	Asilo Nido Il Quadrifoglio	Strutture Scolastiche	0,004
S6	Asilo Nido Scuola dell'Infanzia Mongrifone	Strutture Scolastiche	0,005
S7	Asilo Nido Piramidi	Strutture Scolastiche	0,004
S8	Asilo Nido Bollicine + Scuola dell'Infanzia SAVONA IV	Strutture Scolastiche	0,005
S9	Istituto Comprensivo Savona IV	Strutture Scolastiche	0,004
S10	Asilo Infantile Carlevarini	Strutture Scolastiche	0,051
S11	Scuola Dell'Infanzia Ferro Franceri	Strutture Scolastiche	0,004
S12	Scuola Materna Nostra Signora della Neve	Strutture Scolastiche	0,004
S13	Scuola Primaria Paritaria N. S. della Neve	Strutture Scolastiche	0,004
S14	Liceo Statale Chiabrera Martini	Strutture Scolastiche	0,004
S15	Liceo Artistico Arturo Martini+ ISS Mazzini Da Vinci	Strutture Scolastiche	0,004
S16	Scuola Materna Purificazione di Maria Santissima	Strutture Scolastiche	0,005
S17	Scuola Materna Parrocchiale Don Curioni	Strutture Scolastiche	0,005
S18	Scuola Materna Regina Margherita Nostra Signora Della Neve	Strutture Scolastiche	0,004
S19	Scuola materna Regina Margerita Via Serao	Strutture Scolastiche	0,004
S20	Scuola materna Carlotta Garroni	Strutture Scolastiche	0,027
S21	Scuola Materna Carando	Strutture Scolastiche	0,004

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 65 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

ID	NOME	TIPO	PM10 – RICADUTE MEDIE ANNUE (µg/m3)
S22	Scuola infanzia primaria secondaria 1 grado Ennio Carando	Strutture Scolastiche	0,004
S23	Istituto Comprensivo Savona III	Strutture Scolastiche	0,004
S24	Scuola primaria Astengo	Strutture Scolastiche	0,004
S25	Istituto Comprensivo Savona 2 Scuola Mameli	Strutture Scolastiche	0,007
S26	Istituto Comprensivo Savona 2	Strutture Scolastiche	0,004
S27	Campus Savona	Strutture Scolastiche	0,005
S28	Scuola Materna G.B. Vadone	Strutture Scolastiche	0,031
S29	SCUOLA MEDIA PERTINI LAVAGNOLA + Noberasco	Strutture Scolastiche	0,035
S30	Scuola Primaria Francesco Mignone	Strutture Scolastiche	0,004
S31	Scuola secondaria M.G. Rossello	Strutture Scolastiche	0,005
S32	Scuola Primaria XXV Aprile	Strutture Scolastiche	0,004
S33	Scuola Primaria la Rusca	Strutture Scolastiche	0,027
S34	Istituto di Istruzione Superiore Boselli-Alberti	Strutture Scolastiche	0,010
S35	Scuola Elementare Santuario	Strutture Scolastiche	0,049
S36	Scuola Materna QUILIANO	Strutture Scolastiche	0,027
S37	Scuola Primaria QUILIANO	Strutture Scolastiche	0,031
S38	Scuola Primaria QUILIANO/VALLEGGIA	Strutture Scolastiche	0,028
S39	Istituto di Istruzione Secondaria Superiore Ferraris-Pancaldo	Strutture Scolastiche	0,005
S40	Liceo Sociale Statale Giuliano della Rovere	Strutture Scolastiche	0,013
S41	Liceo Orazio Grassi	Strutture Scolastiche	0,017
S42	Asilo Infantile di Albissola Marina	Strutture Scolastiche	0,005
S43	Scuola Primaria VADO LIGURE CAPOLUOGO	Strutture Scolastiche	0,014
S44	Scuola dell'Infanzia VADO LIGURE	Strutture Scolastiche	0,008
S45	Scuola Primaria VADO L./S. ERMETE DON L. MILANI	Strutture Scolastiche	0,048
S46	Scuola Primaria VADO LIGURE- VALLE	Strutture Scolastiche	0,029

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 66 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

ID	NOME	TIPO	PM10 – RICADUTE MEDIE ANNUE (µg/m3)
S47	Scuola materna Don C. Queirola	Strutture Scolastiche	0,013
S48	Istituto Comprensivo Albisola	Strutture Scolastiche	0,007
S49	Scuola Media Statale A. Peterlin	Strutture Scolastiche	0,010
S50	Scuola Media Statale Martiri della Libertá	Strutture Scolastiche	0,029
S51	ASILO INFANTILE DEL CENTRO	Strutture Scolastiche	0,005
O1	Ospedale San Paolo	Ospedali / Case di Cura	0,005
O2	Residenza Protetta Casa Marino Bagnasco	Ospedali / Case di Cura	0,004
O3	RSA/RP La Gioiosa	Ospedali / Case di Cura	0,004
O4	Casa di Riposo Don Francesco Piccone	Ospedali / Case di Cura	0,004
O5	Sereni Orizzonti	Ospedali / Case di Cura	0,013
O6	Comunitá Alloggio Ercole	Ospedali / Case di Cura	0,004
O7	Casa di Riposo Villa Elios	Ospedali / Case di Cura	0,005
O8	Istituto Figlie Di N.S. Della Misericordia	Ospedali / Case di Cura	0,021
O9	Casa Scapoli S.R.L.	Ospedali / Case di Cura	0,004
O10	Residenza Protetta Santuario	Ospedali / Case di Cura	0,049
O11	Residenza Protetta Suore Minime	Ospedali / Case di Cura	0,005
O12	Villa Ridente Srl	Ospedali / Case di Cura	0,005
O13	Residenza Sanitaria Assistenziale Noceti	Ospedali / Case di Cura	0,051
S52	I.C. DELLE ALBISOLE	Strutture Scolastiche	0,007
S53	Scuola primaria Angelo Barile	Strutture Scolastiche	0,005
S54	Scuola dell'infanzia Magia e Fantasia	Strutture Scolastiche	0,015

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 67 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

ID	NOME	TIPO	PM10 – RICADUTE MEDIE ANNUE (µg/m3)
O14	Centro Vada Sabatia	Ospedali / Case di Cura	0,018
S55	Ente Scuola Edile - Centro per l'impiego	Strutture Scolastiche	0,005
S56	Scuola dell'Infanzia Giribone	Strutture Scolastiche	0,004
S57	Asilo Infantile Regina Margherita	Strutture Scolastiche	0,024
S58	Scuola Primaria SPOTORNO	Strutture Scolastiche	0,005
S59	Scuola Media I GR. "GIOVANNI XXIII" SPOTORNO	Strutture Scolastiche	0,005
O15	Sereni Orizzonti	Ospedali / Case di Cura	0,005
O16	RP La Quiete	Ospedali / Case di Cura	0,007
S60	Scuola Media I GR. "GIOVANNI XXIII" SPOTORNO	Strutture Scolastiche	0,005
C1	Albisola S. SV - VIII Maggio	Centralina Qualità Aria	0,005
C2	Savona - Varaldo	Centralina Qualità Aria	0,005
C3	Savona - Ricci	Centralina Qualità Aria	0,024
C4	Savona - Monte San Giorgio	Centralina Qualità Aria	0,031
C5	Quiliano SV - Pilalunga	Centralina Qualità Aria	0,023
C6	Vado L. SV - Aurelia	Centralina Qualità Aria	0,009
C7	Vado L. SV - De Litta	Centralina Qualità Aria	0,006
C8	Bergeggi SV - Capo Vado	Centralina Qualità Aria	0,007

5.3. Polveri (PM2,5)

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 PM2,5, per il confronto con il valore guida pari a 15 µg/m³ suggerito dalle Linee Guida dell'OMS del 2021.

