

**AUTOSTRADA A2 "MEDITERRANEA"
COLLEGAMENTO PORTO GIOIA TAURO GATE SUD CON
AUTOSTRADA A2 - LOTTO 1 E LOTTO 2**

DG 54/17 LOTTO 1

COD. UC165

PROGETTO DEFINITIVO

COD. UC167

GRUPPO DI PROGETTAZIONE: R.T.I.: INTEGRA CONSORZIO STABILE (capogruppo mandataria)
Prometeoengineering.it S.r.l. - Dott. Geol. Andrea Rondinara

RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:
Prof. Ing. Franco BRAGA (Integra Consorzio Stabile)

CAPOGRUPPO MANDATARIA:



Direttore Tecnico:
Prof. Ing. Franco Braga

GEOLOGO:
Dott. Geol. A. CANESSA (Prometeoengineering.it S.r.l.)

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:
Dott. Ing. Alessandro Orsini (Integra Consorzio Stabile)

MANDANTI:



Direttore Tecnico:
Dott. Ing. Alessandro FOCARACCI

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:
Dott. Ing. Giuseppe Danilo Malgeri

Dott. Geol. Andrea Rondinara

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
ANALISI DEGLI IMPATTI
Atmosfera
Relazione**

CODICE PROGETTO		NOME FILE			REVISIONE	SCALA:
PROGETTO DPUC0165		T00IA31AMBRE01B.dwg				
LIV. PROG. N. PROG. DPUC0167 D 21		CODICE ELAB. T00IA31AMBRE01			B	-
B	REVISIONE A SEGUITO RICHIESTE INTEGRAZIONI MASE	Aprile 2023	Rondinara	Eusepi	Braga	
A	EMISSIONE	Settembre 2022	Rondinara	Eusepi	Braga	
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	

SOMMARIO

1	SINTESI CONTENUTISTICA E METODOLOGICA	1
2	LA NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
2.1	DECRETO LEGISLATIVO DEL 13 AGOSTO 2010, N.155	4
3	L'ANALISI METEO CLIMATICA	7
3.1	CARATTERIZZAZIONE METEOCLIMATICA E ANALISI STORICA DEI DATI CLIMATICI DI RIFERIMENTO DELL'AREA	7
3.1.1	INQUADRAMENTO CLIMATICO REGIONALE	7
3.1.2	CARATTERISTICHE PLUVIOMETRICHE E TEMPERATURE	9
3.2	IL CLIMA DELLA PROVINCIA DI REGGIO CALABRIA	17
3.2.1	IL CLIMA NELL'AREA DI GIOIA TAURO	17
3.3	ASPETTI GENERALI	19
3.4	IL DATO METEOROLOGICO ATTUALE: 2021	19
3.4.1	REGIME TERMICO	19
3.4.2	REGIME PLUVIOMETRICO	21
3.4.3	REGIME ANEMOMETRICO	23
3.4.4	CLASSI DI STABILITÀ	25
3.4.5	PRESSIONE	28
4	ANALISI DELLA QUALITÀ DELL'ARIA	29
4.1	PIANO DI RISANAMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA E ZONIZZAZIONE	29
4.2	MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA	31
4.3	CARATTERIZZAZIONE DELLO SCENARIO DI BASE	34
4.4	PARTICOLATO	61
4.4.1	PM 10	62
4.4.2	PM 2.5	64
4.5	OSSIDI DI AZOTO: NOX	65
4.5.1	BIOSSIDI DI AZOTO: NO2	66
4.6	MONOSSIDO DI CARBONIO E BENZENE	67
4.6.1	CO	68
4.6.2	BENZENE	69
4.7	CARATTERIZZAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA NEL COMUNE DI GIOIA TAURO	70
4.7.1	BIOSSIDO DI AZOTO	72
4.7.2	MONOSSIDO DI CARBONIO	74
4.7.3	PARTICOLATO PM10	75
4.7.4	PARTICOLATO PM2.5	77
4.7.5	BENZENE	77



ANAS SPA
Autostrada A2 "Mediterranea".
Collegamento Porto Gioia Tauro Gate Sud con Autostrada A2
PROGETTO DEFINITIVO

