



# REGIONE MARCHE

GIUNTA REGIONALE  
INFRASTRUTTURE, TERRITORIO E PROTEZIONE CIVILE  
SETTORE INFRASTRUTTURE E VIABILITA'

## PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

# REALIZZAZIONE DELLA BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO SANT'ELPIDIO

Lungotenna da San Marco a svincolo autostradale A14 Porto S. Elpidio (FM)

**CUP B49J21005500002**

### RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO DI IMPRESE

#### MANDATARIA



#### MANDANTI



DOTT. GEOL. GIOVANNI MANCINI  
DOTT. ARCHEOL. LUCA FORNARI  
DOTT. AGR. EMILIANO POMPEI

RESPONSABILE UNICO  
DEL PROCEDIMENTO  
Arch. Cinzia Napolitano

RESPONSABILE DELLE  
INTEGRAZIONI  
SPECIALISTICHE  
Ing. Stefano Luca Possati

PROGETTISTA: ING. STEFANO LUCA POSSATI

### TITOLO DELL'ELABORATO




## Aria e clima Relazione atmosferica

### CODICE ELABORATO

# 15347-PFTE-01-AMB-RPT-501

00	11/10/2024	Prima emissione	SIE	API	SPO
REV.	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato

scala	commessa	fase	disciplina	tipo	seq.
-	15347	PFTE	AMB	DWG	501

Mandataria:	Mandanti:		
 3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini Dott. Archeol. Luca Fornari Dott. Agr. Emiliano Pompei

<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b> <i>Regione Marche – LOTTO 2</i> <i>San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)</i>			
<i>Relazione atmosferica</i>			
<i>Codice documento: 15347–PFTE-01-AMB-RPT-501</i>		<i>rev: R00</i>	<i>pag.</i> <i>2</i>

## SOMMARIO

<b>1</b>	<b>Introduzione</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Caratterizzazione del contesto ambientale</b>	<b>4</b>
<b>2.1</b>	<b>Analisi meteo – climatica</b>	<b>4</b>
<b>2.2</b>	<b>Analisi delle emissioni</b>	<b>22</b>
<b>2.3</b>	<b>Cambiamento climatico e gas serra</b>	<b>28</b>
<b>2.4</b>	<b>Analisi della qualità dell'aria</b>	<b>41</b>
<b>2.5</b>	<b>Analisi della qualità dell'aria allo stato attuale</b>	<b>47</b>
<b>2.6</b>	<b>Quadro sinottico della qualità dell'aria</b>	<b>62</b>
<b>3</b>	<b>Analisi delle interferenze</b>	<b>64</b>
<b>3.1</b>	<b>Dimensione costruttiva</b>	<b>64</b>
<b>3.2</b>	<b>Dimensione operativa</b>	<b>84</b>

<i>Mandataria:</i>	<i>Mandanti:</i>		
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			<i>Dott. Geol. Giovanni Mancini</i>
			<i>Dott. Archeol. Luca Fornari</i>
			<i>Dott. Agr. Emiliano Pompei</i>

<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b> <i>Regione Marche – LOTTO 2</i> <i>San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)</i>			
<i>Relazione atmosferica</i>			
<i>Codice documento: 15347–PFTE-01-AMB-RPT-501</i>		<i>rev: R00</i>	<i>pag.</i> 3

## 1 INTRODUZIONE

Il presente studio atmosferico si inserisce nell'ambito del progetto di realizzazione della "Bretella di collegamento Lungotenna – Porto S. Elpidio". Esso ha come scopo quello di stimare le emissioni di inquinanti generate dall'esercizio del nuovo progetto in esame, nonché dalla realizzazione dello stesso tenendo in considerazione tutte le attività di cantiere previste.

Relativamente alla fase di esercizio, l'obiettivo del presente documento è quello di valutare le modificazioni della qualità dell'aria sul territorio in esame, stimando le emissioni degli inquinanti in atmosfera prodotte dal traffico veicolare circolante sul tratto stradale di riferimento.

La metodologia utilizzata per la valutazione della componente atmosfera ha riguardato:

- l'analisi delle condizioni meteo climatiche dell'area interessata dall'intervento;
- l'analisi dello stato emissivo degli inquinanti di interesse;
- l'analisi della qualità dell'aria.

Nel seguito del documento vengono riportate le analisi di dettaglio effettuate per la suddetta componente e i risultati emersi a seguito dell'analisi stessa.

Mandataria:	Mandanti:		
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei

<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b> <i>Regione Marche – LOTTO 2</i> <i>San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)</i>			
<i>Relazione atmosferica</i>			
<i>Codice documento: 15347–PFTE-01-AMB-RPT-501</i>		<i>rev: R00</i>	<i>pag.</i> <i>4</i>

## 2 CARATTERIZZAZIONE DEL CONTESTO AMBIENTALE

### 2.1 Analisi meteo – climatica

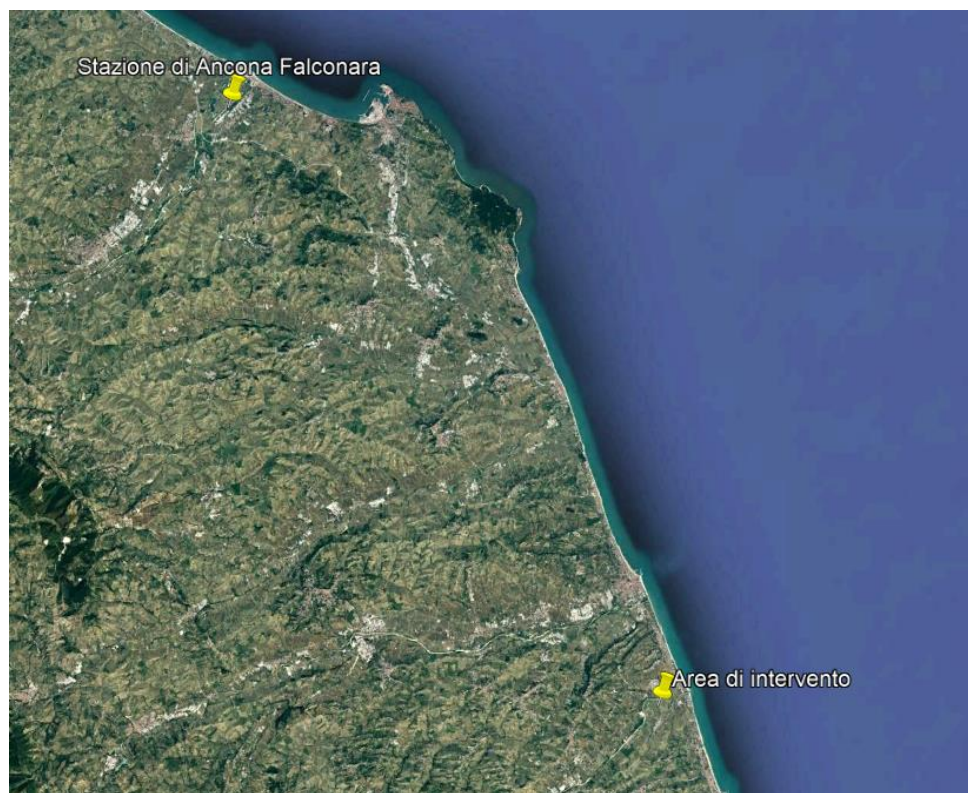
#### Dati storici

Per il rilevamento dei dati meteorologici storici dell'area di studio è stata selezionata la stazione meteorologica più vicina e per la quale erano disponibili i dati necessari alle analisi. Nonostante sia stata individuata una centralina vicina all'area di intervento, si è preferito utilizzare i dati ricavati dalla stazione meteorologica di Ancona Falconara, in che dista dall'area di studio circa 53 chilometri, per una maggiore completezza dei dati per gli anni considerati. Può essere comunque ritenuta significativa e rappresentativa delle condizioni meteoclimatiche dell'area in esame, in quanto, come riporta il documento dell'APAT "Dati e informazioni per la caratterizzazione della componente Atmosfera e prassi corrente di utilizzo dei modelli di qualità dell'aria nell'ambito della procedura di V.I.A.", le osservazioni rilevate dalle stazioni meteo sono rappresentative di un'area di circa 70 chilometri di raggio.

La stazione meteo di riferimento è inquadrata Figura 2-1 con le seguenti coordinate:

- Lat: 43,615276;
- Lng: 13,3625.

<i>Mandataria:</i>	<i>Mandanti:</i>		
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			<i>Dott. Geol. Giovanni Mancini</i>
			<i>Dott. Archeol. Luca Fornari</i>
			<i>Dott. Agr. Emiliano Pompei</i>



*Figura 2-1 Localizzazione stazione meteorologica di riferimento di Ancona Falconara e area di intervento*

Le analisi d'inquadramento climatico, relative all'area di studio, successivamente confrontate con il dato attuale, verranno condotte sul dato storico che descrive il clima dell'area di studio nell'arco temporale di riferimento 1993 – 2022.

I principali parametri meteorologici utilizzati sono:

- **Temperatura:** la temperatura dell'aria viene espressa in gradi centigradi (°C). Affinchè la rilevazione sia rappresentativa, i termometri sono ubicati ad un'altezza variabile tra i 1,25 e 2 metri dal suolo su terreno controllato (quale manto erboso), protetti da precipitazioni e radiazione incidente in apposita capannina (con apertura a Nord), mantenendo libera la circolazione dell'aria.
- **Vento:** le unità di misura adottate per il vento sono: per l'intensità, che corrisponde alla velocità dell'aria rispetto al suolo, il nodo (KT, corrisponde a 1,852 km/h) e per la direzione di provenienza, il grado sessagesimale (si assume come valore 0 la calma di vento e 360 il nord). Lo strumento di misura, chiamato anemometro, è posto lontano da ostacoli, ad un'altezza di 10 metri dal suolo.

<b>Mandataria:</b>	<b>Mandanti:</b>		
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			<b>Dott. Geol. Giovanni Mancini</b>
			<b>Dott. Archeol. Luca Fornari</b>
			<b>Dott. Agr. Emiliano Pompei</b>

<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b> Regione Marche – LOTTO 2 San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)			
Relazione atmosferica			
Codice documento: 15347-PFTE-01-AMB-RPT-501		rev: R00	pag. 6

### Regime termico

Il primo aspetto analizzato nella trattazione del dato storico riguarda il regime termico. La

Mese	Temperatura minima media mensile (°C)	Temperatura media mensile (°C)	Temperatura massima media mensile (°C)
Gennaio	0,95	4,81	8,67
Febbraio	1,78	5,95	10,11
Marzo	4,15	9,03	13,91
Aprile	7,44	12,35	17,27
Maggio	12,28	16,87	21,46
Giugno	16,79	21,59	26,39
Luglio	18,93	23,83	28,72
Agosto	19,29	24,23	29,18
Settembre	15,14	19,72	24,31
Ottobre	10,96	15,06	19,16
Novembre	6,85	10,43	14,01
Dicembre	2,10	5,93	9,75

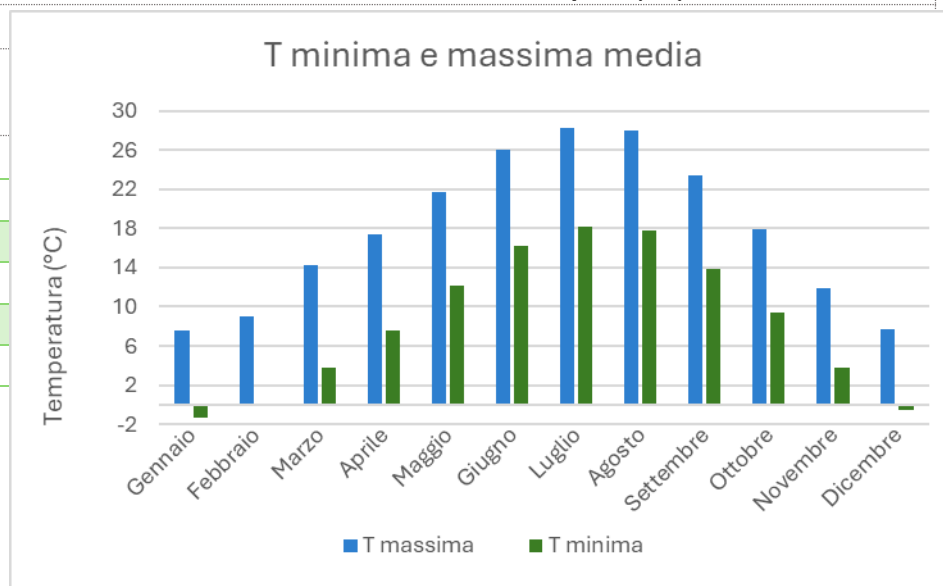
riporta i dati principali circa le temperature analizzate per il periodo storico di riferimento (1993-2022).

Tabella 2-1 Regime termico, periodo 1993-2022 (Fonte: Elaborazione dati stazione dell'aeroporto "Raffaello Sanzio" di Ancona-Falconara)

Mese	Temperatura minima media mensile (°C)	Temperatura media mensile (°C)	Temperatura massima media mensile (°C)
Gennaio	0,95	4,81	8,67
Febbraio	1,78	5,95	10,11
Marzo	4,15	9,03	13,91
Aprile	7,44	12,35	17,27
Maggio	12,28	16,87	21,46
Giugno	16,79	21,59	26,39
Luglio	18,93	23,83	28,72

Mandataria:		Mandanti:	
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei





29,18
24,31
19,16
14,01
9,75

ossibile notare  
spettivamente

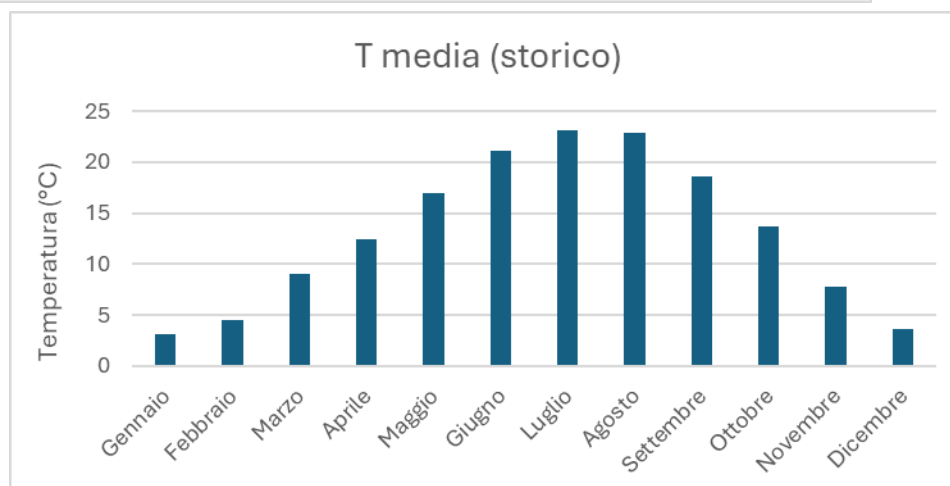


Figura 2-2 -Temperatura media nel periodo 1993-2022 (Fonte: Elaborazione dati stazione dell'aeroporto "Raffaello Sanzio" di Ancona-Falconara)

Analizzando i valori massimi e minimi medi della temperatura nelle tre decadi si osserva come le massime medie variano tra i 8,67 °C e i 29,18 °C rispettivamente stimate nei mesi di gennaio e agosto, mentre le minime medie variano tra i 0,95 °C e 19,29 °C, nei mesi di gennaio e agosto

Mandataria:		Mandanti:		
			Dott. Geol. Giovanni Mancini	
			Dott. Archeol. Luca Fornari	
			Dott. Agr. Emiliano Pompei	



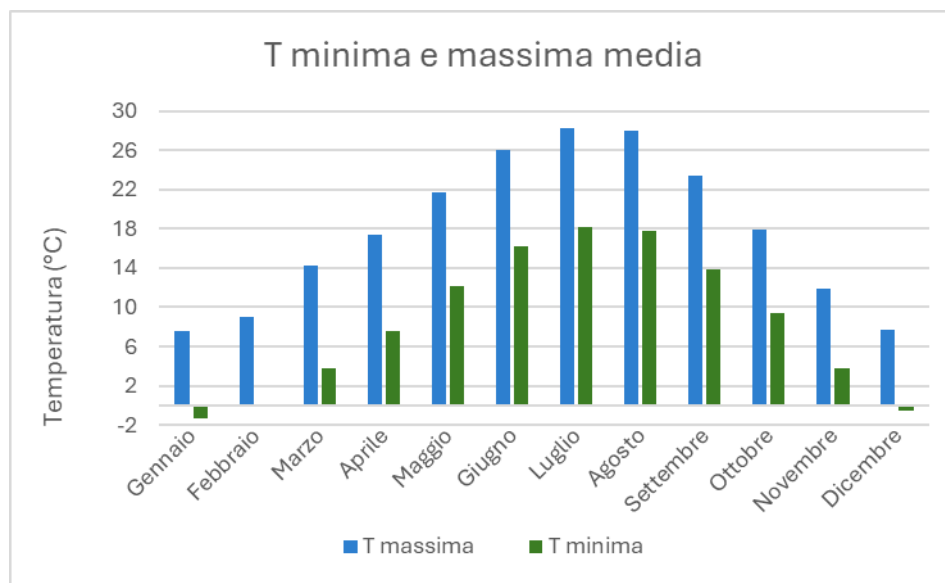


Figura 2-3 - Temperatura massima e minima media nel periodo 1993-2022 (Fonte: Elaborazione dati stazione dell'aeroporto "Raffaello Sanzio" di Ancona-Falconara)

Sono riportati gli andamenti delle temperature medie, minime e massime delle tre decadi.

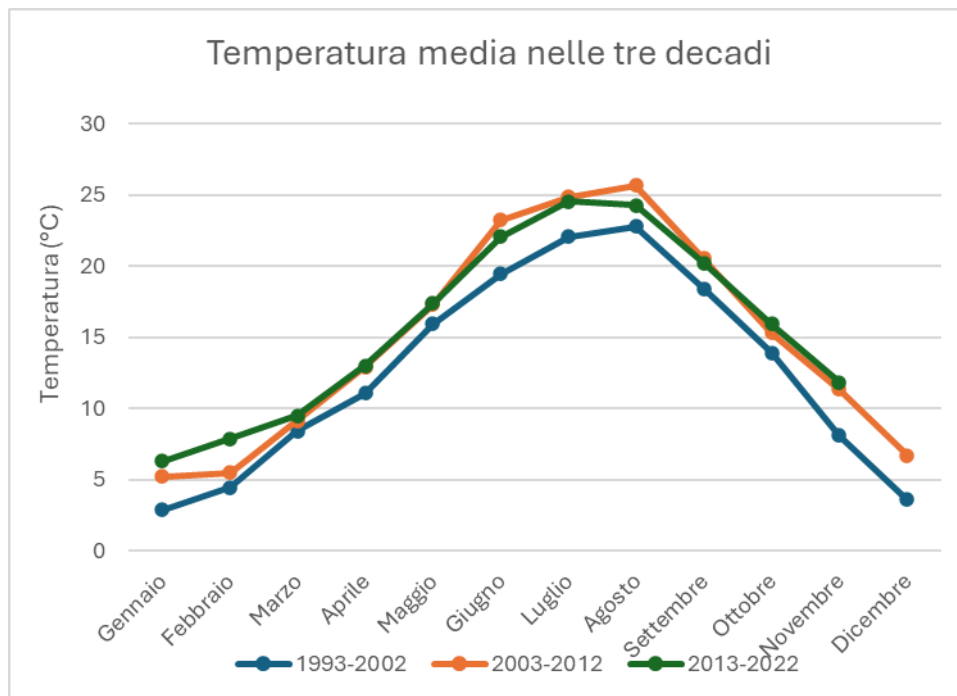


Figura 2-4 - Andamento della temperatura media nelle tre decadi di riferimento (Fonte: Elaborazione dati stazione dell'aeroporto "Raffaello Sanzio" di Ancona-Falconara)

Mandataria:		Mandanti:		
	3TI PROGETTI ITALIA INGENGERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini
				Dott. Archeol. Luca Fornari
				Dott. Agr. Emiliano Pompei

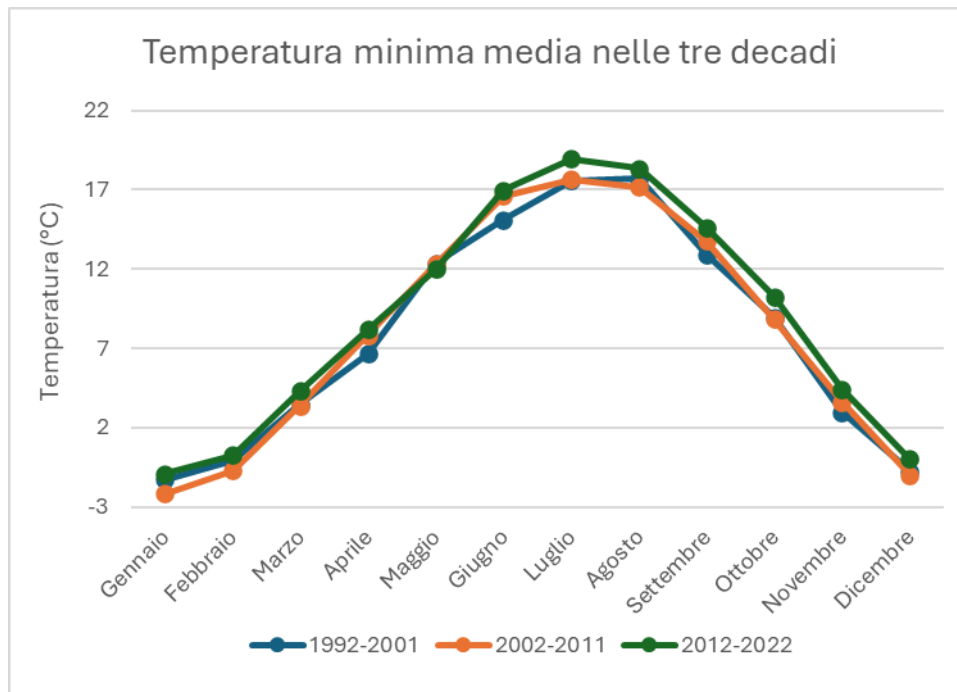


Figura 2-5 - Andamento della temperatura minima media nelle tre decadi di riferimento (Fonte: Elaborazione dati stazione dell'aeroporto "Raffaello Sanzio" di Ancona-Falconara)

Mandataria:		Mandanti:		
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini	
			Dott. Archeol. Luca Fornari	
			Dott. Agr. Emiliano Pompei	

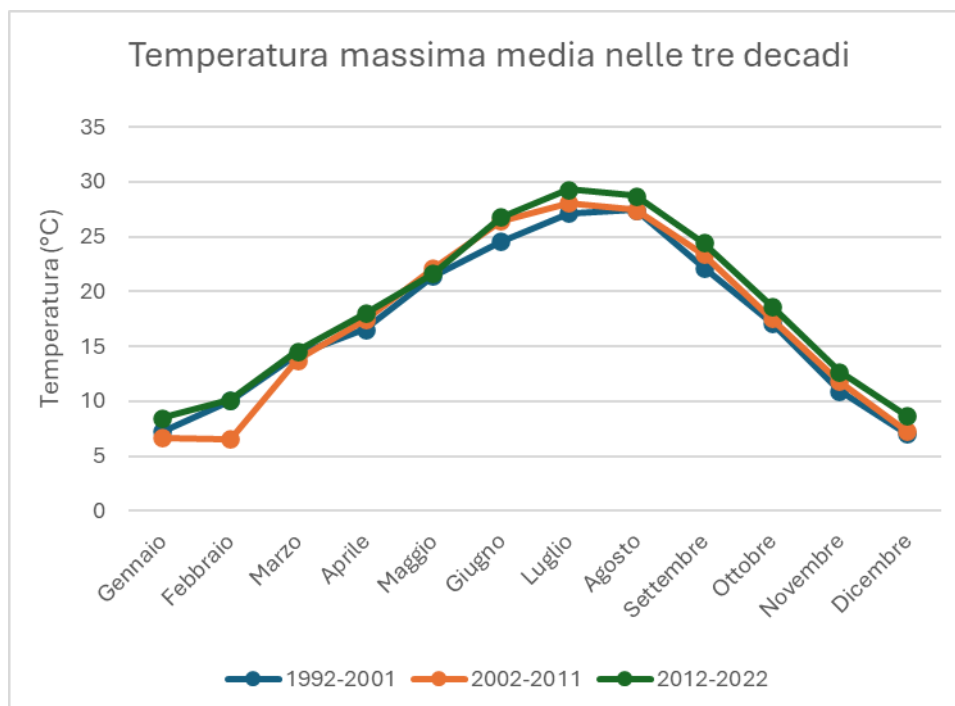


Figura 2-6 - Andamento della temperatura massima media nelle tre decadi di riferimento (Fonte: Elaborazione dati stazione dell'aeroporto "Raffaello Sanzio" di Ancona-Falconara)

Dall'analisi dei grafici si nota che gli andamenti della temperatura nelle tre decadi sono simili e che c'è un lieve aumento della temperatura massima e minima media nell'ultimo decennio.

#### Regime anemometrico

Facendo riferimento ai dati relativi al vento è possibile identificare sia la direzione, sia l'entità espressa in m/s, suddivise nelle seguenti classi:

- 0,5-2 m/s;
- 2-4 m/s;
- >4 m/s.

I valori registrati dalla centralina di riferimento sono riportati nelle tabelle sottostanti. Nello specifico, i dati sono divisi per ciascuna stagione nei seguenti intervalli temporali giornalieri:

- H. 00-05;
- H. 06-11;
- H. 12-17;

<b>Mandataria:</b>	<b>Mandanti:</b>		
<b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			<b>Dott. Geol. Giovanni Mancini</b>
			<b>Dott. Archeol. Luca Fornari</b>
			<b>Dott. Agr. Emiliano Pompei</b>



- H. 18-23.

**Tabella 2-2 - Regime Anemometrico, stagione inverno (Fonte: Elaborazione dati stazione dell'aeroporto "Raffaello Sanzio" di Ancona-Falconara)**

Storico inverno h 00-05																
Velocità venti (m/s)		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW
0,5	2	17%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	4%	2%	1%	1%	1%	0%	0%
2	4	40%	2%	1%	1%	1%	1%	1%	3%	10%	7%	3%	2%	2%	2%	2%
4	999	45%	4%	3%	2%	1%	1%	2%	3%	10%	8%	5%	3%	3%	3%	4%
Storico inverno h 06-11																
Velocità venti (m/s)		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW
0,5	2	16%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	4%	2%	1%	1%	1%	0%	0%
2	4	40%	2%	2%	1%	1%	1%	1%	3%	10%	7%	3%	2%	2%	2%	2%
4	999	45%	4%	4%	2%	1%	1%	2%	3%	11%	8%	5%	3%	3%	3%	4%
Storico inverno h 12-17																
Velocità venti (m/s)		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW
0,5	2	15%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	5%	2%	1%	1%	1%	0%	0%
2	4	40%	1%	2%	1%	1%	1%	1%	3%	11%	8%	4%	2%	2%	2%	2%
4	999	44%	3%	3%	2%	1%	1%	2%	3%	11%	8%	5%	3%	3%	3%	4%
Storico inverno h 18-23																
Velocità venti (m/s)		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW
0,5	2	16%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	4%	2%	1%	1%	1%	0%	0%
2	4	40%	2%	1%	1%	1%	1%	1%	3%	9%	8%	4%	2%	2%	2%	2%
4	999	45%	4%	3%	2%	1%	1%	2%	3%	10%	9%	5%	2%	3%	2%	4%

**Tabella 2-3 - Regime Anemometrico, stagione primavera (Fonte: Elaborazione dati stazione dell'aeroporto "Raffaello Sanzio" di Ancona-Falconara)**

Storico primavera h 00-05																
Velocità venti (m/s)		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW
0,5	2	1%	0%	0%	0%	1%	1%	1%	2%	8%	4%	2%	1%	1%	0%	0%
2	4	5%	4%	4%	2%	2%	2%	3%	5%	16%	10%	5%	3%	2%	1%	2%
4	999	9%	6%	9%	6%	3%	4%	5%	5%	17%	11%	7%	4%	3%	1%	4%
Storico primavera h 06-11																
Velocità venti (m/s)		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW
0,5	2	1%	0%	0%	0%	0%	1%	1%	2%	8%	3%	2%	1%	1%	0%	0%
2	4	5%	4%	4%	2%	2%	2%	3%	5%	17%	10%	5%	2%	2%	1%	2%
4	999	9%	6%	9%	5%	3%	3%	5%	6%	17%	11%	7%	4%	3%	2%	3%
Storico primavera h 12-17																
Velocità venti (m/s)		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW
0,5	2	1%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	2%	8%	3%	2%	1%	1%	0%	0%
2	4	5%	3%	4%	2%	2%	2%	4%	5%	16%	10%	5%	2%	2%	1%	2%
4	999	9%	5%	8%	6%	3%	3%	5%	6%	16%	11%	7%	4%	3%	2%	3%
Storico primavera h 18-23																
Velocità venti (m/s)		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW
0,5	2	1%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	2%	8%	3%	2%	1%	1%	0%	0%
2	4	5%	3%	5%	2%	2%	2%	3%	5%	16%	10%	6%	2%	2%	1%	2%
4	999	9%	6%	9%	6%	3%	4%	5%	6%	16%	11%	8%	4%	3%	2%	3%

**Tabella 2-4 - Regime Anemometrico, stagione estate (Fonte: Elaborazione dati stazione dell'aeroporto "Raffaello Sanzio" di Ancona-Falconara)**

<b>Mandataria:</b>		<b>Mandanti:</b>		
	3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini
				Dott. Archeol. Luca Fornari
				Dott. Agr. Emiliano Pompei

**BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO****Regione Marche – LOTTO 2****San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)****Relazione atmosferica****Codice documento: 15347-PFTE-01-AMB-RPT-501****rev: R00****pag.  
12**

Storico estate h 00-05																
Velocità venti (m/s)	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
0,5	2	1%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	3%	10%	4%	2%	1%	0%	0%	0%
2	4	5%	3%	4%	2%	1%	1%	3%	6%	18%	11%	5%	2%	2%	1%	2%
4	999	10%	6%	9%	6%	2%	2%	4%	6%	18%	12%	6%	3%	2%	3%	6%
Storico estate h 06-11																
Velocità venti (m/s)	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
0,5	2	1%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	3%	10%	4%	2%	1%	0%	0%	0%
2	4	5%	3%	4%	2%	2%	2%	3%	6%	17%	11%	5%	2%	2%	1%	3%
4	999	11%	6%	9%	5%	3%	3%	4%	6%	18%	12%	6%	3%	2%	3%	7%
Storico estate h 12-17																
Velocità venti (m/s)	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
0,5	2	1%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	3%	10%	4%	2%	1%	0%	0%	0%
2	4	5%	3%	4%	2%	1%	1%	3%	5%	18%	11%	5%	2%	2%	1%	3%
4	999	11%	6%	9%	7%	2%	2%	4%	5%	18%	12%	7%	3%	2%	3%	6%
Storico estate h 18-23																
Velocità venti (m/s)	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
0,5	2	1%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	3%	10%	4%	2%	1%	0%	0%	0%
2	4	5%	3%	4%	2%	2%	2%	3%	5%	19%	11%	5%	2%	2%	1%	3%
4	999	11%	6%	9%	6%	3%	2%	4%	6%	19%	12%	6%	3%	3%	1%	6%

*Tabella 2-5 - Regime Anemometrico, stagione autunno (Fonte: Elaborazione dati stazione dell'aeroporto "Raffaello Sanzio" di Ancona-Falconara)*

<b>Mandataria:</b>		<b>Mandanti:</b>		
	3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini
				Dott. Archeol. Luca Fornari
				Dott. Agr. Emiliano Pompei



Storico autunno h 00-05																
Velocità venti (m/s)	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
0,5	2	1%	0%	0%	0%	0%	1%	2%	10%	6%	3%	2%	2%	1%	1%	1%
2	4	4%	2%	2%	1%	1%	1%	2%	5%	18%	15%	8%	4%	4%	3%	3%
4	999	6%	4%	4%	2%	1%	2%	3%	6%	19%	16%	10%	5%	6%	6%	5%
Storico autunno h 06-11																
Velocità venti (m/s)	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
0,5	2	1%	1%	0%	0%	0%	1%	2%	9%	6%	3%	2%	2%	1%	1%	1%
2	4	4%	2%	2%	1%	1%	1%	3%	5%	17%	14%	8%	3%	5%	3%	4%
4	999	7%	5%	4%	2%	2%	2%	3%	6%	18%	16%	9%	4%	6%	5%	6%
Storico autunno h 12-17																
Velocità venti (m/s)	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
0,5	2	1%	1%	0%	0%	0%	1%	2%	9%	5%	3%	2%	1%	1%	1%	1%
2	4	4%	2%	2%	1%	1%	1%	3%	5%	17%	14%	8%	4%	5%	4%	3%
4	999	7%	4%	4%	2%	2%	1%	3%	6%	19%	16%	10%	5%	5%	6%	6%
Storico autunno h 18-23																
Velocità venti (m/s)	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
0,5	2	1%	1%	0%	0%	0%	1%	2%	9%	6%	3%	1%	2%	1%	1%	1%
2	4	4%	2%	2%	1%	1%	1%	3%	5%	18%	15%	7%	3%	4%	4%	3%
4	999	7%	4%	3%	2%	2%	2%	3%	6%	19%	16%	9%	4%	6%	6%	6%

Nelle figure seguenti viene riportata, per ciascuna stagione, la rosa dei venti, in cui viene riportata ad ogni direzione di provenienza dei venti la frequenza percentuale e le frequenze percentuali associate di velocità dei venti, espresse in m/s.