Come mostra la mappa di ricaduta di cui alla successiva figura, anche nel punto di massima ricaduta al suolo le concentrazioni stimate dal modello sono pari a circa 0,8 µg/m³, risultando pertanto anche in tale punto quasi 20 volte inferiori al valore guida.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 68 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)



Figura 5-8: Scenario Massimo – 99° percentile delle concentrazioni medie giornaliere di PM2,5 (Valore Guida OMS 2021: 15 µg/m³)

Nella tabella seguente si riportano i valori ottenuti in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline, che risultano ulteriormente inferiori.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 69 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

Tabella 5.5: Scenario Massimo - 99° percentile delle ricadute medie giornaliere di PM2,5 in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline di qualità dell'aria (Valore Guida OMS 2021: 15 µg/m³ come 99° percentile)

ID	NOME	TIPO	PM2,5 - 99° PERC. DELLE RICADUTE MEDIE GIORNALIERE (µg/m3)
S1	Asilo nido comunale + Scuola Infanzia Renata Cuneo	Strutture Scolastiche	0,09
S2	Asilo Nido Aquilone + Scuola Rodari	Strutture Scolastiche	0,36
S3	Istituto Comprensivo Savona I	Strutture Scolastiche	0,30
S4	Nido d'Infanzia Il Paguro	Strutture Scolastiche	0,08
S5	Asilo Nido Il Quadrifoglio	Strutture Scolastiche	0,10
S6	Asilo Nido Scuola dell'Infanzia Mongrifone	Strutture Scolastiche	0,09
S7	Asilo Nido Piramidi	Strutture Scolastiche	0,13
S8	Asilo Nido Bollicine + Scuola dell'Infanzia SAVONA IV	Strutture Scolastiche	0,14
S9	Istituto Comprensivo Savona IV	Strutture Scolastiche	0,11
S10	Asilo Infantile Carlevarini	Strutture Scolastiche	0,35
S11	Scuola Dell'Infanzia Ferro Franceri	Strutture Scolastiche	0,15
S12	Scuola Materna Nostra Signora della Neve	Strutture Scolastiche	0,10
S13	Scuola Primaria Paritaria N. S. della Neve	Strutture Scolastiche	0,13
S14	Liceo Statale Chiabrera Martini	Strutture Scolastiche	0,15
S15	Liceo Artistico Arturo Martini+ ISS Mazzini Da Vinci	Strutture Scolastiche	0,13
S16	Scuola Materna Purificazione di Maria Santissima	Strutture Scolastiche	0,14
S17	Scuola Materna Parrocchiale Don Curioni	Strutture Scolastiche	0,14
S18	Scuola Materna Regina Margherita Nostra Signora Della Neve	Strutture Scolastiche	0,15
S19	Scuola materna Regina Margherita Via Serao	Strutture Scolastiche	0,10
S20	Scuola materna Carlotta Garroni	Strutture Scolastiche	0,21
S21	Scuola Materna Carando	Strutture Scolastiche	0,09

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 70 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

ID	NOME	TIPO	PM2,5 - 99° PERC. DELLE RICADUTE MEDIE GIORNALIERE (µg/m3)
S22	Scuola infanzia primaria secondaria 1 grado Ennio Carando	Strutture Scolastiche	0,09
S23	Istituto Comprensivo Savona III	Strutture Scolastiche	0,09
S24	Scuola primaria Astengo	Strutture Scolastiche	0,11
S25	Istituto Comprensivo Savona 2 Scuola Mameli	Strutture Scolastiche	0,14
S26	Istituto Comprensivo Savona 2	Strutture Scolastiche	0,13
S27	Campus Savona	Strutture Scolastiche	0,10
S28	Scuola Materna G.B. Vadone	Strutture Scolastiche	0,24
S29	SCUOLA MEDIA PERTINI LAVAGNOLA + Noberasco	Strutture Scolastiche	0,31
S30	Scuola Primaria Francesco Mignone	Strutture Scolastiche	0,10
S31	Scuola secondaria M.G. Rossello	Strutture Scolastiche	0,16
S32	Scuola Primaria XXV Aprile	Strutture Scolastiche	0,08
S33	Scuola Primaria la Rusca	Strutture Scolastiche	0,28
S34	Istituto di Istruzione Superiore Boselli-Alberti	Strutture Scolastiche	0,20
S35	Scuola Elementare Santuario	Strutture Scolastiche	0,38
S36	Scuola Materna QUILIANO	Strutture Scolastiche	0,21
S37	Scuola Primaria QUILIANO	Strutture Scolastiche	0,22
S38	Scuola Primaria QUILIANO/VALLEGGIA	Strutture Scolastiche	0,23
S39	Istituto di Istruzione Secondaria Superiore Ferraris-Pancaldo	Strutture Scolastiche	0,10
S40	Liceo Sociale Statale Giuliano della Rovere	Strutture Scolastiche	0,24
S41	Liceo Orazio Grassi	Strutture Scolastiche	0,22
S42	Asilo Infantile di Albissola Marina	Strutture Scolastiche	0,09
S43	Scuola Primaria VADO LIGURE CAPOLUOGO	Strutture Scolastiche	0,16
S44	Scuola dell'Infanzia VADO LIGURE	Strutture Scolastiche	0,26
S45	Scuola Primaria VADO L./S. ERMETE DON L. MILANI	Strutture Scolastiche	0,61
S46	Scuola Primaria VADO LIGURE-VALLE	Strutture Scolastiche	0,28

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 71 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

ID	NOME	TIPO	PM2,5 - 99° PERC. DELLE RICADUTE MEDIE GIORNALIERE (µg/m3)
S47	Scuola materna Don C. Queirolo	Strutture Scolastiche	0,16
S48	Istituto Comprensivo Albisola	Strutture Scolastiche	0,10
S49	Scuola Media Statale A. Peterlin	Strutture Scolastiche	0,11
S50	Scuola Media Statale Martiri della Libertá	Strutture Scolastiche	0,24
S51	ASILO INFANTILE DEL CENTRO	Strutture Scolastiche	0,07
O1	Ospedale San Paolo	Ospedali / Case di Cura	0,09
O2	Residenza Protetta Casa Marino Bagnasco	Ospedali / Case di Cura	0,15
O3	RSA/RP La Gioiosa	Ospedali / Case di Cura	0,09
O4	Casa di Riposo Don Francesco Piccone	Ospedali / Case di Cura	0,13
O5	Sereni Orizzonti	Ospedali / Case di Cura	0,16
O6	Comunitá Alloggio Ercole	Ospedali / Case di Cura	0,14
O7	Casa di Riposo Villa Elios	Ospedali / Case di Cura	0,07
O8	Istituto Figlie Di N.S. Della Misericordia	Ospedali / Case di Cura	0,37
O9	Casa Scapoli S.R.L.	Ospedali / Case di Cura	0,13
O10	Residenza Protetta Santuario	Ospedali / Case di Cura	0,39
O11	Residenza Protetta Suore Minime	Ospedali / Case di Cura	0,11
O12	Villa Ridente Srl	Ospedali / Case di Cura	0,10
O13	Residenza Sanitaria Assistenziale Noceti	Ospedali / Case di Cura	0,38
S52	I.C. DELLE ALBISOLE	Strutture Scolastiche	0,10
S53	Scuola primaria Angelo Barile	Strutture Scolastiche	0,10
S54	Scuola dell'infanzia Magia e Fantasia	Strutture Scolastiche	0,16

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 72 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

