

SS 16 ADRIATICA - VARIANTE DI ANCONA
 Ampliamento da 2 a 4 corsie da Falconara a Baraccola
 1° Lotto: Tratto Falconara - Torrette (svincoli inclusi)

PROGETTO ESECUTIVO

COD. **AN1**

PROGETTAZIONE: ATI SINTAGMA - GDG - ICARIA

IL RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:
 Dott. Ing. Nando Granieri
 Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A351

IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:
MANDATARIA:

MANDANTI:



Dott. Ing. N. Granieri
 Dott. Arch. N. Kamenicky
 Dott. Ing. V. Truffini
 Dott. Arch. A. Bracchini
 Dott. Ing. F. Durastanti
 Dott. Geol. G. Cerquiglini
 Geom. S. Scopetta
 Dott. Ing. L. Sbrenna
 Dott. Ing. E. Sellari
 Dott. Ing. F. Novelli
 Dott. Ing. L. Dinelli
 Dott. Ing. L. Nani
 Dott. Ing. F. Pambianco
 Dott. Agr. F. Berti Nulli

Dott. Ing. D. Carlacchini
 Dott. Ing. S. Sacconi
 Dott. Ing. G. Cordua
 Dott. Ing. V. De Gori

Dott. Ing. V. Rotisciani
 Dott. Ing. F. Macchioni
 Dott. Ing. M. Sorbelli
 Dott. Ing. V. Piunno
 Dott. Ing. G. Pulli

IL PROGETTISTA:
 Dott. Ing. Federico Durastanti
 Ordine degli Ingegneri della Prov. di Terni n° A844

IL GEOLOGO:
 Dott. Geol. Giorgio Cerquiglini
 Ordine dei Geologi della Regione Umbria n°108

IL R.U.P.:
 Dott. Ing. Massimo Giovinazzo

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:
 Dott. Ing. Filippo Pambianco
 Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A1373



PROTOCOLLO DATA

AMBIENTE
INQUINAMENTO ATMOSFERICO
 Studio impatto atmosferico

CODICE PROGETTO			NOME FILE	REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.	T00-IA02-AMB-RE05-B		
DPAN02	E	1801	CODICE ELAB. T00IA02AMBRE05	B	-
B	Revisione a seguito di parere istruttorio n. 17500 del 08/07/2019		09/09/2019	G.Strani	F.Durastanti N.Granieri
A	Integrazione per ottemperanza D.R. 46 del 15/04/2014		05/07/2019	G.Strani	F.Durastanti N.Granieri
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO APPROVATO

INDICE	
1. PREMESSA	2
2. DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO	3
2.1 PREMESSA.....	3
2.2 DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO	3
3. RIFERIMENTI NORMATIVI.....	5
4. ANALISI DELLO STATO ATTUALE	7
4.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	7
4.2 STATO ATTUALE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA.....	9
4.2.1 Nozioni generali sull'inquinamento atmosferico.....	16
5. VALUTAZIONE DI IMPATTO ATMOSFERICO	22
5.1 PREMESSA.....	22
5.2 MODELLO DI CALCOLO	22
5.3 DESCRIZIONE DEL MODELLO.....	28
5.3.1 Cartografia, sorgenti emmissive e ricettori	28
5.3.2 Dati meteorologici.....	29
5.3.3 Flussi veicolari.....	32
5.3.4 Fattori di emissione	33
5.3.5 Condizioni metereologiche	35
5.4 ANALISI PREVISIONALE.....	36
6. CONCLUSIONI.....	39
ALLEGATI: TAVOLE PROPAGAZIONE INQUINANTI IN ATMOSFERA	41

1. PREMESSA

La presente relazione si pone quale obiettivo la valutazione previsionale delle emissioni in atmosfera inerenti al progetto S.S.16 "Adriatica" – Variante di Ancona – Ampliamento da 2 a 4 corsie dello svincolo di Falconara con la S.S.76 alla Loc. Baraccola – 1° lotto tratto Falconara – Torrette (svincoli inclusi), con l'intento di ottemperare alle prescrizioni di cui all'atto della Regione Marche "Decreto del Dirigente della posizione di funzione Valutazioni ed Autorizzazioni Ambientali n. 46, del 15/04/2014", in particolare all'osservazione n. 9 inerente lo studio di inquinamento atmosferico.

Il progetto definitivo dell'opera, redatto come revisione finale in data ottobre 2017, è stato approvato come atto finale dal CSLLPP prot. 65/2017 del 25/01/2018. Nelle analisi di progetto esecutivo, di cui il presente documento è parte integrante, sono state recepite ed argomentate le prescrizioni autorizzative pertinenti.

L'intervento in esame costituisce il 1° lotto funzionale del progetto di ampliamento da 2 a 4 corsie dell'intero tratto di SS16 tratto da Falconara a Baraccola ed ha una lunghezza di circa 6 km oltre lo sviluppo degli svincoli, per un'estensione complessiva di circa 7,2 km di raddoppio.

La valutazione di impatto atmosferico, trattata nel presente documento, prevede i seguenti passaggi:

- Caratterizzazione dello stato di qualità dell'aria ante operam;
- Individuazione e censimento dei ricettori interessati dall'intervento;
- Costruzione del modello meteorologico del sito interessato dall'opera;
- Costruzione e analisi del modello matematico di propagazione atmosferica:
 - o Inserimento del modello del terreno allo stato attuale;
 - o Costruzione del modello dello stato di progetto con definizione delle sorgenti in base ai dati di traffico di progetto;
 - o Analisi dei risultati.
- Confronto dei risultati di simulazione con i limiti di normativa e con lo stato di qualità dell'aria attuale;

2. DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO

2.1 PREMESSA

Oggetto dell'intervento è l'ampliamento, da due a quattro corsie, con adeguamento a tipo B strada extraurbana principale secondo il D.M. 05/11/2001, della S.S.16 "Adriatica" in corrispondenza dello Svincolo di Falconara con la S.S.76 alla località Baraccola nel tratto Falconara-Torrette, complessivamente per circa 6 km oltre lo sviluppo degli svincoli (7,2 km circa totali).

2.2 DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO

La progressiva 0+000 di inizio intervento è posta in corrispondenza dell'allaccio alla S.S. 76 esistente in località Castelferretti al termine del lungo rettilo in arrivo dallo svincolo autostradale di Ancona Nord. In questo tratto la S.S. 76 ha una sezione stradale a doppia carreggiata con due corsie per ciascun senso di marcia, motivo per cui il progetto prevede nella parte iniziale una transizione dalla sezione esistente a quella a due carreggiate con spartitraffico di 2,50 m anziché 1,10 m.

Le corsie di marcia e di sorpasso passano da 3,50 m a 3,75 m ed inoltre vengono inserite le banchine in sinistra da 0,5 m ciascuna, prima non presenti (o meglio ricomprese nello spartitraffico), e le banchine in destra da 1,75 m.

In corrispondenza della progressiva 2+300 km circa il tracciato, ed in particolare la carreggiata nord incontrano l'ultima opera esistente che insiste su questa lunga curva destrorsa, ossia il viadotto Falconara II.

Alla progressiva 2+701 km termina la curva destrorsa appena descritta ed inizia un lungo rettilo che ricalca quello esistente 3+517 km. All'inizio del rettilo le due carreggiate hanno raggiunto il massimo scostamento planimetrico, formando uno spartitraffico intermedio di larghezza pari a circa 16 m che viene mantenuto fino ad appena dopo la galleria Orciani. Questo tratto è caratterizzato dalla presenza e dalla successione di 4 opere d'arte esistenti che nell'ordine sono la galleria Barcaglione, il viadotto Barcaglione, il viadotto Orciani e la galleria Orciani. La galleria Barcaglione in nuova sede termina alla progressiva 3+327 km ed ha uno sviluppo decisamente superiore rispetto a quello della corrispondente galleria esistente, per via del lungo tratto terminale di galleria artificiale che supera un'ampia zona franosa.

Tornando sulla carreggiata nord, superata la galleria Barcaglione il tracciato prosegue fino ad incontrare il viadotto Barcaglione esistente di cui, in analogia al viadotto Falconara II. L'area di svincolo di Torrette è caratterizzata dalla presenza di due viadotti Taglio I e Taglio II esistenti sulla attuale S.S. 16, di cui, a valle della campagna di indagine strumentale, si prevede la completa demolizione e sostituzione con un nuovo viadotto, nel caso del Taglio I, e con un rilevato nel caso del Taglio II.

Per il viadotto Taglio II, come detto, è prevista l'integrale demolizione e la sostituzione con un rilevato interrotto da due nuovi sottopassi alle progressive 6+670 e 6+770 necessari per garantire

la continuità della viabilità dello svincolo di Torrette e della S.P. 4, confluyente anch'essa all'interno dello svincolo.

L'intervento termina dopo lo svincolo di Torrette, di cui è previsto l'adeguamento come evidenziato nel seguito, appena prima che il tracciato imbocchi l'esistente galleria Montagnola che non è oggetto di intervento

3. RIFERIMENTI NORMATIVI

La normativa di riferimento in materia di tutela dell'aria ambiente è costituita da:

- D. Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale", Parte V "Norme in materia di tutela dell'aria e di riduzione delle emissioni in atmosfera" (aggiornato al D. Lgs. 28 giugno 2010, n. 128);
- D. Lgs. 13 agosto 2010 n. 155 "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa".

Ai fini della qualità dell'aria, il D. Lgs. 155/2010 pone le seguenti definizioni:

- 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;
- livello critico: livello fissato in base alle conoscenze scientifiche, oltre il quale possono sussistere effetti negativi diretti su ricettori quali gli alberi, le piante o gli ecosistemi naturali, esclusi gli esseri umani;
- margine di tolleranza: percentuale del valore limite entro la quale è ammesso il superamento del valore limite alle condizioni stabilite dal Decreto;
- valore obiettivo: livello fissato al fine di evitare, pervenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana o per l'ambiente nel suo complesso, da conseguire, ove possibile, entro una data prestabilita;
- soglia di allarme: livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per la popolazione nel suo complesso ed il cui raggiungimento impone di adottare provvedimenti immediati.

Nelle Tabelle seguenti sono riportati i valori limite ed i livelli critici per i principali inquinanti, come indicati nell'Allegato XI al D. Lgs. 155/2010.

Tabella 1 - Valori limite biossido di azoto secondo D. Lgs. 155/2010

Valore limite/Livello critico	Periodo di mediazione	Valore limite
Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NO ₂ da non superare più di 18 volte per anno civile
Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NO ₂

Tabella 2 – Valori limite di Benzene secondo D. Lgs. 155/2010

Valore limite/Livello critico	Periodo di mediazione	Valore limite
Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ C_6H_6 da non superare più di 24 volte per anno civile

Tabella 3 – Valori limite di monossido di carbonio secondo D. Lgs. 155/2010

Valore limite	Periodo di mediazione	Valore limite
Valore limite per la protezione della salute umana	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore	10 mg/m^3

Tabella 4 – Valori limite per polveri secondo D. Lgs. 155/2010

Valore limite	Periodo di mediazione	Valore limite
Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana PM10	1 giorno	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 35 volte per anno civile
Valore limite annuale per la protezione della salute umana PM10	Anno civile	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Valore limite annuale per la protezione della salute umana PM2,5	Anno civile	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

4. ANALISI DELLO STATO ATTUALE

4.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area di studio interessa il tratto di SS 16 che va da Falconara a Baraccola, ed ha una lunghezza complessiva di circa 6 km oltre lo sviluppo degli svincoli (7,2 km circa totali).

Tale zona è interamente compresa nella Regione Marche in Provincia di Ancona, nei Comuni di Falconara Marittima e Ancona (vedi Figura 1)

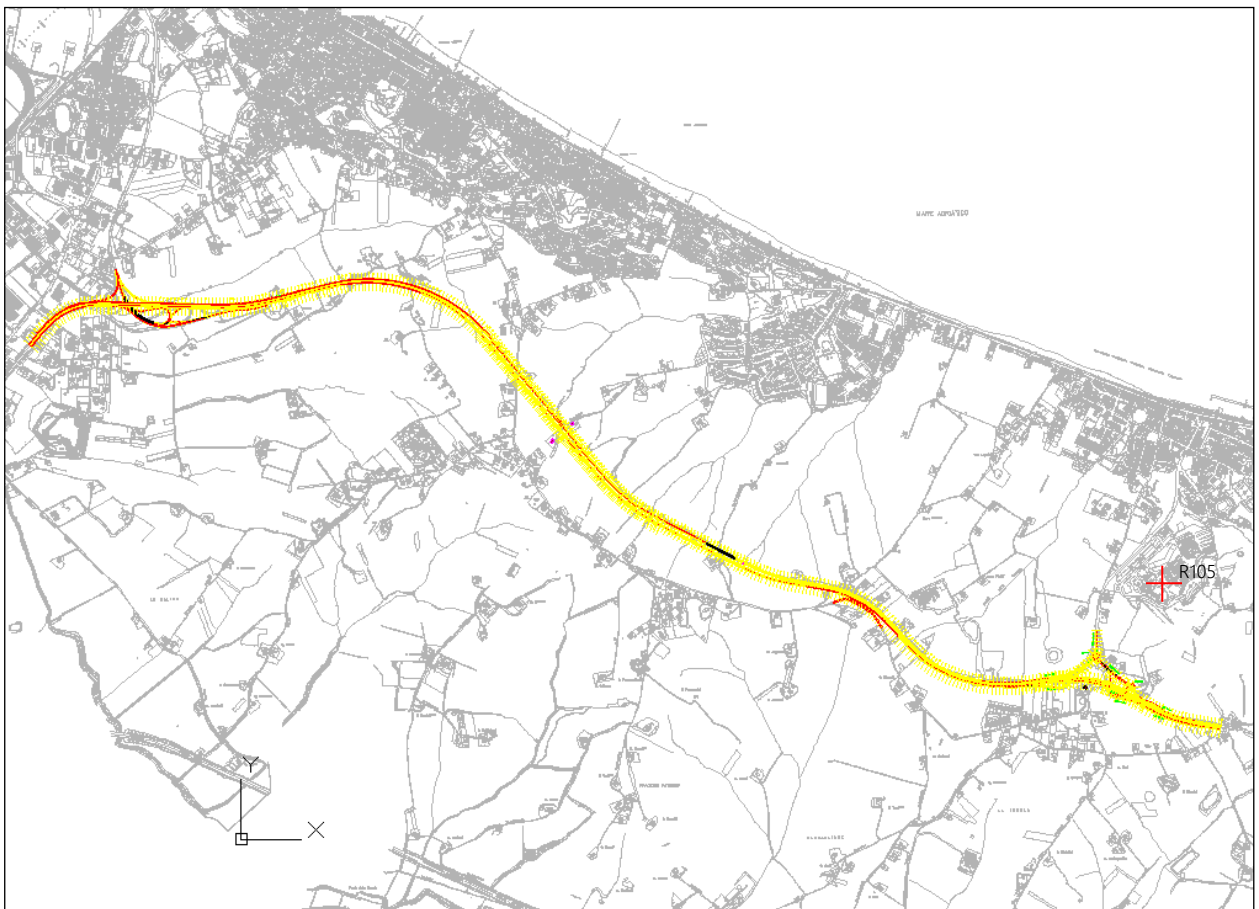


Figura 1 - Area di studio: SS 16 - Variante di Ancona

L'area che sarà interessata dai lavori è compresa tra i 50 ed i 150 m di altitudine e mostra morfologia collinare. La maggior parte dei tipi di suolo che saranno interessati dall'infrastruttura sono gestiti ad agro ecosistemi, costituiti da alternanza di superfici a seminativo, piccole superfici a colture legnose agrarie (vite) e limitate presenze vegetazionali rappresentate soprattutto da

porzioni di terreno marginali all'attività agricola (siepi, filari e fossi). Le macroaree che possiamo individuare sono fondamentalmente due, così come evidenziato di seguito:

- *Aree edificate residenziali ed industriali*: ambienti estremamente antropizzati con scarsa copertura vegetazionale. Parchi, giardini ed alberature stradali sono costituite da specie arboree di varia tipologia, molto spesso sempreverdi di origine esotica. In alcuni casi, singoli esemplari possono raggiungere età e dimensioni notevoli acquisendo valore monumentale.