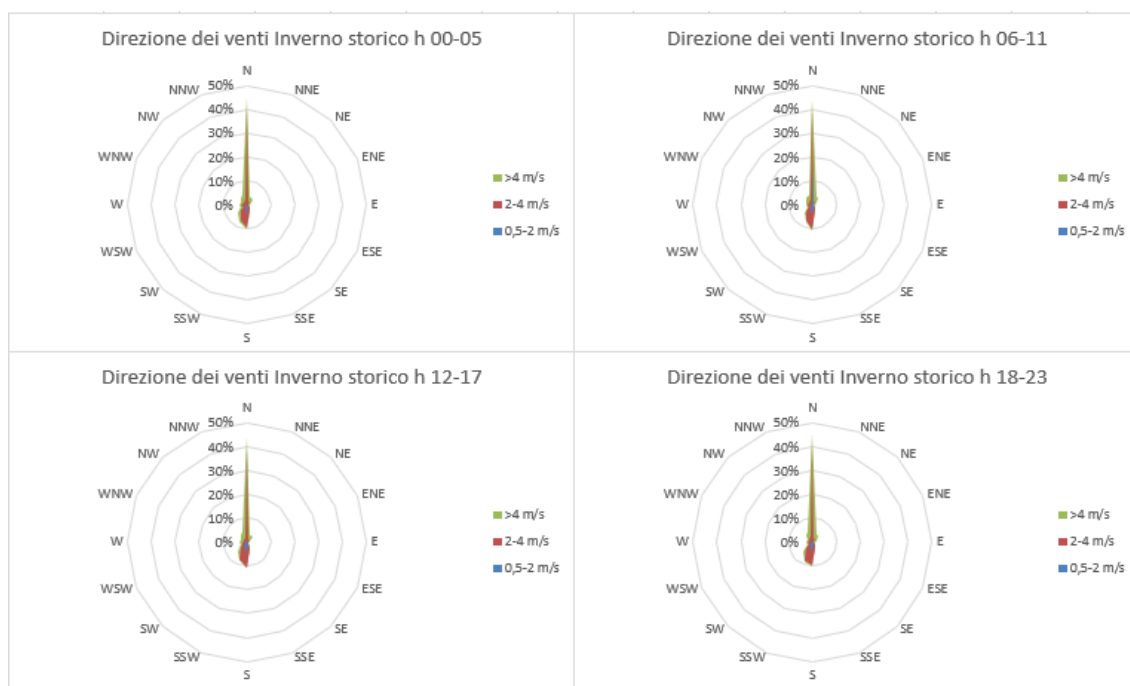


Figura 2-7- Regime anemometrico invernale nei 4 intervalli orari di riferimento (Fonte: Elaborazione dati stazione dell'aeroporto "Raffaello Sanzio" di Ancona-Falconara)

L'analisi dei diagrammi mostra per la stagione invernale una prevalenza di venti che spirano da direzione N e S. Non si osservano sostanziali differenze tra i quattro intervalli temporali analizzati.

Mandataria:		Mandanti:		
			Dott. Geol. Giovanni Mancini	
			Dott. Archeol. Luca Fornari	
			Dott. Agr. Emiliano Pompei	

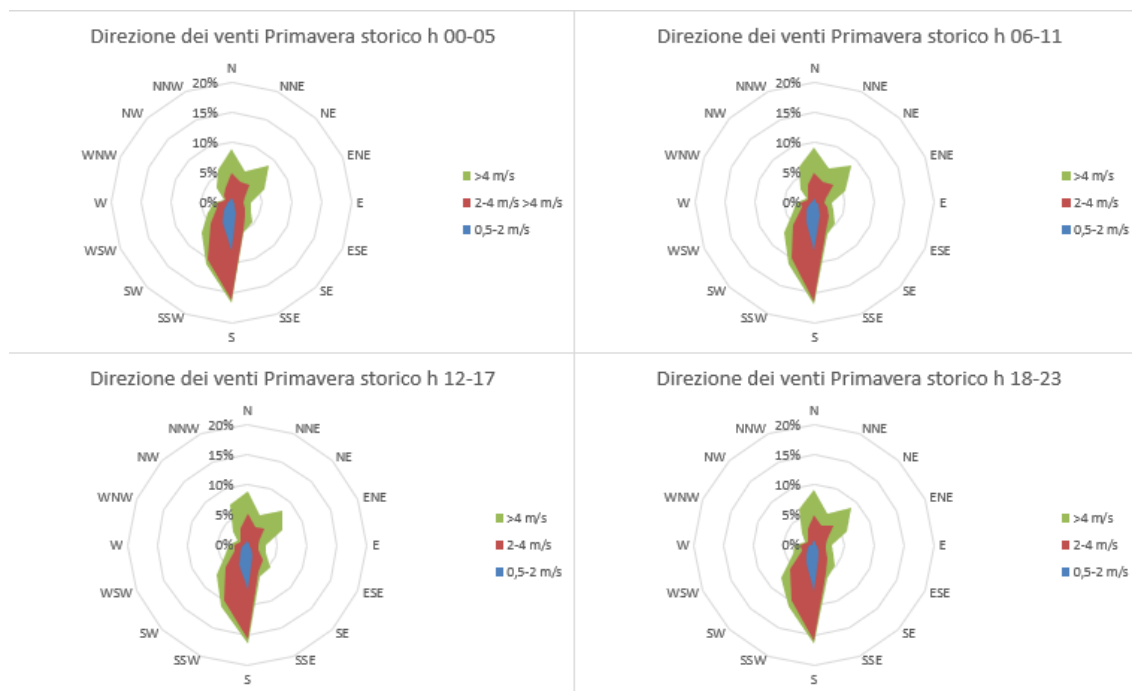


Figura 2-8 - Regime anemometrico primaverile nei 4 intervalli orari di riferimento (Fonte: Elaborazione dati stazione dell'aeroporto "Raffaello Sanzio" di Ancona-Falconara)

Invece per la stagione primaverile si osserva una tendenza dei venti a spirare prevalentemente in direzione S e SSW. Non si osservano sostanziali differenze tra i quattro intervalli temporali analizzati.

Mandataria:	Mandanti:		
			Dott. Geol. Giovanni Mancini Dott. Archeol. Luca Fornari Dott. Agr. Emiliano Pompei



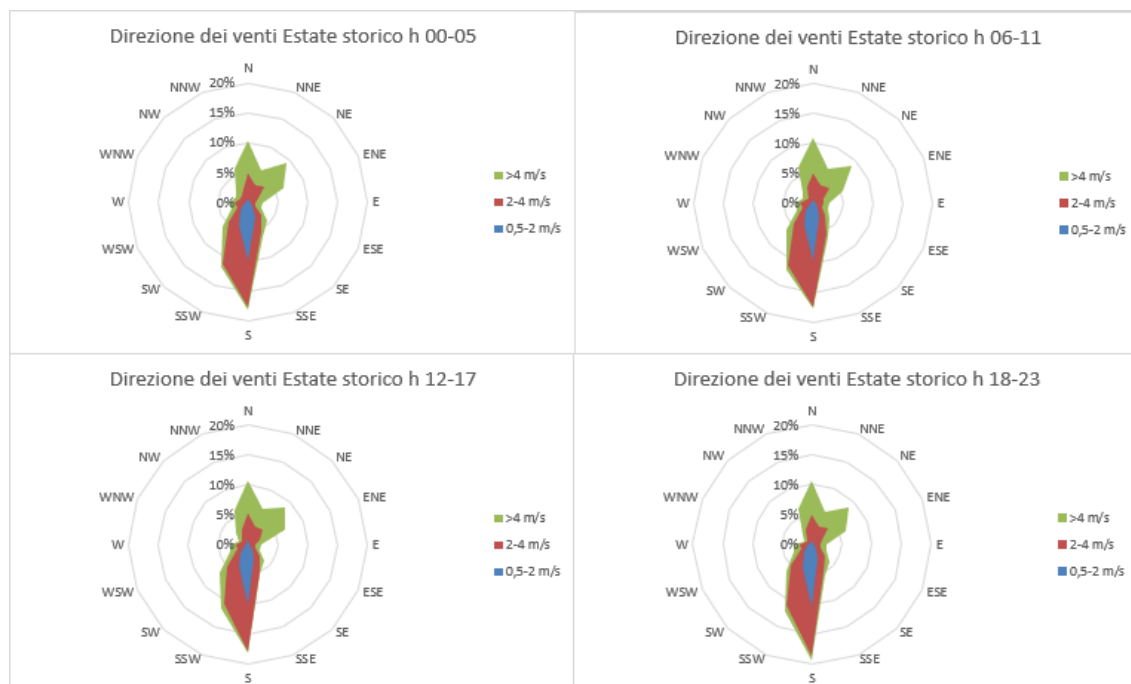


Figura 2-9 - Regime anemometrico estivo nei 4 intervalli orari di riferimento (Fonte: Elaborazione dati stazione dell'aeroporto "Raffaello Sanzio" di Ancona-Falconara)

Anche per la stagione estiva si osserva la stessa tendenza dei venti a spirare con maggiore frequenza in direzione S e SSW. La distribuzione di velocità è simile a quella vista per il periodo primaverile.

Mandataria:	Mandanti:		
			Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei



Figura 2-10 - Regime anemometrico autunnale nei 4 intervalli orari di riferimento (Fonte: Elaborazione dati stazione dell'aeroporto "Raffaello Sanzio" di Ancona-Falconara)

Relativamente alla stagione autunnale, l'andamento dei venti e le velocità ad essi associate sono pressoché uguali ai casi precedenti.

#### Dato attuale

I dati meteorologici vengono costantemente rilevati dagli osservatori e dalle stazioni per poi essere aggregati per l'utilizzo, la trasmissione e l'archiviazione sotto forma di bollettini meteorologici da parte dell'Aeronautica Militare.

In particolare, i dati meteorologici relativi al dato attuale (anno 2023) sono stati ricavati a partire dalle misurazioni registrate dalla stazione meteo dell'aeroporto di Ancona-Falconara. Nello specifico, la stazione di monitoraggio scelta ha registrato, per l'anno 2023, misurazioni con una frequenza di 30 minuti, per un totale di 2 misurazioni l'ora.

#### Descrizione: formato e disponibilità dati

I dati meteorologici vengono costantemente rilevati dagli osservatori e dalle stazioni per poi essere aggregati per l'utilizzo, la trasmissione e l'archiviazione, al fine di potere definire e valutare lo stato meteorologico dell'area di interesse.

<b>Mandataria:</b>	<b>Mandanti:</b>			<b>Dott. Geol. Giovanni Mancini</b>
				<b>Dott. Archeol. Luca Fornari</b>
				<b>Dott. Agr. Emiliano Pompei</b>

<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b>		
<b>Regione Marche – LOTTO 2</b>		
<b>San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)</b>		
<b>Relazione atmosferica</b>		
<b>Codice documento: 15347–PFTE-01-AMB-RPT-501</b>	<b>rev: R00</b>	<b>pag. 17</b>

In particolare, i dati meteorologici relativi al dato attuale (anno 2023) sono stati ricavati a partire dalle misurazioni registrate dalla stazione meteo dell'aeroporto di Ancona-Falconara. Nello specifico, la stazione di monitoraggio scelta ha registrato, per l'anno 2023, misurazioni con una frequenza di 30 minuti, per un totale di 2 misurazioni l'ora.

#### Regime termico

Per quanto riguarda le temperature nell'anno di riferimento, come visibile dalla Figura 2-11, si registrano temperature maggiori nel mese di luglio con un massimo di 36 °C. Nel mese di gennaio si registra invece il minimo assoluto pari a -2 °C. In generale, la media annua è pari a 16,15°C.

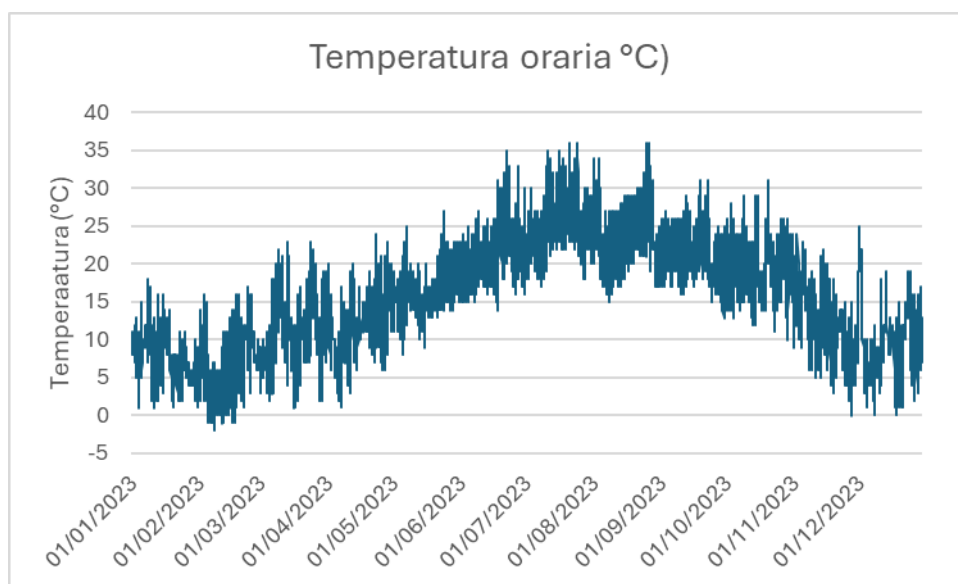


Figura 2-11 Temperatura oraria (Fonte: Elaborazione dati stazione dell'aeroporto "Raffaello Sanzio" di Ancona-Falconara)

#### Regime anemometrico

L'intensità del vento registrata, in Figura 2-122 assume dei picchi nel mese di novembre arrivando a valori di 21 m/s, la media annua è di 5 m/s.

<b>Mandataria:</b>		<b>Mandanti:</b>	
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			<b>Dott. Geol. Giovanni Mancini</b>
			<b>Dott. Archeol. Luca Fornari</b>
			<b>Dott. Agr. Emiliano Pompei</b>

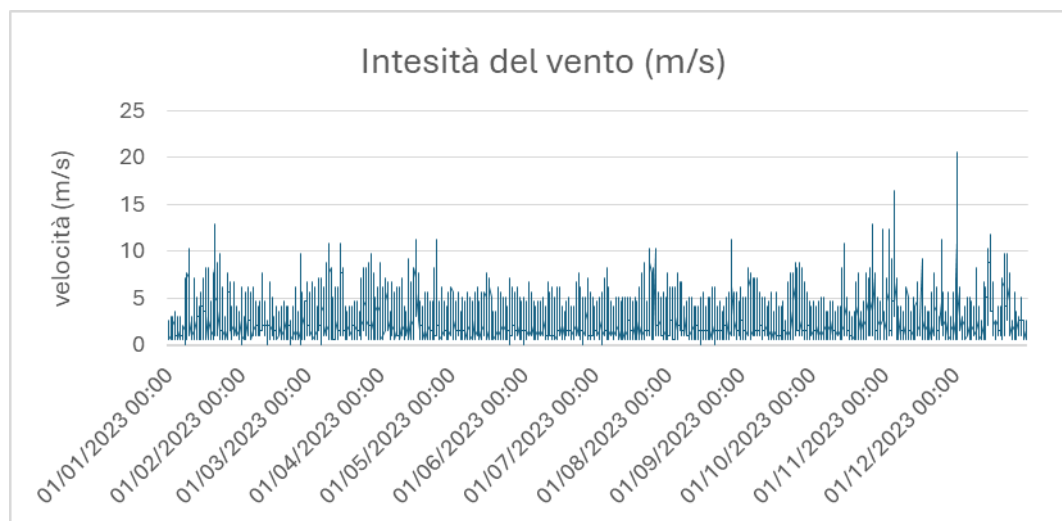


Figura 2-12 Intensità del vento (Fonte: Elaborazione dati stazione dell'aeroporto "Raffaello Sanzio" di Ancona-Falconara)

In relazione alla frequenza percentuale per direzione del vento, Figura 2-12 si nota come la direzione prevalente sia registrata a SSW.



Figura 2-13 Frequenza per direzione di vento (Fonte: Elaborazione dati stazione dell'aeroporto "Raffaello Sanzio" di Ancona-Falconara)

Mandataria:		Mandanti:		
	3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini
				Dott. Archeol. Luca Fornari
				Dott. Agr. Emiliano Pompei



### Nuvolosità

Il grado di nuvolosità viene calcolato in ottavi, dove, ad esempio, il valore 8 risulta essere quello in cui si ha il più alto grado di copertura. La Tabella 2-6 descrive nel dettaglio tale parametro.

Aspetto del cielo	Descrizione e intensità
Sereno	copertura 0 ottavi
Poco nuvoloso	copertura 1-2 ottavi
Nuvoloso	copertura 3-4 ottavi
Molto nuvoloso	copertura 5-7 ottavi
Coperto	copertura 8 ottavi

Tabella 2-6 Grado di nuvolosità

Dal grafico riguardante la frequenza del grado di nuvolosità, Figura 2-14, si nota una bassa frequenza di grado di nubi della classe 0, mentre la frequenza più alta è registrata nella classe 5, 6 o 7 che corrisponde al cielo molto nuvoloso.

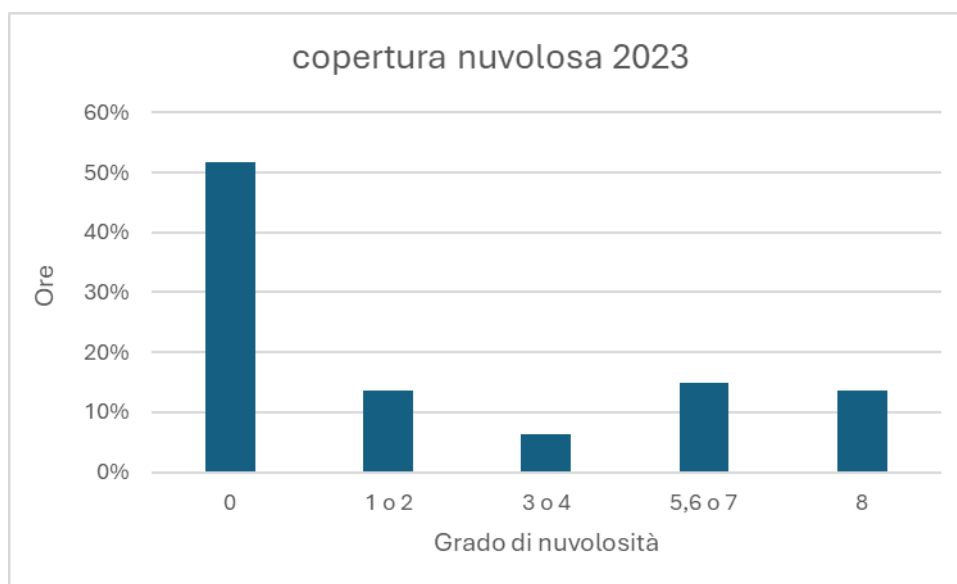


Figura 2-14 Frequenza del grado di nuvolosità (Fonte: Elaborazione dati stazione dell'aeroporto "Raffaello Sanzio" di Ancona-Falconara)

### Confronto tra il dato storico e l'anno di riferimento

Al fine di validare la simulazione che si andrà a condurre, in relazione all'aspetto meteorologico, è opportuno verificare la bontà del dato attuale assunto con la serie storica analizzata. Ciò che si intende valutare, quindi, è la significatività del dato attuale

<b>Mandataria:</b>	<b>Mandanti:</b>		
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			<b>Dott. Geol. Giovanni Mancini</b>
			<b>Dott. Archeol. Luca Fornari</b>
			<b>Dott. Agr. Emiliano Pompei</b>

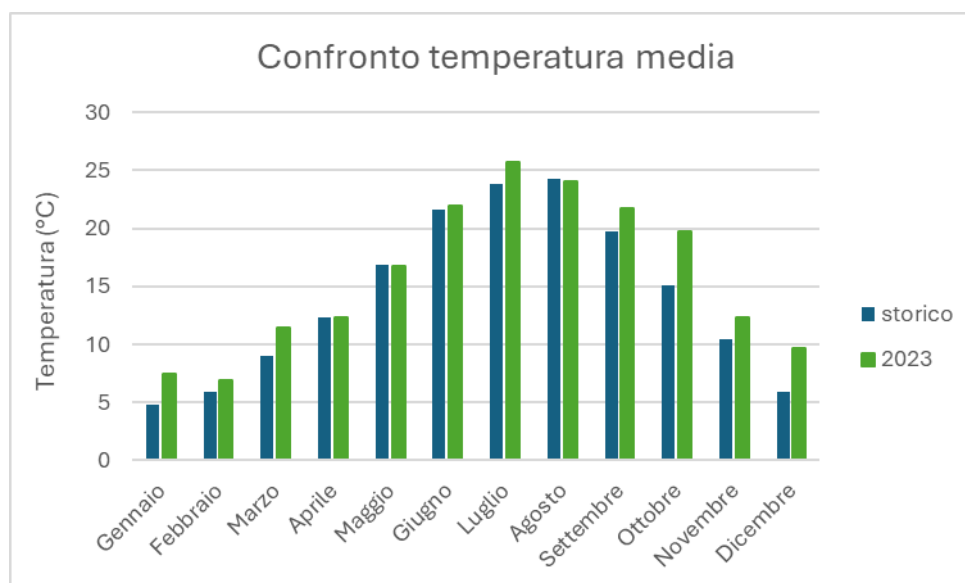


utilizzato per le simulazioni modellistiche rispetto alle condizioni meteorologiche che generalmente si verificano nell'area di interesse.

Con tale verifica sarà quindi evidenziato come il dato di riferimento sia conforme al dato storico, non rappresentando così un "outlier" rispetto alla media storica meteorologica analizzata nell'area in esame. Il confronto è stato condotto in relazione ai parametri principali influenzanti le simulazioni modellistiche citate, ossia il regime termico ed il regime anemometrico.

### *Regime termico*

Per quanto riguarda il regime termico il confronto è stato effettuato in primis tra le temperature medie mensili (cfr. Figura 2-156). Tale grafico mostra un andamento pressoché invariato tra i due differenti riferimenti temporali. In particolare, i dati dell'anno di riferimento registrano un incremento medio nell'anno, attribuibile al riscaldamento globale che negli ultimi anni sta interessando sempre di più la Terra.



*Figura 2-15 Confronto temperatura media mensile*

Anche nel confronto della temperatura massima media e minima media (cfr. Figura 2-16 e Figura 2-17) tra le tre decadi precedentemente studiate e l'anno di riferimento, il trend rimane analogo.

<b>Mandataria:</b>		<b>Mandanti:</b>		
			Dott. Geol. Giovanni Mancini	
			Dott. Archeol. Luca Fornari	
			Dott. Agr. Emiliano Pompei	

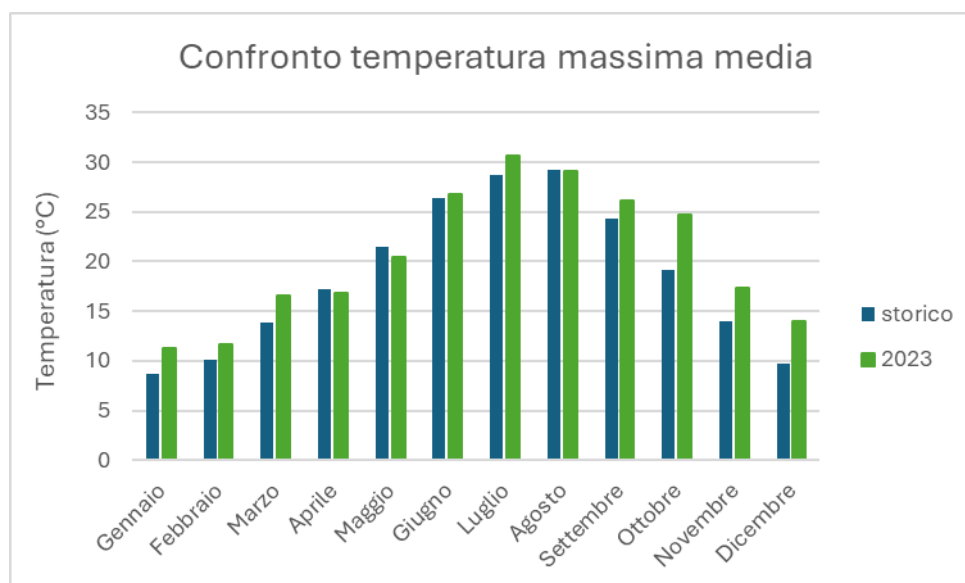


Figura 2-16 Confronto temperatura massima media mensile

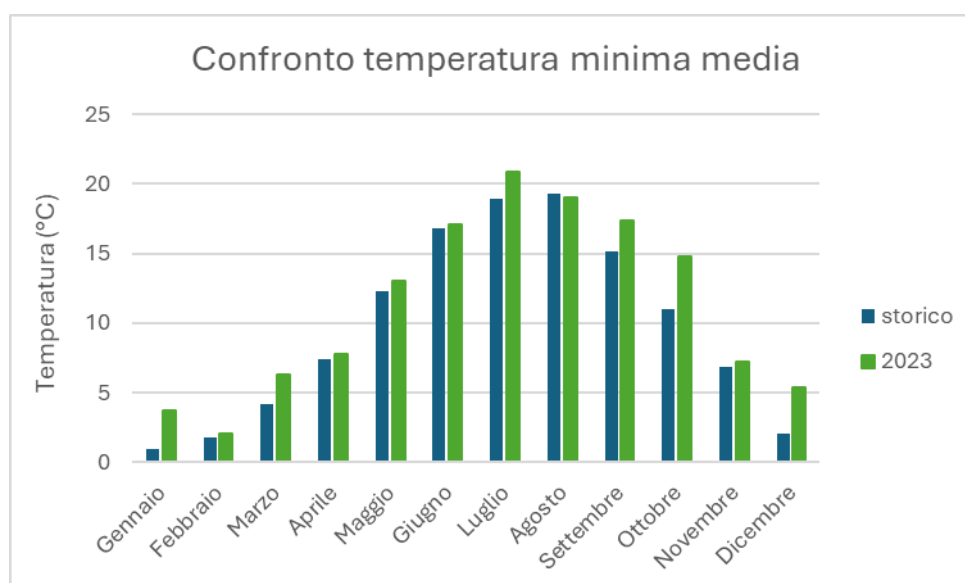


Figura 2-17 Confronto temperatura minima media mensile

### Regime anemometrico

Facendo riferimento ai dati relativi al vento è possibile identificarne sia la direzione sia l'entità espressa in nodi. Tale analisi, precedentemente effettuata per le tre decadi, è stata ripetuta per l'anno di riferimento in modo tale da poter effettuare un confronto.

Mandataria:	Mandanti:			Dott. Geol. Giovanni Mancini
<b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Archeol. Luca Fornari	
			Dott. Agr. Emiliano Pompei	



<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b> <b>Regione Marche – LOTTO 2</b> <b>San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)</b>		
<b>Relazione atmosferica</b>		
<b>Codice documento: 15347–PFTE-01-AMB-RPT-501</b>	<b>rev: R00</b>	<b>pag.</b> <b>22</b>

Dalle figure seguenti si può effettuare il confronto tra i dati anemometrici delle tre decadi con i dati relativi all'anno di riferimento, suddivisi per stagioni. In coerenza a quanto visto per il dato storico, la prima stagione analizzata è la stagione invernale.

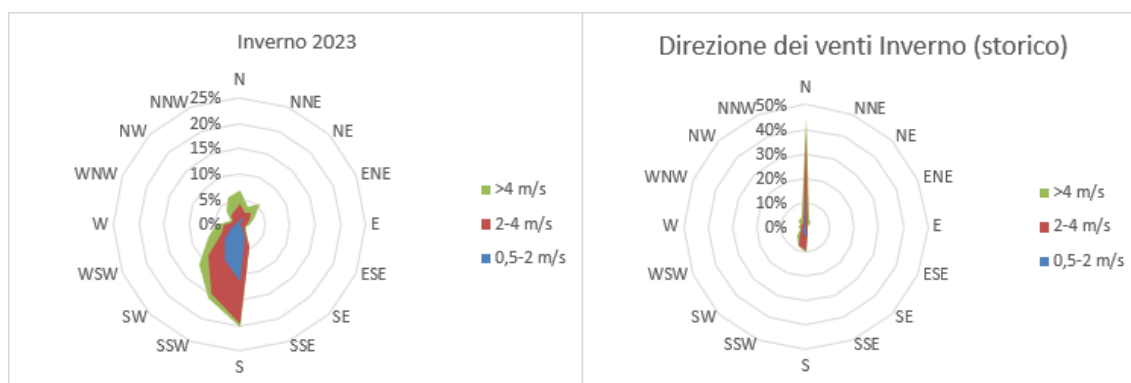


Figura 2-18 Confronto dati anemometrici stagione invernale

Dal confronto risulta come la direzioni principali dei venti siano differenti nell'anno preso in esame. Infatti, la direzione prevalente nella rosa dei venti del 2023 risulta essere S mentre per la serie storica N. È bene, però, ricordare come le differenze principali possano essere ricondotte ad una differenza nella modalità di registrazione del dato storico.

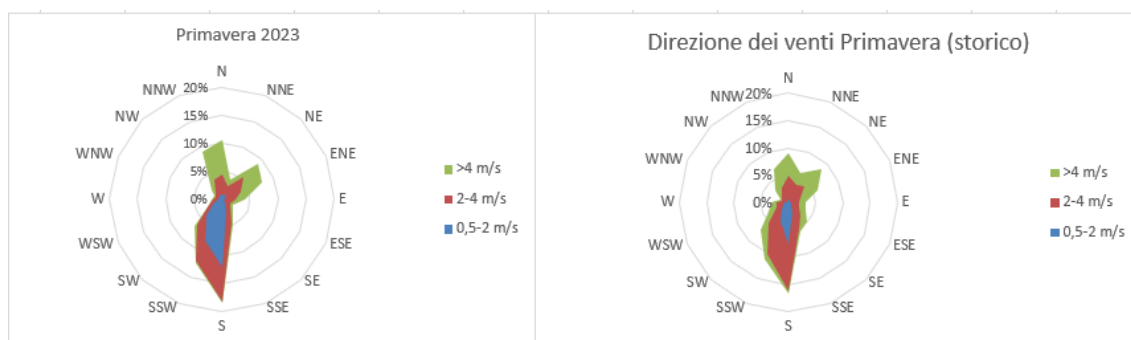


Figura 2-19 Confronto dati anemometrici stagione primaverile

<b>Mandataria:</b>		<b>Mandanti:</b>		
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			<b>Dott. Geol. Giovanni Mancini</b>	
			<b>Dott. Archeol. Luca Fornari</b>	
			<b>Dott. Agr. Emiliano Pompei</b>	

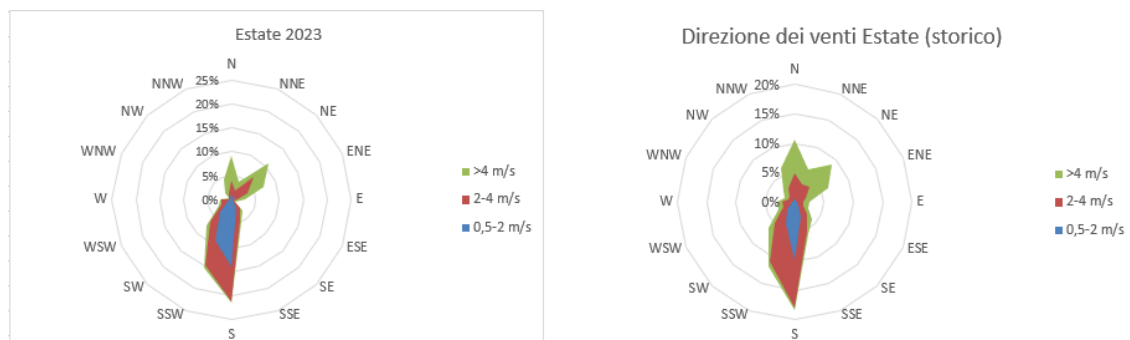


Figura 2-20 Confronto dati anemometrici stagione estiva

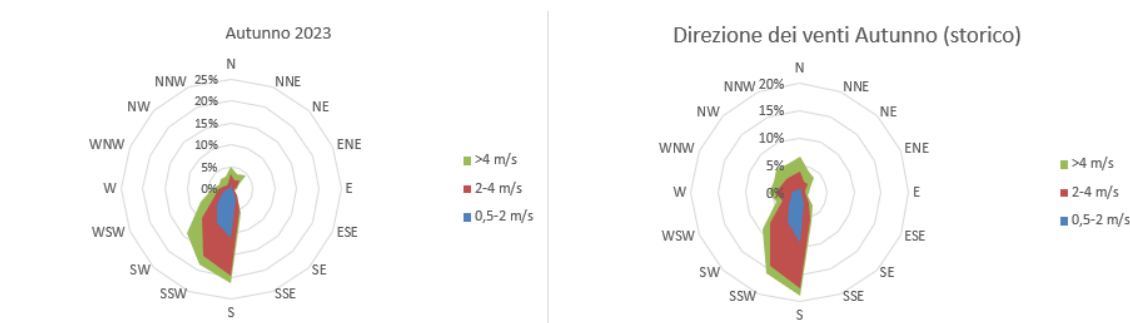


Figura 2-21 Confronto dati anemometrici stagione autunnale

## Conclusioni

Alla luce di quanto esposto nei paragrafi precedenti in relazione all'aspetto meteorologico, è possibile evidenziare in generale, sia in termini anemometrici che termici, una buona corrispondenza del dato attuale relativo al 2023 con i dati provenienti dalle serie storiche fornite dalla stazione meteo dell'Aeroporto "Raffaello Sanzio" di Ancona-Falconara.

Pertanto, può essere considerato attendibile l'intervallo di analisi per l'anno 2023, che verrà nel proseguo della trattazione adottato per le simulazioni modellistiche.

## 2.2 Analisi delle emissioni

### Emissioni a livello nazionale

Con riferimento all'Inventario Nazionale delle Emissioni in Atmosfera del 2022, realizzato dall'ISPRA, è stato possibile delineare il quadro nazionale italiano delle emissioni in atmosfera per il periodo compreso tra il 1990 ed il 2020 relativo ai

Mandataria:	Mandanti:		
			Dott. Geol. Giovanni Mancini Dott. Archeol. Luca Fornari Dott. Agr. Emiliano Pompei

<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b> Regione Marche – LOTTO 2 San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)			
Relazione atmosferica Codice documento: 15347-PFTE-01-AMB-RPT-501		rev: R00	pag. 24




principali inquinanti d'interesse per la componente in esame, ossia gli ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>), il particolato (PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>) e il monossido di carbonio (CO). Si riportano di seguito le emissioni prodotte dalle macro - attività considerate nell'Inventario Nazionale (Italian Emission Inventory 1990-2020 Informative Inventory Report 2022).