ID	NOME	TIPO	PM2,5 - 99° PERC. DELLE RICADUTE MEDIE GIORNALIERE (µg/m ³)
O14	Centro Vada Sabatia	Ospedali / Case di Cura	0,15
S55	Ente Scuola Edile - Centro per l'impiego	Strutture Scolastiche	0,11
S56	Scuola dell'Infanzia Giribone	Strutture Scolastiche	0,11
S57	Asilo Infantile Regina Margherita	Strutture Scolastiche	0,29
S58	Scuola Primaria SPOTORNO	Strutture Scolastiche	0,13
S59	Scuola Media I GR. "GIOVANNI XXIII" SPOTORNO	Strutture Scolastiche	0,12
O15	Sereni Orizzonti	Ospedali / Case di Cura	0,12
O16	RP La Quietè	Ospedali / Case di Cura	0,11
S60	Scuola Media I GR. "GIOVANNI XXIII" SPOTORNO	Strutture Scolastiche	0,12
C1	Albisola S. SV - VIII Maggio	Centralina Qualità Aria	0,07
C2	Savona - Varaldo	Centralina Qualità Aria	0,14
C3	Savona - Ricci	Centralina Qualità Aria	0,39
C4	Savona - Monte San Giorgio	Centralina Qualità Aria	0,22
C5	Quiliano SV - Pilalunga	Centralina Qualità Aria	0,17
C6	Vado L. SV - Aurelia	Centralina Qualità Aria	0,14
C7	Vado L. SV - De Litta	Centralina Qualità Aria	0,22
C8	Bergeggi SV - Capo Vado	Centralina Qualità Aria	0,23

5.3.2. Limite Annuale (Scenario Medio Annuo)

Il limite di legge annuale fissato dal D. Lgs 155/2010 per il PM2,5 è di 25 µg/m³, mentre le Linee Guida OMS 2021 suggeriscono un più stringente valore guida pari a 5 µg/m³.

Anche nel punto di massima ricaduta, i dati previsionali ottenuti dalla simulazione (0,091 µg/m³) sono pertanto abbondantemente inferiori ai suddetti valori, risultando più di 270 volte inferiori al valore limite e quasi 55 volte inferiori al più stringente valore guida OMS.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 73 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)



Figura 5-9: Scenario Medio Annuo - Concentrazioni medie annuali di PM_{2,5} (Valore Limite per PM_{2,5}: 25 µg/m³- Valore Guida OMS 2021: 5 µg/m³)

Anche in questo caso, si richiamano per completezza i valori delle medie annue ottenute in corrispondenza di ricettori discreti e centraline, che risultano sostanzialmente trascurabili.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 74 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

Tabella 5.6: Scenario Medio Annuo - Ricadute medie annue di PM_{2,5} in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline di qualità dell'aria (Valore Limite: 25 µg/m³ – Valore Guida OMS 2021: 5 µg/m³)

ID	NOME	TIPO	PM _{2,5} – RICADUTE MEDIE ANNUE (µg/m ³)
S1	Asilo nido comunale + Scuola Infanzia Renata Cuneo	Strutture Scolastiche	0,004
S2	Asilo Nido Aquilone + Scuola Rodari	Strutture Scolastiche	0,035
S3	Istituto Comprensivo Savona I	Strutture Scolastiche	0,025
S4	Nido d'Infanzia Il Paguro	Strutture Scolastiche	0,004
S5	Asilo Nido Il Quadrifoglio	Strutture Scolastiche	0,004
S6	Asilo Nido Scuola dell'Infanzia Mongrifone	Strutture Scolastiche	0,004
S7	Asilo Nido Piramidi	Strutture Scolastiche	0,004
S8	Asilo Nido Bollicine + Scuola dell'Infanzia SAVONA IV	Strutture Scolastiche	0,005
S9	Istituto Comprensivo Savona IV	Strutture Scolastiche	0,004
S10	Asilo Infantile Carlevarini	Strutture Scolastiche	0,051
S11	Scuola Dell'Infanzia Ferro Franceri	Strutture Scolastiche	0,004
S12	Scuola Materna Nostra Signora della Neve	Strutture Scolastiche	0,004
S13	Scuola Primaria Paritaria N. S. della Neve	Strutture Scolastiche	0,004
S14	Liceo Statale Chiabrera Martini	Strutture Scolastiche	0,004
S15	Liceo Artistico Arturo Martini+ ISS Mazzini Da Vinci	Strutture Scolastiche	0,004
S16	Scuola Materna Purificazione di Maria Santissima	Strutture Scolastiche	0,004
S17	Scuola Materna Parrocchiale Don Curioni	Strutture Scolastiche	0,005
S18	Scuola Materna Regina Margherita Nostra Signora Della Neve	Strutture Scolastiche	0,004
S19	Scuola materna Regina Margerita Via Serao	Strutture Scolastiche	0,004
S20	Scuola materna Carlotta Garroni	Strutture Scolastiche	0,027
S21	Scuola Materna Carando	Strutture Scolastiche	0,004

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 75 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

ID	NOME	TIPO	PM2,5 – RICADUTE MEDIE ANNUE (µg/m3)
S22	Scuola infanzia primaria secondaria 1 grado Ennio Carando	Strutture Scolastiche	0,004
S23	Istituto Comprensivo Savona III	Strutture Scolastiche	0,004
S24	Scuola primaria Astengo	Strutture Scolastiche	0,004
S25	Istituto Comprensivo Savona 2 Scuola Mameli	Strutture Scolastiche	0,006
S26	Istituto Comprensivo Savona 2	Strutture Scolastiche	0,004
S27	Campus Savona	Strutture Scolastiche	0,005
S28	Scuola Materna G.B. Vadone	Strutture Scolastiche	0,031
S29	SCUOLA MEDIA PERTINI LAVAGNOLA + Noberasco	Strutture Scolastiche	0,035
S30	Scuola Primaria Francesco Mignone	Strutture Scolastiche	0,004
S31	Scuola secondaria M.G. Rossello	Strutture Scolastiche	0,004
S32	Scuola Primaria XXV Aprile	Strutture Scolastiche	0,004
S33	Scuola Primaria la Rusca	Strutture Scolastiche	0,027
S34	Istituto di Istruzione Superiore Boselli-Alberti	Strutture Scolastiche	0,010
S35	Scuola Elementare Santuario	Strutture Scolastiche	0,049
S36	Scuola Materna QUILIANO	Strutture Scolastiche	0,027
S37	Scuola Primaria QUILIANO	Strutture Scolastiche	0,031
S38	Scuola Primaria QUILIANO/VALLEGGIA	Strutture Scolastiche	0,028
S39	Istituto di Istruzione Secondaria Superiore Ferraris-Pancaldo	Strutture Scolastiche	0,005
S40	Liceo Sociale Statale Giuliano della Rovere	Strutture Scolastiche	0,013
S41	Liceo Orazio Grassi	Strutture Scolastiche	0,017
S42	Asilo Infantile di Albissola Marina	Strutture Scolastiche	0,005
S43	Scuola Primaria VADO LIGURE CAPOLUOGO	Strutture Scolastiche	0,014
S44	Scuola dell'Infanzia VADO LIGURE	Strutture Scolastiche	0,008
S45	Scuola Primaria VADO L./S. ERMETE DON L. MILANI	Strutture Scolastiche	0,048
S46	Scuola Primaria VADO LIGURE- VALLE	Strutture Scolastiche	0,029

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 76 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