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

4.8	CARATTERIZZAZIONE DELLE SORGENTI EMISSIVE NELL'AREA DI STUDIO	79
5	I MODELLI DI SIMULAZIONE UTILIZZATI	80
5.1	COPERT 5	80
5.2	AERMOD VIEW	82
6	LO SCENARIO DI ESERCIZIO ATTUALE: ANALISI DELLE CONCENTRAZIONI	85
6.1	AERMOD VIEW: GLI INPUT TERRITORIALI	85
6.1.1	GLI INPUT OROGRAFICI	85
6.1.2	GLI INPUT METEOROLOGICI	86
6.2	AERMOD VIEW: GLI INPUT PROGETTUALI	88
6.2.1	AREA DI STUDIO E INFRASTRUTTURA DI PROGETTO	88
6.2.2	METODOLOGIA DI ANALISI PER IL CALCOLO DEI FATTORI DI EMISSIONE	89
6.2.3	COMPOSIZIONE DEL PARCO VEICOLARE CIRCOLANTE	89
6.2.4	VOLUMI DEL TRAFFICO CIRCOLANTE	91
6.2.5	I FATTORI DI EMISSIONE	91
6.2.6	LA MAGLIA DI CALCOLO	92
6.3	I DATI DI OUTPUT DELLE SIMULAZIONI	93
7	LO SCENARIO OPZIONE ZERO: ANALISI DELLE CONCENTRAZIONI	94
7.1	AERMOD VIEW: GLI INPUT TERRITORIALI	94
7.1.1	GLI INPUT OROGRAFICI	94
7.1.2	GLI INPUT METEOROLOGICI	94
7.2	AERMOD VIEW: GLI INPUT PROGETTUALI	94
7.2.1	AREA DI STUDIO E INFRASTRUTTURA DI PROGETTO	94
7.2.2	METODOLOGIA DI ANALISI PER IL CALCOLO DEI FATTORI DI EMISSIONE	95
7.2.3	COMPOSIZIONE DEL PARCO VEICOLARE CIRCOLANTE	95
7.2.4	VOLUMI DEL TRAFFICO CIRCOLANTE	95
7.2.5	I FATTORI DI EMISSIONE	96
7.2.6	LA MAGLIA DI CALCOLO	97
7.3	I DATI DI OUTPUT DELLE SIMULAZIONI	97
8	LO SCENARIO DI ESERCIZIO DI PROGETTO: ANALISI DELLA CONCENTRAZIONI	97
8.1	AERMOD VIEW: GLI INPUT TERRITORIALI	98
8.1.1	GLI INPUT OROGRAFICI	98
8.1.2	GLI INPUT METEOROLOGICI	98
8.2	AERMOD VIEW: GLI INPUT PROGETTUALI	98
8.2.1	L'INFRASTRUTTURA DI PROGETTO	98
8.2.2	METODOLOGIA DI ANALISI PER IL CALCOLO DEI FATTORI DI EMISSIONE	99
8.2.3	COMPOSIZIONE DEL PARCO VEICOLARE CIRCOLANTE	100
8.2.4	LE SORGENTI SIMULATE	100



ANAS SPA
Autostrada A2 "Mediterranea".
Collegamento Porto Gioia Tauro Gate Sud con Autostrada A2
PROGETTO DEFINITIVO