- *Campi aperti ed abitato sparso*: ambiti collinari caratterizzato in prevalenza da colture, ambienti fortemente modificati per scopi agricoli, con presenza di alcuni elementi "fissi" del paesaggio (siepi, piccole aree boscate).



Figura 2 - Panoramica di porzione dell'area oggetto di intervento (viadotto Barcaglione)

4.2 STATO ATTUALE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

Nel presente paragrafo vengono riportati ed analizzati i dati di qualità dell'aria della zona oggetto d'indagine come riferimento per le condizioni ante operam, che saranno poi utili al confronto con i dati di output derivanti dalla modellazione atmosferica proposta.

I dati riportati in forma grafica nelle successive figure mostrano i valori di concentrazione dei principali inquinanti su base annuale, giornaliera e oraria, misurati dalle centraline gestite da ARPAM (R.R.Q.A. Rete Regionale della Qualità dell'Aria). In particolare, si evidenziano i dati di qualità dell'aria rilevati dalle stazioni denominate "Falconara Alta" (Lat. 43.623906 N, Long. 13.392558 E) stazione di tipo industriale in area suburbana, ubicata a circa 1200 m dallo svincolo di Falconara e "Chiaravalle/2" (Lat. 43.599523 N, Long. 13.342312 E) stazione di tipo fondo in area suburbana, ubicata a circa 3200 m dallo stesso svincolo. Dall'osservazione dei grafici è possibile trarre le seguenti considerazioni:

- Relativamente all'inquinante PM₁₀, le soglie limite di concentrazione per le medie annuali (40 µg/m³) non vengono superate da alcuni anni, con un andamento piuttosto costante intorno a valori di concentrazione di 25 µg/m³ (ad esclusione dell'anno 2015 per cui si è raggiunto un valore di circa 37 µg/m³) come mostrato in Figura 3;
- Relativamente ai superamenti dei valori di soglia giornalieri per il PM₁₀ (50 µg/m³) la centralina conta 9 superamenti nell'anno 2018, comunque al di sotto del numero di superamenti massimi, pari a 35, previsti dalla Legge (Figura 4);
- Per il Benzene (C₆H₆) non si evidenziano superamenti nel corso degli anni del valore limite di concentrazione media annuale (5 µg/m³) previsto dalla Legge (Figura 5);
- Per il Biossido di Azoto (NO₂) l'andamento medio orario delle concentrazioni rilevate per l'anno 2018 non mostra superamenti del valore limite di 200 µg/m³ definito dalla Legge (Figura 6), così come per le concentrazioni medie annuali che si attestano intorno a valori di 15 ÷ 20 µg/m³ inferiori al valore limite previsto a 40 µg/m³ (Figura 7);
- Per i dati relativi ai livelli di Ozono (O₃), nel 2018 non si sono verificati superamenti del valore di soglia di informazione pari alla media oraria di 180 µg/m³ con un picco massimo orario che ha raggiunto i 148 µg/m³ ed una media annua di 65 µg/m³ (Figura 8);
- Sempre per l'Ozono il valore dell'indicatore AOT40 pari a 19368 µg/m³h risulta superiore a quello obiettivo per la protezione della vegetazione (18000 µg/m³h), come peraltro accade in gran parte del territorio regionale; mentre per l'anno 2018 si contano un totale di 19 superamenti del limite sulla media massima giornaliera calcolata su 8 ore (120 µg/m³), comunque al di sotto dei 25 previsti dalla legge;
- Le misurazioni della stazione "Chiaravalle/2" per le polveri sottili (PM_{2.5}) non mostrano valori fuori norma (limite 20 µg/m³) nel quinquennio analizzato, con una media di concentrazione per il 2018 di 12,85 µg/m³ (Figura 9);
- Le concentrazioni di monossido di carbonio (CO) nel 2018, misurate dalla stazione "Chiaravalle/2", risultano di molto inferiori al valore limite per la protezione della salute

umana, riferito alla massima media giornaliera su 8 ore e pari a 10 mg/m^3 , con il picco massimo misurato di poco inferiore a 1 mg/m^3 ;

- Per il Biossido di zolfo (SO_2) i limiti sulla media giornaliera e oraria per la protezione della salute umana di 125 e $350 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ non mostrano superamenti nel 2018 (Figura 11-Figura 12); anche il livello critico annuale per la protezione della vegetazione così come quello invernale (entrambi con limite a $20 \text{ } \mu\text{g/m}^3$), sono rispettati nel quinquennio indagato, con valori massimi registrati nel 2016 (Figura 13).

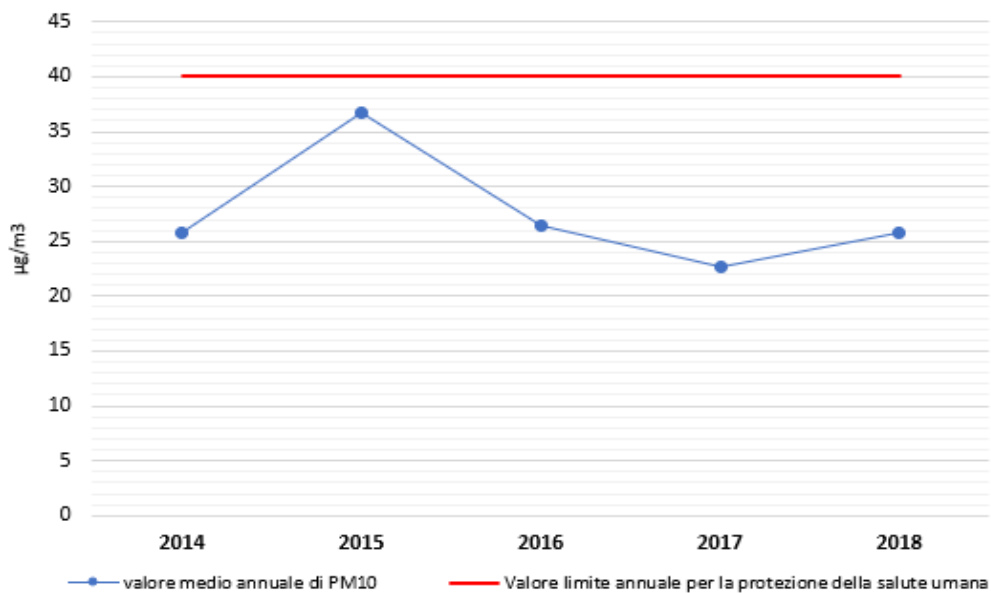


Figura 3 - Media annuale concentrazioni di PM_{10} per la stazione "Falconara Alta"

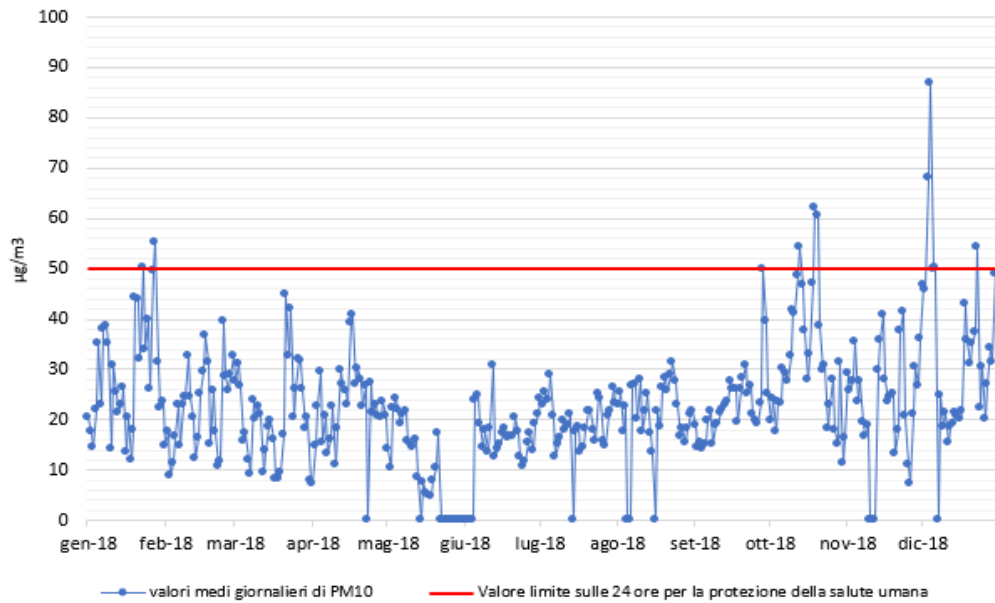


Figura 4 - Media giornaliera delle concentrazioni di PM₁₀ per la stazione "Falconara Alta", anno 2018

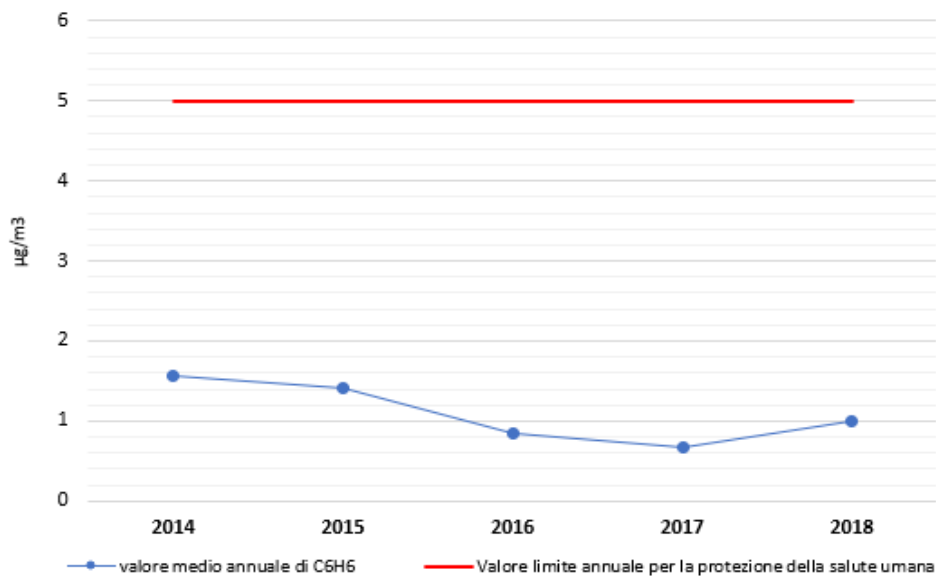


Figura 5 - Media annuale concentrazioni di Benzene per la stazione "Falconara Alta"

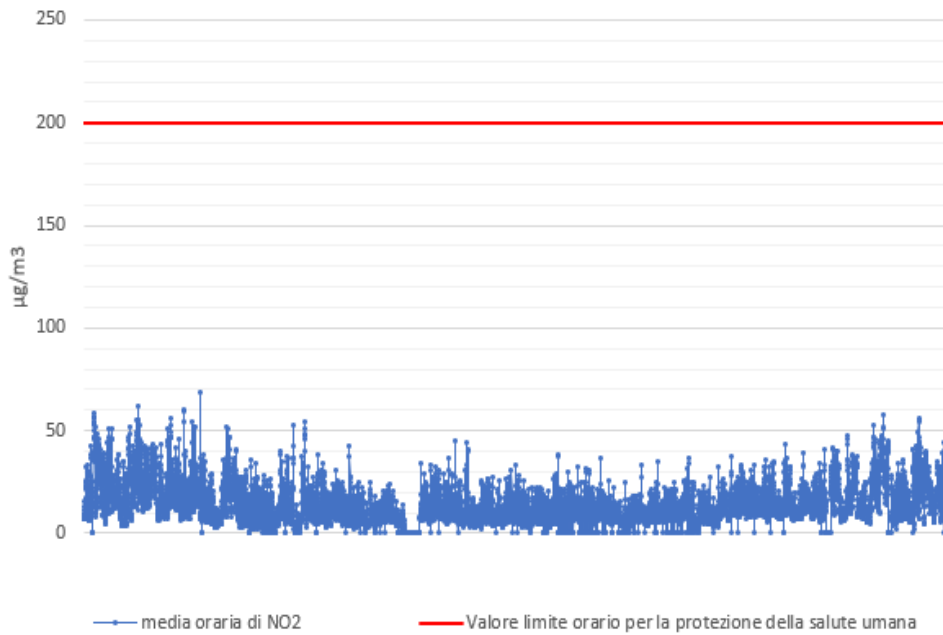


Figura 6 - Media oraria concentrazioni di NO₂ per la stazione "Falconara Alta", anno 2018