ID	NOME	TIPO	PM2,5 – RICADUTE MEDIE ANNUE (µg/m3)
S47	Scuola materna Don C. Queirolo	Strutture Scolastiche	0,013
S48	Istituto Comprensivo Albisola	Strutture Scolastiche	0,007
S49	Scuola Media Statale A. Peterlin	Strutture Scolastiche	0,010
S50	Scuola Media Statale Martiri della Libertà	Strutture Scolastiche	0,028
S51	ASILO INFANTILE DEL CENTRO	Strutture Scolastiche	0,005
O1	Ospedale San Paolo	Ospedali / Case di Cura	0,005
O2	Residenza Protetta Casa Marino Bagnasco	Ospedali / Case di Cura	0,004
O3	RSA/RP La Gioiosa	Ospedali / Case di Cura	0,004
O4	Casa di Riposo Don Francesco Piccone	Ospedali / Case di Cura	0,004
O5	Sereni Orizzonti	Ospedali / Case di Cura	0,013
O6	Comunità Alloggio Ercole	Ospedali / Case di Cura	0,004
O7	Casa di Riposo Villa Elios	Ospedali / Case di Cura	0,005
O8	Istituto Figlie Di N.S. Della Misericordia	Ospedali / Case di Cura	0,021
O9	Casa Scapoli S.R.L.	Ospedali / Case di Cura	0,004
O10	Residenza Protetta Santuario	Ospedali / Case di Cura	0,049
O11	Residenza Protetta Suore Minime	Ospedali / Case di Cura	0,005
O12	Villa Ridente Srl	Ospedali / Case di Cura	0,005
O13	Residenza Sanitaria Assistenziale Noceti	Ospedali / Case di Cura	0,051
S52	I.C. DELLE ALBISOLE	Strutture Scolastiche	0,007
S53	Scuola primaria Angelo Barile	Strutture Scolastiche	0,005
S54	Scuola dell'infanzia Magia e Fantasia	Strutture Scolastiche	0,015

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 77 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

ID	NOME	TIPO	PM2,5 – RICADUTE MEDIE ANNUE (µg/m3)
O14	Centro Vada Sabatia	Ospedali / Case di Cura	0,018
S55	Ente Scuola Edile - Centro per l'impiego	Strutture Scolastiche	0,005
S56	Scuola dell'Infanzia Giribone	Strutture Scolastiche	0,004
S57	Asilo Infantile Regina Margherita	Strutture Scolastiche	0,024
S58	Scuola Primaria SPOTORNO	Strutture Scolastiche	0,005
S59	Scuola Media I GR. "GIOVANNI XXIII" SPOTORNO	Strutture Scolastiche	0,005
O15	Sereni Orizzonti	Ospedali / Case di Cura	0,005
O16	RP La Quietè	Ospedali / Case di Cura	0,007
S60	Scuola Media I GR. "GIOVANNI XXIII" SPOTORNO	Strutture Scolastiche	0,005
C1	Albisola S. SV - VIII Maggio	Centralina Qualità Aria	0,005
C2	Savona - Varaldo	Centralina Qualità Aria	0,005
C3	Savona - Ricci	Centralina Qualità Aria	0,024
C4	Savona - Monte San Giorgio	Centralina Qualità Aria	0,031
C5	Quiliano SV - Pilalunga	Centralina Qualità Aria	0,023
C6	Vado L. SV - Aurelia	Centralina Qualità Aria	0,009
C7	Vado L. SV - De Litta	Centralina Qualità Aria	0,006
C8	Bergeggi SV - Capo Vado	Centralina Qualità Aria	0,007

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, le massime ricadute 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 in prossimità della FSRU. Avvicinandosi alla terraferma, le ricadute subiscono una considerevole attenuazione, con valori che, in corrispondenza del punto di massima ricaduta sulla terraferma a ovest

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 78 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

dell'area di futura ubicazione della FSRU risultano pari a circa un terzo del valore limite (circa 132 µg/m³ nel punto di massima ricaduta al suolo).

Il risultato ottenuto è in ogni caso da considerarsi estremamente cautelativo ed è sicuramente influenzato dalle ipotesi modellistiche con le quali è stato calcolato; come già indicato per gli NO_x 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, dei 4 rimorchiatori e della nave di sorveglianza) 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 ribadisce che, nella realtà dei fatti, è previsto l'approdo di una metaniera circa ogni 7 giorni, con relativo supporto dei rimorchiatori. In tal senso, si ritiene statisticamente poco probabile che le operazioni dei rimorchiatori (previste solamente per circa 4 ore al giorno, in concomitanza con la presenza delle metaniere in porto) vengano effettuate esattamente nelle 24 ore peggiori dal punto di vista della dispersione degli inquinanti (i.e. le condizioni meteorologiche associate al concetto di 99,7° percentile).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 79 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)



Figura 5-10: 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)

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 µg/m³ da non superare più di 3 volte l'anno) e al 99° percentile delle medie giornaliere per il confronto con il valore di 40 µg/m³ suggerito dalle Linee Guida dell'OMS del 2021.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 80 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

Come mostrano le mappe di ricaduta riportate nelle figure seguenti, le ricadute giornaliere al suolo stimate nel punto di massima ricaduta risultano pari a circa $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per quanto riguarda il 99,2° percentile e a circa $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$ con riferimento al 99° percentile, risultando pertanto ovunque inferiori al suddetto valore limite e al valore guida OMS.



Figura 5-11: 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/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 81 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)



Figura 5-12: Scenario Massimo - 99° percentile delle concentrazioni medie giornaliere di SO₂ (Valore Guida OMS 2021: 40 µg/m³)

Si richiamano per completezza anche i valori delle ricadute ottenuti in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline di qualità dell'aria, che risultano ulteriormente inferiori e rispetto ai valori limite e ai valori guida orari e giornalieri considerati.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 82 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

Tabella 5.7: Scenario Massimo – 99,7° percentile delle ricadute medie orarie, 99,2° e 99° percentile delle ricadute medie giornaliere di SO₂ in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline di qualità dell'aria (Valore Limite orario, da non superare più di 24 ore all'anno: 350 µg/m³ – Valore Limite giornaliero, da non superare più di 3 giorni all'anno: 125 µg/m³ - Valore Guida OMS 2021 come 99° percentile delle medie giornaliere: 40 µg/m³)

ID	NOME	TIPO	SO ₂ – 99.7° PERC. DELLE RICADUTE MEDIE ORARIE (µg/m ³)	SO ₂ – 99.2° PERC. DELLE RICADUTE MEDIE GIORNALIERE (µg/m ³)	SO ₂ – 99° PERC. DELLE RICADUTE MEDIE GIORNALIERE (µg/m ³)
S1	Asilo nido comunale + Scuola Infanzia Renata Cuneo	Strutture Scolastiche	22,4	6,2	4,9
S2	Asilo Nido Aquilone + Scuola Rodari	Strutture Scolastiche	25,7	7,2	6,0
S3	Istituto Comprensivo Savona I	Strutture Scolastiche	33,8	8,5	8,3
S4	Nido d'Infanzia Il Paguro	Strutture Scolastiche	14,8	4,2	4,1
S5	Asilo Nido Il Quadrifoglio	Strutture Scolastiche	24,2	7,2	5,8
S6	Asilo Nido Scuola dell'Infanzia Mongrifone	Strutture Scolastiche	22,3	5,3	4,7
S7	Asilo Nido Piramidi	Strutture Scolastiche	26,2	7,1	7,0
S8	Asilo Nido Bollicine + Scuola dell'Infanzia SAVONA IV	Strutture Scolastiche	26,1	7,6	6,1
S9	Istituto Comprensivo Savona IV	Strutture Scolastiche	22,0	7,1	6,4
S10	Asilo Infantile Carlevarini	Strutture Scolastiche	8,1	2,0	2,0
S11	Scuola Dell'Infanzia Ferro Franceri	Strutture Scolastiche	28,1	9,8	8,2
S12	Scuola Materna Nostra Signora della Neve	Strutture Scolastiche	19,6	4,8	4,6
S13	Scuola Primaria Paritaria N. S. della Neve	Strutture Scolastiche	28,9	10,4	6,6
S14	Liceo Statale Chiabrera Martini	Strutture Scolastiche	29,3	8,2	8,2
S15	Liceo Artistico Arturo Martini+ ISS Mazzini Da Vinci	Strutture Scolastiche	28,7	9,8	7,3
S16	Scuola Materna Purificazione di Maria Santissima	Strutture Scolastiche	25,6	7,5	7,4
S17	Scuola Materna Parrocchiale Don Curioni	Strutture Scolastiche	26,8	7,5	6,3

