

AUTORITÀ di SISTEMA PORTUALE del MARE ADRIATICO SETTENTRIONALE Porto di Venezia

STUDIO DI RICADUTA DELLE EMISSIONI IN ATMOSFERA

Proponente



AUTORITÀ DI SISTEMA PORTUALE
DEL MARE ADRIATICO SETTENTRIONALE
PORTI DI VENEZIA E CHIOGGIA

**Autorità di Sistema
Portuale del Mare
Adriatico Settentrionale
Porto di Venezia**

Santa Marta,
Fabbricato 13
30123 Venezia, VE

Tel: 041 5334111
Fax: +39 0415334254

Redatto



IMQ EAMBIENTE S.r.l.
SOGGETTA AD ATTIVITÀ DI DIREZIONE
E COORDINAMENTO DI IMQ GROUP S.R.L.

Sede legale

Italia | 30175 Venezia
via delle Industrie 5
frazione Marghera

tel. (+39) 041 5093820
info@eambientegroup.com
www.eambientegroup.com/it

Titolo Elaborato:

STUDIO DI RICADUTA DELLE EMISSIONI IN ATMOSFERA

Codice Commessa:

C23-010004

Business Unit: Environmental Engineering

Direttore Tecnico

Arch Giulia Moraschi

Project Manager:

Dott. Michele Cagliani



Team Work:

Ing. Alessio Andriotto

Dott. Federico Grillo

Dott. Filippo Tonion

Dott.ssa Veronica Mattiazzi

00	31/03/2023	Prima Emissione	C23-010004 ADSPMAS - Integrazione rinnovo VIA Fusina	A.Andriotto	M.Cagliani	G.Moraschi
Rev.	Data	Oggetto	File Rel.02_AdSPMAS_ATM_rev00.pdf	Redatto	Verificato	Approvato



SOMMARIO

1	PREMESSA	7
2	RIFERIMENTI LEGISLATIVI	9
2.1	VALORI LIMITE DI QUALITÀ DELL'ARIA	9
2.2	ZONIZZAZIONE DEL TERRITORIO COMUNALE	11
3	QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE	14
3.1	EMISSIONI.....	14
3.2	MONITORAGGIO QUALITÀ DELL'ARIA.....	18
3.2.1	Rete di rilevamento della qualità dell'aria	18
3.2.2	Stato della qualità dell'aria nel comune di Venezia	20
3.2.2.1	Caratterizzazione della qualità dell'aria per il sito di Fusina - 2021	27
3.2.2.2	Stazioni ARPAV	30
3.2.2.3	Stazione Venezia Punta Fusina	36
3.2.2.4	Stazioni EZIM	40
4	DESCRIZIONE DEL MODELLO DI SIMULAZIONE CALPUFF	43
5	CARATTERISTICHE METEOROLOGICHE DELL'AREA	49
5.1	STAZIONE METEOROLOGICA VENEZIA – ISTITUTO CAVANIS – ARPAV	53
5.2	ANALISI DA SIMULAZIONE MODELLISTICA PRESSO IL SITO DELLA PIATTAFORMA LOGISTICA FUSINA.....	55
6	DEFINIZIONE DEL QUADRO EMISSIVO	58
6.1	METODOLOGIA APPLICATA PER IL CALCOLO DELLE EMISSIONI NAVALI	58
6.1.1	Stima degli altri parametri emissivi	62
6.2	CARICO EMISSIVO DA TRAFFICO VEICOLARE INDOTTO	63
6.3	CARICO EMISSIVO DA TRATTORI PORTUALI	69
7	STUDIO DI RICADUTA DELLE EMISSIONI IN ATMOSFERA	72
7.1	DOMINIO DI CALCOLO	72
7.2	DATI EMISSIVI	73
7.2.1	Emissioni navali.....	73
7.2.2	Emissioni da traffico veicolare indotto.....	82
7.2.3	Emissioni provenienti dai trattori portuali	86
8	RISULTATI DELLE SIMULAZIONI MODELLISTICHE	90

8.1 VALORI MASSIMI DI RICADUTA	91
8.2 RICADUTE PRESSO I RECETTORI SENSIBILI	93
8.3 MAPPE DI RICADUTA.....	102
9 CONCLUSIONI.....	103
BIBLIOGRAFIA.....	105

INDICE FIGURE

Figura 2.1: Riesame della zonizzazione del Veneto secondo il D.Lgs. 155/2010 (fonte. Regione del Veneto).....	12
Figura 3.1: Ripartizione delle emissioni degli inquinanti in funzione delle varie categorie di sorgenti emissive.....	17
Figura 3.2: Mappa del territorio comunale veneziano con la dislocazione delle stazioni fisse di monitoraggio al 31/12/2021 (fonte: ARPAV – La qualità dell'aria nel comune di Venezia, 2021)	19
Figura 3.3: Trend e criticità al 2021 degli inquinanti monitorati	20
Figura 3.4: Superamenti del valore limite orario di biossido di azoto.....	21
Figura 3.5: Confronto tra le concentrazioni medie annuali di NO ₂ in riferimento al valore limite di protezione della salute di 40 µg/m ³	22
Figura 3.6: Numero di giorni di superamento della soglia di informazione relativa all'ozono.....	23
Figura 3.7: Numero di giorni di superamento del valore obiettivo di 120 µg/m ³	23
Figura 3.8: Concentrazioni medie annuali di benzo(a)pirene.....	24
Figura 3.9: Confronto dei superamenti del valore limite giornaliero del PM10, in riferimento ai 35 superamenti consentiti	25
Figura 3.10: Confronto tra le concentrazioni medie annuali di PM10 in riferimento al valore limite annuale	26
Figura 3.11: Confronto tra le concentrazioni medie annuali di PM2.5 in riferimento al valore limite annuale	27
Figura 3.12: Rete di monitoraggio della qualità dell'aria.....	29
Figura 3.13: Dettaglio rete di monitoraggio della qualità dell'aria.....	30
Figura 3.14: Media annuale delle stazioni di fondo, NO ₂ , anno 2021	31
Figura 3.15: Media annuale delle stazioni di traffico e industriali, NO ₂ , anno 2021	31
Figura 3.16: Superamenti orari della soglia di informazione dell'ozono per la protezione della salute umana, anno 2021	32
Figura 3.17: Medie annuali del benzo(a)pirene nel 2021	33
Figura 3.18 Superamenti del valore limite giornaliero del PM10, stazioni di fondo, anno 2021	33
Figura 3.19: Superamenti del valore limite giornaliero del PM10, stazioni di traffico e industriale 2021	34
Figura 3.20: Medie annuali confrontate con il valore limite del PM10, stazioni fondo, 2021	34
Figura 3.21: Medie annuali PM10, confrontate con il limite nelle stazioni traffico e industriali, 2021 ..	35
Figura 3.22: Verifica del rispetto del valore limite annuale per il PM2.5, anno 2021	35
Figura 4.1: Schema concettuale del modello di dispersione MMS Calpuff	43
Figura 4.2: Differenze di dispersione fra modelli a puff (sinistra) e gaussiani tradizionali (destra)	45
Figura 4.3: Segmentazione del pennacchio nei modelli a puff	46
Figura 4.4: Schema di modello a puff con indicazione dei coefficienti di dispersione relativi al puff k	47
Figura 5.1. Stazioni meteorologiche di superficie	51
Figura 5.2. Stazione utilizzate per la ricostruzione del campo meteorologico	52

Figura 5.3. Rosa dei venti per classi di velocità (Venezia – Istituto Cavanis)	53
Figura 5.4. Temperature mensili (Venezia – Istituto Cavanis)	54
Figura 5.5. Precipitazioni cumulate mensili (Venezia – Istituto Cavanis)	54
Figura 5.6. Layers verticali.....	55
Figura 5.7. Distribuzione annuale di frequenza delle classi di velocità.....	56
Figura 5.8. Rosa dei venti per classe di velocità.....	57
Figura 6.1: Rotte navali	62
Figura 6.2: Rete stradale percorsa dal traffico veicolare indotto dall'attività portuale	69
Figura 7.1: Dominio spaziale di simulazione e griglia regolare di punti	72
Figura 7.2: Localizzazione delle sorgenti emissive presso il molo di Fusina (navi in fase di ormeggio)	78
Figura 7.3: Localizzazione delle sorgenti emissive rappresentate dalle navi in fase di crociera e manovra	79
Figura 7.4. Localizzazione delle sorgenti emissive rappresentate dai lanciaioni.....	80
Figura 7.5: Localizzazione delle sorgenti areali definite per il traffico veicolare indotto	82
Figura 7.6: Localizzazione delle sorgenti areali definite per il traffico veicolare indotto	87
Figura 7.7: Localizzazione delle sorgenti emissive definite per i tugmaster.....	89

INDICE TABELLE

Tabella 3.1: Emissioni in Provincia di Venezia nel 2019 (Relazione INEMAR 2019, ARPAV)	15
Tabella 3.2: Distribuzione percentuale delle emissioni nella Provincia di Venezia nel 2019	16
Tabella 3.3: Emissioni da attività portuali nel Comune di Venezia	17
Tabella 3.4: Inquinanti analizzati per ogni stazione del territorio comunale veneziano (fonte: ARPAV 2021)	19
Tabella 3.5: Stazioni di monitoraggio ARPAV	28
Tabella 3.6: Stazioni di monitoraggio EZIM	28
Tabella 3.7: Confronto delle concentrazioni di NO ₂ misurate a Punta Fusina con quelle misurate in Comune di Venezia e i valori limite	36
Tabella 3.8: Confronto delle concentrazioni di PM10 misurate a Punta Fusina con quelle misurate in Comune di Venezia e i valori limite.....	37
Tabella 3.9: Confronto delle concentrazioni di PM2.5 misurate a Punta Fusina con quelle misurate in Comune di Venezia e i valori limite.....	37
Tabella 3.10: Confronto delle concentrazioni di benzo(a)pirene misurate a Punta Fusina con quelle misurate in Comune di Venezia e i valori limite.....	38
Tabella 3.11: Stazioni ARPAV concentrazioni di NO ₂ nel 2021	38
Tabella 3.12: Stazioni ARPAV concentrazioni di O ₃ nel 2021	39
Tabella 3.13: Stazioni ARPAV concentrazioni di Benzo(a)pirene nel 2021	39
Tabella 3.14: Stazioni ARPAV concentrazioni di PM10 nel 2021	40
Tabella 3.15: Stazioni ARPAV concentrazioni di PM2.5 nel 2021	40
Tabella 3.16: Stazioni EZIM concentrazioni di NO ₂ nel 2021	41
Tabella 3.17: Stazioni EZIM concentrazioni di PM10 nel 2021	41
Tabella 3.18: Stazioni EZIM concentrazioni di PM2.5 nel 2021	42
Tabella 5.1. Andamento delle temperature (Venezia – Istituto Cavanis)	53
Tabella 6.1: Numero navi transitanti presso il molo di Fusina	59
Tabella 6.2: Potenza dei motori per navi da crociera	59
Tabella 6.3: Potenza dei motori per tutte le tipologie di nave	59
Tabella 6.4: Fattori di emissione selezionati	60
Tabella 6.5. flussi di massa annui di inquinanti - navigazione	61
Tabella 6.6: Fattori di emissioni per strade extraurbane	65
Tabella 6.7: Fattori di emissioni per strade urbane	65

Tabella 6.8: Numero di veicoli transitanti distinti per provenienza e direzione	66
Tabella 6.9: numero transiti veicoli distinti per provenienza.....	66
Tabella 6.10: numero mezzi e tempo percorrenza strade extraurbane – Navi Ro-Pax.....	67
Tabella 6.11: numero mezzi e tempo percorrenza strade urbane – Navi Ro-Pax.....	67
Tabella 6.12: numero mezzi e tempo percorrenza strade extraurbane – Navi Ro-Ro.....	68
Tabella 6.13: numero mezzi e tempo percorrenza strade urbane – Navi Ro-Ro.....	68
Tabella 6.14: numero mezzi e tempo percorrenza area di sosta – Navi Ro-Ro	68
Tabella 6.15: emissioni (g/h) su strade extraurbane.....	68
Tabella 6.16: emissioni (g/h) su strade urbane.....	68
Tabella 6.17: fattori di emissione selezionati per i trattori portuali	70
Tabella 6.18: flussi di massa (g/h) da trattori portuali.....	71
Tabella 7.1: Sorgenti emissive implementate nel modello	73
Tabella 7.2: Localizzazione e dati emissivi delle sorgenti puntuali ubicate presso il molo (ormeggio)	74
Tabella 7.3: Localizzazione e dati emissivi delle sorgenti puntuali definite per le fasi di manovra e di crociera	74
Tabella 7.4: Flussi di massa delle sorgenti puntuali ubicate presso il molo (ormeggio)	76
Tabella 7.5: Flussi di massa medi delle sorgenti puntuali definite per le fasi di manovra e di crociera	76
Tabella 7.6: Localizzazione e dati emissivi delle sorgenti emissive areali definite per i lanciaioni.....	81
Tabella 7.7: Flussi di massa di inquinanti calcolati per i lanciaioni	81
Tabella 7.8: Localizzazione e dati emissivi delle sorgenti emissive areali definite per il traffico veicolare indotto	83
Tabella 7.9: Flussi di massa di inquinanti calcolati per il traffico veicolare indotto.....	85
Tabella 7.10: Flussi di massa di inquinanti emessi dai trattori portuali	86
Tabella 7.11: Localizzazione e dati emissivi delle sorgenti emissive areali definite nell'area portuale	88
Tabella 8.1: Recettori sensibili.....	93
Tabella 8.2: Ricadute presso i recettori sensibili	94

1 PREMESSA

Il presente elaborato rappresenta lo studio di ricaduta delle emissioni in atmosfera correlate alle attività svolte nella fase di esercizio a seguito della realizzazione dell'opera denominata "Terminal Autostrade del Mare, Piattaforma Logistica Fusina". Lo studio in questione quindi costituisce parte della documentazione che sarà presentata nell'ambito del procedimento di VIA nazionale, avviata in riferimento alle opere eseguite al di fuori del periodo di validità del provvedimento di compatibilità ambientale di cui alla Deliberazione n. 2524 del 11 dicembre 2012 della Giunta Regionale del Veneto e alle opere che ancora devono essere realizzate per il completamento dell'opera

Nel parere n. U.0008444 rilasciato in merito dal Ministero della Transizione Ecologica in data 4 novembre 2022 sono state richieste una serie di integrazioni specificatamente anche per la componente atmosfera; in particolare per quanto concerne la fase di esercizio:

"Si ritiene necessario integrare la documentazione presentata con una stima degli impatti in fase di esercizio, utilizzando un idoneo modello di dispersione degli inquinanti; in particolare riportare i dati utilizzati per la stima ovvero i dati meteo-diffusivi del territorio e i dati di emissione degli inquinanti di tutte le sorgenti previste dal progetto, prendendo a riferimento i fattori di emissione più aggiornati presenti in letteratura; la stima degli impatti dovrà essere riferita a tutta l'area di interesse con particolare dettaglio ai principali recettori sensibili presenti nell'area oggetto di studio; la stima dovrà fornire il confronto con i limiti normativi regolamentati dal D. Lgs. n. 155/2010".

Si procederà quindi all'applicazione del modello previsionale MMS CALPUFF, che implementa la versione 6.4.2 del codice originario. Le emissioni implementate consistono in quelle rilasciate dalle navi dirette alle quattro banchine del molo di Fusina secondo tre distinte:

- Crociera,
- Manovra;
- Ormeaggio.

La stima delle emissioni è stata effettuata applicando la metodologia dell'EMEP/EEA *Air Emission Pollutant emission inventory guidebook 2019*. Oltre alle navi, sono state inserite in CALPUFF come dato di ingresso anche le emissioni generate da altre sorgenti emissive, sempre correlate alle attività portuali come:

- il traffico veicolare indotto agli imbarchi/sbarchi dalle navi Ro-ro e dalle navi Ro-pax;
- la movimentazione dei container da parte di trattori portuali (*tugmaster*);
- la movimentazione delle auto sbarcate/imbarcate dalle navi Ro-ro nel parcheggio adiacente alle banchine.

I risultati ottenuti con le simulazioni modellistiche dalla dispersione degli inquinanti sono stati confrontati con:

- I limiti di qualità dell'aria stabiliti dal D.lgs. 155/2010;

- I valori di fondo rilevati presso le stazioni di Fusina, afferente alla Rete Regionale di Qualità dell'Aria di ARPAV.

Le valutazioni verteranno sulle ricadute massime e sulle concentrazioni calcolate presso alcuni recettori, selezionati in funzione dei tracciati percorsi dalle navi e delle strade percorse dal traffico veicolare indotto dall'attività portuale.

Un'ulteriore elaborazione dei risultati del modello consentirà la rappresentazione grafica tramite mappe di distribuzione delle concentrazioni dei contaminanti al livello del suolo, che permetterà, come è negli scopi delle rappresentazioni grafiche in genere, la percezione di informazioni in maniera rapida e sintetica, e permetterà inoltre di apprezzare la distribuzione territoriale delle manifestazioni dell'impianto in esame.

È opportuno ricordare che gli impatti nel medio periodo saranno ulteriormente ridotti a seguito della realizzazione del sistema di *cold ironing* sulle banchine della Piattaforma Logistica Fusina, che permetterà di eliminare le emissioni di inquinanti relative alla fase di stazionamento delle navi.

Si precisa che rispetto allo studio modellistico già depositato, oggetto di approvazione con 2524 del 11 dicembre 2012, lo scenario di valutazione è stato adattato alle previsioni progettuali nel frattempo evolute in risposta alle mutate condizioni del contesto programmatico di riferimento, come descritto nello studio di impatto ambientale.

2 RIFERIMENTI LEGISLATIVI

Nel presente capitolo viene proposto un breve inquadramento normativo in materia di qualità dell'aria al fine di focalizzare l'attenzione sulla problematica in oggetto ed avere il background legislativo che consenta di valutare gli effetti sul territorio delle emissioni prodotte dallo stabilimento.

2.1 VALORI LIMITE DI QUALITÀ DELL'ARIA

La normativa nazionale di riferimento è costituita dal D.lgs. n. 155 del 13 agosto 2010 "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa". Al fine della valutazione della qualità dell'aria, tale decreto stabilisce i seguenti parametri:

- Valore limite - livello fissato in base alle conoscenze scientifiche, incluse quelle relative alle migliori tecnologie disponibili, al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi per la salute umana o per l'ambiente nel suo complesso, che deve essere raggiunto entro un termine prestabilito e che non deve essere successivamente superato;
- Valore obiettivo - livello fissato al fine di evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana o per l'ambiente nel suo complesso, da conseguire ove possibile, entro un data prestabilita;
- Periodo di mediazione: periodo di tempo durante il quale i dati raccolti sono utilizzati per calcolare il valore riportato.

In particolare, il Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155 definisce (Allegato XI) i valori limite per il Biossido di Zolfo, il Biossido di Azoto, gli ossidi di Azoto, il particolato (PM10 e PM2.5), il Piombo, il Benzene e il Monossido di Carbonio. Il decreto abroga di fatto tutto il corpo normativo previgente sulla qualità dell'aria pur non portando modifiche ai valori limite/obiettivo per gli inquinanti già normati da leggi precedenti. L'allegato XIII definisce invece i valori obiettivo per la protezione della salute umana per Arsenico, Cadmio, Nichel e Benzo(a)pirene. Nella tabella seguente sono indicati, per gli inquinanti considerati, il periodo di mediazione, il valore limite e la data entro il quale il limite deve essere raggiunto.

Inquinante	Livello di protezione	Periodo di mediazione	Valore limite	Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto
SO ₂	Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	350 µg/m ³ da non superare più di 24 volte per l'anno civile (corrisponde al 99,73° percentile)	1° gennaio 2005

Inquinante	Livello di protezione	Periodo di mediazione	Valore limite	Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto
	Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	24 ore	125 µg/m ³ da non superare più di 3 volte per l'anno civile (corrisponde al 99,18° percentile)	1° gennaio 2005
	Valore limite per la protezione della vegetazione	Anno civile e Inverno (1° ottobre – 31 marzo)	20 µg/m ³	-
NO₂	Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	200 µg/m ³ NO ₂ da non superare più di 18 volte per l'anno civile (corrisponde al 99,8° percentile)	1° gennaio 2010
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	40 µg/m ³ NO ₂	1° gennaio 2010
NO_x	Valore limite per la protezione della vegetazione	Anno civile	30 µg/m ³ NO _x	-
PM10	Valore limite orario per la protezione della salute umana	24 ore	50 µg/m ³ da non superare più di 35 volte per l'anno civile (corrisponde al 90,4° percentile)	1° gennaio 2005
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	40 µg/m ³	1° gennaio 2005
PM2.5	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	25 µg/m ³	1° gennaio 2015
Piombo	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	0,5 µg/m ³	1° gennaio 2005
Benzene	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	5 µg/m ³	1° gennaio 2010
CO	Valore limite per la protezione della salute umana	Media massima giornaliera su 8 ore	10 mg/m ³	1° gennaio 2005

Inquinante	Livello di protezione	Periodo di mediazione	Valore limite	Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto
Arsenico	Valore obiettivo per la protezione della salute umana	Riferito al tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione PM10, calcolato come media su un anno civile	6 ng/m ³	31 dicembre 2012
Cadmio	Valore obiettivo per la protezione della salute umana		5 ng/m ³	31 dicembre 2012
Nichel	Valore obiettivo per la protezione della salute umana		20 ng/m ³	31 dicembre 2012
Benzo (a)pirene	Valore obiettivo per la protezione della salute umana		1 ng/m ³	31 dicembre 2012

2.2 ZONIZZAZIONE DEL TERRITORIO COMUNALE

Con deliberazione n. 902 del 4/4/2003 la Giunta Regionale ha adottato il Piano Regionale di Tutela e Risanamento dell'Atmosfera, in ottemperanza a quanto previsto dalla legge regionale 16/4/1985, n. 33 e dal D.lgs. 351/1999. Tale documento è stato approvato in via definitiva dal Consiglio Regionale con deliberazione n. 57 dell'11/11/2004.

Con D.G.R. n. 3195 del 17/10/2006 il comitato di Indirizzo e Sorveglianza, organismo istituito dal PRTRA, ha approvato l'aggiornamento della zonizzazione dell'intero territorio veneto, basata sulla densità emissiva di ciascun Comune e che aveva suddiviso il territorio in:

- A1 Agglomerato: Comuni con densità emissiva superiore a 20 t/anno per km²;
- A1 Provincia: Comuni con densità emissiva compresa tra 7 e 20 t/anno per km²;
- A2 Provincia: Comuni con densità emissiva inferiore a 7 t/anno per km²;
- C: Comuni situati ad un'altitudine superiore ai 200 m s.l.m. (senza problematiche dal punto di vista della qualità dell'aria).

In base a tale classificazione, il Comune di Venezia ricadeva in zona A1 Agglomerato, caratterizzato perciò da una densità emissiva superiore a 20 t/anno per km².

Con D.G.R. n. 1855 del 29/12/2020 è stata approvata la revisione della zonizzazione dell'intero territorio veneto.

Con l'entrata in vigore del D.lgs. 155/2010 sono state introdotte importanti novità in materia di qualità dell'aria, a partire dalla metodologia di riferimento per la caratterizzazione delle zone (zonizzazione) quale presupposto di riferimento e passaggio decisivo per le successive attività di valutazione e pianificazione. La nuova normativa fornisce alle regioni gli indirizzi, i criteri e le procedure per

provvedere ad adeguare le zonizzazioni in atto ai nuovi criteri, tramite l'elaborazione e l'adozione di un progetto di zonizzazione.

In particolare, l'art. 3, lettera d), del D.lgs. 155/2010 stabilisce che: la zonizzazione del territorio richiede la previa individuazione degli agglomerati e la successiva individuazione delle altre zone. Gli agglomerati sono individuati sulla base dell'assetto urbanistico, della popolazione residente e della densità abitativa. Le altre zone sono individuate, principalmente, sulla base di aspetti come il carico emissivo, le caratteristiche orografiche, le caratteristiche meteo-climatiche e il grado di urbanizzazione del territorio, al fine di individuare le aree in cui uno o più di tali aspetti sono predominanti nel determinare i livelli degli inquinanti e di accorpate tali aree in zone contraddistinte dall'omogeneità degli aspetti predominanti.

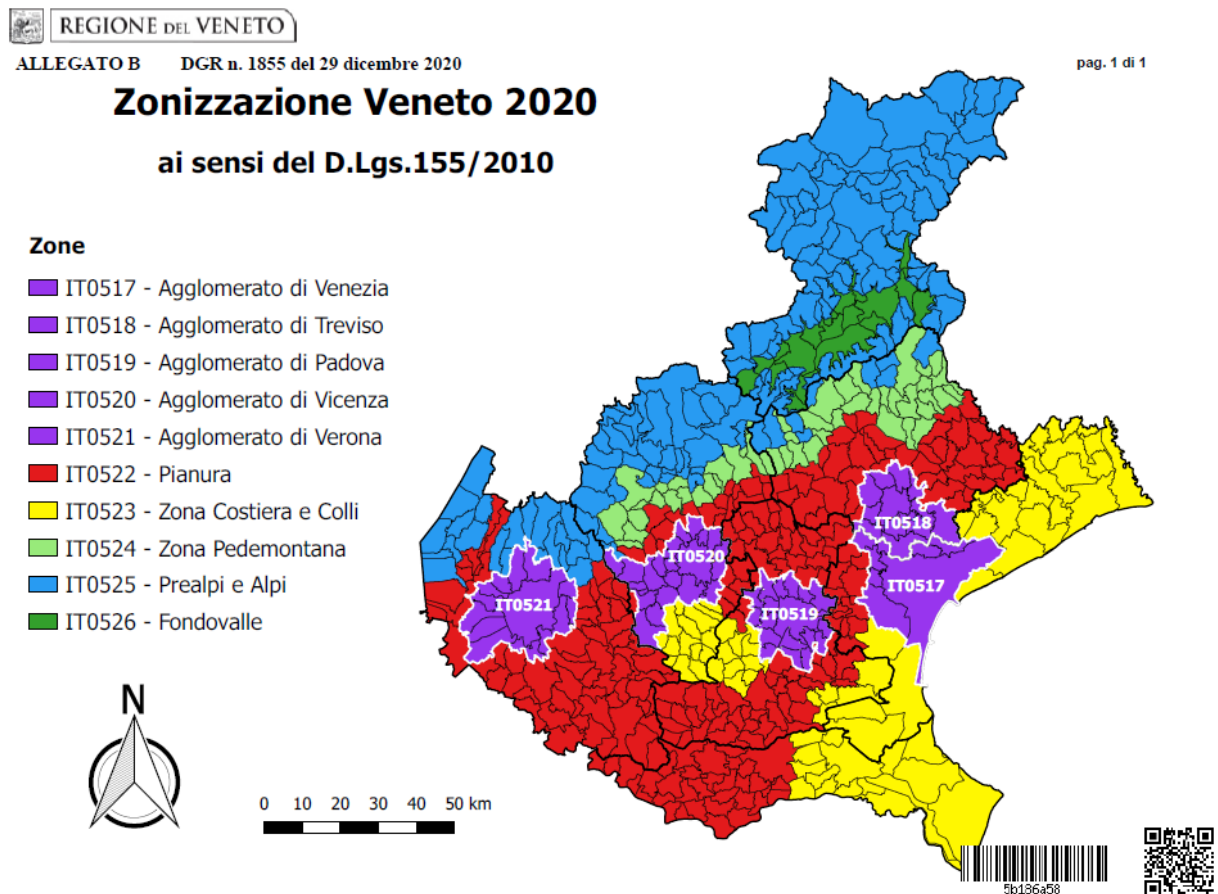


Figura 2.1: Riesame della zonizzazione del Veneto secondo il D.Lgs. 155/2010 (fonte. Regione del Veneto)

Pertanto, in accordo con le disposizioni del D.lgs. 155/2010 ed alla luce delle analisi e delle valutazioni svolte dalla Regione del Veneto, è stata definita la nuova zonizzazione del territorio (cfr. Figura 2.1), comprendente le seguenti zone:

- Agglomerato di Venezia;
- Agglomerato di Treviso;
- Agglomerato di Padova;
- Agglomerato di Vicenza;
- Agglomerato di Verona;
- Pianura e Capoluogo Bassa Pianura;
- Bassa Pianura e Colli;
- Zona pedemontana;
- Prealpi e Alpi;
- Val Belluna.

Il comune di Fossalta di Venezia (IT0517) ricade nell'Agglomerato di Venezia.

3 QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

3.1 EMISSIONI

L'inventario delle emissioni in atmosfera rappresenta uno strumento a supporto della gestione della qualità dell'aria a livello regionale, in quanto raccoglie in un unico database i valori delle emissioni, disaggregati per:

- attività (ad es. trasporti, allevamenti, industria);
- unità territoriale (regione, provincia, comune);
- intervallo temporale (generalmente annuale);
- combustibile utilizzato (benzina, gasolio, metano, ecc.);
- inquinante (NOx, CO, ecc.);
- tipologia di emissione (puntuale, diffusa, ecc.).

L'inventario è redatto e periodicamente aggiornato in ottemperanza all'art. 22 del D.Lgs. 155/2010. In Veneto, lo strumento informatico utilizzato per compilare l'inventario regionale delle emissioni in atmosfera è il database INEMAR (acronimo di INventario EMISSIONI ARia). A partire dall'anno 2006, il software è gestito da un consorzio di Agenzie Ambientali e Amministrazioni Regionali/Provinciali sulla base di una convenzione triennale. Dal 2015 la convenzione è stata presa in carico da ARPAV, quale ente gestore dell'inventario regionale delle emissioni, su incarico della Regione del Veneto. Attualmente i dati delle emissioni calcolati su scala regionale risultano aggiornati al 2019.

I dati emissivi delle principali attività emmissive sono stati quantificati attraverso il software INEMAR ad eccezione de: traffico navale, attività portuali aventi luogo presso i Porti di Venezia e Chioggia, natanti per la navigazione interna, sia lagunare che lacuale, oltre ad altre attività minori. Le modalità di calcolo per le attività d'interesse per la Piattaforma Logistica Fusina sono le seguenti:

- Porti (attività SNAP 08.04.02): ai movimenti navali registrati nel 2019 nei porti di Venezia e Chioggia è stata applicata la procedura di stima delle emissioni contenuta nel *Guidebook EMEP/EEA 2019*, con particolare riferimento al capitolo "1.A.3.d.i, 1.A.3.d.ii, 1.A.4.c.iii, 1.A.5.b - International navigation, national navigation, national fishing and military (shipping)", tradotta in un software appositamente sviluppato dal Dipartimento Regionale Qualità dell'Ambiente, UO Qualità dell'Aria di ARPAV nell'ambito dei progetti europei APICE e CAIMANs e opportunamente modificato nel 2021 per tener conto dell'aggiornamento del *Guidebook*;
- Navigazione interna (attività 08.03.03): le emissioni prodotte dalla navigazione nella laguna di Venezia (inclusi i mezzi del trasporto pubblico locale), nelle aree costiere (Chioggia, Sottomarina, Jesolo) di piccole imbarcazioni sono state stimate utilizzando i fattori di missione del *Guidebook EMEP/EEA 2019*; riguardo i gas ad effetto serra, i fattori di emissione impliciti (ricavati dal rapporto tra emissioni ed indicatori) utilizzati nel *Common Reporting Format (CRF)*, presentato assieme al *National Inventory Report* dall'Italia in occasione della

submission 2019, nel rispetto degli accordi della Convenzione Quadro sui Cambiamenti Climatici delle Nazioni Unite.

Dalla relazione generale dell'*Inventario Regionale delle Emissioni in atmosfera IMEMAR Veneto 2019* le emissioni dell'attività 08.04.04 sono sommate a quelle dell'attività 08.04.02 (la distinzione non è rilevante poiché nell'inventario regionale sono stimate le emissioni relative alle sole fasi di manovra come il percorso dalle bocche di porto agli ormeggi e lo stazionamento delle navi in porto).

Le emissioni correlate alle attività portuali e alla navigazione sono comprese nella categoria n. 08 denominata "Altre sorgenti mobili e macchinari" (Tabella 3.1). Secondo le informazioni tratte dall'*Inventario Regionale delle Emissioni in atmosfera IMEMAR Veneto 2019*, è stato analizzato l'impatto per l'anno 2019 su scala provinciale, quindi su tutto il territorio afferente alla Città Metropolitana di Venezia; ne emerge che tale categoria incide significativamente per gli NO_x, in quanto è responsabile per il 37% delle emissioni totali ed offre contributi di una certa rilevanza anche per CO, PM10, PM2.5 e PTS (polveri totali).

Per quanto riguarda specificatamente il territorio Provinciale di Venezia, dal sito di INEMAR – Regione Veneto¹ sono state estratte le tonnellate annue di inquinanti rilasciati in atmosfera per le attività definite come traffico marittimo nazionale, traffico marittimo internazionale e navigazione interna, sempre in riferimento all'anno 2019.