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

8.2.5	VOLUMI DEL TRAFFICO CIRCOLANTE	101
8.2.6	I FATTORI DI EMISSIONE	102
8.2.7	LA MAGLIA DI CALCOLO	106
8.3	I DATI DI OUTPUT DELLE SIMULAZIONI	106
9	VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI	107
9.1	VALUTAZIONE DELLE SIMULAZIONI	108
9.1.1	CARATTERIZZAZIONE DELL'INQUINAMELO DI FONDO	111
9.2	I RICETTORI DI RIFERIMENTO	112
10	LE INTERFERENZE IN FASE DI CANTIERE	116
10.1	GLI INPUT TERRITORIALI	116
10.1.1	I DATI OROGRAFICI	116
10.1.2	I DATI METEOROLOGICI	117
10.2	GLI INPUT PROGETTUALI	117
10.2.1	LA DEFINIZIONE DELLE SORGENTI EMISSIVE DI CANTIERE	117
10.3	LA METODOLOGIA DI RIFERIMENTO	118
10.4	I FATTORI DI EMISSIONE	119
10.4.1	ATTIVITÀ DI SCAVO	119
10.4.2	ATTIVITÀ DI PALIFICAZIONE PER LA REALIZZAZIONE DELLA GALLERIA	120
10.4.3	REALIZZAZIONE DEL RILEVATO	121
10.4.4	TRASPORTO SU STRADA NON PAVIMENTATA	121
10.4.5	ATTIVITÀ ALL'INTERNO DELL'AREA DI DEPOSITO TEMPORANEA	122
10.5	I DATI DI OUTPUT DELLE SIMULAZIONI	126
10.6	BEST PRACTICE PER IL CANTIERE	127
10.6.1	MISURE DI CONTENIMENTO DELLE POLVERI NELLA FASE DI TRANSITO SU STRADA NON PAVIMENTATA	128

1 SINTESI CONTENUTISTICA E METODOLOGICA

Il presente documento riguarda lo Studio atmosferico relativo al progetto "Collegamento Porto di Gioia Tauro Gate Sud con Autostrada A2".

L'analisi conoscitiva della componente "Atmosfera" ha riguardato una serie di aspetti di fondamentale importanza per la valutazione degli impatti potenziali dell'opera in progetto sulla componente stessa, effettuati attraverso il modello di simulazione Aermot View.

Nello specifico le fasi che hanno caratterizzato tale studio sono le seguenti:

- analisi meteo-climatica;
- analisi della qualità dell'aria;
- scelta dei modelli di simulazione per la determinazione delle emissioni e delle concentrazioni di inquinanti in atmosfera;
- determinazione delle emissioni e delle concentrazioni allo scenario di esercizio ante operam;
- determinazione delle emissioni e delle concentrazioni scenario opzione zero, che corrisponde alla rappresentazione dell'emissione degli inquinanti della rete stradale esistente ma all'orizzonte temporale di progetto;
- determinazione delle emissioni e delle concentrazioni allo scenario di esercizio post operam.

Il processo logico operativo dell'analisi della componente atmosfera ha pertanto riguardato l'analisi meteo-climatica, a partire dai dati della centralina di Capo Vaticano per l'anno 2021. Tale analisi ha permesso di caratterizzare il regime termico, pluviometrico e anemometrico

Dopo aver definito lo stato meteo-climatico dell'area, si è proceduto a simulare gli scenari caratterizzanti l'esercizio dell'opera in esame. Il calcolo è stato eseguito con due orizzonti progettuali e temporali:

- stato attuale (anno di riferimento 2022)
- opzione 0
- stato di progetto (anno di riferimento 2037)

La simulazione è avvenuta mediante il software AERMOD View, in concomitanza con AER-MET View per gli input meteorologici, mentre per la valutazione dei fattori di emissione medi ci si è avvalsi del software COPERT 5.

Il flusso veicolare che transita su una strada è causa dell'emissione in atmosfera di sostanze inquinanti. La quantità di inquinante emesso dipende direttamente dall'intensità del traffico e dalla tipologia di veicolo; il destino delle sostanze inquinanti dipende dalle caratteristiche meteo degli strati più bassi dell'atmosfera, dove si realizza la diluizione degli inquinanti emessi.

Lo studio relativo all'emissione e propagazione degli inquinanti è finalizzato a verificare i valori dei livelli di inquinamento indotti nelle zone abitate adiacenti all'infrastruttura stradale.



ANAS SPA
Autostrada A2 "Mediterranea".
Collegamento Porto Gioia Tauro Gate Sud con Autostrada A2
PROGETTO DEFINITIVO

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

In particolare lo studio si propone di analizzare l'impatto del traffico stradale sulla componente atmosferica e di definire le variazioni di emissioni inquinanti tra lo stato attuale e lo scenario di progetto. Nello specifico, gli inquinanti oggetto di studio sono:

- NOX
- CO
- C6H6
- PM 10
- PM 2,5

Per quanto riguarda la simulazione della fase di cantiere, è stata effettuata l'analisi sulle concentrazioni di PM10 e PM2.5 prodotte dallo scenario di cantiere ritenuto più critico in termini di dispersione di polveri in atmosfera. Per tale analisi è stato utilizzato sempre il modello di calcolo Aermod View, attraverso il quale è stato possibile stimare i livelli di concentrazione del particolato, generati dalle principali attività di cantiere legate alla movimentazione della terra, caratterizzate dalla demolizione e sbancamento dell'asse stradale, dal carico e scarico del materiale scavato, nonché dalla presenza stessa dei cumuli di materiale nell'area di deposito temporanea.