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 83 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

ID	NOME	TIPO	SO2 – 99.7° PERC. DELLE RICADUTE MEDIE ORARIE (µg/m3)	SO2 – 99.2° PERC. DELLE RICADUTE MEDIE GIORNALIERE (µg/m3)	SO2 – 99° PERC. DELLE RICADUTE MEDIE GIORNALIERE (µg/m3)
S18	Scuola Materna Regina Margherita Nostra Signora Della Neve	Strutture Scolastiche	29,1	8,5	8,4
S19	Scuola materna Regina Margerita Via Serao	Strutture Scolastiche	29,6	7,0	5,4
S20	Scuola materna Carlotta Garroni	Strutture Scolastiche	26,6	6,1	4,6
S21	Scuola Materna Carando	Strutture Scolastiche	14,2	4,8	4,3
S22	Scuola infanzia primaria secondaria 1 grado Ennio Carando	Strutture Scolastiche	13,6	4,7	4,3
S23	Istituto Comprensivo Savona III	Strutture Scolastiche	28,5	6,7	4,5
S24	Scuola primaria Astengo	Strutture Scolastiche	28,6	5,5	5,4
S25	Istituto Comprensivo Savona 2 Scuola Mameli	Strutture Scolastiche	27,5	7,6	7,6
S26	Istituto Comprensivo Savona 2	Strutture Scolastiche	29,2	8,9	7,1
S27	Campus Savona	Strutture Scolastiche	17,4	6,4	5,1
S28	Scuola Materna G.B. Vadone	Strutture Scolastiche	21,3	3,6	3,5
S29	SCUOLA MEDIA PERTINI LAVAGNOLA + Noberasco	Strutture Scolastiche	21,1	6,3	4,8
S30	Scuola Primaria Francesco Mignone	Strutture Scolastiche	23,7	5,1	4,0
S31	Scuola secondaria M.G. Rossello	Strutture Scolastiche	31,3	9,8	8,1
S32	Scuola Primaria XXV Aprile	Strutture Scolastiche	18,7	4,5	4,2
S33	Scuola Primaria la Rusca	Strutture Scolastiche	29,0	7,6	6,5
S34	Istituto di Istruzione Superiore Boselli-Alberti	Strutture Scolastiche	34,4	10,3	7,1
S35	Scuola Elementare Santuario	Strutture Scolastiche	6,5	1,7	1,6
S36	Scuola Materna QUILIANO	Strutture Scolastiche	12,8	2,5	2,1
S37	Scuola Primaria QUILIANO	Strutture Scolastiche	17,9	3,3	3,0

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 84 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

ID	NOME	TIPO	SO2 – 99.7° PERC. DELLE RICADUTE MEDIE ORARIE (µg/m3)	SO2 – 99.2° PERC. DELLE RICADUTE MEDIE GIORNALIERE (µg/m3)	SO2 – 99° PERC. DELLE RICADUTE MEDIE GIORNALIERE (µg/m3)
S38	Scuola Primaria QUILIANO/VALLEGGIA	Strutture Scolastiche	23,3	5,4	5,2
S39	Istituto di Istruzione Secondaria Superiore Ferraris-Pancaldo	Strutture Scolastiche	24,9	4,9	4,8
S40	Liceo Sociale Statale Giuliano della Rovere	Strutture Scolastiche	31,9	11,7	7,9
S41	Liceo Orazio Grassi	Strutture Scolastiche	26,8	8,6	8,4
S42	Asilo Infantile di Albissola Marina	Strutture Scolastiche	8,6	3,3	3,0
S43	Scuola Primaria VADO LIGURE CAPOLUOGO	Strutture Scolastiche	45,6	6,6	6,5
S44	Scuola dell'Infanzia VADO LIGURE	Strutture Scolastiche	80,7	13,6	13,3
S45	Scuola Primaria VADO L./S. ERMETE DON L. MILANI	Strutture Scolastiche	24,8	4,4	4,3
S46	Scuola Primaria VADO LIGURE-VALLE	Strutture Scolastiche	31,4	4,8	4,3
S47	Scuola materna Don C. Queirolo	Strutture Scolastiche	40,3	6,7	6,4
S48	Istituto Comprensivo Albisola	Strutture Scolastiche	7,2	2,5	2,3
S49	Scuola Media Statale A. Peterlin	Strutture Scolastiche	35,9	5,5	4,9
S50	Scuola Media Statale Martiri della Libert -á	Strutture Scolastiche	21,0	5,5	4,3
S51	ASILO INFANTILE DEL CENTRO	Strutture Scolastiche	7,7	2,7	2,6
O1	Ospedale San Paolo	Ospedali / Case di Cura	12,9	3,9	3,6
O2	Residenza Protetta Casa Marino Bagnasco	Ospedali / Case di Cura	27,2	9,4	8,3
O3	RSA/RP La Gioiosa	Ospedali / Case di Cura	17,0	4,9	4,3
O4	Casa di Riposo Don Francesco Piccone	Ospedali / Case di Cura	27,5	7,6	6,8
O5	Sereni Orizzonti	Ospedali / Case di Cura	22,6	6,3	5,5
O6	Comunità Alloggio Ercole	Ospedali / Case di Cura	27,9	11,4	7,5

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 85 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

ID	NOME	TIPO	SO2 – 99.7° PERC. DELLE RICADUTE MEDIE ORARIE (µg/m3)	SO2 – 99.2° PERC. DELLE RICADUTE MEDIE GIORNALIERE (µg/m3)	SO2 – 99° PERC. DELLE RICADUTE MEDIE GIORNALIERE (µg/m3)
O7	Casa di Riposo Villa Elios	Ospedali / Case di Cura	8,2	2,7	2,5
O8	Istituto Figlie Di N.S. Della Misericordia	Ospedali / Case di Cura	39,9	10,5	7,7
O9	Casa Scapoli S.R.L.	Ospedali / Case di Cura	26,4	9,6	7,4
O10	Residenza Protetta Santuario	Ospedali / Case di Cura	6,9	1,8	1,7
O11	Residenza Protetta Suore Minime	Ospedali / Case di Cura	19,8	8,0	5,5
O12	Villa Ridente Srl	Ospedali / Case di Cura	7,7	3,0	2,7
O13	Residenza Sanitaria Assistenziale Noceti	Ospedali / Case di Cura	7,4	1,9	1,7
S52	I.C. DELLE ALBISOLE	Strutture Scolastiche	6,8	2,5	2,2
S53	Scuola primaria Angelo Barile	Strutture Scolastiche	8,7	3,4	3,0
S54	Scuola dell'infanzia Magia e Fantasia	Strutture Scolastiche	37,4	7,8	6,3
O14	Centro Vada Sabatia	Ospedali / Case di Cura	38,5	6,5	6,5
S55	Ente Scuola Edile - Centro per l'impiego	Strutture Scolastiche	15,3	5,6	5,6
S56	Scuola dell'Infanzia Giribone	Strutture Scolastiche	23,1	5,5	5,4
S57	Asilo Infantile Regina Margherita	Strutture Scolastiche	33,9	9,1	7,5
S58	Scuola Primaria SPOTORNO	Strutture Scolastiche	29,8	6,5	5,5
S59	Scuola Media I GR. "GIOVANNI XXIII" SPOTORNO	Strutture Scolastiche	33,4	5,8	5,5
O15	Sereni Orizzonti	Ospedali / Case di Cura	28,3	5,4	5,1
O16	RP La Quietè	Ospedali / Case di Cura	22,8	4,6	4,0
S60	Scuola Media I GR. "GIOVANNI XXIII" SPOTORNO	Strutture Scolastiche	33,4	5,8	5,5