Confrontando tali quantitativi con le emissioni totali rientranti nella categoria "Altre sorgenti mobili e macchinari", risulta che le attività portuali impattano in percentuali variabili sul totale della suddetta categoria, più precisamente da circa il 24% (CO) al 22% (SO₂), da tali risultanze va esclusa la sola ammoniaca il cui contributo è pressoché nullo (Tabella 3.2). Si può inoltre constatare che ognuna delle tre voci incide in maniera differente sul totale delle emissioni rilasciate dalle attività portuali: ad esempio il contributo maggiore di NO_x è fornito dal traffico marittimo nazionale, parametro che rappresenta la voce più significativa anche per il traffico marittimo internazionale, mentre il CO è l'inquinante che incide maggiormente per la tipologia emissiva definita come "vie di navigazione interna".

Tabella 3.1: Emissioni in Provincia di Venezia nel 2019 (Relazione INEMAR 2019, ARPAV)

SETTORE	CO	COV	NH ₃	NO _x	PM10	PM2.5	PTS	SO ₂
	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno
1-Produzione energia e trasform. combustibili	306	64	9	1537	11	8	11	833
2-Combustione non industriale	7158	741	113	800	942	876	989	88
3-Combustione nell'industria	241	53	2	1757	41	28	50	473

¹ Sito web elaborazioni INEMAR: <https://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/aria/inventario-emissioni/risultati-e-mappe-inemar-veneto-2019>

SETTORE	CO	COV	NH ₃	NO _x	PM10	PM2.5	PTS	SO ₂
	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno
4-Processi produttivi	44	3302	9	350	17	13	26	69
5-Estrazione e distribuzione combustibili	-	618	-	-	-	-	-	-
6-Uso di solventi	-	5355	-	2	24	21	35	0
7-Trasporto su strada	3873	983	63	4228	287	198	393	8
8-Altre sorgenti mobili e macchinari	3766	577	0	5136	309	309	309	419
9-Trattamento e smaltimento rifiuti	207	15	14	53	20	19	22	2
10-Agricoltura	-	5	3666	70	22	9	40	-
11-Altre sorgenti e assorbimenti	52	5	4	2	52	40	55	0
Totale	15.648	11.717	3.880	13.936	1.725	1.519	1.930	1.893

Tabella 3.2: Distribuzione percentuale delle emissioni nella Provincia di Venezia nel 2019

SETTORE	CO	COV	NH ₃	NO _x	PM10	PM2.5	PTS	SO ₂
1-Produzione energia e trasform. combustibili	2%	1%	0%	11%	1%	1%	1%	44%
2-Combustione non industriale	46%	6%	3%	6%	55%	58%	51%	5%
3-Combustione nell'industria	2%	0%	0%	13%	2%	2%	3%	25%
4-Processi produttivi	0%	28%	0%	3%	1%	1%	1%	4%
5-Estrazione e distribuzione combustibili	-	5%	-	-	-	-	-	-
6-Uso di solventi	-	46%	-	0%	1%	1%	2%	0%
7-Trasporto su strada	25%	8%	2%	30%	17%	13%	20%	0%
8-Altre sorgenti mobili e macchinari	24%	5%	0%	37%	18%	20%	16%	22%
9-Trattamento e smaltimento rifiuti	1%	0%	0%	0%	1%	1%	1%	0%
10-Agricoltura	-	0%	94%	1%	1%	1%	2%	-
11-Altre sorgenti e assorbimenti	0%	0%	0%	0%	3%	3%	3%	0%
Totale	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

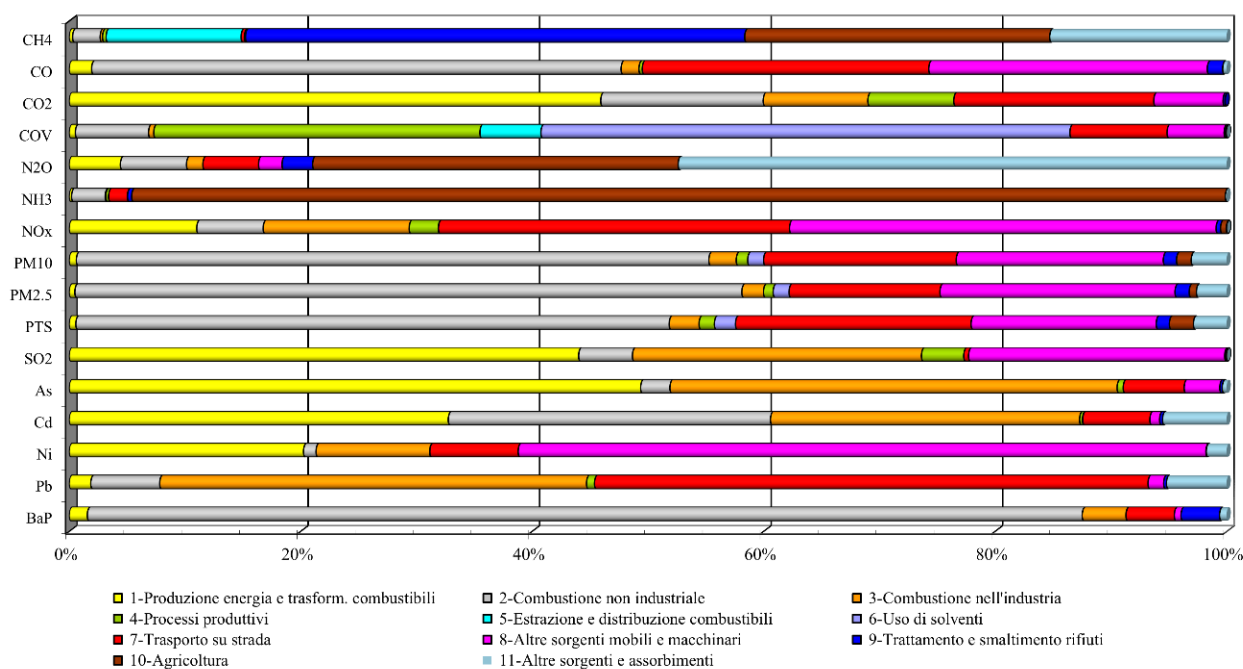


Figura 3.1: Ripartizione delle emissioni degli inquinanti in funzione delle varie categorie di sorgenti emissive

In Tabella 3.3 vengono indicate le emissioni principali estratte dai dati INEMAR del 2019 riferiti al Comune di Venezia, considerando le principali fonti di interesse quali traffico (strade urbane, extraurbane e autostrade), traffico marittimo nazionale, vie di navigazione interna e ferroviaria.

Confrontando tali quantitativi con le emissioni totali rientranti nella categoria “Altre sorgenti mobili e macchinari”, risulta che le attività portuali impattano in percentuali variabili sul totale della suddetta categoria, più precisamente da circa il 24% (CO) al 22% (SO₂), da tali risultanze va esclusa la sola ammoniaca il cui contributo è pressoché nullo. Si può inoltre constatare che ognuna delle tre voci incide in maniera differente sul totale delle emissioni rilasciate dalle attività portuali: ad esempio il contributo maggiore di NO_x è fornito dal traffico marittimo nazionale, parametro che rappresenta la voce più significativa anche per il traffico marittimo internazionale, mentre il CO è l'inquinante che incide maggiormente per la tipologia emissiva definita come “vie di navigazione interna”.

Tabella 3.3: Emissioni da attività portuali nel Comune di Venezia

SETTORE	CO	COV	NH ₃	NO _x	PM10	PM2.5	PTS	SO ₂
	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno
Traffico marittimo nazionale	365,64	182,66	0	2.749,68	148,01	148,01	148,01	377,76
Vie di navigazione interna	2.174,33	190,16	0,14	743,05	82,54	82,54	82,54	0,4
Traffico (strade urbane, extraurbane e autostrade)	1.203,23	308,81	20,43	1.150,89	87,32	58,45	119,37	2,52

SETTORE	CO	COV	NH ₃	NO _x	PM10	PM2.5	PTS	SO ₂
	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno
Ferrovia	4,57	1,99	0	22,37	0,62	0,59	0,65	0,24
Totale attività portuali	3.747,77	683,62	20,56	4.665,99	318,5	289,59	350,58	380,92
8-Altre sorgenti mobili e macchinari	2.860	748	0	5.455	313	313	314	442
Rapporto attività portuali/ altre sorgenti mobili e macchinari	71,21%	78,03%	-	74,60%	82,06%	82,06%	81,80%	93,08%

3.2 MONITORAGGIO QUALITÀ DELL'ARIA

3.2.1 RETE DI RILEVAMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

Secondo l'aggiornamento riferito al 2021 del documento "La qualità dell'aria nel comune di Venezia" redatto da ARPAV, la rete di rilevamento della Provincia di Venezia, realizzata secondo i criteri dettati dal D.Lgs. 155/10, risulta composta da cinque stazioni di rilevamento fisse e da due laboratori mobili.

Di questa rete sono presenti cinque stazioni fisse nel Comune di Venezia: in aggiunta a tali stazioni della rete regionale, l'Amministrazione comunale ha finanziato l'installazione della stazione di traffico urbano di Marghera – via Beccaria e della stazione industriale suburbana di Venezia – Punta Fusina, quest'ultima a seguito di una convenzione stipulata con l'AdSPMAS, attiva dal 1° gennaio 2021 (Figura 3.2). I laboratori mobili sono utilizzati per compiere monitoraggi temporanei su aree del territorio non servite dalle centraline o per indagare problematiche particolari anche su indicazione della popolazione.

Le stazioni di riferimento in quanto più vicine al sito in esame sono quelle di Venezia – Punta Fusina, Malcontenta (industriale) a nord-ovest e Venezia – Sacca Fisola (fondo urbano) a est dell'area di intervento. In Tabella 3.4 sono riportati gli inquinanti monitorati dalle diverse stazioni.

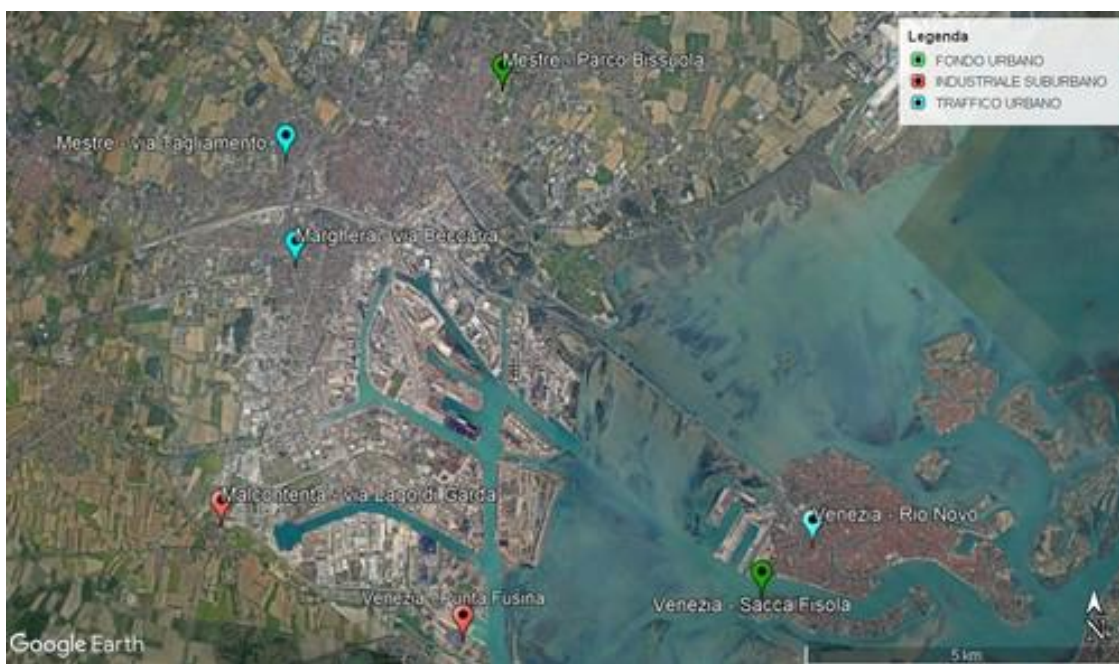














Figura 3.2: Mappa del territorio comunale veneziano con la dislocazione delle stazioni fisse di monitoraggio al 31/12/2021 (fonte: ARPAV – La qualità dell'aria nel comune di Venezia, 2021)

Tabella 3.4: Inquinanti analizzati per ogni stazione del territorio comunale veneziano (fonte: ARPAV 2021)

Stazione	Tipo	SO ₂	NO _x	CO	O ₃	Metodo automatico			Metodo manuale		IPA	Metalli
						BTEX	PM _{2.5}	PM ₁₀	PM _{2.5}	PM ₁₀		
Parco Bissuola - Mestre	FU	X	X		X	X		X	X		X	X
Sacca Fisola - Venezia	FU	X	X		X			X				X
Via Tagliamento - Mestre	TU		X	X				X				
Via Beccaria - Marghera	TU		X	X	X			X				
Via Lago di Garda - Malcontenta	IS	X	X				X	X			X	X
Rio Novo - Venezia	TU		X	X	X			X	X			
Punta Fusina - Venezia	IS	X	X				X	X			X	X
Legenda												
X	Analizzatori presenti durante l'anno 2021											
X	Analizzatori attivati durante l'anno 2021											
X	Misura indicativa											

3.2.2 STATO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA NEL COMUNE DI VENEZIA

Il presente paragrafo riporta delle indicazioni sull'andamento negli ultimi anni (2003-2021) dello stato di qualità dell'aria (Figura 3.3) rilevato nel Comune di Venezia secondo quanto nella relazione di qualità dell'aria redatta nel 2021².

Parametro	Anni considerati	Trend	Criticità 2021
Biossido di zolfo (SO ₂)	2003-2021		
Monossido di carbonio (CO)	2003-2021		
Biossido di azoto (NO ₂)	2003-2021		
Ozono (O ₃)	2003-2021		
Benzene (C ₆ H ₆)	2003-2021		
Benzo(a)pirene	2003-2021		
Particolato atmosferico (PM10 e PM2.5)	2003-2021		
Metalli pesanti(Pb, As, Cd, Ni)	2003-2021		

Legenda







Tendenza nel tempo	Criticità
In miglioramento 	Criticità assente, situazione positiva 
Stabile o oscillante 	Criticità moderata o situazione incerta 
In peggioramento 	Criticità elevata 

Figura 3.3: Trend e criticità al 2021 degli inquinanti monitorati

Si può notare che la situazione generale rimane pressoché stabile per la maggior parte dei contaminanti ad esclusione di biossido di azoto, ozono, benzo(a)pirene e particolato atmosferico che presentano una criticità media o alta.

Biossido di azoto

Per tale composto il numero di superamenti del valore limite orario di 200 µg/m³ da non superare è a pari a 18 volte all'anno, come da D.Lgs. 155/10.

Come si evince dalla Figura 3.4 nel 2009 e nel 2010 non sono stati registrati superamenti, identificati invece nel 2011 presso la stazione di via Tagliamento. Dal 2012 al 2016 sono state misurate alcune ore di superamento presso la stazione di via Beccaria a Marghera, con un numero massimo di 18

² La qualità dell'aria nel Comune di Venezia, Anno 2021. ARPAV

nel corso del 2016, eguagliando il numero massimo di ore di superamento consentite dal D.Lgs. 155/10. Nel triennio 2019 – 2021 sono stati identificati 6 ore di superamento solo presso la stazione di Rio Novo (2019).

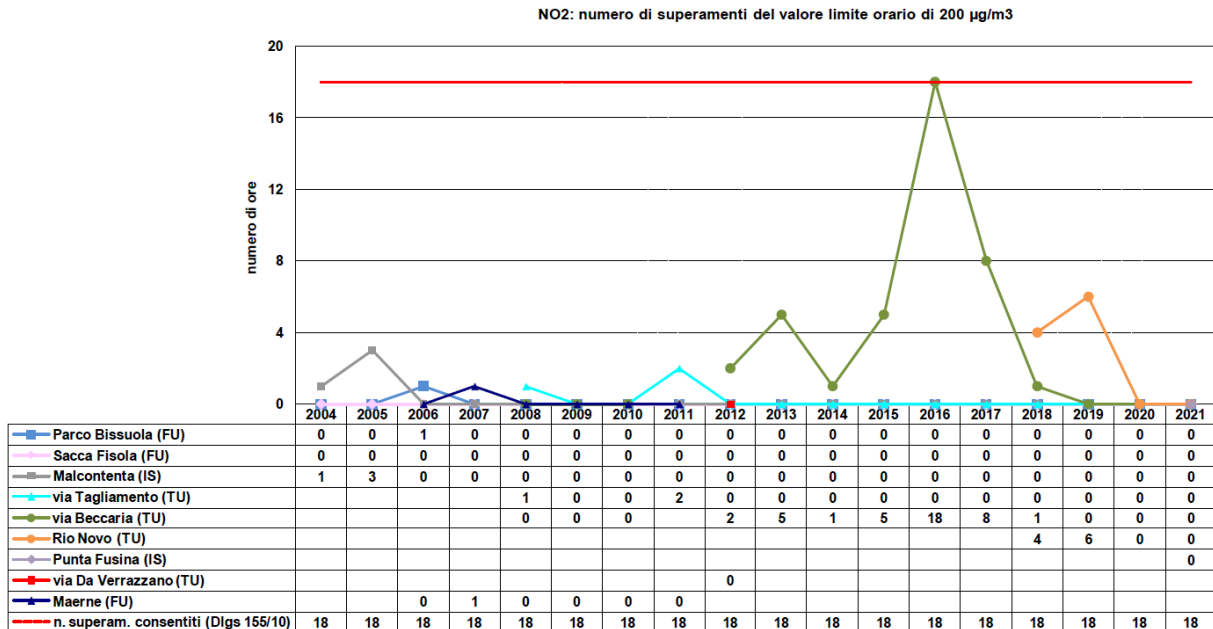


Figura 3.4: Superamenti del valore limite orario di biossido di azoto.

Dal confronto dei valori registrati dal 2004 al 2021 (Figura 3.5) con il limite annuale pari a 40 µg/m³ si notano in particolar modo presso le stazioni di traffico concentrazioni superiori al limite annuale aumentato del margine di tolleranza in particolare:

- dal 2008 al 2012 e nel 2016 e 2017 in via Tagliamento;
- dal 2013 al 2015 in via Beccaria a Marghera;
- dal 2018 al 2019 a Rio Nuovo.

Nel 2016 è stato rilevato un nuovo decremento delle concentrazioni medie presso tutte le stazioni monitorate, ad eccezione della stazione di traffico di via Tagliamento e della stazione di traffico di via Beccaria. Nel 2017 le concentrazioni medie di NO₂ sono rimaste complessivamente piuttosto stazionarie rispetto all'anno precedente ma con un incremento presso le stazioni di Mestre e un decremento presso le stazioni di Marghera e Malcontenta.

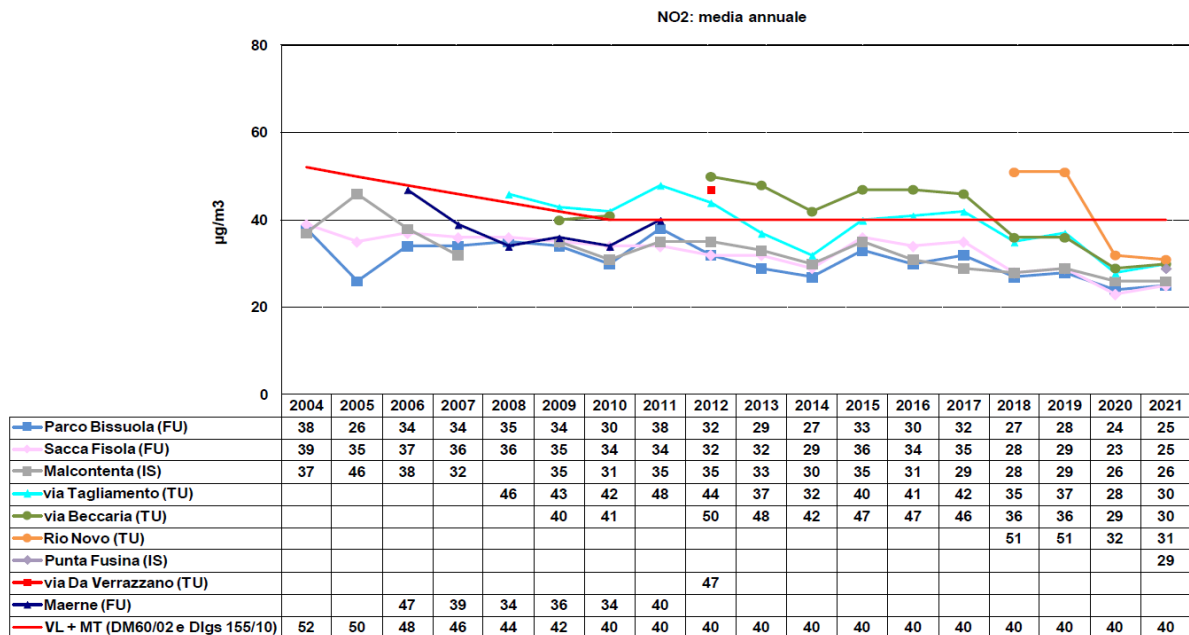


Figura 3.5: Confronto tra le concentrazioni medie annuali di NO₂ in riferimento al valore limite di protezione della salute di 40 µg/m³

Ozono

L'andamento dei giorni di superamento della soglia di informazione oraria (fissata a 180 µg/m³ da D.Lgs. 155/10) per gli anni compresi tra il 2004 ed il 2021 è stata analizzata per 5 stazioni di monitoraggio. Si ricorda che a Marghera il monitoraggio dell'ozono è stato attivato dall'anno 2016 presso la stazione di via Beccaria. A tale proposito dal 2004 al 2021 si conferma un andamento variabile dovuto principalmente all'effetto indotto dalle stagioni estive più o meno calde e ventose.

Nei mesi estivi (giugno, luglio e agosto 2021) il rimescolamento termoconvettivo e frequenti fasi di instabilità hanno determinato condizioni meteo favorevoli alla dispersione delle polveri sottili. Con situazioni anticicloniche e temperature elevate invece si verificano condizioni favorevoli alla formazione di ozono. Complessivamente nel 2021 sono stati registrati superamenti della soglia di informazione durante due giornate presso la stazione di Parco Bissuola, presso la stazione di Sacca Fisola.

La soglia di allarme oraria (fissata a 240 µg/m³ da D.Lgs. 155/10), a parte alcuni superamenti nel 2006-2007, non è più stata superata negli anni successivi fino al 2015. In tale anno è stata registrata 1 ora di superamento presso il Parco Bissuola. Dal 2016 al 2017 non si sono verificati superamenti della soglia di allarme. Dal 2016 al 2021 non si sono verificati superamenti della soglia di allarme.

O3: numero di giorni di superamento della soglia di informazione (Dlgs 155/10)

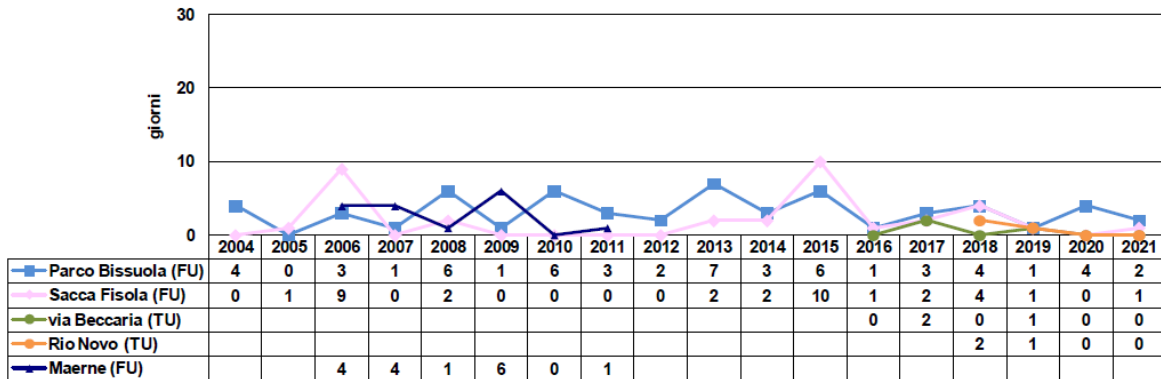


Figura 3.6: Numero di giorni di superamento della soglia di informazione relativa all'ozono

Con riferimento al valore obiettivo per la protezione della salute umana di 120 µg/m³, l'andamento dei superamenti è piuttosto simile a quello della soglia di informazione. Come dalla Figura 3.7 le stazioni che hanno registrato più superamenti negli anni sono quelle di Parco Bissuola e Sacca Fisola a Venezia. Nel 2017 il numero di giorni di superamento del valore obiettivo per l'ozono è aumentato in tutte le stazioni monitorate.

Nel 2018 vi è stato un aumento dei giorni di superamento nelle stazioni di Sacca Fisola e Parco Bissuola, mentre è diminuito nella stazione di via Beccaria. Nel 2019 i giorni di superamento sono diminuiti in tutte le stazioni. Nel 2020 tutte le stazioni, tranne a Sacca Fisola, dove è stato registrato un aumento dei giorni di superamento. Nel 2021 tutte le stazioni, ad eccezione di Rio Novo, il numero di giorni di superamento aumenta. I frequenti superamenti del valore obiettivo di 120 µg/m³, pongono l'ozono tra gli inquinanti critici.

O3: numero di giorni di superamento del valore obiettivo per la protezione della salute umana (Dlgs 155/10)

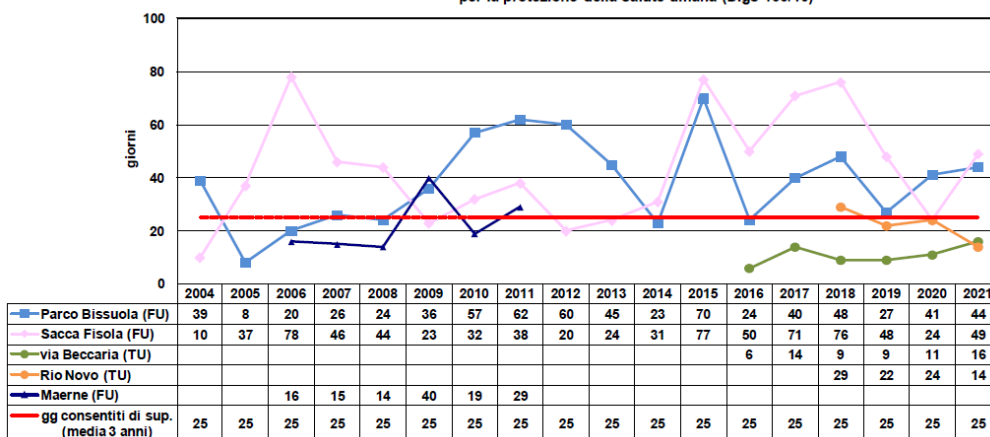


Figura 3.7: Numero di giorni di superamento del valore obiettivo di 120 µg/m³

Benzo(a)pirene

Si riporta il confronto tra le medie annuali della concentrazione di benzo(a)pirene registrate dal 2003 al 2021 in riferimento al valore obiettivo di 1,0 µg/m³. Dalla Figura 3.8 si evince il graduale ma significativo trend di diminuzione della concentrazione dal 2004 al 2010, che ha portato allo stabilizzarsi delle medie annuali su valori prossimi al valore obiettivo di 1.0 µg/m³ previsto dal D. Lgs. 155/10.

Nel 2011 e nel 2012 la media annuale delle concentrazioni rilevate è risultata superiore al valore obiettivo di 1,0 µg/m³ in entrambe le stazioni rimaste di riferimento per detto inquinante. In particolare, il valore misurato nel 2012 a Malcontenta (2.0 µg/m³) resta il più alto in assoluto nel territorio comunale. Dal 2012 al 2014 si è verificato una diminuzione a Parco Bissuola e a Malcontenta con concentrazioni medie annuali valori inferiori o uguali rispetto al valore obiettivo. Tuttavia, nel 2015 le concentrazioni di benzo(a)pirene hanno mostrato un andamento in controtendenza rispetto al biennio precedente, con l'incremento delle concentrazioni medie. Nel 2016 si assiste a una lieve diminuzione delle concentrazioni medie, proseguita nel 2017, confermando pertanto la criticità per questo contaminante.

Nel 2018 si osserva un decremento nelle stazioni di Parco Bissuola e di Malcontenta. Nel 2019 si rileva un nuovo incremento in entrambe le stazioni. Nel 2020 continua l'incremento nella stazione di Malcontenta mentre a Parco Bissuola la concentrazione media del 2020 è uguale a quella del 2019, inferiore al valore obiettivo. Nel 2021 si registra un decremento presso entrambe le stazioni di Parco Bissuola e Malcontenta. A Punta Fusina nel 2021 si registra il valore minimo mai misurato nel ter pari a 0,5 ng/m³

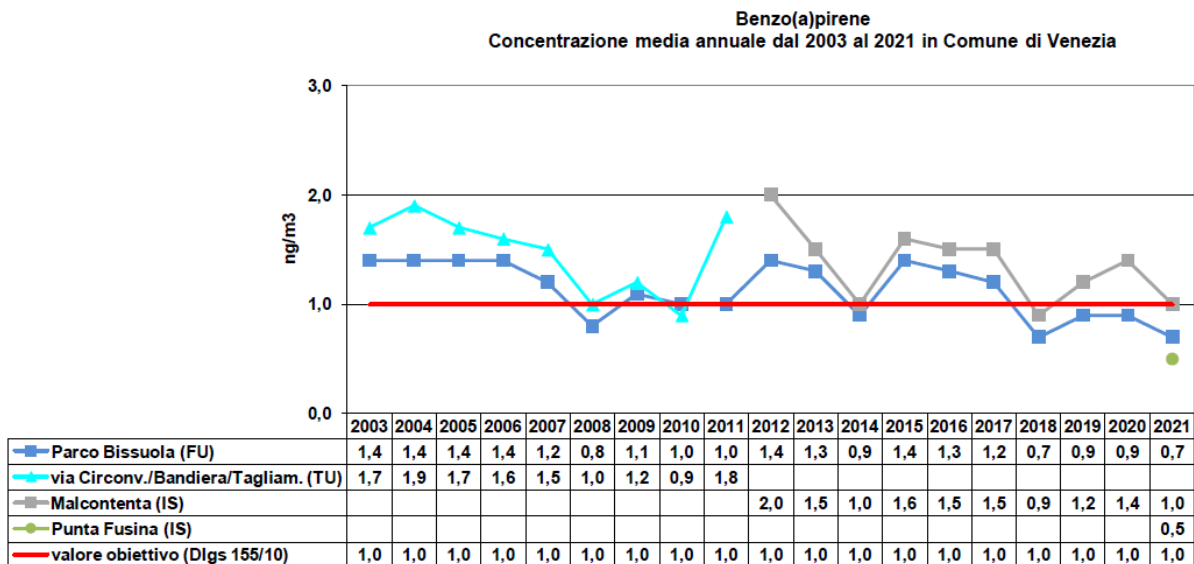


Figura 3.8: Concentrazioni medie annuali di benzo(a)pirene

Particolato atmosferico PM10 e PM2.5

Si evidenzia inoltre che nel 2011 è stata avviata l'analisi di PM10 e PM2.5 presso la stazione di Malcontenta, come previsto dal Piano di monitoraggio regionale della qualità dell'aria, in ottemperanza al D.Lgs. 155/10. Tale decreto richiede, infatti, il monitoraggio delle polveri presso alcune stazioni poste sottovento a specifiche fonti di pressione, come ad esempio zone industriali.

Il confronto del numero di giorni di superamento del valore limite giornaliero di 50 µg/m³ per il PM10 evidenzia un progressivo miglioramento in tutte le stazioni di monitoraggio, ad eccezione di Malcontenta dal 2011 al 2014. Dal 2015 al 2017 l'andamento è complessivamente altalenante.

Nel 2018 si osserva un significativo miglioramento in tutte le stazioni di misura, tranne via Tagliamento, però con il numero massimo di giorni di superamento sempre maggiore ai limiti di legge in tutte le stazioni, ad eccezione di Rio Novo a Venezia.

Nel 2019 e nel 2020 si rileva un peggioramento in tutte le stazioni. Successivamente, nel 2021, si osserva una generale riduzione del numero dei giorni di superamento, che però restano superiori al numero massimo di giorni consentiti, pari a 35 giorni l'anno.