Nel proseguo della trattazione verranno descritte nel dettaglio le simulazioni condotte, nonché i risultati delle stesse, opportunamente elaborati.

2 LA NORMATIVA DI RIFERIMENTO

L'Unione Europea negli anni ha emanato una serie di direttive al fine di controllare il livello di alcuni inquinanti in aria. In particolare, si evidenziano le seguenti Direttive:

- 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 (SO₂), ossidi di azoto (NO_x), composti organici volatili non metanici (COV) e ammoniaca (NH₃);
- 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 2004/107/CE ribadendone, di fatto, i contenuti ed aggiungendo il PM_{2.5} 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.

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 nazionale. 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;

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

- Il D.M. 261 dell'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 di sotto 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);
- 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.

2.1 DECRETO LEGISLATIVO DEL 13 AGOSTO 2010, N.155

Il DLgs 155/2010 costituisce l'attuazione della direttiva comunitaria 2008/50/CE circa la valutazione della qualità dell'aria ambiente, la sua gestione, nonché il suo miglioramento. Quest'unica norma sostituisce sia la legge quadro (DL 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 PM2.5, ormai ben noto per la sua pericolosità.

Il Decreto stabilisce per le sostanze inquinanti i seguenti criteri:

- i valori limite, vale a dire le concentrazioni atmosferiche fissate in base alle conoscenze scientifiche al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti dannosi sulla salute umana e sull'ambiente;

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

- le soglie di allarme, ossia la concentrazione atmosferica oltre la quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata e per cui si deve immediatamente intervenire;
- il margine di tolleranza, cioè la percentuale del valore limite nella cui misura tale valore può essere superato e le modalità secondo le quali tale margine deve essere ridotto nel tempo;
- il termine entro il quale il valore limite deve essere raggiunto;
- la soglia di valutazione superiore vale a dire la concentrazione atmosferica al di sotto della quale le misurazioni possono essere combinate con le tecniche di modellazione;
- la soglia di valutazione inferiore, ossia una concentrazione atmosferica al di sotto della quale è consentito ricorrere soltanto alle tecniche di modellazione o di stima oggettiva;
- i periodi di media, cioè il periodo di tempo durante il quale i dati raccolti sono utilizzati per calcolare il valore riportato.

Nell'allegato XI al decreto, vengono riportati i valori limite, i livelli critici, le soglie di allarme e di informazione e i valori obiettivo degli inquinanti normati.

Tale decreto ha subito delle leggere modifiche in base al nuovo Decreto Legislativo 24 dicembre 2012, n. 250 "Modifiche ed integrazioni al Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155, recante attuazione della Direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa" (G.U: n. 23 del 28.01.2013), entrato in vigore il 12 febbraio 2013.

Nella seguente tabella si riportano i limiti per le concentrazioni degli inquinanti presi a riferimento per stabilire la qualità dell'aria su territorio nazionale sopra accennati:

Inquinante	Indicatore Normativo	Periodo di mediazione	Valore stabilito	Margine tolleranza	n° sup. consentiti
Biossido di Zolfo SO ₂	Valore limite protezione salute umana	1 ora	350 µg/m ³	-	24
	Valore limite protezione salute umana	24 ore	125 µg/m ³	-	3
	Soglia di allarme	3 ore consecutive in una stazione con rappresentatività > 100 kmq	500 µg/m ³	-	-
	Livelli critici per la vegetazione	anno civile e inverno	20 µg/m ³	-	-
Biossido di azoto NO ₂	Valore limite protezione sa-	1 ora	200 µg/m ³	-	18