Tabella 2-7 Emissioni nazionali di NO<sub>x</sub> (Fonte: INEA 2022 - ISPRA)

Inventario Nazionale Italiano- Emissioni 1990-2020										
Emissioni di NO <sub>x</sub> [Gg]:										
Macro-Attività	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019	2020
Combustione nei settori dell'energia e della trasformazione	457,4	344,3	172,6	117,9	81,3	52,4	45,6	41,6	38,7	34,0
Combustione impianti non industriale	64,2	65,5	64,8	74,9	85,5	86,2	87,3	86,4	85,9	82,9
Combustione industriale	250,6	182,4	154,0	155,5	99,7	60,2	54,4	53,3	52,2	45,3
Processi produttivi	29,9	31,0	9,2	16,0	10,7	9,5	10,7	10,5	10,5	9,3
Solventi e altri usi del prodotto	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Trasporti stradali	996,1	1039,7	777,3	628,9	422,1	327,6	283,3	286,1	270,9	213,3
Altre fonti mobili e macchine	261,5	258,5	260,1	233,0	183,1	127,3	122,9	129,0	129,8	128,3
Trattamento e smaltimento rifiuti	2,9	3,1	2,6	2,9	2,6	2,4	2,4	2,3	2,3	2,4
Agricoltura	61,7	64,1	63,3	59,6	49,5	49,9	51,6	49,5	48,9	55,0
<b>TOTALE</b>	<b>2124,5</b>	<b>1988,6</b>	<b>1504,1</b>	<b>1288,9</b>	<b>934,7</b>	<b>715,7</b>	<b>658,4</b>	<b>658,9</b>	<b>639,3</b>	<b>570,6</b>

Tabella 2-8 Emissioni nazionali di PM<sub>10</sub> (Fonte: INEA 2022 - ISPRA)

Inventario Nazionale Italiano- Emissioni 1990-2020	
Emissioni di PM <sub>10</sub> [Gg]:	

Mandataria:	Mandanti:		
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei

<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b> <i>Regione Marche – LOTTO 2</i> <i>San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)</i>			
<i>Relazione atmosferica</i>			
<b>Codice documento: 15347–PFTE-01-AMB-RPT-501</b>		<i>rev: R00</i>	<i>pag.</i> <b>25</b>

Macro-Attività	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019	2020
Combustione nei settori dell'energia e della trasformazione	44,8	39,6	18,4	5,9	2,8	1,2	0,9	0,8	0,7	0,6
Combustione impianti non industriale	67,8	71,2	68,6	68,6	123,1	106,8	113,0	95,1	94,0	89,9
Combustione industriale	27,6	25,1	18,6	17,9	12,4	7,7	7,8	8,0	7,3	6,7
Processi produttivi	30,1	29,1	26,0	27,6	20,3	13,7	13,2	13,6	13,6	12,3
Estrazione e distribuzione di combustibili fossili	0,7	0,6	0,6	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2
Solvente ed altri usi del prodotto	2,8	2,8	3,8	3,8	3,4	2,6	2,3	2,3	2,2	2,0
Trasporti stradali	58,7	57,6	52,6	46,3	33,3	24,4	20,9	20,4	19,4	15,5
Altre fonti mobili e macchine	31,6	32,1	30,5	25,1	15,9	10,0	9,0	9,0	8,8	8,8
Trattamento e smaltimento rifiuti	5,4	5,6	5,5	5,8	5,3	5,8	6,5	6,3	6,5	6,5
Agricoltura	33,5	34,2	33,0	30,2	22,9	23,1	23,2	23,2	23,2	23,2
<b>TOTALE</b>	<b>302,5</b>	<b>297,4</b>	<b>257,1</b>	<b>231,5</b>	<b>239,8</b>	<b>195,0</b>	<b>196,5</b>	<b>178,4</b>	<b>176,1</b>	<b>165,7</b>

Tabella 2-9 Emissioni nazionali di PM<sub>2,5</sub> (Fonte: INEA 2022 - ISPRA)

Inventario Nazionale Italiano- Emissioni 1990-2020										
Emissioni di PM <sub>2,5</sub> [Gg]:										
Macro-Attività	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019	2020
Combustione nei settori dell'energia e della trasformazione	30,1	27,8	12,7	3,7	1,8	0,8	0,6	0,6	0,5	0,4
Combustione impianti non industriale	66,9	70,6	67,9	67,9	121,8	105,6	111,7	94,0	92,8	88,8



Mandataria:	Mandanti:		
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei

<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b> Regione Marche – LOTTO 2 San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)									
Relazione atmosferica									
Codice documento: 15347-PFTE-01-AMB-RPT-501							rev: R00	pag.	26

Combustione industriale	19,9	18,3	14,0	13,6	9,8	6,3	6,4	6,5	6,1	5,6
Processi produttivi	14,2	13,6	11,5	12,1	9,7	6,9	6,3	6,4	6,3	5,6
Estrazione e distribuzione di combustibili fossili	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Solventi ed altri usi del prodotto	2,7	2,7	3,3	3,2	2,9	2,3	2,1	2,1	2,0	1,8
Trasporti stradali	52,9	51,0	45,5	39,0	26,5	17,5	14,7	13,9	13,5	10,6
Altre fonti mobili e macchine	31,5	32,0	30,4	25,0	15,9	9,7	8,8	8,9	8,8	8,8
Trattamento e smaltimento rifiuti	5,0	5,2	5,2	5,4	4,9	5,5	6,1	6,0	2,5	6,2
Agricoltura	7,1	7,0	6,9	6,5	5,3	5,4	5,4	5,3	5,3	5,3
<b>TOTALE</b>	<b>230,4</b>	<b>228,2</b>	<b>197,4</b>	<b>176,4</b>	<b>198,6</b>	<b>159,9</b>	<b>162,2</b>	<b>143,7</b>	<b>137,8</b>	<b>133,2</b>

Tabella 2-10 Emissioni nazionali di CO (Fonte: INEA 2022 - ISPRA)

Inventario Nazionale Italiano- Emissioni 1990-2020										
Emissioni di CO [Gg]:										
Macro-Attività	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019	2020
Combustione nei settori dell'energia e della trasformazione	58,9	54,1	54,4	53,9	34,5	39,9	44,5	39,6	38,6	39,0
Combustione impianti non industriale	795,1	894	913,1	930,4	1664,9	1395,4	1475,5	1289,1	1267,8	1204,6
Combustione industriale	305,6	410,9	314,6	326	233,6	92,8	81,9	80,8	112,2	87,9
Processi produttivi	223,7	139,8	129,2	143,6	105,0	63,6	71,8	70,8	69,6	60,0
Solvente ed altri usi del prodotto	5,1	5,1	5,7	5,3	5,1	4,4	4,3	4,2	4,0	3,9

Mandataria:		Mandanti:		
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini	
			Dott. Archeol. Luca Fornari	
			Dott. Agr. Emiliano Pompei	

<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b>		
<b>Regione Marche – LOTTO 2</b>		
<b>San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)</b>		
<b>Relazione atmosferica</b>		
<b>Codice documento: 15347–PFTE-01-AMB-RPT-501</b>		<b>rev: R00</b>
		<b>pag. 27</b>

<b>Trasporti stradali</b>	4874,5	5106,1	2973,8	1681,2	776,3	479,3	403,6	386,5	389,6	294,0
<b>Altre fonti mobili e macchine</b>	480,5	402,5	302,9	263,4	193,9	132,0	118,7	122,9	123,7	126,6
<b>Trattamento e smaltimento rifiuti</b>	40,7	46,9	45,4	50,5	47,2	47,0	46,0	44,3	44,0	44,9
<b>Agricoltura</b>	12,5	12,2	12,1	13,1	12,5	12,7	12,4	12,2	12,0	12,1
<b>TOTALE</b>	6796,5	7071,6	4751,1	3467,4	3073,0	2267,2	2258,6	2050,5	2061,5	1872,8

Emissioni a livello regionale e provinciale

Il presente paragrafo è volto ad analizzare i valori di emissione degli inquinanti di interesse per il progetto in esame registrati sul territorio e prodotti dalla totalità delle sorgenti presenti sullo stesso.

Per analizzare i valori di emissione a livello regionale e provinciale si è fatto riferimento al documento “Valutazione e quantificazione delle emissioni in atmosfera nella Regione Marche” (ultimo anno disponibile) realizzato dall’ Università Politecnica delle Marche (ultimo aggiornamento giugno 2019). I dati emissivi di seguito riportati sono riferiti al 2016, ultimo dato disponibile.

I valori di emissione registrati a livello regionale, suddivisi per macrosettore, sono riportati in Tabella 2-11.

*Tabella 2-11 Emissioni annue inquinanti di interesse per macrosettore, Regione Marche (Fonte “Valutazione e quantificazione delle emissioni in atmosfera nella regione marche” - 2016)*

<b>Macrosettori</b>	<b>PM10 (Mg/anno)</b>	<b>PM2,5 (Mg/anno)</b>	<b>NOx (Mg/anno)</b>	<b>PTS (Mg/anno)</b>	<b>CO (Mg/anno)</b>
<b>01 Combustione ind. energia e trasformazione fonti energetiche</b>	-	-	135,07	8,09	68,06
<b>02 Combustione non industriale</b>	3498,11	-	2248,37	-	22291,22
<b>03 Imp. comb. industr., processi con comb.</b>	42,30	34,95	948,75	-	177,88
<b>04 Processi produttivi</b>	-	-	2256,92	524,05	553,16
<b>05 Estrazione distribuzione combust. fossili</b>	-	-	206,1	7,82	16,22
<b>06 Uso di solventi</b>	-	-	-	400,10	-
<b>07 Trasporto su strada</b>	643,9	482,5	10939,0	-	8287,10

<b>Mandataria:</b>	<b>Mandanti:</b>		
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			<b>Dott. Geol. Giovanni Mancini</b>
			<b>Dott. Archeol. Luca Fornari</b>
			<b>Dott. Agr. Emiliano Pompei</b>

<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b> <i>Regione Marche – LOTTO 2</i> <i>San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)</i>			
<i>Relazione atmosferica</i>			
<i>Codice documento: 15347–PFTE-01-AMB-RPT-501</i>		<i>rev: R00</i>	<i>pag.</i> <i>28</i>

08 Altre sorgenti mobili e macchinari	164,1	151,0	4733,84	-	866,80
09 Trattamento e smaltimento rifiuti	-	-	-	-	-
10 Agricoltura	-	-	153,06	-	-
11 Natura e altre sorgenti/assorbim.	-	-	-	-	-
<b>Totale</b>	<b>4348,41</b>	<b>668,45</b>	<b>21621,11</b>	<b>940,06</b>	<b>32260,44</b>

Scendendo rispetto all'ambito territoriale di riferimento, di seguito si riportano le emissioni a livello provinciale di Fermo.

Tabella 2-12 Emissioni annue inquinanti di interesse per macrosettore, Provincia di Fermo (Fonte "Valutazione e quantificazione delle emissioni in atmosfera nella regione marche" - 2016)

Macrosettori	PM10 (Mg/anno)	PM2,5 (Mg/anno)	NOx (Mg/anno)	PTS (Mg/anno)	CO (Mg/anno)
01 Combustione ind. energia e trasformazione fonti energetiche	-	-	24,75	3,30	9,70
02 Combustione non industriale	390,82	8,28	223,33	-	24,81
03 Imp. comb. industr., processi con comb.	0,90	0,90	63,44	-	13,08
04 Processi produttivi	-	-	51,25	68,40	0,00
05 Estrazione distribuzione combust. fossili	-	-	0,00	0,00	0,00
06 Uso di solventi	-	-	-	24,93	-
07 Trasporto su strada	55,10	41,20	970,30	-	656,20
08 Altre sorgenti mobili e macchinari	13,21	13,07	247,00	-	78,18
09 Trattamento e smaltimento rifiuti	-	-	-	-	-
10 Agricoltura	-	-	13,64	-	-
11 Natura e altre sorgenti/assorbim.	-	-	-	-	-
<b>Totale</b>	<b>460,03</b>	<b>63,45</b>	<b>1593,71</b>	<b>96,63</b>	<b>781,97</b>

Mandataria:	Mandanti:			
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini	
			Dott. Archeol. Luca Fornari	
			Dott. Agr. Emiliano Pompei	



<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b> <i>Regione Marche – LOTTO 2</i> <i>San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)</i>			
<i>Relazione atmosferica</i>			
<b>Codice documento: 15347–PFTE-01-AMB-RPT-501</b>		<i>rev: R00</i>	<i>pag.</i> <i>29</i>

Per il progetto in esame, è possibile far riferimento al macrosettore “Trasporto su strada” che comprende tutte le emissioni dovute alle automobili, ai veicoli leggeri e pesanti, ai motocicli e agli altri mezzi di trasporto su strada, comprendendo sia le emissioni dovute allo scarico che quelle da usura dei freni, delle ruote e della strada.

Relativamente agli inquinanti considerati, ossia il particolato (PM10 e PM2,5), gli ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>) e il monossido di carbonio (CO), di seguito si riassumono le emissioni prodotte dal traffico veicolare nella regione Marche e nella provincia di Fermo.

*Tabella 2-13 Ripartizione delle emissioni per il macrosettore "Trasporti su strada" (Fonte: elaborazione dati "Valutazione e quantificazione delle emissioni in atmosfera nella regione marche" - 2016) Contributo emissivo della Provincia sull'emissione regionale*

Trasporto su strada	PM10 (Mg/anno)	PM2,5 (Mg/anno)	NO <sub>x</sub> (Mg/anno)	CO (Mg/anno)
<b>Provincia di Fermo</b>	55,10	41,20	970,30	656,20
<b>Regione Marche</b>	643,90	482,50	10939,00	8287,10
<b>Contributo emissivo della Provincia sull'emissione Regionale</b>	8,6%	8,5%	8,9%	7,9%

### 2.3 Cambiamento climatico e gas serra

Il presente paragrafo è finalizzato a fornire un quadro conoscitivo relativo ai fattori di maggiore influenza del cambiamento climatico, per valutare se gli interventi previsti possano essere in quota parte causa di modificazioni del clima.

Per cambiamento climatico (climate change) si intendono i cambiamenti del clima a livello globale. In particolare, la climatologia definisce come cambiamenti climatici le variazioni del clima della Terra (a livello regionale, continentale, emisferica e globale) e storico-temporali (decennale, secolare, millenario e ultramillenario) di uno o più parametri ambientali e climatici nei loro valori medi: temperature (media, massima e minima), precipitazioni, nuvolosità, temperature degli oceani, distribuzione e sviluppo di piante e animali.

Mandataria:	Mandanti:		
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei

<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b> <b>Regione Marche – LOTTO 2</b> <b>San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)</b>		
<b>Relazione atmosferica</b>		
<b>Codice documento: 15347–PFTE-01-AMB-RPT-501</b>	<b>rev: R00</b>	<b>pag. 30</b>

Secondo l'UNFCCC (Convenzione Quadro sul Cambiamento Climatico delle Nazioni Unite), il cambiamento climatico si definisce come “il cambiamento del clima che sia attribuibile direttamente o indirettamente ad attività umane, che alterino la composizione dell'atmosfera planetaria e che si sommino alla naturale variabilità climatica osservata su intervalli di tempo analoghi “. L'UNFCCC nella sopra citata definizione introduce il concetto della naturale variabilità climatica, legata ai complessi processi naturali esterni (cicli del sole e dell'orbita terrestre) e interni al pianeta, ma anche quello dell'alterazione della complessa variabilità naturale causata dalle attività umane.

Il clima terrestre è determinato dal bilancio radiativo del pianeta, ovvero dalla quantità di energia entrante e uscente dal sistema Terra, e da interscambi di materia in massima parte interni al sistema Terra. Una buona parte dell'energia del sistema è rappresentata dalla temperatura, mentre la materia scambiata nel sistema terrestre è costituita per lo più dal ciclo dell'acqua. Per questo motivo ogni classificazione climatica, e ogni valutazione della variabilità e del cambiamento del clima, si basa prima di tutto sulle temperature e sulle precipitazioni.

Le principali cause naturali dell'inquinamento atmosferico sono da attribuire nello specifico a:

- eruzioni vulcaniche che emettono nell'atmosfera, oltre al vapor d'acqua, diversi gas, tra i quali CO<sub>2</sub>, HCl, H<sub>2</sub>S;
- incendi boschivi che oltre a CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O riversano nell'atmosfera fumo;
- effetti provocati dall'erosione del vento sulle rocce con formazione di polveri (piogge di sabbia nei deserti);
- decomposizione batterica di vari materiali organici che possono generare sostanze maleodoranti come ammine alifatiche e mercaptani e alle scariche elettriche che avvengono durante i temporali che possono dare origine a ossidi di azoto e di ozono.

A queste cause si aggiungono quelle di natura antropica, cioè provocate dalle attività dell'uomo che hanno cambiato nel corso degli anni le capacità termiche dell'atmosfera introducendo fattori che sono stati capaci di spostare l'equilibrio naturale esistente e le naturali fluttuazioni di questo equilibrio, generando, di fatto, un “effetto serra” aggiuntivo a quello naturale.

<b>Mandataria:</b>	<b>Mandanti:</b>		
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			<b>Dott. Geol. Giovanni Mancini</b>
			<b>Dott. Archeol. Luca Fornari</b>
			<b>Dott. Agr. Emiliano Pompei</b>

<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b>		
<b>Regione Marche – LOTTO 2</b>		
<b>San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)</b>		
<b>Relazione atmosferica</b>		
<b>Codice documento: 15347–PFTE-01-AMB-RPT-501</b>	<b>rev: R00</b>	<b>pag.</b> <b>31</b>

I recenti dati riportano che l'aumento della temperatura che si è già verificato, comincia a essere di notevole rilevanza, paragonabile a quello delle più grandi variazioni climatiche della storia della Terra e si sta manifestando con una velocità assolutamente straordinaria.

L'aumento delle temperature comporta effetti già parzialmente in atto come la diminuzione delle precipitazioni annue, gli incendi più estesi, la siccità, il collasso dei ghiacciai, l'aumento del livello del mare, la desertificazione, la diffusione di malattie, il collasso di ecosistemi e le migrazioni di massa. A livello meteorologico, è già in atto il processo di rarefazione delle precipitazioni annue. Ad un aumento di temperatura corrisponde un aumento dell'evaporazione ed una maggiore difficoltà nella trasformazione del vapore acqueo in gocce di pioggia. Questa tendenza è soprattutto comune a tutta la fascia del globo compresa tra l'equatore e i 45 gradi di latitudine circa. Nonostante le precipitazioni annue siano diminuite, paradossalmente, quando piove, piove in modo più intenso. Questo processo determina forti e violente precipitazioni che provocano alluvioni, frane, inondazioni e altri dissesti idrogeologici.

Nell'ultimo secolo, infatti, il livello del mare è aumentato sia a causa dell'espansione termica che dello scioglimento dei ghiacciai continentali e montani. Il continuo aumento del livello dell'acqua comporterà maggiori rischi per i centri abitati in vicinanza delle zone costiere europee del Mediterraneo, mentre nelle zone dell'Atlantico porterà a un aumento dell'intensità degli uragani e si potrebbe verificare una contaminazione delle falde acquifere potabili. Diverse specie animali e vegetali saranno compromesse a causa delle scarse capacità di adattamento al clima e solo una minoranza ne trarrà vantaggi, cioè quelle molto adattabili che non sono a rischio di estinzione. Questo provocherà perdita delle biodiversità esistenti e l'insediamento di nuove, con la formazione di nuovi ecosistemi.

I principali effetti sopra descritti, generati dal cambiamento climatico, possono essere sinteticamente rappresentati nella figura sottostante.

<b>Mandataria:</b>	<b>Mandanti:</b>		
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			<b>Dott. Geol. Giovanni Mancini</b>
			<b>Dott. Archeol. Luca Fornari</b>
			<b>Dott. Agr. Emiliano Pompei</b>

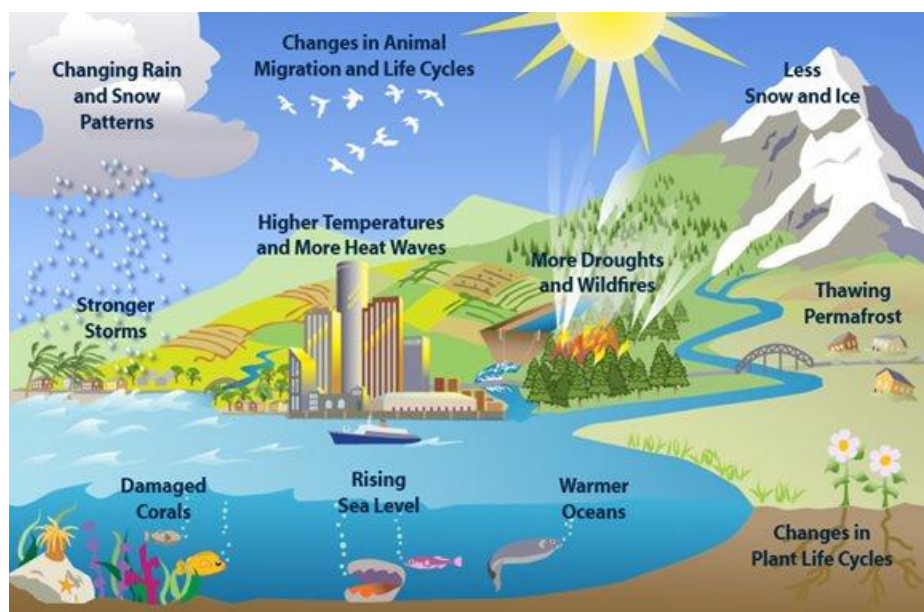





Figura 2-22 Rappresentazione effetti generati dai cambiamenti climatici sull'ambiente

Stante tali considerazioni, è chiaro anche come l'aria e il clima influenzino lo stato di salute di tutti gli esseri viventi. Tra i rischi maggiori previsti c'è la diffusione di malattie infettive, poiché eventuali siccità o inondazioni potrebbero creare le condizioni ideali per il proliferare di parassiti, batteri e virus. Un'aria più pulita ridurrebbe l'incidenza di malattie delle vie respiratorie, del sistema immunitario, cardiocircolatorio e il rischio di ammalarsi di tumore.

Per tali ragioni è sempre più necessario affrontare in maniera efficace il problema in modo da rimediare ai gravi effetti causati dai cambiamenti climatici.

Rispetto alla tematica in esame, i lavori svolti a livello internazionale dall'IPCC insistono nell'affermare che, a fronte delle molteplici azioni oggi intraprese per gestire gli effetti connessi alla variabilità climatica, attraverso la riduzione delle emissioni di gas a effetto serra, tali effetti siano comunque inevitabili. Gli studi condotti dall'IPCC evidenziano, inoltre, come la variabilità climatica sia strettamente legata alle attività umane e come le temperature, le emissioni di CO<sub>2</sub> e il livello dei mari continueranno progressivamente a crescere con impatti negativi su specifiche aree del Pianeta.

La maggior parte degli esperti riconducono il riscaldamento globale, prevalentemente, all'aumento delle concentrazioni di gas a effetto serra, ed in particolare alla CO<sub>2</sub>, nell'atmosfera dovuto alle emissioni antropogeniche.

<b>Mandataria:</b>	<b>Mandanti:</b>		
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			<b>Dott. Geol. Giovanni Mancini</b> <b>Dott. Archeol. Luca Fornari</b> <b>Dott. Agr. Emiliano Pompei</b>

<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b> <i>Regione Marche – LOTTO 2</i> <i>San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)</i>		
<i>Relazione atmosferica</i>		
<i>Codice documento: 15347–PFTE-01-AMB-RPT-501</i>	<i>rev: R00</i>	<i>pag.</i> 33

In conformità al Protocollo di Kyoto, i gas ad effetto serra sono: anidride carbonica (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), protossido d'azoto (N<sub>2</sub>O), idrofluorocarburi (HFCs), esafluoruro di zolfo (SF<sub>6</sub>) e perfluorocarburi (PFCs).

Come affermato dalla Comunità Europea, la CO<sub>2</sub> in particolare è un gas serra prodotto soprattutto dall'attività umana ed è responsabile del 63% del riscaldamento globale causato dall'uomo. La sua concentrazione nell'atmosfera supera attualmente del 40% il livello registrato agli inizi dell'era industriale. L'attività dell'uomo negli ultimi secoli ha, infatti, incrementato l'ammontare di gas serra nell'atmosfera modificando l'equilibrio radiativo e la partizione energetica superficiale. In particolare, la concentrazione di CO<sub>2</sub> ha subito, dal 1750, un incremento del 36%.

Di seguito si riportano le principali attività umane che causano l'incremento di emissione di gas serra nell'atmosfera:

- uso di combustibili fossili: la combustione di carbone, petrolio e gas produce anidride carbonica e ossido di azoto;
- deforestazione: gli alberi aiutano a regolare il clima assorbendo CO<sub>2</sub> dall'atmosfera. Abbattendoli, quest'azione viene a mancare e la CO<sub>2</sub> contenuta nel legno viene rilasciata nell'atmosfera, alimentando in tal modo l'effetto serra;
- allevamento del bestiame: i bovini e gli ovini producono grandi quantità di metano durante il processo di digestione. Lo sviluppo di allevamenti intensivi causa un forte incremento di gas serra emessi nell'atmosfera;
- i fertilizzanti azotati: i fertilizzanti azotati producono emissioni di ossido di azoto;
- gas fluorurati o FGAS: i gas fluorurati causano un potente effetto serra. La legislazione dell'UE ne prevede la graduale eliminazione. Sono usati in impianti fissi di refrigerazione, di condizionamento d'aria e pompe di calore, commutatori di alta tensione, apparecchiature contenenti solventi, impianti fissi di protezione antincendio ed estintori.

### Normativa di riferimento

#### *Protocollo di Kyoto*

Il Protocollo di Kyoto, che fa seguito alla convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC), è il primo accordo internazionale che contiene gli impegni dei paesi industrializzati a ridurre le emissioni di alcuni gas ad effetto serra, responsabili del riscaldamento del pianeta.

Mandataria:		Mandanti:		
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini	
			Dott. Archeol. Luca Fornari	
			Dott. Agr. Emiliano Pompei	



<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b>		
<b>Regione Marche – LOTTO 2</b>		
<b>San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)</b>		
<b>Relazione atmosferica</b>		
<b>Codice documento: 15347–PFTE-01-AMB-RPT-501</b>		<b>rev: R00</b>
		<b>pag.</b> <b>34</b>

È stato sottoscritto l'11 dicembre 1997 durante la Conferenza delle parti di Kyoto (la COP3) ma è entrato in vigore solo il 16 febbraio 2005 grazie alla ratifica del Protocollo da parte della Russia (che era avvenuta nel precedente novembre 2004). Infatti, perché il trattato potesse entrare in vigore era necessario che venisse ratificato da non meno di 55 Nazioni, e che queste stesse Nazioni firmatarie complessivamente rappresentassero non meno del 55% delle emissioni serra globali di origine antropica: un obiettivo raggiunto proprio grazie alla sottoscrizione della Russia.

Il Protocollo di Kyoto impegnava i Paesi sottoscrittori (le Parti) ad una riduzione quantitativa delle proprie emissioni di gas ad effetto serra (i gas climalteranti, che riscaldano il clima terrestre) rispetto ai propri livelli di emissione del 1990 (baseline), in percentuale diversa da Stato a Stato: per fare questo le Parti sono tenute a realizzare un sistema nazionale di monitoraggio delle emissioni ed assorbimenti di gas ad effetto serra (l'"Inventario Nazionale delle emissioni e degli assorbimenti dei gas a effetto serra") da aggiornare annualmente, insieme alla definizione delle misure per la riduzione delle emissioni stesse

I gas climalteranti (GHG - GreenHouse Gases) oggetto degli obiettivi di riduzione sono:

- la CO<sub>2</sub> (anidride carbonica), prodotta dall'impiego dei combustibili fossili in tutte le attività energetiche e industriali oltre che nei trasporti;
- il CH<sub>4</sub> (metano), prodotto dalle discariche dei rifiuti, dagli allevamenti zootecnici e dalle coltivazioni di riso;
- l'N<sub>2</sub>O (protossido di azoto), prodotto nel settore agricolo e nelle industrie chimiche;
- gli HFC (idrofluorocarburi), impiegati nelle industrie chimiche e manifatturiere;
- i PFC (perfluorocarburi), impiegati nelle industrie chimiche e manifatturiere;
- l'SF<sub>6</sub> (esafluoruro di zolfo), impiegato nelle industrie chimiche e manifatturiere.

#### *Accordo di Parigi*

Nel dicembre 2015, alla conferenza sul clima di Parigi (COP21), 195 paesi hanno adottato il primo accordo universale e giuridicamente vincolante sul clima mondiale.

<i>Mandataria:</i>	<i>Mandanti:</i>		
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			<i>Dott. Geol. Giovanni Mancini</i>
			<i>Dott. Archeol. Luca Fornari</i>
			<i>Dott. Agr. Emiliano Pompei</i>

<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b> Regione Marche – LOTTO 2 San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)			
Relazione atmosferica			
Codice documento: 15347-PFTE-01-AMB-RPT-501		rev: R00	pag. 35

Tale accordo definisce un piano d'azione globale volto a mantenere l'aumento medio della temperatura mondiale ben al di sotto di 2°C rispetto ai livelli preindustriali. Il 5 ottobre l'UE ha formalmente ratificato l'accordo di Parigi, consentendo la sua entrata in vigore il 4 novembre 2016 ed impegnandosi a ridurre le emissioni di gas ad effetto serra di almeno il 40% entro il 2030 (anno base 1990). Per tale motivo, il quadro legislativo del sistema ETS (Emission Trading Scheme) dell'UE per il prossimo periodo di scambio è stato rivisto all'inizio del 2018, in linea con il quadro delle politiche per il clima e l'energia per il 2030 e come parte del contributo dell'UE all'accordo di Parigi del 2015.

A settembre 2020, nell'ambito del Green Deal, la Commissione ha proposto un obiettivo di riduzione delle emissioni di gas serra per il 2030 più ambizioso pari al 55% rispetto al 1990.

#### *Obiettivi della commissione europea di riduzione gas serra*

L'UE si è prefissa obiettivi per ridurre progressivamente le sue emissioni di gas a effetto serra fino al 2050.

Gli obiettivi fondamentali in materia di clima e di energia sono stabiliti nel:

- Pacchetto per il clima e l'energia 2020;
- Quadro 2030 per il clima e l'energia.

#### Quadro 2030 per il clima e l'energia

Nell'ambito del Green Deal europeo, nel settembre 2020 la Commissione ha proposto di elevare l'obiettivo della riduzione delle emissioni di gas serra per il 2030, compresi emissioni e assorbimenti, ad almeno il 55% rispetto ai livelli del 1990.

Gli obiettivi chiave per il 2030 sono:

- una riduzione almeno del 40% delle emissioni di gas a effetto serra (rispetto ai livelli del 1990),
- una quota almeno del 32% di energia rinnovabile;
- un miglioramento almeno del 32,5% dell'efficienza energetica.

A norma del regolamento sulla governance dell'Unione dell'energia e dell'azione per il clima, l'UE ha adottato norme integrate per garantire la pianificazione, il monitoraggio e

Mandataria:		Mandanti:		
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini	
			Dott. Archeol. Luca Fornari	
			Dott. Agr. Emiliano Pompei	



<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b> Regione Marche – LOTTO 2 San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)			
Relazione atmosferica			
Codice documento: 15347-PFTE-01-AMB-RPT-501		rev: R00	pag. 36

la comunicazione dei progressi compiuti verso il conseguimento dei suoi obiettivi in materia di clima ed energia per il 2030 e degli impegni internazionali assunti nel quadro dell'accordo di Parigi.

#### Strategia a lungo termine per il 2050

Il 28 novembre 2018 l'UE ha presentato la sua visione strategica a lungo termine per un'economia prospera, moderna, competitiva e climaticamente neutra entro il 2050.

La strategia evidenzia come l'Europa possa avere un ruolo guida per conseguire un impatto climatico zero, investendo in soluzioni tecnologiche realistiche, coinvolgendo i cittadini e armonizzando gli interventi in settori fondamentali, quali la politica industriale, la finanza o la ricerca, garantendo nel contempo equità sociale per una transizione giusta.

Facendo seguito agli inviti formulati dal Parlamento europeo e dal Consiglio europeo, la visione della Commissione per un futuro a impatto climatico zero interessa quasi tutte le politiche dell'UE ed è in linea con l'obiettivo dell'accordo di Parigi di mantenere l'aumento della temperatura mondiale ben al di sotto i 2°C e di proseguire gli sforzi per mantenere tale valore a 1,5°C.

#### *Obiettivi nazionali di riduzione gas serra*

#### Strategia Energetica Nazionale 2017 (SEN2017)

Con D.M. del Ministero dello Sviluppo Economico e del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, è stata adottata la Strategia Energetica Nazionale 2017, il piano decennale del Governo italiano per anticipare e gestire il cambiamento del sistema energetico.

Tale Strategia si pone l'obiettivo di rendere il sistema energetico nazionale più:

- competitivo: migliorare la competitività del Paese, continuando a ridurre il gap di prezzo e di costo dell'energia rispetto all'Europa, in un contesto di prezzi internazionali crescenti;
- sostenibile: raggiungere in modo sostenibile gli obiettivi ambientali e di decarbonizzazione definiti a livello europeo, in linea con i futuri traguardi stabiliti nella COP21;

Mandataria:		Mandanti:		
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini	
			Dott. Archeol. Luca Fornari	
			Dott. Agr. Emiliano Pompei	

<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b> Regione Marche – LOTTO 2 San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)			
Relazione atmosferica			
Codice documento: 15347-PFTE-01-AMB-RPT-501		rev: R00	pag. 37

- sicuro: continuare a migliorare la sicurezza di approvvigionamento e la flessibilità dei sistemi e delle infrastrutture energetiche, rafforzando l'indipendenza energetica dell'Italia.

#### Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima 2030 (PNIEC)




Il Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima 2030 è uno strumento fondamentale che segna l'inizio di un importante cambiamento nella politica energetica e ambientale del nostro Paese verso la decarbonizzazione.

Il PNIEC è stato adottato in attuazione del Regolamento 2018/1999/UE, e inviato alla Commissione UE a gennaio 2020, al termine di un percorso avviato nel dicembre 2018.

Esso si struttura in 5 linee d'intervento, che si svilupperanno in maniera integrata: dalla decarbonizzazione all'efficienza e sicurezza energetica, passando attraverso lo sviluppo del mercato interno dell'energia, della ricerca, dell'innovazione e della competitività.