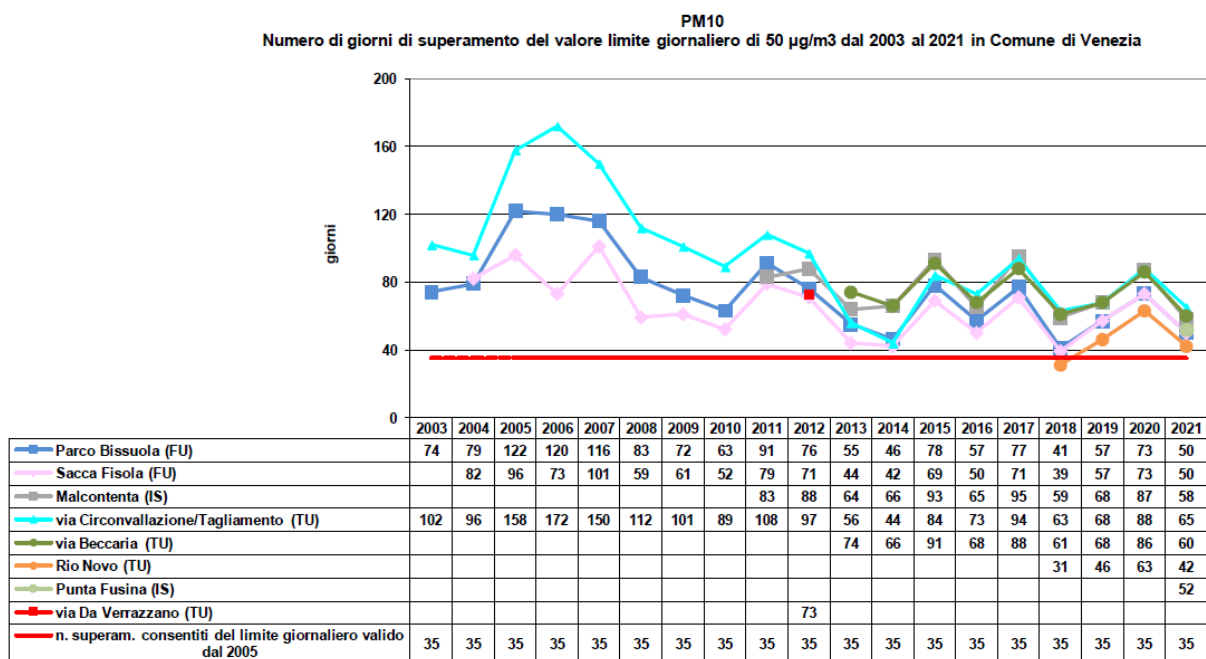


Figura 3.9: Confronto dei superamenti del valore limite giornaliero del PM10, in riferimento ai 35 superamenti consentiti

La serie storica delle concentrazioni medie annuali di PM10, riportata in Figura 3.10, evidenzia la tendenza ad una diminuzione della concentrazione, fino ad arrivare nel 2010 a valori inferiori al valore limite annuale in tutte le stazioni di monitoraggio. Al contrario, nel 2011 tutte le stazioni hanno rilevato un aumento delle concentrazioni medie. Dal 2011 al 2014 le concentrazioni medie sono

tornate a diminuire progressivamente e sensibilmente in tutte le stazioni monitorate, ad eccezione di Malcontenta che ha registrato un lieve incremento dal 2013 al 2014. La concentrazione media nel biennio 2013 - 2014 è diminuita ulteriormente in tutte le stazioni, tranne che presso la stazione di Malcontenta.

La concentrazione media nel biennio 2013 - 2014 è diminuita ulteriormente in tutte le stazioni, tranne che presso la stazione di Malcontenta. Il decremento delle concentrazioni medie di PM10 rilevato nel 2016 vede nuovamente tutte le stazioni di monitoraggio a valori inferiori al valore limite annuale. La stazione industriale di Malcontenta e le stazioni di traffico di via Tagliamento e via Beccaria misurano mediamente concentrazioni leggermente superiori rispetto alle stazioni di background (Parco Bissuola a Mestre e Sacca Fisola a Venezia). Nel 2017 le concentrazioni medie annuali aumentano rispetto al 2016 in tutte le stazioni della rete. Le stazioni di Malcontenta e via Tagliamento fanno registrare concentrazioni medie pari al valore limite annuale di 40 µg/m³ mentre le altre stazioni misurano valori medi leggermente inferiori al valore limite.

Nel 2019 le concentrazioni medie annuali di PM10 restano sostanzialmente costanti rispetto al 2018. Nel 2020 si osserva un incremento in tutte le stazioni ad eccezione di Sacca Fisola e Rio Novo. Nel 2021 si ha un decremento generalizzato, tanto che il PM10 ha raggiunto il minimo storico dal 2003 in quasi tutte le stazioni.

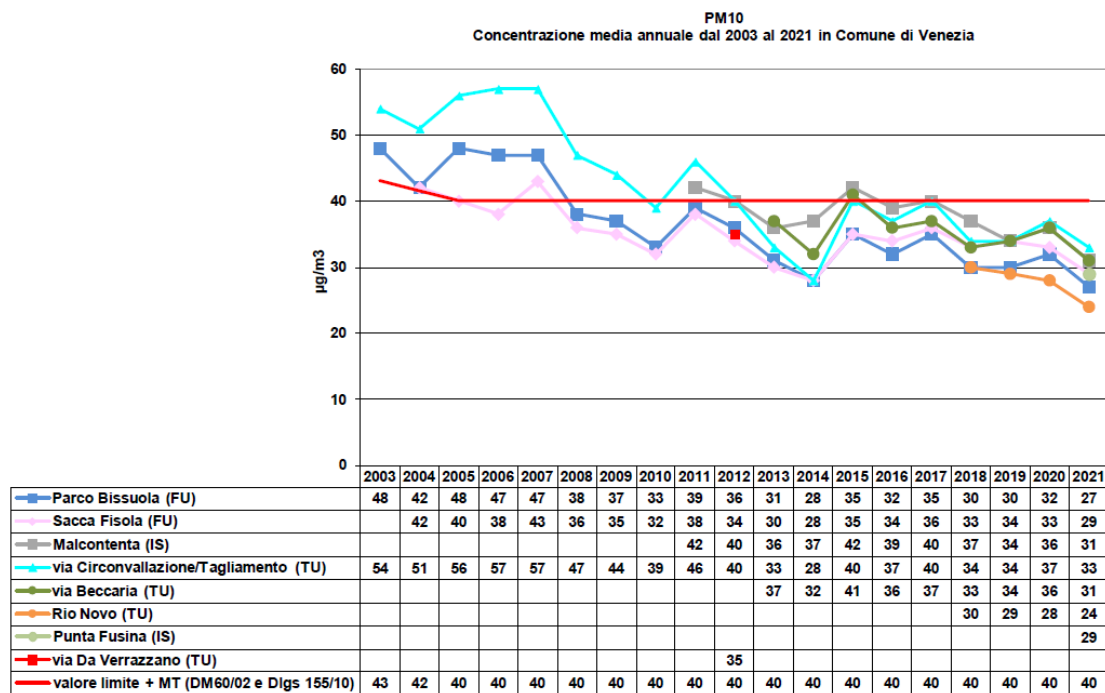


Figura 3.10: Confronto tra le concentrazioni medie annuali di PM10 in riferimento al valore limite annuale

Dal confronto delle concentrazioni medie annuali di PM2.5, in riferimento al valore limite annuale di 25 µg/m³ da raggiungere al 1 gennaio 2015, in vigore da giugno 2008 con un margine di tolleranza decrescente di anno in anno (D.Lgs. 155/10 e Decisione 2011/850/UE), valgono considerazioni simili a quelle del parametro PM10: si osserva una progressiva diminuzione delle concentrazioni medie dal 2005 al 2010, un incremento nel 2011 e una successiva diminuzione dal 2012 al 2014.

Al contrario nel 2015 si osserva un incremento in entrambe le stazioni di misura del Comune di Venezia, con concentrazioni medie nuovamente superiori al valore limite. La riduzione delle concentrazioni medie registrata nel 2016 anche per questo parametro porta a un valore medio di 25 µg/m³ a Parco Bissuola, pari al valore limite annuale, e ad un valore medio di 27 µg/m³ a Malcontenta, superiore al valore limite annuale. Nel 2017 entrambe le medie annuali registrano un nuovo incremento di 2 µg/m³, superando quindi il valore limite annuale.

Nel 2018 e nel 2019 nelle stazioni di Parco Bissuola e Malcontenta, si registrano riduzioni delle concentrazioni delle medie annuali, inferiori o uguali al valore limite. Nel 2021 è stato attivato il monitoraggio per il PM2.5 nella stazione industriale di Venezia Punta Fusina nella quale, come in tutte le altre stazioni, si osserva un decremento generalizzato che porta le concentrazioni medie annuali al minimo storico, inferiore al valore limite annuale. Tale parametro resta perciò tra quelli che destano ancora particolare attenzione per la criticità riscontrata.

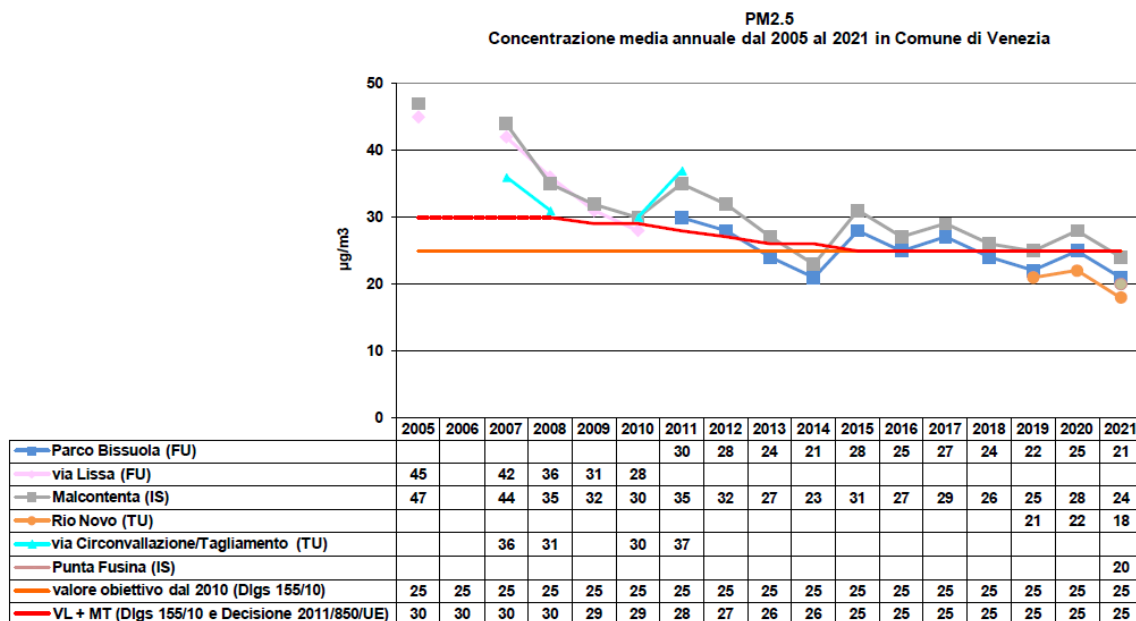


Figura 3.11: Confronto tra le concentrazioni medie annuali di PM2.5 in riferimento al valore limite annuale

3.2.2.1 CARATTERIZZAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA PER IL SITO DI FUSINA - 2021

Come richiesto dal Ministero della Transizione Ecologica con il parere U.0008444 in data 4 novembre 2022, nel presente paragrafo è stata effettuata la caratterizzazione della qualità dell'aria nelle

stazioni di qualità dell'aria interne al dominio di calcolo impostato per la simulazione modellistica, evidenziata in rosso nella Figura 3.12. L'analisi verte sull'anno 2021.

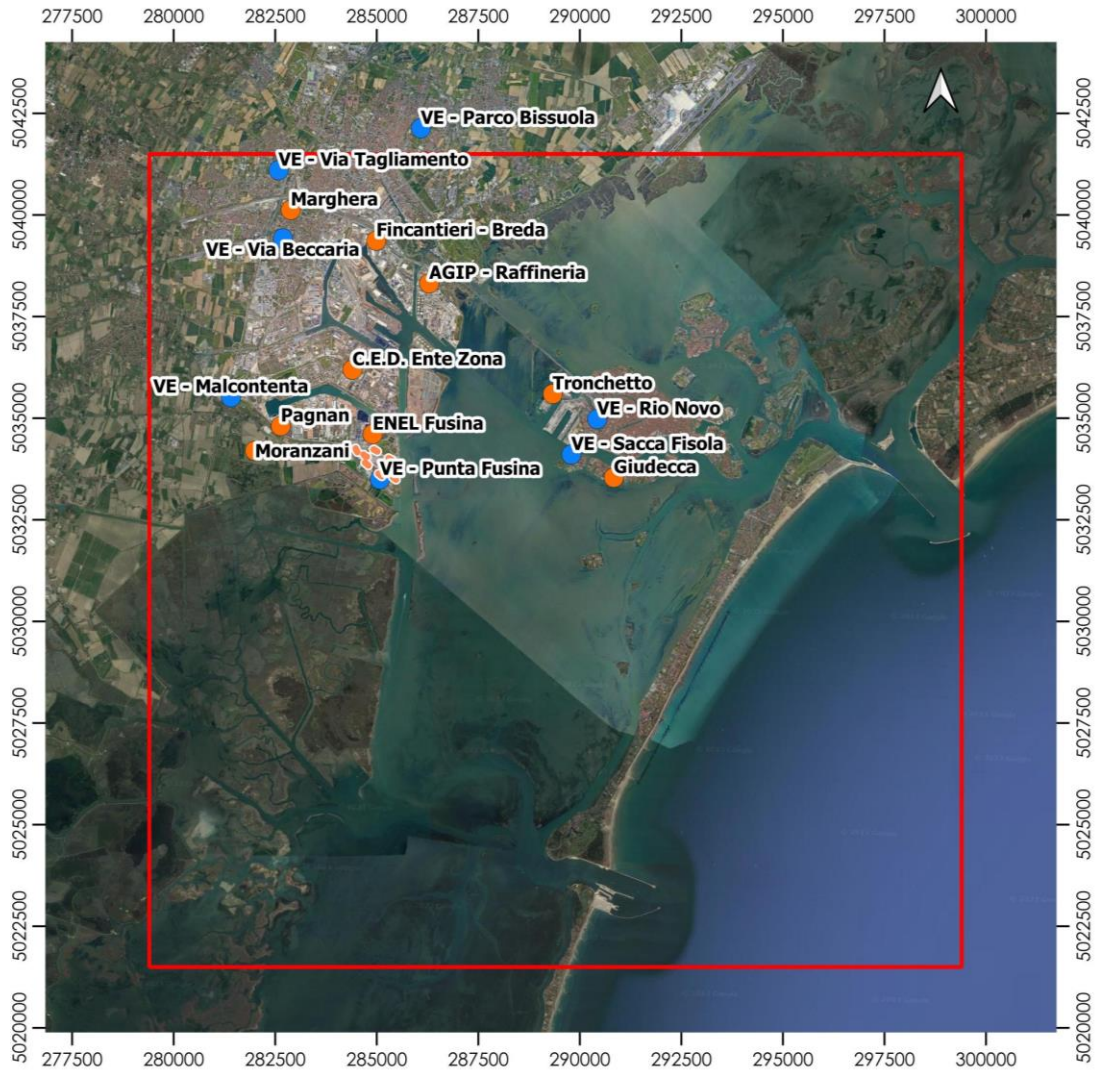
Le stazioni di riferimento sono 6 stazioni di ARPAV (Tabella 3.5) e 9 stazioni dell'Ente Zona Industriale Marghera (EZIM - Tabella 3.6). La stazione ARPA di Venezia Parco Bissuola non viene considerata trovandosi al di fuori del dominio di calcolo utilizzato per le simulazioni modellistiche.

Tabella 3.5: Stazioni di monitoraggio ARPAV



Stazione	Longitudine	Latitudine	Tipo zona	Tipo stazione	Inquinanti
VE - Punta Fusina	12,25284576	45,42194958	Suburbana	Industriale	NO ₂ , NO _x , SO ₂ , O ₃ , PM ₁₀ , PM _{2.5} , Benzo(a)pirene, Pb, Cd, Ni, As
VE - Sacca Fisola	12,31275558	45,42887709	Urbana	Fondo	NO ₂ , NO _x , SO ₂ , O ₃ , PM ₁₀ , Pb, Cd, Ni, As
VE - Malcontenta	12,2051239	45,43899574	Suburbana	Industriale	NO ₂ , NO _x , SO ₂ , PM ₁₀ , PM _{2.5} , Benzo(a)pirene, Pb, Cd, Ni, As
VE - Rio Novo	12,32048035	45,43688783	Urbana	Traffico	NO ₂ , NO _x , CO, O ₃ *, PM ₁₀
VE - Via Beccaria	12,21971512	45,47451711	Urbana	Traffico	NO ₂ , NO _x , CO, O ₃ , PM ₁₀
VE - Via Tagliamento	12,21761227	45,48954674	Urbana	Traffico	NO ₂ , NO _x , CO, PM ₁₀
VE - Parco Bissuola	12,26194382	45,49988011	Urbana	Fondo	NO ₂ , NO _x , SO ₂ , O ₃ , PM ₁₀ , PM _{2.5} , Benzo(a)pirene, Pb, Cd, Ni, As, Benzene
San Donà di Piave	12,58930206	45,62904479	Urbana	Fondo	NO ₂ , NO _x , O ₃ , PM ₁₀ , PM _{2.5} , Benzo(a)pirene, Pb, Cd, Ni, As

Tabella 3.6: Stazioni di monitoraggio EZIM



Stazione	Longitudine	Latitudine	Numero della stazione	Area	Inquinanti
Fincantieri - Breda	12,2491167	45,4747056	3	Zona Industriale	SO ₂
AGIP-Raffineria	12,26623056	45,4573389	5	Zona Industriale	SO ₂ , PM ₁₀
Enel Fusina	12,25006111	45,4318889	8	Zona Industriale	SO ₂ , NO _x , O ₃
C.E.D. Ente Zona	12,2430194	45,4459944	15	Zona Industriale	SO ₂ , PM ₁₀ , NHMC
Pagnan	12,2211000	45,4329889	28	Zona Industriale	SO ₂ , NO _x , PM _{2.5}
Marghera	12,22190833	45,4808528	17	Quartiere urbano	SO ₂
Tronchetto	12,30625833	45,4421306	19	Centro storico Venezia	SO ₂
Giudecca	12,32632778	45,4274222	21	Centro storico Venezia	SO ₂
Moranzani	12,21323611	45,4273167	25	Zona extraurbana	SO ₂
Campagna Lupia	12,11813056	45,4308167	26	Zona extraurbana	SO ₂ , NO _x , PM ₁₀



Area di Studio

-  Area di interesse
-  Dominio di calcolo

Reti di monitoraggio Qualità dell'Aria

-  Stazioni EZIM
-  Stazioni ARPAV

Base Cartografica

Ortofoto Google Satellite (2021)

Figura 3.12: Rete di monitoraggio della qualità dell'aria

Nella figura seguente sono inquadrati le stazioni limitrofe all'area di progetto.

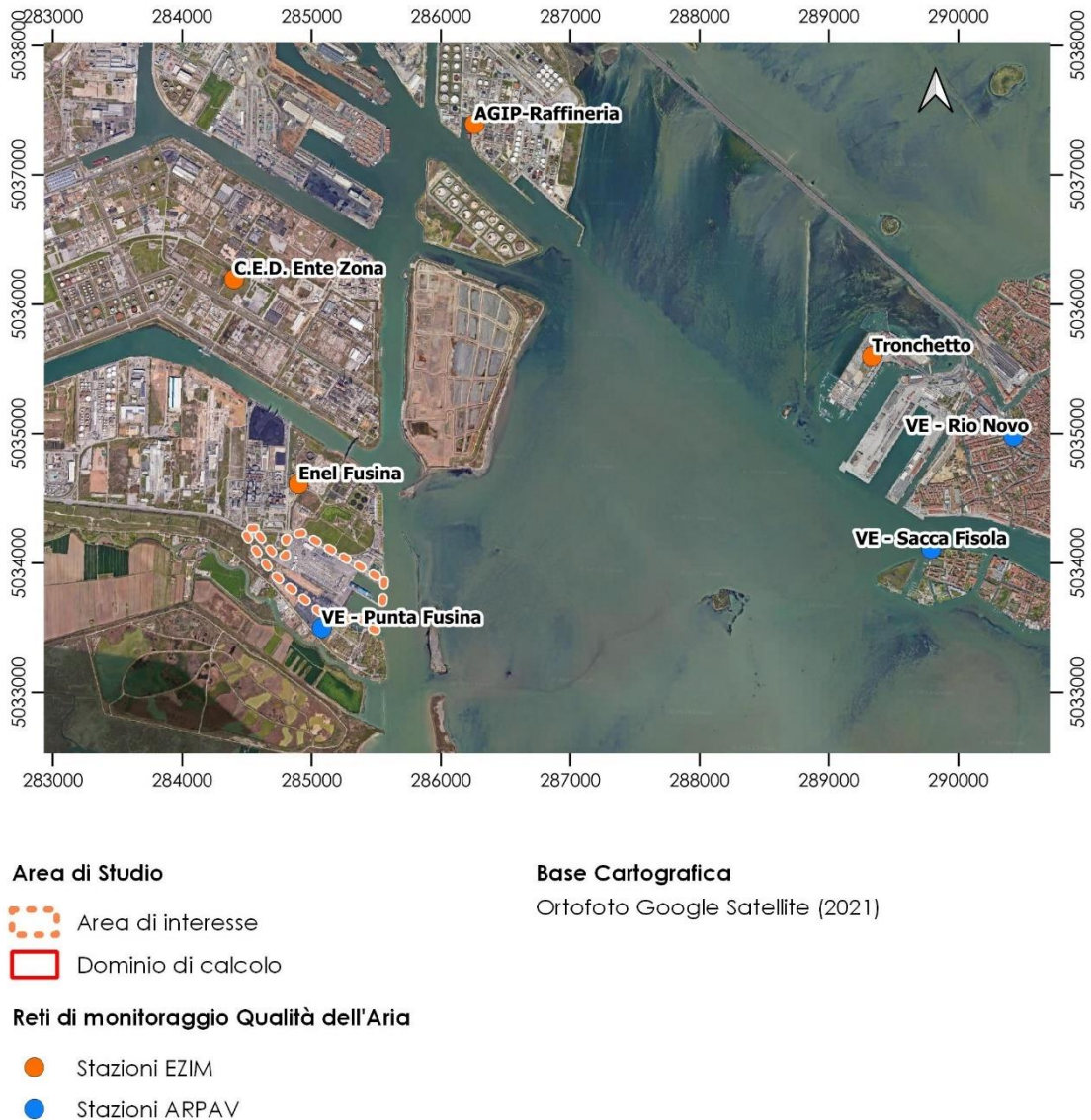


Figura 3.13: Dettaglio rete di monitoraggio della qualità dell'aria

3.2.2.2 STAZIONI ARPAV

Di seguito saranno analizzati i dati delle concentrazioni rilevate nelle stazioni di ARPA presenti nella "Relazione regionale della qualità dell'aria", nel corso dell'anno 2021.

Biossido di azoto

Nella valutazione dei livelli di biossido di azoto, nelle stazioni di Venezia si osserva che il limite annuale di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ non è stato superato da nessuna centralina della rete. Dal grafico di cui alla figura seguente si osserva che le concentrazioni medie annuali sono inferiori di circa $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ rispetto al valore limite annuale.

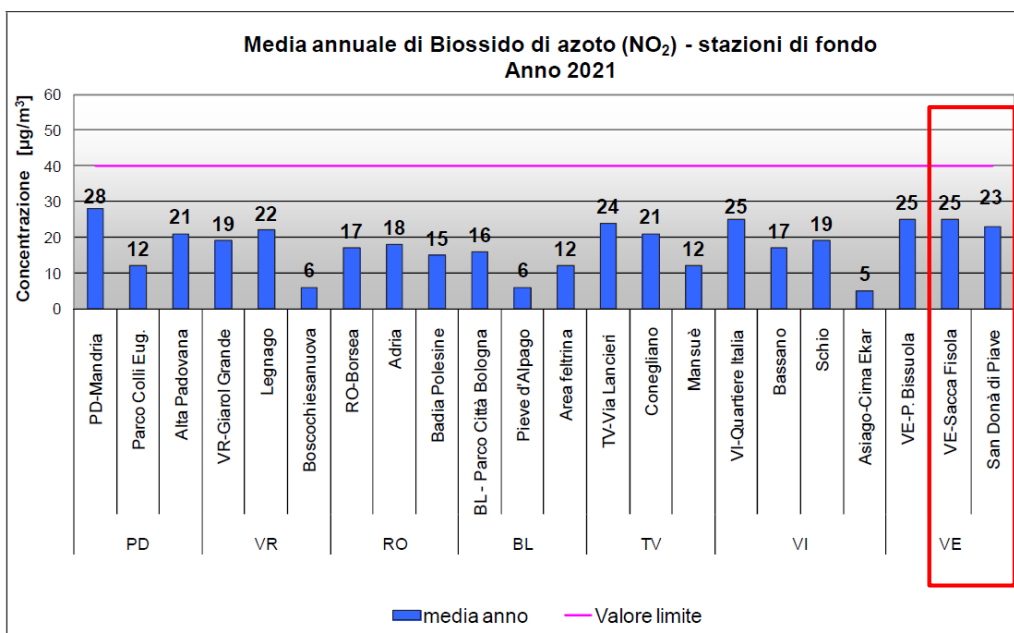


Figura 3.14: Media annuale delle stazioni di fondo, NO₂, anno 2021

In riferimento alle stazioni di traffico e industriali (Figura 3.15), la media annuale ha un leggero incremento nelle stazioni evidenziate ma rimane inferiore al valore limite annuale (40 µg/m³).

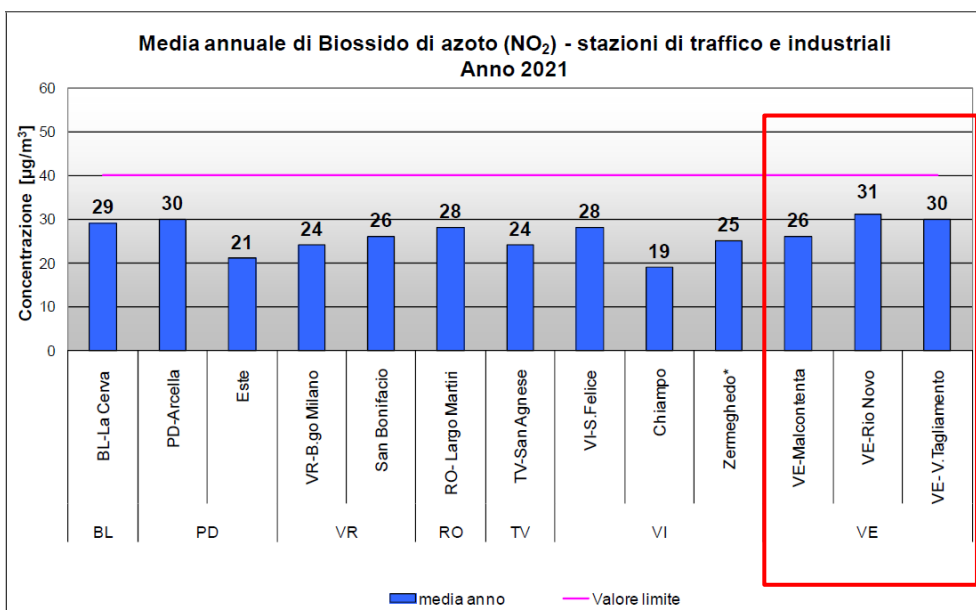


Figura 3.15: Media annuale delle stazioni di traffico e industriali, NO₂, anno 2021

Ozono

L'analisi dell'ozono parte dalla valutazione dei superamenti della soglia di informazione di 180 µg/m³: tale superamento è rischioso per la salute umana in particolare sulla popolazione più sensibile. Come si osserva dalla Figura 3.16, le concentrazioni di ozono registrate sono ampiamente inferiori alla soglia di informazione.

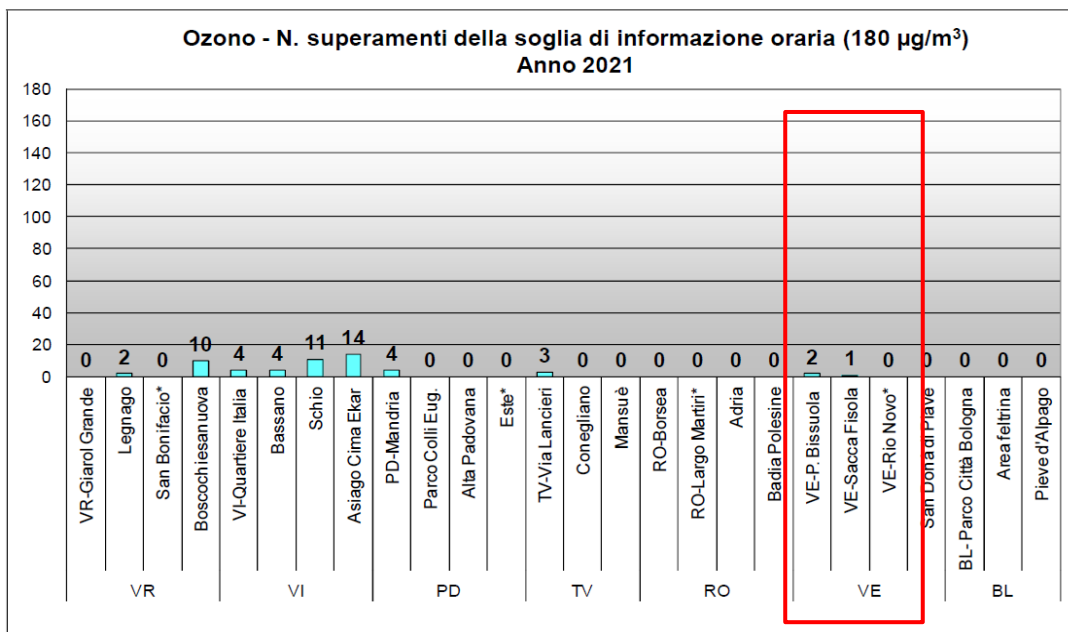


Figura 3.16: Superamenti orari della soglia di informazione dell'ozono per la protezione della salute umana, anno 2021

Benzo(a)pirene

L'analisi delle medie annuali di Benzo(a)pirene nell'anno 2021 nelle diverse tipologie di stazioni riporta il superamento in diversi punti del valore obiettivo di 1,0 ng/m³.

Nelle stazioni di Venezia, l'unica che supera il valore obiettivo è la stazione di San Donà di Piave, con una concentrazione media annuale di 1,1 ng/m³. Il Benzo(a)pirene risulta un parametro critico nella valutazione della qualità dell'aria.

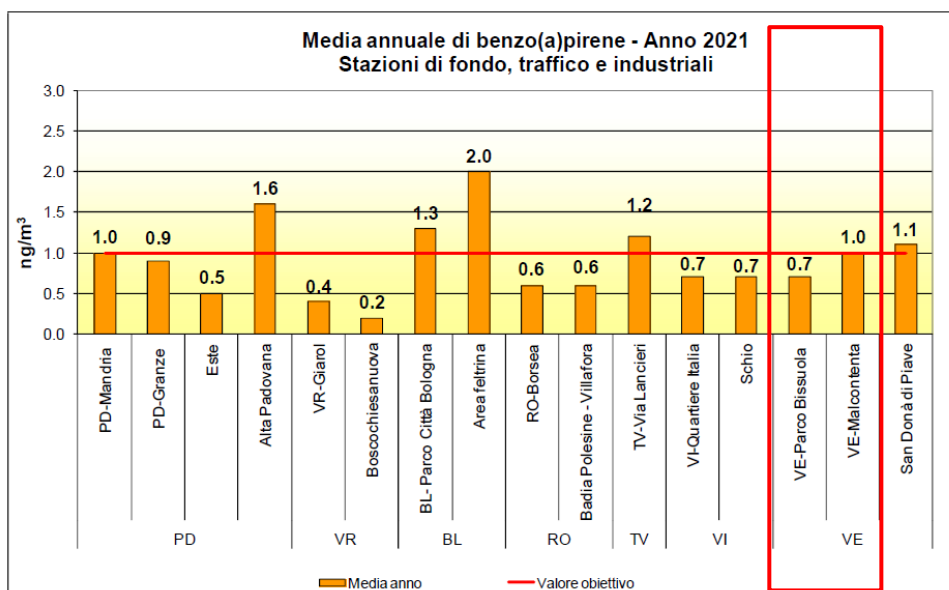


Figura 3.17: Medie annuali del benzo(a)pirene nel 2021

Particolato atmosferico PM10 e PM2.5

Nella seguenti figure si riportano i superamenti del limite giornaliero di 50 µg/m³ stabilito per il PM10. Le stazioni evidenziate in rosso sono quelle che eccedono i 35 superamenti consentiti nell'anno.