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

Inquinante	Indicatore Normativo	Periodo di media-zione	Valore stabilito	Margine tolleranza	n° sup. consentiti
	Indicatore Normativo salute umana				
	Valore limite protezione salute umana	anno civile	40 µg/m ³	-	-
	Soglia di allarme	3 ore consecutive in una stazione con rappresentatività > 100 kmq	400 µg/m ³	-	-
Ossidi di azoto NOx	Livelli critici per la vegetazione	anno civile	30 µg/m ³	-	-
Particolato PM10	Valore limite protezione salute umana	24 ore	50 µg/m ³	-	35
	Valore limite protezione salute umana	anno civile	40 µg/m ³	-	-
Particolato fine PM2.5	Valore limite protezione salute umana	anno civile	25 µg/m ³	-	-
Piombo	Valore limite protezione salute umana	anno civile	0,5 µg/m ³		
Benzene	Valore limite protezione salute umana	anno civile	5 µg/m ³	-	-
Monossido di carbonio	Valore limite protezione salute umana	massima media su 8h consecutive	10 mg/m ³	-	-
Arsenico	Valore obiettivo	anno civile	6 ng/m ³	-	-
Cadmio	Valore obiettivo	anno civile	5 ng/m ³	-	-
Nichel	Valore obiettivo	anno civile	20 ng/m ³	-	-
Benzo(a)pirene	Valore obiettivo	anno civile	1 ng/m ³	-	-

Tabella 1 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)

Il Decreto attribuisce alle Regioni e alle Province autonome la competenza da adottare, a seguito della valutazione della qualità dell'aria, specifici piani nel caso del superamento dei valori limite con interventi di riduzione delle emissioni inquinanti per il raggiungimento di tali valori entro i termini previsti e misure per il perseguimento dei valori obiettivo e per il mantenimento della qualità

dell'aria nonché piani per la riduzione del rischio di superamento dei valori limite, dei valori obiettivo e delle soglie di allarme.

3 L'ANALISI METEO CLIMATICA

3.1 CARATTERIZZAZIONE METEOCLIMATICA E ANALISI STORICA DEI DATI CLIMATICI DI RIFERIMENTO DELL'AREA

3.1.1 Inquadramento climatico regionale

Per l'inquadramento climatico regionale si è fatto riferimento a quanto riportato nel Piano di Tutela della Qualità dell'Aria (PTQA) della Regione Calabria (redatto da ARPACAL).

Per la caratterizzazione generale meteo climatica si fa riferimento ai criteri elaborati dal climatologo Koppen all'inizio del secolo.

La classificazione di Koppen segue un ordine ben preciso di lettere maiuscole e minuscole, dove le categorie di primo ordine vengono indicate con le lettere A, B, C, D, E ed hanno i seguenti significati:

- A: climi tropicali dove il mese più freddo ha una temperatura media superiore a 18 °C;
- B: climi aridi dove l'evapotraspirazione eccede le precipitazioni (secondo formule empiriche);
- C: climi umidi temperati con inverni miti, tra -3°C e 18°C per il mese più freddo;
- D: climi umidi temperati con inverni rigidi, con la media del mese più freddo sotto i -3°C;
- E: climi polari, dove il mese più caldo ha meno di 10 °C.

La Calabria ricade nella categoria C, per la quale, in secondo ordine, esistono le seguenti sottocategorie:

- w: con inverno secco, vale a dire dove il mese più piovoso d'estate abbia in media almeno 10 volte le precipitazioni del mese più secco d'inverno.
- s: con estate secca, dove il mese più secco d'estate ha meno di 40 mm, e il mese con più precipitazioni d'inverno abbia almeno 3 volte le precipitazioni del mese estivo più secco;
- f: senza una vera stagione secca, dove non si verificano le condizioni sopra citate di w e s.

In terzo ordine esistono le seguenti possibilità:

- a: estate calda. La temperatura del mese più caldo è superiore a 22°C; almeno 4 mesi hanno una media superiore a 10°C;
- b: estate moderatamente calda. La temperatura media del mese più caldo è inferiore a 22°C; almeno 4 mesi hanno una media superiore a 10°C;
- c: estate fresca. La media del mese più caldo è inferiore a 22°C; da 1 a 3 mesi hanno una media superiore a 10°C

Nel PTQA, per la caratterizzazione climatica della Calabria, sono state prese in considerazione le serie storiche dei dati termo-pluviometrici dal 1983 al 2012, cioè i dati relativi all'ultimo trentennio.