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 86 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

ID	NOME	TIPO	SO ₂ – 99.7° PERC. DELLE RICADUTE MEDIE ORARIE (µg/m ³)	SO ₂ – 99.2° PERC. DELLE RICADUTE MEDIE GIORNALIERE (µg/m ³)	SO ₂ – 99° PERC. DELLE RICADUTE MEDIE GIORNALIERE (µg/m ³)
C1	Albisola S. SV - VIII Maggio	Centralina Qualità Aria	8,1	3,0	2,6
C2	Savona - Varaldo	Centralina Qualità Aria	21,7	8,2	6,9
C3	Savona - Ricci	Centralina Qualità Aria	31,0	8,3	7,2
C4	Savona - Monte San Giorgio	Centralina Qualità Aria	2,1	0,7	0,7
C5	Quiliano SV - Pilalunga	Centralina Qualità Aria	34,1	5,7	5,6
C6	Vado L. SV - Aurelia	Centralina Qualità Aria	39,1	7,5	6,5
C7	Vado L. SV - De Litta	Centralina Qualità Aria	85,8	12,4	12,4
C8	Bergeggi SV - Capo Vado	Centralina Qualità Aria	84,7	12,6	11,8

5.4.2. Limite Annuale (Scenario Medio Annuo)

Con riferimento allo scenario emissivo medio, sono state valutate le ricadute medie annuali di SO₂ 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.

Anche in questo caso (si veda la figura seguente) la concentrazione media annua nel punto di massima ricaduta al suolo (pari a circa 0,17 µg/m³) risulta abbondantemente inferiore al suddetto valore obiettivo (inferiore all'1% del suddetto valore obiettivo), con ricadute che risultano pertanto praticamente trascurabili in particolare in corrispondenza delle aree Rete Natura 2000 ubicate in prossimità della costa.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 87 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

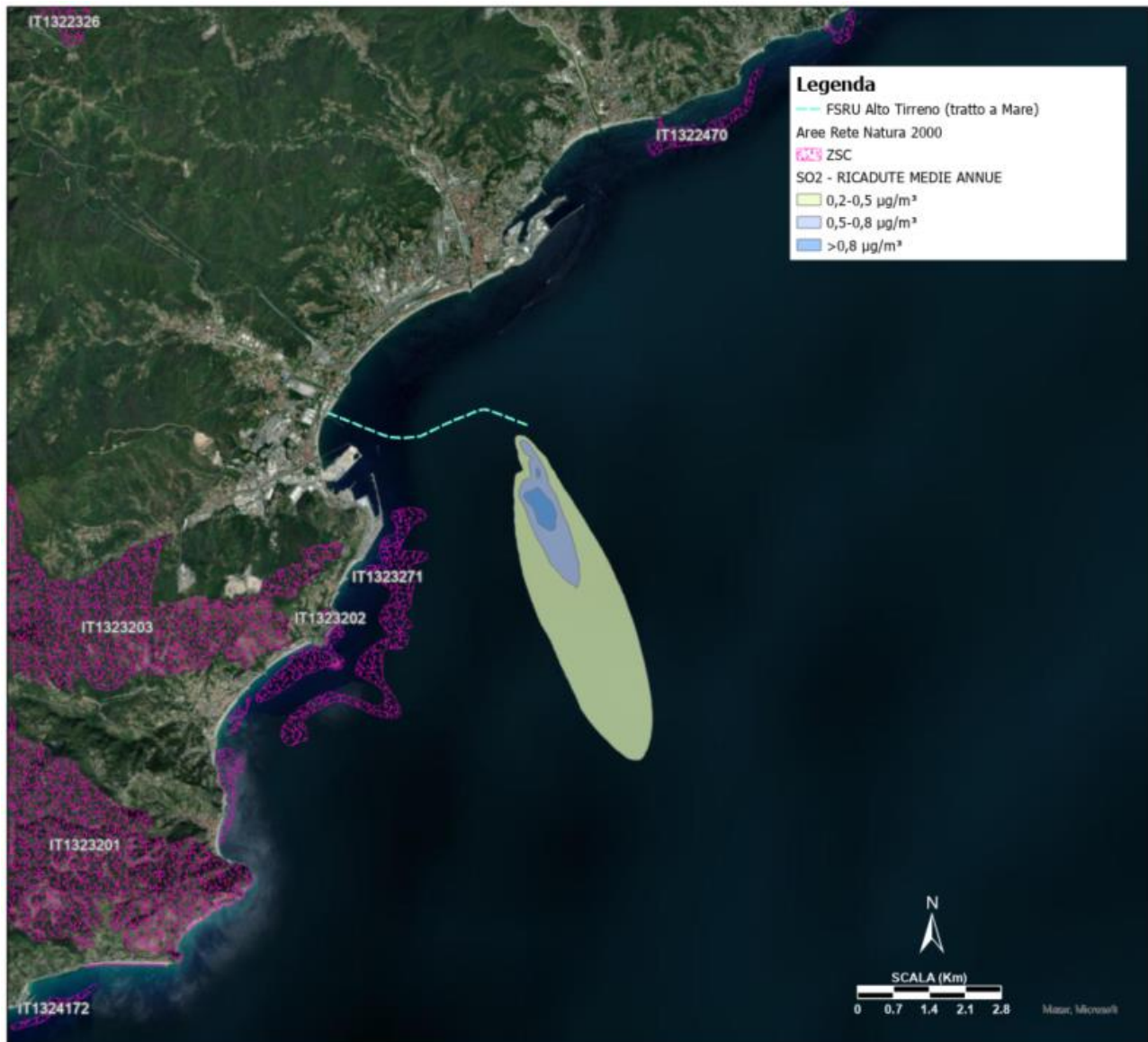


Figura 5-13: Scenario Medio Annuo - Concentrazioni medie annuali di SO₂ (Livello critico per la protezione della vegetazione: 20 µg/m³)

5.5. Simulazioni per NMVOC, Metalli, IPA e PCDD/F

Come anticipato all'inizio del presente capitolo, sono state eseguite ulteriori valutazioni modellistiche relative ai microinquinanti, analizzando nello specifico:

- ✓ Composti Organici Volatili Non Metanici (NMVOC);

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 88 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

- ✓ Metalli Pesanti (Cd, As, Pb, Ni, Hg, Cr, Cu, Se, Zn);
- ✓ 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 precedentemente indicato, la presenza di tali inquinanti nelle emissioni generate dai motori della FSRU, dalla metaniera e dalla nave di sorveglianza può essere ritenuta nulla/trascurabile data l'alimentazione dei mezzi a gas naturale.

Nei sottoparagrafi seguenti si riportano:

- ✓ i risultati ottenuti in termini concentrazioni medie annue in atmosfera in corrispondenza del punto di massima ricaduta al suolo. 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.