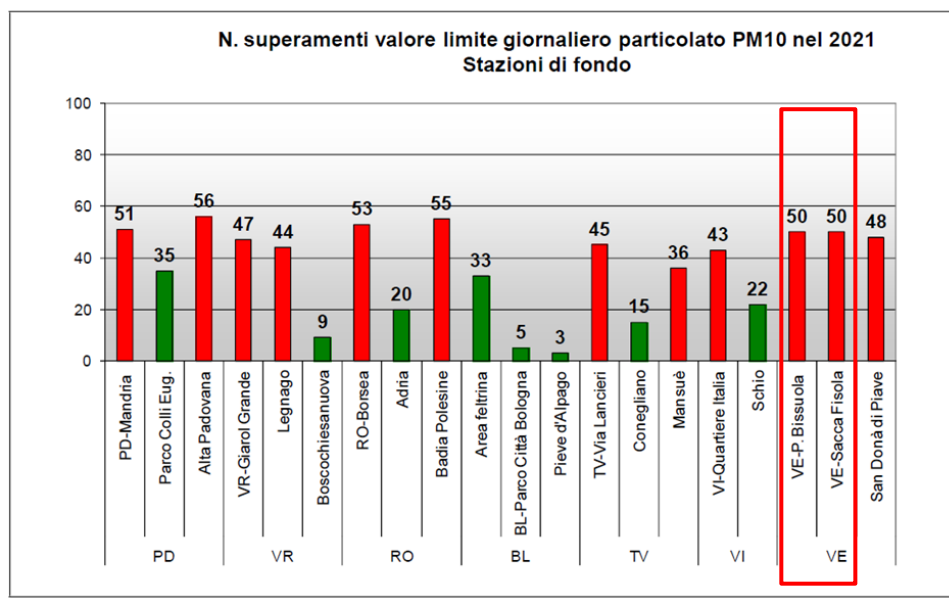


Figura 3.18 Superamenti del valore limite giornaliero del PM10, stazioni di fondo, anno 2021

Per la stazione di Venezia – Via Tagliamento si ha il numero massimo di 65 sforamenti. Nel 2021 questo indicatore risulta il più critico.

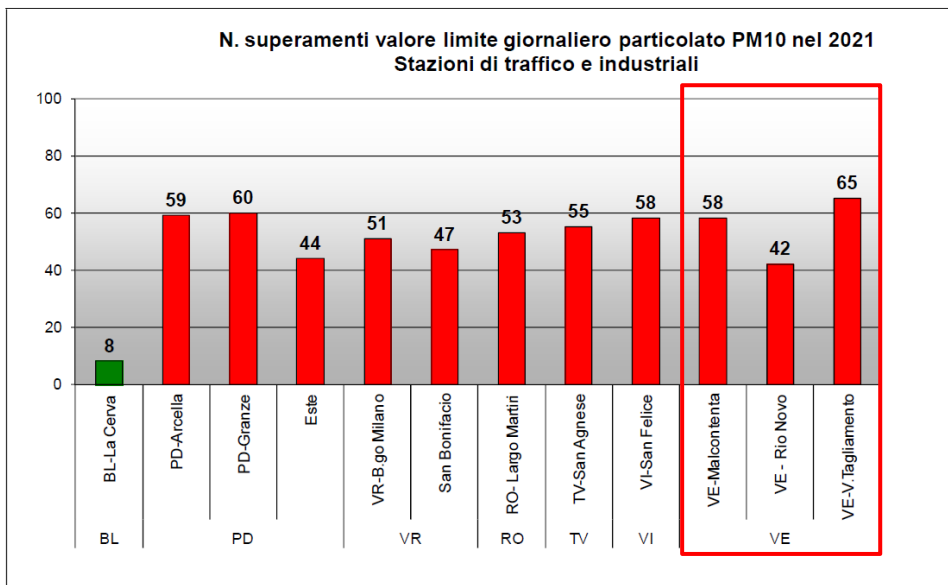


Figura 3.19: Superamenti del valore limite giornaliero del PM10, stazioni di traffico e industriale 2021

In Figura 3.20 e Figura 3.21 è riportata la media annuale rilevata per il PM10, conforme al valore limite annuale (40 µg/m³) sia per le stazioni di fondo che per quelle di traffico e industriali.

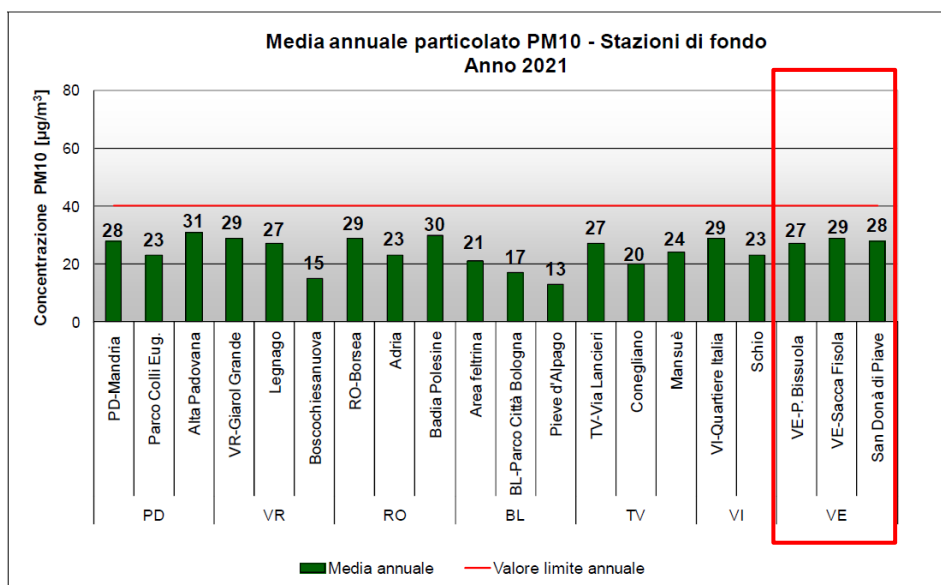


Figura 3.20: Medie annuali confrontate con il valore limite del PM10, stazioni fondo, 2021

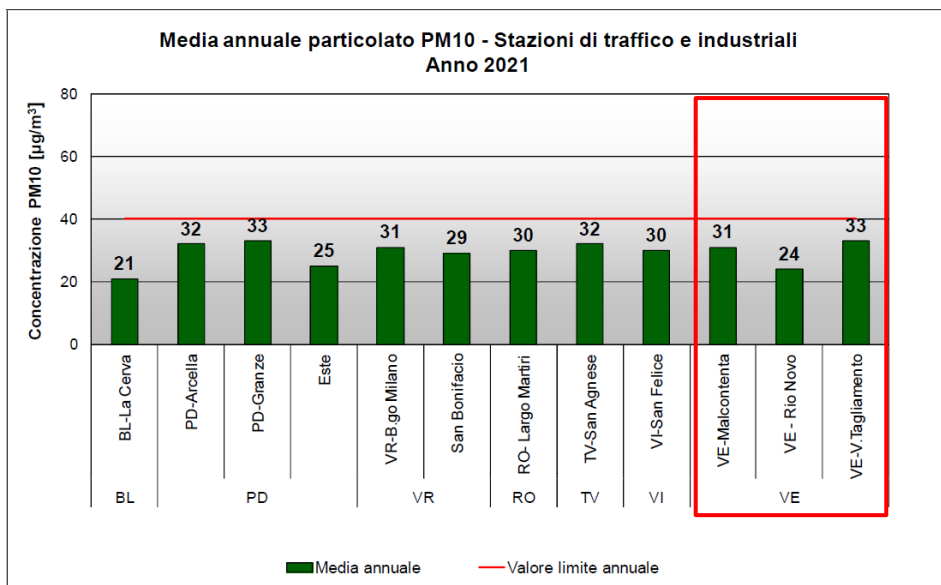


Figura 3.21: Medie annuali PM10, confrontate con il limite nelle stazioni traffico e industriali, 2021

Il PM2.5 è costituito dalle polveri sottili che giungono al tratto inferiore dell'apparato respiratorio. Il limite è rispettato in tutte le stazioni; a Venezia – Malcontenta si riscontra il valore più elevato pari a 24 µg/m³.

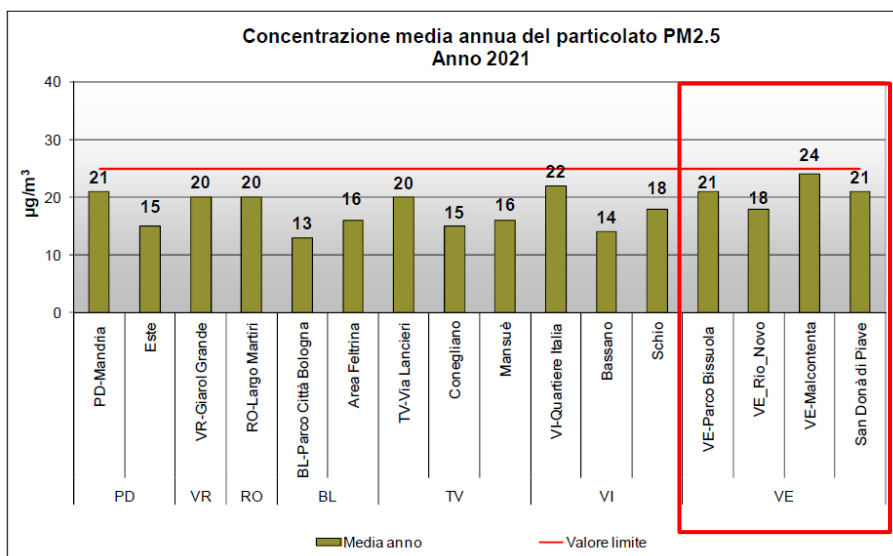


Figura 3.22: Verifica del rispetto del valore limite annuale per il PM2.5, anno 2021

3.2.2.3 STAZIONE VENEZIA PUNTA FUSINA

Nel 2018 ARPAV e AdSPMAS hanno siglato un accordo di collaborazione che ha permesso di attivare, per l'anno 2021, la stazione di monitoraggio di qualità dell'aria di Punta Fusina, vicina al progetto del Terminal Ro-Ro.

Nel rapporto "Campagna di monitoraggio della qualità dell'aria" con particolare riferimento alla stazione di monitoraggio ARPAV di Punta Fusina si sono analizzati i principali inquinanti.

Sono stati installati analizzatori in continuo di biossido di azoto e ossidi di azoto, biossido di zolfo e PM10 e PM2.5. La stazione di Punta Fusina prevede inoltre la determinazione analitica in laboratorio dei metalli e del benzo(a)pirene presente sui campioni di polveri PM10.

Biossido di azoto

Nel 2021 la concentrazione di biossido di azoto non ha mai superato il valore limite orario pari a 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. La media delle concentrazioni riferite alla stazione Punta Fusina è di 29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, superiore a quelle rilevate presso le stazioni di fondo o industriali (Sacca Fisola, Parco Bissuola) ma inferiore a quelle rilevate nelle stazioni di traffico (Malcontenta, Rio Novo e via Tagliamento) ed al valore limite annuale, pari a 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabella 3.7: Confronto delle concentrazioni di NO₂ misurate a Punta Fusina con quelle misurate in Comune di Venezia e i valori limite

Periodo: 1 gen - 31 dic 2021	NO ₂							VALORI LIMITE D.Lgs. 155/2010
	Venezia			Mestre - Venezia		Malcontenta	Marghera	
	Punta Fusina IS	Rio Novo TU	Sacca Fisola FU	Parco Bissuola FU	Via Tagliamento TU	Via Lago di Garda IS	Via Beccaria TU	
MEDIA ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	29	31	25	25	30	26	30	40
n° super. VL 1h (h)	0	0	0	0	0	0	0	18
n° dati (%)	97%	100%	95%	95%	96%	95%	96%	90%

VL 1h = Valore Limite orario

Particolato atmosferico PM10 e PM2.5

La concentrazione di PM10 ha superato la concentrazione limite giornaliera per la protezione della salute umana (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare per più di 35 volte all'anno) per 52 giorni sui 361 di misura.

Nel 2021, escludendo la stazione di Rio Novo, il numero di giorni di superamento del limite giornaliero di polveri PM10 rilevato a Punta Fusina, classificato come sito industriale suburbano, è stato percentualmente leggermente superiore a quello rilevato presso le stazioni di fondo del Comune di Venezia e inferiore a quello delle stazioni di traffico o industriali; superiore al numero di giorni consentiti di superamento del limite giornaliero di polveri PM10.

La media complessiva dell'anno 2021 è risultata pari a 29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Nel 2021, escludendo nuovamente la stazione di Rio Novo, la media misurata a Punta Fusina è: pari o leggermente superiore a quelle rilevate presso le stazioni di fondo del Comune di Venezia; inferiore a quelle delle stazioni di traffico o industriali; inferiore al valore limite annuale per le polveri PM10, pari a 40 µg/m³, come riscontrato in tutta la provincia di Venezia.

Tabella 3.8: Confronto delle concentrazioni di PM10 misurate a Punta Fusina con quelle misurate in Comune di Venezia e i valori limite

Periodo: 1 gen - 31 dic 2021	PM10							
	Venezia			Mestre - Venezia		Malcontenta	Marghera	VALORI LIMITE D.Lgs. 155/2010
	Punta Fusina IS	Rio Novo TU	Sacca Fisola FU	Parco Bissuola FU	via Tagliamento TU	via Lago di Garda IS	via Beccaria TU	
MEDIA (µg/m³)	29	24	29	27	33	31	31	40
n° super. VL 24h (giorni)	52	42	50	50	65	58	60	35
n° dati (giorni)	361	365	360	365	363	354	361	329
% super. VL 24h	14	12	14	14	18	16	17	10

VL 24h = Valore Limite giornaliero

Nel 2021 la media complessiva annuale risulta pari a 20 µg/m³, inferiore al valore limite annuale per le polveri PM2.5, pari a 25 µg/m³.

La media misurata a Punta Fusina è inferiore a quella rilevata nelle altre stazioni di monitoraggio, oltre che al valore limite annuale.

Tabella 3.9: Confronto delle concentrazioni di PM2.5 misurate a Punta Fusina con quelle misurate in Comune di Venezia e i valori limite

Periodo: 1 gen - 31 dic 2021	PM2,5				
	Venezia		Mestre - Venezia	Malcontenta	VALORI LIMITE D.Lgs. 155/2010
	Punta Fusina IS	Rio Novo TU	Parco Bissuola FU	via Lago di Garda IS	
MEDIA (µg/m³)	20	18	21	24	25
n° dati (giorni)	361	364	364	354	329

Benzo(a)pirene

La media annuale calcolata nell'anno 2021 è risultata pari a 0,5 ng/m³, inferiore al valore obiettivo di 1,0 ng/m³. Nel 2021 la media misurata a Punta Fusina è inferiore a quelle delle altre stazioni di Venezia che misurano questo parametro.

Tabella 3.10: Confronto delle concentrazioni di benzo(a)pirene misurate a Punta Fusina con quelle misurate in Comune di Venezia e i valori limite

	Benzo(a)pirene			VALORE LIMITE
	Venezia	Malcontenta	Mestre - Venezia	
Periodo: 1 gen - 31 dic	Punta Fusina IS	Via Lago di Garda IS	Parco Bissuola FU	D.Lgs. 155/2010
MEDIA (ng/m3)	0,5	1,0	0,7	1,0

Si osserva che a Punta Fusina tutte le medie mensili sono inferiori rispetto a quelle delle altre stazioni. Il biossido di azoto, il PM2.5 e il benzo(a)pirene non risultano critici nella stazione di Punta Fusina. Per il PM10 invece, vi sono criticità relative al superamento del valore limite giornaliero.

 Tabella 3.11: Stazioni ARPAV concentrazioni di NO₂ nel 2021

STAZIONE	MEDIA µg/m ³	LIMITE LEGGE	VL ORARIO	n° SUPERAMENTI CONSENTITI
VE - Punta Fusina	29	40	0	18
VE - Sacca Fisola	25		0	
VE - Malcontenta	26		0	
VE - Rio Novo	31		0	
VE - Via Beccaria	30		0	
VE - Via Tagliamento	30		0	
VE - Parco Bissuola	25		0	
San Donà di Piave	23		0	

Tabella 3.12: Stazioni ARPAV concentrazioni di O₃ nel 2021

STAZIONE	MEDIA µg/m ³	LIMITE MEDIA ORARIA	VALORE OBIETTIVO (120 µg/m ³)	n° SUPERAMENTI CONSENTITI
VE - Punta Fusina		180		25
VE - Sacca Fisola	1		49	
VE - Malcontenta				
VE - Rio Novo	0		14	
VE - Via Beccaria	0		16	
VE - Via Tagliamento				
VE - Parco Bissuola	2		44	
San Donà di Piave	0		23	

Tabella 3.13: Stazioni ARPAV concentrazioni di Benzo(a)pirene nel 2021

STAZIONE	MEDIA µg/m ³	VALORE OBIETTIVO
VE - Punta Fusina	0.5	1
VE - Sacca Fisola		
VE - Malcontenta	1.0	
VE - Rio Novo		
VE - Via Beccaria		
VE - Via Tagliamento		
VE - Parco Bissuola	0.7	
San Donà di Piave	1.1	

Tabella 3.14: Stazioni ARPAV concentrazioni di PM10 nel 2021

STAZIONE	MEDIA $\mu\text{g}/\text{m}^3$	LIMITE	n° SUPERAMENTI TOTALI	n° SUPERAMENTI CONSENTITI
VE - Punta Fusina	29	40	52	35
VE - Sacca Fisola	29		50	
VE - Malcontenta	31		58	
VE - Rio Novo	24		42	
VE - Via Beccaria	31		60	
VE - Via Tagliamento	33		65	
VE - Parco Bissuola	27		50	
San Donà di Piave	28		48	

Tabella 3.15: Stazioni ARPAV concentrazioni di PM2.5 nel 2021

PM2.5		
STAZIONE	MEDIA $\mu\text{g}/\text{m}^3$	LIMITE LEGGE
VE - Punta Fusina	20	25
VE - Sacca Fisola		
VE - Malcontenta	24	
VE - Rio Novo	18	
VE - Via Beccaria		
VE - Via Tagliamento		
VE - Parco Bissuola	21	
San Donà di Piave	21	

3.2.2.4 STAZIONI EZIM

Di seguito viene riportato un inquadramento delle stazioni gestite dall'Ente Zona Industriale di Porto Marghera, e delle concentrazioni di inquinanti rilevate nell'anno 2021. I dati sono stati pubblicati dall'Ente medesimo e trasmessi su richiesta allo scrivente³.

³ Rete di controllo della qualità dell'aria – Presentazione dei rilevamenti nell'anno 2021, Ente della Zona Industriale di Porto Marghera, aprile 2022.

Tabella 3.16: Stazioni EZIM concentrazioni di NO₂ nel 2021

Biossido di azoto NO ₂			
STAZIONE	n° DELLA STAZIONE	MEDIA µg/m ³	LIMITE LEGGE
Fincantieri - Breda	3		40
AGIP-Raffineria	5		
Enel Fusina	8		
C.E.D. Ente Zona	15	15	
Pagnan	28		
Marghera	17	14	
Tronchetto	19		
Giudecca	21		
Moranzani	25		
Campagna Lupia	26	19	

Tabella 3.17: Stazioni EZIM concentrazioni di PM10 nel 2021

STAZIONE	n° DELLA STAZIONE	MEDIA µg/m ³	LIMITE LEGGE	n° SUPERAMENTI SU 24 h 50 µg/m ³	n° SUPERAMENTI CONSENTITI
Fincantieri - Breda	3		40		35
AGIP-Raffineria	5	27		29	
Enel Fusina	8				
C.E.D. Ente Zona	15				
Pagnan	28	27		47	
Marghera	17				
Tronchetto	19				
Giudecca	21				
Moranzani	25				
Campagna Lupia	26	28		32	

Tabella 3.18: Stazioni EZIM concentrazioni di PM2.5 nel 2021

PM2.5			
STAZIONE	n° DELLA STAZIONE	MEDIA µg/m ³	LIMITE LEGGE
Fincantieri - Breda	3		25
AGIP-Raffineria	5		
Enel Fusina	8		
C.E.D. Ente Zona	15		
Pagnan	28		
Marghera	17	15	
Tronchetto	19		
Giudecca	21		
Moranzani	25		
Campagna Lupia	26		

Dall'analisi delle precedenti tabelle relative alle stazioni di monitoraggio dell'Ente Zona Industriale Marghera (EZIM), si evidenzia come non vi siano superamenti nei limiti di legge.

Nella stazione n° 28 (Pagnan) si registra un eccesso nei giorni di superamento del limite previsto. Si possono registrare 35 giorni di superamento, ma in questo caso i giorni totali risultano essere 47.

Le stazioni EZIM localizzate in vicinanza all'area Fusina risultano essere: Enel Fusina (n° 8) estremamente vicina e le più distanti Pagnan (n° 28) e Moranzani (n° 25).

4 DESCRIZIONE DEL MODELLO DI SIMULAZIONE CALPUFF

Lo strumento utilizzato è il modello previsionale MMS CALPUFF, che implementa la versione 6.4.2 del codice originario, al fine di confrontare i risultati ottenuti dalla dispersione degli inquinanti con quanto disposto dal D.lgs. 155/2010, emesso in recepimento della Direttiva Comunitaria 2008/50/CE, che definisce i valori limite di Qualità dell’Aria e con altri valori di riferimento internazionali.

Il processo di dispersione in atmosfera degli effluenti gassosi descritto attraverso l’elaborazione e l’analisi dei dati di output del modello, consente la restituzione di valori numerici di concentrazione dei contaminanti nel territorio correlati alla presenza dell’impianto, nonché la loro incidenza percentuale rispetto ai limiti di qualità dell’aria e ai valori di fondo monitorati da ARPA Lombardia. Quest’ultima, ottenibile una volta nota la concentrazione del contaminante al suolo, è di particolare significatività in quanto indice dell’impatto di un determinato impianto rispetto al valore limite di quel dato contaminante.

Lo schema concettuale di applicazione del modello può essere rappresentato dal diagramma di flusso riportato in Figura 4.1.

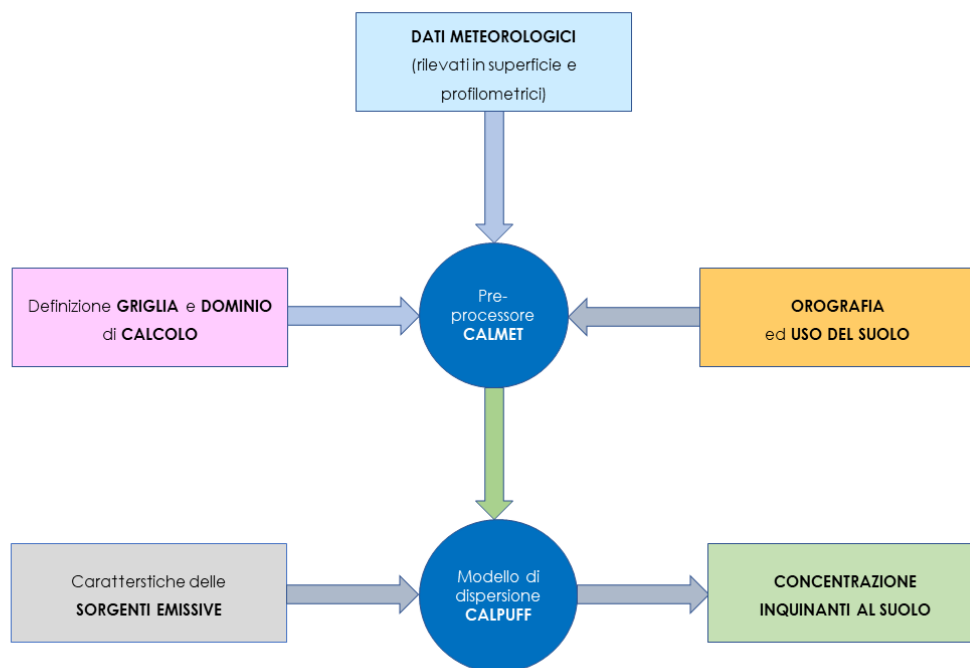


Figura 4.1: Schema concettuale del modello di dispersione MMS Calpuff

CALPUFF appartiene alla tipologia di modelli 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.

Il modello CALPUFF è classificabile nella tipologia 2 della scheda 9 della norma UNI 10796:2000 "Valutazione della dispersione in atmosfera di effluenti aeriformi - Guida ai criteri di selezione dei modelli matematici", ma ha alcune caratteristiche avanzate tali da classificarlo nella tipologia 3 della medesima scheda 9.

CALPUFF è uno dei *preferred models* adottati ufficialmente da US EPA per la stima della qualità dell'aria, con le seguenti motivazioni (*Appendix W to Part 51 - Guideline on Air Quality Models. Federal Register, Vol. 68, No. 72, Tuesday, April 15, 2003 / Rules and Regulations*):

- *"In some public comments there was a general consensus that the technical basis of the CALPUFF modeling system has merit and provides substantial capabilities to not only address long range transport, but to address transport and dispersion effects in some complex wind situations"*;
- *"CALPUFF in its current configuration is suitable for regulatory use for long range transport, and on a case-by-case basis for complex wind situations"*.

Il modello CALPUFF è un modello lagrangiano a puff non stazionario che simula la diffusione di inquinanti attraverso il rilascio di una serie continua di puff, seguendone la traiettoria in base alle condizioni meteorologiche. Il modello è raccomandato dall'EPA (modelli per la qualità dell'aria) ed è stato sviluppato dalla Earth Tech Inc. per conto del California Air Resources Board (CARB) e dell'EPA. Il modello contiene formulazioni per la modellistica della dispersione, il trasporto e la rimozione secca e umida di inquinanti in atmosfera al variare delle condizioni meteorologiche considerando l'impatto con il terreno e alcuni semplici schemi di trasformazioni chimiche.

Il sistema CALPUFF è composto da tre componenti principali che costituiscono il pre-processore dei dati meteo (CALMET), il modello di calcolo vero e proprio (CALPUFF) e il post-processore dei risultati (CALPOST).

Il pre-processore CALMET ricostruisce questi campi meteorologici tridimensionali utilizzando dati al suolo, dati profilometrici e dati orografici e di uso suolo al fine di considerare gli effetti del terreno sulla variazione dei campi meteorologici e di conseguenza sulla diffusione di inquinanti.

Sebbene sia possibile utilizzare CALPUFF anche con dati meteorologici orari relativi ad una singola stazione presente sul territorio, il modello è stato progettato per essere utilizzato con campi meteorologici variabili su tutto il dominio di calcolo sia orizzontale che verticale.

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.

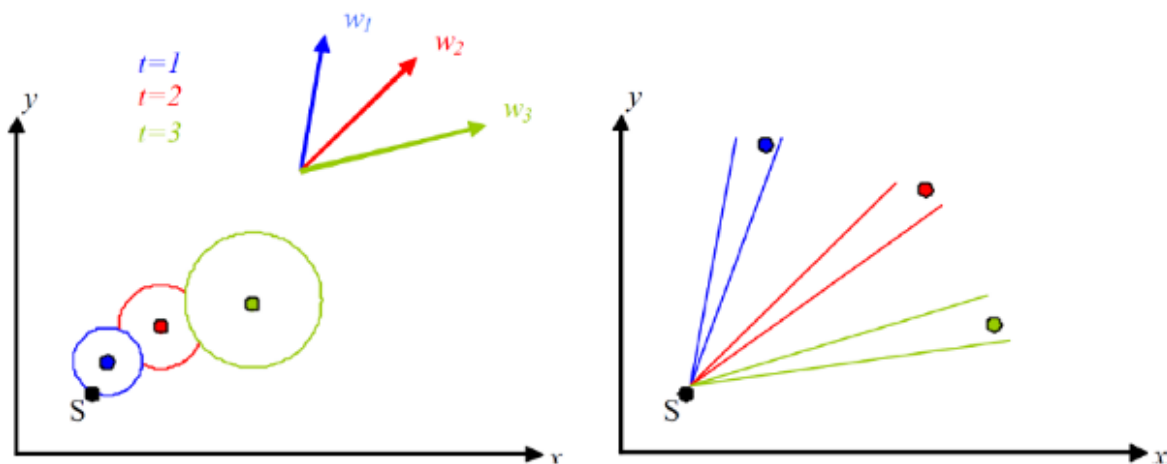


Figura 4.2: Differenze di dispersione fra modelli a puff (sinistra) e gaussiani tradizionali (destra)

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

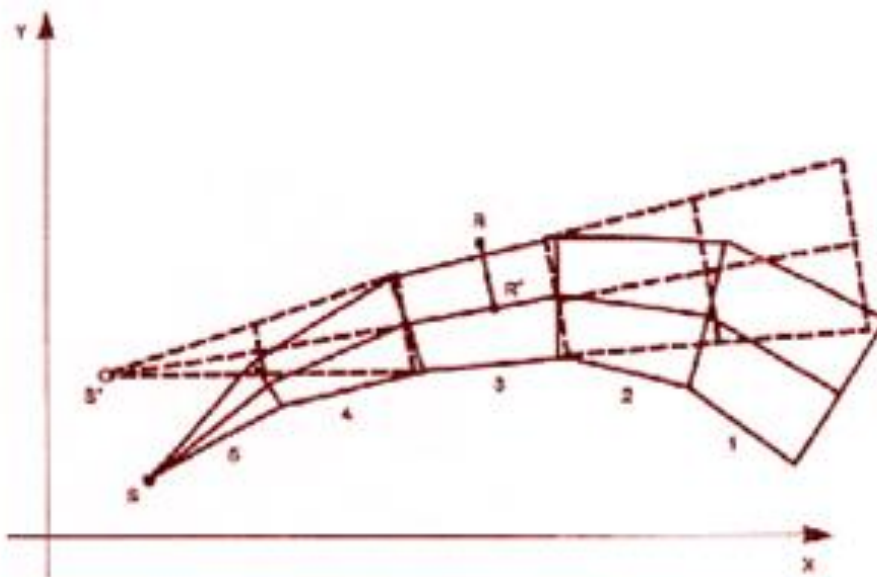


Figura 4.3: Segmentazione del pennacchio nei modelli a puff

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

$$\Delta M = Q \Delta t$$

$$x_p, y_p, z_p$$

$$x_r, y_r, z_r$$

$$\sigma_h, \sigma_z$$

massa emessa nell'intervallo di tempo t [Kg]

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

coordinate del punto recettore [m]

coefficienti di dispersione orizzontale e verticale [m], determinabili come visto nella precedente sezione

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

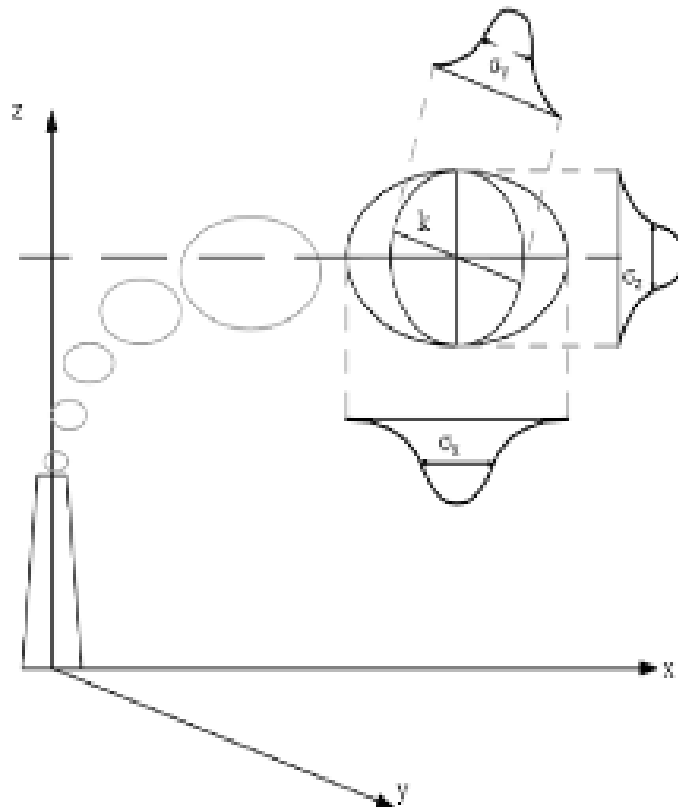


Figura 4.4: Schema di modello a puff con indicazione dei coefficienti di dispersione relativi al puff k

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

- l'effetto scia generato dagli edifici prossimi alla sorgente (building downwash) o allo stesso camino di emissione (stack-tip down wash);
- la fase transizionale del pennacchio;
- la penetrazione parziale del plume rise 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.

Le simulazioni con il modello CALPUFF sono raccomandate in una scala che può variare da una decina di metri (vicino al campo) a un centinaio di chilometri (trasporto su lunga distanza) dalle sorgenti. Il modello permette la divisione orizzontale e verticale del puff.

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

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

I file binari prodotti in uscita da CALPUFF sono elaborati da apposito post-processore con il quale si ottengono file in formato matriciale, che riportano i valori di ricaduta calcolati per ogni nodo della griglia definita, relativi alle emissioni. Tali risultati possono essere elaborati attraverso un qualsiasi software di visualizzazione grafica dei risultati delle simulazioni (come ad es. il SURFER o sistemi GIS).

5 CARATTERISTICHE METEOROLOGICHE DELL'AREA

I dati meteorologici utilizzati nelle simulazioni modellistiche sono stati acquistati da Maind S.r.l., sono relativi all'area di indagine si riferiscono all'anno 2022. Un intero anno si ritiene sufficientemente rappresentativo delle diverse condizioni che si possono verificare in un determinato sito e che lo caratterizzano dal punto di vista meteorologico.

Il campo meteorologico 3D è stato ricostruito per l'area in esame il modello meteorologico CALMET a partire dai dati rilevati presso le seguenti stazioni:

- Stazioni di superficie SYNOP ICAO di Venezia Lido (0 161010) e di Venezia Tessera (LIPZ 161050);
- Stazione radiosondaggi SYNOP ICAO di Udine Rivolto;
- Stazioni di superficie di Venezia - Istituto Cavanis, Campagna Lupia - Valle Averte, Mogliano Veneto e Cavallino Treporti.