Per operare una caratterizzazione climatologica maggiormente dettagliata, la regione è stata divisa in due fasce altimetriche: la prima a quota inferiore ai 700 metri s.l.m. e la seconda oltre i 700 metri s.l.m..

Nella figura successiva si riporta la mappa in cui si evidenzia la fascia che divide la Calabria nelle due sottozone.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

Il territorio di Gioia Tauro ricade all'interno della fascia climatica 0-700m.

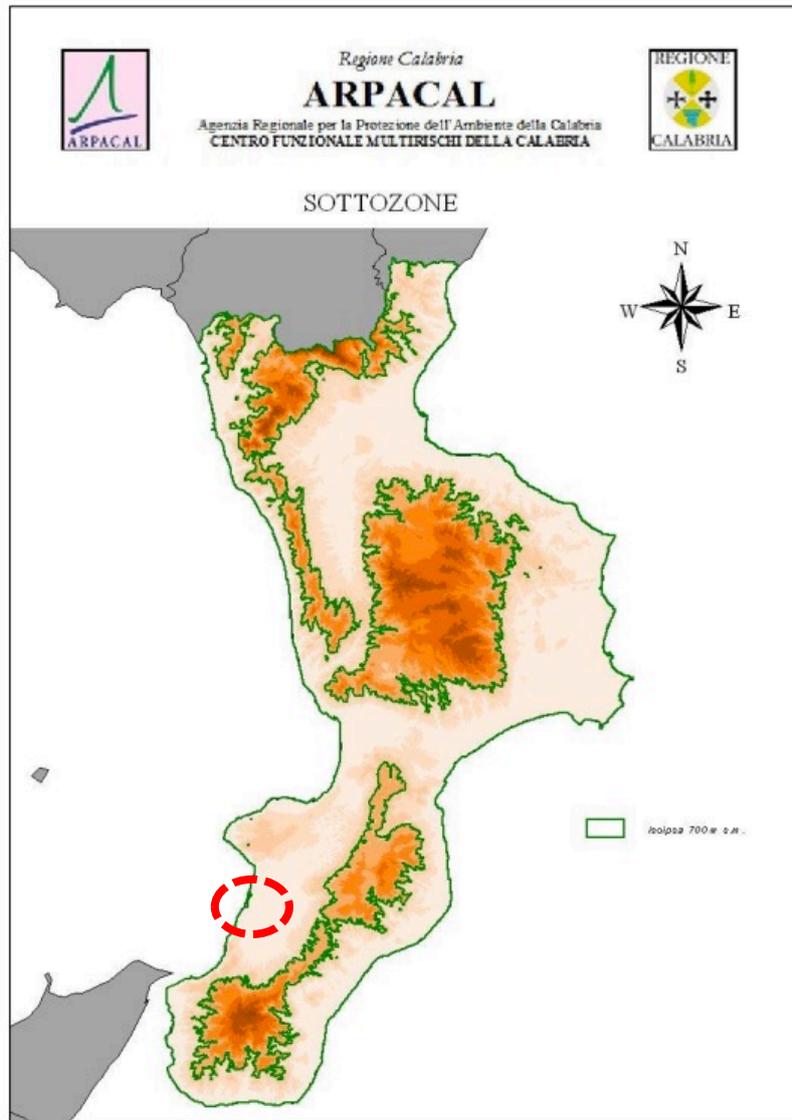


Figura 1 Fasce altimetriche – Fonte: PTQA_ ARPACAL

La Calabria si colloca in una zona con clima temperato ed estate secca denominato “mediterraneo”.

Le zone litoranee ed i versanti sul mare sono caratterizzati da un clima con inverni miti ed estati calde e siccitose, a differenza delle zone interne caratterizzate da clima definito montano-mediterraneo con inverni più freddi e piovosi ed estati meno calde con probabili precipitazioni.