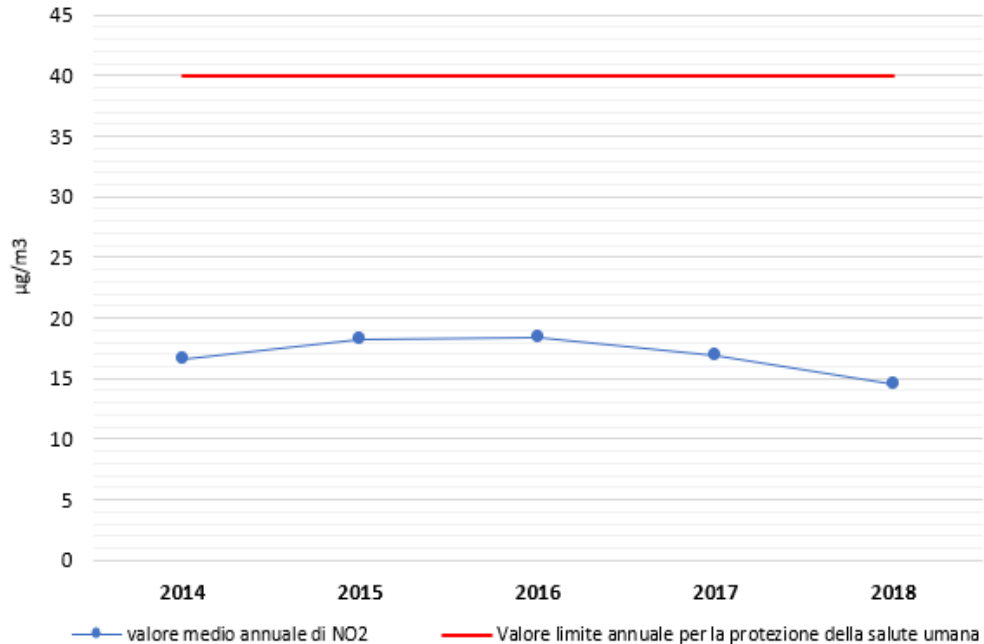


Figura 7 - Media annuale concentrazioni di NO₂ per la stazione "Falconara Alta"

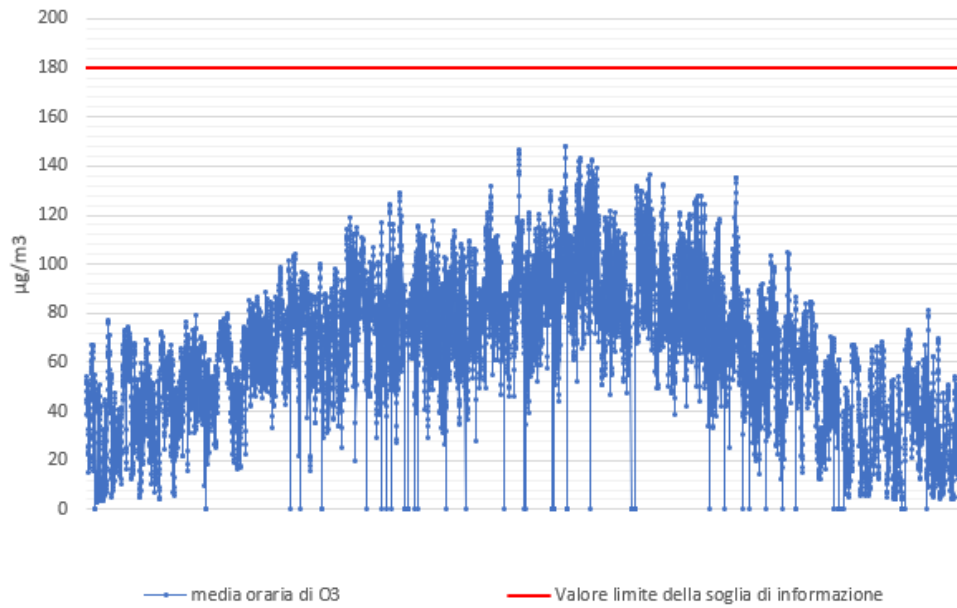


Figura 8 - Media oraria concentrazioni di O₃ per la stazione "Falconara Alta", anno 2018

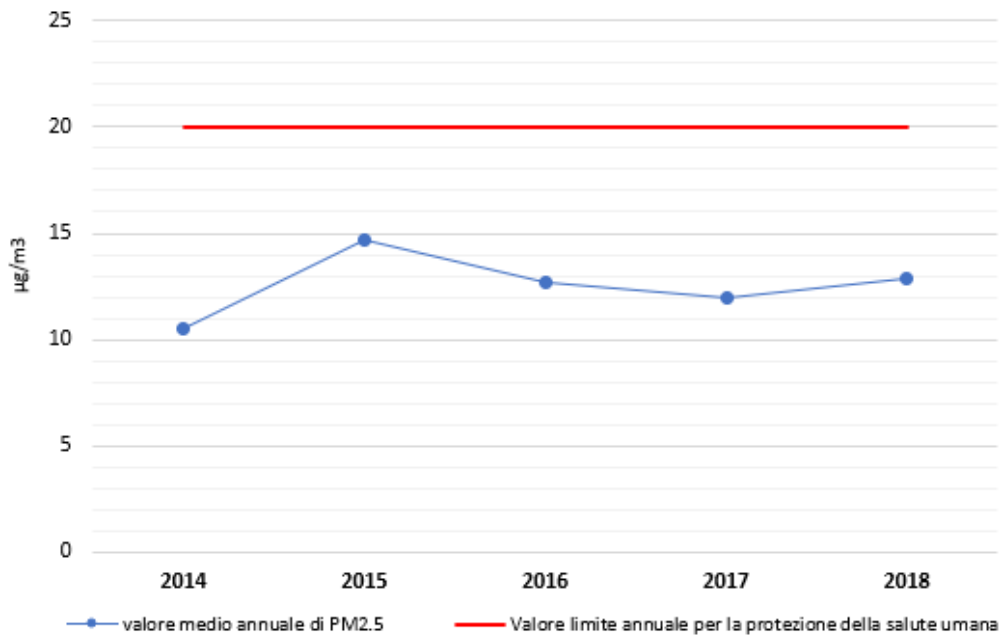


Figura 9 - Media annuale concentrazioni di PM_{2.5} per la stazione "Chiaravalle/2"

Valutazione di impatto atmosferico – relazione tecnica

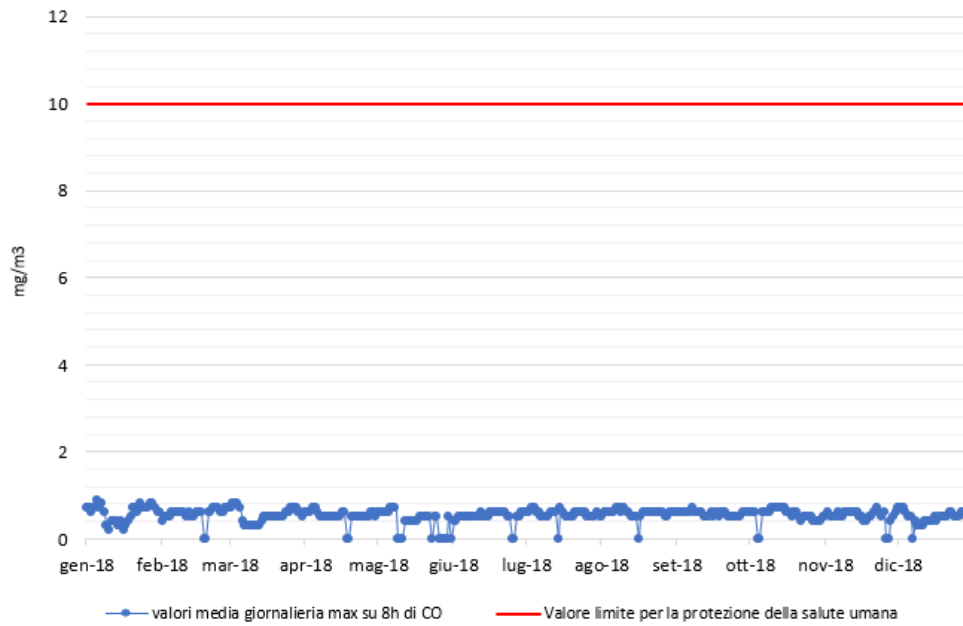


Figura 10 – Media giornaliera massima su 8 h delle concentrazioni di CO per la stazione "Chiaravalle/2", anno 2018

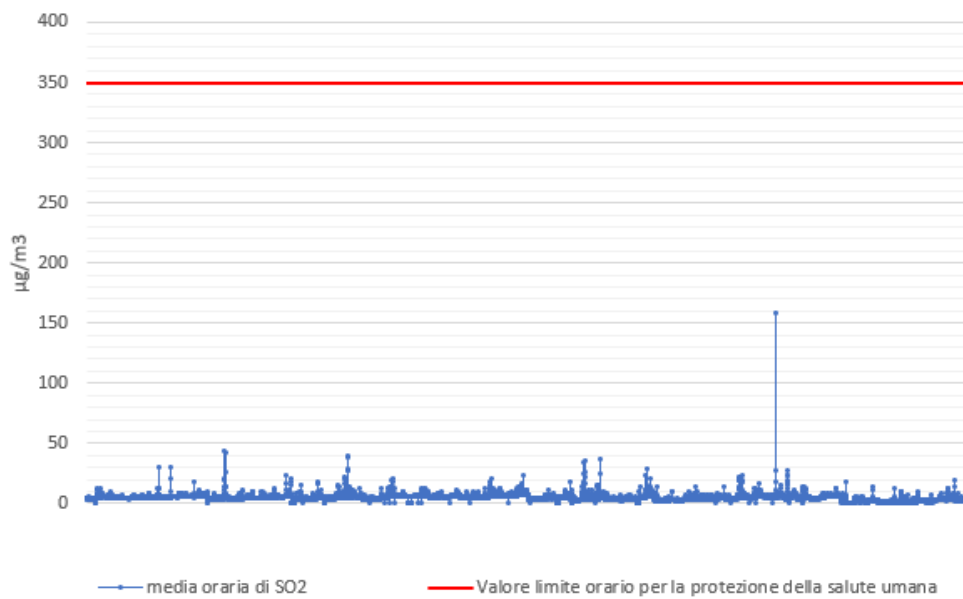


Figura 11 - Media oraria concentrazioni di SO₂ per la stazione "Falconara Alta", anno 2018

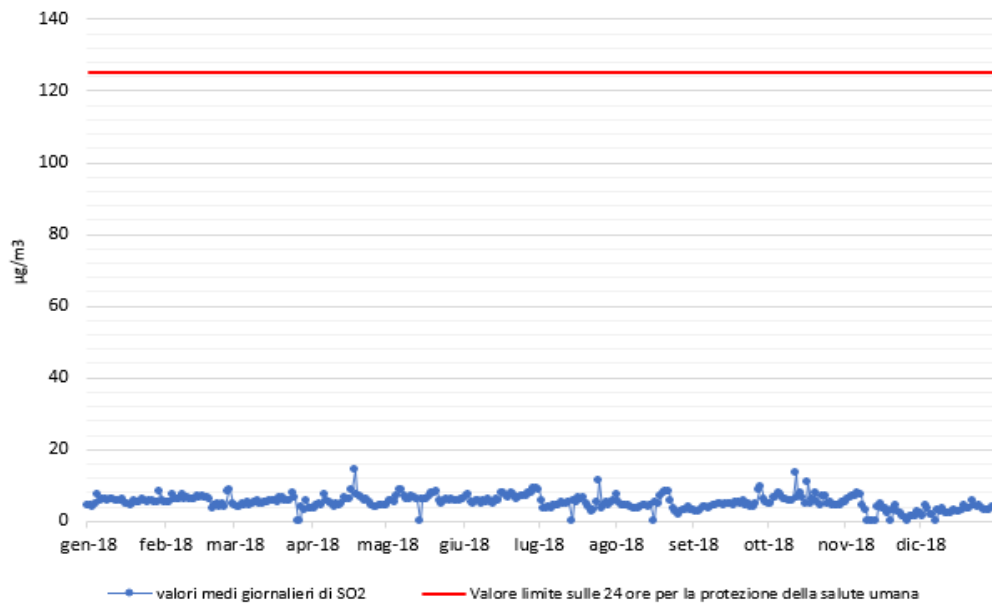


Figura 12 - Media giornaliera delle concentrazioni di SO₂ per la stazione "Falconara Alta", anno 2018

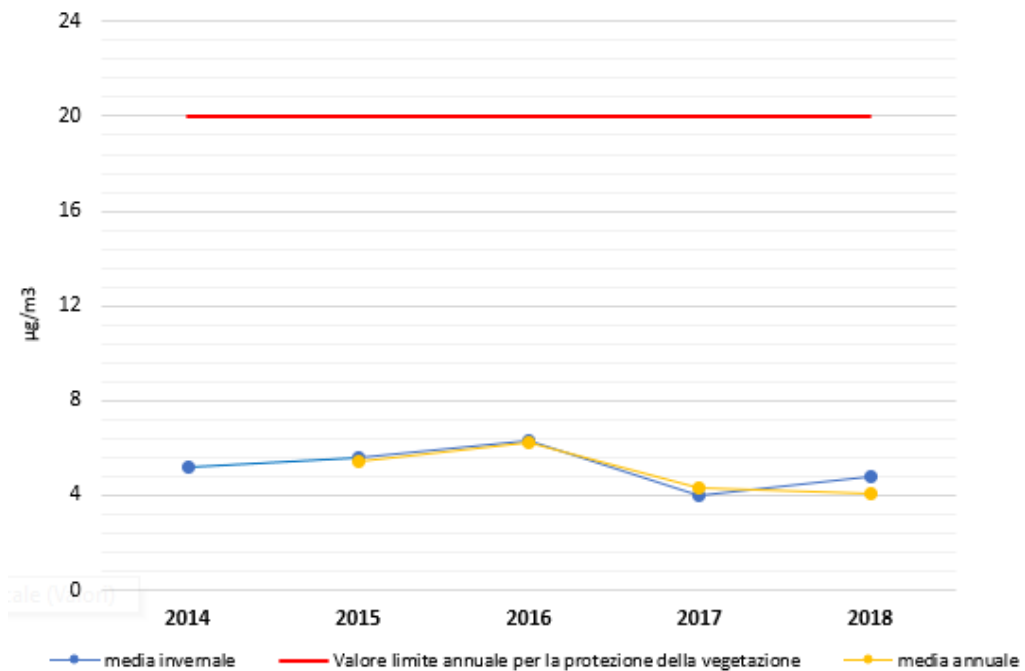


Figura 13 – Media annuale e invernale (01.10 – 31.03) delle concentrazioni di SO₂ per la stazione "Falconara Alta"

4.2.1 Nozioni generali sull'inquinamento atmosferico

Per *inquinante*, si intende una sostanza estranea all'ambiente, riversata in atmosfera attraverso processi di origine antropica; il termine è però stato esteso a composti che, seppur normalmente presenti, assumono livelli di concentrazione rilevanti o comunque difforni dalle normali distribuzioni naturali.

Nel complesso, i trasporti sono responsabili di una quota rilevante di alcune delle principali sostanze inquinanti di origine antropica.

Gli inquinanti prodotti dal sistema dei trasporti possono essere classificati secondo molteplici criteri: con il termine inquinanti *primari* si intendono tutti gli inquinanti emessi direttamente in atmosfera; con il termine inquinanti *secondari* si intendono invece i prodotti di reazione tra gli inquinanti primari ed altri componenti dell'atmosfera.