In Figura 5.1 e in Figura 5.2 sono riportate le stazioni meteorologiche sopra elencate mentre nel seguente paragrafo si riporta l'analisi meteorologica effettuata per la stazione di Venezia – Istituto Cavanis, stazione selezionata in quanto più rappresentativa dell'area di analisi

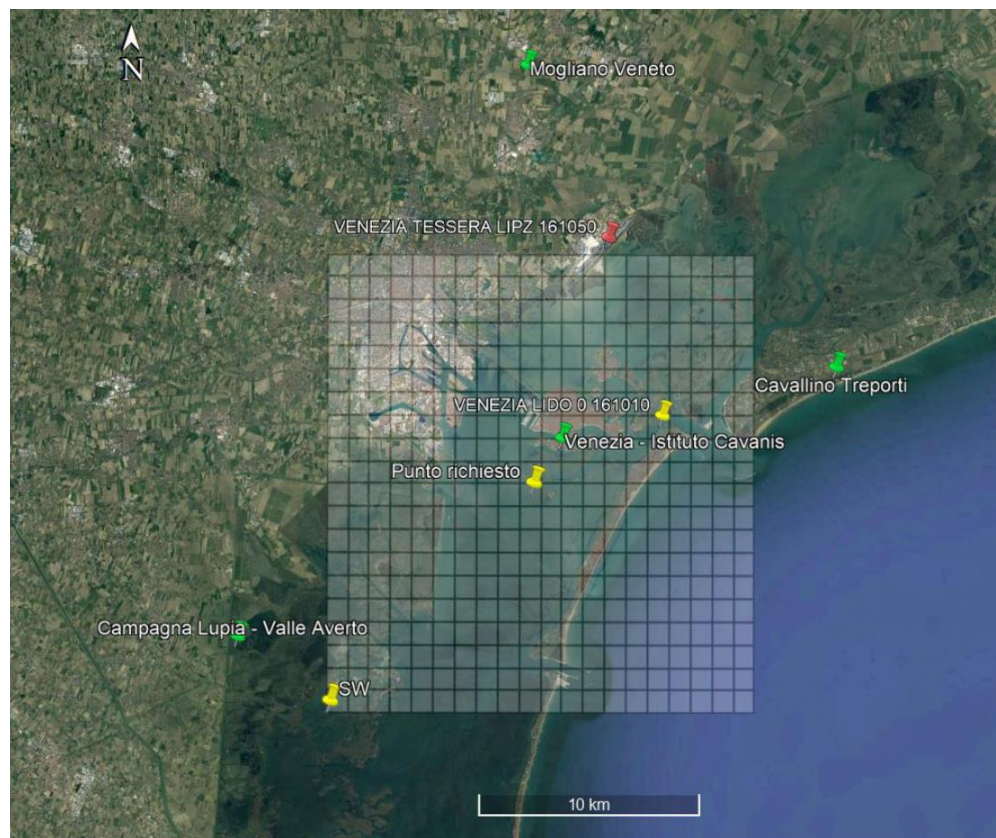


Figura 5.1. Stazioni meteorologiche di superficie



Figura 5.2. Stazione utilizzate per la ricostruzione del campo meteorologico

5.1 STAZIONE METEOROLOGICA VENEZIA – ISTITUTO CAVANIS – ARPAV

Nella figura seguente è riportata la rosa dei venti elaborata per la stazione di Venezia – Istituto Cavanis, afferente alla rete di monitoraggio di ARPAV. L'area è caratterizzata da venti di intensità da debole a media provenienti prevalentemente da nord, seguiti da influssi più intensi (tra 3.9 e 6.5 m/s) provenienti dai quadranti nord orientali e associati a fenomeni di bora e scirocco. Influssi più deboli provengono invece dai settori sud orientali, associati al fenomeno delle brezze marine e scirocco durante il periodo caldo. In tutti gli altri settori la ventosità è trascurabile.

Rosa dei venti (velocità del vento in m/s)

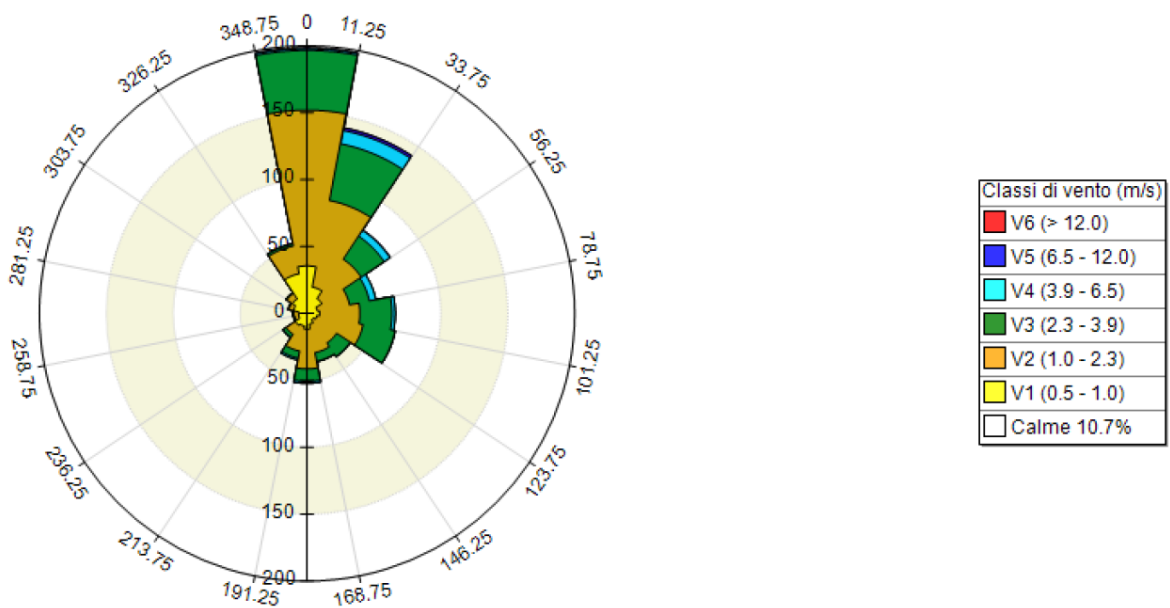


Figura 5.3. Rosa dei venti per classi di velocità (Venezia – Istituto Cavanis)

Nella Tabella 5.1 a seguire sono riportati i valori mensili delle temperature medie, minime e massime, mentre in Figura 5.4 viene rappresentato l'andamento delle temperature minime, medie e massime mensili. Nel complesso, la temperatura media annua è risultata pari a 16°C. Le temperature minime hanno oscillato tra 2,2°C e 23,8°C rilevati rispettivamente a gennaio e a luglio, mentre quelle massime sono comprese tra 7,8°C (gennaio) e 30,7°C (luglio). L'escursione termica annua, calcolata in termini di valori medi mensili, è pari a 22,8°C.

Tabella 5.1. Andamento delle temperature (Venezia – Istituto Cavanis)

°C	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
Minima	2,2	4,5	5,7	9,7	17	22,1	23,8	22,4	17,1	15,4	9,4	5,9
Media	4,8	7,5	8,9	12,6	20,1	25,2	27,6	26,3	20,7	18,6	11,8	7,3
Massima	7,8	10,6	11,9	15,6	23	28,2	30,7	29,7	23,8	21,8	14,5	9

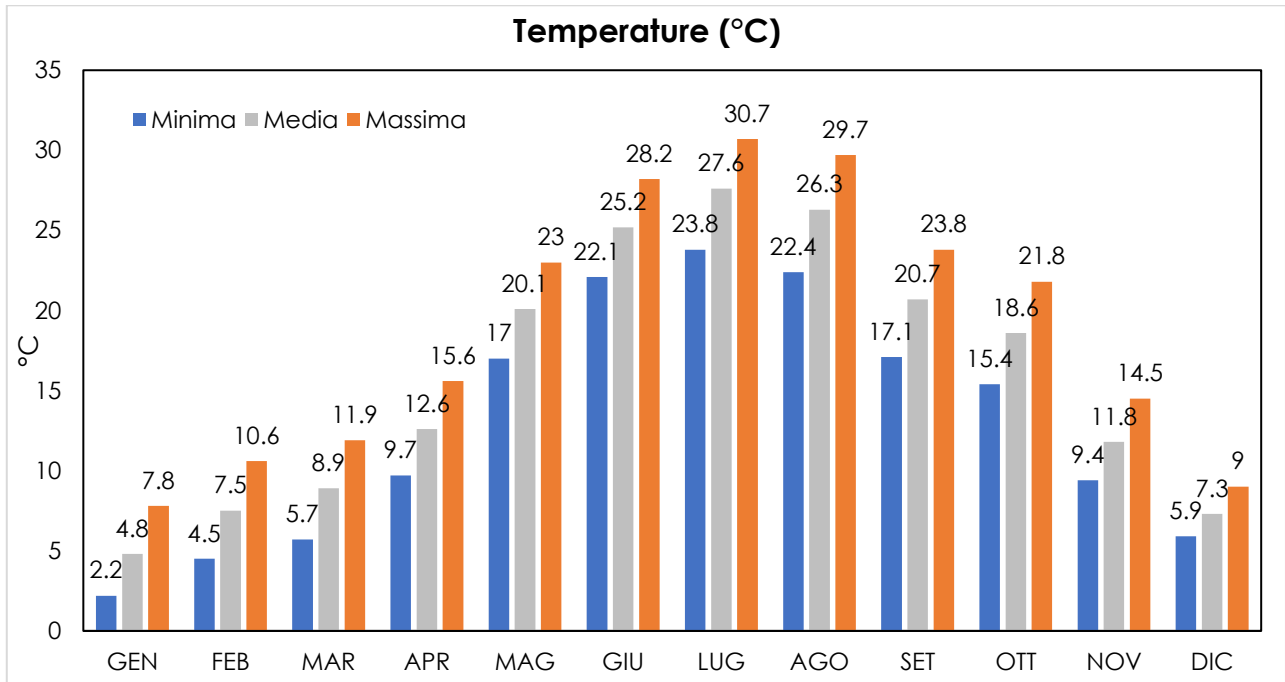


Figura 5.4. Temperature mensili (Venezia – Istituto Cavanis)

Per quanto riguarda le precipitazioni, nel 2022 il mese più piovoso è stato novembre, con un'altezza di precipitazione cumulata pari a 110,2 mm, mentre il mese con la piovosità minore è stato ottobre con soli 1 mm di pioggia cumulata.

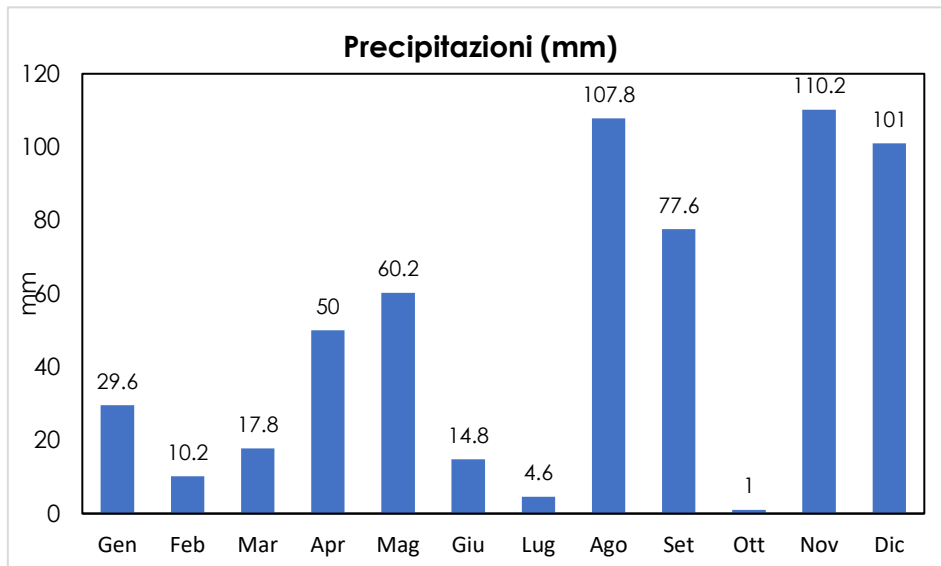


Figura 5.5. Precipitazioni cumulate mensili (Venezia – Istituto Cavanis)

5.2 ANALISI DA SIMULAZIONE MODELLISTICA PRESSO IL SITO DELLA PIATTAFORMA LOGISTICA FUSINA

Il modello CALMET ricostruisce per interpolazione 3D “*mass consistent*”, pesata sull'inverso del quadrato della distanza, un campo iniziale tridimensionale (FIRST GUESS) che viene modificato per incorporare gli effetti geomorfologici ed orografici del sito in esame alla risoluzione spaziale richiesta (campo meteo STEP 1). Il processo di interpolazione avviene per strati orizzontali, l'interazione tra i vari strati orizzontali viene definita attraverso opportuni fattori di BIAS che permettono di pesare strato per strato l'influenza dei dati di superficie rispetto ai dati profilometrici (es: nel primo strato verticale adiacente al terreno che va da 0 a 20 metri sul suolo in genere viene azzerato il peso del profilo verticale rispetto a quello delle stazioni di superficie mentre negli strati verticali superiori al primo viene gradatamente aumentato il peso dei dati profilometrici rispetto a quelli di superficie fino ad azzerare il peso di questi ultimi dopo alcune centinaia di metri dal suolo).

Sul campo meteo (STEP 1) così definito vengono infine reinserite le osservabili misurate per ottenere il campo finale (STEP 2) all'interno del quale in questo modo vengono recuperate le informazioni sito-specifiche delle misure meteo.

Il campo meteorologico ottenuto in uscita da CALMET, utilizzato a sua volta come dato di input in CALPUFF, presenta una risoluzione orizzontale estesa su un dominio di 20x20 km con risoluzione costituita da maglie quadrate aventi lato pari a 1.000 m. La risoluzione verticale è invece suddivisa in 11 livelli, per un'estensione del dominio fino a 4.000 m dal piano campagna (0, 20, 50, 100, 200, 500, 1.000, 2.000, 4.000 m), quindi con risoluzione maggiore negli strati atmosferici più bassi di quota (Figura 5.6).



Figura 5.6. Layers verticali

Di seguito vengono descritte le caratteristiche meteoclimatiche, relativamente a intensità e direzione del vento. Questa analisi è stata effettuata mediante l'estrazione di dati dal file meteoclimatico, utilizzato in input al modello CALPUFF, in corrispondenza del centro del dominio di calcolo.

Nella Figura 5.7 è rappresentata la distribuzione annuale di frequenza delle classi di velocità, dalla quale si desume che i venti prevalenti presentano intensità:

- Compresa tra a 0,5 e 1,0 m/s, per frequenza annua del 31,64%;
- Compresa tra 1,0 e 2,3 m/s, per una frequenza annua pari al 44,97%;
- Compresa tra 2,3 e 3,9 m/s, per una frequenza annua pari al 21,13%.

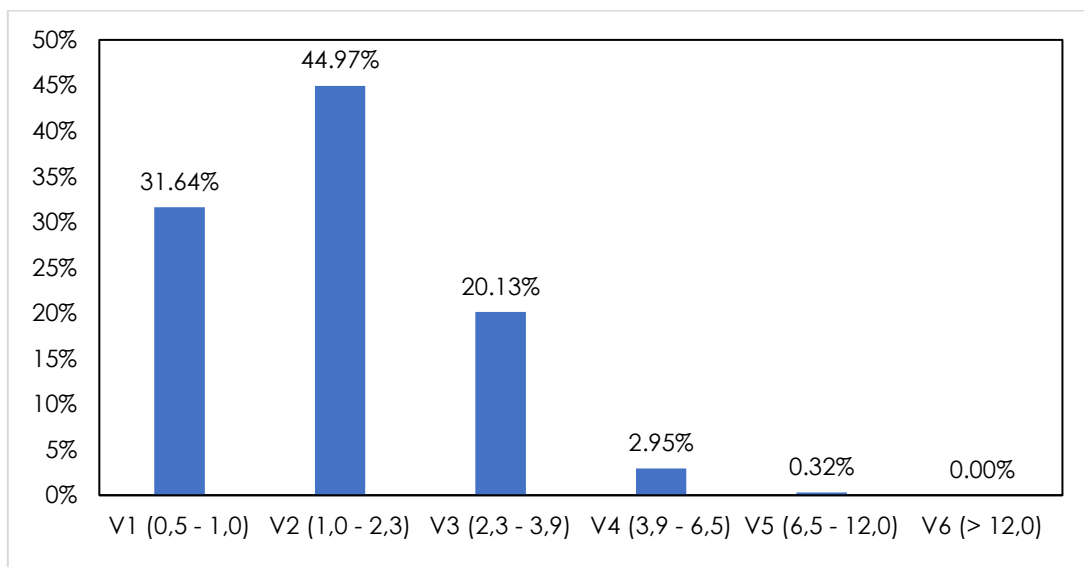


Figura 5.7. Distribuzione annuale di frequenza delle classi di velocità

In Figura 5.8 è riportata la rosa dei venti per classe di velocità. Il regime anemometrico ricalca quanto già indicato nel capitolo 5.1 per la stazione di ARPAV Venezia – Istituto Cavanis con venti di intensità da debole a media provenienti prevalentemente da nord, seguiti da influssi più intensi (tra 3,9 e 6,5 m/s) provenienti dai quadranti nord orientali e associati a fenomeni di bora e scirocco. Influssi più deboli provengono invece dai settori sud orientali, associati al fenomeno delle brezze marine e scirocco. In tutti gli altri settori, soprattutto per quello occidentale, la ventosità è trascurabile.

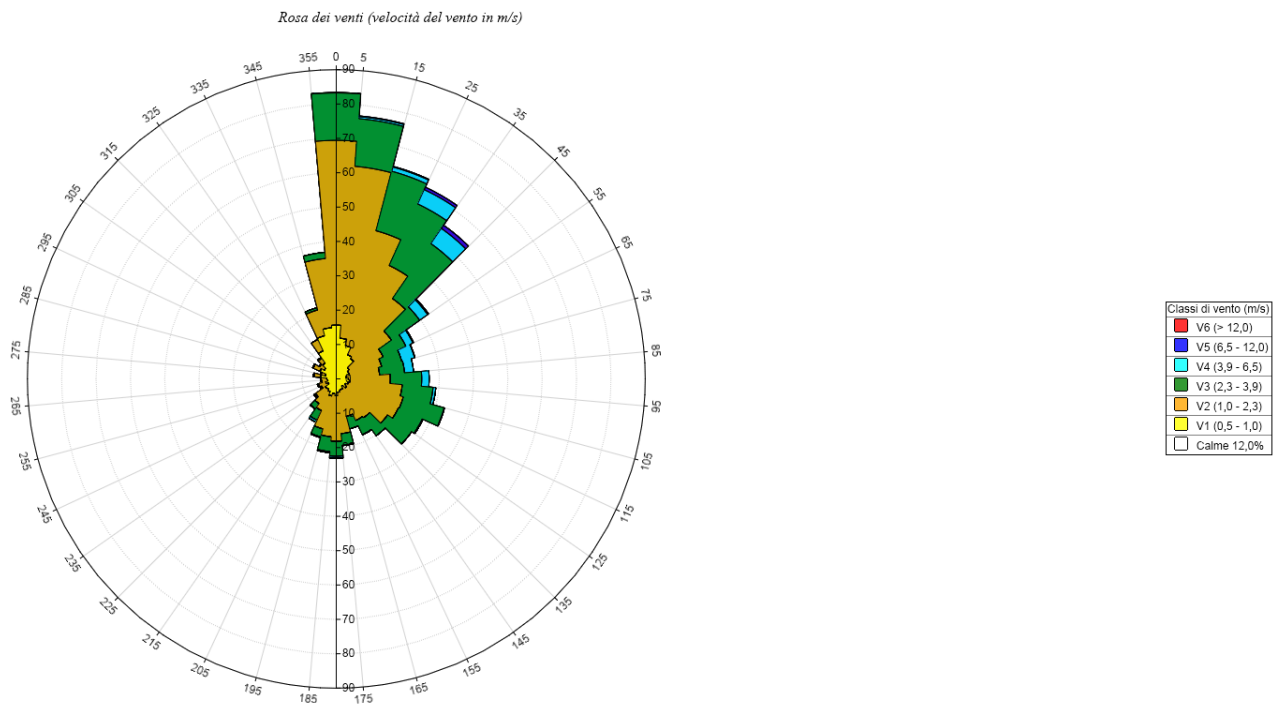


Figura 5.8. Rosa dei venti per classe di velocità

6 DEFINIZIONE DEL QUADRO EMISSIVO

6.1 METODOLOGIA APPLICATA PER IL CALCOLO DELLE EMISSIONI NAVALI

Le emissioni rilasciate in atmosfera dalle navi sono state stimate applicando la metodologia di calcolo *Tier 3* definita dall'*Air Emission Pollutant emission inventory guidebook 2019* aggiornata nel dicembre 2021, più precisamente per la categoria NFR 1.A.3.d.i(i) - navigazione marittima.

La metodologia *Tier 3* consente di ottenere il livello di dettaglio più elevato e richiede i seguenti dati:

- Numero delle navi transitanti presso il molo di Fusina;
- Consumi effettivi di carburante delle navi;
- Tipologia di carburante utilizzato (*marine diesel - MDO*);
- Tipologia di motori installati sulle navi, distinti tra motori principali (propulsione) e ausiliari con i rispettivi valori di potenza;
- Informazioni sui movimenti delle singole navi distinte nelle fasi di crociera, manovra e ormeggio;
- Tempistiche degli ormeggi delle navi, ossia orario di arrivo e di partenza delle navi.

Il dato delle navi transitanti presso il molo di Fusina è stato fornito dal Committente (Tabella 6.1). Riguardo la potenza dei motori, per le crociere, è stato calcolato il valore medio in funzione del diverso modello di nave, ognuno di essi codificato con una distinta lettera dell'alfabeto (Tabella 6.2); per le altre categorie come Ro-ro e Ro-pax si è fatto ricorso alle schede tecniche (Tabella 6.3).

Si precisa che:

- i rimorchiatori sono utilizzati solamente per le navi di crociera;
- i lancioni trasportano i turisti provenienti dalle crociere a Venezia e ne partono mediamente tre per nave da crociera.

Quindi, nota la tipologia di nave e carburante utilizzante (MDO), sono stati selezionati i fattori di emissione, espressi in grammi di inquinanti per potenza dei motori (Tabella 6.4). Per quanto riguarda il biossido di zolfo (SO_2), secondo quanto suggerito nel documento *Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2019*, il fattore di emissione è espresso in funzione del consumo di carburante, pari a 20 kg inquinante/tonnellata carburante. Questo parametro a sua volta va moltiplicato per il tenore di zolfo del combustibile utilizzato dalle navi (0,1% in fase di ormeggio), ottenendo un fattore di emissione finale pari a 2 kg inquinante/tonnellata carburante.

Tabella 6.1: Numero navi transitanti presso il molo di Fusina

Descrizione	n /anno	frequenza max (navi/giorno)
Navi Ro-Pax	55	1
Navi Ro-Ro	50	1
Navi da Crociera	53	2
Lancioni	159	318

Tabella 6.2: Potenza dei motori per navi da crociera

ID Tipologia nave	Propulsione			Ausiliari		
	n. motori	P (kW)	Ptot (kW)	n. motori	P (kW)	Ptot (kW)
A	6	11.400	32.100	2	750	1.500
B	6	6.480	38.880	2	1.000	2.000
C	1	13.500	13.500	2	750	1.500
D	1	13.500	13.500	2	750	1.500
E	1	13.500	13.500	2	750	1.500
F	2	18.750	37.500	2	1.000	2.000
G	7	26.400	58.560	2	750	1.500
H	4	5.280	21.120	2	1.000	2.000
I	2	7.500	15.000	2	1.000	2.000
Potenza media			28.582,50			1.722,22

Tabella 6.3: Potenza dei motori per tutte le tipologie di nave

TIPOLOGIA NAVE	POTENZA MOTORE PRINCIPALE	POTENZA MOTORE AUSILIARIO
	kW	kW
Crociere	28582,5	1722,2
Ro-Pax	26590	2200
Ro-Ro	11620	1800
Lancione	550	-
Rimorchiatori	4080	-

Tabella 6.4: Fattori di emissione selezionati

MOTORE	FASE	PM10	PM2.5	NOx	NMVOC	CO	SFOC
		g/kWh	g/kWh	g/kWh	g/kWh	g/kWh	g _{fuel} /kWh
Principale	Crociera	0,18	0,18	17,7	0,238	0,451	178
	Manovra	0,361	0,361	24,3	0,666	1,75	265
	Ormeggio	0,361	0,361	24,3	0,666	1,75	265
Ausiliario	Crociera	0,361	0,361	24,3	0,666	1,75	265
	Manovra	0,215	0,215	10,8	0,397	0,974	194
	Ormeggio	0,215	0,215	10,8	0,397	0,974	194

Noti tutti i parametri, si è proceduto alla quantificazione dei flussi di massa di inquinanti, anche in funzione del tempo di percorrenza del canale Malamocco – Marghera in merito alla fase di crociera, assumendo una velocità media di 15 km/h. Considerando una velocità così ridotta, nella definizione della serie oraria da inserire nel modello, è stato applicato un fattore di carico del 50% per le fasi di crociera e manovra:

$$E_{tn,i,c} = \sum_{tn,i,c} N_{tn} * T_{tn} * P_{tn,c} * LF_{tn,c} * EF_{tn,c,i}$$

Con:

- $E_{tn,i,c}$ – flusso di massa dell'inquinante i [g/h] per le fasi di crociera e manovra;
- tn – tipologia di nave (Ro-ro, Ro-pax, crociere);
- N – numero di navi all'ora (Ro-ro, Ro-pax, crociere);
- T – tempo di navigazione [ore];
- P – potenza del motore [kW];
- LF – fattore di carico [%];
- EF – fattore di emissione [g/kWh];
- c – categoria di motore (principale, ausiliario),
- i – inquinante.

La stessa procedura di calcolo, per la sola fase di crociera, è stata applicata per i lanciaioni; rispetto a Ro-ro, Ro-pax, crociere la rotta percorsa è diversa e consiste nel tratto Fusina – Venezia come illustrato in Figura 6.1.

Per quanto concerne la fase di ormeggio, nel calcolo si inseriscono i soli motori ausiliari:

$$E_{tn,i} = T_{tn} * P_{tn} * EF_{tn,i}$$

Con:

- $E_{tn,i}$ – flusso di massa dell'inquinante i [g/h] per le fasi di crociera e manovra;
- tn – tipologia di nave (Ro-ro, Ro-pax, crociere);
- N – numero di navi all'ora (Ro-ro, Ro-pax, crociere);

- T – tempo di ormeggio [ore];
- P – potenza del motore [kW];
- EF – fattore di emissione [g/kWh];
- i – inquinante.

Nella tabella seguente si riportano i flussi di inquinanti annui espressi in t/a distinti in funzione delle sorgenti emmissive che saranno inserite nel modello.

Tabella 6.5. flussi di massa annui di inquinanti - navigazione

Sorgenti emmissive	Tipologia delle navi	Fasi	PM10	PM2.5	NOx	NMVOC	CO	SO2
			t/a	t/a	t/a	t/a	t/a	t/a
Navi attraccate banchine	Crociere/ Ro-ro/Ro-pax	Ormeggio	2,50	2,50	125,70	4,62	11,34	4,52
Vessel	Crociere/ Ro-ro/Ro-pax	Manovra, crociera	3,61	3,61	91,37	1,39	2,99	1,75
Lancioni	Lancioni	Crociera	3,84E-02	3,84E-02	3,77	5,07E-02	9,61E-02	7,59E-02
FLUSSI TOTALI			6,15	6,15	220,84	6,06	14,42	6,34

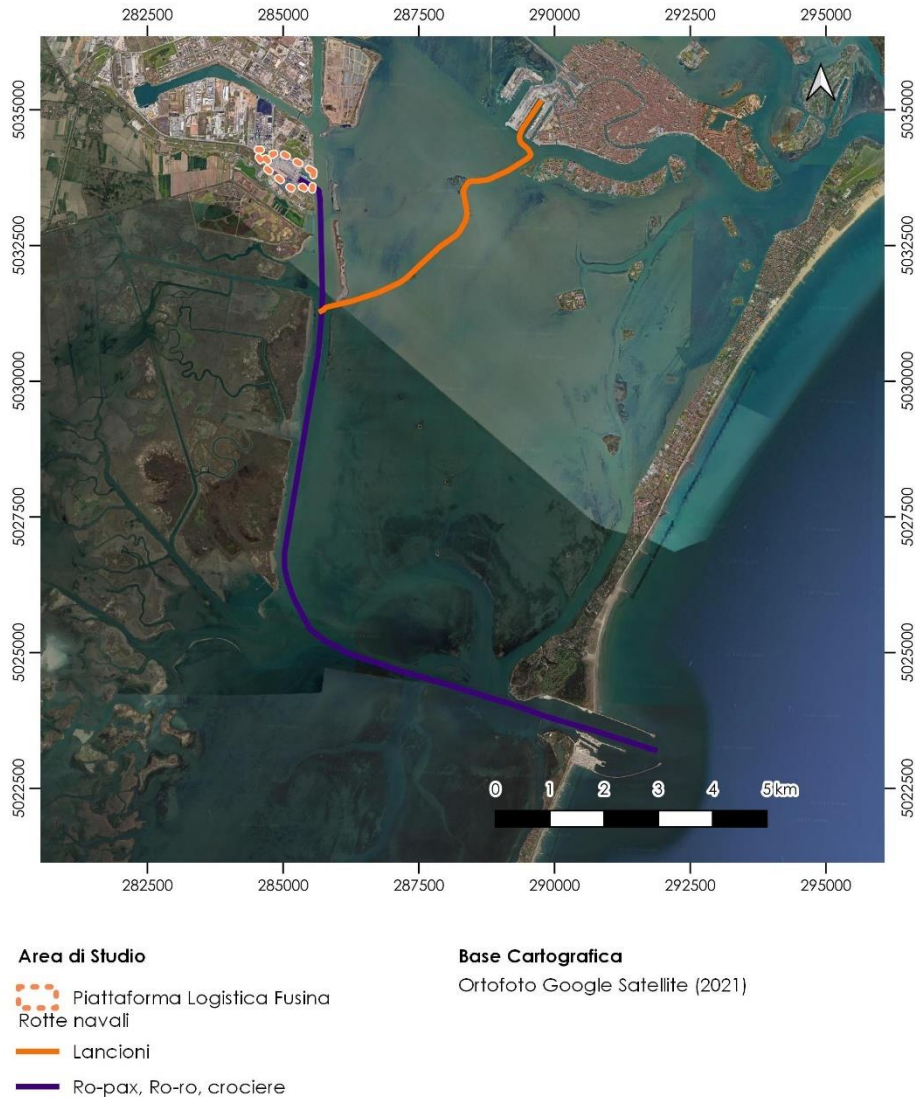


Figura 6.1: Rotte navali

6.1.1 STIMA DEGLI ALTRI PARAMETRI EMISSIVI

Gli altri parametri emissivi necessari per il modello di simulazione quali diametro e altezza dei camini, temperatura e velocità dei fumi sono stati assunti in base alle indicazioni riportate nella pubblicazione “Studio modellistico di ricaduta degli inquinanti emessi in fase di manovra e di ormeggio per le navi in attracco ai diversi ormeggi di Venezia insulare e Porto Marghera⁴”, redatto da ARPAV nel 2017.

⁴ Studio modellistico di ricaduta degli inquinanti emessi in fase di manovra e di ormeggio per le navi in attracco ai diversi ormeggi di Venezia insulare e Porto Marghera – ARPAV, 2017

Le altezze dei camini delle navi per la fase di ormeggio sono state stimate a partire dal dato di stazza della nave applicando le indicazioni di ARPAV che stabilisce i seguenti valori per:

- la fase di ormeggio:
 - 10 m per le navi con stazza lorda inferiore alle 40.000 tonnellate;
 - 30 m per le navi con stazza lorda compresa tra 40.000 e 90.000 tonnellate;
 - 55 m per le navi con stazza lorda compresa tra 90.000 e 115.000 tonnellate;
 - 60 m per le navi con stazza lorda superiore a 115.000 tonnellate;
- La fase di manovra:
 - 10 m per le navi con stazza lorda inferiore a 40.000 tonnellate;
 - 30 m per le navi con stazza lorda superiore a 40.000;
- La fase di navigazione:
 - 20 m per tutte le navi.

In funzione del numero di navi ricadenti nelle classi di tonnellaggio e dato il valore dell'altezza assegnato ad ognuna di esse, è stata calcolata la media pesata delle altezze dei camini delle navi ormeggiate presso i moli, ottenendo un'altezza pari a:

- 22,2 metri per la fase di manovra;
- 2 metri per la fase di ormeggio.

Per quanto riguarda il diametro dei camini, la velocità e la temperatura dei fumi in uscita sono stati utilizzati i seguenti valori:

- Diametro dei camini 1,5 metri;
- Velocità dei fumi 10 m/s;
- Temperatura dei fumi 160°C.