5.5.1. Stima delle concentrazioni medie annue in atmosfera per NMVOC, Metalli, IPA e PCDD/F

Nella tabella seguente si riportano i risultati in termini di concentrazioni medie annue in corrispondenza del punto di massima ricaduta al suolo per NMVOC, Metalli, IPA e PCDD/F, che risulta ubicato in prossimità della costa a ovest dell'area di futura ubicazione della FSRU. 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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, come desunti dal documento "Banca dati ISS-INAIL - Rev. Marzo 2018", considerati in ambito di valutazione di impatto sanitario per le valutazioni sul rischio tossicologico (non-cancerogeno) di tipo inalatorio.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 89 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

Tabella 5.8: 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 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Valore Limite / Obiettivo Ex D.Lgs. 155/2010 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	RfC [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
NMVOC	4,0E-02	5 (*)	30 (*)
Cd	1,4E-07	5,0E-03	1,0E-02
As	5,6E-07	6,0E-03	1,5E-02
Pb	1,8E-06	0,5	-
Ni	1,4E-05	2,0E-02	9,0E-02
Hg	4,2E-07	-	3,0E-01
Cr	6,9E-07	-	1,4E-01
Cu	1,2E-05	-	1,4E+02
Se	1,4E-06	-	2,0E+01
Zn	1,7E-05	-	1,1E+03
Phenantrene	1,8E-04	-	3,0E+00
Anthracene	5,0E-07	-	3,0E+00
Fluoranthene	6,2E-05	-	3,0E+00
Pyrene	7,9E-05	-	3,0E+00
Benzo(a)anthracene	1,3E-07	-	-
Chrysene	3,2E-06	-	-
Perylene	2,4E-06	-	3,0E+00
Benzo(b)fluoranthene	7,1E-08	-	-
Benzo(k)fluoranthene	2,4E-08	-	-
Benzo(a)pyrene	2,4E-09	1,0E-03	2,0E-03
Dibenzo(a,l)pyrene	2,8E-10	-	-
Benzo(g,h,i)perylene	7,8E-07	-	3,0E+00
Dibenzo(a,h)anthracene	7,8E-09	-	-
Indeno(1,2,3-c,d)pyrene	2,6E-08	-	-
PCDD/F (espressi come TEQ 2,3,7,8-TCDD)	1,8E-12	-	4,0E-05

(*) Valore riferito al Benzene

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 90 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

Dai risultati ottenuti appare evidente come le concentrazioni atmosferiche attese al suolo nel punto di massima ricaduta, e a maggior ragione in corrispondenza degli elementi sensibili identificati (per cui si tralascia di riportare i valori) sono praticamente trascurabili, risultando sempre diversi ordini di grandezza inferiori ai valori limite / obiettivo laddove definiti dalla normativa vigente, nonché ai valori di riferimento tossicologico (valori RfC) per l'esposizione inalatoria desunti dalla "Banca dati ISS-INAIL".

Si segnala che, per alcune delle sostanze analizzate, la "Banca dati ISS-INAIL" non restituisce un valore di RfC, ma queste sono state comunque prese in esame ai fini delle valutazioni di rischio tossicologico cancerogeno, non trattate nel presente documento e per le quali si rimanda alla Valutazione di Impatto Sanitario dell'iniziativa (Documento REL-AMB-E-00005).

Per completezza espositiva, nelle figure seguenti si riportano le mappe delle ricadute medie annuali per NMVOC, Pb (rappresentativo dei Metalli Pesanti), Benzo(a)Pirene (rappresentativo degli IPA) e PCDD/F. Al di là dei valori assoluti, sempre trascurabili come sopra indicato, anche le mappe di ricaduta degli altri parametri riportati nella precedente Tabella 5.8 mostrerebbero un andamento del tutto analogo. Dalle figure si osserva inoltre come le concentrazioni maggiori, comunque basse nei quantitativi, si verificano in mare, mentre come precedentemente spiegato le ricadute sulla terraferma risultano ulteriormente contenute e trascurabili.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 91 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)



Figura 5-14: Scenario Medio Annuo - Concentrazioni medie annuali di NMVOC (Valore Limite: 5 µg/m³, riferito al Benzene)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 92 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)



Figura 5-15: Scenario Medio Annuo - Concentrazioni medie annuali di Pb (Valore Limite: 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 93 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

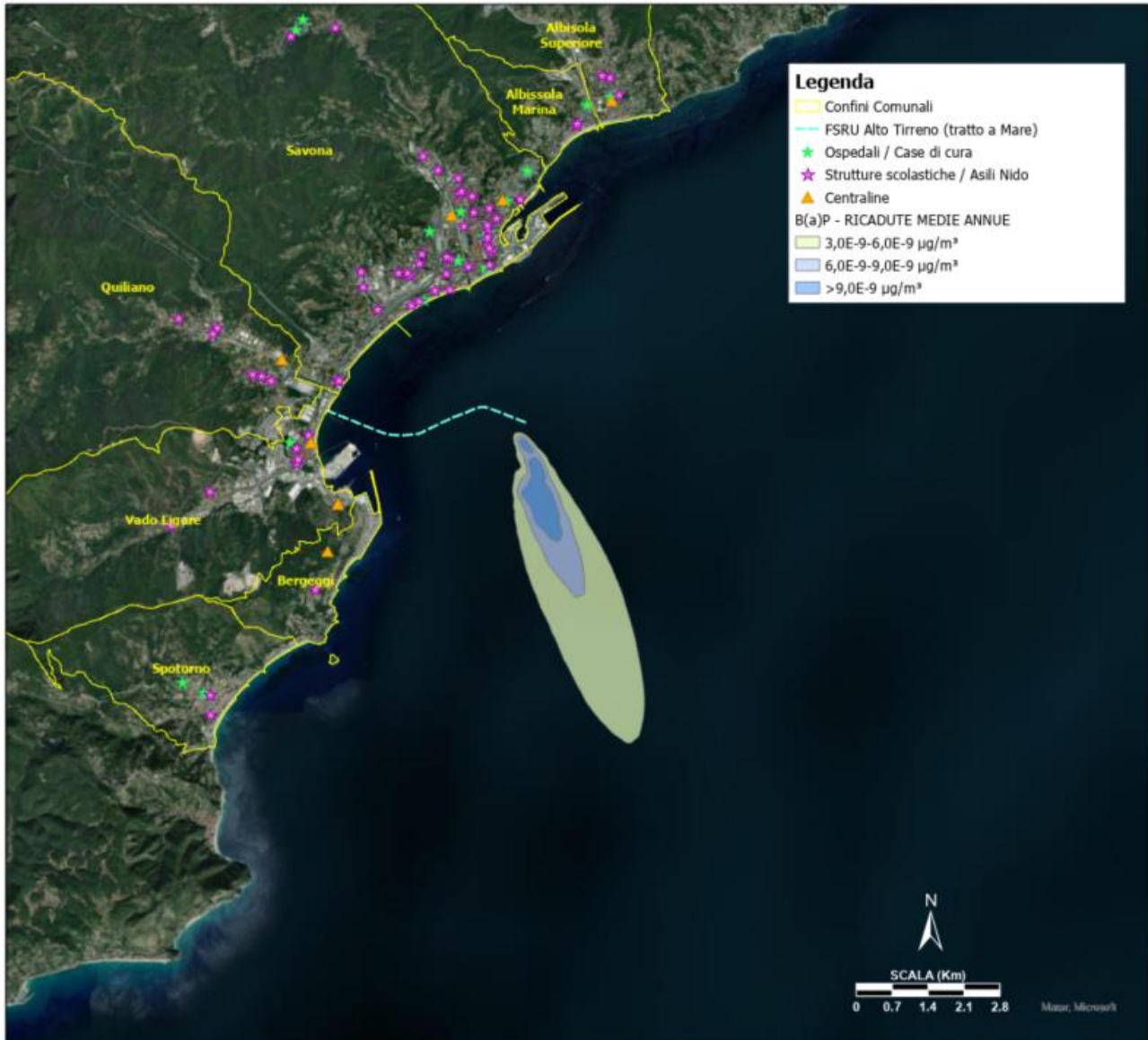


Figura 5-16: Scenario Medio Annuo - Concentrazioni medie annuali di Benzo(a)Pirene (Valore Obiettivo: 0,001 µg/m³)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 94 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)



Figura 5-17: Scenario Medio Annuo - Concentrazioni medie annuali di PCDD/F (Valore di riferimento: 4,0E-05 µg/m³)

5.5.2. Stima delle 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 in corrispondenza del punto rappresentativo (area non asfaltata) in prossimità della costa a

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 95 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

ovest della FSRU e caratterizzato dai maggiori livelli di deposizione. 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 $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{gg}$ (deposizioni giornaliere per unità di superficie che si verificano mediamente su base annuale), sono state messe a confronto con valori di riferimento più stringenti tra quelli desumibili dai riferimenti bibliografici consultati (normativa estera e pubblicazioni scientifiche).