Tra i principali processi di trasformazione di inquinanti primari in inquinanti secondari assumono un ruolo rilevante le reazioni fotochimiche che portano alla formazione del cosiddetto *smog fotochimico*. Gli inquinanti secondari prodotti attraverso reazioni chimiche innescate dalla radiazione solare vanno a costituire questo tipo di inquinamento caratteristico dei mesi estivi, durante le ore diurne.

I veicoli utilizzati per il trasporto stradale sono pressoché totalmente azionati da motori termici alimentati principalmente con benzina e con gasolio. Si descrivono di seguito i principali inquinanti primari e secondari connessi al traffico veicolare:

Ossido di carbonio (CO)

Inquinante primario.

L'ossido di carbonio è un gas incolore e inodore che si forma dalla combustione incompleta del carburante, sia per difetto di ossigeno, sia per le modalità della combustione. Le sue concentrazioni possono essere ben correlate all'intensità del traffico in vicinanza del punto di rilevamento; in particolare in una strada isolata la sua concentrazione mostra di solito valori massimi nell'intorno dell'asse stradale e decresce molto rapidamente fino a diventare trascurabile a una distanza di alcune decine di metri (Figura 14).

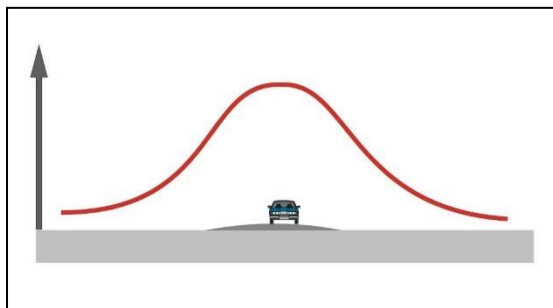


Figura 14 - Andamento qualitativo della concentrazione di CO nella sezione di una strada

Ossidi di azoto (NO_x)

Inquinanti primari.

I composti dell'azoto maggiormente presenti in atmosfera sono l'ammoniaca, diversi tipi di sali di NO₃⁻, NO₂⁻, ed NH₄⁺ e diversi tipi di ossidi tra i più importanti l'ossido di azoto (NO), l'ossido di diazoto (N₂O), il biossido di azoto (NO₂) e altri presenti in quantità molto piccole. Sono prodotti durante la combustione poiché l'azoto presente nell'aria e, sotto forma di composti azotati, nel combustibile, si combina con l'ossigeno presente nell'aria.

Ossidi di zolfo (SO_x)

Inquinanti primari.

I principali ossidi di zolfo presenti in atmosfera sono SO₂ e SO₃; provengono in generale dall'ossidazione dello zolfo contenuto nei combustibili; la reattività dell'SO₂ con l'umidità dell'aria porta alla formazione di acido solforico (H₂SO₄), presente nelle piogge acide. L'emissione di ossidi di zolfo dovuta al traffico veicolare è trascurabile in rapporto al totale delle emissioni nazionali in quanto lo zolfo nelle benzine è pressoché assente e nel gasolio è presente in tracce.

Piombo (Pb)

Inquinante primario.

È un metallo pesante tossico per l'uomo soprattutto nella sua forma ionizzata (Pb⁺⁺). Le emissioni di piombo sono caratteristiche dei motori a scoppio, in quanto composti di piombo sono aggiunti alla benzina per migliorarne le capacità antidetonanti. Le emissioni di piombo risultano proporzionali al consumo di benzina; l'utilizzo della benzina "verde" (0.013 g/l di Pb) sta portando la quasi totale eliminazione del contributo alle emissioni di piombo da parte della circolazione veicolare.

Anidride carbonica (CO₂)

Inquinante primario.

L'anidride carbonica è uno dei gas normalmente presenti nell'atmosfera. Fra le cause antropiche di emissione della CO₂ nell'atmosfera sono predominanti tutti i processi di combustione e quindi anche tutti quelli che avvengono nei motori dei veicoli stradali.

Composti Organici Volatili diversi dal metano (COVNM)

Inquinanti primari.

Costituiscono un insieme di specie e di classi di natura organica, presenti in atmosfera in fase gassosa. Sono costituiti da idrocarburi (contenenti solo carbonio e idrogeno) e da sostanze ossigenate. Sono contenuti nei gas di scarico, in conseguenza della combustione incompleta del

carburante; hanno un ruolo molto importante nei processi di formazione di inquinanti secondari attraverso reazioni fotochimiche.

I veicoli stradali sono considerati tra le sorgenti più importanti di IPA (idrocarburi policiclici aromatici) in quanto nel recente passato il contenuto di idrocarburi aromatici nelle benzine è stato incrementato, in sostituzione del piombo, per migliorare il potere antidetonante. Tra gli IPA viene considerato separatamente il *benzene*.

Particolato (PTS)

Inquinante primario e secondario.

Il particolato è costituito da un complesso di particelle di dimensioni microscopiche sia solide che liquide: particelle carboniche incombuste, idrocarburi, sali di vario tipo. Le emissioni di particolato dovute a cause antropiche sono principalmente dovute ad attività industriali e al traffico veicolare; l'emissione di particolato è tipica dei motori diesel e viene esaltata dalla scarsa efficienza del sistema di iniezione; nei motori a benzina l'emissione è trascurabile.

La frazione di particolato che più facilmente può essere trattenuta dai polmoni è quella costituita da particelle di diametro inferiore a 10 μm (indicata con la sigla PM10).

Ozono (O_3)

Inquinante secondario.

È un gas incolore dal forte potere ossidante e dall'odore pungente; è un normale componente delle zone più elevate dell'atmosfera ma i problemi di inquinamento dell'aria da ozono sono legati al significativo incremento che questo gas subisce nelle zone prossime al suolo a causa di una complessa catena di reazioni fotochimiche favorite da un elevato irraggiamento solare. Le reazioni fotochimiche che portano ad un aumento della concentrazione di ozono a bassa quota sono legate alla presenza di ossidi di azoto e di idrocarburi volatili.

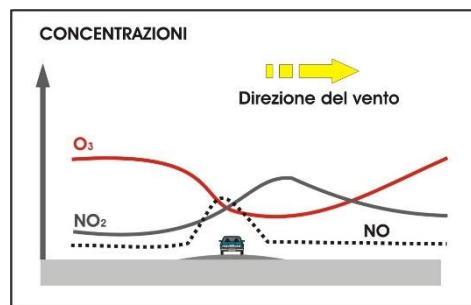


Figura 15 - Andamento qualitativo della concentrazione di NO, NO₂ e O₃ nella sezione di una strada

L'emissione di inquinanti e quindi la variazione della composizione chimica dell'atmosfera possono provocare delle variazioni del clima su piccola e vasta scala. Si considerano di seguito i principali effetti su vasta scala prodotti dall'emissione di inquinanti.

Effetto serra

L'anidride carbonica (CO₂) ed altri gas come il metano (CH₄) e i fluorocarboni (F-11 e F-12) sono capaci di alterare l'equilibrio termico della terra fungendo da schermo unidirezionale alle radiazioni termiche, cioè intrappolando l'energia a piccola lunghezza d'onda inviata dal sole e rinviata dalla terra a lunghezza d'onda superiore; l'equilibrio tra questi fenomeni consente di mantenere, alla temperatura media attuale della terra (15°C), la matrice acquosa presente sulla terra allo stato liquido. Un aumento della concentrazione di CO₂ in atmosfera, dovuto alle combustioni e quindi in maniera rilevante anche al traffico veicolare, porterebbe alla formazione di un sistema più efficace nel trattenere le radiazioni infrarosse rimandate dalla superficie terrestre, portando in modo irreversibile ad un aumento della temperatura media della terra.

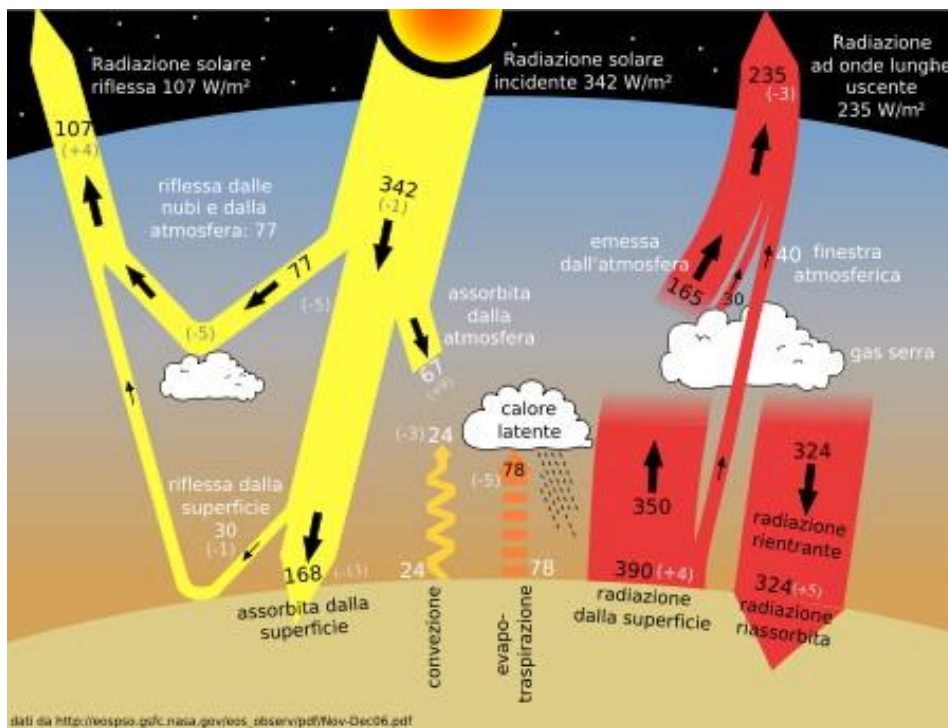


Figura 16 – Schema contributi per l'effetto serra

Effetto frigorifero

Questo tipo di effetto si manifesta con una diminuzione della temperatura media terrestre; esso sembra legato all'aumento dell'inquinamento da particelle sospese in atmosfera: il particolato, infatti potrebbe agire direttamente sulla temperatura assorbendo, disperdendo e deviando la radiazione solare o la radiazione infrarossa proveniente dalla terra. In particolare il particolato

agirebbe come nucleo di condensazione nella formazione di nuvole che aumentano la riflessione della radiazione solare nello spazio (diminuzione di temperatura).

Diminuzione dello strato di ozono nella stratosfera

L'ozono (O₃), forma allotropica dell'ossigeno molecolare, forma uno strato all'interno della stratosfera, ad un'altezza di circa 18-60 km. Questo strato funge da filtro alla radiazione solare bloccando la maggior parte della radiazione ultravioletta tra 240 e 320 nm, che a queste lunghezze d'onda è mutagena e cancerogena a livello cutaneo. Lo strato di ozono è il risultato di processi di formazione e distruzione dello stesso; alcuni NO_x, sfuggendo ai processi di trasformazione e di rimozione che avvengono nella troposfera, possono arrivare fino alla stratosfera ed inserirsi in questo ciclo impedendo la formazione dell'ozono dissociato; analogamente i cloro-fluorocarburi poiché sono molto stabili vengono trasportati fino all'ozonosfera e si inseriscono nel processo.

Emissioni da traffico veicolare

Per emissione, si intende l'introduzione di sostanze nocive nell'atmosfera da parte di sorgenti di inquinamento in un intervallo di tempo determinato; il traffico veicolare è una sorgente di emissione di tipo lineare costituita da un insieme di sorgenti puntiformi (veicoli) che si muovono lungo una linea.

I motori attualmente in uso nei veicoli stradali possono essere classificati, a seconda del tipo di combustione in due categorie: motori ad accensione comandata (detti anche motori a benzina, anche se possono essere usati altri tipi di combustibile) e motori ad accensione spontanea (o motori Diesel). La progettazione e l'esercizio dei motori, da alcuni anni è condizionata da due aspetti molto importanti: la necessità di limitare il contributo all'inquinamento delle aree urbane e l'esigenza di migliorare significativamente l'economia dei consumi di combustibile. Le principali fonti di emissione di un veicolo sono localizzate nell'apparato di propulsione: serbatoio, sistema di alimentazione, motore, tubo di scappamento. Le emissioni da veicoli su strada si possono esprimere come la somma di tre tipologie di contributi:

$$E = E_{hot} + E_{cold} + E_{evap}$$

E_{hot} sono le emissioni a caldo, ovvero le emissioni da veicoli i cui motori hanno raggiunto la loro temperatura d'esercizio;

E_{cold} è il termine che tiene conto dell'effetto delle emissioni a freddo, ovvero delle emissioni durante il riscaldamento del veicolo (convenzionalmente sono le emissioni che si verificano quando la temperatura dell'acqua di raffreddamento è inferiore a 70°C);

E_{evap} sono le emissioni evaporative costituite dai soli COVNM (composti organici volatili non metanici); queste emissioni sono rilevanti solo per i veicoli a benzina.

Alla somma delle emissioni a caldo e a freddo, viene dato il nome di emissioni allo scarico.

La produzione di una vasta gamma di inquinanti da parte di un veicolo dotato di motore a combustione interna è determinata dal fatto che le reazioni di ossidazione del combustibile in

presenza di aria non avvengono in condizioni ideali (una combustione completa e in condizioni ideali darebbe come unici prodotti di reazione acqua H₂O e anidride carbonica CO₂). I fattori che influenzano le emissioni sono molteplici e reciprocamente correlati:

- caratteristiche del veicolo;
- caratteristiche del tracciato stradale.

L'intensità dell'emissione di inquinanti da parte del traffico stradale può essere espressa per mezzo di diversi parametri; in generale la misura delle emissioni viene riferita a condizioni medie durante un intervallo di tempo fissato e relativamente ad un veicolo si esprime come massa di inquinante emesso per unità di distanza percorsa (esempio: g/km).

Le emissioni non hanno alcun legame diretto con gli effetti (sanitari ed ambientali) dell'inquinamento atmosferico. E', infatti, la dispersione atmosferica che determina quanta parte delle emissioni rimane in aria (la concentrazione).

Nel caso del traffico, dato che l'emissione avviene a pochi centimetri dal suolo, quest'ultima può essere considerata in prima approssimazione una variabile proxy (Indicatore statistico che descrive il comportamento di un determinato fenomeno non osservabile direttamente) delle concentrazioni. Pertanto, ad esempio, l'emissione lineare può essere utilizzata come primo indice grossolano di criticità ambientale. L'applicazione più classica delle emissioni rimane, anche nel traffico, quella di individuare la causa principale di inquinamento (auto o mezzi pesanti; auto catalitiche o auto più vecchie) e proporre gli interventi di abbattimento (modifiche alle velocità di percorrenza, limitazione a particolari mezzi o in particolari orari).