6.2 CARICO EMISSIVO DA TRAFFICO VEICOLARE INDOTTO

La stima delle emissioni inquinanti da traffico stradale è oggetto di una metodologia ufficiale europea, che mantiene aggiornate, sulla base delle nuove informazioni messe a disposizione dagli sviluppi della ricerca, le indicazioni per la stima delle emissioni a partire dai fattori d'emissione ("*Emission Factors*" = EF, valori di emissione per unità di percorrenza), relativi ai singoli veicoli appartenenti a categorie codificate.

Tale metodologia è implementata in un programma informatico, denominato COPERT, concepito per calcolare emissioni da traffico aggregate a livello nazionale. COPERT rappresenta la metodologia di riferimento per la stima delle emissioni da trasporto stradale in ambito europeo,

secondo le indicazioni fornite dal manuale dell'Agenzia Europea per l'Ambiente per gli inventari emissioni (*Emission Inventory Guidebook*).

Sulla base della metodologia COPERT sono stati quantificati i fattori di emissione di inquinanti da traffico stradale, espressi in g/(km*veicolo) catalogati nella "Banca dati dei fattori di emissione medi per il parco circolante in Italia" 2020 del SINANET (Sistema Informativo Nazionale Ambientale) di ISPRA⁵.

I fattori di emissione medi sono calcolati in funzione della velocità e sono costituiti dalla somma di quattro contributi:

- Emissioni a caldo, ovvero le emissioni dai veicoli i cui motori hanno raggiunto la loro temperatura di esercizio;
- Emissioni a freddo, ovvero le emissioni durante il riscaldamento del veicolo;
- Emissioni evaporative, costituite dai soli COVNM (composti organici volatili non metanici);
- Emissioni da abrasione di freni, pneumatici e manto stradale (sono una frazione rilevante delle emissioni di particolato primario dei veicoli più recenti, in particolare per i veicoli a benzina e per i diesel con tecnologia FAP).

Le emissioni dipendono essenzialmente dal carburante e dalle caratteristiche del veicolo (età, condizioni del motore, ecc.), nonché dalle condizioni di guida.

I fattori di emissione sono disponibili per diversi livelli di aggregazione così definiti:

- Tipo di veicolo (automobili, veicoli leggeri, veicoli pesanti, autobus, ciclomotori e motocicli);
- Tipologia di strada (autostrade, strade extraurbane, strade urbane);
- Carburante (benzina, diesel, GPL, metano);
- Tipo di categoria Euro (da Euro 0 a Euro V).

I fattori di emissione per i principali macroinquinanti (CO, NO_x, PM10, PM2.5, SO₂, NMVOC) sono stati perciò selezionati in base alla tipologia di:

- Veicoli quali autovetture, mezzi pesanti, mezzi commerciali leggeri, autobus e motocicli;
- Strade percorse per raggiungere il cantiere, in questo caso sia extra-urbane (Tabella 6.6), rappresentate da via dell'Elettronica, che collega la piattaforma in ingresso e in uscita alla viabilità principale, che urbane (Tabella 6.7) rappresentate dalla viabilità interna all'area portuale.

⁵ <https://fetransp.isprambiente.it/#/>

Tabella 6.6: Fattori di emissioni per strade extraurbane

Veicoli	PM10	NOx	NMVOc	NMVOc evap	CO	SO2	PM2.5
n°	g/(km*veic.)	g/(km*veic.)	g/(km*veic.)	g/(km*veic.)	g/(km*veic.)	g/(km*veic.)	g/(km*veic.)
Auto	2,95E-02	2,91E-01	3,78E-02	2,06E-02	2,32E-01	5,47E-04	1,94E-02
Autobus	1,56E-01	3,68E+00	1,27E-01	0,00E+00	9,48E-01	3,12E-03	1,11E-01
Camion (mezzi pesanti)	1,48E-01	2,66E+00	7,93E-02	9,47E-05	7,83E-01	2,80E-03	1,01E-01
Motocicli	2,49E-02	1,14E-01	6,01E-01	8,72E-02	3,39E+00	3,00E-04	2,06E-02
Veicoli commerciali leggeri	4,18E-02	7,58E-01	1,38E-02	1,26E-03	8,47E-02	9,02E-04	2,80E-02

Tabella 6.7: Fattori di emissioni per strade urbane

Veicoli	PM10	NOx	NMVOc	NMVOc evap	CO	SO2	PM2.5
n°	g/(km*veic.)	g/(km*veic.)	g/(km*veic.)	g/(km*veic.)	g/(km*veic.)	g/(km*veic.)	g/(km*veic.)
Auto	4,05E-02	4,45E-01	6,75E-01	4,83E-01	1,82E+00	8,22E-04	2,70E-02
Autobus	2,13E-01	6,44E+00	2,07E-01	0,00E+00	1,73E+00	3,83E-03	1,57E-01
Camion (mezzi pesanti)	2,28E-01	5,66E+00	2,18E-01	2,41E-03	1,55E+00	4,37E-03	1,69E-01
Motocicli	2,84E-02	8,29E-02	1,09E+00	3,95E-01	3,12E+00	3,59E-04	2,23E-02
Veicoli commerciali leggeri	6,35E-02	9,86E-01	6,05E-02	2,22E-02	3,52E-01	1,46E-03	4,43E-02

Di seguito si riporta il numero di veicoli rilevati in ingresso e in uscita dal porto (Tabella 6.8) e quindi il numero di transiti correlato (Tabella 6.9), anch'essi distinti in funzione della nave di imbarco/sbarco. Proprio il numero dei transiti concorrerà a quantificare le emissioni degli inquinanti.

Tabella 6.8: Numero di veicoli transitanti distinti per provenienza e direzione

Veicoli	RO-PAX	RO-RO	TOTALE
Auto sbarcate	85	53	138
Auto imbarcate	65	53	118
Veicoli commerciali leggeri sbarcati	16	0	16
Veicoli commerciali leggeri imbarcati	17	0	17
Camion (mezzi pesanti) sbarcati	84	197	281
Camion (mezzi pesanti) imbarcati	105	197	302
Autobus sbarcati	1	0	1
Autobus imbarcati	1	0	1
Motocicli sbarcati	11	0	11
Motocicli imbarcati	10	0	10

Tabella 6.9: numero transiti veicoli distinti per provenienza

Tipologia mezzi	RO-PAX	RO-RO	TOTALE
	n° transiti/nave	n° transiti/nave	n° transiti/nave
Auto	150	106	256
Autobus	2	0	2
Camion (mezzi pesanti)	189	394	583
Motocicli	21	0	21
Veicoli commerciali leggeri	33	0	33

Il numero di transiti va associato ad ogni nave che attracca presso i moli di Fusina e che rimane presso di esso 9 ore; si ipotizza che le operazioni di imbarco e sbarco avvengano per 4 ore nei giorni di attracco.

Data la lunghezza delle strade percorse e ipotizzando una velocità di percorrenza per tipologia di mezzi e strade, è stato stimato il tempo di percorrenza della rete viaria collegata al porto che funge come una sorta di coefficiente riduttivo per il calcolo del flusso di massa di inquinanti in g/h in quanto il tempo di percorrenza della rete viaria (Figura 6.2) implementata nel modello è decisamente all'ora. Nelle seguenti tabelle sono riportati il numero, la distanza e il tempo di percorrenza della rete

stradale, tutti parametri per tipologia di strada e per la provenienza dei mezzi, cioè navi Ro-ro e navi Ro-pax.

La produzione media oraria dell'inquinante i -esimo può essere stimata, per un determinato tratto stradale, tramite la seguente espressione:

$$Q_i = \sum_z (FE_{i,z} * L * n * p_z)$$

dove:

- $FE_{i,z}$ - fattore di emissione per l'inquinante i e per la tipologia di veicolo z , calcolato alla velocità di riferimento [g/(km*veicolo)];
- L - lunghezza del tratto stradale [km];
- n - numero di veicoli alle operazioni di imbarco/sbarco;
- p_z - percentuale di ciascuna categoria di veicolo.

va precisato che il tempo di percorrenza è decisamente all'ora, per cui come dato di input al modello CALPUFF, è stato impiegato il flusso di massa calcolato per ogni operazione di imbarco/sbarco moltiplicato per il tempo di percorrenza della rete stradale.

Tabella 6.10: numero mezzi e tempo percorrenza strade extraurbane – Navi Ro-Pax

Tipologia mezzi	imbarchi/sbarchi	Mezzi	Lunghezza strade	velocità	tempo percorrenza
	N°operazioni/ giorno	Mezzi/ operazioni	km	km/h	ora
Auto	4	37,5	3,88	60	0,065
Autobus	4	0,5	3,88	50	0,078
Camion (mezzi pesanti)	4	47,25	3,88	50	0,078
Motocicli	4	5,25	3,88	60	0,065
Veicoli commerciali leggeri	4	8,25	3,88	60	0,065

Tabella 6.11: numero mezzi e tempo percorrenza strade urbane – Navi Ro-Pax

Tipologia mezzi	imbarchi/sbarchi	Mezzi	Lunghezza strade	velocità	tempo percorrenza
	N°operazioni/ giorno	Mezzi/ operazioni	km	km/h	ora
Auto	4	37,5	0,94	30	0,031
Autobus	4	0,5	0,94	20	0,047
Camion (mezzi pesanti)	4	47,25	0,94	30	0,031
Motocicli	4	5,25	0,94	30	0,031
Veicoli commerciali leggeri	4	8,25	0,94	20	0,047

Tabella 6.12: numero mezzi e tempo percorrenza strade extraurbane – Navi Ro-Ro

Tipologia mezzi	imbarchi/sbarchi	Mezzi	Lunghezza strade	velocità	tempo percorrenza
	N°operazioni/ giorno	Mezzi/ operazioni	km	km/h	Ora
Auto	4	26,5	3,88	60	0,065
Autobus	4	0	3,88	50	0,078
Camion (mezzi pesanti)	4	98,5	3,88	50	0,078
Motocicli	4	0	3,88	60	0,065
Veicoli commerciali leggeri	4	0	3,88	60	0,065

Tabella 6.13: numero mezzi e tempo percorrenza strade urbane – Navi Ro-Ro

Tipologia mezzi	imbarchi/sbarchi	Mezzi	Lunghezza strade	velocità	tempo percorrenza
	N°operazioni/ giorno	Mezzi/ operazioni	km	km/h	ora
Auto	4	26,5	0,94	30	0,031
Autobus	4	0	0,94	20	0,047
Camion (mezzi pesanti)	4	98,5	0,94	30	0,031
Motocicli	4	0	0,94	30	0,031
Veicoli commerciali leggeri	4	0	0,94	20	0,047

Tabella 6.14: numero mezzi e tempo percorrenza area di sosta – Navi Ro-Ro

Tipologia mezzi	imbarchi/sbarchi	Mezzi	Lunghezza strade	velocità	tempo percorrenza
	N°operazioni/ giorno	Mezzi/ operazioni	km	km/h	ora
Auto	4	26,5	0,54	30	0,018
Autobus	4	0	0,54	20	0,027
Camion (mezzi pesanti)	4	98,5	0,54	30	0,018
Motocicli	4	0	0,54	30	0,018
Veicoli commerciali leggeri	4	0	0,54	20	0,027

Tabella 6.15: emissioni (g/h) su strade extraurbane

PM10	NO _x	NM VOC	CO	SO ₂	PM2.5
g/h	g/h	g/h	g/h	g/h	g/h
20,89	365,15	13,59	116,99	3,94E-01	14,17

Tabella 6.16: emissioni (g/h) su strade urbane

PM10	NO _x	NM VOC	CO	SO ₂	PM2.5
g/h	g/h	g/h	g/h	g/h	g/h
4,07	97,72	10,02	36,15	7,83E-02	3,00

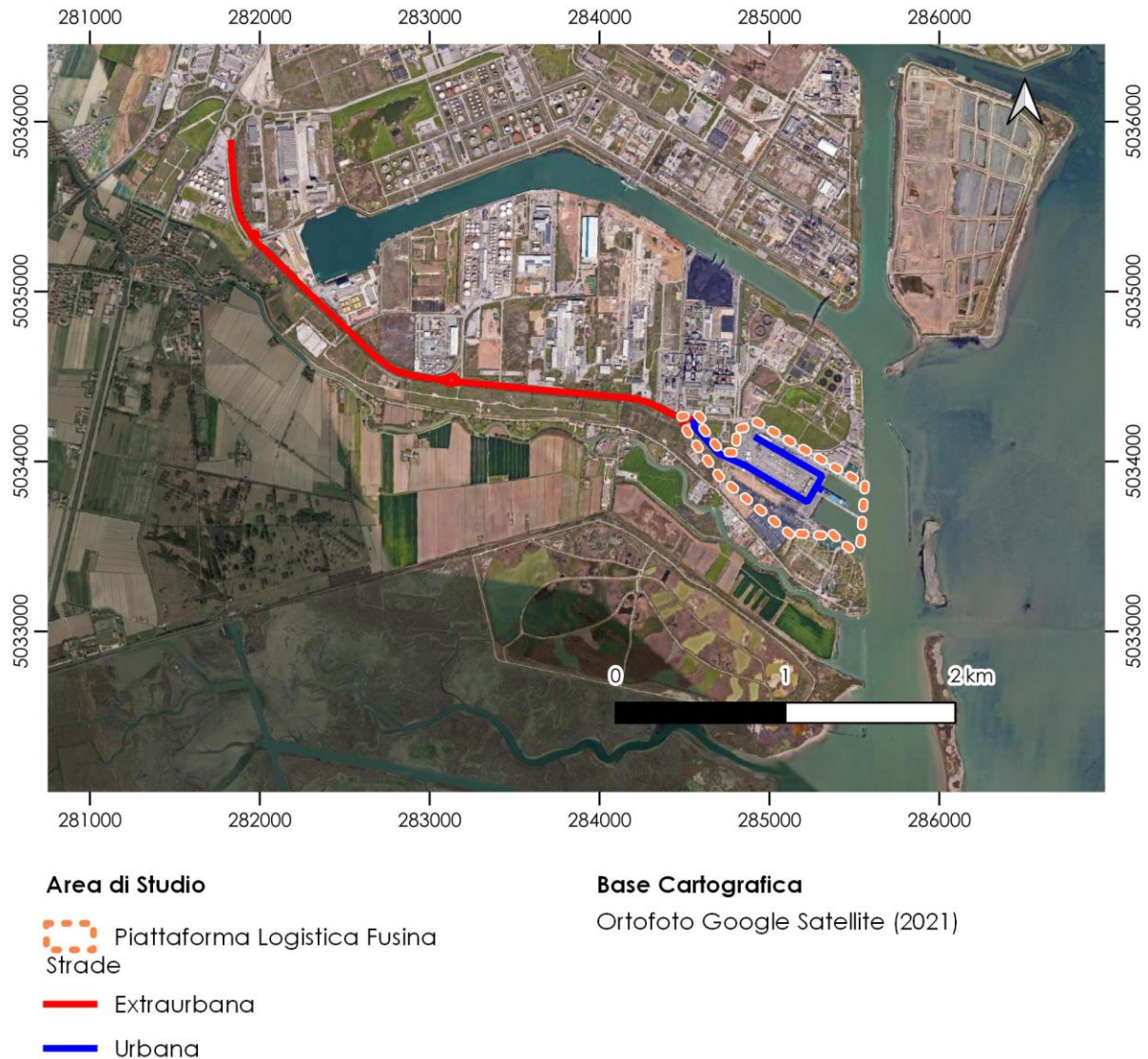


Figura 6.2: Rete stradale percorsa dal traffico veicolare indotto dall'attività portuale

6.3 CARICO EMISSIVO DA TRATTORI PORTUALI

Un altro sorgente emissiva valutata per il progetto in esame è rappresentata dai trattori portuali, noti anche come *tugmaster*; anche per questi mezzi è stata applicata la metodologia dell'EMEP/EEA, in questo caso la Tier 2 che definisce i fattori di emissione in funzione del consumo di carburante, in questo caso gasolio, appartenenti alle categorie così codificate:

- SNAP 080822 "Other mobile sources and machinery — Industry".
- NFR "1.A.2.g.vii Mobile Combustion in manufacturing industries and construction";
- NFR "1.A.4.a.ii Commercial/institutional: Mobile".

In Tabella 6.17 si riportano i fattori di emissioni individuati per i vari inquinanti oggetto del presente elaborato in funzione del consumo di gasolio e dei dati tecnici relativi ai trattori portuali, secondo le informazioni fornite da AdSPMAS. Si precisa che EMEP/EEA non ha pubblicato fattori di emissioni specifici per l'SO₂.

Tabella 6.17: fattori di emissione selezionati per i trattori portuali

Marca Motore	Tipologia motore	N° mezzi	Classe di emissione	Potenza	CO	NO _x	NM VOC	PM10	PM2.5
-	-	-	-	kW	g _i /t _r	g _i /t _r	g _i /t _r	g _i /t _r	g _i /t _r
volvo tad720ve	Six cylinder four-stroke	1	Stage II	174	7135	22101	1587	1034	1034
volvo tad750ve	Six cylinder four-stroke	4	Stage IIIA	170	6826	15653	1470	950	950
volvo tad870ve	Six-cylinder four-stroke	4	Stage IV	160	6019	1570	536	98	98
volvo tad881ve	Six-cylinder four-stroke	1	Stage V	185	7352	7663	930	116	116
mercedes OM906LA	Six-cylinder four-stroke	2	Stage IIIA	170	6826	15653	1470	950	950

Quindi, a partire dai seguenti parametri:

- Consumo gasolio pari a 9,25 l/h (dato fornito da AsSPMAS);
- Densità gasolio alla temperatura di 15° C pari a 820 kg/m³;

È stato calcolato il consumo di gasolio in t/h dato da $9,25 * 820 * 10^{-6} = 7,59E-03$ t/h.

Da questa variabile è stato possibile calcolare i flussi di massa in g/h (Tabella 6.18) secondo la metodologia Tier2 dell'EMEP/EEA:

$$E_i = \sum_j \sum_t FC_{j,t} * EF_{i,j,t}$$

Con

- E_i - Flusso di massa dell'inquinante i in g/h;
- $FC_{j,t}$ - Consumo del carburante j (gasolio), espresso in funzione della tipologia del motore (es. stage III) t ;
- $EF_{i,j,t}$ - Fattore di emissione dell'inquinante definito in funzione del tipo di combustibile j per categoria di veicolo c e di tecnologia t ;
- i - inquinante;
- j - tipologia di carburante;
- t - tecnologia motore (es. stage III).

Tabella 6.18: flussi di massa (g/h) da trattori portuali

PM10	NOx	NM VOC	CO	PM2.5
<i>g_i/h</i>	<i>g_i/h</i>	<i>g_i/h</i>	<i>g_i/h</i>	<i>g_i/h</i>
7,84E+00	1,68E+02	1,20E+01	5,41E+01	7,84E+00
2,88E+01	4,75E+02	4,46E+01	2,07E+02	2,88E+01
2,97E+00	4,76E+01	1,63E+01	1,83E+02	2,97E+00
8,80E-01	5,81E+01	7,05E+00	5,58E+01	8,80E-01
1,44E+01	2,37E+02	2,23E+01	1,04E+02	1,44E+01

7 STUDIO DI RICADUTA DELLE EMISSIONI IN ATMOSFERA

7.1 DOMINIO DI CALCOLO

Il dominio di calcolo (Figura 2.1) è costituito da un'area quadrata di lato pari a 20 km ed è costituito da celle di calcolo di area pari a 100x100. Il dominio meteorologico risulta anch'esso esteso su un'area di 20x20 km, con maglie di 1.000 metri. Il punto di origine della griglia di calcolo è individuabile nel vertice a sud-ovest del dominio e reca le seguenti coordinate (sistema di riferimento UTM fuso 33N WGS 84): 280350 m Est; 5022450 m Nord.

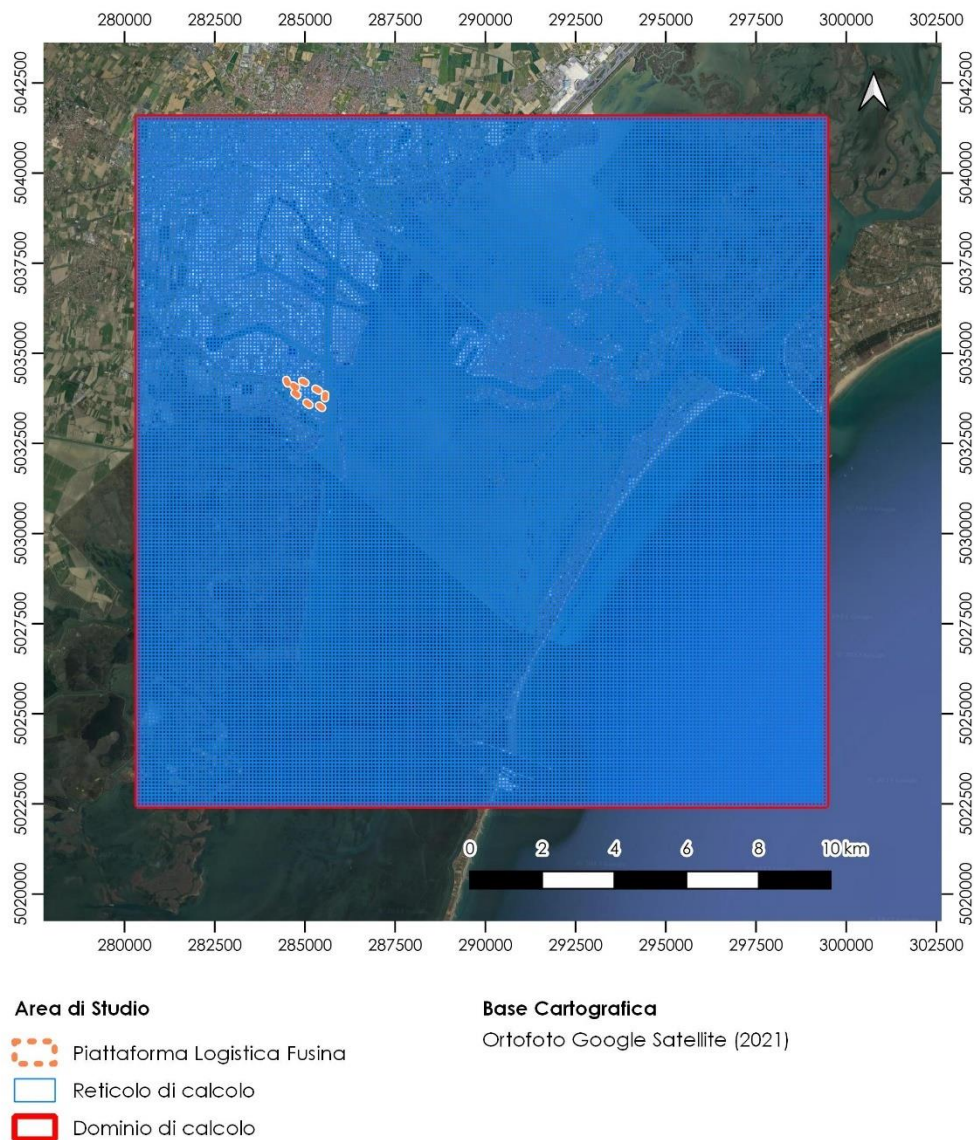


Figura 7.1: Dominio spaziale di simulazione e griglia regolare di punti

7.2 DATI EMISSIVI

Nel presente paragrafo si descrivono le sorgenti emissive inserite come dato di input nel modello CALPUFF. Nella definizione dei flussi di massa sono state considerate le seguenti ipotesi cautelative:

- Conservazione di massa dell'inquinante;
- Concentrazione di NO₂ assunta pari a quella degli NO_x emessi in atmosfera, senza quindi valutare l'azione di reazioni chimiche.

Nella seguente tabella sono state riepilogate le sorgenti emissive oggetto della simulazione modellistica; per ognuna di esse, sulla base di quanto esposto nel capitolo precedente, il flusso emissivo è stato elaborato come una serie oraria variabile nel tempo correlata ai movimenti navali.

Tabella 7.1: Sorgenti emissive implementate nel modello

Provenienza emissioni	Note	Tipologia sorgente
Ro-ro, Ro-pax, crociere	Fasi di crociera manovra	Puntuali
Ro-ro, Ro-pax, crociere	Fase di ormeggio presso molo Fusina	Puntuali
Lancioni	Tratta Fusina - Venezia	Areali
Traffico veicolare indotto	Strade urbane (tra cui l'area portuale), extraurbane	Areali
Trattori portuali (<i>tugmaster</i>)	Area portuale	Areali

7.2.1 EMISSIONI NAVALI

Le emissioni in atmosfera provenienti dalle navi transitanti presso il molo di Fusina sono state modellizzate come sorgenti puntuali, distinte secondo le seguenti denominazioni:

- Fusina_n per la fase di ormeggio (Tabella 7.2), ubicate presso il molo (Figura 7.2);
- Vessel_n per le fasi di crociera e manovra (Tabella 7.3).

Si specifica che le sorgenti emissive Vessel_n rappresentano il transito delle navi lungo il canale Malamocco – Marghera; trattandosi di emissioni ubicate su punti mobili (le navi), è stato optato di discretizzare il tragitto in una serie di sorgenti puntuali (camini) posta a circa 400 m di distanza gli uni dagli altri, secondo un'impostazione già adottata da ARPAV nello studio del 2017 (Figura 7.3).

Applicando la metodologia di calcolo descritta nel capitolo 6.1 sono state definite le serie emissive orarie dei flussi di massa di inquinanti in g/s rilasciati dalle navi lungo tutto l'arco dell'anno 2022 per CO, NO_x, NMVOC, PM10, PM2.5 ed SO₂, in funzione del numero di viaggi attuati sulla rotta Malamocco – Marghera e delle ore di attracco presso il molo di Fusina. È opportuno precisare che

per la fase di ormeggio le emissioni sono costanti (Tabella 7.4), a differenza di quanto avviene per le fasi di manovra e crociera per le quali sono stati riportati i valori medi (Tabella 7.3).

Le emissioni dei gas di scarico dei lancioni sono state inserite nel modello invece come sorgenti areali: in questo caso sono state assunte una temperatura pari a 110° e una velocità di 5 m/s ⁶.

I dati relativi all'estensione delle sorgenti areali e alla localizzazione sono indicati in Tabella 7.6; una mappa recante il tracciato percorso dai lancioni è visualizzabile in Figura 7.4. I flussi di massa, determinati, secondo la metodologia ampiamente descritta nel paragrafo 6.1 sono espressi invece come un flusso di massa per unità di superficie (Tabella 7.7)

Tabella 7.2: Localizzazione e dati emissivi delle sorgenti puntuali ubicate presso il molo (ormeggio)

Sorgente	Fase	Longitudine	Latitudine	Altezza	Diametro	Temperatura	Velocità
		m	m	M	m	°C	m/s
Fusina1	Ormeggio	285425	5033879	22,2	1,5	160	10
Fusina2	Ormeggio	285379	5033792	22,2	1,5	160	10
Fusina3	Ormeggio	285398	5033726	22,2	1,5	160	10
Fusina4	Ormeggio	285357	5033625	22,2	1,5	160	10

Tabella 7.3: Localizzazione e dati emissivi delle sorgenti puntuali definite per le fasi di manovra e di crociera

Sorgente	Fase	Longitudine	Latitudine	Altezza	Diametro	Temperatura	Velocità
		m	m	m	m	°C	m/s
Vess11	Crociera	291916	5023257	20	1,5	160	10
Vess12	Crociera	291534	5023377	20	1,5	160	10
Vess13	Crociera	291153	5023498	20	1,5	160	10
Vess14	Crociera	290772	5023619	20	1,5	160	10
Vess15	Crociera	290390	5023739	20	1,5	160	10
Vess16	Crociera	290009	5023860	20	1,5	160	10
Vess17	Crociera	289627	5023980	20	1,5	160	10
Vess18	Crociera	289246	5024101	20	1,5	160	10
Vess19	Crociera	288865	5024222	20	1,5	160	10
Vess110	Crociera	288483	5024342	20	1,5	160	10
Vess111	Crociera	288102	5024463	20	1,5	160	10
Vess112	Crociera	287720	5024584	20	1,5	160	10
Vess113	Crociera	287339	5024704	20	1,5	160	10
Vess114	Crociera	286958	5024825	20	1,5	160	10

⁶ Numerical analysis of cooking oven powered by engine exhaust gas, Ali j. Abdulhamed, Emad d. Aboud1, Sabah A. Abdulameer, Hanaa K. Kareem, Journal of Engineering Science and Technology, Aprile 2022.