L'obiettivo è quello di realizzare una nuova politica energetica che assicuri la piena sostenibilità ambientale, sociale ed economica del territorio nazionale e accompagni tale transizione.

Con il Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima vengono stabiliti gli obiettivi nazionali al 2030 sull'efficienza energetica, sulle fonti rinnovabili e sulla riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>, nonché gli obiettivi in tema di sicurezza energetica, interconnessioni, mercato unico dell'energia e competitività, sviluppo e mobilità sostenibile, delineando per ciascuno di essi le misure che saranno attuate per assicurarne il raggiungimento. Nella successiva figura sono illustrati i principali obiettivi del PNIEC al 2030, su rinnovabili, efficienza energetica ed emissioni di gas serra.

Mandataria:		Mandanti:	
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei



	Obiettivi 2020		Obiettivi 2030	
	UE	ITALIA	UE	ITALIA (PNIEC)
<b>Energie rinnovabili (FER)</b>				
Quota di energia da FER nei Consumi Finali Lordi di energia	20%	17%	32%	30%
Quota di energia da FER nei Consumi Finali Lordi di energia nei trasporti	10%	10%	14%	22%
Quota di energia da FER nei Consumi Finali Lordi per riscaldamento e raffrescamento			+1,3% annuo (indicativo)	+1,3% annuo (indicativo)
<b>Efficienza energetica</b>				
Riduzione dei consumi di energia primaria rispetto allo scenario PRIMES 2007	-20%	-24%	-32,5% (indicativo)	-43% (indicativo)
Risparmi consumi finali tramite regimi obbligatori efficienza energetica	-1,5% annuo (senza trasp.)	-1,5% annuo (senza trasp.)	-0,8% annuo (con trasporti)	-0,8% annuo (con trasporti)
<b>Emissioni gas serra</b>				
Riduzione dei GHG vs 2005 per tutti gli impianti vincolati dalla normativa ETS	-21%		-43%	
Riduzione dei GHG vs 2005 per tutti i settori non ETS	-10%	-13%	-30%	-33%
Riduzione complessiva dei gas a effetto serra rispetto ai livelli del 1990	-20%		-40%	
<b>Interconnettività elettrica</b>				
Livello di interconnettività elettrica	10%	8%	15%	10% <sup>1</sup>
Capacità di interconnessione elettrica (MW)		9.285		14.375

*Figura 2-23 Principali obiettivi su energia e clima dell'UE e dell'Italia al 2020 e al 2030 (Fonte: PNIEC (gennaio 2020))*

### Direttiva NEC sui limiti di emissione

Il Decreto Legislativo 30 maggio 2018, n. 81, rappresenta l'attuazione della Direttiva UE 2016/2284.

Si tratta della cosiddetta Direttiva NEC (Nationale Emmission Ceiling) concernente la riduzione delle emissioni nazionali di determinati inquinanti atmosferici.

Il Decreto introduce norme volte a raggiungere i seguenti obiettivi:

- ridurre il complesso delle emissioni nazionali annue di origine antropica di SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub>, COVNM, e particolato fine (PM<sub>2,5</sub>) per rispettare specifici livelli entro il 2020 e il 2030;

<b>Mandataria:</b>	<b>Mandanti:</b>		
<b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			<b>Dott. Geol. Giovanni Mancini</b>
			<b>Dott. Archeol. Luca Fornari</b>
			<b>Dott. Agr. Emiliano Pompei</b>

<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b> Regione Marche – LOTTO 2 San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)			
Relazione atmosferica			
Codice documento: 15347-PFTE-01-AMB-RPT-501		rev: R00	pag. 39

- attivare il monitoraggio e la comunicazione delle emissioni dei suddetti inquinanti e di altre sostanze per cui non sono previsti obblighi di riduzione delle emissioni indicati all'Allegato I;
- ottenere, attraverso un sistema di monitoraggio, dati relativi agli impatti dell'inquinamento atmosferico sugli ecosistemi.

Nell'allegato II sono riportati gli impegni nazionali di riduzione delle emissioni: è previsto che le emissioni annue siano ridotte entro il 2020 ed il 2030, con la precisazione che il livello previsto per il 2020 deve essere applicato fino al 2029.

#### Decreto Legge n. 111 del 14/10/2019

Considerata l'urgenza e necessità di adottare una politica strategica nazionale che permetta di fronteggiare l'emergenza climatica e tenuto conto dei lavori svolti a livello internazionale dall'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), che evidenziano come la variabilità climatica sia strettamente legata alle attività umane e come le temperature e le emissioni di CO<sub>2</sub> continueranno progressivamente a crescere il 14 ottobre 2019 è stato emanato il Decreto-legge n. 111 "Misure urgenti per il rispetto degli obblighi previsti dalla direttiva 2008/50/CE sulla qualità dell'aria e proroga del termine di cui all'articolo 48, commi 11 e 13, del decreto-legge 17 ottobre 2016, n. 189, convertito, con modificazioni, dalla legge 15 dicembre 2016, n. 229. (19G00125) (GU Serie Generale n.241 del 14-10-2019).

#### Emissioni di gas serra

##### Livello nazionale

L'ISPRA, l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, è responsabile della redazione dell'inventario nazionale delle emissioni di gas serra, attraverso la raccolta, l'elaborazione e la diffusione dei dati. L'inventario viene correntemente utilizzato per verificare il rispetto degli impegni che l'Italia ha assunto a livello internazionale nell'ambito della Convenzione quadro sui cambiamenti climatici.

Mandataria:		Mandanti:		
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini	
			Dott. Archeol. Luca Fornari	
			Dott. Agr. Emiliano Pompei	

<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b> Regione Marche – LOTTO 2 San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)			
Relazione atmosferica			
Codice documento: 15347-PFTE-01-AMB-RPT-501		rev: R00	pag. 40

Nel caso in esame attraverso i dati forniti dall'ISPRA sulle emissioni, è stato possibile ricavare le emissioni dei gas ad effetto serra, ed in particolare di CO<sub>2</sub>, generate dal trasporto stradale sul territorio nazionale.

Il documento preso come riferimento, fornito dall'ISPRA è il “*National Inventory Report 2024*”, dal quale è stato possibile individuare i valori medi annui delle emissioni di gas serra, espressi come CO<sub>2</sub> equivalente, dal 1990 al 2021.

Tabella 2-14 Emissioni nazionali di CO<sub>2</sub> equivalente nel settore dei trasporti stradali (Fonte: Inventario nazionale delle emissioni di gas serra 2024 - ISPRA)

Inventario Nazionale Italiano Emissioni dei Gas Serra 1990-2021											
Emissioni di gas serra [kt CO <sub>2</sub> equivalente]											
Gas serra	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019	2020	2021
CO <sub>2</sub>	36423,81	53745,13	50010,46	66423,95	64687,01	60492,37	41401,38	61939,23	58324,92	47874,68	45013,27
CH <sub>4</sub>	25321,99	24859,31	24350,08	22533,42	22015,36	21855,46	22238,79	21967,38	21901,56	22143,56	21931,19
N <sub>2</sub> O	12567,59	13445,89	13153,13	12393,55	10614,26	10489,45	10621,32	10576,95	10531,71	11486,54	11044,66
<b>Totale</b>	<b>74685,39</b>	<b>92910,33</b>	<b>90316,27</b>	<b>110069,2</b>	<b>112539,7</b>	<b>108467</b>	<b>90775,09</b>	<b>111411,5</b>	<b>107777,6</b>	<b>97539,88</b>	<b>93376,92</b>

### Livello regionale e provinciale

Per analizzare i valori di emissione a livello regionale e provinciale si è fatto riferimento al documento “Valutazione e quantificazione delle emissioni in atmosfera nella Regione Marche” (ultimo anno disponibile) realizzato dall' Università Politecnica delle Marche (ultimo aggiornamento giugno 2019). I dati emissivi di seguito riportati sono riferiti al 2016, ultimo dato disponibile.

I valori di emissione registrati a livello regionale, suddivisi per macrosettore, sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 2-15 Emissioni annue di CO<sub>2</sub> per macrosettore, Regione Marche (Fonte “Valutazione e quantificazione delle emissioni in atmosfera nella regione marche” - 2016)

Macrosettori	CO <sub>2</sub> (Mg/anno)
01 Combustione ind. energia e trasformazione fonti energetiche	-
02 Combustione non industriale	2216098,07
03 Imp. comb. industr., processi con comb.	776390,00

Mandataria:	Mandanti:		
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei

<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b> <b>Regione Marche – LOTTO 2</b> <b>San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)</b>		
<b>Relazione atmosferica</b>		
<b>Codice documento: 15347–PFTE-01-AMB-RPT-501</b>	<b>rev: R00</b>	<b>pag.</b> <b>41</b>




04 Processi produttivi	-
05 Estrazione distribuzione combust. fossili	-
06 Uso di solventi	-
07 Trasporto su strada	3035100,00
08 Altre sorgenti mobili e macchinari	-
09 Trattamento e smaltimento rifiuti	-
10 Agricoltura	-
11 Natura e altre sorgenti/assorbim.	-
<b>Totale</b>	<b>6027588,07</b>

Scendendo rispetto all'ambito territoriale di riferimento, di seguito si riportano le emissioni a livello provinciale di Fermo.

Tabella 2-16 Emissioni annue di CO<sub>2</sub> per macrosettore, Provincia di Fermo (Fonte "Valutazione e quantificazione delle emissioni in atmosfera nella regione marche" - 2016)

Macrosettori	CO <sub>2</sub> (Mg/anno)
01 Combustione ind. energia e trasformazione fonti energetiche	-
02 Combustione non industriale	219865,72
03 Imp. comb. industr., processi con comb.	56180,00
04 Processi produttivi	-
05 Estrazione distribuzione combust. fossili	-
06 Uso di solventi	-
07 Trasporto su strada	256600,00
08 Altre sorgenti mobili e macchinari	-
09 Trattamento e smaltimento rifiuti	-
10 Agricoltura	-
11 Natura e altre sorgenti/assorbim.	-
<b>Totale</b>	<b>532645,72</b>

Relativamente all'anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) di seguito si riassumono le emissioni prodotte dal traffico veicolare nella regione Marche e nella provincia di Fermo.

Mandataria:	Mandanti:		
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei



<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b> <b>Regione Marche – LOTTO 2</b> <b>San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)</b>		
<b>Relazione atmosferica</b>		
<b>Codice documento: 15347–PFTE-01-AMB-RPT-501</b>	<b>rev: R00</b>	<b>pag.</b> <b>42</b>

Tabella 2-17 Ripartizione delle emissioni per il macrosettore "Trasporti su strada" (Fonte: elaborazione dati "Valutazione e quantificazione delle emissioni in atmosfera nella regione marche" - 2016) Contributo emissivo della Provincia sull'emissione regionale

Trasporto su strada	CO <sub>2</sub> (Mg/anno)
Provincia di Fermo	256600
Regione Marche	3035100
Contributo emissivo della Provincia sull'emissione Regionale	8,5%

## 2.4 Analisi della qualità dell'aria

### Il quadro normativo europeo

L'Unione Europea ha emanato una serie di direttive al fine di controllare il livello di alcuni inquinanti in aria. In particolare:

- Direttiva 96/62/CE relativa alla "valutazione e gestione della qualità dell'aria ambiente"; stabilisce il contesto entro il quale effettuare la valutazione e la gestione della qualità dell'aria secondo criteri armonizzati in tutti i paesi dell'unione europea (direttiva quadro), demandando poi a direttive "figlie" la definizione dei parametri tecnico-operativi specifici per gruppi di inquinanti;
- Direttiva 99/30/CE relativa ai "valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo", stabilisce i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo (prima direttiva figlia);
- Direttiva 00/69/CE relativa ai "valori limite di qualità dell'aria ambiente per benzene ed il monossido di carbonio", stabilisce i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio (seconda direttiva figlia);
- Direttiva 02/03/CE relativa all'"ozono nell'aria" (terza direttiva figlia);
- Direttiva 2001/81/CE relativa ai limiti massimi per le emissioni annue degli Stati membri di biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>), ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>), composti organici volatili non metanici (COV) e ammoniaca (NH<sub>3</sub>);
- Direttiva 04/107/CE relativa all'"arsenico, cadmio, mercurio, nichel e idrocarburi policiclici aromatici in aria" che fissa il valore obiettivo per la concentrazione nell'aria ambiente di arsenico, cadmio, mercurio, nichel e idrocarburi policiclici aromatici;
- Direttiva 08/50/CE 107/CE relativa alla "qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa". Ha abrogato tutte le direttive sopra citate tranne la

<b>Mandataria:</b>	<b>Mandanti:</b>		
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			<b>Dott. Geol. Giovanni Mancini</b>
			<b>Dott. Archeol. Luca Fornari</b>
			<b>Dott. Agr. Emiliano Pompei</b>



<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b> Regione Marche – LOTTO 2 San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)			
Relazione atmosferica			
Codice documento: 15347-PFTE-01-AMB-RPT-501		rev: R00	pag. 43

2004/107/CE ribadendone, di fatto, i contenuti ed aggiungendo il PM2,5 tra gli inquinanti da monitorare.

- Direttiva Europea UE 2016/2284 pubblicata sulla GU.U.E. del 17/12/2016 ed entrata in vigore il 31.12.2016. La cosiddetta “NEC” stabilisce i nuovi obiettivi strategici per il periodo fino al 2030, con l'intento di progredire verso l'obiettivo di miglioramento di lungo termine dell'Unione attraverso l'indicazione di percentuali di riduzione delle emissioni nazionali dal 2020 al 2029 e poi a partire dal 2030.

#### Il quadro normativo nazionale

L'emanazione dei diversi decreti di recepimento delle direttive europee ha contribuito a razionalizzare il quadro di riferimento e a qualificare gli strumenti di controllo e pianificazione del territorio. I principali riferimenti sono:

- Il D.Lgs. 351 del 4 agosto 1999 recepisce la direttiva 96/62/CE e costituisce quindi il riferimento “quadro” per l'attuale legislazione italiana;
- Il D.M. 60 del 2 aprile 2002 è la norma che recepisce la prima e la seconda direttiva figlia; definisce, infatti, per gli inquinanti di cui al gruppo I del D.Lgs. 351/1999 con l'aggiunta di benzene e monossido di carbonio (CO); i valori limite e le soglie di allarme, il margine di tolleranza, il termine entro il quale il limite deve essere raggiunto, i criteri per la raccolta dei dati di qualità dell'aria compreso il numero di punti di campionamento, i metodi di riferimento per le modalità di prelievo e di analisi;
- Il D.M. 261 del 1° ottobre 2002 individua le modalità di valutazione preliminare della qualità dell'aria lì dove mancano i dati e i criteri per l'elaborazione di piani e programmi per il raggiungimento dei limiti previsti nei tempi indicati dal D.M. 60/2002;
- Il D.Lgs. 183 del 21 maggio 2004, recepisce la direttiva europea 02/03/CE riguardante l'ozono in atmosfera (terza direttiva figlia), in particolare indica “valori bersaglio” da raggiungere entro il 2010, demanda a Regioni e Province autonome la definizione di zone e agglomerati in cui la concentrazione di ozono superi il valore bersaglio; per tali zone dovranno essere adottati piani e programmi per il raggiungimento dei valori bersaglio. Piani e programmi dovranno essere redatti sulla base delle indicazioni del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare. La normativa riporta anche valori a lungo termine (al disotto dei quali non ci si attende alcun effetto sulla salute), soglie di informazione (valori al di sopra dei quali possono esserci rischi per gruppi sensibili) e soglie di allarme (concentrazioni che possono determinare effetti anche per esposizioni a breve termine);

Mandataria:	Mandanti:		
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei

<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b> Regione Marche – LOTTO 2 San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)			
Relazione atmosferica			
Codice documento: 15347-PFTE-01-AMB-RPT-501		rev: R00	pag. 44

- Il D.Lgs. 171 del 21 maggio 2004, recepisce la direttiva europea 2001/81/CE, riguardante i limiti massimi per le emissioni annue degli Stati membri, individua gli strumenti per assicurare che le emissioni nazionali annue per il biossido di zolfo, per gli ossidi di azoto, per i composti volatili e per l'ammoniaca, rispettino entro il 2010 e negli anni successivi i limiti nazionali di emissione;
- Il D.Lgs. 152/2007 (che recepisce la direttiva 2004/107/CE) è l'ultima norma figlia emanata e si riferisce ad un gruppo di inquinanti (l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA), per cui non è ancora possibile una misura in continuo e che si trovano prevalentemente all'interno del particolato sottile. Anche in questo caso vengono stabiliti i limiti di qualità dell'aria, le modalità di misura e le informazioni da fornire al pubblico.




L'insieme di tutte queste norme costituisce la base normativa su cui si fonda il controllo e la gestione attuale della qualità dell'aria.

Il D.Lgs. 155/2010, "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa", recepisce la Direttiva 2008/50/CE 107/CE. Quest'unica norma sostituisce sia la legge quadro (D.Lgs. 351/99) sia i decreti attuativi (che fornivano modalità di misura, indicazioni sul numero e sulla collocazione delle postazioni di monitoraggio, limiti e valori di riferimento per i diversi inquinanti) ribadendo i fondamenti del controllo dell'inquinamento atmosferico e i criteri di monitoraggio e introducendo, in base alle nuove evidenze epidemiologiche, tra gli inquinanti da monitorare anche il PM<sub>2,5</sub>, ormai ben noto per la sua pericolosità.

Nella tabella seguente vengono riportati il riepilogo degli adeguamenti normativi stabiliti dal D.Lgs. 155/2010.

*Tabella 2-18 Valori limite, livelli critici, valori obiettivo, soglie di allarme per la protezione della salute umana per inquinanti diversi dall'ozono. Fonte: Allegati XI e XIII D.Lgs. 155/2010*

Inquinante	Indicatore Normativo	Periodo di mediazione	Valore stabilito	Margine tolleranza	N° sup. consentiti	Data risp. limite
<b>Biossido di Zolfo SO<sub>2</sub></b>	Valore limite protezione salute umana	1 ora	350 µg/m <sup>3</sup>	-	24	in vigore dal 1° gennaio 2005
	Valore limite protezione salute umana	24 ore	125 µg/m <sup>3</sup>	-	3	in vigore dal 1° gennaio 2005
	Soglia di allarme	3 ore consecutive in una stazione con rappresentatività	500 µg/m <sup>3</sup>	-	-	-

Mandataria:		Mandanti:		
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini	
			Dott. Archeol. Luca Fornari	
			Dott. Agr. Emiliano Pompei	

<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b> <b>Regione Marche – LOTTO 2</b> <b>San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)</b>				
<b>Relazione atmosferica</b>				
<b>Codice documento: 15347-PFTE-01-AMB-RPT-501</b>			<b>rev: R00</b>	<b>pag. 45</b>

		> 100 kmq				
	Livelli critici per la vegetazione	anno civile e inverno	20 µg/m³	-	-	in vigore dal 19 luglio 2001
<b>Biossido di azoto NO2</b>	Valore limite protezione salute umana	1 ora	200 µg/m³	-	18	in vigore dal 1° gennaio 2010
	Valore limite protezione salute umana	anno civile	40 µg/m³	-	-	in vigore dal 1° gennaio 2010
	Soglia di allarme	3 ore consecutive in una stazione con rappresentatività > 100 kmq	400 µg/m³	-	-	-
<b>Ossidi di azoto NOX</b>	Livelli critici per la vegetazione	anno civile	30 µg/m³	-	-	in vigore dal 19 luglio 2001
<b>Particolato PM10</b>	Valore limite protezione salute umana	24 ore	50 µg/m³	-	35	in vigore dal 1° gennaio 2005
	Valore limite protezione salute umana	anno civile	40 µg/m³	-	-	in vigore dal 1° gennaio 2005
<b>Particolato fine PM2,5</b>	Valore limite protezione salute umana	anno civile	25 µg/m³	-	-	in vigore dal 1° gennaio 2015
<b>Piombo</b>	Valore limite protezione salute umana	anno civile	0,5 µg/m³			
<b>Benzene</b>	Valore limite protezione salute umana	anno civile	5 µg/m³	-	-	1° gennaio 2010
<b>Monossido di carbonio</b>	Valore limite protezione salute umana	massima media su 8h consecutive	10 mg/m³	-	-	in vigore dal 1° gennaio 2015
<b>Arsenico</b>	Valore obiettivo	anno civile	6 ng/m³	-	-	-
<b>Cadmio</b>	Valore obiettivo	anno civile	5 ng/m³	-	-	-
<b>Nichel</b>	Valore obiettivo	anno civile	20 ng/m³	-	-	-

<b>Mandataria:</b>	<b>Mandanti:</b>		
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			<b>Dott. Geol. Giovanni Mancini</b>
			<b>Dott. Archeol. Luca Fornari</b>
			<b>Dott. Agr. Emiliano Pompei</b>

<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b> Regione Marche – LOTTO 2 San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)			
Relazione atmosferica			
Codice documento: 15347-PFTE-01-AMB-RPT-501		rev: R00	pag. 46

Benzo(a)pirene	Valore obiettivo	anno civile	1 ng/m <sup>3</sup>	-	-	-
----------------	------------------	-------------	---------------------	---	---	---

#### La pianificazione territoriale di riferimento

Il D.Lgs. n. 155/2010 “Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell’aria ambiente e per un’aria più pulita in Europa”, modificato con D.Lgs. n. 250/2012, DM 05 maggio 2015 e DM 26 gennaio 2017, è la normativa nazionale di riferimento per la pianificazione regionale in merito alla gestione della qualità dell’aria.

Il D. Lgs., attuando la Direttiva 2008/50/CE, riordina completamente la normativa in materia di gestione e tutela della qualità dell’aria, ed abroga e sostituisce le seguenti norme previgenti:

- D.Lgs. n. 351/1999 “Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e gestione della qualità dell’aria”;
- D.M. 2 aprile 2002, n. 60 “Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell’aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle di piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell’aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio”;
- Il D.Lgs. n. 183/2004 "Attuazione della direttiva 2002/3/CE relativa all'ozono nell'aria";
- Il D.Lgs. n. 152/2007 "Attuazione della direttiva 2004/107/CE concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente".

Le funzioni amministrative relative alla valutazione e alla gestione della qualità dell’aria ambiente competono allo Stato, alle Regioni e agli Enti locali.

La normativa regola le concentrazioni in aria degli inquinanti: biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>), biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>), monossido di carbonio (CO), particolato (PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>), piombo (Pb), benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>), oltre alle concentrazioni di ozono (O<sub>3</sub>) e ai livelli nel particolato PM<sub>10</sub> di alcuni parametri, quali cadmio (Cd), nichel (Ni), arsenico (As), e Benzo(a)pirene (BaP).

I vincoli più generali sono il rispetto dei limiti di concentrazione per ciascun inquinante misurati tramite una rete di monitoraggio con stazioni fisse e mobili di misurazione rappresentative di ampie aree di territorio.

La Regione Marche con la Deliberazione dell’assemblea legislativa DACR n. 143 del 12/01/2010 ha approvato il Piano Regionale di Risanamento e Mantenimento della

Mandataria:	Mandanti:		
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei

<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b> <b>Regione Marche – LOTTO 2</b> <b>San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)</b>			
<b>Relazione atmosferica</b>			
<b>Codice documento: 15347-PFTE-01-AMB-RPT-501</b>		<b>rev: R00</b>	<b>pag. 47</b>

Qualità dell'aria, realizzato in base le norme in vigore all'atto della sua approvazione (ai sensi del D.Lgs. 351/1999 artt. 8 e 9).

Il Decreto Legislativo 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” stabilisce che l'intero territorio nazionale sia suddiviso in zone e agglomerati da classificare ai fini della valutazione della qualità dell'aria ambiente. Alla zonizzazione provvedono le Regioni e le Province autonome sulla base dei criteri indicati nello stesso decreto. La Regione Marche ha approvato il progetto di zonizzazione e classificazione del territorio regionale ai fini della valutazione della qualità dell'aria ambiente ai sensi del D. Lgs. 155/2010, artt. 3 e 4, con Delibera consiliare n. 116 del 9 dicembre 2014, pubblicata sul Bollettino Ufficiale n. 118 del 24/12/2014 (Figura 2-24).

La Regione Marche ha inoltre predisposto un “Progetto di adeguamento della rete di misura ai fini della valutazione della qualità dell'aria”, con l'obiettivo di adeguare la classificazione del territorio agli indirizzi previsti dal D.Lgs. 155/2010. Il Progetto di adeguamento della rete di monitoraggio è stato approvato dal MATTM con nota prot. 624 del 14/01/2019.

<b>Mandataria:</b>	<b>Mandanti:</b>		
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			<b>Dott. Geol. Giovanni Mancini</b>
			<b>Dott. Archeol. Luca Fornari</b>
			<b>Dott. Agr. Emiliano Pompei</b>



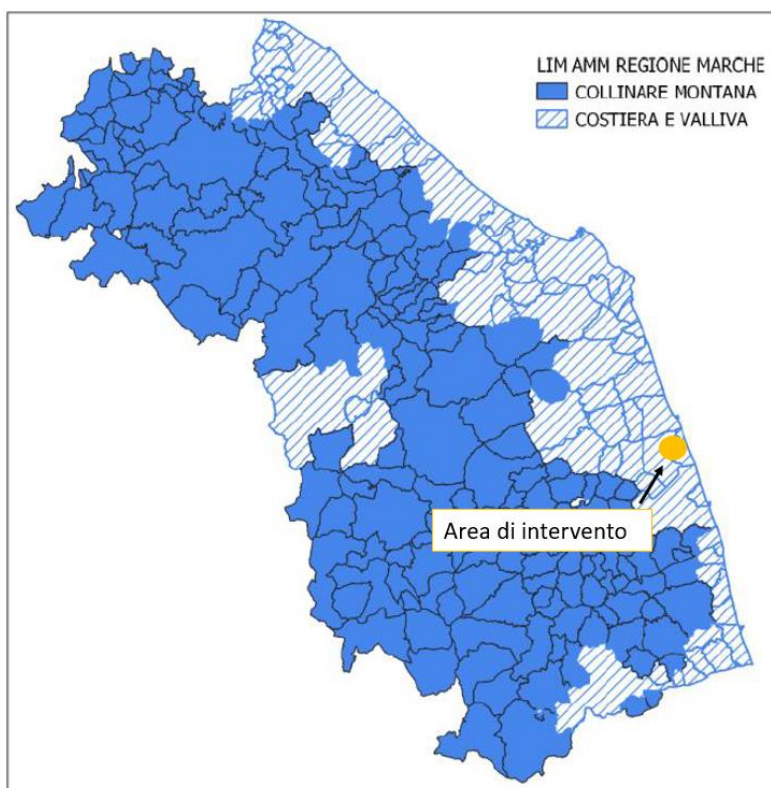


Figura 2-24 Zonizzazione della Regione Marche da DACR n.116/2014 (Fonte: “Report regionale della qualità dell’aria 2015-2020”)

Come descritto nella “Zonizzazione e classificazione del territorio regionale ai fini della valutazione della qualità dell’aria ambiente”, il territorio regionale è stato suddiviso nelle seguenti due zone:

- Zona costiera e valliva (IT1110), in cui ricade l'area di intervento, all'interno della quale sono compresi tutti i comuni costieri che sono caratterizzati da analoghe condizioni meteorologiche e orografiche, in cui sono presenti molti dei maggiori centri urbani, le principali vie di comunicazione, quali l'autostrada A14 e la Strada Statale Adriatica (SS16) (che è strada ad alto volume di traffico), numerosi poli industriali e produttivi, e che sono soggetti a notevoli incrementi della popolazione durante la stagione estiva;
- Zona collinare e montana (IT1111), all'interno della quale sono stati raggruppati i Comuni collinari e montani non appartenenti alla zona costiera e valliva, che, sulla base dei criteri stabiliti dal Coordinamento di cui all'articolo 20 del decreto, possono essere assimilati fra loro come condizioni meteorologiche, orografiche e come carico emissivo.

<b>Mandataria:</b>		<b>Mandanti:</b>		
	<b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			<b>Dott. Geol. Giovanni Mancini</b>
				<b>Dott. Archeol. Luca Fornari</b>
				<b>Dott. Agr. Emiliano Pompei</b>

<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b> <b>Regione Marche – LOTTO 2</b> <b>San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)</b>			
<b>Relazione atmosferica</b>			
<b>Codice documento: 15347-PFTE-01-AMB-RPT-501</b>		<b>rev: R00</b>	<b>pag. 49</b>

### La rete di monitoraggio

La qualità dell'aria nella Regione Marche è valutata attraverso la Rete regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria (R.R.Q.A.) costituita attualmente da 17 centraline fisse e 2 laboratori mobili, gestite da ARPAM ai sensi della DGR n. 1600 del 27 novembre 2018.

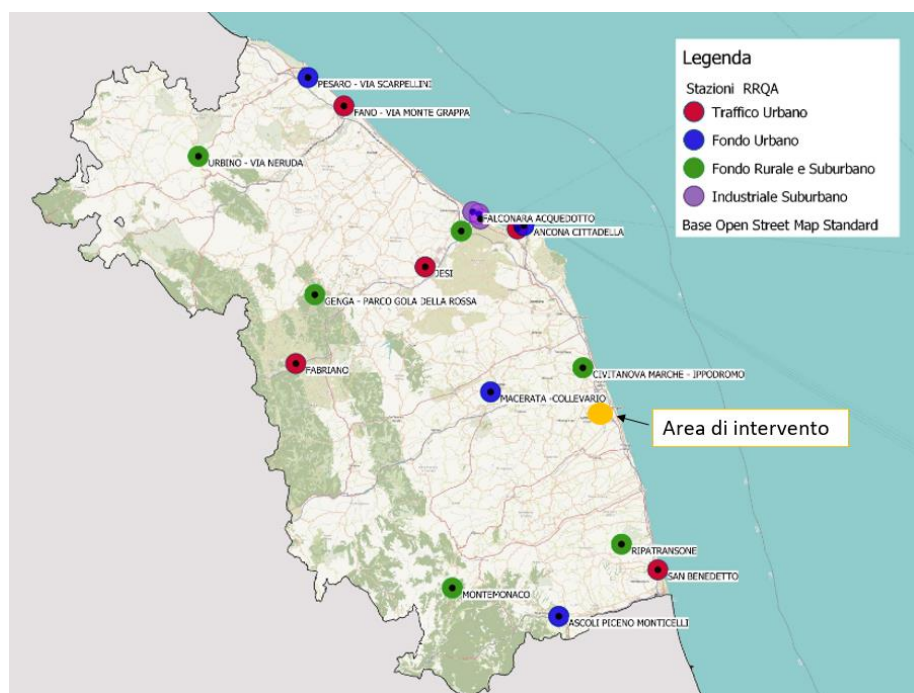


Figura 2-25 Stazioni di monitoraggio di qualità dell'aria (Fonte: "Report regionale della qualità dell'aria 2015-2020")

## 2.5 Analisi della qualità dell'aria allo stato attuale

L'obiettivo del presente paragrafo è caratterizzare la qualità dell'aria attuale delle zone limitrofe al progetto in esame attraverso l'analisi dei dati registrati dalle centraline presenti nella Regione Marche.

Pertanto, è stato attribuito, in base delle diverse tipologie di aree presenti sul territorio, un valore di qualità dell'aria funzione del tipo di zona (urbana, rurale, industriale).

Relativamente all'area di studio, a valle di una prima analisi delle centraline appartenenti alla Rete regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria (cfr. Figura 2-25)

<b>Mandataria:</b>		<b>Mandanti:</b>	
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			<b>Dott. Geol. Giovanni Mancini</b>
			<b>Dott. Archeol. Luca Fornari</b>
			<b>Dott. Agr. Emiliano Pompei</b>





presenti in prossimità dell'area di intervento, sono state individuate come centraline di riferimento, quelle più vicine e significative in termini di tipologia.

Provincia	Stazione	Tipologia	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub> -NO <sub>x</sub>	CO	O <sub>3</sub>	PM10	PM2.5	Benzene	B(a)p	Metalli
AN	Ancona Cittadella	FU	x	x	x	x	x	x	x	x	x
AN	Ancona Stazione FF	TU	x	x	x	x	x	x	x	x	x
AN	Chiaravalle/2	FS	x	x	x	x	x	x	x		
AN	Fabiano	TU		x	x		x	x			
AN	Falconara Acquedotto	IS	x	x		x			x		
AN	Falconara Alta	IS	x	x		x	x		x		
AN	Falconara Scuola	IS	x	x		x	x	x	x	x	x
AN	Genga - Parco Gola della Rossa	FR	x	x	x	x	x	x			
AN	Jesi	TU		x	x		x		x		
MC	Macerata - Collevorio	FU		x	x	x	x	x	x		
MC	Civitanova Marche - Ippodromo	FR		x		x	x	x			
AP	Montemonaco	FR		x		x	x	x	x		
AP	Ripatransone	FR					x				
AP	San Benedetto	TU		x	x		x		x		
AP	Ascoli Piceno Monticelli	FU		x		x	x	x	x		
PU	Urbino - Via Neruda	FS		x	x	x	x				
PU	Pesaro - Via Scarpellini	FU		x	x	x	x	x	x		
PU	Fano - Via Monte Grappa	TU	x	x	x		x		x		

Figura 2-26 Stazioni di monitoraggio di qualità dell'aria e rispettiva dotazione strumentale (Fonte: "Report regionale della qualità dell'aria 2015-2020")

La prima centralina considerata è quella di Civitanova Marche - Ippodromo, distante circa 14 km dal sito di interesse ed è classificata come centralina di "fondo rurale".