Tra i possibili inquinanti emessi in atmosfera, il traffico veicolare ha un peso preponderante, rispetto al totale delle emissioni nazionali, per le emissioni di monossido di carbonio (CO), ossidi di azoto (NO_x), composti organici volatili diversi dal metano (COVNM), benzene (C₆H₆); ha un peso considerevole per le emissioni di anidride carbonica (CO₂), mentre ha un peso relativamente minore per gli ossidi di zolfo (SO_x) a causa della progressiva riduzione del tenore di zolfo nei carburanti.

5. VALUTAZIONE DI IMPATTO ATMOSFERICO

5.1 PREMESSA

Nel presente paragrafo si analizza l'impatto sull'atmosfera generato in fase di esercizio per l'opera S.S.16 "Adriatica" – Variante di Ancona – Ampliamento da 2 a 4 corsie dello svincolo di Falconara con la S.S.76 alla Loc. Baraccola – 1° lotto tratto Falconara – Torrette (svincoli inclusi).

L'analisi della dispersione di inquinanti in atmosfera è stata condotta mediante l'ausilio della modellazione matematica per una parte di territorio ritenuta più significativa.

L'analisi, condotta in accordo con quanto prescritto al Decreto n.46/VAA, è riferita agli inquinanti PM₁₀, PM_{2,5}, CO, NO_x e Benzene, generati dal traffico veicolare di mezzi leggeri e pesanti transitanti lungo il tracciato di progetto.

Gli elementi modellati della viabilità di progetto, possono identificarsi come segue:

- Carreggiate principali A e B (progressiva da 0+000 km a 7+297 Km);
- Svincolo di Falconara (rampe di ingresso e di uscita + nuova rotatoria);
- Svincolo di Torrette (rampe di ingresso e di uscita + rotatoria).

5.2 MODELLO DI CALCOLO

Per l'elaborazione del modello descrittivo dell'area oggetto di studio, in termini di diffusione e dispersione degli inquinanti in atmosfera, è stato adottato un modello di distribuzione gaussiana delle principali sostanze derivanti da processi di combustione.

Il software utilizzato è AERMOD View nella versione 9.7.0 che supporta il codice di calcolo AERMOD dell'US-EPA n. 18081; in base alle linee guida degli enti internazionali per la protezione dell'ambiente (EPA Environmental Protection Agency e EEA European Environment Agency), AERMOD è riconosciuto tra gli strumenti modellistici raccomandati per le analisi di qualità dell'aria.

AERMOD si presta ad essere usato per lo studio di qualsiasi sorgente di emissione; il software dà la possibilità di ricostruire geometrie complesse ben rappresentative delle reali aree di studio, di considerare gli effetti dell'orografia del territorio, di calcolare le condizioni meteorologiche come variabili spazio-temporali.

Il software si configura come sistema di modellazione con tre distinte componenti: AERMOD, AERMAP e AERMET. Il modulo AERMOD, come finora espresso, calcola la dispersione degli inquinanti in atmosfera in funzione dei dati territoriali di natura orografica e meteorologica; i dati gestiti dal modulo derivano dalle elaborazioni dei pre-processor AERMAP e AERMET: il primo è dedicato alla ricostruzione del modello tridimensionale del terreno, il secondo alla creazione del modello spaziale e temporale dell'atmosfera.

Al momento della creazione di un nuovo progetto in AERMOD, si specifica il sistema di coordinate di riferimento (sistema di proiezione e datum) e si definisce l'area di studio (coordinate del punto di riferimento ed estensione dell'area), come mostrato a titolo di esempio in Figura 17; la definizione geografica del progetto è di fondamentale importanza per tutte le successive elaborazioni.

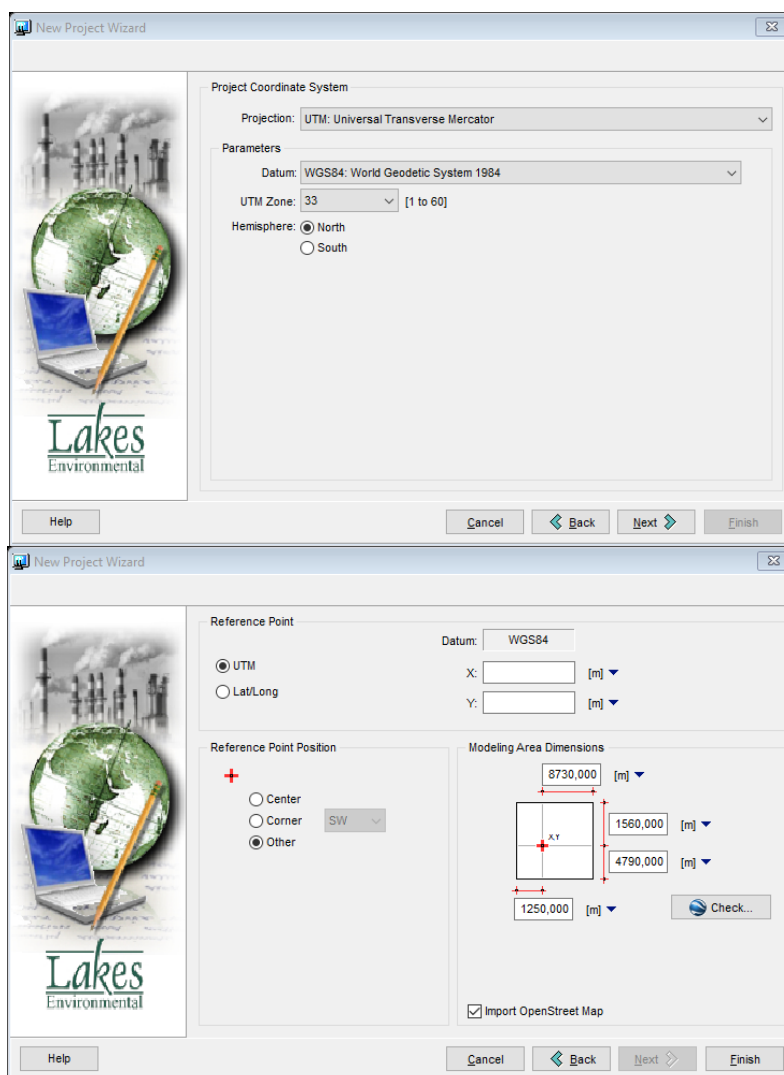


Figura 17 - Esempio di definizione geografica del progetto.

Successivamente viene importata la mappa dell'area di studio, come riportato in Figura 18. È possibile inserire files in formato raster (ad esempio *.jpeg) o vettoriale (ad esempio *.dxf); per le ragioni sopra indicate, è necessario che i files vengano preventivamente georeferenziati.

La mappa caricata costituisce un utile sfondo grazie al quale l'utente riesce ad orientarsi rapidamente nell'identificazione e nella modellazione degli elementi dell'area di studio.

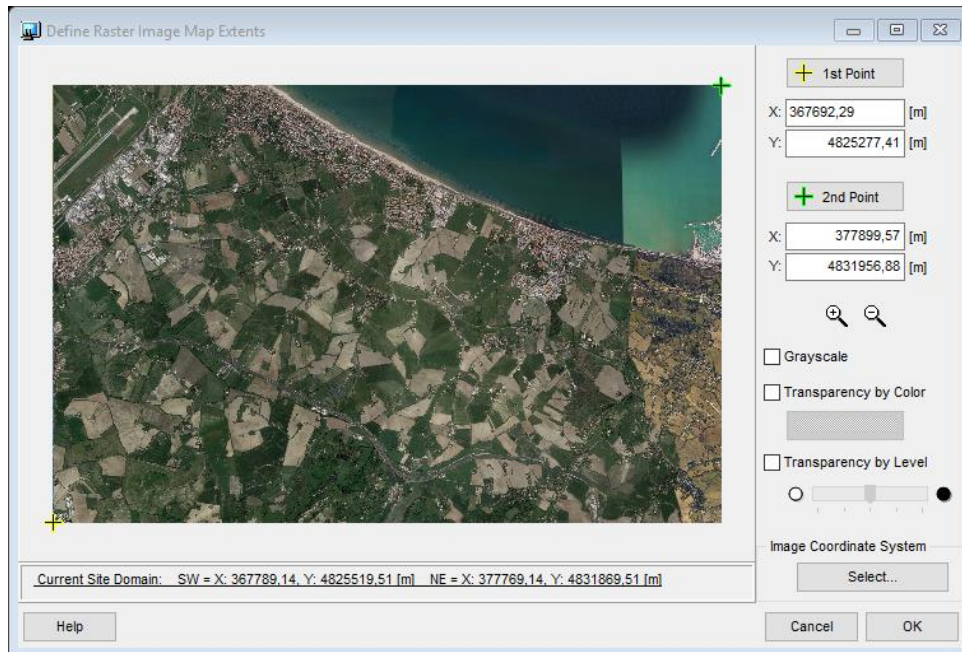


Figura 18 - Esempio di importazione della mappa in formato *.jpeg.

Dopo aver definito il progetto, si procede all'inserimento dei dati di input del modello attraverso le sezioni descritte nel seguito.

Nella sezione "control pathway" (Figura 19) è possibile definire opzioni di modellazione quali processo di dispersione e grandezza restituita, tipo di inquinante e intervallo temporale di restituzione dei risultati, andamento del terreno.

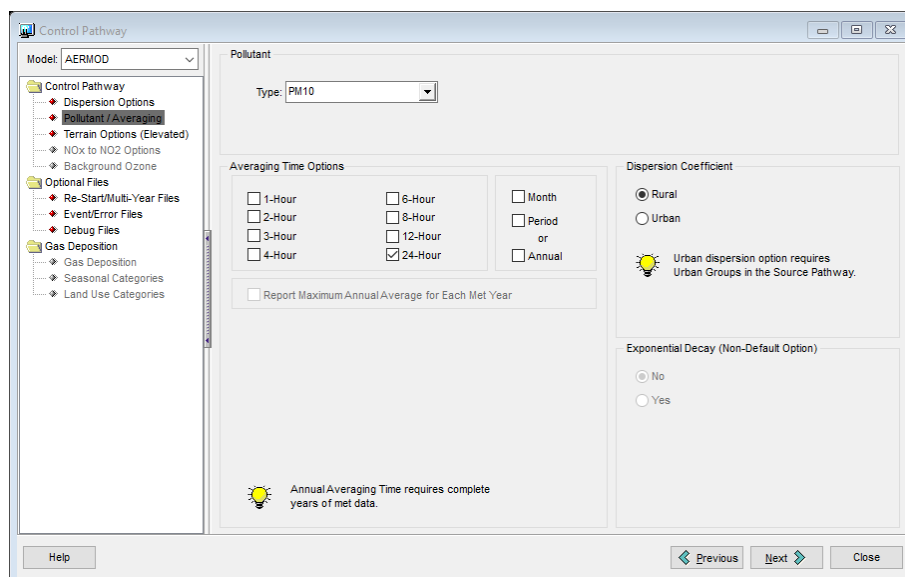


Figura 19 - Sezione "control pathway": esempio di definizione dell'inquinante.

Attraverso la sezione "source pathway" si accede finestra di definizione delle sorgenti emmissive oggetto di studio, nella suddetta sezione è possibile visualizzare un riepilogo delle sorgenti imputate ed impostare opzioni di modellazioni avanzate.

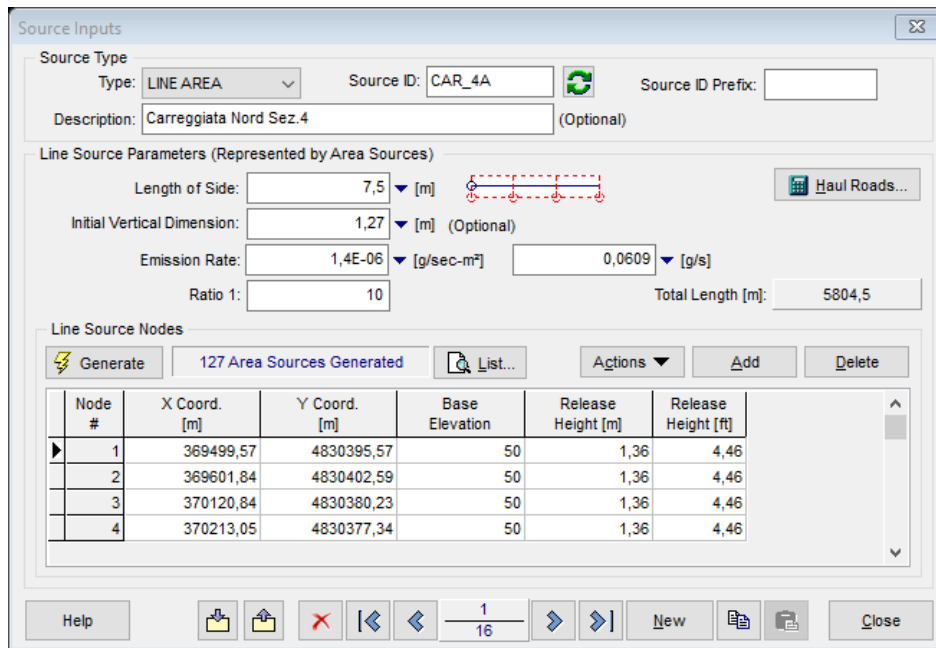


Figura 20 - Esempio di definizione delle sorgenti lineari.

Nel particolare caso delle sorgenti lineari tipo strade, il software tiene conto della zona di miscelamento, sia orizzontale che verticale, così come definita nella figura seguente:

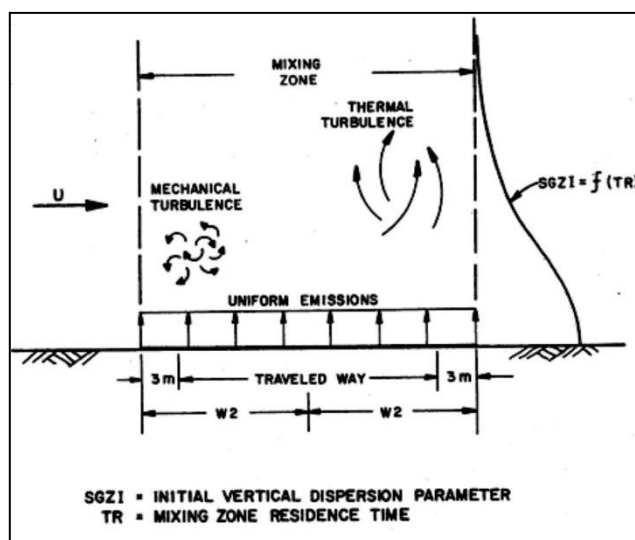


Figura 21 – Definizione delle zone di miscelamento

Il software permette inoltre la definizione dell'altezza di rilascio dell'inquinante scelto (Release Height) tramite l'inserimento delle caratteristiche geometriche dei veicoli coinvolti, come visibile dalla successiva Figura 22.