La regione presenta al proprio interno diverse zone che differiscono dal punto di vista climatico. In particolare, i caratteri climatici della Calabria sono fortemente influenzati dalla presenza di catene montuose a sviluppo prevalentemente lineare, che si innalzano rapidamente dal livello del mare fino a quote medie di 1.000-1.500 metri. Tali catene provocano una rapida ascensione delle masse



ANAS SPA
Autostrada A2 "Mediterranea".
Collegamento Porto Gioia Tauro Gate Sud con Autostrada A2
PROGETTO DEFINITIVO

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

d'aria umide che precipitano sotto forma di piogge di intensità variabile in funzione della quota e, nello stesso tempo, fungono da ostacolo per le zone sottovento che vedono limitati gli effetti delle perturbazioni.

La distribuzione spaziale delle piogge è influenzata da nord ed a sud della regione, rispettivamente, dalla presenza del massiccio del Pollino, che si salda ad ovest con la catena Costiera, e dalla catena montuosa delle Serre, che si estende dalla stretta di Catanzaro fino al massiccio dell'Aspromonte.

Gli effetti che tali sistemi di catene hanno sulle precipitazioni è complesso; in particolare, la distribuzione delle piogge medie annue oscillano dai circa 2.000 mm per le stazioni poste in vetta alla Catena Costiera, al 600 mm per le stazioni installate sulla costa ionica (Critelli e Gabriele, 1991).

Le conseguenze degli effetti orografici a sud sono più complesse in quanto la catena delle Serre risente sia delle perturbazioni provenienti dal Tirreno, che di quelle provenienti dallo Jonio. In particolare, poiché i venti occidentali sono più carichi di umidità di quelli orientali ed il versante tirrenico della Catena Costiera ha una pendenza maggiore del versante ionico delle Serre, su quest'ultima si registrano piogge brevi ma intense, mentre sul tirreno piogge frequenti e di minore intensità.

In generale la Calabria può essere suddivisa in due zone climatiche caratterizzate da differenze assai marcate: la zona ionica, più arida, contraddistinta da un regime pluviometrico di tipo impulsivo, dove a lunghi periodi siccitosi seguono brevi ma intense piogge, e la zona tirrenica che presenta un clima umido con periodi piovosi doppi rispetto alla fascia ionica, ma caratterizzati da minore intensità.

3.1.2 Caratteristiche pluviometriche e temperature

La piovosità risente molto del sistema dei rilievi, infatti, la particolare conformazione orografica delinea una netta differenza tra il versante tirrenico e quello ionico, come è possibile osservare dalla figura successiva, estratta dal Piano AIB 2010-2012 della Regione Calabria. Lungo la Catena Costiera mediamente si hanno 1.245 mm e già nelle aree prossime alla costa i valori superano generalmente 800 mm; dai 100 m di quota sono superiori a 1.000 mm ed a 700/800 m di quota superano i 1.500 mm.