Dal momento che questa centralina non monitora il monossido di carbonio (CO) e il benzene, per analizzare tali inquinanti è stata presa in considerazione la centralina di Macerata – Collevorio, distante circa 27 km dall'area di intervento e classificata di "fondo urbano"

<b>Mandataria:</b>	<b>Mandanti:</b>		
<b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			<b>Dott. Geol. Giovanni Mancini</b>
			<b>Dott. Archeol. Luca Fornari</b>
			<b>Dott. Agr. Emiliano Pompei</b>

<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b> Regione Marche – LOTTO 2 San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)			
Relazione atmosferica			
Codice documento: 15347-PFTE-01-AMB-RPT-501		rev: R00	pag. 51

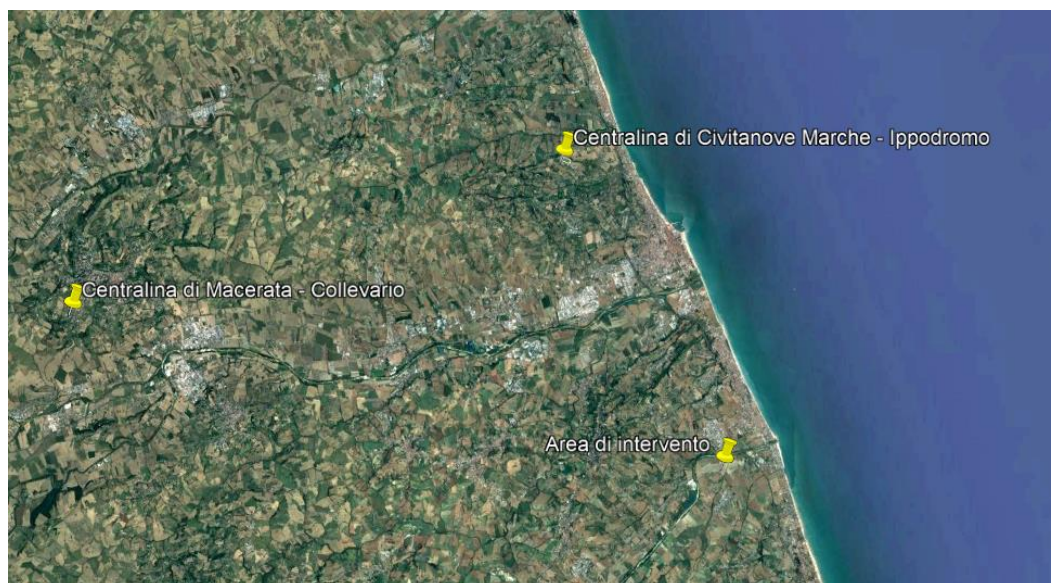


Figura 2-27 Localizzazione centraline di qualità dell'aria di riferimento

Gli inquinanti di interesse nel presente studio sono analizzati nel proseguo della trattazione e fanno riferimento alla centralina nell'anno preso come riferimento per lo stato attuale (2023).

Di seguito si riporta un'indicazione dello stato di qualità dell'aria negli anni, per quanto riguarda gli inquinanti di maggior interesse, focalizzando l'attenzione sui dati di concentrazione forniti dalle centraline di monitoraggio di Civitanova Marche – Ippodromo, per l'NO<sub>x</sub>, l'NO<sub>2</sub>, il PM<sub>10</sub>, il PM<sub>2,5</sub> e di Macerata – Collevario per il CO e benzene.

#### Ossidi di azoto

Pur essendo presenti in atmosfera diverse specie di ossidi di azoto, per quanto riguarda l'inquinamento dell'aria si fa quasi esclusivamente riferimento al termine NO<sub>x</sub> che sta ad indicare la somma pesata del monossido di azoto (NO) e del biossido di azoto (NO<sub>2</sub>).

Durante le combustioni l'azoto molecolare (N<sub>2</sub>) presente nell'aria, che brucia insieme al combustibile, si ossida a monossido di azoto (NO). Nell'ambiente esterno il monossido si ossida a biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), che è quindi un inquinante secondario, poiché non viene emesso direttamente. Il biossido di azoto è "ubiquitario" ciò significa che si ritrova in atmosfera un po' ovunque, con concentrazioni abbastanza costanti.

Mandataria:		Mandanti:		
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini	
			Dott. Archeol. Luca Fornari	
			Dott. Agr. Emiliano Pompei	

<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b> Regione Marche – LOTTO 2 San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)			
Relazione atmosferica			
Codice documento: 15347-PFTE-01-AMB-RPT-501		rev: R00	pag. 52

L'ossido di azoto (NO), anche chiamato ossido nitrico, è un gas incolore, insapore ed inodore con una tossicità limitata, al contrario di quella del biossido di azoto che risulta invece notevole. Il biossido di azoto è un gas tossico di colore giallo - rosso, dall'odore forte e pungente e con grande potere irritante. Il ben noto colore giallognolo delle foschie che ricoprono le città ad elevato traffico è dovuto per l'appunto all'elevata presenza di questo gas. Il biossido di azoto svolge un ruolo fondamentale nella formazione dello smog fotochimico in quanto costituisce l'intermedio di base per la produzione di tutta una serie di inquinanti secondari molto pericolosi tra cui l'ozono, l'acido nitrico, l'acido nitroso e gli alchilnitrati. Da notare che gli NOx vengono per lo più emessi da sorgenti al suolo e sono solo parzialmente solubili in acqua, questo influenza notevolmente il trasporto e gli effetti a distanza.

L'azione sull'uomo dell'ossido di azoto è relativamente bassa. A causa della rapida ossidazione a biossido di azoto, si fa spesso riferimento esclusivo solo a quest'ultimo inquinante, in quanto risulta molto più tossico del monossido.

Il biossido di azoto è un gas irritante per le mucose e può contribuire all'insorgere di varie alterazioni delle funzioni polmonari, di bronchiti croniche, di asma e di enfisema polmonare. Lunghe esposizioni anche a basse concentrazioni provocano una drastica riduzione delle difese polmonari, con conseguente aumento di rischio di infezioni alle vie respiratorie soprattutto in soggetti bronchitici ed asmatici, negli anziani e nei bambini.

L'inquinamento da biossido di azoto ha un impatto sulla vegetazione di minore entità rispetto al biossido di zolfo. In alcuni casi, brevi periodi di esposizione a basse concentrazioni possono incrementare i livelli di clorofilla, mentre lunghi periodi possono causare la senescenza e la caduta delle foglie più giovani.

Il meccanismo principale di aggressione comunque è costituito dall'acidificazione del suolo: gli inquinanti acidi causano un impoverimento del terreno per la perdita di ioni calcio, magnesio, sodio e potassio e conducono alla liberazione di ioni metallici tossici per le piante. Inoltre, l'abbassamento del pH compromette anche molti processi microbici del terreno, fra cui l'azotofissazione.

Si stima infine che gli ossidi di azoto e i loro derivati contribuiscono per il 30% alla formazione delle piogge acide, danneggiando anche edifici e monumenti e provocandone un invecchiamento accelerato, in molti casi irreversibile.

*Concentrazioni di NO<sub>2</sub>*

Mandataria:		Mandanti:		
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.				Dott. Geol. Giovanni Mancini Dott. Archeol. Luca Fornari Dott. Agr. Emiliano Pompei

<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b>		
<b>Regione Marche – LOTTO 2</b>		
<b>San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)</b>		
<b>Relazione atmosferica</b>		
<b>Codice documento: 15347–PFTE-01-AMB-RPT-501</b>	<b>rev: R00</b>	<b>pag. 53</b>

Di seguito si riportano i valori di NO<sub>2</sub> in termini di concentrazioni medie annue registrate dalla centralina di qualità dell'aria di Civitanova Marche – Ippodromo negli anni dal 2016 al 2023 ed i relativi superamenti orari.

Tabella 2-19 Concentrazione media annua e numero dei superamenti del limite orario dell'NO<sub>2</sub> registrati dalla centralina di riferimento nell'arco temporale considerato (Fonte: elaborazione dati ARPAM)

NO <sub>2</sub>								
Anno	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Concentrazione [µg/m <sup>3</sup> ]	9,3	8,2	7,6	7,0	8,1	7,6	11,7	11,1
Superamenti annui	0	0	0	0	0	0	0	0

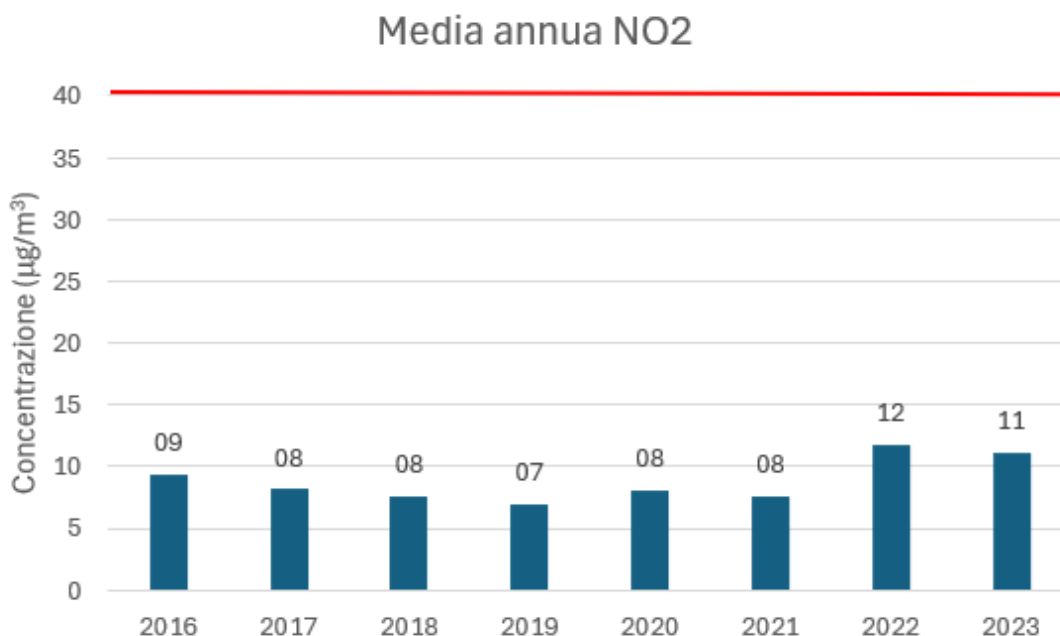


Figura 2-28 Concentrazione media annua e numero dei superamenti del limite orario dell'NO<sub>2</sub> registrati dalla centralina di riferimento nell'arco temporale considerato (Fonte: elaborazione dati ARPAM)

Come si può osservare in Tabella 2-19 e in Figura 2-28, non è mai stato superato il valore limite sulla media annua di 40 µg/m<sup>3</sup>.

Inoltre, non ci sono mai stati superamenti del limite orario, pari a 200 µg/m<sup>3</sup>, da non superarsi per più di 18 volte all'anno.

#### Concentrazioni di NO<sub>x</sub>

Mandataria:	Mandanti:		
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei

<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b> <i>Regione Marche – LOTTO 2</i> <i>San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)</i>			
<i>Relazione atmosferica</i>			
<b>Codice documento: 15347–PFTE-01-AMB-RPT-501</b>		<i>rev: R00</i>	<i>pag.</i> <b>54</b>

Di seguito si riportano i valori di NO<sub>x</sub> in termini di concentrazioni medie annue registrate dalla centralina di Civitanova Marche – Ippodromo negli anni dal 2016 al 2023.

Tabella 2-20 Concentrazione media annua di NO<sub>x</sub> registrati dalla centralina di riferimento nell'arco temporale considerato (Fonte: elaborazione dati ARPAM)

NO <sub>x</sub>								
Anno	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Concentrazione [µg/m <sup>3</sup> ]	18,0	15,0	12,8	11,4	13,8	14,3	18,4	17,9
Superamenti annui	0	0	0	0	0	0	0	0

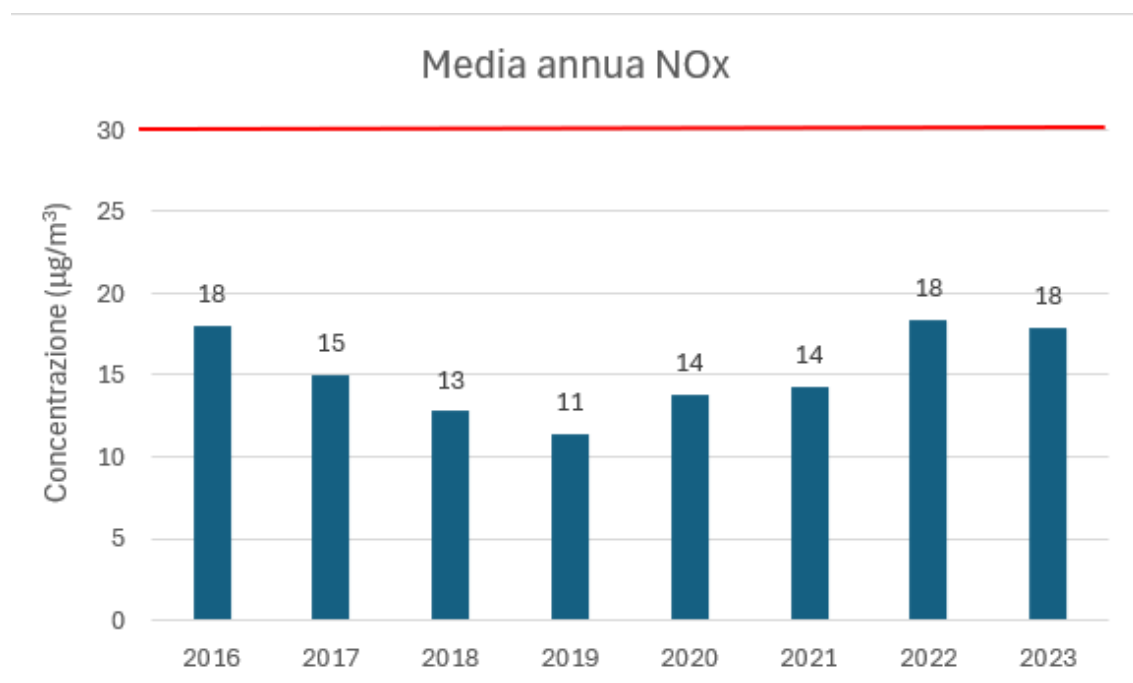


Figura 2-29 Concentrazione media annua di NO<sub>x</sub> registrati dalla centralina di riferimento nell'arco temporale considerato (Fonte: elaborazione dati ARPAM)

Come si può osservare nella tabella e nella figura precedenti, dal 2016 non è stato superato il valore limite sulla media annua di 30 µg/m<sup>3</sup>.

#### Relazione NO<sub>x</sub> – NO<sub>2</sub>

Il dato di partenza delle analisi, con particolare riferimento a quanto calcolato attraverso i modelli di analisi diffusionale degli inquinati, è relativo agli ossidi di azoto

Mandataria:	Mandanti:		
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei



<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b> Regione Marche – LOTTO 2 San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)			
Relazione atmosferica			
Codice documento: 15347-PFTE-01-AMB-RPT-501		rev: R00	pag. 55

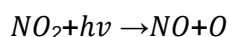
NO<sub>x</sub>. Con tale termine generalmente vengono indicate le due componenti più importanti, ovvero l'ossido di azoto NO ed il biossido di azoto NO<sub>2</sub>.

Tali ossidi sono prodotti dal processo di combustione e dipendono fortemente dalla temperatura e dalla presenza di ossigeno durante la combustione. In termini generali la produzione primaria di ossidi di azoto da combustione è perlopiù composta da ossido di azoto (90%) e solo da una quota parte di biossido di azoto (10%). Tuttavia, una volta emesso in atmosfera, l'NO prodotto nei processi di combustione si può convertire in NO<sub>2</sub>, costituendo così una produzione secondaria di biossido di azoto, nonché producendo ozono.

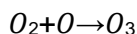
L'insieme di reazioni chimiche che intervengono nella trasformazione di NO in NO<sub>2</sub> è detto ciclo fotolitico.

Tale ciclo può essere schematizzato dalle seguenti reazioni.

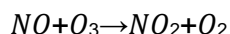
L'NO<sub>2</sub> prodotto nelle ore diurne assorbe energia dalle radiazioni UV, scindendosi in una molecola di NO ed in atomi di ossigeno reattivi



Gli atomi di ossigeno altamente reattivi si combinano con le molecole di O<sub>2</sub> dando origine all'ozono O<sub>3</sub>.



L'O<sub>3</sub> reagisce con l'NO per formare nuovamente NO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub>



Le reazioni sin qui esposte rappresentano un ciclo che a sua volta rappresenta solo una quota parte delle reazioni chimiche che hanno luogo nella parte inferiore dell'atmosfera. Gli idrocarburi presenti in aria interferiscono nel ciclo, favorendo la conversione di NO in NO<sub>2</sub> in maniera più rapida rispetto al processo inverso, favorendo così l'accumulo di NO<sub>2</sub> e O<sub>3</sub> in atmosfera. Allo stesso modo andrebbero poi considerate le interazioni tra tali gas e l'umidità atmosferica, la quale porterebbe alla produzione acido nitrico e di nitrati.

Mandataria:	Mandanti:		
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei

<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b> <b>Regione Marche – LOTTO 2</b> <b>San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)</b>			
<b>Relazione atmosferica</b>			
<b>Codice documento: 15347-PFTE-01-AMB-RPT-501</b>		<b>rev: R00</b>	<b>pag. 56</b>

Come descritto il processo di trasformazione da ossidi di azoto in biossido di azoto (inquinante rispetto al quale è possibile effettuare un confronto con i limiti normativi) è molto complesso e dipende da molte variabili.

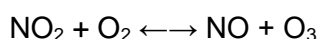
Per stimare tali valori esistono alcune leggi di correlazione empirica che permettono di valutare la quota parte di ossidi di azoto che si trasforma in biossido di azoto. Un esempio di valutazione è il metodo “Derwnt and Middleton” 1996<sup>1</sup> il quale deriva da una stima di tipo empirico basata sul rapporto NO<sub>x</sub>-NO<sub>2</sub> ricavato da numerose misure sperimentali nell’area di Londra.

Un altro metodo è quello sviluppato da “Düring et al.” nel 2011<sup>2</sup>, anch’esso derivante da studi sperimentali di correlazione effettuati in Germania.

Da ulteriori fonti bibliografiche, “ARPA Emilia Romagna” <sup>3</sup>, è stato evidenziato come il valore del rapporto NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> sia pari al 10% “...si può ritenere che la produzione di NO<sub>2</sub>, quale inquinante primario, sia pari al 10 % dell’ossido di azoto complessivamente generato...”.

Continuando l’analisi bibliografica è stato possibile determinare ulteriori relazioni relative alle trasforma-zioni degli NO<sub>x</sub> nelle due componenti principali NO e NO<sub>2</sub>. Uno studio condotto in Cina (Suqin Han et al.,2011)<sup>4</sup> ha valutato il rapporto NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> relazionandolo all’ozono, O<sub>3</sub>.

Werner SCHOLZ e Peter RABL, 2006<sup>5</sup> hanno messo in evidenza come lo sviluppo, nel tempo, dei rapporti NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> e l’ozono O<sub>3</sub> indichi la correlazione fotochimica tra gli ossidi di azoto e ozono. Un approccio semplice è l’equilibrio foto-stazionario:



Secondo la legge di azione di massa si ha la seguente relazione:

$$\frac{\text{NO} * \text{O}_3}{\text{NO}_2} = k$$

1 Derwent, R.G. and Middleton, D.R., 1996. An empirical function to the ratio NO<sub>2</sub>: NO<sub>x</sub>. Clean Air, 26: 57-60

2 Düring I, Bächlin W, Ketzel M, et al. (2011) A new simplified NO/NO<sub>2</sub> conversion model under consideration of direct NO<sub>2</sub>-emis-sions. Meteorologische Zeitschrift 20:67–73. doi: 10.1127/0941-2948/2011/0491

3 Arpa Emilia Romagna

4 Analysis of the Relationship between O<sub>3</sub>, NO and NO<sub>2</sub> in Tianjin, China Suqin Han, Hai Bian, Yinchang Feng, Aixia Liu, Xiangjin Li, Fang Zeng, Xiaoling Zhang, 2011

5 Unexpectedly low decrease of NO<sub>2</sub> air pollution – Correlation with ozone concentration and altered exhaust emissions Werner SCHOLZ e Peter RABL, 2006

<b>Mandataria:</b>		<b>Mandanti:</b>	
			<b>Dott. Geol. Giovanni Mancini</b>
			<b>Dott. Archeol. Luca Fornari</b>
			<b>Dott. Agr. Emiliano Pompei</b>





dove  $k$  è la costante di equilibrio.

Nel caso in esame si è valutata la relazione che intercorre tra  $\text{NO}_x$  e  $\text{NO}_2$  rappresentandoli nel grafico sottostante calcolando l'equazione della retta che rappresenta l'interazione che intercorre tra i due elementi e il coefficiente di correlazione  $R^2$  che permette di quantificare la forza della relazione lineare tra le due variabili.  $R^2$  può assumere valori che vanno da -1 ad 1, dove 1 è indice di correlazione positiva in cui i valori delle due variabili tendono ad aumentare in parallelo. Nel caso in esame il valore di  $R^2$  risulta essere pari a 0,97 per cui la retta può essere considerata un'ottima rappresentazione delle due variabili. Nella realtà la correlazione tra  $\text{NO}_x$  e  $\text{NO}_2$  segue un andamento di tipo polinomiale: in questo caso si può pensare che l'ipotesi lineare sia più cautelativa e quindi a vantaggio di sicurezza.

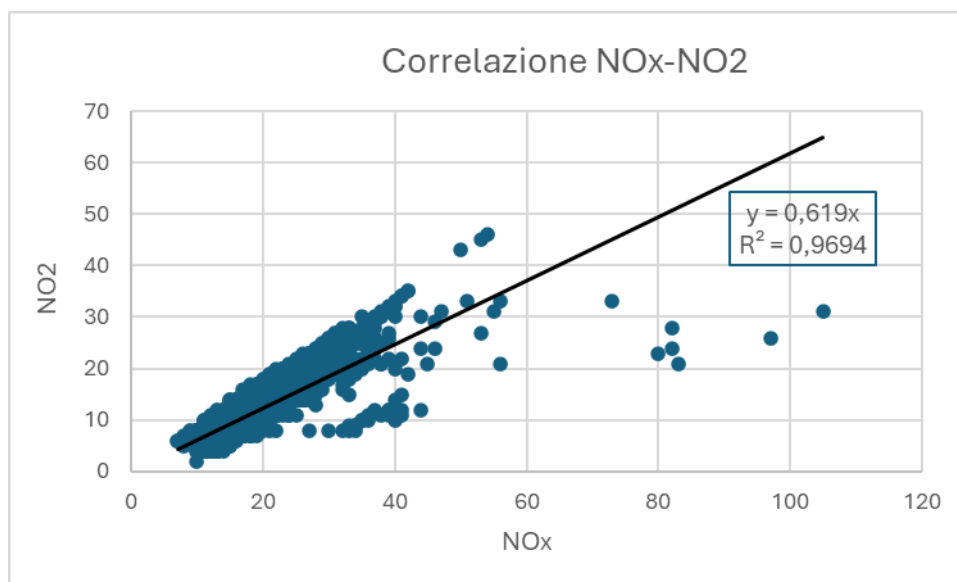


Figura 2-30 Relazione  $\text{NO}_x$  -  $\text{NO}_2$  valori orari (Fonte: elaborazione dati ARPA Marche)

### Particolato

Il particolato sospeso è costituito dall'insieme di tutto il materiale non gassoso, generalmente solido, in sospensione nell'aria. La natura delle particelle aerodisperse è molto varia: ne fanno parte le polveri sospese, il materiale organico disperso dai vegetali (pollini e frammenti di piante), il materiale inorganico prodotto da agenti naturali (vento e pioggia), dall'erosione del suolo o dei manufatti (frazione più grossolana), etc. Nelle aree urbane il materiale particolato di natura primaria può avere origine da lavorazioni industriali (cantieri edili, fonderie, cementifici), dall'usura

Mandataria:	Mandanti:		
			Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei

<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b> Regione Marche – LOTTO 2 San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)			
Relazione atmosferica			
Codice documento: 15347-PFTE-01-AMB-RPT-501		rev: R00	pag. 58

dell'asfalto, degli pneumatici, dei freni, delle frizioni e dalle emissioni di scarico degli autoveicoli, in particolare quelli dotati di motore a ciclo diesel. Una componente significativa del particolato di minori dimensioni ha inoltre origine da processi secondari, che comportano la trasformazione in particelle di inquinanti originariamente emessi in forma gassosa.

Si specifica come le particelle di dimensioni inferiori costituiscano un pericolo maggiore per la salute umana, in quanto possono penetrare in profondità nell'apparato respiratorio. In prima approssimazione:

- le particelle con diametro superiore ai 10 µm si fermano nelle prime vie respiratorie;
- le particelle con diametro tra i 5 e i 10 µm raggiungono la trachea e i bronchi;
- le particelle con diametro inferiore ai 5 µm possono raggiungere gli alveoli polmonari.

#### Concentrazioni di PM10

Con riferimento alle concentrazioni registrate dalle centraline di ARPAM di Civitanova Marche – Ippodromo, di seguito si riportano i valori di PM10 in termini di concentrazioni medie annue registrate da tale centralina dal 2016 al 2023 e il numero di superamenti del limite giornaliero di 50 µg/m<sup>3</sup>.

*Tabella 2-21 Concentrazione media annua e numero dei superamenti del limite giornaliero del PM10 registrati dalla centralina di riferimento nell'arco temporale considerato (Fonte: elaborazione dati ARPAM)*

PM 10								
Anno	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Concentrazione [µg/m <sup>3</sup> ]	16,0	17,6	17,2	15,5	18,8	23,7	14,0	12,5
Superamenti annui	0	0	0	0	0	0	0	0

Mandataria:	Mandanti:		
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei

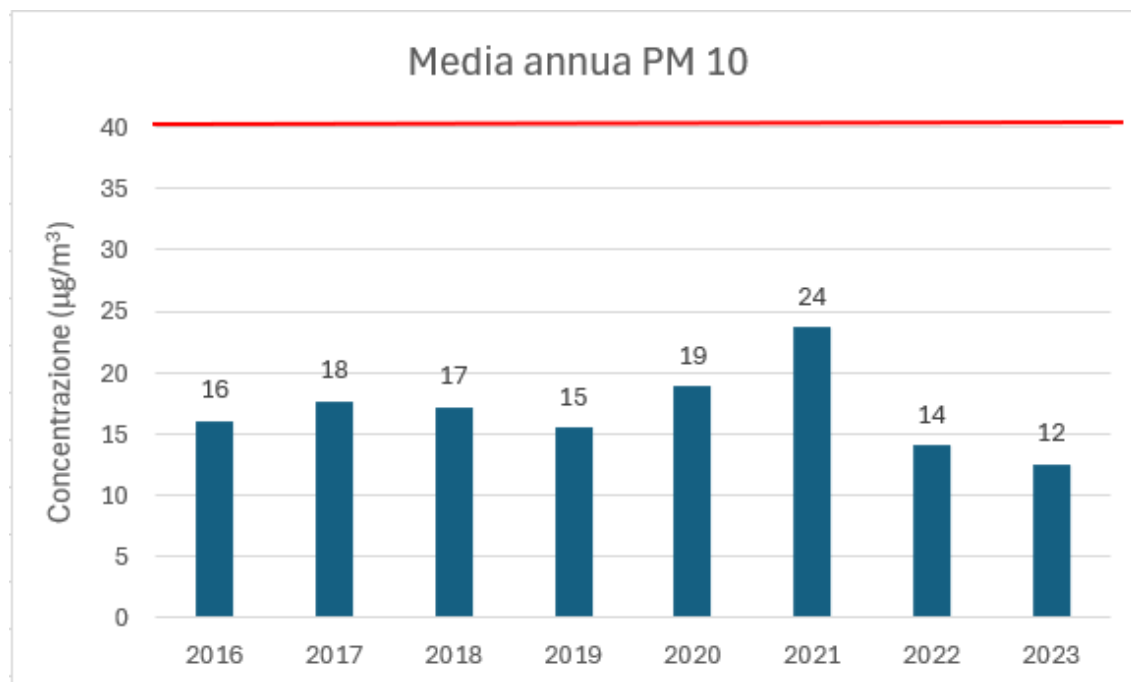


Figura 2-31 Concentrazione media annua e numero dei superamenti del limite giornaliero del PM10 registrati dalla centralina di riferimento nell'arco temporale considerato (Fonte: elaborazione dati ARPAM)

Come si può osservare in

PM 10								
Anno	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Concentrazione [µg/m³]	16,0	17,6	17,2	15,5	18,8	23,7	14,0	12,5
Superamenti annui	0	0	0	0	0	0	0	0

e in Figura 2-31, non è mai stato superato il valore limite sulla media annua di 40 µg/m³.

Inoltre, non è stato registrato un numero di superamenti del limite giornaliero superiore a quello consentito dal D. Lgs. 155/201, pari a 35.

#### Concentrazioni di PM2,5

Di seguito si riportano i valori di PM2,5 in termini di concentrazioni medie annue registrate dalla centralina di Civitanova Marche – Ippodromo dal 2016 al 2023.

Tabella 2-22 Concentrazione media annua di PM2,5 registrata dalla centralina di riferimento nell'arco temporale considerato (Fonte: elaborazione dati ARPAM)

PM 2,5
--------

Mandataria:	Mandanti:		
			Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei



Anno	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Concentrazione [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	10,4	10,6	10,7	10,4	6,4	6,6	8,4	8,2
Superamenti annui	0	0	0	0	0	0	0	0

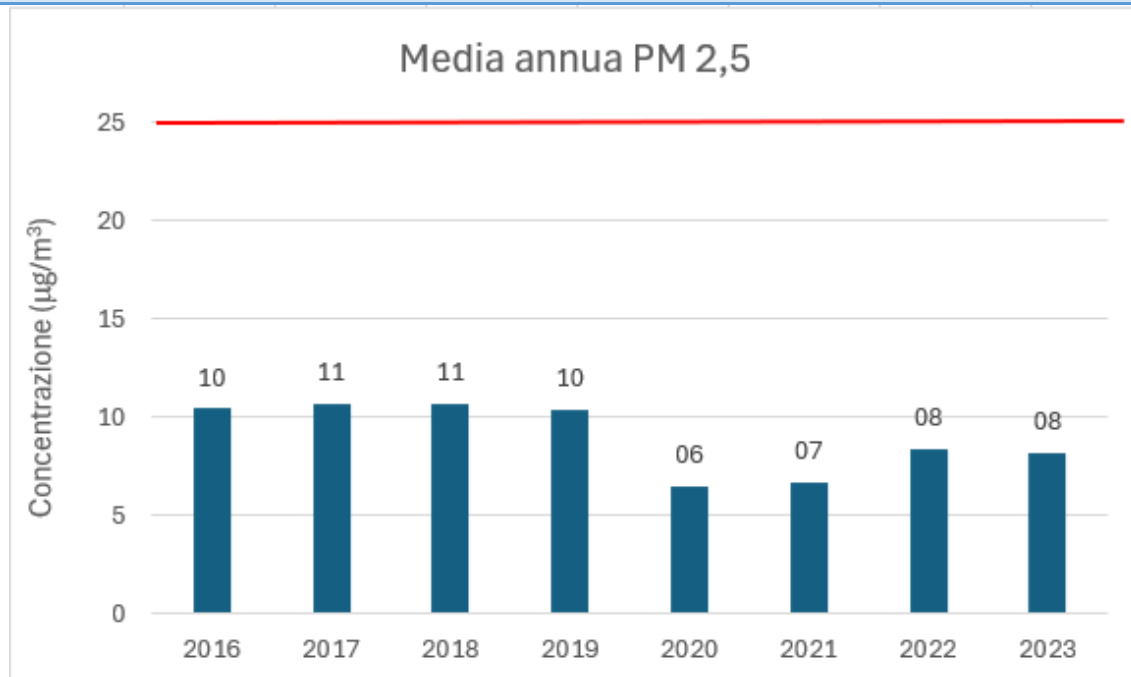


Figura 2-32 Concentrazione media annua di PM2,5 registrata dalla centralina di riferimento nell'arco temporale considerato (Fonte: elaborazione dati ARPAM)

Come si può osservare in

CO								
Anno	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Concentrazione [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0,30	0,37	0,42	0,38	0,35	0,31	0,39	0,41
Superamenti annui	0	0	0	0	0	0	0	0

e in Figura 2-32, non è mai stato superato il valore limite annuo pari a  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

#### Monossido di carbonio

Il monossido di carbonio (o ossido di carbonio o ossido carbonioso) è un gas velenoso particolarmente insidioso in quanto inodore e insapore. La sua molecola è costituita da un atomo di ossigeno e un atomo di carbonio legati con un triplo legame (costituito da due legami covalenti e un legame dativo). La sua formula chimica è CO.

Il monossido di carbonio viene prodotto da reazioni di combustione in difetto di aria (cioè quando l'ossi-genio presente nell'aria non è sufficiente a convertire tutto il carbonio in anidride carbonica), per esempio negli incendi di foreste e boschi, dove il

Mandataria:	Mandanti:		
<b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini Dott. Archeol. Luca Fornari Dott. Agr. Emiliano Pompei

<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b> Regione Marche – LOTTO 2 San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)			
Relazione atmosferica			
Codice documento: 15347-PFTE-01-AMB-RPT-501		rev: R00	pag. 61

prodotto principale della combustione rimane comunque l'anidride carbonica. Altre fonti naturali sono i vulcani, mentre la maggior parte si genera da reazioni fotochimiche che avvengono nella troposfera. Inoltre, si sprigiona durante le combustioni in ambienti chiusi e dalle vecchie stufe a gas liquido, responsabili dell'alta frequenza di intossicazione da monossido di carbonio.

Si miscela bene nell'aria, con la quale forma facilmente miscele esplosive. In presenza di polveri metalliche finemente disperse, forma metallocarbonili tossici e infiammabili. Può reagire vigorosamente con ossigeno, acetilene, cloro, fluoro, ossidi di azoto.

Il monossido di carbonio è un prodotto della combustione incompleta dei combustibili organici (ad esempio: carbone, olio, legno, carburanti). Il CO è inoltre un combustibile importante perché rilascia una considerevole quantità di calore quando brucia all'aria.

Importanti combustibili industriali a base di monossido di carbonio sono il gas d'acqua (una miscela di CO e H<sub>2</sub>), il gas d'aria (una miscela di CO e N<sub>2</sub>) e il gas da carbone (miscela di CO, H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e CO<sub>2</sub>, prodotto per distillazione del carbone e conservato nei gasometri). Quest'ultimo era il cosiddetto gas di città, fornito nelle case per cucinare e per il riscaldamento, oggi sostituito dal gas naturale, costituito principalmente da metano (CH<sub>4</sub>).

Il monossido di carbonio è un'emotossina, perché legandosi saldamente allo ione del ferro nell'emoglobina del sangue forma un complesso, chiamato carbossiemoglobina, 300 volte più stabile di quello formato dall'ossigeno, chiamato ossiemoglobina, ostacolando così il trasporto di ossigeno nel sangue.