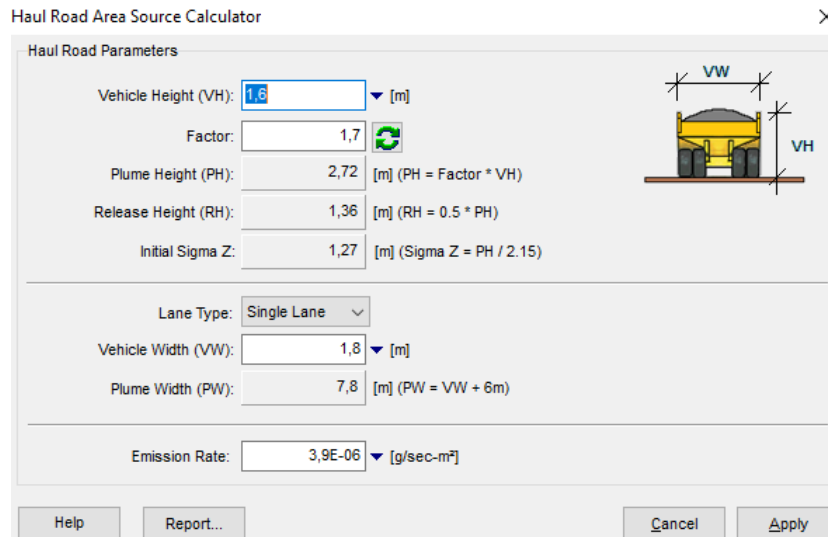


Figura 22 – Esempio definizione delle caratteristiche geometriche sorgenti lineari

Dalla sezione "receptor pathway" si perviene alla definizione dei ricettori interessati dal processo emissivo oggetto di studio; all'interno dello stesso progetto possono essere inseriti ricettori distribuiti su una griglia (Figura 23) o localizzati in specifiche posizioni di interesse. Le griglie possono essere sia rettangolari che polari, collocate a diverse altezze da terra.

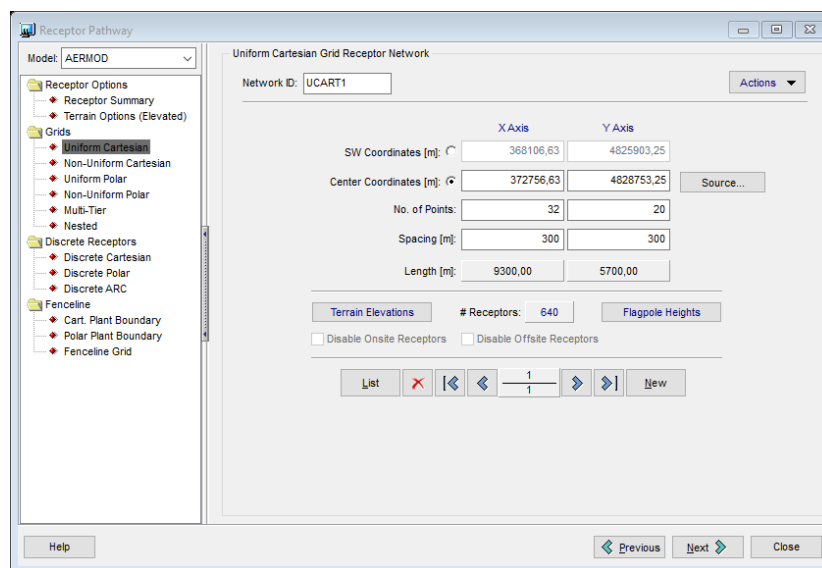


Figura 23 – Esempio di definizione della griglia di ricettori.

Nella successiva sezione "meteorology pathway" (Figura 24) vengono caricati i files di dati meteorologici *.sfc e *.pfl, contenenti rispettivamente i parametri atmosferici orari sulla superficie terrestre e lungo il profilo verticale, elaborati in precedenza mediante il modulo AERMET.

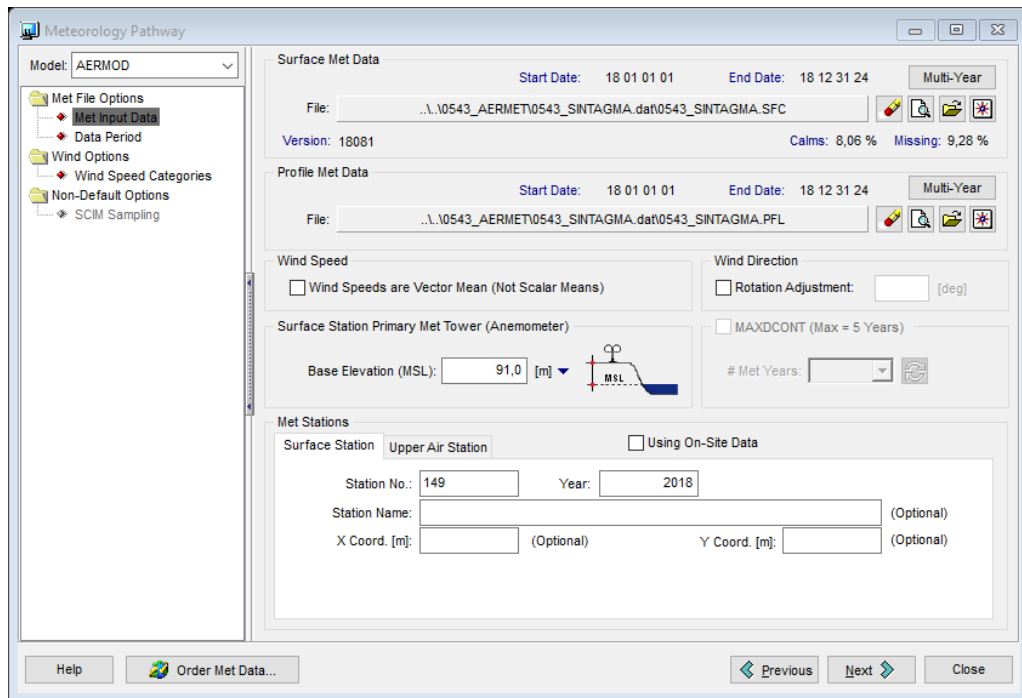


Figura 24 – Esempio di definizione dei files di dati meteorologici elaborati da AERMET.

Nell'ultima sezione "output pathway" vengono scelte le impostazioni di output per la simulazione di interesse, riguardanti ad esempio le linee di isolivello delle concentrazioni inquinanti o le informazioni da includere nei files di report.

Per migliorare la modellazione con AERMOD, è possibile inserire nel progetto altri dati di input, quali altimetria del terreno e presenza di edifici.

Attraverso la sezione "terrain options" viene attivato un processore che elabora e gestisce il modello tridimensionale del terreno, per consentire al programma di considerare gli effetti dell'orografia sulla propagazione degli inquinanti.

Nella sezione "building options" possono essere ricostruiti gli edifici reali, nell'ottica di valutare l'interazione che i più vicini alla sorgente potrebbero avere con la propagazione degli inquinanti.

È infine possibile lanciare il "run" del programma, per ottenere le concentrazioni degli inquinanti nell'area di indagine, espresse come valori puntuali e come andamento di curve di isolivello.

5.3 DESCRIZIONE DEL MODELLO

5.3.1 Cartografia, sorgenti emissive e ricettori

Definiti i contorni dell'area oggetto di studio sulla planimetria del tracciato di progetto, è stata creata una mappa georeferenziata ed inserita come base cartografica nel software AERMOD.

Su tale base è stata tracciata la viabilità di progetto, così come descritta al par. 5.1, corrispondente alla sorgente emissiva del modello di propagazione atmosferica; la medesima base cartografica, inserita nel pre-processore AERMAP, ha inoltre consentito la modellazione dell'orografia locale e la creazione del modello tridimensionale dell'area di studio (Figura 25).

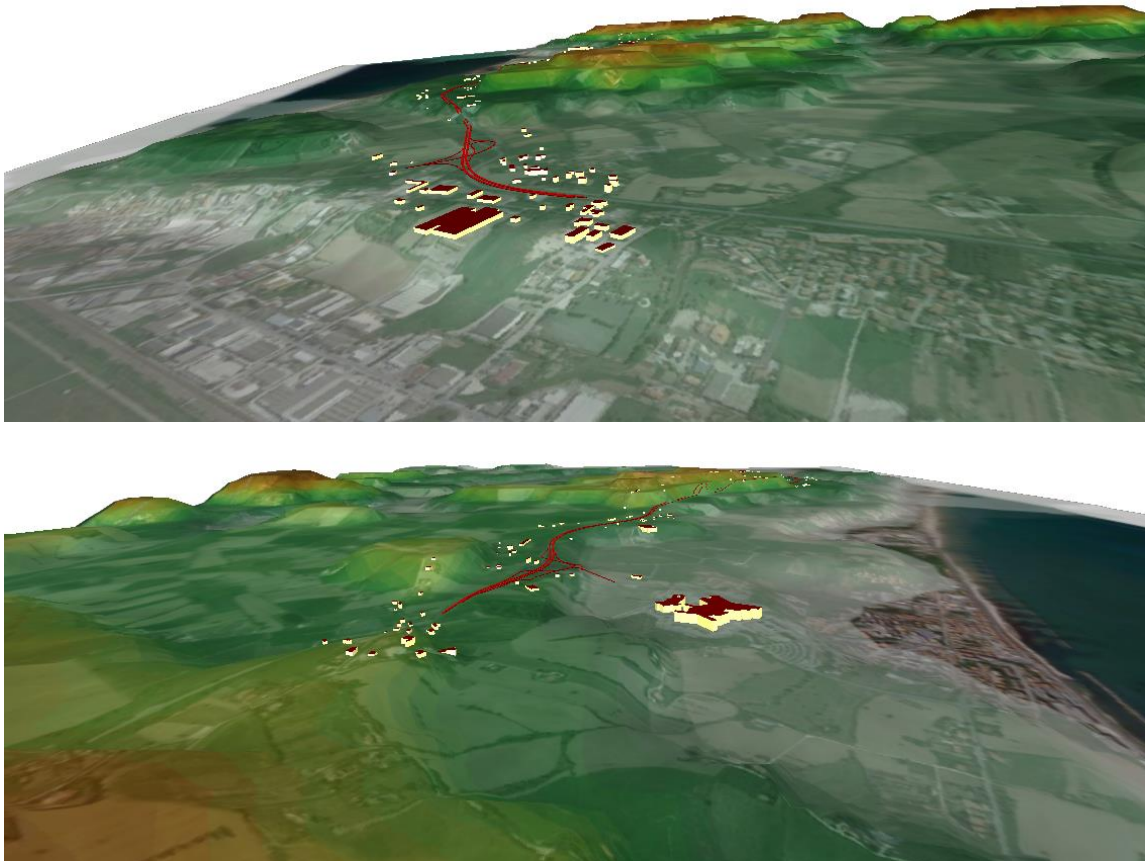


Figura 25 – Vista del modello 3D del terreno lato Falconara e Lato Torrette

L'area di studio considerata ha ampiezza 9980 x 6350 m, comprendente il tracciato stradale di progetto, le zone in direzione della costa comprensive dei centri abitati e quelle in direzione dell'entroterra. In Figura 26 si riporta la planimetria dell'area oggetto di modellazione.



Figura 26 – Planimetria dell'area modello

All'interno dell'area di studio sono stati impostati dei ricettori secondo una griglia cartesiana uniforme 32x20 e passo pari a 300 m, alle altezze di 1,5 m da terra (corrispondente alle condizioni di propagazione al suolo) e 5 m da terra (corrispondente alle condizioni di propagazione ad un generico piano primo). In accordo con la valutazione di impatto acustico (rif. T00-IA02-AMB-RE01-B) sono stati individuati 182 ricettori corrispondenti alle strutture e alle aree in generale più esposte, includendo nella zona della curva di Falconara le aree di potenziale sviluppo urbanistico come da PRG vigente; sono state definite due diverse impostazioni per le altezze di calcolo: 1,5 m da terra (propagazione al suolo) e 5 m da terra (piano primo); si annota la presenza di un ricettore sensibile (R105) quale la struttura degli "Ospedali Riuniti Umberto I" nei pressi dello svincolo di Torrette.

5.3.2 Dati meteorologici

L'utilizzo del modello gaussiano per l'analisi atmosferica richiede di immettere dati meteorologici caratteristici della zona, determinanti per la propagazione degli inquinanti.

Le informazioni meteorologiche relative al territorio regionale sono messe a disposizione sul sito istituzionale della Regione Marche, che tramite il Centro Funzionale Multirischi provvede alla raccolta, validazione e archiviazione dei dati meteo-idro-pluviometrici relativi al territorio marchigiano.

Dal 29 marzo 2010 i dati della rete di monitoraggio sono fruibili attraverso il sistema SOL dal quale sono stati scaricati i dati poi introdotti nel modello matematico.

I dati meteorologici scelti si riferiscono alla stazione meteo più prossima all'area di studio, ubicata presso la Regione Marche – Palazzo Leopardi in Ancona e distante circa 5 Km dallo svincolo di Torrette. Tali informazioni meteorologiche sono state confrontate con altre reperibili da banche dati pubbliche (Servizio Meteorologico Aeronautica Militare ed Atlante Meteorologico ENEA) e ritenute qualitativamente valide ai fini della presente analisi.

Tabella 5 – Informazioni sulla stazione meteorologica

Nome stazione	Longitudine	Latitudine	Quota [m.s.l.m.]	Codice stazione	Codice sensore
ANCONA REGIONE	13,50° E	43,60° N	91,0	149	1643

Nel software di modellazione, sono stati inseriti i dati meteorologici medi orari riferiti all'intero anno solare 2018; l'andamento dei parametri meteorologici nel periodo disponibile è rappresentato dai valori medi mensili riportati in Tabella 6.

Tabella 6 - Dati meteorologici stazione "Ancona Regione" (medie mensili anno 2018)

Mese	Temp. (C°)	Velocità media vento (m/s)	Direzione media vento (° da N)	Pressione (mbar)	Precipitazioni cumulate (mm)
Gennaio	8,3	1,98	166	1007	6,7
Febbraio	4,9	2,44	159	1001	47,5
Marzo	8,7	2,41	147	995	26,5
Aprile	15,7	2,17	153	1005	7,0
Maggio	19,2	2,06	148	1003	19,3
Giugno	22,9	2,47	116	1003	13,3
Luglio	25,5	2,23	133	1003	11,7
Agosto	25,8	2,26	138	1004	13,6
Settembre	21,4	1,87	126	1008	7,8
Ottobre	16,9	2,22	159	1007	11,6
Novembre	12,1	2,23	165	1007	13,2

Mese	Temp. (C°)	Velocità media vento (m/s)	Direzione media vento (° da N)	Pressione (mbar)	Precipitazioni cumulate (mm)
Dicembre	7,0	2,25	199	1010	17,1

La rosa dei venti generata dal pre-processore AERMET a partire dai dati di ventosità inseriti è rappresentata in Figura 27; si osservano velocità del vento medio-basse, con vettore risultante proveniente da sud-est in direzione parallela alla costa ed intensità media di circa 2,2 m/s.