Sorgente	Fase	Longitudine	Latitudine	Altezza	Diametro	Temperatura	Velocità
		m	m	m	m	°C	m/s
Vess115	Crociera	286576	5024945	20	1,5	160	10
Vess116	Crociera	286195	5025066	20	1,5	160	10
Vess21	Crociera	286054	5025111	20	1,5	160	10
Vess22	Crociera	285739	5025357	20	1,5	160	10
Vess23	Crociera	285424	5025603	20	1,5	160	10
Vess31	Crociera	285274	5025720	20	1,5	160	10
Vess32	Crociera	285188	5026110	20	1,5	160	10
Vess33	Crociera	285101	5026501	20	1,5	160	10
Vess41	Crociera	285025	5026839	20	1,5	160	10
Vess42	Crociera	285086	5027235	20	1,5	160	10
Vess43	Crociera	285147	5027630	20	1,5	160	10
Vess44	Crociera	285208	5028025	20	1,5	160	10
Vess45	Crociera	285269	5028421	20	1,5	160	10
Vess46	Crociera	285330	5028816	20	1,5	160	10
Vess47	Crociera	285391	5029211	20	1,5	160	10
Vess48	Crociera	285452	5029606	20	1,5	160	10
Vess49	Crociera	285514	5030002	20	1,5	160	10
Vess410	Crociera	285575	5030397	20	1,5	160	10
Vess411	Crociera	285636	5030792	20	1,5	160	10
Vess412	Crociera	285697	5031188	20	1,5	160	10
Vess51	Manovra	285694	5031440	22,2	1,5	160	10
Vess52	Manovra	285683	5031639	22,2	1,5	160	10
Vess53	Manovra	285673	5031839	22,2	1,5	160	10
Vess54	Manovra	285662	5032039	22,2	1,5	160	10
Vess55	Manovra	285651	5032238	22,2	1,5	160	10
Vess56	Manovra	285640	5032438	22,2	1,5	160	10
Vess57	Manovra	285630	5032638	22,2	1,5	160	10
Vess58	Manovra	285619	5032838	22,2	1,5	160	10
Vess59	Manovra	285608	5033037	22,2	1,5	160	10
Vess510	Manovra	285598	5033237	22,2	1,5	160	10
Vess511	Manovra	285587	5033437	22,2	1,5	160	10
Vess512	Manovra	285576	5033636	22,2	1,5	160	10
Vess513	Manovra	285705	5031240	22,2	1,5	160	10

Tabella 7.4: Flussi di massa delle sorgenti puntuali ubicate presso il molo (ormeggio)

Sorgente	PM10	PM2.5	NO _x	NMVOC	CO	SO ₂	Attivazione
	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	ore/anno
Fusina1	1,08E-01	1,08E-01	5,4	4,87E-01	4,87E-01	1,94E-01	531
Fusina2	1,31E-01	1,31E-01	6,6	2,43E-01	5,95E-01	2,37E-01	90
Fusina3	1,03E-01	1,03E-01	5,2	1,90E-01	4,66E-01	1,86E-01	672
Fusina4	1,03E-01	1,03E-01	5,2	1,90E-01	4,66E-01	1,86E-01	420

Tabella 7.5: Flussi di massa medi delle sorgenti puntuali definite per le fasi di manovra e di crociera

Sorgente	PM10	PM2.5	NO _x	NMVOC	CO	SO ₂	Attivazione
	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	ore/anno
Vess11	2,94E-02	2,94E-02	3,31E+00	4,06E-02	8,12E-02	5,66E-02	204
Vess12	2,94E-02	2,94E-02	3,31E+00	4,06E-02	8,12E-02	5,66E-02	204
Vess13	2,94E-02	2,94E-02	3,31E+00	4,06E-02	8,12E-02	5,66E-02	204
Vess14	2,94E-02	2,94E-02	3,31E+00	4,06E-02	8,12E-02	5,66E-02	204
Vess15	2,94E-02	2,94E-02	3,31E+00	4,06E-02	8,12E-02	5,66E-02	204
Vess16	2,94E-02	2,94E-02	3,31E+00	4,06E-02	8,12E-02	5,66E-02	204
Vess17	2,94E-02	2,94E-02	3,31E+00	4,06E-02	8,12E-02	5,66E-02	204
Vess18	2,94E-02	2,94E-02	3,31E+00	4,06E-02	8,12E-02	5,66E-02	204
Vess19	2,94E-02	2,94E-02	3,31E+00	4,06E-02	8,12E-02	5,66E-02	204
Vess110	2,94E-02	2,94E-02	3,31E+00	4,06E-02	8,12E-02	5,66E-02	204
Vess111	2,94E-02	2,94E-02	3,31E+00	4,06E-02	8,12E-02	5,66E-02	204
Vess112	2,94E-02	2,94E-02	3,31E+00	4,06E-02	8,12E-02	5,66E-02	204
Vess113	2,94E-02	2,94E-02	3,31E+00	4,06E-02	8,12E-02	5,66E-02	204
Vess114	2,94E-02	2,94E-02	3,31E+00	4,06E-02	8,12E-02	5,66E-02	204
Vess115	2,94E-02	2,94E-02	3,31E+00	4,06E-02	8,12E-02	5,66E-02	204
Vess116	2,94E-02	2,94E-02	3,31E+00	4,06E-02	8,12E-02	5,66E-02	204
Vess21	2,52E-02	2,52E-02	3,48E-02	3,48E-02	6,96E-02	4,85E-02	198
Vess22	2,52E-02	2,52E-02	3,48E-02	3,48E-02	6,96E-02	4,85E-02	198
Vess23	2,52E-02	2,52E-02	3,48E-02	3,48E-02	6,96E-02	4,85E-02	198
Vess31	3,18E-02	3,18E-02	3,03E+00	4,36E-02	8,66E-02	6,14E-02	275
Vess32	3,18E-02	3,18E-02	3,03E+00	4,36E-02	8,66E-02	6,14E-02	275
Vess33	3,18E-02	3,18E-02	3,03E+00	4,36E-02	8,66E-02	6,14E-02	275
Vess41	3,43E-01	3,43E-01	2,71E+00	3,94E-02	7,88E-02	5,49E-02	196
Vess42	3,43E-01	3,43E-01	2,71E+00	3,94E-02	7,88E-02	5,49E-02	196
Vess43	3,43E-01	3,43E-01	2,71E+00	3,94E-02	7,88E-02	5,49E-02	196
Vess44	3,43E-01	3,43E-01	2,71E+00	3,94E-02	7,88E-02	5,49E-02	196
Vess45	3,43E-01	3,43E-01	2,71E+00	3,94E-02	7,88E-02	5,49E-02	196
Vess46	3,43E-01	3,43E-01	2,71E+00	3,94E-02	7,88E-02	5,49E-02	196
Vess47	3,43E-01	3,43E-01	2,71E+00	3,94E-02	7,88E-02	5,49E-02	196

Sorgente	PM10	PM2.5	NO _x	NMVOC	CO	SO ₂	Attivazione
	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	ore/anno
Vess48	3,43E-01	3,43E-01	2,71E+00	3,94E-02	7,88E-02	5,49E-02	196
Vess49	3,43E-01	3,43E-01	2,71E+00	3,94E-02	7,88E-02	5,49E-02	196
Vess410	3,43E-01	3,43E-01	2,71E+00	3,94E-02	7,88E-02	5,49E-02	196
Vess411	3,43E-01	3,43E-01	2,71E+00	3,94E-02	7,88E-02	5,49E-02	196
Vess412	3,43E-01	3,43E-01	2,71E+00	3,94E-02	7,88E-02	5,49E-02	196
Vess51	8,80E-03	8,80E-03	6,29E-01	1,55E-02	3,93E-02	1,37E-02	522
Vess52	8,80E-03	8,80E-03	6,29E-01	1,55E-02	3,93E-02	1,37E-02	522
Vess53	8,80E-03	8,80E-03	6,29E-01	1,55E-02	3,93E-02	1,37E-02	522
Vess54	8,80E-03	8,80E-03	6,29E-01	1,55E-02	3,93E-02	1,37E-02	522
Vess55	8,80E-03	8,80E-03	6,29E-01	1,55E-02	3,93E-02	1,37E-02	522
Vess56	8,80E-03	8,80E-03	6,29E-01	1,55E-02	3,93E-02	1,37E-02	522
Vess57	8,80E-03	8,80E-03	6,29E-01	1,55E-02	3,93E-02	1,37E-02	522
Vess58	8,80E-03	8,80E-03	6,29E-01	1,55E-02	3,93E-02	1,37E-02	522
Vess59	8,80E-03	8,80E-03	6,29E-01	1,55E-02	3,93E-02	1,37E-02	522
Vess510	8,80E-03	8,80E-03	6,29E-01	1,55E-02	3,93E-02	1,37E-02	522
Vess511	8,80E-03	8,80E-03	6,29E-01	1,55E-02	3,93E-02	1,37E-02	522
Vess512	8,80E-03	8,80E-03	6,29E-01	1,55E-02	3,93E-02	1,37E-02	522
Vess513	8,80E-03	8,80E-03	6,29E-01	1,55E-02	3,93E-02	1,37E-02	522

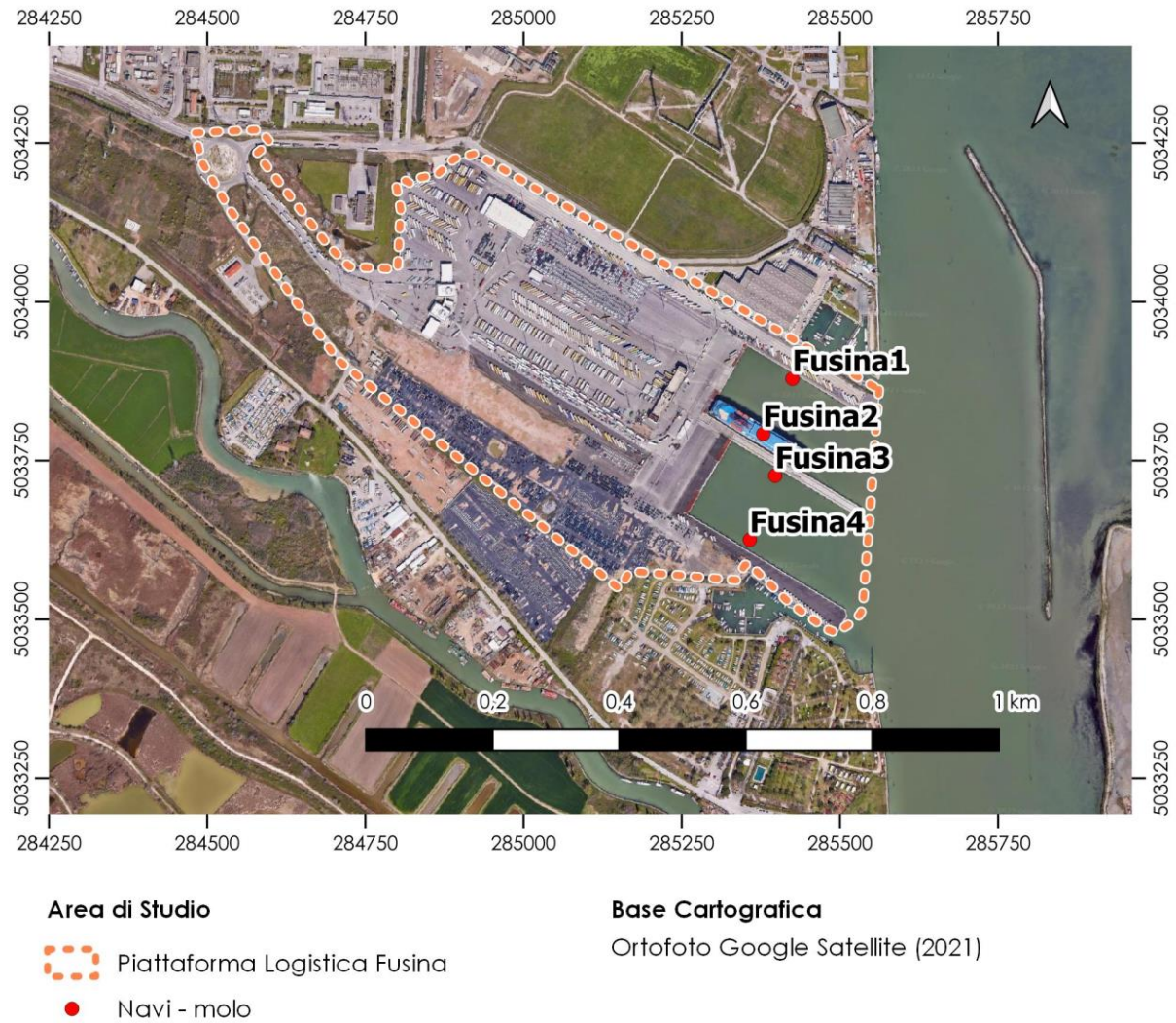
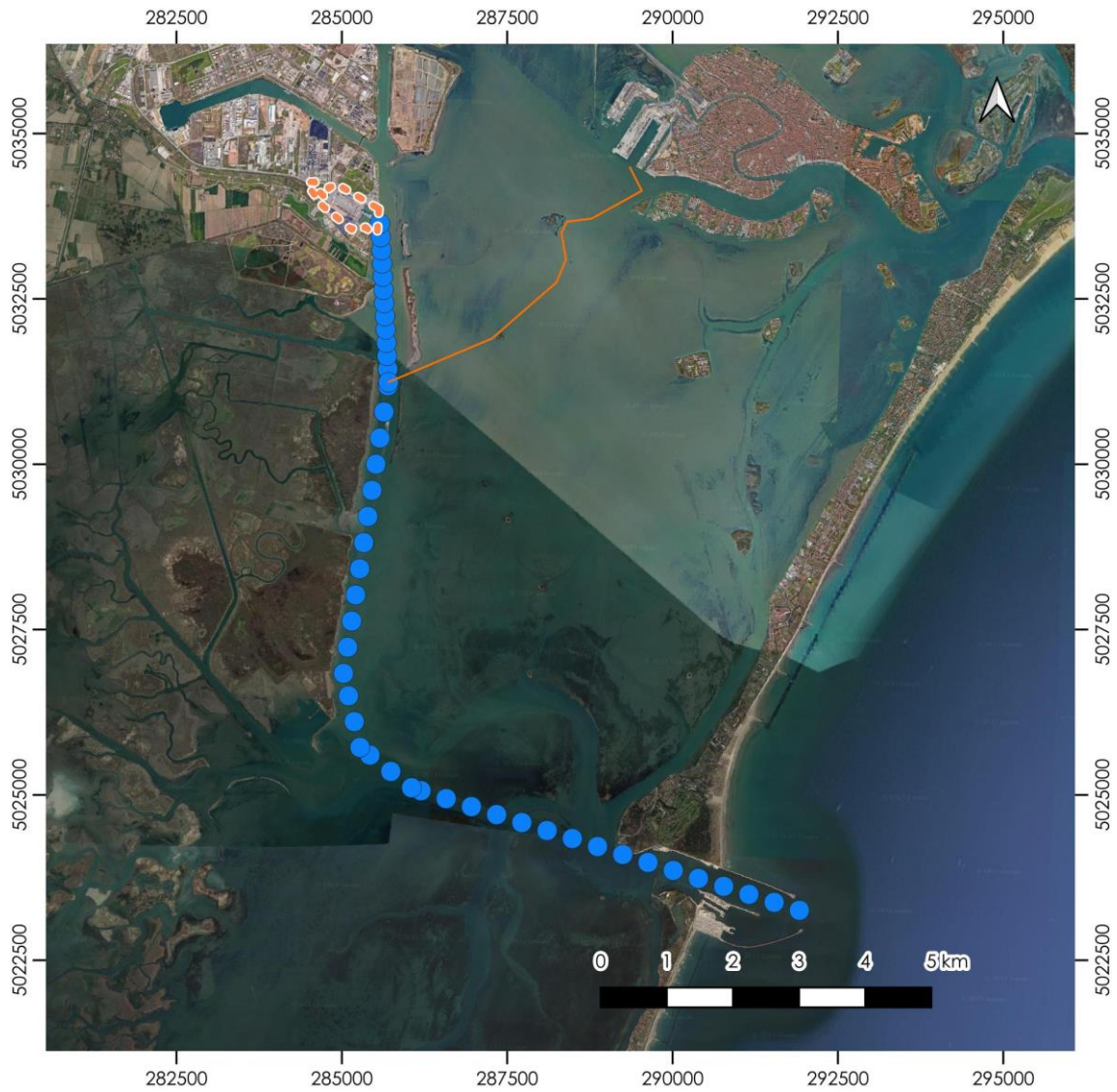


Figura 7.2: Localizzazione delle sorgenti emittive presso il molo di Fusina (navi in fase di ormeggio)



Area di Studio

 Piattaforma Logistica Fusina

Sorgenti emittive - Navi in fase di crociera e manovra

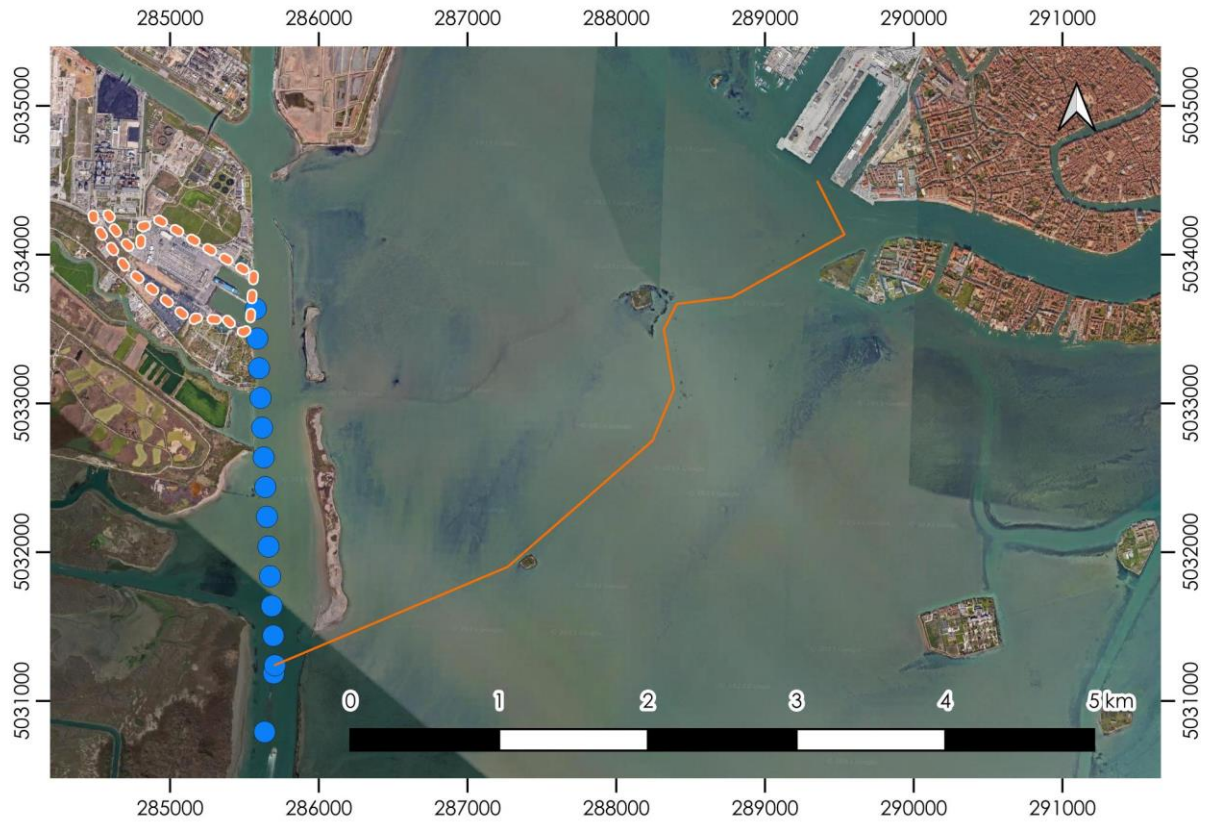
 Lancioni

 Ro-ro, Ro-pax, crociere

Base Cartografica

Ortofoto Google Satellite (2021)

Figura 7.3: Localizzazione delle sorgenti emittive rappresentate dalle navi in fase di crociera e manovra



Area di Studio

 Piattaforma Logistica Fusina

Sorgenti emissive - Navi in fase di crociera e manovra

 Lancioni

 Ro-ro, Ro-pax, crociere

Base Cartografica

Ortofoto Google Satellite (2021)

Figura 7.4. Localizzazione delle sorgenti emissive rappresentate dai lancioni

Tabella 7.6: Localizzazione e dati emissivi delle sorgenti emissive areali definite per i lanci

Sorgente	Area	Altezza	σ_z	Long. X1	Lat. Y1	Long. X2	Lat. Y2	Long. X3	Lat. Y3	Long. X4	Lat. Y4
	m ²	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
Tour6	3.398,73	3	1,40	285702	5031242	285703	5031240	287269	5031901	287268	5031903
Tour7	2.520,44	3	1,40	287268	5031903	287269	5031901	288244	5032750	288243	5032751
Tour8	709,52	3	1,40	288243	5032751	288244	5032750	288389	5033096	288387	5033096
Tour9	752,05	3	1,40	288387	5033096	288389	5033096	288321	5033498	288319	5033498
Tour10	346,49	3	1,40	288319	5033498	288321	5033498	288406	5033669	288405	5033670
Tour11	581,11	3	1,40	288405	5033670	288406	5033669	288777	5033714	288777	5033716
Tour12	1.669,62	3	1,40	288777	5033716	288777	5033714	289535	5034135	289534	5034137
Tour13	792,12	3	1,40	289534	5034137	289532	5034136	289350	5034493	289352	5034494

Tabella 7.7: Flussi di massa di inquinanti calcolati per i lanci

Sorgente	PM10	PM2.5	NO _x	NM VOC	CO	SO ₂	Attivazione
	g/(m ² *s)	g/(m ² *s)	g/(m ² *s)	g/(m ² *s)	g/(m ² *s)	g/(m ² *s)	ore/anno
Tour6	2,56E-07	2,56E-07	2,51E-05	3,38E-07	6,41E-07	5,06E-07	430
Tour7	3,29E-07	3,29E-07	3,23E-05	4,35E-07	8,24E-07	6,50E-07	430
Tour8	1,15E-06	1,15E-06	1,13E-04	1,52E-06	2,88E-06	2,27E-06	430
Tour9	8,66E-04	8,66E-04	8,51E-02	1,14E-03	2,17E-03	1,71E-03	430
Tour10	1,15E-06	1,15E-06	1,13E-04	1,52E-06	2,88E-06	2,27E-06	430
Tour11	1,15E-06	1,15E-06	1,13E-04	1,52E-06	2,88E-06	2,27E-06	430
Tour12	4,60E-07	4,60E-07	4,52E-05	6,08E-07	1,15E-06	9,10E-07	430
Tour13	1,15E-06	1,15E-06	1,13E-04	1,52E-06	2,88E-06	2,28E-06	430

7.2.2 EMISSIONI DA TRAFFICO VEICOLARE INDOTTO

Anche queste fonti di emissione sono state assimilate a sorgenti areali; il dato di input consiste in una serie oraria correlata alle ore di imbarco e sbarco (2+2=4 ore per giornata di attracco) definite per i camini Fusina1 e Fusina2. La serie oraria è stata calcolata a partire dai flussi di massa di inquinanti generati dal traffico veicolare indotto (paragrafo 6.2), suddivisi per l'estensione delle aree individuabili in Figura 7.5. Ognuna di queste aree corrisponde ad un tratto stradale ben definito (Tabella 7.8).

Anche per le emissioni da traffico veicolare indotto sono state assunte una temperatura pari a 110° e una velocità dei fumi pari a 5 m/s. Al riguardo si precisa inoltre che:

- I flussi di massa medi degli inquinanti associati alla movimentazione delle auto nell'area portuale (Sorgenti "AutoRoro_n") sono stati determinati con i fattori di emissioni validi per le strade urbane (Tabella 7.9);
- La codifica con la quale sono state denominate le sorgenti emmissive distingue tra strade urbane e strade extraurbane, ad esempio "Traf1_UA" è un tratto urbano, "Traf11_ED" extraurbano.

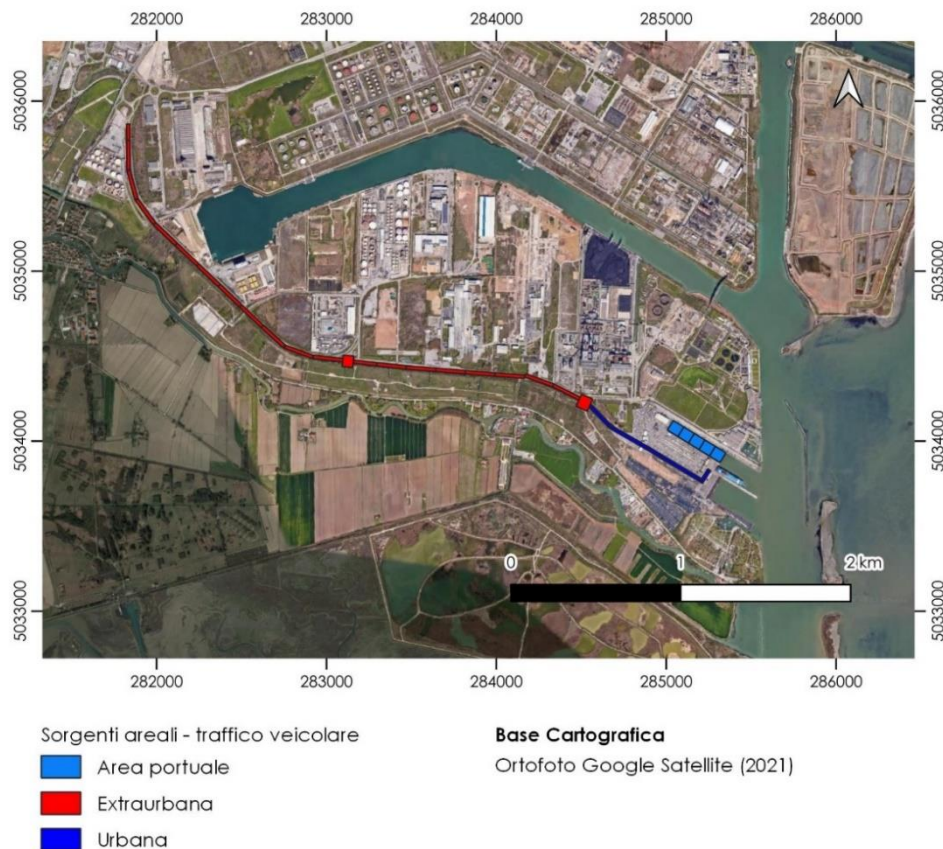


Figura 7.5: Localizzazione delle sorgenti areali definite per il traffico veicolare indotto

Tabella 7.8: Localizzazione e dati emissivi delle sorgenti emissive areali definite per il traffico veicolare indotto

Sorgente	Area	Altezza	σ_z	Long. X1	Lat. Y1	Long. X2	Lat. Y2	Long. X3	Lat. Y3	Long. X4	Lat. Y4
	m ²	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
Traf1_UA	1745,8	1	4,65E-01	285262	5033825	285245	5033836	285197	5033763	285214	5033752
Traf3_UF	5237,5	1	4,65E-01	285197	5033763	284971	5033897	284982	5033914	285207	5033780
Traf4_UA	1745,8	1	4,65E-01	284971	5033897	284982	5033914	284907	5033960	284897	5033943
Traf5_UF	5237,5	1	4,65E-01	284897	5033943	284669	5034073	284679	5034090	284907	5033960
Traf6_UD	3491,7	1	4,65E-01	284679	5034090	284664	5034077	284543	5034203	284557	5034217
Traf7_UD	3491,7	1	4,65E-01	284557	5034217	284679	5034090	284664	5034077	284543	5034203
Traf8_ED	3491,7	1	4,65E-01	284339	5034336	284495	5034257	284486	5034240	284330	5034319
Traf9_ED	3491,7	1	4,65E-01	284339	5034336	284332	5034318	284167	5034377	284174	5034396
Traf10_ED	3491,7	1	4,65E-01	284174	5034396	284339	5034336	284332	5034318	284167	5034377
Traf11_ED	3491,7	1	4,65E-01	283993	5034401	284167	5034388	284166	5034368	283991	5034382
Traf12_ED	3491,7	1	4,65E-01	283818	5034415	283993	5034401	283991	5034382	283817	5034395
Traf13_ED	3491,7	1	4,65E-01	283644	5034429	283818	5034415	283817	5034395	283642	5034409
Traf14_ED	3491,7	1	4,65E-01	283469	5034443	283644	5034429	283642	5034409	283468	5034423
Traf15_ED	3491,7	1	4,65E-01	283644	5034429	283642	5034409	283468	5034423	283469	5034443
Traf16_ED	3491,7	1	4,65E-01	283295	5034462	283469	5034443	283467	5034423	283293	5034442
Traf17_EC	2713,6	1	4,65E-01	283157	5034458	283161	5034477	283295	5034462	283293	5034442
Traf18_ED	3491,7	1	4,65E-01	283469	5034443	283467	5034423	283293	5034442	283295	5034462
Traf19_ED	3491,7	1	4,65E-01	282922	5034506	283096	5034486	283094	5034466	282920	5034486
Traf20_ED	3491,7	1	4,65E-01	283096	5034486	283094	5034466	282920	5034486	282922	5034506
Traf21_ED	3491,7	1	4,65E-01	282758	5034564	282922	5034505	282915	5034486	282751	5034546
Traf22_ED	3491,7	1	4,65E-01	282758	5034564	282744	5034550	282614	5034667	282628	5034682

Sorgente	Area	Altezza	σ_z	Long. X1	Lat. Y1	Long. X2	Lat. Y2	Long. X3	Lat. Y3	Long. X4	Lat. Y4
	m ²	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
Traf23_ED	3491,7	1	4,65E-01	282628	5034682	282758	5034564	282744	5034550	282614	5034667
Traf24_ED	3491,7	1	4,65E-01	282501	5034803	282628	5034682	282614	5034667	282487	5034788
Traf25_ED	3491,7	1	4,65E-01	282374	5034923	282501	5034803	282487	5034788	282361	5034909
Traf26_ED	3491,7	1	4,65E-01	282248	5035044	282374	5034923	282361	5034909	282234	5035030
Traf27_ED	3491,7	1	4,65E-01	282121	5035165	282248	5035044	282234	5035030	282107	5035150
Traf28_ED	3491,7	1	4,65E-01	281994	5035285	282121	5035165	282107	5035150	281980	5035271
Traf29_ED	3491,7	1	4,65E-01	282121	5035165	282107	5035150	281980	5035271	281994	5035285
Traf30_ED	3491,7	1	4,65E-01	281994	5035285	281978	5035274	281874	5035414	281890	5035426
Traf31_ED	3491,7	1	4,65E-01	281890	5035426	281994	5035285	281978	5035274	281874	5035414
Traf32_ED	3491,7	1	4,65E-01	281843	5035595	281890	5035426	281871	5035421	281824	5035589
Traf33_ED	3491,7	1	4,65E-01	281890	5035426	281871	5035421	281824	5035589	281843	5035595
Traf34_ED	3491,7	1	4,65E-01	281843	5035595	281823	5035595	281823	5035770	281843	5035770
Traf35_ED	3491,7	1	4,65E-01	281843	5035770	281843	5035595	281823	5035595	281823	5035770
Traf36_ED	1907,5	1	4,65E-01	281822	5035865	281823	5035770	281843	5035770	281842	5035865
Traf37_EG	5703,7	1	4,65E-01	284502	5034277	284568	5034246	284535	5034175	284469	5034205
Traf38_EE	4364,3	1	4,65E-01	283099	5034507	283162	5034500	283154	5034431	283091	5034438
AutoRoRo1	4874,54	1	4,65E-01	285290	5033969	285352	5033930	285316	5033873	285254	5033912
AutoRoRo2	4874,54	1	4,65E-01	285227	5034007	285290	5033969	285254	5033912	285192	5033950
AutoRoRo3	4874,54	1	4,65E-01	285165	5034045	285227	5034007	285192	5033950	285130	5033988
AutoRoRo4	4874,54	1	4,65E-01	285103	5034083	285165	5034045	285130	5033988	285068	5034026
AutoRoRo5	4874,54	1	4,65E-01	285041	5034121	285103	5034083	285068	5034026	285006	5034064

Tabella 7.9: Flussi di massa di inquinanti calcolati per il traffico veicolare indotto

Sorgente	PM10	NO _x	NMVOC	CO	SO ₂	PM2.5	Attivazione
	g/(m ² *s)	g/(m ² *s)	g/(m ² *s)	g/(m ² *s)	g/(m ² *s)	g/(m ² *s)	ore/anno
Traf1_UA	2,08E-07	5,02E-06	4,75E-07	1,79E-06	4,00E-09	1,53E-07	236
Traf3_UF	6,94E-08	1,67E-06	1,58E-07	5,97E-07	1,33E-09	5,12E-08	236
Traf4_UA	2,08E-07	5,02E-06	4,75E-07	1,79E-06	4,00E-09	1,53E-07	236
Traf5_UF	6,94E-08	1,67E-06	1,58E-07	5,97E-07	1,33E-09	5,12E-08	236
Traf6_UD	1,04E-07	2,51E-06	2,37E-07	8,96E-07	2,00E-09	7,67E-08	236
Traf7_UD	1,04E-07	2,51E-06	2,37E-07	8,96E-07	2,00E-09	7,67E-08	236
Traf8_ED	5,13E-08	8,99E-07	3,11E-08	2,78E-07	9,67E-10	3,48E-08	236
Traf9_ED	5,13E-08	8,99E-07	3,11E-08	2,78E-07	9,67E-10	3,48E-08	236
Traf10_ED	5,13E-08	8,99E-07	3,11E-08	2,78E-07	9,67E-10	3,48E-08	236
Traf11_ED	5,13E-08	8,99E-07	3,11E-08	2,78E-07	9,67E-10	3,48E-08	236
Traf12_ED	5,13E-08	8,99E-07	3,11E-08	2,78E-07	9,67E-10	3,48E-08	236
Traf13_ED	5,13E-08	8,99E-07	3,11E-08	2,78E-07	9,67E-10	3,48E-08	236
Traf14_ED	5,13E-08	8,99E-07	3,11E-08	2,78E-07	9,67E-10	3,48E-08	236
Traf15_ED	5,13E-08	8,99E-07	3,11E-08	2,78E-07	9,67E-10	3,48E-08	236
Traf16_ED	5,13E-08	8,99E-07	3,11E-08	2,78E-07	9,67E-10	3,48E-08	236
Traf17_EC	1,78E-06	3,12E-05	1,08E-06	9,66E-06	3,36E-08	1,21E-06	236
Traf18_ED	5,13E-08	8,99E-07	3,11E-08	2,78E-07	9,67E-10	3,48E-08	236
Traf19_ED	5,13E-08	8,99E-07	3,11E-08	2,78E-07	9,67E-10	3,48E-08	236
Traf20_ED	5,13E-08	8,99E-07	3,11E-08	2,78E-07	9,67E-10	3,48E-08	236
Traf21_ED	5,13E-08	8,99E-07	3,11E-08	2,78E-07	9,67E-10	3,48E-08	236
Traf22_ED	5,13E-08	8,99E-07	3,11E-08	2,78E-07	9,67E-10	3,48E-08	236
Traf23_ED	5,13E-08	8,99E-07	3,11E-08	2,78E-07	9,67E-10	3,48E-08	236
Traf24_ED	5,13E-08	8,99E-07	3,11E-08	2,78E-07	9,67E-10	3,48E-08	236
Traf25_ED	5,13E-08	8,99E-07	3,11E-08	2,78E-07	9,67E-10	3,48E-08	236
Traf26_ED	5,13E-08	8,99E-07	3,11E-08	2,78E-07	9,67E-10	3,48E-08	236
Traf27_ED	5,13E-08	8,99E-07	3,11E-08	2,78E-07	9,67E-10	3,48E-08	236
Traf28_ED	5,13E-08	8,99E-07	3,11E-08	2,78E-07	9,67E-10	3,48E-08	236
Traf29_ED	5,13E-08	8,99E-07	3,11E-08	2,78E-07	9,67E-10	3,48E-08	236
Traf30_ED	5,13E-08	8,99E-07	3,11E-08	2,78E-07	9,67E-10	3,48E-08	236
Traf31_ED	5,13E-08	8,99E-07	3,11E-08	2,78E-07	9,67E-10	3,48E-08	236
Traf32_ED	5,13E-08	8,99E-07	3,11E-08	2,78E-07	9,67E-10	3,48E-08	236
Traf33_ED	5,13E-08	8,99E-07	3,11E-08	2,78E-07	9,67E-10	3,48E-08	236

Sorgente	PM10	NO _x	NM VOC	CO	SO ₂	PM2.5	Attivazione
	g/(m ² *s)	g/(m ² *s)	g/(m ² *s)	g/(m ² *s)	g/(m ² *s)	g/(m ² *s)	ore/anno
Traf34_ED	5,13E-08	8,99E-07	3,11E-08	2,78E-07	9,67E-10	3,48E-08	236
Traf35_ED	5,13E-08	8,99E-07	3,11E-08	2,78E-07	9,67E-10	3,48E-08	236
Traf36_ED	5,13E-08	8,99E-07	3,11E-08	2,78E-07	9,67E-10	3,48E-08	236
Traf37_EG	8,47E-07	1,49E-05	5,14E-07	4,60E-06	1,60E-08	5,74E-07	236
Traf38_EE	1,11E-06	1,94E-05	6,72E-07	6,01E-06	2,09E-08	7,51E-07	236
AutoRoRo1	1,05E-08	2,53E-07	2,33E-08	8,93E-08	2,01E-10	7,73E-09	236
AutoRoRo2	1,05E-08	2,53E-07	2,33E-08	8,93E-08	2,01E-10	7,73E-09	236
AutoRoRo3	1,05E-08	2,53E-07	2,33E-08	8,93E-08	2,01E-10	7,73E-09	236
AutoRoRo4	1,05E-08	2,53E-07	2,33E-08	8,93E-08	2,01E-10	7,73E-09	236
AutoRoRo5	1,05E-08	2,53E-07	2,33E-08	8,93E-08	2,01E-10	7,73E-09	236

7.2.3 EMISSIONI PROVENIENTI DAI TRATTORI PORTUALI

Per la definizione dei flussi di massa degli inquinanti rilasciati dai trattori portuali, noti anche come *tugmaster*, è stata adottata la medesima serie oraria della sorgente emissiva Fusina1. Come per il traffico veicolare, le emissioni sono state discretizzate in sorgenti areali con temperatura e velocità di uscita dei fumi pari rispettivamente a 110° C e a 5 m/s.