A causa del traffico automobilistico la popolazione urbana è spesso soggetta a lunghe esposizioni a basse concentrazioni. La lenta intossicazione da ossido di carbonio prende il nome di ossicarbonismo e si manifesta con sintomi nervosi e respiratori.

L'esposizione a monossido di carbonio comporta inoltre l'aggravamento delle malattie cardiovascolari, un peggioramento dello stato di salute nelle persone sane ed un aggravamento delle condizioni circolatorie in generale.

#### Concentrazioni di CO

Di seguito si riportano i valori di CO in termini di concentrazioni medie giornaliere registrate dalla centralina di Macerata – Collevaio dal 2016 al 2023.

Tabella 2-23 Concentrazione media annua di CO registrata dalla centralina di riferimento nell'arco temporale considerato (Fonte: elaborazione dati ARPAM)

CO								
Anno	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023

Mandataria:	Mandanti:			
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini	
			Dott. Archeol. Luca Fornari	
			Dott. Agr. Emiliano Pompei	



<b>Concentrazione [<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>]</b>	0,30	0,37	0,42	0,38	0,35	0,31	0,39	0,41
<b>Superamenti annui</b>	0	0	0	0	0	0	0	0

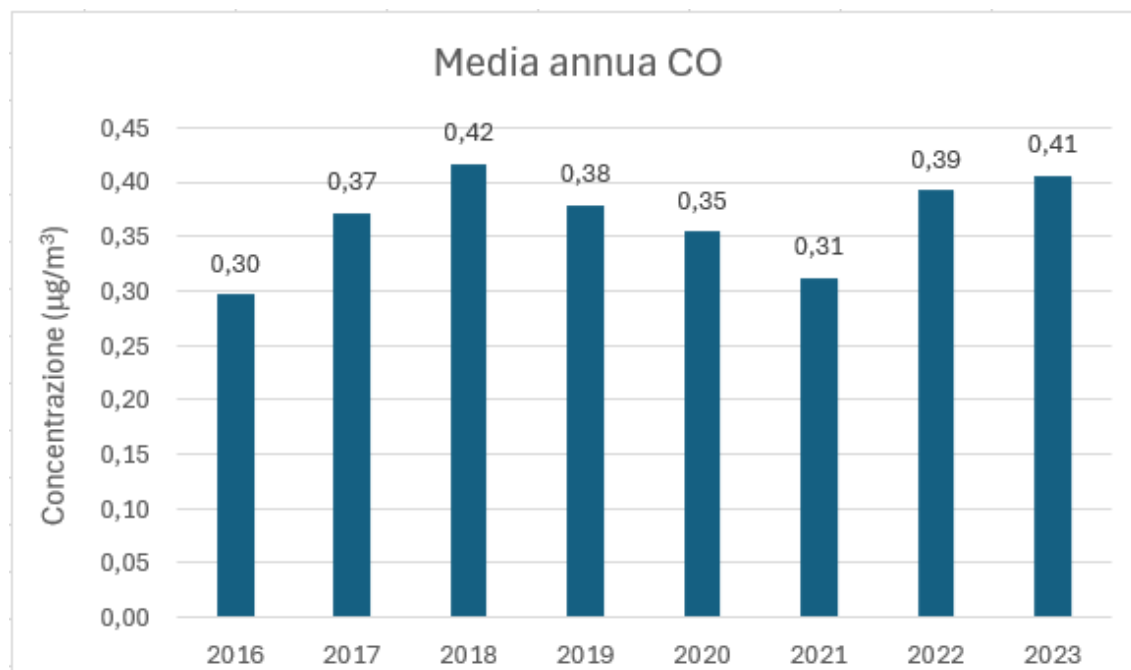


Figura 2-33 Concentrazione media annua di CO registrata dalla centralina di riferimento nell'arco temporale considerato (Fonte: elaborazione dati ARPAM)

### Benzene

Il benzene è un composto chimico che a temperatura ambiente e pressione atmosferica si presenta sotto forma di liquido volatile incolore altamente infiammabile, dall'odore caratteristico. Dal punto di vista chimico, il benzene è un idrocarburo aromatico monociclico avente formula  $\text{C}_6\text{H}_6$ . È un costituente naturale del petrolio, ma viene anche sintetizzato a partire da altri composti chimici presenti nel petrolio stesso. Possiede notevoli proprietà solventi: è miscibile in tutte le proporzioni con molti altri solventi organici, mentre è poco solubile in acqua (0,18% a 25 °C). Viene da tempo impiegato come antidetonante nelle benzine, ma a causa della sua pericolosità per la salute e della facilità con cui contamina le falde freatiche, diverse entità (tra cui gli Stati Uniti e l'Unione europea) ne stanno scoraggiando l'uso limitandone le concentrazioni ammesse per legge.

<b>Mandataria:</b>	<b>Mandanti:</b>		
<b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			<b>Dott. Geol. Giovanni Mancini</b>
			<b>Dott. Archeol. Luca Fornari</b>
			<b>Dott. Agr. Emiliano Pompei</b>

<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b>		
<b>Regione Marche – LOTTO 2</b>		
<b>San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)</b>		
<b>Relazione atmosferica</b>		
<b>Codice documento: 15347–PFTE-01-AMB-RPT-501</b>	<b>rev: R00</b>	<b>pag.</b> <b>63</b>

Il benzene viene prodotto per combustione incompleta di composti ricchi in carbonio, ad esempio, è prodotto naturalmente nei vulcani o negli incendi di foreste, ma anche nel fumo delle sigarette, o comunque a temperature superiori ai 500 °C.

Fino alla Seconda Guerra Mondiale, la quasi totalità del benzene era un sottoprodotto della produzione di carbon coke nell'industria dell'acciaio. Durante gli anni Cinquanta, la domanda di benzene crebbe enormemente per le richieste delle neonate fabbriche di produzione di materie plastiche, per cui fu necessario produrre il benzene anche dal petrolio. Attualmente, la maggior parte del benzene è prodotta dalle industrie petrolchimiche, e in una minor parte, dal carbone.

Relativamente all'utilizzo, il benzene è un solvente molto usato nell'industria chimica; è stato anche impiegato per la sintesi di varie medicine, di materie plastiche, del caucciù sintetico, e di alcuni coloranti.

Prima degli anni Venti, il benzene era spesso utilizzato come solvente industriale, soprattutto per sgrassare i metalli. Quando la sua tossicità e le sue proprietà cancerogene divennero evidenti, venne rimpiazzato via via da altri solventi meno tossici nelle applicazioni che comportano un'esposizione diretta dell'operaio.

La maggior parte del benzene viene utilizzato come intermedio nella sintesi di altri composti chimici.

Il benzene, come noto, ha effetti nocivi sulla salute dell'uomo, in particolare la sua inalazione provoca l'intossicazione. L'inalazione di un tasso molto elevato di benzene può portare anche al decesso. Il principale effetto di un'esposizione cronica al benzene è il danneggiamento dei tessuti ossei e la diminuzione delle cellule del midollo osseo, che può causare una diminuzione del tasso di globuli rossi nel sangue e un'anemia aplastica o una leucemia. Può anche dare origine a coaguli, difficoltà di coagulazione del sangue ed indebolimenti del sistema immunitario.

Il benzene è stato classificato dall'IARC come agente cancerogeno del gruppo 1. La sua cancerogenicità è legata al suo comportamento da agente intercalante: esso, infatti, "scivola" tra i nucleotidi di un acido nucleico (come il DNA) provocando errori di lettura o scrittura del codice genetico; ciò danneggia la sintesi proteica e rende incontrollata la riproduzione cellulare. Danneggia soprattutto le cellule germinali.

Non tutti i composti planari sono necessariamente cancerogeni. Ad esempio, l'acido benzoico, molto simile al benzene, perfettamente planare (sia l'anello che il gruppo carbossilico sono planari), non è cancerogeno (viene trasformato in acido ippurico) e i suoi sali di sodio e potassio vengono utilizzati come conservante alimentare. Allo stesso modo, la fenilalanina, un amminoacido essenziale, comprende nel suo residuo

<b>Mandataria:</b>	<b>Mandanti:</b>		
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			<b>Dott. Geol. Giovanni Mancini</b>
			<b>Dott. Archeol. Luca Fornari</b>
			<b>Dott. Agr. Emiliano Pompei</b>



<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b> Regione Marche – LOTTO 2 San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)			
Relazione atmosferica			
Codice documento: 15347-PFTE-01-AMB-RPT-501		rev: R00	pag. 64

un gruppo fenile (un anello benzenico), non è assolutamente cancerogena, anzi, la mancata assunzione di tale sostanza può provocare seri problemi. Il benzene è annoverato nella lista degli inquinanti atmosferici redatta nel documento del Clean Air Act e come inquinante delle acque nel Clean Water Act.

Il benzene è presente nei gas di scarico delle vetture. Uno dei luoghi in cui si hanno maggiori esposizioni al benzene del pubblico e dei lavoratori sono le stazioni di servizio, in quanto è inevitabile che una certa quantità di benzene, che è contenuto nella benzina come additivo, si disperda durante le operazioni di rifornimento.

### Concentrazioni di Benzene

Di seguito si riportano i valori di Benzene in termini di concentrazioni medie giornaliere registrate dalla centralina di Macerata – Collevario dal 2016 al 2023.

Tabella 2-24 - Concentrazione media annua di benzene registrata dalla centralina di riferimento nell'arco temporale considerato (Fonte: elaborazione dati ARPAM)

Benzene								
Anno	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Concentrazione [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0,57	0,94	0,84	0,53	0,61	0,62	0,32	0,36
Superamenti annui	0	0	0	0	0	0	0	0

Mandataria:		Mandanti:		
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini	
			Dott. Archeol. Luca Fornari	
			Dott. Agr. Emiliano Pompei	

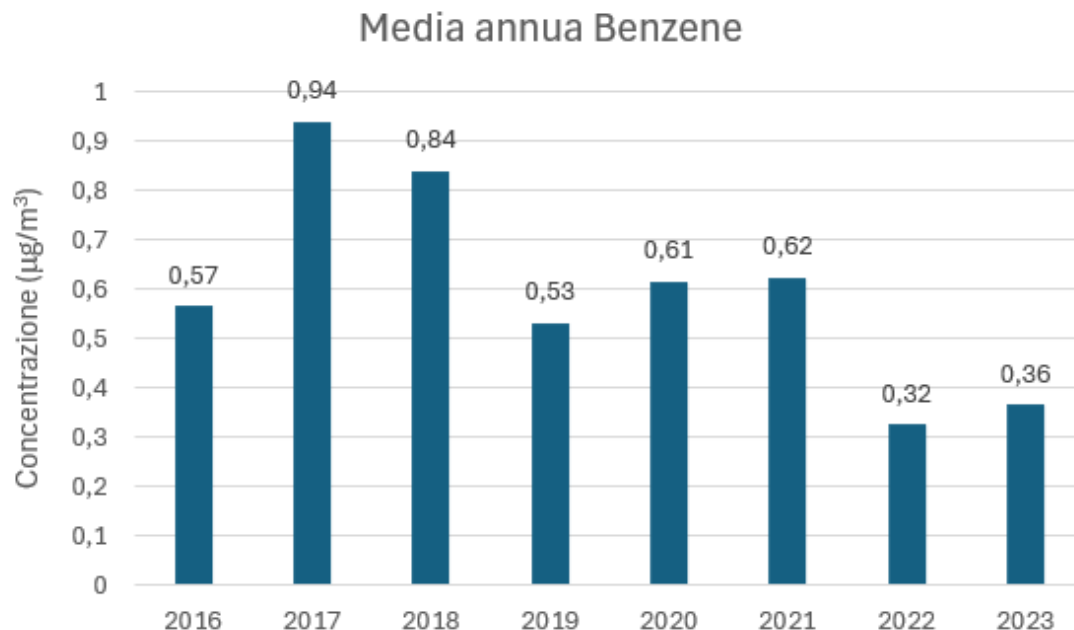


Figura 2-34 - Concentrazione media annua di benzene registrata dalla centralina di riferimento nell'arco temporale considerato (Fonte: elaborazione dati ARPAM)

## 2.6 Quadro sinottico della qualità dell'aria

Nel presente paragrafo si riassumono i valori di qualità dell'aria degli inquinanti di interesse considerati nell'analisi modellistica, rilevati dalle centraline di qualità dell'aria prese di riferimento:

- la centralina di Civitanova Marche – Ippodromo (di fondo rurale) dalla quale sono state rilevate le concentrazioni di NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>;
- la centralina di Macerata – Collevario (di fondo urbano), dalla quale sono state rilevate le concentrazioni di CO e benzene.

Questi valori sono ritenuti rappresentativi della qualità dell'aria della zona in esame. La Tabella 2-25 mostra i valori di riferimento dell'anno 2023.



Tabella 2-25 Valori di qualità dell'aria media annua 2023 (Fonte: elaborazione dati ARPAM)

Centralina di riferimento	Inquinante	Concentrazione media annua registrata dalle centraline di riferimento - Anno 2023
Civitanova Marche – Ippodromo (fondo rurale)	NO <sub>x</sub>	17,9
	NO <sub>2</sub>	11,1

Mandataria:	Mandanti:		
<b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei

<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b> <b>Regione Marche – LOTTO 2</b> <b>San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)</b>			
<b>Relazione atmosferica</b>			
<b>Codice documento: 15347–PFTE-01-AMB-RPT-501</b>		<b>rev: R00</b>	<b>pag.</b> <b>66</b>

Centralina di riferimento	Inquinante	Concentrazione media annua registrata dalle centraline di riferimento - Anno 2023
	PM10	12,5
	PM2,5	8,2
Macerata – Collevario (fondo urbano)	CO	0,41
	Benzene	0,36

<b>Mandataria:</b>	<b>Mandanti:</b>		
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			<b>Dott. Geol. Giovanni Mancini</b>
			<b>Dott. Archeol. Luca Fornari</b>
			<b>Dott. Agr. Emiliano Pompei</b>



### 3 ANALISI DELLE INTERFERENZE

#### 3.1 Dimensione costruttiva

*Modifica condizioni di qualità dell'aria*

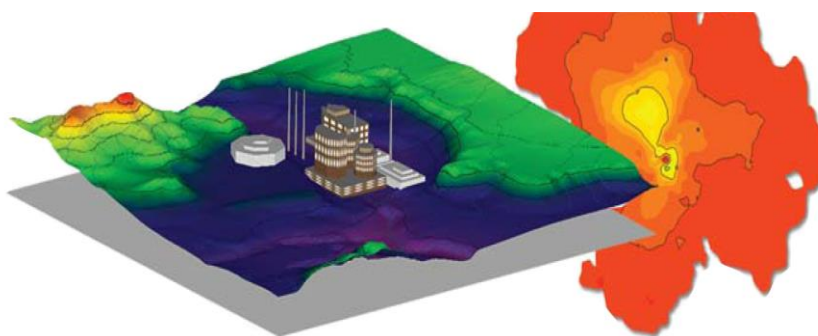
##### Modello di simulazione utilizzato

Il modello di simulazione matematico relativo alla dispersione degli inquinanti in atmosfera a cui si è fatto riferimento per le simulazioni del cantiere è il software AERMOD View, distribuito dalla Lakes Environmental, il quale, partendo dalle informazioni sulle sorgenti e sulle condizioni meteorologiche, fornisce la dispersione degli inquinanti in atmosfera e i relativi livelli di concentrazione al suolo.

AERMOD View incorpora i principali modelli di calcolo utilizzati dall'U.S. EPA attraverso un'interfaccia integrata. Si distinguono, in particolare, tre modelli:

- Aermoc;
- ISCST3;
- ISC-PRIME.

In particolare, AERMOD è un modello di tipo Gaussiano (Steady-state Gaussian plume air dispersion model) basato su un modello di stabilità atmosferica di tipo "Planetary boundary layer theory"<sup>6</sup>, che consente di valutare, attraverso algoritmi di calcolo, i fattori di deflessione degli edifici, i parametri di deposizione al suolo degli inquinanti, l'effetto locale dell'orografia del territorio ed in ultimo i calcoli relativi alle turbolenze meteorologiche.



*Figura 3-1 Aermoc View Esempio di modellazione grafica 3D delle curve di isoconcentrazione*

<sup>6</sup> AERMOD Tech Guide – Gaussian Plume Air Dispersion Model. Version 7.6

<b>Mandataria:</b>		<b>Mandanti:</b>		
<b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			<b>Dott. Geol. Giovanni Mancini</b>	
			<b>Dott. Archeol. Luca Fornari</b>	
			<b>Dott. Agr. Emiliano Pompei</b>	

<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b> Regione Marche – LOTTO 2 San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)			
Relazione atmosferica			
Codice documento: 15347-PFTE-01-AMB-RPT-501		rev: R00	pag. 68

Il codice AERMOD è stato sviluppato dall'American Meteorological Society – EPA, quale evoluzione del modello gaussiano ISC3. La dispersione in atmosfera della sostanza inquinante è funzione delle condizioni di stabilità atmosferica dell'area di riferimento stessa<sup>7</sup>:

- strato limite dell'atmosfera stabile: la distribuzione è di tipo gaussiano sia in direzione orizzontale che in direzione verticale;
- strato limite dell'atmosfera instabile: la distribuzione è di tipo gaussiano in direzione orizzontale e bi-gaussiano in direzione verticale.

Questa impostazione supera le tipologie di modelli precedenti (ISC3) permettendo di superare i limiti dei modelli gaussiani, i quali non erano in grado di simulare, in maniera sufficientemente rappresentativa, le condizioni di turbolenza dello strato limite atmosferico. Il codice prende in considerazione diversi tipi di sorgente:




- puntuali;
- lineari;
- areali;
- volumiche.

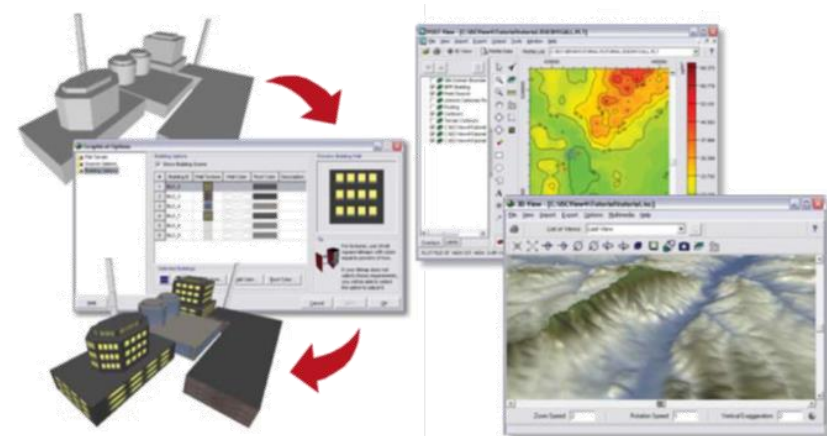
Per ognuna di queste sorgenti il modello fa corrispondere un diverso algoritmo di calcolo delle concentrazioni. Il modello, pertanto, calcola il contributo di ciascuna sorgente nel dominio d'indagine, in corrispondenza dei punti ricettori, i quali possono essere punti singolari, o una maglia di punti con passo definito dall'utente.

Poiché il modello è di tipo stazionario, le emissioni sono assunte costanti nell'intervallo temporale di simulazione, tuttavia, è possibile fornire al modello stesso una differenziazione relativa ai fattori di emissioni calcolati nel giorno, ovvero definire per ogni ora del giorno un fattore di emissione relativo alla sorgente i-esima differente. Questa opzione di calcolo risulta particolarmente utile per la definizione delle concentrazioni derivanti da sorgenti che non utilizzano cicli di lavoro continui relativi alle 24h.

Infine, vengono considerati anche gli effetti derivanti dalla conformazione degli edifici. Grazie al modellatore 3D è possibile avere una rappresentazione grafica dell'area d'intervento sia in termini di terreno che in termini di edifici e sorgenti.

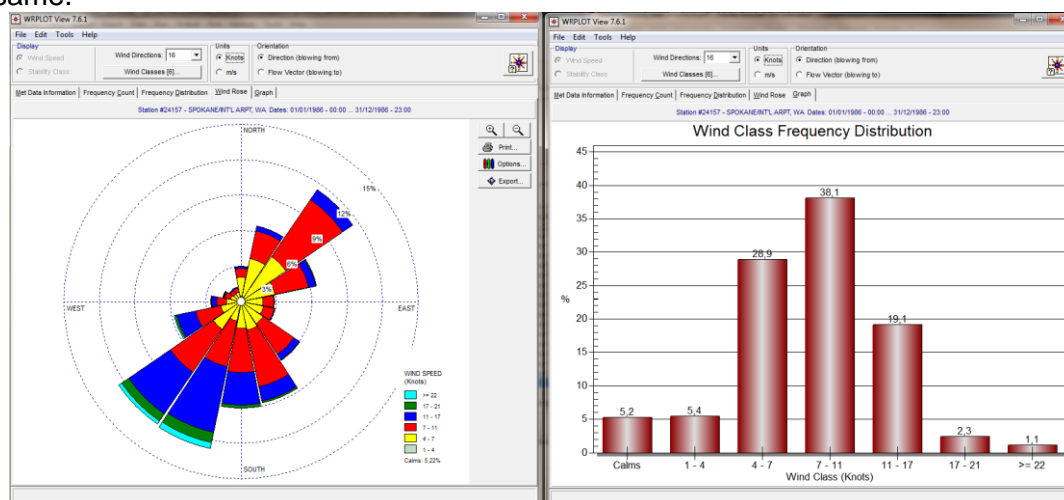
<sup>7</sup> US EPA, User Guide for the AMS EPA regulatory model AERMOD – USA (2004)

Mandataria:		Mandanti:		
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.				Dott. Geol. Giovanni Mancini Dott. Archeol. Luca Fornari Dott. Agr. Emiliano Pompei






*Figura 3-2 Esempio di modulo di visualizzazione 3D integrato nel modello di calcolo*

In ultimo, il modello si avvale di due ulteriori modelli per la definizione degli input meteorologici e territoriali. Il primo modello, AERMET, consente di elaborare i dati meteorologici rappresentativi dell'area d'intervento, al fine di calcolare i parametri di diffusione dello strato limite atmosferico. Esso permette, pertanto, ad AERMOD di ricavare i profili verticali delle variabili meteorologiche più influenti. Il secondo modello, AERMAP, invece, consente di elaborare le caratteristiche orografiche del territorio in esame.



*Figura 3-3 Esempio di applicazione del modulo AERMET*

Come accennato, l'output del modello è rappresentato dalla stima delle concentrazioni di inquinanti in riferimento ai ricettori scelti. Qualora si scelga di rappresentare i risultati attraverso una maglia, il software, grazie ad algoritmi di interpolazione è in grado di

Mandatario:	Mandanti:		
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini Dott. Archeol. Luca Fornari Dott. Agr. Emiliano Pompei



<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b>		
<b>Regione Marche – LOTTO 2</b>		
<b>San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)</b>		
<b>Relazione atmosferica</b>		
<b>Codice documento: 15347–PFTE-01-AMB-RPT-501</b>		<b>rev: R00</b>
		<b>pag.</b> <b>70</b>

ricostruire le curve di isoconcentrazione, al fine di determinare una mappa di isoconcentrazione degli inquinanti.

Per maggiore chiarezza si può fare riferimento ad una struttura semplificata dell'intero processo di simulazione del software che può essere rimandata a due famiglie di parametri:

- parametri territoriali;
- parametri progettuali.

La prima famiglia di parametri è rappresentata da tutti i parametri propri del territorio ed in particolare i parametri meteorologici ed i parametri orografici. È evidente come i parametri appena citati possano essere assunti costanti nel tempo, per quello che riguarda la parte orografica, e come invece debbano essere considerati variabili nel tempo, anche se affetti da un andamento periodico, i parametri meteorologici.

Questi due parametri, computati in maniera contemporanea, determinano le modalità di diffusione, definendo, ad esempio, i diversi campi di vento a cui è sottoposta l'area in esame nei diversi periodi dell'anno.

La seconda famiglia di parametri, definisce, invece, il quadro "Emissivo" del progetto, ovvero definisce tutti i fattori di emissione relativi alle differenti attività effettuate all'interno del processo realizzativo dell'opera.

Una volta stimate le due famiglie di parametri, il modello di simulazione ne analizza le diverse correlazioni possibili, andando a valutare gli effetti relativi alla presenza della sorgente atmosferica i-esima situata in un'area territoriale e attiva in uno specifico arco temporale, considerando le condizioni meteorologiche relative alla stessa area e nello stesso arco temporale, definendo le curve di isoconcentrazione necessarie alle valutazioni degli impatti dell'opera sui ricettori sensibili.

<i>Mandataria:</i>	<i>Mandanti:</i>		
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			<i>Dott. Geol. Giovanni Mancini</i>
			<i>Dott. Archeol. Luca Fornari</i>
			<i>Dott. Agr. Emiliano Pompei</i>

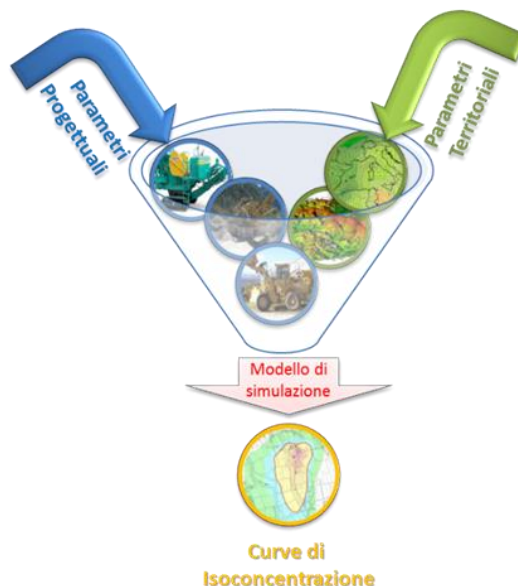


Figura 3-4 Definizione logica del modello adottato

### Input territoriali

#### *I dati meteorologici*

Per l'input relativo agli aspetti meteoclimatici si è fatto riferimento ai dati meteoclimatici rilevati dalla stazione di Ancona. Tali dati sono gli stessi utilizzati per lo studio modellistico della fase di esercizio.

#### *I dati orografici*

Il secondo gruppo di parametri territoriali da definire è legato all'orografia del territorio in cui l'opera si innesta. Il software Aermod View, grazie al processore territoriale AERMAP, permette di configurare essenzialmente tre tipologie di territorio così come mostrato in Figura 3-5.

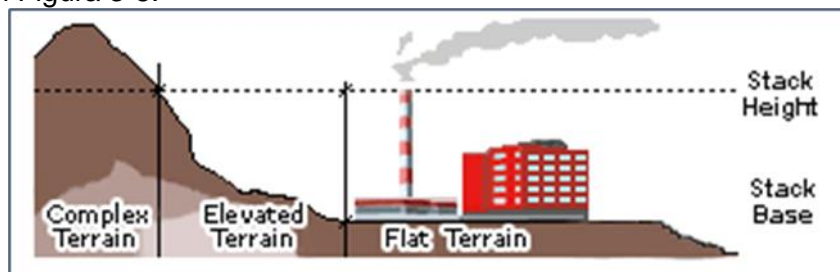


Figura 3-5 Tipologie di configurazioni territoriali

Mandataria:	Mandanti:		
			Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei

<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b> Regione Marche – LOTTO 2 San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)			
Relazione atmosferica			
Codice documento: 15347-PFTE-01-AMB-RPT-501		rev: R00	pag. 72

Con riferimento all'area in esame interessata dall'opera in progetto, si è adottata una conformazione del territorio di tipo “flat” al fine di rendere la modellazione il più possibile fedele alla realtà.

### Input progettuali

#### *La metodologia del worst case scenario*

La metodologia che è stata seguita per la definizione degli input di progetto e quindi delle sorgenti emissive presenti durante la fase di cantiere dell'opera in esame è quella del “Worst Case Scenario”. Tale metodologia, ormai consolidata ed ampiamente utilizzata in molti campi dell'ingegneria civile ed ambientale, consiste, una volta definite le variabili che determinano gli scenari, nel simulare la situazione peggiore possibile tra una gamma di situazioni “probabili”. Pertanto, il primo passo sta nel definire le variabili che influenzano lo scenario, che nel caso in esame sono le variabili che influenzano il modello di simulazione.

Una volta valutati gli scenari è possibile fare riferimento ad uno o più scenari, ritenuti maggiormente critici, nell'arco di una giornata.

A titolo esemplificativo, al fine di comprendere la logica del processo di simulazione si può fare riferimento allo schema di processo sottostante.

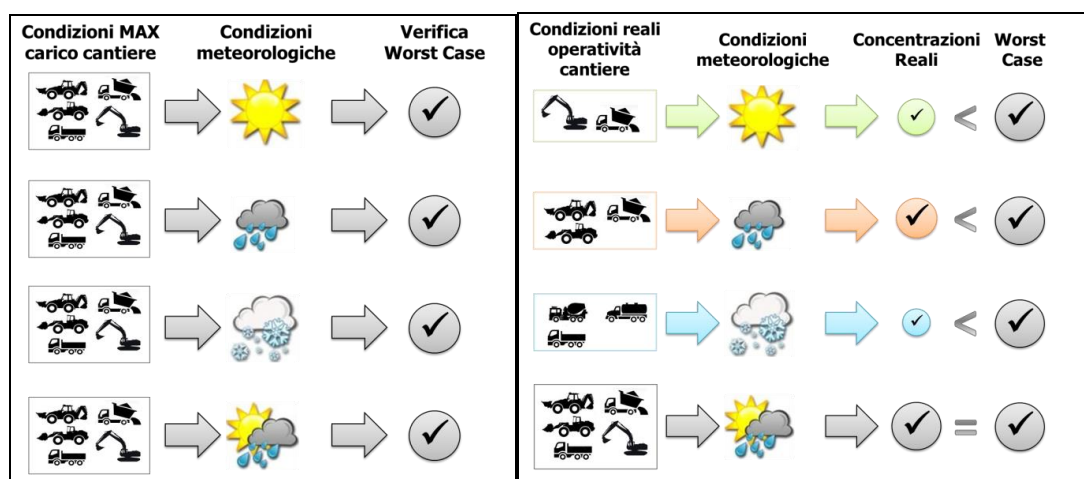



Figura 3-6 Logica delle verifiche con il worst case scenario

Volendo esplicitare la logica della Figura 3-6, dal punto di vista metodologico, occorre simulare lo scenario più critico dal punto di vista atmosferico. È infatti possibile definire le attività maggiormente critiche all'interno di un singolo cantiere, analizzandone le emissioni, ed assumere che tale attività si svolga per tutta la durata del cantiere. Tale

Mandataria:		Mandanti:	
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei

<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b> Regione Marche – LOTTO 2 San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)			
Relazione atmosferica			
Codice documento: 15347-PFTE-01-AMB-RPT-501		rev: R00	pag. 73

ipotesi risulta molto conservativa, permettendo di avere elevati margini di sicurezza rispetto anche ai possibili scarti temporali e variazioni meteorologiche che negli scenari futuri sono difficilmente valutabili.

Oltre all'aspetto relativo alla singola attività all'interno del cantiere occorre valutare anche la contemporaneità delle diverse attività in relazione al cronoprogramma del cantiere.

In ultimo, al fine di realizzare gli scenari di analisi occorre definire la tipologia di inquinante considerato. Tale aspetto influenza l'arco temporale di riferimento (ovvero l'intervallo di mediazione di riferimento) con il quale effettuare le verifiche normative e, al tempo stesso, l'operatività del cantiere che deve essere considerata all'interno della metodologia Worst Case implementata. Come meglio verrà esplicitato in seguito, gli inquinanti da tenere in considerazione sono funzione delle attività effettuate all'interno del cantiere.

Verificando, quindi, il rispetto di tutti i limiti normativi per il Worst Case Scenario, è possibile assumere in maniera analoga il rispetto dei limiti normativi per tutti gli scenari differenti dal peggiore, scenari nei quali, il margine di sicurezza sarà ancora maggiore.

#### La definizione delle sorgenti emissive

Per la definizione della superficie emissiva da considerare nell'analisi modellistica è stata presa in considerazione un'area corrispondente ad una giornata lavorativa, considerando le seguenti sorgenti emissive:

- area di cantiere fisso, localizzato in corrispondenza della rotatoria sud del tracciato;
- attività di scavo legata alla realizzazione della rotatoria.

Stante le lavorazioni previste per la tipologia di opera in esame e l'ipotesi di riutilizzo delle terre per il rimodellamento morfologico nell'area di intervento, i traffici di cantiere possono ritenersi trascurabili ai fini modellistici e pertanto non sono stati considerati nella simulazione. Si prevede tuttavia, nelle successive fasi progettuali, di approfondire tale aspetto.

Mandataria:		Mandanti:		
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini	
			Dott. Archeol. Luca Fornari	
			Dott. Agr. Emiliano Pompei	





Figura 3-7 Rappresentazione delle aree di cantiere (in verde area di cantiere)

Qui di seguito, si riportano le attività di cantiere individuate per ogni area scelta ai fini della simulazione, riportando nello specifico per ciascuna di esse le lavorazioni previste.

Cantiere	Attività di cantiere
<b>Realizzazione rotatoria</b>	Formazione e stoccaggio cumuli
	Scavo
	Carico materiale
	Erosione del vento dai cumuli
<b>Area di cantiere fisso</b>	Formazione e stoccaggio cumuli
	Scarico materiale
	Erosione del vento dai cumuli

Tabella 3-1 Caratteristiche aree di cantiere scelte per la simulazione

Mandataria:	Mandanti:		
			Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei

<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b> <i>Regione Marche – LOTTO 2</i> <i>San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)</i>			
<i>Relazione atmosferica</i>			
<i>Codice documento: 15347–PFTE-01-AMB-RPT-501</i>		<i>rev: R00</i>	<i>pag.</i> <i>75</i>

Nella Tabella successiva vengono invece riportati, per ciascun cantiere, i mezzi previsti per le lavorazioni.

Area di cantiere	Macchina di cantiere	Quantità
Area di cantiere fisso	Pala gommata	1
	Autocarro	1
Realizzazione rotatoria	Autocarro	1
	Pala gommata	1
	Escavatore	1

Tabella 3-2 Mezzi previsti per le lavorazioni

#### La metodologia di riferimento

I fattori di emissione rappresentano la capacità unitaria di emissione delle attività che si stanno analizzando. Il fattore di emissione, quindi, rappresenta la parte unitaria delle emissioni che, moltiplicata per l'unità di tempo in cui la sorgente rimane in condizione "attive", permette il calcolo delle emissioni di inquinanti totali "uscenti" dalla sorgente.