Per una migliore rappresentazione dell'area di studio, sono stati definiti parametri di superficie specifici per il tipo di suolo; i parametri considerati sono l'albedo, il rapporto di Bowen e la rugosità, influenti sulla modellazione atmosferica e quindi sulla propagazione degli inquinanti. Nel caso in esame, sono stati introdotti i valori medi mensili dei parametri di superficie per suolo urbano ed agrario.

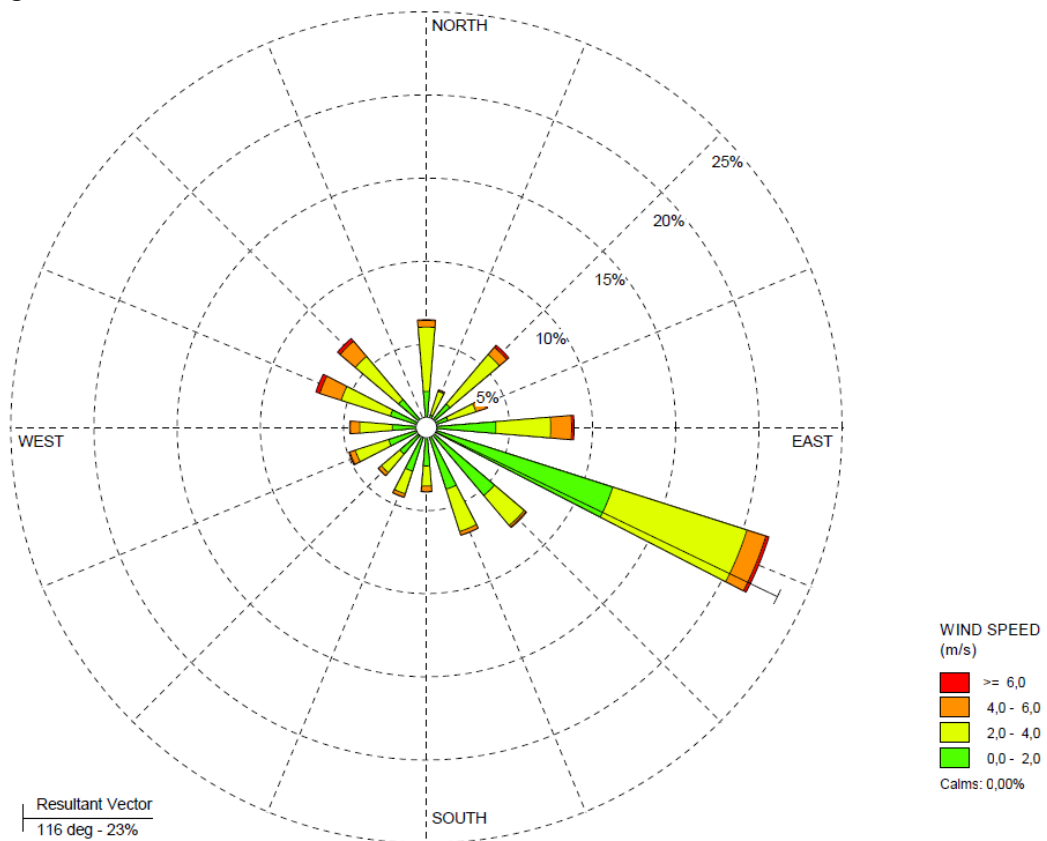


Figura 27 - Diagramma rosa dei venti

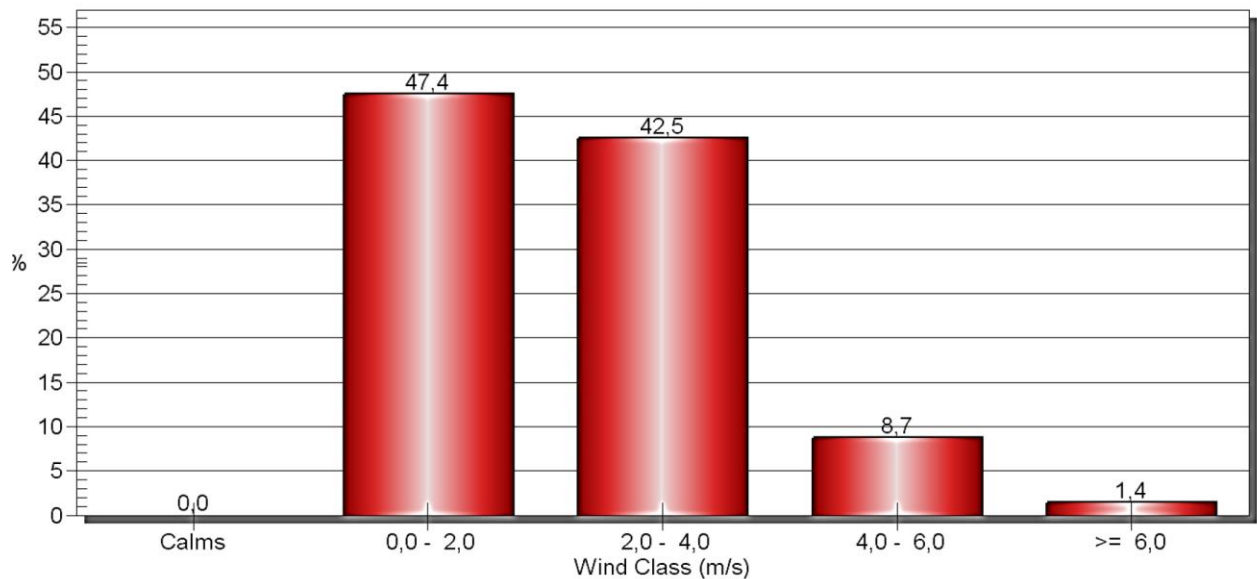


Figura 28 – Distribuzione statistica delle velocità del vento

5.3.3 Flussi veicolari

Per i flussi veicolari lungo l'opera di progetto, facendo riferimento allo scenario al 2031, sono state assunte le condizioni di Traffico Giornaliero Medio (TGM) e Traffico Orario di Punta (TOP) per veicoli leggeri e pesanti.

Trattandosi di dati previsionali non è stata possibile una suddivisione più accurata sulla composizione del traffico in base ai diversi tipi di tecnologie e combustibili; la scelta dei dati emissivi di Input per il modello si basa dunque sulla composizione media del parco macchine nazionale al 2016, tale scelta verrà approfondita e argomentata al successivo par. 5.3.4.

Di seguito si riportano i dati di TGM utilizzati per il modello atmosferico derivanti dallo studio trasportistico di progetto, per l'intervallo orario 06:00 – 22:00 (condizione più gravosa) e relativi allo scenario futuro 2031, secondo la codifica tratte riportata in Figura 29.

I dati TOP sono stati valutati pari al 10% del TGM, come da proporzione desunta dall'analisi atmosferica esposta nello Studio di Impatto Ambientale; si precisa che i dati di TOP risultano sovrastimati rispetto a quanto definito dallo studio trasportistico di progetto, al fine di rendere la modellazione nelle condizioni di massima criticità.

Tabella 7 – Dati di traffico previsionale (scenario 2031) per il modello atmosferico

Anno PRIMO + SECONDO LOTTO BRETELLA PORTO	2031_SP SS16_CON	sezione	TGM_leg	TGM_pes	TGM_tot	TOP_leg	TOP_pes	TOP_tot
Falconara - Tesoro		S1	30073	7178	37251	3007	718	3725
Tesoro - Torrette		S4	45079	4019	49098	4508	401	4909
Torrette - Ancona		S6	27795	2984	30779	2779	298	3077



Figura 29 – Codifica tratte stradali di progetto

5.3.4 Fattori di emissione

I fattori di emissione richiesti dal software AERMOD sono espressi in grammi al secondo su metro quadrato ($g/s \cdot m^2$) per meglio rappresentare la diffusione degli inquinanti emessi dall'intera piattaforma stradale, considerata con le specifiche larghezze di progetto; nel caso in esame, come anticipato al par. 5.1, sono stati considerati gli inquinanti NO_x (espressi come NO_2), PM_{10} , $PM_{2.5}$, CO e Benzene, anche allo scopo di ottemperare alle prescrizioni della Regione Marche.

I fattori di emissione utili alla modellazione sono stati reperiti dalla "Banca dati dei fattori di emissione medi del trasporto stradale in Italia", basata sulle stime annualmente aggiornate da ISPRA ai fini della redazione dell'inventario nazionale delle emissioni in atmosfera.

I fattori di emissione sono calcolati con l'utilizzo del software COPERT v.5.1.1. sulla base dei dati di input nazionali riguardanti il parco e la circolazione dei veicoli all'anno 2016, espressi sia rispetto ai Km percorsi che rispetto ai consumi, con riferimento sia al dettaglio delle tecnologie che all'aggregazione per settore e combustibile, elaborati sia a livello totale che distintamente per l'ambito urbano, extraurbano ed autostradale.

Come anticipato, non potendo disporre di dati specifici sulla composizione del traffico veicolare in termini di tipologia di alimentazione, in input al modello viene introdotto un fattore emissivo medio per tecnologie e combustibili sul dato totale del parco veicolare nazionale al 2016.

In relazione a quanto detto, si evidenzia che i risultati di modellazione così ottenuti andranno valutati considerando la naturale evoluzione tecnologica che comporterà una riduzione dei fattori di emissione per il traffico veicolare rispetto a quelli attualmente disponibili. A titolo di esempio si riportano di seguito i ratei emissivi riferiti ai veicoli attualmente più efficienti (EURO 6) in termini di emissioni in atmosfera di particolato e ossidi di azoto.

Tabella 8 – Ratei emissivi per veicoli EURO 6

TIPOLOGIA DI VEICOLO	Fattore di emissione PM ₁₀ (g/Km*veic)	Fattore di emissione NO _x (g/Km*veic)	Ciclo di guida
Veicoli leggeri	0,024	0,042	Misto
Veicoli pesanti	0,087	0,201	Misto

In Tabella 9 sono indicati i fattori di emissioni di modellazione riferiti ai diversi inquinanti per veicoli leggeri e pesanti, in ambito autostradale ed urbano ed espressi in g/veic*Km. Per il Benzene è presente il solo dato Misto e non la disaggregazione tra Urbano, Extraurbano e Autostradale.

Tabella 9 – Ratei emissivi di input per il modello

TIPOLOGIA DI VEICOLO	FATTORI DI EMISSIONE (g/Km*veic)					Ciclo di guida
	PM ₁₀	NO _x	Benzene	PM _{2.5}	CO	
Veicoli leggeri	0,048	0,459	-	0,032	2,317	Urbano
	0,026	0,495	-	0,022	0,423	Autostradale
	0,036	0,422	0,0025	0,026	0,724	Misto
Veicoli Pesanti	0,334	7,501	-	0,259	2,058	Urbano
	0,169	4,196	-	0,137	1,123	Autostradale
	0,202	4,644	0,0001	0,158	1,222	Misto

Si annota che le sorgenti emissive rappresentative degli svincoli di Falconara e Torrette sono state considerate nella condizione di ambito Urbano, mentre per il resto del tracciato è stato assunto rateo emissivo di tipo Autostradale.

Ciascun fattore di emissione, moltiplicato per il volume di traffico previsto lungo la tratta, fornisce la relativa emissione per unità di lunghezza secondo le formule:

$$E = (TGM \times \text{Fattore di emissione}) / 86400 \text{ [g/s*m]}$$

$$E = (TOP \times \text{Fattore di emissione}) / 3600 \text{ [g/s*m]}$$

5.3.5 Condizioni metereologiche

La dispersione degli inquinanti gassosi nell'atmosfera è governata da molteplici fattori tra i quali il regime anemometrico ricopre ruolo principale.

Nel presente studio in accordo con quanto richiesto al punto 9 del D.D. n 46/VAA, sono state analizzate condizioni di ventosità con direzioni predominanti variabili: oltre alla naturale distribuzione riportata nella rosa dei venti di Figura 27 con direzione annuale prevalente parallela alla linea di costa (SE), si è posta particolare attenzione alle direttrici NE (venti da Mare) e SW (venti da Terra) per le valutazioni su base giornaliera ed oraria nelle condizioni più gravose.

Di seguito si riporta un resoconto delle condizioni anemometriche scelte per le diverse modellazioni in relazione al tipo di inquinante e al tipo di output.

Tabella 10 – Input anemometrici delle modellazioni

INQUINANTE	DIREZIONE VENTO	OUTPUT
PM ₁₀	Naturale *	Conc. media giornaliera (µg/m ³)
	SW	
	NE	
PM ₁₀	Naturale	Conc. media annuale (µg/m ³)
NO _x	Naturale	Conc. media oraria (µg/m ³)
	SW	
	NE	
NO _x	Naturale	Conc. media annuale (µg/m ³)
Benzene	Naturale	Conc. media annuale (µg/m ³)
PM _{2.5}	Naturale	Conc. media annuale (µg/m ³)
CO	Naturale	Conc. media giornaliera massima su 8 h (µg/m ³)
CO	SW	
CO	NE	

*con naturale si intende la direzione prevalente indicata nella rosa dei venti (vento annuale da SE parallelo alla linea di costa)

5.4 ANALISI PREVISIONALE

Inseriti i parametri di base per l'esecuzione delle elaborazioni, si riportano nel seguito i risultati ottenuti dalle modellazioni atmosferiche, indicando le condizioni di propagazione considerate.

L'analisi, come detto, è stata condotta sugli inquinanti NO_x, PM₁₀, PM_{2,5}, CO e Benzene; gli output (Tabella 10) sono stati impostati come concentrazione degli inquinanti su base oraria, giornaliera e annuale, per un coerente confronto con i limiti di qualità dell'aria dettati da normativa e riportati nella presente relazione al Cap. 3.

Per gli ossidi di azoto, le concentrazioni sono espresse come NO₂ per renderne possibile il confronto con i limiti di legge per la qualità dell'aria. La conversione di NO_x in NO₂ è eseguita dal software con il metodo PVMRM (Plume Volume Molar Ratio Method) che richiede, come parametro aggiuntivo per il calcolo di conversione, la concentrazione di Ozono nell'area di studio; nel caso in esame sono stati inseriti i seguenti valori di Ozono desumibili dai grafici esposti al par 4.2: concentrazione media annuale pari a 65,5 µg/m³ (corrispondenti a 33 ppb) per la modellazione su base annuale; concentrazione di picco pari a 149,5 µg/m³ (corrispondenti a 75 ppb) per la modellazione su base oraria.