Tabella 5.9: Deposizioni medie su base annuale nel punto di massima ricaduta al suolo 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) [$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{gg}$]	4,8E-05	3,7E-06	3,7E-04	1,5E-05	4,8E-11	6,3E-08
Valore di riferimento (VR) [$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{gg}$]	100 ⁽¹⁾	2 ⁽²⁾	15 ⁽³⁾	4 ⁽³⁾	3.4E-06 ⁽⁴⁾	1.9E-03 ⁽⁵⁾
Dmax/VR (%)	0,00005%	0,0002%	0,0025%	0,0004%	0,0014%	0,0033%

- (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.

Come si evince dalle figure seguenti, inoltre, appare evidente come le deposizioni interessino solo in maniera del tutto marginale la terraferma, dal momento che le sostanze tendono a depositarsi, sempre con valori molto bassi, nelle vicinanze dell'area di futura ubicazione della FSRU.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 96 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)



Figura 5-18: Scenario Medio Annuo – Deposizione media su base annuale di Pb (Valore di Riferimento: 100 $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{gg}$)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 97 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)



Figura 5-19: Scenario Medio Annuo – Deposizione media su base annuale di Cd (Valore di Riferimento: 2 µg/m2/gg)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 98 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)



Figura 5-20: Scenario Medio Annuo – Deposizione media su base annuale di Ni (Valore di Riferimento: 15 $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{gg}$)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 99 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)



Figura 5-21: Scenario Medio Annuo – Deposizione media su base annuale di As (Valore di Riferimento: 4 µg/m2/gg)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 100 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)



Figura 5-22: ScENARIO Medio Annuo – Deposizione media su base annuale di B(a)P (Valore di Riferimento: $1,9 \cdot 10^{-3} \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{gg}$)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 101 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)



Figura 5-23: Scenario Medio Annuo – Deposizione media su base annuale di PCDD/F (Valore di Riferimento: $3,4 \cdot 10^{-6} \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{gg}$)

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/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 102 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

6. CONCLUSIONI

Il presente studio ha come obiettivo la valutazione degli impatti sulla qualità dell'aria relativi alla fase di esercizio del progetto FSRU Alto Tirreno, che prevede il posizionamento della FSRU Golar Tundra (che sarà trasferita dal porto di Piombino) al largo della costa di Vado Ligure.

Ai fini delle valutazioni modellistiche sono state considerate le emissioni dai No. 2 motori marini di taglia grande (24 MWth) installati a bordo della FSRU operanti a pieno carico e alimentati a gas per la produzione di energia, nonché le emissioni del traffico navale delle metaniere per il trasporto del GNL, unitamente a quelle di No. 4 rimorchiatori a supporto delle attività di manovra in prossimità della FSRU, nonché quelle dovute alla presenza della nave di sorveglianza.

Gli inquinanti considerati sono stati scelti in base alle caratteristiche di emissione delle sorgenti, con particolare attenzione alla valutazione delle ricadute di NO_x, Particolato (PM10 e PM2,5), SO₂, CO, NMVOC, Metalli, IPA e PCDD/F.

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.

Dai risultati illustrati nella precedente Sezione 5 per NO_x, Particolato (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 Particolato (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 NO_x e SO₂ stimate dal modello a livello orario (99,8° percentile per NO_x, 99,7° percentile per SO₂) e giornaliero (99° percentile per NO_x, 99° e 99,2° percentile per SO₂) sono sempre risultate inferiori ai valori limite / valori guida applicabili, anche in corrispondenza del punto di massima ricaduta al suolo e a maggior ragione per quanto riguarda i ricettori individuati all'interno dei comuni potenzialmente interessati dalle ricadute.

Inoltre, per quanto riguarda le ricadute di CO, queste sono risultate ovunque trascurabili, con valori nel punto di massima ricaduta al suolo nello scenario emissivo a pieno carico:

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 103 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

- ✓ pari a circa lo 0,2% del valore limite ex D.Lgs. 155/2010 per quanto riguarda le massime ricadute calcolate come media su 8 ore (circa 0,020 mg/m³ rispetto a un valore limite di 10 mg/m³, cioè 500 volte più basse del valore limite);
- ✓ pari a circa lo 0,1% del valore di 4 mg/m³ suggerito 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 0,004 mg/m³, cioè 1000 volte più basse del valore guida OMS).

Anche considerando il limite di 140 t/4 mesi del CO, risulta confermata la trascurabilità delle ricadute al suolo di CO, rimanendo queste diversi ordini di grandezza inferiori ai valori limite ex D.Lgs. 155/2010 e al valore suggerito dalle Linee Guida OMS.

Quanto discusso nel Paragrafo 5.5 porta, inoltre, 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, con valori che risultano sempre diversi ordini di grandezza inferiori ai diversi valori limite, obiettivo e di riferimento desumibili dalla normativa vigente e da altre fonti di letteratura come discusso nel suddetto paragrafo.

Si ricorda comunque che lo scenario massimo simulato è estremamente conservativo e non corrisponde 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, dei 4 rimorchiatori e della nave di sorveglianza in marcia) per 365 giorni l'anno, al fine di simulare lo svolgimento delle operazioni della metaniera in concomitanza con le condizioni meteorologiche più gravose dal punto di vista della dispersione degli inquinanti emessi.

Nella realtà dei fatti, è previsto indicativamente l'approdo di una metaniera circa ogni 7 giorni (analizzati 52 all'anno), con relativo supporto dei rimorchiatori, con i rimorchiatori che opereranno solo per 4 ore al giorno in concomitanza con la presenza della metaniera. È quindi lecito ritenere statisticamente poco probabile che tali attività avvengano esattamente in concomitanza col verificarsi delle ore peggiori (le 18 ore peggiori per l'NO_x, le 24 ore peggiori per l'SO₂) dal punto di vista della dispersione degli inquinanti (i.e. le condizioni meteorologiche associate al concetto di percentile orario).

Molto cautelativa per le ricadute orarie di NO_x è inoltre l'ipotesi di considerare nello scenario massimo il funzionamento continuo in marcia della nave di sorveglianza, che nella realtà operativa è previsto solamente per circa 1 ora al giorno, mentre nelle restanti la nave di sorveglianza risulterà in stand-by con emissioni attese nettamente inferiori.

Si ricorda infine 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/R22170	UNITA' -
	LOCALITA' ALTO TIRRENO	REL-AMB-E-00003	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 104 di 104	Rev. 0

Rif. RINA: H6 – Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio FSRU)

REFERENZE

ATDSR. (Aprile 2022). *Guidance for Calculating Benzo(a)pyrene Equivalents for Cancer Evaluations of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons*. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service.

Cheruyiot et al. (2015). *An Overview: Polycyclic Aromatic Hydrocarbon Emissions from the Stationary and Mobile Sources and in the Ambient Air*.

Desert Research Institute. (Agosto 2017). *Do 16 Polycyclic Aromatic Hydrocarbons Represent PAH air toxicity? Samburova V, Zielinska B, Khlystov A - Desert Research Institute, Division of Atmospheric Sciences, 2215 Raggio Parkway, Reno, NV 89512, USA*.

EMEP/EEA. (Dicembre 2021). *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*.

Scire et al. (2011). *CALPUFF Modeling System. Version 6. User Instructions*.

U.S. EPA. (Febbraio 2000). *Analysis of Commercial Marine Vessels Emissions and Fuel Consumption Data*.

World Health Organization. (2021). *WHO global air quality guidelines - Particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide*.