Per la stima di tali valori si è ricorso ai dati bibliografici messi a disposizione dalla U.S. E.P.A. (United States Environmental Protection Agency) Emission Factors & AP42 "Compilation of Air Pollutant Emission Factor". In tale documento sono riportati tutti i fattori di emissione riguardanti le principali sorgenti, dagli impianti industriali, agli impianti estrattivi, sino alle operazioni di costruzioni civili.

Nei seguenti paragrafi, verranno calcolati i singoli fattori di emissione relativi al PM10 e al PM2.5 (principali inquinanti generati dalle operazioni di cantiere), in relazione alle attività ritenute critiche per l'inquinamento atmosferico.

#### *I fattori di emissione relativi alla formazione e stoccaggio dei cumuli*

Nel presente paragrafo vengono calcolati i fattori di emissione generati dalle attività di formazione e stoccaggio dei cumuli del materiale polverulento nelle aree di lavoro.

Con riferimento alle attività in esame è stata applicata la formulazione fornita dall'E.P.A. relativa alle attività di carico e scarico, di seguito riportata.

$$EF_c = k(0.0016) \cdot \frac{2.2}{1.4} \text{ [kg/t]}$$

Il fattore di emissione sopra definito, pertanto, dipende da una costante k che tiene conto della dimensione del particolato che si intende analizzare, della velocità media del vento espressa in metri al secondo, e della % M di umidità del materiale.

Mandataria:	Mandanti:		
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei



<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b> Regione Marche – LOTTO 2 San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)			
Relazione atmosferica			
Codice documento: 15347-PFTE-01-AMB-RPT-501		rev: R00	pag. 76

Per il valore di k si può fare riferimento ai valori di tabella seguente.

Aerodynamic Particle Size Multiplier (k)				
<30 µm	<15 µm	<10 µm	<5 µm	<2.5 µm
<b>0,74</b>	0,48	0,35	0,20	0,053

Tabella 3-3 Valori coefficiente aerodinamico fonte: EPA AP42

Mentre per il range di validità degli altri parametri è possibile fare riferimento alla tabella seguente.

Ranges Of Source Conditions			
Silt Content (%)	Moisture Content (%)	Wind speed	
		m/s	mph
<b>0,44 – 19</b>	0,25 – 4,8	0,6 – 6,7	1,3 – 15

Tabella 3-4 Range di validità dei coefficienti per il calcolo di EF fonte: EPA AP42

Con riferimento ai valori dei coefficienti, assunti per l'analisi in esame, si è considerato:

- U = velocità media del vento considerando la configurazione più frequente pari a 4 m/s (valore desunto dall'analisi meteorologica);
- M = percentuale di umidità considerata pari a 4,8 %;
- k = pari a 0,35 per considerare l'apporto del PM<sub>10</sub> e 0,053 per considerare l'apporto del PM<sub>2.5</sub>.

Applicando la formulazione sopra indicata ed ipotizzati circa 130 m<sup>3</sup>/giorno di materiale mobilitato, le emissioni di PM<sub>10</sub> generate dai singoli cantieri in esame sono risultate essere pari a 0,0006 g/s.

#### *I fattori di emissione relativi alle attività di carico e scarico di materiale polverulento*

Per quanto riguarda le attività di carico e scarico del materiale polverulento, sono state utilizzate le formulazioni presenti nel paragrafo 13.2.3 dell'AP-42 relativo alla parte "Heavy construction operations" e al paragrafo 11.9 "Mineral Products Industry", che riportano per le attività di carico e scarico un valore costante espresso, in entrambi i casi, in kg per tonnellata di materiale caricato o scaricato. Nello specifico, le due lavorazioni assumono i seguenti fattori emissivi:

- 0,0075 kg/t per materiale caricato;
- 0,0005 kg/t per materiale scaricato

Mandataria:		Mandanti:	
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei

<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b> Regione Marche – LOTTO 2 San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)			
Relazione atmosferica			
Codice documento: 15347-PFTE-01-AMB-RPT-501		rev: R00	pag. 77

Ipotizzando la medesima produttività soprariportata, complessiva delle lavorazioni considerate per la totalità delle aree di cantiere definite nei due scenari emissivi, è stato possibile ottenere un fattore di emissione, espresso in g/s per entrambe le attività, pari a:

- 0,0021 g/s per le attività di scarico del materiale;
- 0,0610 g/s per le attività di carico del materiale.

#### *Fattore di emissione relativo alle attività di scavo*

Attraverso il rateo emissivo fornito per le operazioni di scavo presente nel paragrafo 13.2.3 dell'AP-42 "Heavy construction operations", pari a 5,7 kg/km di materiale particolato sospeso (PTS) e, ipotizzando una composizione di circa il 60% per il PM<sub>10</sub>, è stato ottenuto un fattore di emissione pari a 0,01 g/s.

#### *I fattori di emissione relativi all'erosione del vento sui cumuli*

All'interno delle aree di stoccaggio viene tenuta in considerazione, come altra attività che genera emissioni di PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>, l'erosione del vento sui cumuli di materiale depositati.

Al fine di poter determinare il fattore di emissione di tale azione è possibile riferirsi alla già citata guida dell'EPA.

In questo caso il modello fa dipendere il fattore di emissione da due fattori che concorrono alla possibile emissione di particolato da parte del cumulo:

- il numero di "movimentazioni" ovvero di interferenze intese come deposito e scavo di materiale sul/dal cumulo;
- la velocità del vento a cui è sottoposto il cumulo stesso.

La formula per il calcolo del fattore di emissione è data pertanto da:

$$EF = k \sum P_i$$

dove k è la costante che tiene conto della grandezza della particella considerata, N è il numero di giorni l'anno in cui la superficie è sottoposta a "movimentazioni" e P<sub>i</sub> è pari all'erosione potenziale corrispondente alla velocità massima del vento al giorno. Il valore di k è, anche in questo caso, tabellato.

Mandataria:		Mandanti:	
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei



Aerodynamic Particle Size Multiplier (k)			
30 µm	<15 µm	<10 µm	<2.5 µm
1,0	0,6	0,5	0,075

Tabella 3-5 Valori coefficiente aerodinamico (Fonte: EPA AP42)

Il fattore N, invece, dipende dal numero di movimentazioni a cui è sottoposto un cumulo ogni anno. Nel caso in esame si è supposto, in via cautelativa, che tutti i cumuli fossero sottoposti ad almeno una movimentazione giornaliera. In ultimo, l'erosione potenziale,  $P_i$ , parte dal concetto di profilo di velocità del vento, per il quale è possibile utilizzare la seguente equazione:

$$u(z) = \frac{u^*}{\kappa z} \ln \frac{z}{z_0}$$

in cui  $u$  è la velocità del vento e  $u^*$  rappresenta la velocità di attrito.

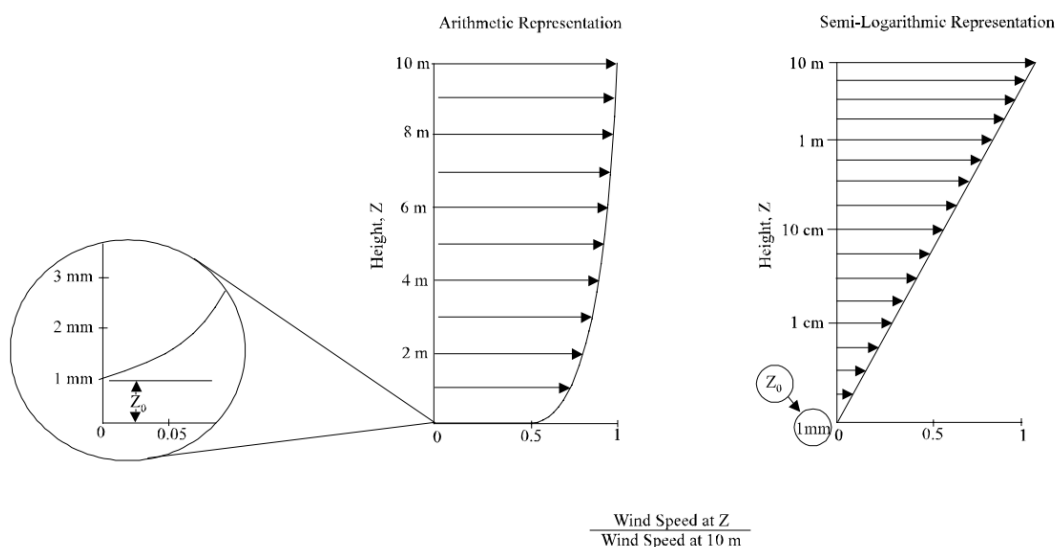


Figura 3-8 Illustrazione del profilo logaritmico della velocità (Fonte: EPA AP42)

L'erosione potenziale, pertanto, dipende dalla velocità di attrito e dal valore soglia della velocità d'attrito secondo l'equazione:

Mandataria:	Mandanti:		
<b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei

<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b> Regione Marche – LOTTO 2 San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)			
Relazione atmosferica			
Codice documento: 15347-PFTE-01-AMB-RPT-501		rev: R00	pag. 79

$$P = 58(u^* - u_t^*)^2 + 25(u^* - u_t^*)$$

Da tale espressione si evince come ci sia erosione potenziale solo qualora la velocità d'attrito superi il valore soglia. Per la determinazione di tale valore il modello individua una procedura sperimentale (cfr. 1952 laboratory procedure published by W. S. Chepil). Tuttavia, in mancanza di tali sperimentazioni è possibile fare riferimento ad alcuni risultati già effettuati e riportati nella tabella sottostante.

Material	Threshold Friction Velocity (m/s)	Roughness Height (cm)	Threshold Wind Velocity At 10 m (m/s)	
			Z0=act	Z0=0,5cm
Overburden	1,02	0,3	21	19
Scoria (roadbed material)	1,33	0,3	27	25
Ground coal (surrounding coal pile)	0,55	0,01	16	10
Uncrusted coal pile	1,12	0,3	23	21
Scraper tracks on coal pile	0,62	0,06	15	12
Fine coal dust on concrete pad	0,54	0,2	11	10

Tabella 3-6 Valore di velocità di attrito limite

La velocità del vento massima tra due movimentazioni può essere determinata dai dati meteorologici utilizzati per le simulazioni. Tali dati, essendo riferiti ad un'altezza dell'anemometro pari a 10 metri, non hanno bisogno di alcuna correzione e pertanto è possibile determinare la relazione.

$$u^* = 0,053u_{10}^+$$

in cui  $u_{10}^+$  è la massima intensità misurata nell'arco della giornata attraverso i dati sopracitati.

È importante, inoltre, evidenziare come tale formulazione sia valida per cumuli “bassi”, ovvero cumuli per cui il rapporto base su altezza sia inferiore a 2. Nel caso in esame, in relazione all'operatività del cantiere si è ipotizzata la realizzazione di tali tipologie di cumuli. Non si necessita pertanto di ulteriori correzioni ed è quindi possibile determinare i casi in cui il valore di  $u^*$  supera il valore di  $u_t^*$ . A tale proposito si è scelto di fare riferimento alla classe “roadbed material”.

Mandataria:	Mandanti:		
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei



Ordinando i valori di  $u_{10}^+$  in senso decrescente in funzione dei diversi giorni dell'anno è possibile determinare il grafico di Figura 3-9.

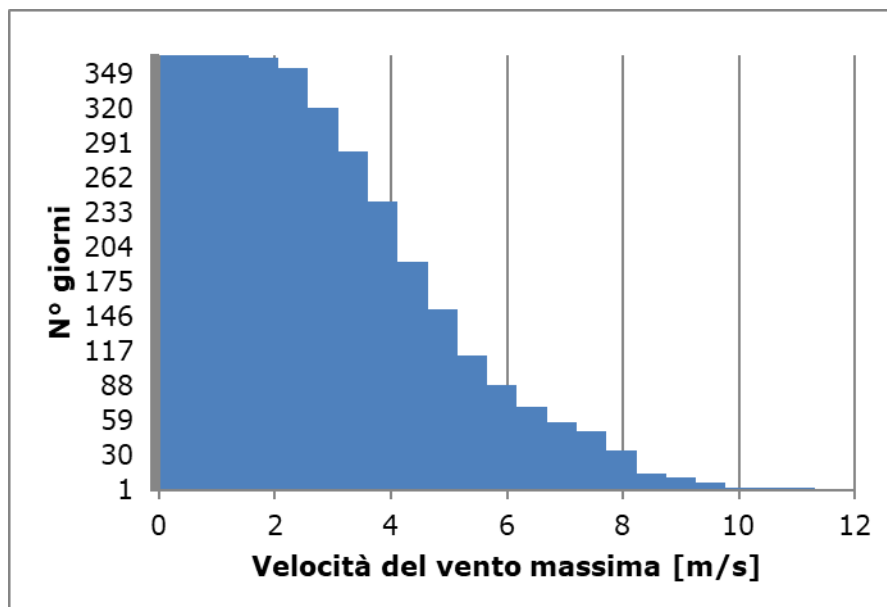


Figura 3-9 Velocità del vento max ordinata in senso crescente

Da tali valori è quindi stato possibile determinare i valori di  $u^*$  così come riportato in Figura 3-10.

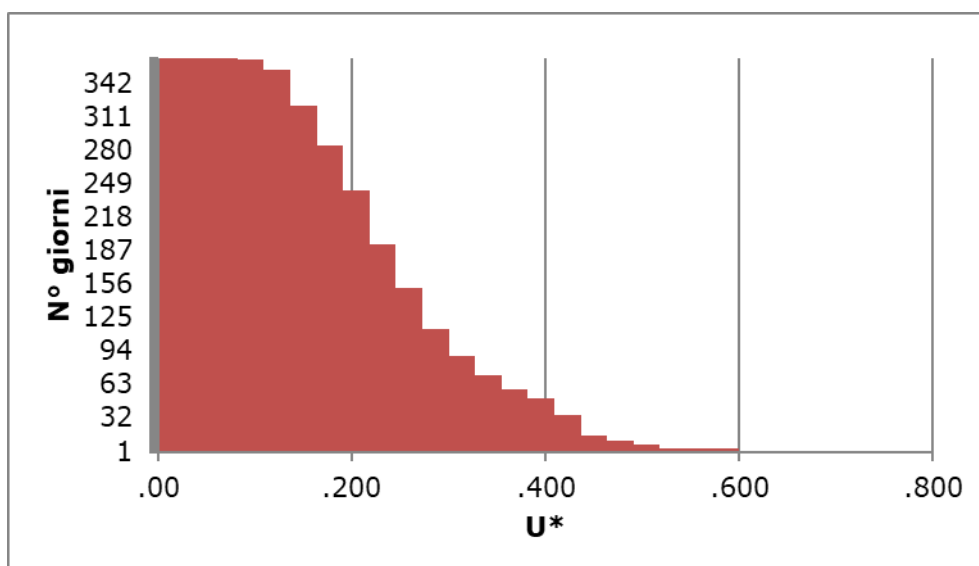


Figura 3-10 - Valori di  $u^*$  ordinati in senso crescente

Mandataria:	Mandanti:		
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini Dott. Archeol. Luca Fornari Dott. Agr. Emiliano Pompei

<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b> Regione Marche – LOTTO 2 San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)			
Relazione atmosferica			
Codice documento: 15347-PFTE-01-AMB-RPT-501		rev: R00	pag. 81

Dall'analisi dei risultati emerge come  $u^*$  non assuma mai valori soglia e pertanto l'erosione potenziale risulta nulla.

### Le sorgenti lineari

Come detto in precedenza, i gas di scarico dei macchinari previsti nelle aree di cantiere costituiscono una potenziale sorgente di emissione di NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>. Per la stima dei loro fattori di emissione, si è fatto riferimento alle elaborazioni della South Coast Air Quality Management District, "Off road mobile Source emission Factor" che forniscono i fattori di emissione dei mezzi di cantiere. Tali fattori vengono espressi in funzione della categoria dell'equipaggiamento, della potenza espressa in cavalli (HP) e del fattore di carico.

Il calcolo delle emissioni proposto nel documento citato si basa sulla seguente formula:

$$E = n \times H \times EF$$

In cui:

- E esprime la massa di emissioni prodotta per unità di tempo [lb/g];
- n il numero di veicoli per ciascuna categoria;
- H le ore al giorno di funzionamento dell'apparecchiatura [h];
- EF il fattore di emissione della fonte mobile "Off road mobile Source Emission Factor" [lb/h].

Di seguito vengono riassunti i fattori di emissione per ciascun mezzo di cantiere previsto, in funzione dell'inquinante considerato (NO<sub>x</sub> e PM<sub>10</sub>).

Macchina di cantiere	Emissione [g/s]	
	PM <sub>10</sub>	NO <sub>x</sub>
Autocarro	0,0019	0,055
Escavatore	0,0021	0,042

Mandataria:	Mandanti:		
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei



<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b> Regione Marche – LOTTO 2 San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)			
Relazione atmosferica Codice documento: 15347-PFTE-01-AMB-RPT-501		rev: R00	pag. 82

Macchina di cantiere	Emissione [g/s]	
	PM <sub>10</sub>	NO <sub>x</sub>
Pala gommata	0,0028	0,052

Tabella 3-7 Fattori di emissione (fonte: South Coast Air Quality Management District - "Off road mobile Source emission Factor")

### Sintesi fattori di emissione

In merito ai fattori di emissione per ogni area di cantiere si può far riferimento alla seguente Tabella.

ID AREE	Fattore di emissione areale [g/s]			
	PM10			NOx
	Attività cantiere	Mezzi cantiere	Totale	Mezzi cantiere
Cantiere fisso	0,0127	0,0047	0,0174	0,107
Realizzazione rotatoria	0,0716	0,0068	0,0784	0,149

Tabella 3-8 Fattori di emissione areali PM10 e NOx

### Modellazione delle sorgenti in Aermod View

Una volta definiti i fattori di emissione è stato possibile implementare all'interno del modello gli scenari di riferimento per l'analisi attraverso la definizione delle sorgenti associate ad ognuno di questi. Al fine di considerare la situazione più critica si è proceduto con un'unica simulazione al fine di stimare le concentrazioni degli inquinanti considerando la sovrapposizione degli effetti di più sorgenti.

In linea generale i dati richiesti dal software per la schematizzazione delle sorgenti areali sono quelli mostrati in Figura 3-11.

Mandataria:	Mandanti:		
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei



Figura 3-11 Tipologico input per sorgenti areali software Aermod View

Nello specifico gli input inseriti sono:

- coordinate X, Y rispetto al baricentro della sorgente,
- altezza del terreno su cui è situata la sorgente,
- altezza della sorgente,
- fattore di emissione espresso in g/s m<sup>2</sup>.

### Definizione dei punti di calcolo

Ultimo step dell'analisi prima dell'applicazione del modello di simulazione è la definizione di una maglia di punti di calcolo al fine di poter pervenire alla definizione di curve di isoconcentrazione.

A tale scopo occorre soddisfare la duplice necessità di avere una maglia di calcolo spazialmente idonea a poter descrivere una porzione di territorio sufficientemente ampia e dall'altro di fissarne un passo adeguato al fine di non incrementare inutilmente l'onerosità dei calcoli. Seguendo tali principi è stata definita una maglia regolare, le cui caratteristiche sono riportate nella seguente tabella.

<b>Coordinate del centro della maglia Asse X</b>	<b>395477.74</b>
<b>Coordinate del centro della maglia Asse Y</b>	<b>401477.74</b>
<b>Passo lungo l'asse X</b>	<b>50</b>
<b>Passo lungo l'asse Y</b>	<b>50</b>
<b>N° di punti lungo l'asse X</b>	<b>50</b>

<b>Mandataria:</b>	<b>Mandanti:</b>		
			<b>Dott. Geol. Giovanni Mancini</b>
			<b>Dott. Archeol. Luca Fornari</b>
			<b>Dott. Agr. Emiliano Pompei</b>



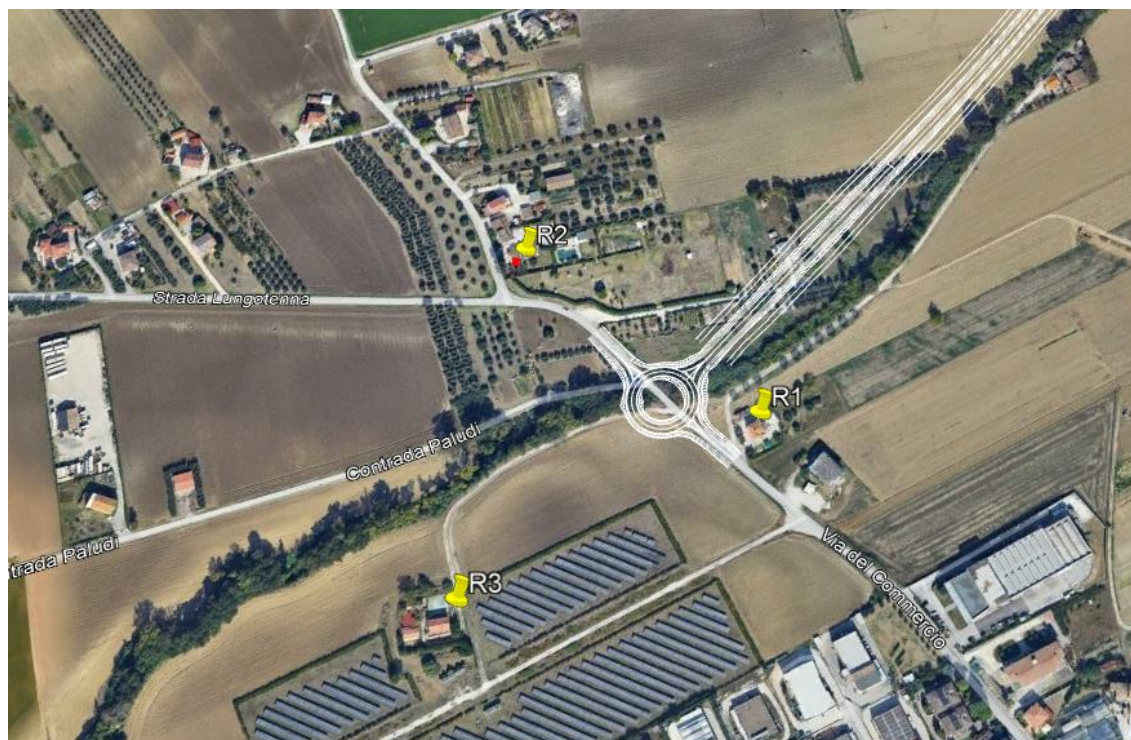
<b>N° di punti lungo l'asse Y</b>	50
<b>N° di punti di calcolo totali</b>	2500

*Tabella 3-9 Coordinate maglia dei punti di calcolo*

Al fine di poter effettuare, la sovrapposizione degli effetti tra i valori di fondo di qualità dell'aria ed il contributo del cantiere, si è fatto riferimento ad alcuni punti ricettori rappresentativi degli edifici più vicini alle aree di lavorazione simulate.

Sono stati individuati 4 ricettori, secondo quanto riportato in tabella e figura seguenti.

<b>Ricettore</b>	<b>Coordinata X(m)</b>	<b>Coordinata Y(m)</b>
R1	398437.00	4785615.00
R2	398221.00	4785668.00
R3	398295.65	4785419.13

*Tabella 3-10 Coordinate ricettori**Figura 3-12 Localizzazione ricettori*

### I dati di output

Al fine di analizzare l'interazione tra l'opera e l'ambiente in fase di cantiere e avere contezza della qualità dell'aria totale in prossimità dei ricettori individuati, si riportano i risultati della simulazione con l'aggiunta del valore di fondo, al fine di valutare il rispetto

<b>Mandataria:</b>	<b>Mandanti:</b>		
			<b>Dott. Geol. Giovanni Mancini</b>
			<b>Dott. Archeol. Luca Fornari</b>
			<b>Dott. Agr. Emiliano Pompei</b>

<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b> Regione Marche – LOTTO 2 San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)			
Relazione atmosferica			
Codice documento: 15347-PFTE-01-AMB-RPT-501		rev: R00	pag. 85

dei valori di concentrazione stimati su ogni ricettore rispetto ai valori limite imposti dal D.Lgs. 155/2010.

Tale analisi verrà riportata per i seguenti inquinanti e intervalli di mediazione temporale:

- PM<sub>10</sub> concentrazione media annua;
- PM<sub>10</sub> concentrazione giornaliera;
- PM<sub>2.5</sub> concentrazione media annua;
- NO<sub>2</sub> concentrazione media annua;
- NO<sub>2</sub> concentrazione oraria;

Per quanto riguarda la scelta dei valori di fondo, si è scelto di associare per ciascun inquinante il valore di media annua ottenuto a seguito dell'analisi degli impatti sulla componente Atmosfera per lo scenario attuale, ottenuto come la somma del contributo aeronautico e delle altre sorgenti emissive che incidono sui livelli di qualità dell'aria a livello locale.

Nella fattispecie, si riportano i risultati di media annua per ogni inquinante e ricettore considerato nella seguente Tabella. Per quanto riguarda la descrizione metodologica circa la metodologia di calcolo dei contributi di fondo, si rimanda alla Parte 2 del presente Studio Preliminare Ambientale “Lo scenario di base”.

#### Materiale particolato

Ricettori	Concentrazioni medie annue di PM10 stimate (µg/m³)	Media annua di PM10 registrata dalla centralina di Civitanova Marche - Ippodromo – anno 2023 (µg/m³)	Concentrazione totale (µg/m³)	Limite normativo (µg/m³)
R1	0,87	12,5	13,37	40
R2	0,45		12,95	
R3	0,46		12,96	

Tabella 3-11 Concentrazioni medie annue di PM10

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza di R1 ed è pari a 13,37 µg/m³ che risulta nettamente inferiore al limite normativo pari a 40 µg/m³, anche considerando il valore di fondo registrato dalla centralina di riferimento.

Di seguito si riportano i valori delle concentrazioni emersi in corrispondenza dei ricettori puntuali, in termini di 90,4° percentile delle concentrazioni giornaliere di PM10.

Mandataria:		Mandanti:		
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini	
			Dott. Archeol. Luca Fornari	
			Dott. Agr. Emiliano Pompei	

<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b> Regione Marche – LOTTO 2 San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)			
Relazione atmosferica			
Codice documento: 15347-PFTE-01-AMB-RPT-501		rev: R00	pag. 86

Ricettori	90,4° percentile delle concentrazioni medie giornaliere di PM10 in fase di cantiere ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Media annua di PM10 registrata dalla centralina di Civitanova Marche - Ippodromo – anno 2023 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentrazione totale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Limite normativo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
R1	1,36	12,5	13,86	50
R2	0,52		13,02	
R3	1,33		13,83	

Tabella 6 6 90,4° percentile delle concentrazioni giornaliere di PM10

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza di R1 ed è pari a  $13,86 \mu\text{g}/\text{m}^3$  che risulta nettamente inferiore al limite normativo pari a  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , anche considerando il valore di fondo registrato dalla centralina di riferimento.

Come è possibile notare sia per le medie annue che per il 90,4° percentile delle concentrazioni giornaliere, i valori di PM10 dovuti al contributo del cantiere rimangono sempre al di sotto dei limiti normativi, anche considerando il contributo di fondo registrato dalla centralina di riferimento.

Per quanto riguarda invece i valori di media annua di PM2.5, non sono stati stimati superamenti rispetto al limite normativo per quest'ultimo inquinante, pari a  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , essendo il valore massimo di media annua di PM10 stimato sui ricettori, comprensivo del fondo, di per sé inferiore al limite normativo stabilito per il PM2.5. Infatti, come già riportato, il massimo valore di PM10 è stato stimato presso il ricettore R1 con un valore di  $13,37 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

## NO2

Ricettori	Concentrazioni medie annue di NO2 stimate ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Media annua di NO2 registrata dalla centralina di Civitanova Marche - Ippodromo – anno 2023 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentrazione totale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Limite normativo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
R1	0,79	11,1	11,89	40

Mandataria:		Mandanti:		
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini	
			Dott. Archeol. Luca Fornari	
			Dott. Agr. Emiliano Pompei	



<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b> Regione Marche – LOTTO 2 San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)			
Relazione atmosferica			
Codice documento: 15347-PFTE-01-AMB-RPT-501		rev: R00	pag. 87

Ricettori	Concentrazioni medie annue di NO2 stimate ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Media annua di NO2 registrata dalla centralina di Civitanova Marche - Ippodromo – anno 2023 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentrazione totale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Limite normativo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
R2	0,32		11,42	
R3	0,34		11,44	

Tabella 3-12 Concentrazioni medie annue di NO2

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza di R1 ed è pari a  $11,89 \mu\text{g}/\text{m}^3$  che risulta nettamente inferiore al limite normativo pari a  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , anche considerando il valore di fondo registrato dalla centralina di riferimento.

Di seguito si riportano i valori delle concentrazioni emersi in corrispondenza dei ricettori puntuali, in termini di 99,8° percentile delle concentrazioni giornaliere di NO2.

Ricettori	99,8° percentile delle concentrazioni medie orarie di NO2 in fase di cantiere ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Media annua di PM10 registrata dalla centralina di Civitanova Marche - Ippodromo – anno 2023 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentrazione totale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Limite normativo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
R1	48	11,1	59,1	50
R2	46,8		57,9	
R3	42		53,1	

Tabella 6 6 99,8° percentile delle concentrazioni giornaliere di NO2

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza di R1 ed è pari a  $59,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  che risulta nettamente inferiore al limite normativo pari a  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , anche considerando il valore di fondo registrato dalla centralina di riferimento.

### 3.2 Dimensione operativa

*Modifica condizioni di qualità dell'aria*

Modelli di simulazione utilizzati

Copert V

Mandataria:	Mandanti:		
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei



<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b> Regione Marche – LOTTO 2 San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)			
Relazione atmosferica			
Codice documento: 15347-PFTE-01-AMB-RPT-501		rev: R00	pag. 88

Ci si è avvalsi di alcuni modelli di simulazione al fine di condurre le analisi emissive e diffusionali generate dall'opera in esame. Nello specifico, per la stima dei fattori di emissione derivanti da traffico stradale si è fatto riferimento al software di calcolo COPERT 5. Il software sopracitato è lo standard europeo per la valutazione delle emissioni da traffico veicolare stradale. Lo sviluppo del software COPERT è coordinato dall'Agenzia Europea dell'Ambiente, all'interno delle attività del "European Topic Centre for Air Pollution and Climate Change Mitigation". Responsabile dello sviluppo scientifico è il European Commission's Joint Research Centre. Il modello è stato realizzato ed è utilizzato per gli inventari delle emissioni stradali degli stati membri.

La metodologia utilizzata da COPERT 5 è parte integrante del EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook per il calcolo dell'inquinamento atmosferico ed è in linea con gli orientamenti IPCC per il calcolo delle emissioni di gas a effetto serra.

COPERT 5 trae le sue origini da una metodologia sviluppata da un gruppo di lavoro che è stato istituito in modo esplicito a tale scopo nel 1989 (COPERT 85). Questo è stato poi seguito da versioni successive aggiornate, fino ad arrivare alla versione attuale che rappresenta una sintesi dei risultati delle varie attività su larga scala e progetti dedicati, quali:

- Progetti dedicati finanziati dal Centro comune di ricerca/Trasporti e l'Unità Qualità dell'aria;
- Programma annuale di lavoro del "European Topic Centre for Air Pollution and Climate Change Mitigation (ETC / ACM)";
- Programma di lavoro del "European Research Group on Mobile Emission Sources (Ermes)";
- Progetto MEET (Methodologies to Estimate Emissions from Transport), una Commissione Europea (DG VII) che ha promosso il progetto all'interno del 4 ° Framework Program (1996-1998);
- Il progetto particolare (Characterisation of Exhaust Particulate Emissions from Road Vehicles), una Commissione europea (DG Transport) PROGETTO nell'ambito del 5° Framework Program (2000-2003);
- Il progetto ARTEMIS (Assessment and Reliability of Transport Emission Models and Inventory Systems), una Commissione europea (DG Trasporti) PROGETTO nell'ambito del 5° Framework Program (2000-2007);

Mandataria:		Mandanti:		
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini	
			Dott. Archeol. Luca Fornari	
			Dott. Agr. Emiliano Pompei	

<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b> Regione Marche – LOTTO 2 San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)			
Relazione atmosferica			
Codice documento: 15347-PFTE-01-AMB-RPT-501		rev: R00	pag. 89

- Il progetto congiunto JRC/CONCAWE/ACEA sull' evaporazione del carburante da veicoli a benzina (2005-2007)<sup>8</sup>.

Attraverso alcuni dati di input, quali la composizione del parco veicolare circolante e la velocità media è possibile calcolare i fattori di emissioni corrispondenti per ogni tipologia di veicolo e per ogni inquinante considerato.

### Calroads

Il software utilizzato per l'analisi delle concentrazioni degli inquinanti prodotti dal traffico veicolare, invece, è Calroads View.

Questo software integra su un'unica piattaforma grafica tre modelli differenti per l'analisi delle concentrazioni da traffico veicolare:

- Caline 4;
- CAL3QHC;
- CAL3QHCR.

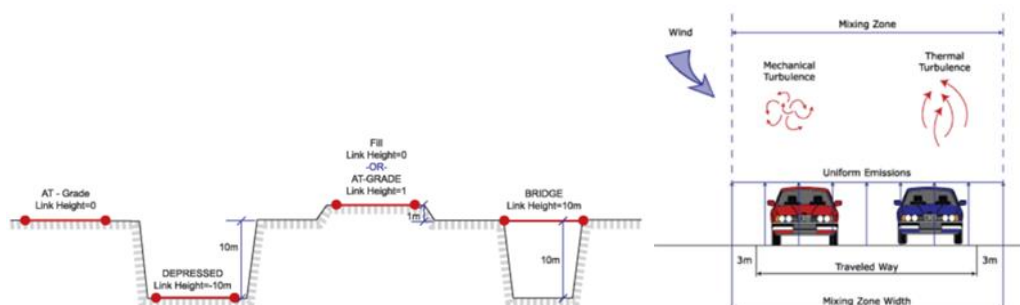
Nel caso in esame è stato utilizzato, per la modellazione dell'area, il modello CAL3QHCR. Questo modello è una versione evoluta del modello CAL3QHC che è in grado di processare un intero anno di dati meteorologici. Inoltre, è possibile imputare al modello i fattori di emissione generati dai veicoli ed il volume di traffico.