I risultati delle analisi previsionali di impatto atmosferico elaborate mediante AERMOD, per le condizioni sopra esposte, vengono di seguito commentati e rappresentati in termini di mappe orizzontali di propagazione (curve isolivello di concentrazione) nelle Tavole allegate; nella Tabella 11 riporta un resoconto delle modellazioni eseguite con indicazioni sui dati di input e output ed il riferimento alle rispettive tavole allegate.

In linea generale si osserva che: in base all'interazione tra l'orografia ed il regime dei venti, le concentrazioni inquinanti maggiori si riscontrano presso gli svincoli stradali; le concentrazioni inquinanti maggiori si ottengono al suolo (H=1,5 m); la direzione del vento peggiorativa per le concentrazioni ai ricettori è quella parallela alla linea di costa (SE).

Presso i ricettori puntuali individuati, per gli inquinanti analizzati e per le impostazioni di modellazione cautelative assunte, lo stato futuro della qualità dell'aria si configura come non critico e non significativamente alterato rispetto allo stato attuale; in particolare, presso il ricettore sensibile R105 "Ospedali Riuniti Umberto I", le concentrazioni calcolate sono ampiamente entro i valori limite, come indicato in Tabella 11.

Per l'inquinante PM₁₀ le modellazioni forniscono valori di output pienamente conformi ai limiti di legge nelle diverse condizioni analizzate, con massima concentrazione media giornaliera pari a circa 36 µg/m³ (valore limite 50 µg/m³) ottenuta al suolo (H=1,5 m) per vento proveniente da SW (vento da terra) e massima concentrazione media annuale pari a circa 13 µg/m³ (valore limite 40 µg/m³) ottenuta al suolo (H=1,5 m); presso il ricettore sensibile R105 le massime concentrazioni di PM₁₀ media giornaliera e media annuale raggiungono rispettivamente 4,57 µg/m³ e 0,71 µg/m³.

La propagazione del Benzene non presenta condizioni di particolare criticità raggiungendo nei pressi dello svincolo di Falconara, al suolo (H=1,5 m), la massima concentrazione media annuale di 0,8 µg/m³ (valore limite 5 µg/m³); presso il ricettore sensibile R105 la massima concentrazione di benzene media annuale è pari a 0,04 µg/m³.

Per il PM_{2.5} i risultati mostrano condizioni di diffusione dell'inquinante nell'area oggetto di indagine pienamente compatibili con i limiti di legge fissati in 20 µg/m³ come media annuale, con valori massimi al suolo (H= 1,5 m) che raggiungono i 12,8 µg/m³ presso lo svincolo di Torrette; la concentrazione di PM_{2.5} presso il ricettore sensibile R105 è pari a 0,57 µg/m³.

Il modello per il monossido di carbonio (CO), nelle simulazioni effettuate su base 8 ore non mostra condizioni di criticità raggiungendo al suolo (H=1,5 m), nei pressi dello svincolo di Torrette e vento proveniente da SW, il valore massimo di 1,2 mg/m³ (limite 10 mg/m³); presso il ricettore sensibile Ospedale (R105) la concentrazione massima osservata è pari a 0,27 mg/m³.

Per le propagazioni al suolo (H=1,5 m) degli ossidi di azoto, espressi come NO₂, nelle simulazioni effettuate su base oraria e per venti provenienti da SW e SE, si riscontrano dei superamenti del valore limite orario in corrispondenza sia dello svincolo di Falconara che di quello di Torrette e comunque sempre lungo l'asse stradale o nelle sue immediate vicinanze; si osserva tuttavia che nessun ricettore ricade in zone interessate da valori di concentrazione superiori a 160 µg/m³ (valore limite 200 µg/m³).

Per il ricettore sensibile R105, le concentrazioni medie orarie degli NO₂, alle diverse altezze di calcolo, non superano 20,91 µg/m³ paragonabili allo stato attuale ante operam

Per le modellazioni su base annuale degli NO₂, presso i ricettori individuati si ravvisano alcuni isolati superamenti del valore limite annuale; tuttavia presso il ricettore sensibile R105, le concentrazioni medie annuali degli NO₂, alle diverse altezze di calcolo non superano 11,97 µg/m³ (valore limite 40 µg/m³).

Ricordando che le modellazioni eseguite includono ratei emissivi riferiti alla composizione media del parco macchine nazionale al 2016, quindi notevolmente cautelativi, si ritiene che l'evoluzione tecnologica motoristica potrà compensare le emissioni da traffico veicolare previsto al 2031, senza comportare alterazioni significative dello stato attuale di qualità dell'aria mostrato al par. 4.2; si stima che, con ratei emissivi riferiti a veicoli ad alta efficienza e progressiva introduzione della trazione elettrica, le ricadute inquinanti si potranno ridurre fino all'80% rispetto alle condizioni 2016 adottate nel presente studio, con pieno rispetto dei limiti di legge.

Tabella 11 – Riepilogo delle modellazioni

TAVOLA	INQUINANTE	OUTPUT	DIREZIONE VENTO	TRAFFICO DI PROGETTO (scenario 2031)	H (m)	LIMITE DI LEGGE (µg/m ³)	OUTPUT R105 (µg/m ³)
Tav. 1	PM ₁₀	conc. media annuale	Naturale*	TGM	1,5	40	0,71
Tav. 1B	PM ₁₀	conc. media annuale	Naturale	TGM	5	40	0,56
Tav. 2	PM ₁₀	conc. media giornaliera	SW	TGM	1,5	50	4,57
Tav. 2B	PM ₁₀	conc. media giornaliera	SW	TGM	5	50	3,31
Tav. 3	PM ₁₀	conc. media giornaliera	NE	TGM	1,5	50	2,42

TAVOLA	INQUINANTE	OUTPUT	DIREZIONE VENTO	TRAFFICO DI PROGETTO (scenario 2031)	H (m)	LIMITE DI LEGGE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	OUTPUT R105 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Tav. 3B	PM ₁₀	conc. media giornaliera	NE	TGM	5	50	1,26
Tav. 4	PM ₁₀	conc. media giornaliera	Naturale	TGM	1,5	50	4,46
Tav. 4B	PM ₁₀	conc. media giornaliera	Naturale	TGM	5	50	2,86
Tav. 5	Benzene	conc. media annuale	Naturale	TGM	1,5	5	0,04
Tav. 5B	Benzene	conc. media annuale	Naturale	TGM	5	5	0,03
Tav. 6	NO ₂	conc. media annuale	Naturale	TGM	1,5	40	11,97
Tav. 6B	NO ₂	conc. media annuale	Naturale	TGM	5	40	9,62
Tav. 7	NO ₂	conc. media oraria	SW	Top	1,5	200	20,78
Tav. 7B	NO ₂	conc. media oraria	SW	Top	5	200	20,91
Tav. 8	NO ₂	conc. media oraria	NE	Top	1,5	200	0,00
Tav. 8B	NO ₂	conc. media oraria	NE	Top	5	200	0,00
Tav. 9	NO ₂	conc. media oraria	Naturale	Top	1,5	200	0,72
Tav. 9B	NO ₂	conc. media oraria	Naturale	Top	5	200	0,72
Tav. 10	PM _{2,5}	conc. media annuale	Naturale	TGM	1,5	20	0,57
Tav. 10B	PM _{2,5}	conc. media annuale	Naturale	TGM	5	20	0,39
Tav. 11	CO	conc. media su 8h	SW	Top	1,5	10.000	207,44
Tav. 11B	CO	conc. media su 8h	SW	Top	5	10.000	115,85
Tav. 12	CO	conc. media su 8h	NE	Top	1,5	10.000	97,52
Tav. 12B	CO	conc. media su 8h	NE	Top	5	10.000	61,55
Tav. 13	CO	conc. media su 8h	Naturale	Top	1,5	10.000	136,38
Tav. 13B	CO	conc. media su 8h	Naturale	Top	5	10.000	87,26

*con naturale si intende la direzione prevalente indicata nella rosa dei venti
(vento annuale da SE parallelo alla linea di costa)

6. CONCLUSIONI

La presente valutazione previsionale di impatto atmosferico, inerente al progetto S.S.16 "Adriatica" – Variante di Ancona – Ampliamento da 2 a 4 corsie dello svincolo di Falconara con la S.S.76 alla Loc. Baraccola – 1° lotto tratto Falconara – Torrette (svincoli inclusi), è stata redatta per ottemperare all'osservazione n. 9 contenuta nell'atto della Regione Marche "Decreto del Dirigente della posizione di funzione Valutazioni ed Autorizzazioni Ambientali n. 46, del 15/04/2014".

Per soddisfare puntualmente le richieste della richiamata osservazione, sono state svolte nuove modellazioni matematiche di propagazione atmosferica tramite software AERMOD, con le seguenti impostazioni:

- ricostruzione tridimensionale dell'orografia territoriale, dei dati meteoroclimatici rappresentativi dell'area di studio (desunti per il sito di Ancona, ritenuto qualitativamente rappresentativo, da fonti quali Centro Funzionale Multirischi della Regione Marche, Servizio Meteorologico Aeronautica Militare ed Atlante Meteoroclimatico ENEA) e dello stato di progetto del tracciato stradale S.S.16 tratto Falconara - Torrette;
- definizione delle emissioni inquinanti stradali in base ai dati di traffico di progetto (scenario 2031) ed ai ratei emissivi ricavati da fonti ISPRA (per composizione media del parco macchine nazionale al 2016);
- analisi degli inquinanti PM₁₀, PM_{2,5}, CO, benzene e ossidi di azoto espressi come NO₂;
- calcolo delle diffusioni inquinanti generate da venti provenienti da SE (vento annuale parallelo alla linea di costa come risultante dalla rosa dei venti naturale), da SW (vento da terra) e da NE (vento da mare);
- calcolo delle concentrazioni inquinanti su base oraria, giornaliera e annuale, per un coerente confronto con i limiti di qualità dell'aria dettati dal D. Lgs. 155/2010;
- analisi dello stato attuale di qualità dell'aria (ante operam) e dei risultati delle modellazioni (post operam), queste ultime con particolare riferimento al ricettore sensibile R105 "Ospedali Riuniti Umberto I" prossimo allo svincolo di Torrette.

A commento dei risultati ottenuti si riepiloga quanto segue.

- ✓ In termini di stato attuale di qualità dell'aria, assumendo come riferimento per il territorio di studio la centralina "Falconara Alta" della Rete Regionale della Qualità dell'Aria, non si evincono condizioni critiche per i vari inquinanti esaminati, con concentrazioni rilevate entro i valori limite e/o entro i relativi superamenti consentiti per legge.
- ✓ Per l'interazione tra l'orografia locale ed il regime dei venti, le concentrazioni inquinanti maggiori si addensano presso gli svincoli stradali e lungo l'asse stradale, riducendosi nelle immediate vicinanze.
- ✓ A fronte delle diverse altezze di calcolo impostate, pari a H=1,5 m per le condizioni di propagazione al suolo e pari a H=5 m per un generico primo piano, le concentrazioni inquinanti maggiori si determinano al suolo (H=1,5 m).

- ✓ In base alle varie direzioni anemometriche analizzate, la direzione del vento più sfavorevole per le concentrazioni ai ricettori è quella parallela alla linea di costa (SE).
- ✓ Presso i ricettori puntuali individuati, lo stato futuro della qualità dell'aria si configura come non critico e non significativamente alterato rispetto allo stato attuale.
- ✓ Presso il ricettore sensibile R105 "Ospedali Riuniti Umberto I", le concentrazioni future calcolate sono largamente entro i valori limite di legge.

In conclusione, considerando l'assunzione di impostazioni di modellazione ampiamente cautelative, soprattutto in termini di ratei emissivi, le diffusioni inquinanti ottenute per l'opera in progetto rappresentano uno scenario futuro destinato nella realtà ad essere migliorato significativamente; l'evoluzione tecnologica verso veicoli ad alta efficienza e basse emissioni, potrà di fatto compensare le emissioni da traffico veicolare previsto al 2031, così da non alterare lo stato di qualità dell'aria nella zona di studio oggetto di intervento.

ALLEGATI: TAVOLE PROPAGAZIONE INQUINANTI IN ATMOSFERA

T00-IA02-AMB-CT19: Tav. 1 - Modello di propagazione PM₁₀
T00-IA02-AMB-CT20: Tav. 1B - Modello di propagazione PM₁₀
T00-IA02-AMB-CT21: Tav. 2 - Modello di propagazione PM₁₀
T00-IA02-AMB-CT22: Tav. 2B - Modello di propagazione PM₁₀
T00-IA02-AMB-CT23: Tav. 3 - Modello di propagazione PM₁₀
T00-IA02-AMB-CT24: Tav. 3B - Modello di propagazione PM₁₀
T00-IA02-AMB-CT25: Tav. 4 - Modello di propagazione PM₁₀
T00-IA02-AMB-CT26: Tav. 4B - Modello di propagazione PM₁₀
T00-IA02-AMB-CT27: Tav. 5 - Modello di propagazione Benzene
T00-IA02-AMB-CT28: Tav. 5B - Modello di propagazione Benzene
T00-IA02-AMB-CT29: Tav. 6 - Modello di propagazione NO₂
T00-IA02-AMB-CT30: Tav. 6B - Modello di propagazione NO₂
T00-IA02-AMB-CT31: Tav. 7 - Modello di propagazione NO₂
T00-IA02-AMB-CT32: Tav. 7B - Modello di propagazione NO₂
T00-IA02-AMB-CT33: Tav. 8 - Modello di propagazione NO₂
T00-IA02-AMB-CT34: Tav. 8B - Modello di propagazione NO₂
T00-IA02-AMB-CT35: Tav. 9 - Modello di propagazione NO₂
T00-IA02-AMB-CT36: Tav. 9B - Modello di propagazione NO₂
T00-IA02-AMB-CT37: Tav. 10 - Modello di propagazione PM_{2,5}
T00-IA02-AMB-CT38: Tav. 10B - Modello di propagazione PM_{2,5}
T00-IA02-AMB-CT39: Tav.11 - Modello di propagazione CO
T00-IA02-AMB-CT40: Tav. 11B - Modello di propagazione CO
T00-IA02-AMB-CT41: Tav. 12 - Modello di propagazione CO
T00-IA02-AMB-CT42: Tav. 12B - Modello di propagazione CO
T00-IA02-AMB-CT43: Tav. 13 - Modello di propagazione CO
T00-IA02-AMB-CT44: Tav. 13B - Modello di propagazione CO
T00-IA02-AMB-PU04: Tav. 1 di 3 - Inquadramento ricettori
T00-IA02-AMB-PU05: Tav. 2 di 3 - Inquadramento ricettori
T00-IA02-AMB-PU06: Tav. 3 di 3 - Inquadramento ricettori