In Figura 7.5 è riportata l'ubicazione delle sorgenti emissive, identificata anche numericamente in Tabella 7.11. Nella tabella a seguire vi sono in quantitativi dei flussi di massa per unità di superficie costituenti la serie oraria di input.

Tabella 7.10: Flussi di massa di inquinanti emessi dai trattori portuali

Sorgente	PM10	NO _x	NM VOC	CO	PM2.5	Attivazione
	g/(m ² *s)	g/(m ² *s)	g/(m ² *s)	g/(m ² *s)	g/(m ² *s)	ore/anno
TugMaster1	3,10E-07	5,56E-06	5,77E-07	3,40E-06	3,10E-07	531
TugMaster2	3,10E-07	5,56E-06	5,77E-07	3,40E-06	3,10E-07	531
TugMaster3	3,10E-07	5,56E-06	5,77E-07	3,40E-06	3,10E-07	531



Area di Studio

-  Piattaforma Logistica Fusina
-  Sorgenti areali - tugmaster

Base Cartografica

Ortofoto Google Satellite (2021)

Figura 7.6: Localizzazione delle sorgenti areali definite per il traffico veicolare indotto

Tabella 7.11: Localizzazione e dati emissivi delle sorgenti emissive areali definite nell'area portuale

Sorgente	Area	Altezza	σ_z	Long. X1	Lat. Y1	Long. X2	Lat. Y2	Long. X3	Lat. Y3	Long. X4	Lat. Y4
	m ²	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
TugMaster1	14076,33	1	4,65E-01	284983	5034077	285066	5034026	284991	5033902	284908	5033953
TugMaster2	14076,33	1	4,65E-01	285066	5034026	285149	5033975	285074	5033852	284991	5033902
TugMaster3	21114,50	1	4,65E-01	285149	5033975	285274	5033899	285198	5033776	285074	5033852

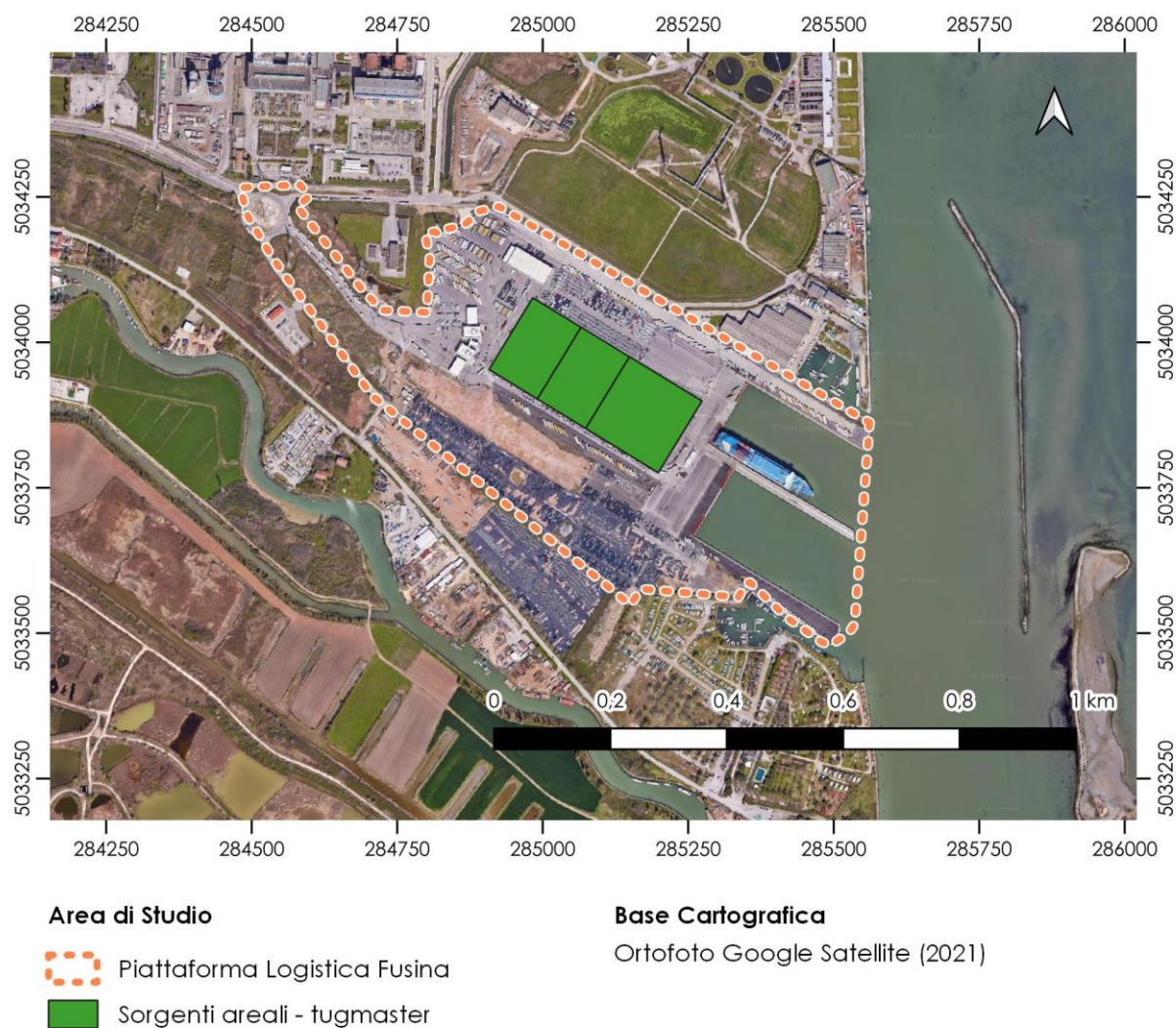


Figura 7.7: Localizzazione delle sorgenti emittive definite per i tugmaster

8 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI MODELLISTICHE

I risultati delle simulazioni sono rappresentati in:

- forma tabellare, con i valori ricaduta ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) associati allo scenario modellizzato;
- forma grafica mediante mappe con curve isoplete che rappresentano la distribuzione spaziale delle massime ricadute teoriche associate agli scenari modellizzati.

Per alcuni inquinanti, quali PM10, SO₂ e NO₂, la normativa di riferimento fissa il numero di volte che la concentrazione limite può essere superata in un anno; i risultati ottenuti rappresentano quindi il corrispondente percentile della concentrazione massima nell'intervallo temporale fissato. Nello specifico sono stati determinati i seguenti valori:

- NO₂: Media oraria – percentile 99,8° corrispondente a 18 superamenti/anno della soglia massima di 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$;
- PM10: Media giornaliera – percentile 90,4° corrispondente a 35 superamenti/anno della soglia massima di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$;
- SO₂: Media giornaliera – percentile 99,18° corrispondente a 3 superamenti/anno della soglia massima di 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$;
- SO₂: Media oraria – percentile 99,73° corrispondente a 24 superamenti/anno della soglia massima di 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

I valori annuali sono invece mediati sull'anno completo (8.760 ore).

Le ricadute sono state confrontate con:

- I limiti di qualità dell'aria prescritti dal D.Lgs. 155/2010;
- I valori rilevati presso la stazione di Fusina per NO_x, NO₂, PM10, PM2.5 ed SO₂ rilevati da ARPAV e da essa trasmessi allo scrivente.

Per valutare la significatività dell'impatto sulla qualità dell'aria è stato applicato il criterio elaborato a partire dalla Linee Guida V.I.A. Parte Generale, ANPA Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, 18 giugno 2001: *“si considera l'impatto di una sorgente di emissione "significativo" se superiore al 5% del valore limite fissato dal D.Lgs 155/10. In pratica, per ogni sostanza emessa in atmosfera, il confronto delle ricadute va effettuato con il 5% del rispettivo limite normativo (“regola del 5%”) e l'impatto si considera significativo se superiore a questa soglia”*. Nel caso ad esempio dell'NO₂, il limite della concentrazione media annuale è pari a 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; il 5% di tale limite è 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per cui si considera significativa l'emissione di una sorgente che produce una concentrazione media annuale di NO₂ maggiore di 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Questo criterio è stato applicato a:

- i limiti di qualità dell'aria;
- i valori di fondo intesi come concentrazioni medie annuali rilevati da ARPAV.

8.1 VALORI MASSIMI DI RICADUTA

Nella tabella seguente si riportano i valori massimi di ricaduta emissiva forniti dal modello CALPUFF. I valori sono riferiti ai valori massimi delle medie annuali o ai percentili per i diversi inquinanti oggetto dello studio, secondo le diverse medie temporali fissate dai limiti normativi (D. Lgs. 155/2010), dalle REL, per l'anno analizzato (2019). Sono inoltre indicate le coordinate del punto di massima ricaduta (coordinate UTM WGS84, Fuso 33 N).

Si può osservare che:

- Le concentrazioni di tutti gli inquinanti sono conformi ai limiti di qualità dell'aria;
- Tutti i parametri sono inferiori al criterio di significatività del 5%, ad eccezione della concentrazione media annuale degli NOx e del 99,8° percentile orario del biossido di azoto.

Per quanto riguarda il confronto con i valori di fondo, emerge che quasi tutti i parametri risultano inferiori al 5% del corrispondente valore di fondo, ad eccezione della concentrazione media annuale del biossido di azoto, che comunque risulta pari al 5,73% della concentrazione media annuale fondo misurata presso la stazione ARPAV di Fusina.

Punti di massima ricaduta										
Parametro	Indicatore	Stima modello	X	Y	VL(VO) D.lgs. 155/10 o REL	5% del VL(VO) D.lgs. 155/10 o REL	Stima modello / VL(VO) D.lgs. 155/10 o REL	Fondo - ARPAV Fusina 2021	Stima modello / Fondo	Stima modello + Fondo
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	(m)	(m)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
NO ₂	99,8° percentile 1 ora	8,25E+01	285050	5033850	200	10,0	41,25%	-	-	-
	Media annuale	1,64E+00	284950	5033950	40	2,0	4,10%	28,60	5,73%	30,24
NO _x	Media annuale	1,64E+00	285050	5033850	30	1,5	5,47%	43,00	3,81%	44,64
PM10	90,40° percentile 24 ore	1,75E-01	284950	5033850	50	2,5	0,35%	-	-	-
	Media annuale	4,52E-02	285050	5033850	40	2,0	0,11%	29,30	0,15%	29,35
PM2.5	Media annuale	4,51E-02	285050	5033850	25	1,25	0,18%	20,20	0,22%	20,25
CO	Massima media mobile su 8 ore	2,46E+01	284850	5033550	10000	500,0	-	-	-	-
	Media annuale	3,03E-01	285050	5033850	-	-	-	-	-	-
SO ₂	99,73° percentile 1 ora	2,51E+00	285250	5033750	350	17,5	0,72%	-	-	-
	99,18° percentile 24 ore	5,44E-01	285250	5033950	125	6,25	0,44%	-	-	-
	Media annuale	4,54E-02	284950	5033850	20	1,0	0,23%	2,30	1,97%	2,35
NM VOC	Media annuale	7,84E-02	284950	5033850	-	-	-	-	-	-

8.2 RICADUTE PRESSO I RECETTORI SENSIBILI

È stato elaborato un approfondimento relativo alla valutazione degli impatti ambientali sulla componente atmosfera presso alcuni recettori sensibili (Tabella 8.1), individuati in funzione dei tracciati percorsi dalle navi e delle strade percorse dal traffico veicolare indotto dall'attività portuale. I recettori selezionati consistono prevalentemente in luoghi sensibili quali ospedali, case di riposo, oltre ad abitazioni private ubicate nei pressi della rete stradale.

In Tabella 8.2 si riportano i valori di ricaduta calcolati presso i recettori selezionati, rapportati a:

- I limiti di qualità dell'aria prescritti dal D.Lgs. 155/2010;
- I valori rilevati presso la stazione di Fusina per NO_x, NO₂, PM10, PM2.5 ed SO₂ rilevati da ARPAV e da essa trasmessi allo scrivente.

L'analisi dei risultati evidenzia:

- La piena conformità delle ricadute ai limiti prescritti dal D.Lgs. 155/2010;
- La non significatività degli impatti rispetto ai limiti di qualità dell'aria, ad eccezione del 99,8° percentile orario del biossido di azoto e per i soli recettori R1 ed R2;
- La non significatività degli impatti rispetto alle concentrazioni medie annuali di fondo rilevate presso la stazione ARPAV di Fusina per NO₂, PM10, PM2.5 ed SO₂.

Tabella 8.1: Recettori sensibili

Recettore	Descrizione	X	Y	Località	Comune
R1	Campig Fusina	285406	5033386	Fusina	Venezia
R2	Abitazioni private	283992	5034199	Moranzani	Venezia
R3	Abitazioni private	289971	5033993	Sacca Fisola	Venezia
R4	Centro Servizi per anziani "Casa dell'Ospitalità"	289922	5023522	Pellestrina	Venezia
R5	Abitazione privata	289359	5024190	Alberoni	Venezia
R6	Abitazione privata	289235	5024586	Alberoni	Venezia
R7	Ospedale San Camillo - IRCSS	290610	5025822	Alberoni	Venezia
R8	Abitazione privata	281841	5035089	Malcontenta	Venezia

Tabella 8.2: Ricadute presso i recettori sensibili

R1 - Camping Fusina								
Parametro	Indicatore	Stima modello	VL(VO) D.lgs. 155/10 o REL	5% del VL(VO) D.lgs. 155/10 o REL	Stima modello / VL(VO) D.lgs. 155/10 o REL	Fondo - ARPAV Fusina 2021	Stima modello / Fondo	Stima modello + Fondo
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
NO ₂	99,8° percentile 1 ora	5,00E+01	200	10,0	25,0%	-	-	-
	Media annuale	6,05E-01	40	2,0	1,51%	28,6	2,12%	29,21
NO _x	Media annuale	6,05E-01	30	1,5	2,02%	43,0	1,41%	43,61
PM10	90,40° percentile 24 ore	4,59E-02	50	2,5	0,09%	-	-	-
	Media annuale	1,39E-02	40	2,0	0,03%	29,3	0,05%	29,31
PM2.5	Media annuale	1,39E-02	25	1,25	0,06%	20,2	0,07%	20,21
CO	Massima media mobile su 8 ore	5,84E+00	10.000	500,0	0,06%	-	-	-
	Media annuale	4,37E-02	-	-	-	-	-	-
SO ₂	99,73° percentile 1 ora	1,23E+00	350	17,5	0,35%	-	-	-
	99,18° percentile 24 ore	2,12E-01	125	6,25	0,17%	-	-	-
	Media annuale	1,70E-02	20	1,0	0,09%	2,3	0,74%	2,32
NM VOC	Media annuale	1,77E-02	-	-	-	-	-	-

R2 - Abitazioni private								
Parametro	Indicatore	Stima modello	VL(VO) D.lgs. 155/10 o REL	5% del VL(VO) D.lgs. 155/10 o REL	Stima modello / VL(VO) D.lgs. 155/10 o REL	Fondo - ARPAV Fusina 2021	Stima modello / Fondo	Stima modello + Fondo
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
NO ₂	99,8° percentile 1 ora	2,20E+01	200	10,0	11,0%	-	-	-
	Media annuale	3,64E-01	40	2,0	0,91%	28,6	1,27%	28,96
NO _x	Media annuale	3,64E-01	30	1,5	1,21%	43,0	0,85%	43,36
PM10	90,40° percentile 24 ore	3,50E-02	50	2,5	0,07%	-	-	-
	Media annuale	8,97E-03	40	2,0	0,02%	29,3	0,03%	29,31
PM2.5	Media annuale	8,97E-03	25	1,25	0,04%	20,2	0,04%	20,21
CO	Massima media mobile su 8 ore	1,16E+00	10.000	500,0	0,012%	-	-	-
	Media annuale	2,93E-02	-	-	-	-	-	-
SO ₂	99,73° percentile 1 ora	6,96E-01	350	17,5	0,20%	-	-	-
	99,18° percentile 24 ore	1,30E-01	125	6,25	0,10%	-	-	-
	Media annuale	1,18E-02	20	1,0	0,06%	2,3	0,51%	2,31
NM VOC	Media annuale	1,20E-02	-	-	-	-	-	-

R3 - Abitazioni private								
Parametro	Indicatore	Stima modello	VL(VO) D.lgs. 155/10 o REL	5% del VL(VO) D.lgs. 155/10 o REL	Stima modello / VL(VO) D.lgs. 155/10 o REL	Fondo - ARPAV Fusina 2021	Stima modello / Fondo	Stima modello + Fondo
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
NO ₂	99,8° percentile 1 ora	3,29E+00	200	10,0	1,6%	-	-	-
	Media annuale	2,66E-02	40	2,0	0,07%	28,6	0,09%	28,63
NO _x	Media annuale	2,66E-02	30	1,5	0,09%	43,0	0,06%	43,03
PM10	90,40° percentile 24 ore	1,06E-03	50	2,5	0,00%	-	-	-
	Media annuale	1,03E-03	40	2,0	0,00%	29,3	0,00%	29,30
PM2.5	Media annuale	1,03E-03	25	1,25	0,00%	20,2	0,01%	20,20
CO	Massima media mobile su 8 ore	2,20E-01	10.000	500,0	0,002%	-	-	-
	Media annuale	1,52E-03	-	-	-	-	-	-
SO ₂	99,73° percentile 1 ora	6,92E-02	350	17,5	0,02%	-	-	-
	99,18° percentile 24 ore	1,49E-02	125	6,25	0,01%	-	-	-
	Media annuale	7,08E-04	20	1,0	0,00%	2,3	0,03%	2,30
NM VOC	Media annuale	6,52E-04	-	-	-	-	-	-

R4 - Centro Servizi per anziani "Casa dell'Ospitalità"								
Parametro	Indicatore	Stima modello	VL(VO) D.lgs. 155/10 o REL	5% del VL(VO) D.lgs. 155/10 o REL	Stima modello / VL(VO) D.lgs. 155/10 o REL	Fondo - ARPAV Fusina 2021	Stima modello / Fondo	Stima modello + Fondo
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
NO ₂	99,8° percentile 1 ora	3,11E+00	200	10,0	1,6%	-	-	-
	Media annuale	3,36E-02	40	2,0	0,08%	28,6	0,12%	28,63
NO _x	Media annuale	3,36E-02	30	1,5	0,11%	43,0	0,08%	43,03
PM10	90,40° percentile 24 ore	8,93E-04	50	2,5	0,002%	-	-	-
	Media annuale	9,92E-04	40	2,0	0,002%	29,3	0,003%	29,30
PM2.5	Media annuale	9,77E-04	25	1,25	0,004%	20,2	0,005%	20,20
CO	Massima media mobile su 8 ore	1,58E-01	10.000	500,0	0,002%	-	-	-
	Media annuale	1,46E-03	-	-	-	-	-	-
SO ₂	99,73° percentile 1 ora	5,87E-02	350	17,5	0,02%	-	-	-
	99,18° percentile 24 ore	1,86E-02	125	6,25	0,01%	-	-	-
	Media annuale	7,34E-04	20	1,0	0,004%	2,3	0,03%	2,30
NM VOC	Media annuale	6,44E-04	-	-	-	-	-	-

R5 - Abitazione privata								
Parametro	Indicatore	Stima modello	VL(VO) D.lgs. 155/10 o REL	5% del VL(VO) D.lgs. 155/10 o REL	Stima modello / VL(VO) D.lgs. 155/10 o REL	Fondo - ARPAV Fusina 2021	Stima modello / Fondo	Stima modello + Fondo
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
NO ₂	99,8° percentile 1 ora	4,26E+00	200	10,0	2,1%	-	-	-
	Media annuale	1,00E-01	40	2,0	0,25%	28,6	0,35%	28,70
NO _x	Media annuale	1,00E-01	30	1,5	0,33%	43,0	0,23%	43,10
PM10	90,40° percentile 24 ore	1,10E-03	50	2,5	0,002%	-	-	-
	Media annuale	1,73E-03	40	2,0	0,004%	29,3	0,006%	29,30
PM2.5	Media annuale	1,72E-03	25	1,25	0,007%	20,2	0,009%	20,20
CO	Massima media mobile su 8 ore	8,98E-01	10.000	500,0	0,009%	-	-	-
	Media annuale	3,33E-03	-	-	-	-	-	-
SO ₂	99,73° percentile 1 ora	7,71E-02	350	17,5	0,02%	-	-	-
	99,18° percentile 24 ore	5,16E-02	125	6,25	0,04%	-	-	-
	Media annuale	2,02E-03	20	1,0	0,010%	2,3	0,09%	2,30
NM VOC	Media annuale	1,57E-03	-	-	-	-	-	-

R6 - Abitazione privata								
Parametro	Indicatore	Stima modello	VL(VO) D.lgs. 155/10 o REL	5% del VL(VO) D.lgs. 155/10 o REL	Stima modello / VL(VO) D.lgs. 155/10 o REL	Fondo - ARPAV Fusina 2021	Stima modello / Fondo	Stima modello + Fondo
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
NO ₂	99,8° percentile 1 ora	4,64E+00	200	10,0	2,32%	-	-	-
	Media annuale	9,50E-02	40	2,0	0,238%	28,60	0,33%	28,70
NO _x	Media annuale	9,50E-02	30	1,5	0,317%	43,00	0,22%	43,10
PM10	90,40° percentile 24 ore	1,10E-03	50	2,5	0,002%	-	-	-
	Media annuale	1,68E-03	40	2,0	0,004%	29,30	0,01%	29,30
PM2.5	Media annuale	1,57E-03	25	1,25	0,006%	20,20	0,01%	20,20
CO	Massima media mobile su 8 ore	6,18E-01	10.000	500,0	0,006%	-	-	-
	Media annuale	3,34E-03	-	-	-	-	-	-
SO ₂	99,73° percentile 1 ora	8,23E-02	350	17,5	0,024%	-	-	-
	99,18° percentile 24 ore	2,53E-02	125	6,25	0,020%	-	-	-
	Media annuale	2,03E-03	20	1,0	0,010%	2,30	0,09%	2,30
NM VOC	Media annuale	1,58E-03	-	-	-	-	-	-

R7 - Ospedale San Camillo - IRCSS								
Parametro	Indicatore	Stima modello	VL(VO) D.lgs. 155/10 o REL	5% del VL(VO) D.lgs. 155/10 o REL	Stima modello / VL(VO) D.lgs. 155/10 o REL	Fondo - ARPAV Fusina 2021	Stima modello / Fondo	Stima modello + Fondo
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
NO ₂	99,8° percentile 1 ora	3,32E+00	200	10,0	1,66%	-	-	-
	Media annuale	3,82E-02	40	2,0	0,096%	28,60	0,1%	28,64
NO _x	Media annuale	3,82E-02	30	1,5	0,127%	43,00	0,1%	43,04
PM10	90,40° percentile 24 ore	8,24E-04	50	2,5	0,002%	-	-	-
	Media annuale	7,82E-04	40	2,0	0,002%	29,30	0,003%	29,30
PM2.5	Media annuale	7,76E-04	25	1,25	0,003%	20,20	0,004%	20,20
CO	Massima media mobile su 8 ore	2,27E-01	10.000	500,0	0,002%	-	-	-
	Media annuale	1,69E-03	-	-	-	-	-	-
SO ₂	99,73° percentile 1 ora	7,35E-02	350	17,5	0,021%	-	-	-
	99,18° percentile 24 ore	2,13E-02	125	6,25	0,017%	-	-	-
	Media annuale	8,83E-04	20	1,0	0,004%	2,30	0,038%	2,30
NMVOC	Media annuale	7,52E-04	-	-	-	-	-	-

R8 - Abitazione privata								
Parametro	Indicatore	Stima modello	VL(VO) D.lgs. 155/10 o REL	5% del VL(VO) D.lgs. 155/10 o REL	Stima modello / VL(VO) D.lgs. 155/10 o REL	Fondo - ARPAV Fusina 2021	Stima modello / Fondo	Stima modello + Fondo
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
NO ₂	99,8° percentile 1 ora	4,99E+00	200	10,0	2,50%	-	-	-
	Media annuale	8,37E-02	40	2,0	0,21%	28,60	0,3%	28,68
NO _x	Media annuale	8,37E-02	30	1,5	0,28%	43,00	0,2%	43,08
PM10	99,40° percentile 24 ore	7,49E-03	50	2,5	0,015%	-	-	-
	Media annuale	2,85E-03	40	2,0	0,007%	29,30	0,010%	29,30
PM2.5	Media annuale	2,85E-03	25	1,25	0,011%	20,20	0,014%	20,20
CO	Massima media mobile su 8 ore	2,61E-01	10.000	500,0	0,003%	-	-	-
	Media annuale	5,71E-03	-	-	-	-	-	-
SO ₂	99,73° percentile 1 ora	1,32E-01	350	17,5	0,038%	-	-	-
	99,18° percentile 24 ore	2,99E-02	125	6,25	0,024%	-	-	-
	Media annuale	2,44E-03	20	1,0	0,012%	2,30	0,106%	2,30
NMVOC	Media annuale	2,38E-03	-	-	-	-	-	-

8.3 MAPPE DI RICADUTA

Nelle mappe allegata è stata tracciata la distribuzione delle ricadute al suolo per i parametri sottoposti ai limiti di qualità dell'aria stabiliti dal D.Lgs. 155/2010.

La distribuzione delle concentrazioni di inquinanti è coerente con il regime anemometrico analizzato nel capitolo 5: le curve isoplete delle concentrazioni medie annuali sono orientate soprattutto verso sud con forma allungata, in quanto l'area in esame è interessata da venti di bora provenienti da nord-est; per quanto concerne i parametri di picco (es. 99,8° percentile orario del biossido di azoto) la distribuzione risente anche dell'azione del vento di scirocco, tanto che risulta parzialmente interessata dalle emissioni anche l'area posta a nord-ovest delle banchine.

Il maggior contributo è fornito dalle navi che ormeggiano a Fusina, in quanto le ricadute massima sono localizzate tutte in prossimità delle banchine. Non emergono invece contributi significativi forniti dal traffico veicolare indotto e dai lanciai.

9 CONCLUSIONI

Il presente elaborato costituisce lo studio di ricaduta delle emissioni in atmosfera relativo alla fase di esercizio dell'opera denominata "*Terminal Autostrade del Mare, Piattaforma Logistica Fusina*". La realizzazione e la successiva messa a regime dell'opera produrrà un traffico di navi lungo il canale Malamocco-Marghera di navi Ro-Pax, Ro-Ro e crociere.

La modellizzazione delle emissioni ha considerato anche:

- il traffico di lancioni, lungo il canale Contorta Sant'Angelo, per il trasbordo dei passeggeri dalla Piattaforma Logistica Fusina all'isola del Tronchetto di Venezia indotto dal settore crocieristico di lance;
- il traffico veicolare indotto dall'attività portuale nel retroterra lagunare;
- la movimentazione delle merci effettuata nel porto tramite *tugmaster* (trattori portuali).

La stima delle emissioni navali è stata effettuata applicando la metodologia di calcolo *Tier 3* definita dall'*Air Emission Pollutant Emission Inventory Guidebook 2019* aggiornata nel dicembre 2021, più precisamente per la categoria NFR 1.A.3.d.i(i) per la navigazione marittima. In particolare, i flussi di massa degli inquinanti rilasciati dalle navi durante la fase di transito e di ormeggio sono stati quantificati sulla base dei seguenti parametri:

- Numero delle navi transitanti presso il molo di Fusina;
- Consumi effettivi di carburante delle navi;
- Tipologia di carburante utilizzato (*marine diesel - MDO*);
- Tipologia di motori installati sulle navi, distinti tra motori principali (propulsione) e ausiliari con i rispettivi valori di potenza;
- Informazioni sui movimenti delle singole navi distinte nelle fasi di crociera, manovra e ormeggio;
- Tempistiche degli ormeggi delle navi, ossia orario di arrivo e di partenza delle navi.

Riguardo il traffico stradale, sono stati applicati i fattori di emissione definiti sulla base della metodologia, selezionati sulla base della categoria di veicoli (es. mezzi pesanti, autoveicoli) e sulla tipologia delle strade (urbane ed extraurbane). In merito ai trattori portuali, i flussi di massa sono stati stimati sulla base della metodologia *Tier 2*, elaborata anch'essa dall'*Air Emission Pollutant Emission Inventory Guidebook 2019*, per le categorie:

- NFR "*1.A.2.g.vii Mobile Combustion in manufacturing industries and construction*";
- NFR "*1.A.4.a.ii Commercial/institutional: Mobile*".

Ai fini della presente analisi, secondo quanto stabilito dalla Linea Guida ANPA del 2001 per la Valutazione d'Impatto Ambientale, sono stati considerati significativi gli impatti superiori al 5% del valore limite corrispondente al determinato inquinante.

In termini di ricadute massime i risultati dello studio hanno evidenziato come le concentrazioni per tutti gli inquinanti considerati sono risultate conformi ai limiti di qualità dell'aria prescritti dal D.Lgs. 155/2010. Inoltre, tutti i parametri sono risultati inferiori al criterio di significatività del 5%, ad eccezione della concentrazione media annuale degli NO_x e del 99,8° percentile orario del biossido di azoto (NO₂).

Per quanto concerne il confronto tra le ricadute generate dalle navi con i valori di fondo di qualità dell'aria, tutti i parametri analizzati sono risultati inferiori al 5% del corrispondente valore di fondo con l'unica eccezione della concentrazione media annuale del biossido di azoto (NO₂) il cui valore è risultato pari al 5,73% del fondo calcolato per la stazione ARPAV di Fusina.

Infine, relativamente alle ricadute calcolate presso i recettori sensibili, lo studio ha evidenziato la piena conformità delle ricadute ai limiti prescritti dal D.Lgs. 155/2010 e la non significatività degli impatti rispetto ai limiti di qualità dell'aria, ad eccezione del 99,8° percentile orario del biossido di azoto, presso i soli recettori R1 ed R2. Inoltre, è stata verificata la non significatività degli impatti rispetto alle concentrazioni medie annuali di fondo rilevate presso la stazione ARPAV di Fusina per NO₂, PM10, PM2.5 ed SO₂.

In conclusione, durante la fase di esercizio della Piattaforma Logistica Fusina gli impatti sulla componente atmosfera generati dal transito delle navi e dal loro stazionamento in banchina non si ritengono significativi e non produrranno un deterioramento della qualità dell'aria. Inoltre, gli impatti nel medio periodo saranno ulteriormente ridotti a seguito della realizzazione del sistema di *cold ironing* sulle banchine della Piattaforma Logistica Fusina, che permetterà di eliminare le emissioni di inquinanti relative alla fase di stazionamento delle navi (riduzione di inquinanti attesa tra una percentuale da 40% a 80% rispetto alle modellizzazioni di cui al presente documento).

BIBLIOGRAFIA

Inventario Regionale delle emissioni in atmosfera. INEMAR Veneto 2019. Dipartimento Regionale Qualità dell'Ambiente, ARPAV.

<https://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/aria/inventario-emissioni/risultati-e-mappe-inemar-veneto-2019>

Relazione regionale della qualità dell'aria ai sensi della L.R. n. 11/2001 art.81 - Anno di riferimento: 2021. Dipartimento Regionale Qualità dell'Ambiente – Unità Organizzativa Qualità Aria, ARPAV.

La qualità dell'aria nel Comune di Venezia, Anno 2021. ARPAV.

Campagna di Monitoraggio della Qualità dell'Aria, Comune di Venezia, Punta Fusina. Dipartimento Regionale Qualità dell'Ambiente – Unità Organizzativa Qualità Aria, ARPAV, ottobre 2022.

Rete di controllo della qualità dell'aria – Presentazione dei rilevamenti nell'anno 2021. Ente della Zona Industriale di Porto Marghera, aprile 2022.

<https://fetransp.isprambiente.it/#/>

Studio modellistico di ricaduta degli inquinanti emessi in fase di manovra e di ormeggio per le navi in attracco ai diversi ormeggi di Venezia insulare e Porto Marghera – ARPAV, 2017

Numerical analysis of cooking oven powered by engine exhaust gas, Ali j. Abdulhamed, Emad d. Aboud1, Sabah A.Abdulameer, Hanaa K. Kareem, *Journal of Engineering Science and Technology*, Aprile 2022.

Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2019 (Update Dec. 2021) - EMEP/EEA

Scire J. S., Strimatis D. G., Yamartino R. J.i. - CALPUFF Modeling System - Version 6 - User Instructions - 2011

Linee Guida V.I.A. - A.N.P.A. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, 2001