Il software, al fine di analizzare i dati meteorologici è integrato con un processore meteorologico specifico, RAMMET View, il quale partendo dai rilievi meteorologici a terra ed in quota è in grado di processare i dati al fine di poter generare un file di input utile per l'analisi delle dispersioni. Rammet View al suo interno contiene uno specifico processore, che attraverso leggi di correlazione specifiche è in grado di stimare il file del profilo meteorologico in quota a partire dai dati a terra.

Dal punto di vista progettuale il software permette di modellare ogni "link" simulato in termini di geometrie e caratteristiche, definendo sia l'altezza del link sia la geometria che influenza le diffusioni, così come mostrato in Figura 3-13.

<sup>8</sup> Informazioni tratte dal sito <http://www.emisia.com>

<b>Mandataria:</b>		<b>Mandanti:</b>		
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini	
			Dott. Archeol. Luca Fornari	
			Dott. Agr. Emiliano Pompei	

*Figura 3-13 Schemi di modellazione del modello*

In ultimo il software consente di inserire i ricettori quali punti di calcolo del modello. I ricettori possono essere inseriti come singolo punto, come link di punti o come maglia di punti.

Per quanto riguarda la prima tipologia di ricettore, occorre definire la posizione in termini di X, Y e Z. Per la seconda tipologia invece, definito un link di riferimento è possibile creare una linea di ricettori parallela al link selezionato posto ad una distanza D e spaziatati tra loro di una distanza S, come mostrato in Figura 3-14.



Per quanto riguarda la maglia, infine, occorre identificare il passo e il numero di punti nelle due dimensioni X e Y.

*Figura 3-14 Esempio di ricettore a link*

## **Input**

### **Input meteorologici**

Uno degli input fondamentali per l'analisi delle concentrazioni degli inquinanti in atmosfera è il dato meteo. Per ricreare lo scenario diffusivo caratteristico del sito simulato è stato necessario costruire un file meteorologico compatibile con il modello di simulazione Calroads, attraverso l'utilizzo del processore meteorologico Rammet View che attraverso leggi di correlazione specifiche è in grado di stimare il file del profilo meteorologico in quota a partire dai dati a terra.

<b>Mandataria:</b>	<b>Mandanti:</b>		
			<b>Dott. Geol. Giovanni Mancini</b>
			<b>Dott. Archeol. Luca Fornari</b>
			<b>Dott. Agr. Emiliano Pompei</b>

<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b> Regione Marche – LOTTO 2 San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)			
Relazione atmosferica Codice documento: 15347-PFTE-01-AMB-RPT-501		rev: R00	pag. 91

### Input progettuali

#### Il tratto stradale di riferimento

Le simulazioni modellistiche condotte hanno portato alla stima delle concentrazioni dei principali inquinanti generati dal traffico veicolare sul tratto stradale di progetto, rappresentato nella figura sottostante.



Figura 3-15 Rappresentazione tratto stradale di riferimento

Mandataria:		Mandanti:		
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini	
			Dott. Archeol. Luca Fornari	
			Dott. Agr. Emiliano Pompei	



<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b>		
<b>Regione Marche – LOTTO 2</b>		
<b>San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)</b>		
<b>Relazione atmosferica</b>		
<b>Codice documento: 15347–PFTE-01-AMB-RPT-501</b>	<b>rev: R00</b>	<b>pag. 92</b>

### *La composizione del parco veicolare circolante*

Uno degli elementi fondamentali per il calcolo dei fattori di emissione degli inquinanti, che rappresentano uno degli input del modello dispersivo, è la caratterizzazione del parco veicolare in termini di tipologia di veicoli ed entità di traffico. I dati utili a tale scopo sono dati ufficiali forniti direttamente dall'Automobile Club d'Italia (ACI). Si è fatto riferimento nello specifico alla rappresentazione del parco veicolare italiano relativa al 2023 ("Autoritratto 2023").

Il documento che si è consultato, contenente tutti i dati relativi alle differenti tipologie veicolari, è una sintesi articolata dei dati tratti dagli archivi dell'ente sulle informazioni tecnico – giuridiche dei veicoli circolanti. L'analisi sul traffico veicolare viene fatta suddividendo questo in diverse classi "COPERT" ovvero secondo la classificazione individuata dall'Air Pollutant Emission Inventory guide book.

Il documento è, inoltre, suddiviso per ambito territoriale di riferimento:

- area territoriale (area vasta, generalmente più regioni);
- regionale;
- provinciale;
- comunale.

Nel caso specifico dell'area di interesse l'ambito a cui far riferimento è funzione del bacino di influenza dell'infrastruttura considerata, ovvero della capacità e della provenienza delle sorgenti che l'infrastruttura stessa "genera e attrae".

Si è scelto di far riferimento all'ambito regionale, tenendo conto delle seguenti tipologie veicolari:

- autovetture, distinte per tipologia di alimentazione;
- veicoli industriali leggeri, distinti per tipologia di alimentazione;
- veicoli industriali pesanti, distinti per tipologia di alimentazione.

Per quanto riguarda la definizione del parco veicolare rappresentativo dello scenario di progetto, sono state effettuate delle ipotesi attendibili che tenessero in considerazione l'evoluzione e le nuove tecnologie che porteranno negli anni al rinnovamento del parco veicolare, in termini di emissioni generate. In particolare, si è assunto, in via cautelativa, che le sole classi Euro 0 venissero sostituite, aumentando la numerosità delle Euro 6. Questo assunto appare ampiamente cautelativo considerando che lo standard emissivo Euro 2 è stato codificato nel 1997 e pertanto risulta chiaro come un veicolo Euro 2 nel 2038 avrebbe minimo 40 anni.

<b>Mandataria:</b>	<b>Mandanti:</b>		
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			<b>Dott. Geol. Giovanni Mancini</b>
			<b>Dott. Archeol. Luca Fornari</b>
			<b>Dott. Agr. Emiliano Pompei</b>

<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b> <i>Regione Marche – LOTTO 2</i> <i>San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)</i>			
<i>Relazione atmosferica</i>			
<i>Codice documento: 15347–PFTE-01-AMB-RPT-501</i>		<i>rev: R00</i>	<i>pag.</i> <i>93</i>

Di seguito si riportano i dati in forma tabellare e grafica per ogni tipologia di veicolo.

Autovetture distinte per regione alimentazione e fascia di cilindrata. Scenario di progetto									
ALIMENTAZIONE	fascia	ECE 15/04	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	totale
BENZINA	fino a 1400		0.67%	2.47%	2.70%	5.82%	3.01%	10.91%	25.58%
	1401 - 2000		0.38%	0.71%	0.35%	0.79%	0.32%	1.89%	4.44%
	Oltre 2000		0.06%	0.09%	0.07%	0.13%	0.03%	0.33%	0.70%
<b>BENZINA Totale</b>			<b>1.10%</b>	<b>3.26%</b>	<b>3.12%</b>	<b>6.74%</b>	<b>3.37%</b>	<b>13.13%</b>	<b>30.72%</b>
BENZINA E GAS LIQUIDO	fino a 1400		0.04%	0.10%	0.11%	1.40%	0.99%	3.13%	5.77%
	1401 - 2000		0.09%	0.12%	0.07%	0.33%	0.20%	0.73%	1.55%
	Oltre 2000		0.00%	0.01%	0.01%	0.03%	0.00%	0.02%	0.08%
<b>BENZINA E GAS LIQUIDO Totale</b>			<b>0.13%</b>	<b>0.24%</b>	<b>0.19%</b>	<b>1.76%</b>	<b>1.19%</b>	<b>3.88%</b>	<b>7.39%</b>
BENZINA E METANO	fino a 1400					2.82%	2.66%	2.80%	8.27%
	1401 - 2000					0.81%	0.02%	0.19%	1.02%
	Oltre 2000					0.05%	0.01%	0.01%	0.07%
<b>BENZINA E METANO Totale</b>						<b>3.68%</b>	<b>2.69%</b>	<b>2.99%</b>	<b>9.36%</b>
GASOLIO	fino a 1400		0.01%	0.01%	0.72%	3.83%	2.09%	1.54%	8.20%
	1401 - 2000		0.15%	0.91%	2.85%	5.12%	5.91%	12.00%	26.93%
	Oltre 2000		0.14%	0.45%	0.70%	0.79%	0.58%	1.21%	3.88%
<b>GASOLIO Totale</b>			<b>0.29%</b>	<b>1.37%</b>	<b>4.28%</b>	<b>9.74%</b>	<b>8.58%</b>	<b>14.75%</b>	<b>39.01%</b>
IBRIDO BENZINA	fino a 1400					0.00%	0.01%	1.56%	1.57%
	1401 - 2000					0.00%	0.05%	1.13%	1.18%
	Oltre 2000					0.00%	0.00%	0.13%	0.14%
<b>IBRIDO BENZINA Totale</b>						<b>0.01%</b>	<b>0.06%</b>	<b>2.83%</b>	<b>2.89%</b>
<b>Marche Totale</b>		<b>0.00%</b>	<b>1.66%</b>	<b>5.31%</b>	<b>8.02%</b>	<b>20.92%</b>	<b>15.88%</b>	<b>37.59%</b>	<b>89.37%</b>

Mandataria:	Mandanti:		
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei



<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b>		
<b>Regione Marche – LOTTO 2</b>		
<b>San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)</b>		
<b>Relazione atmosferica</b>		
<b>Codice documento: 15347–PFTE-01-AMB-RPT-501</b>	<b>rev: R00</b>	<b>pag. 94</b>

Tabella 3-13 Suddivisione Autovetture, Regione Marche (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2023)

Veicoli industriali leggeri distinti per regione alimentazione e tipologia. Scenario di progetto									
ALIMENTAZIONE	FASCIA	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	TOTALE
BENZINA	Fino a 3,5		0.05%	0.07%	0.06%	0.19%	0.21%	0.48%	1.07%
GASOLIO	Fino a 3,5		0.59%	1.18%	1.86%	1.74%	1.09%	3.11%	9.56%
<b>IBRIDO BENZINA Totale</b>			<b>0.64%</b>	<b>1.25%</b>	<b>1.92%</b>	<b>1.93%</b>	<b>1.30%</b>	<b>3.59%</b>	<b>10.63%</b>

Tabella 3-14 Suddivisione Veicoli industriali leggeri Regione Marche (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2023)

Veicoli industriali pesanti distinti per regione alimentazione e tipologia. Scenario di progetto								
ALIMENTAZIONE	FASCIA	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	TOTALE
BENZINA	Oltre 3,5	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.27%	0.29%
GASOLIO	3,6 - 7,5	1.78%	3.36%	4.22%	1.81%	1.98%	11.57%	24.71%
	7,6 - 12	1.69%	2.97%	3.24%	0.66%	1.74%	7.96%	18.24%
	12,1 - 14	0.22%	0.26%	0.30%	0.08%	0.30%	1.82%	2.98%
	14,1 - 20	1.12%	2.15%	2.62%	0.55%	1.90%	4.98%	13.33%
	20,1 - 26	1.87%	3.93%	4.74%	0.59%	4.40%	12.87%	28.40%
	26,1 - 28	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.75%	0.77%
	28,1 - 32	0.12%	0.82%	1.74%	0.25%	0.97%	1.26%	5.17%
	Oltre 32	0.02%	0.04%	0.04%	0.04%	0.02%	0.39%	0.57%
<b>GASOLIO Totale</b>		6.82%	13.55%	16.91%	3.99%	11.32%	41.87%	94.47%
<b>Marche Totale</b>		6.82%	13.55%	16.91%	3.99%	11.32%	41.87%	94.47%

Tabella 3-15 Suddivisione Veicoli industriali pesanti, Regione Marche (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2023)

Autobus distinti per regione e uso. Scenario di progetto								
USO	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	TOTALE
Noleggio		0.00%	0.01%	0.06%	0.05%	0.13%	1.35%	1.60%
Privato		0.00%	0.04%	0.01%	0.01%	0.03%	0.75%	0.83%
Pubblico		0.00%	0.05%	0.05%	0.03%	0.28%	2.64%	3.05%
Altri usi		0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.04%	0.05%

Mandataria:		Mandanti:		
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini	
			Dott. Archeol. Luca Fornari	
			Dott. Agr. Emiliano Pompei	

<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b> <i>Regione Marche – LOTTO 2</i> <i>San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)</i>			
<i>Relazione atmosferica</i>			
<b>Codice documento: 15347–PFTE-01-AMB-RPT-501</b>		<i>rev: R00</i>	<i>pag.</i> <b>95</b>

Marche Totale		0.00%	0.10%	0.12%	0.08%	0.44%	4.78%	5.53%
---------------	--	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Tabella 3-16 Suddivisione autobus, Regione Marche (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2023)

#### *Volumi e velocità del traffico circolante*

Tra gli input fondamentali del modello si sottolineano i flussi veicolari circolanti sul tratto stradale, mostrato in Figura 3-15, con la velocità media di esercizio associata. Nel dettaglio, con riferimento al Piano territoriale di Coordinamento della provincia di Fermo, Tavola PR.1/b, sono stati considerati 212 veicoli orari circolanti ed è stata ipotizzata una velocità media di 80 km/h.

#### *I fattori di emissione*

Parte centrale del metodo di stima delle concentrazioni è la definizione dei fattori di emissione. La metodologia all'interno del modello Copert 5 lega i fattori di emissione alla velocità media tenuta dai veicoli attraverso leggi di regressione determinate empiricamente. Queste equazioni dipendono dal veicolo considerato, in termini di legislazione emissiva e tipologia di veicolo (autoveicolo, veicolo commerciale, cilindrata o peso del mezzo ecc.).

Nel caso in esame, pertanto, una volta stimata la composizione del parco veicolare circolante è stato poi calcolato un fattore di emissione medio che aggregasse nei veicoli leggeri gli autoveicoli ed i veicoli commerciali leggeri, e nei veicoli pesanti i veicoli industriali pesanti e gli autobus.

Alle diverse categorie veicolari sono quindi state associate velocità differenti e fattori di emissione differenti. Effettuando poi la media pesata di questi valori è stato possibile determinare il fattore di emissione medio per la descrizione del parco veicolare complessivo. Il fattore di emissione rappresenta uno degli input di base del software Calroads, utilizzato per la stima delle concentrazioni di inquinanti in atmosfera.

Dalla conoscenza della tipologia di parco veicolare circolante e dalla velocità è stato possibile, quindi, determinare un fattore di emissione medio ponderato per ogni inquinante.

Nella tabella seguente sono riportati i fattori di emissione relativi a: CO, NO<sub>x</sub>, PM10, e PM2,5, ricavati a partire dagli output ottenuti da Copert 5.

Inquinanti	Velocità (km/h)	Fattore di emissione medio ponderato (g/km)
CO	80	0,37

Mandataria:	Mandanti:		
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei



<b>Inquinanti</b>	<b>Velocità (km/h)</b>	<b>Fattore di emissione medio ponderato (g/km)</b>
<b>NOx</b>	80	0,90
<b>PM10</b>	80	0,06
<b>PM2,5</b>	80	0,05

*Tabella 3-17 Fattore di emissione medio ponderato di CO, NOx, PM10, e PM2,5*

Si sottolinea come il fattore di emissione medio sia stato calcolato tramite una media ponderata, sulla base della composizione percentuale del parco veicolare stimato per la Regione Marche.

Inoltre, si evidenzia come il modello Calroads, per poter effettuare la stima delle concentrazioni, necessiti di un fattore di emissione espresso in miglia. Pertanto, al fine di ottenere un valore compatibile con il modello, è stata effettuata la trasformazione da g/km a g/miglia (1 km = 1,6093 miglia) per ogni fattore di emissione medio.

#### *Definizione dei punti di calcolo*

#### Individuazione dei ricettori puntuali

Al fine di poter effettuare la sovrapposizione degli effetti tra i valori di esercizio ed i valori di fondo si è fatto riferimento ad 8 punti ricettori residenziali e 2 per la vegetazione. La localizzazione di tali ricettori è riportata nella tabella e nell'immagine seguenti.

<b>Ricettori</b>	<b>Coordinate</b>	
	<b>X (m)</b>	<b>Y (m)</b>
<b>R1</b>	398454	4786433
<b>R2</b>	398354	4786023
<b>R3</b>	398230	4785689
<b>R4</b>	398426	4785612
<b>R5</b>	398542	4785987
<b>R6</b>	398736	4786237
<b>R7</b>	398677	4786524
<b>R8</b>	399040	4786934

<b>Mandataria:</b>	<b>Mandanti:</b>		
<b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			<b>Dott. Geol. Giovanni Mancini</b>
			<b>Dott. Archeol. Luca Fornari</b>
			<b>Dott. Agr. Emiliano Pompei</b>



Ricettori	Coordinate	
	X (m)	Y (m)
V1	398590	4786213
V2	398993	4787166

Tabella 3-18 Localizzazione dei ricettori

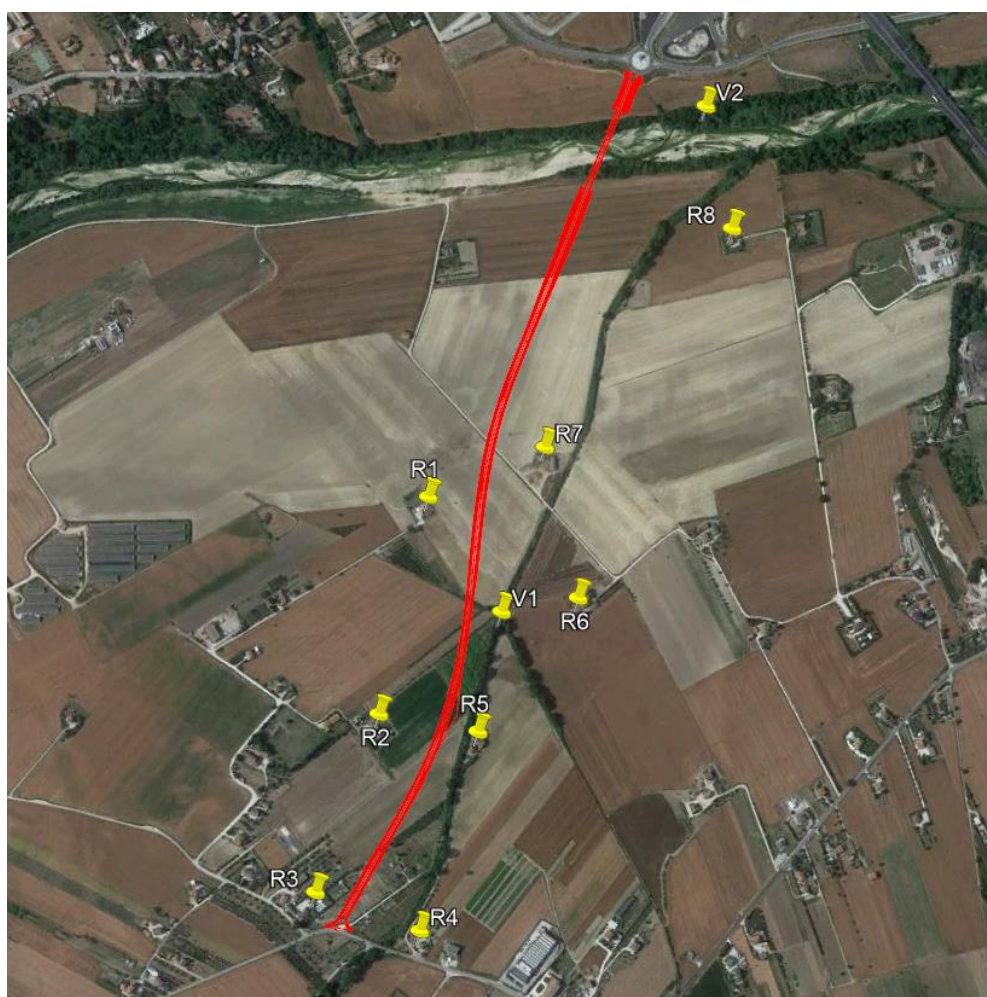


Figura 3-16 Localizzazione punti ricettori

**Definizione della maglia di calcolo**

In aggiunta ai ricettori puntuali è stata definita una maglia di calcolo comprendente il tratto stradale di riferimento, grazie alla quale il modello di simulazione, calcolando le concentrazioni sui punti della maglia, riesce a generare delle curve di

Mandataria:	Mandanti:		
			Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei

<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b> Regione Marche – LOTTO 2 San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)			
Relazione atmosferica			
Codice documento: 15347-PFTE-01-AMB-RPT-501		rev: R00	pag. 98

isoconcentrazione da poter rappresentare in forma grafica. In particolare, la maglia individuata per questa analisi di dettaglio è caratterizzata da un “buffer” intorno ai rami della rete stradale, caratterizzato da punti di calcolo posti ad una distanza di 10, 25 e 50 metri dalla strada con distanza reciproca di 25, 50 e 100 metri.

### Output

I risultati delle simulazioni condotte hanno portato alla stima delle concentrazioni di PM10, PM2,5, NOx e NO<sub>2</sub> e CO.

In particolare, sono stati analizzati:

- i valori delle medie annue di PM10, PM2,5, NOx e NO<sub>2</sub>;
- i valori delle concentrazioni giornaliere di PM10;
- i valori delle concentrazioni orarie dell'NO<sub>2</sub>;
- i valori calcolati su 8 ore consecutive di CO.

### PM10

#### *Concentrazioni medie annue*

Di seguito si riportano i valori delle concentrazioni di PM10 emersi in corrispondenza dei ricettori residenziali considerati, in termini di medie annue.

Ricettori	Concentrazioni medie annue di PM10 (µg/m³)	Concentrazione media annua di PM10 registrata dalla centralina di Civitanova Marche – Ippodromo - fondo rurale –2023 (µg/m³)	Concentrazione totale (µg/m³)	Limite normativo (µg/m³)
R1	0,036	12,5	12,54	40
R2	0,024		12,52	
R3	0,007		12,51	
R4	0,014		12,51	
R5	0,048		12,55	
R6	0,016		12,52	
R7	0,040		12,54	

Mandataria:		Mandanti:		
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini	
			Dott. Archeol. Luca Fornari	
			Dott. Agr. Emiliano Pompei	



<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b> Regione Marche – LOTTO 2 San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)			
Relazione atmosferica Codice documento: 15347-PFTE-01-AMB-RPT-501		rev: R00	pag. 99

Ricettori	Concentrazioni medie annue di PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentrazione media annua di PM10 registrata dalla centralina di Civitanova Marche – Ippodromo - fondo rurale –2023 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentrazione totale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Limite normativo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
R8	0,010		12,51	

Tabella 3-19 Concentrazioni medie annue di PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza di R5 ed è pari a  $12,55 \mu\text{g}/\text{m}^3$  comprensivo del fondo, quindi, risulta essere inferiore al limite normativo di  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Per la rappresentazione grafica delle concentrazioni medie annue di PM10 ottenuta dalla simulazione modellistica si rimanda all'elaborato grafico "Carta delle concentrazioni di PM10 – stato di progetto"

#### Concentrazioni giornaliere

Di seguito si riportano i valori delle concentrazioni emersi in corrispondenza dei ricettori residenziali considerati, in termini di percentili dei valori giornalieri e concentrazioni giornaliere.

Ricettore	Concentrazioni massime giornaliere	Media annua registrata dalla centralina di Civitanova Marche – Ippodromo -fondo rurale – 2023 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentrazione totale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Limite normativo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
R1	0,09	12,5	12,59	40
R2	0,07		12,57	
R3	0,04		12,54	
R4	0,09		12,59	
R5	0,18		12,68	
R6	0,07		12,57	
R7	0,13		12,63	
R8	0,04		12,54	

Mandataria:	Mandanti:		
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei



<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b> Regione Marche – LOTTO 2 San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)			
Relazione atmosferica Codice documento: 15347-PFTE-01-AMB-RPT-501		rev: R00	pag. 100

Tabella 3-20 Concentrazioni massime giornaliere di PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza di R5 ed è pari a  $12,68 \mu\text{g}/\text{m}^3$  comprensiva del fondo, quindi, risulta essere inferiore al limite normativo di  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

### PM2,5

#### Concentrazioni medie annue

Di seguito si riportano i valori delle concentrazioni di PM2,5 emersi in corrispondenza dei ricettori residenziali considerati, in termini di medie annue.

Ricettori	Concentrazioni medie annue di PM2,5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentrazione media annua di PM2,5 registrata dalla centralina di Civitanova Marche – Ippodromo -fondo rurale –2023 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentrazione totale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Limite normativo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
R1	0,027	8,2	8,227	25
R2	0,018		8,218	
R3	0,005		8,205	
R4	0,010		8,210	
R5	0,035		8,235	
R6	0,011		8,211	
R7	0,029		8,229	
R8	0,008		8,208	

Tabella 3-21 Concentrazioni medie annue di PM2,5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza di R7 ed è pari a  $0,0107 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , quindi, risulta essere inferiore al limite normativo di  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , anche considerando il valore di fondo della centralina di riferimento.

Per la rappresentazione grafica delle concentrazioni medie annue di PM2,5 ottenuta dalla simulazione modellistica si rimanda all'elaborato grafico “Carta delle concentrazioni di PM2,5 – stato di progetto”.

Mandataria:		Mandanti:		
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini	
			Dott. Archeol. Luca Fornari	
			Dott. Agr. Emiliano Pompei	

<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b> Regione Marche – LOTTO 2 San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)			
Relazione atmosferica Codice documento: 15347-PFTE-01-AMB-RPT-501		rev: R00	pag. 101

## NO<sub>x</sub>

### Concentrazioni medie annue

Di seguito si riportano i valori delle concentrazioni di NO<sub>x</sub> emersi in corrispondenza dei ricettori vegetazionali considerati, in termini di medie annue.

Ricettori	Concentrazioni medie annue di NO <sub>x</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Concentrazione media annua di NO <sub>x</sub> registrata dalla centralina di Civitanova Marche – Ippodromo - fondo rurale –2023 (µg/m <sup>3</sup> )	Concentrazione totale (µg/m <sup>3</sup> )	Limite normativo (µg/m <sup>3</sup> )
V1	0,25	17,9	18,15	30
V2	0,07		17,97	

Tabella 3-22 Concentrazioni medie annue di NO<sub>x</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza di V1 ed è pari a 0,25 µg/m<sup>3</sup>, quindi, risulta essere inferiore al limite normativo di 30 µg/m<sup>3</sup>, anche considerando il valore di fondo della centralina di riferimento.

Per la rappresentazione grafica delle concentrazioni medie annue di NO<sub>x</sub> ottenuta dalla simulazione modellistica si rimanda all'elaborato grafico "Carta delle concentrazioni di NO<sub>x</sub> – stato di progetto".

## NO<sub>2</sub>

### Concentrazioni medie annue

Di seguito si riportano i valori delle concentrazioni di NO<sub>2</sub> emersi in corrispondenza dei ricettori residenziali considerati, in termini di medie annue. Si ricorda che l'NO<sub>2</sub> è stato cautelativamente considerato pari all'NO<sub>x</sub>.

Ricettori	Concentrazioni medie annue di NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Concentrazione media annua di NO <sub>2</sub> registrata dalla centralina di Civitanova Marche – Ippodromo -fondo rurale –2023 (µg/m <sup>3</sup> )	Concentrazione totale (µg/m <sup>3</sup> )	Limite normativo (µg/m <sup>3</sup> )
-----------	--	---	--	---------------------------------------

Mandataria:		Mandanti:		
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini	
			Dott. Archeol. Luca Fornari	
			Dott. Agr. Emiliano Pompei	

<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b> Regione Marche – LOTTO 2 San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)			
Relazione atmosferica			
Codice documento: 15347-PFTE-01-AMB-RPT-501		rev: R00	pag. 102

Ricettori	Concentrazioni medie annue di NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Concentrazione media annua di NO <sub>2</sub> registrata dalla centralina di Civitanova Marche – Ippodromo -fondo rurale –2023 (µg/m <sup>3</sup> )	Concentrazione totale (µg/m <sup>3</sup> )	Limite normativo (µg/m <sup>3</sup> )
R1	0,09	11,1	11,19	40
R2	0,06		11,16	
R3	0,02		11,12	
R4	0,04		11,14	
R5	0,12		11,22	
R6	0,04		11,14	
R7	0,10		11,20	
R8	0,03		11,13	

Tabella 3-23 Concentrazioni medie annue di NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza di R5 ed è pari a 0,17 µg/m<sup>3</sup>, quindi, risulta essere inferiore al limite normativo di 40 µg/m<sup>3</sup>, anche considerando il valore di fondo della centralina di riferimento.

Per la rappresentazione grafica delle concentrazioni medie annue di NO<sub>2</sub> ottenuta dalla simulazione modellistica si rimanda all'elaborato grafico "Carta delle concentrazioni di NOx – stato di progetto".

#### Concentrazioni orarie

Di seguito si riportano i valori delle concentrazioni emersi in corrispondenza dei ricettori residenziali considerati, in termini di percentile dei valori orari e concentrazioni orarie.

Ricettore	Concentrazione massima oraria	Media annua registrata dalla centralina di Civitanova Marche – Ippodromo - fondo rurale –2023 (µg/m <sup>3</sup> )	Concentrazione totale (µg/m <sup>3</sup> )	Limite normativo (µg/m <sup>3</sup> )
-----------	-------------------------------	--	--	---------------------------------------

Mandataria:		Mandanti:		
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini	
			Dott. Archeol. Luca Fornari	
			Dott. Agr. Emiliano Pompei	

<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b> Regione Marche – LOTTO 2 San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)			
Relazione atmosferica Codice documento: 15347-PFTE-01-AMB-RPT-501		rev: R00	pag. 103

Ricettore	Concentrazione massima oraria	Media annua registrata dalla centralina di Civitanova Marche – Ippodromo - fondo rurale –2023 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentrazione totale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Limite normativo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
R1	0,60	11,1	11,70	200
R2	0,44		11,54	
R3	0,35		11,45	
R4	0,90		12,00	
R5	0,89		11,99	
R6	0,31		11,41	
R7	0,55		11,65	
R8	0,20		11,30	

Tabella 3-24 Concentrazioni massime orarie di  $\text{NO}_2$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza di R4 ed è pari a  $0,90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , quindi, risulta essere inferiore al limite normativo di  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , anche considerando il valore di fondo della centralina di riferimento.

## CO

### Concentrazioni massime medie su 8 ore consecutive

Di seguito si riportano i valori delle concentrazioni di CO emersi in corrispondenza dei ricettori residenziali considerati, in termini di massime medie calcolate su 8 ore consecutive.

Ricettori	Concentrazioni massime medie su 8 ore consecutive di CO ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	Concentrazione media annua di CO registrata dalla centralina di Macerata -Collevario -fondo urbano –2023 ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	Concentrazione totale ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	Limite normativo ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )
R1	0,000942	0,41	0,410942	10

Mandataria:		Mandanti:		
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini	
			Dott. Archeol. Luca Fornari	
			Dott. Agr. Emiliano Pompei	



Ricettori	Concentrazioni massime medie su 8 ore consecutive di CO (mg/m <sup>3</sup> )	Concentrazione media annua di CO registrata dalla centralina di Macerata -Collevario -fondo urbano –2023 (mg/m <sup>3</sup> )	Concentrazione totale (mg/m <sup>3</sup> )	Limite normativo (mg/m <sup>3</sup> )
R2	0,000699		0,410699	
R3	0,000488		0,410488	
R4	0,001624		0,411624	
R5	0,001818		0,411818	
R6	0,000542		0,410542	
R7	0,00102		0,41102	
R8	0,000395		0,410395	

*Tabella 3-25 Concentrazioni massime medie su 8 ore consecutive di CO (mg/m<sup>3</sup>)*

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza di R5 ed è pari a 0,00182 mg/m<sup>3</sup>, quindi, risulta essere inferiore al limite normativo di 10 mg/m<sup>3</sup>, anche considerando il valore di fondo della centralina di riferimento.

Per la rappresentazione grafica delle concentrazioni massime medie calcolate su 8 ore consecutive di CO ottenuta dalla simulazione modellistica si rimanda all'elaborato grafico "Carta delle concentrazioni di CO – stato di progetto".

#### *Modifica dei livelli di gas climalteranti*

Al fine di effettuare il confronto con le emissioni di CO<sub>2</sub> rilevate a livello provinciale sono state stimate le emissioni di tale inquinante generate dal traffico veicolare indotto dall'opera di progetto, attraverso l'utilizzo del software di calcolo Copert V, precedentemente descritto, con gli stessi input utilizzati per simulazioni.

Il fattore di emissione della CO<sub>2</sub> così ottenuto è pari a 219,68 g/km.

Pertanto, le emissioni stimate per la fase di esercizio sono risultate essere pari a circa 723,92 t/anno.

Dall'osservazione della seguente tabella si può affermare che i valori ottenuti risultano essere molto bassi rispetto alle emissioni della Provincia di Fermo riportati sulla

<b>Mandataria:</b>	<b>Mandanti:</b>		
<b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			<b>Dott. Geol. Giovanni Mancini</b>
			<b>Dott. Archeol. Luca Fornari</b>
			<b>Dott. Agr. Emiliano Pompei</b>

<b>BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO</b>		
<b>Regione Marche – LOTTO 2</b>		
<b>San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)</b>		
<b>Relazione atmosferica</b>		
<b>Codice documento: 15347–PFTE-01-AMB-RPT-501</b>	<b>rev: R00</b>	<b>pag. 105</b>

“Valutazione e quantificazione delle emissioni in atmosfera nella regione marche”, relativa al 2016 (ultimo anno disponibile) riguardanti il macrosettore “Trasporto su strada” (cfr. paragrafo 0).

<b>Emissioni (t/anno)</b>	<b>CO<sub>2</sub> (t/anno)</b>
Progetto	723,92
Trasporto su strada - Provincia di Fermo	256600
Contributo emissivo del progetto rispetto all'emissione provinciale	0,28%

*Tabella 3-26 Confronto percentuale delle emissioni*

Si può quindi concludere che la realizzazione del progetto non produce effetti significativi in termini di emissioni di CO<sub>2</sub>.

<b>Mandataria:</b>	<b>Mandanti:</b>		
 <b>3TI PROGETTI ITALIA</b> INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			<b>Dott. Geol. Giovanni Mancini</b>
			<b>Dott. Archeol. Luca Fornari</b>
			<b>Dott. Agr. Emiliano Pompei</b>