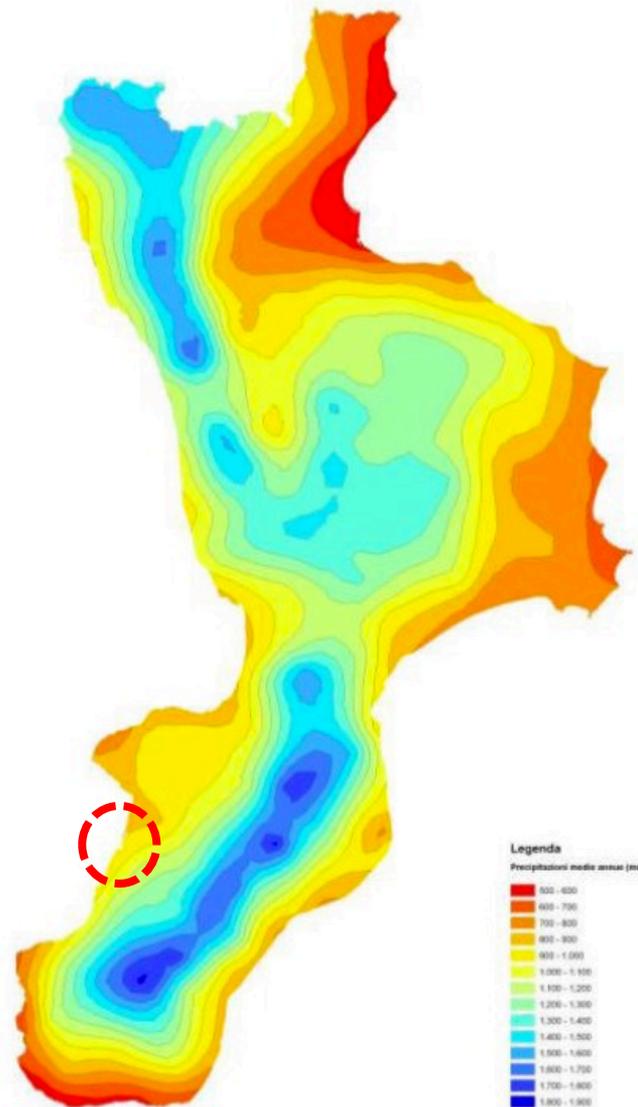


Figura 2 Distribuzione delle precipitazioni medie annue – Piano AIB Calabria 2010-2012 (Fonte: regione Calabria - VAS del PSR 2014-2020 Allegato 1 - Analisi del contesto ambientale e

Analoga situazione si riscontra sulle Serre: in questo territorio i valori superano mediamente 1.500 mm di piovosità media annua a partire da 700 metri di quota, raggiungendo 1.847 mm nella stazione di Croceferrata Carrari, posta a 970 m. Nella parte bassa, rientrando nell'altopiano del Poro, i valori medi superano 800 mm nelle stazioni prossime al mare e raggiungono 1.000 mm intorno a 250 metri di quota.

Più a sud, sui versanti occidentali che collegano le Serre all'Aspromonte, già al di sopra dei 300 metri di quota i valori generalmente superano 1.300 mm.

Nella piana di Gioia Tauro la piovosità media annua si attesta attorno a 1.000 mm, mentre sui versanti aspro montani prospicienti lo Stretto di Messina i valori medi annui sono più bassi nel settore



ANAS SPA
Autostrada A2 "Mediterranea".
Collegamento Porto Gioia Tauro Gate Sud con Autostrada A2
PROGETTO DEFINITIVO

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

costiero (761 mm a Villa San Giovanni) e aumentano con la quota, fino a raggiungere 1.548 mm a Gambarie d'Aspromonte.

Il territorio della Sila presenta valori di piovosità media annua da 1.100 a 1.300 mm con punte di 1.450 più in quota. Nei settori orientali (Sila Piccola e Sila Greca) la piovosità tende a diminuire.

Lungo tutto il versante ionico, essendo la provenienza dei venti meno uniforme, le perturbazioni manifestano linee di deflusso meno regolari. In genere su questo lato i venti più frequenti derivano da sud-est e, quindi, sono più caldi e poco umidi. La debole umidità viene scaricata lungo i versanti dei rilievi e di conseguenza le aree litorali e pianeggianti risultano poco piovose.

Molto bassa è la piovosità media dell'Alto Jonio cosentino, della Piana di Sibari, settori nei quali i valori medi annui variano da poco più di 500 mm nelle aree prettamente costiere a poco oltre 1.000 mm nelle stazioni più in quota.

Analoga situazione si riscontra nel Marchesato di Crotona e lungo l'arco costiero della Stretto a sud di Reggio Calabria, dove nelle stazioni presenti si registrano valori medi inferiori a 600 mm. Nella stessa città di Reggio Calabria il valore medio annuo è di 594 mm.

I versanti ionici delle Serre e dell'Aspromonte, escludendo il settore costiero, presentano valori medi annui che superano i 1.000 mm anche a quote non elevate.

Il regime pluviometrico è tipicamente mediterraneo con una concentrazione delle piogge per circa il 40% in inverno, il 30% in autunno, dal 21 al 26% in primavera e dal 4 al 9% in estate.

Per definire i caratteri termici relativi ai singoli ambiti geografici e poter determinare alcuni indici bioclimatici, data l'esiguità del numero di stazioni e la bassa rappresentatività rispetto alla superficie territoriale e distribuzione altimetrica, il Piano AIB 2010-2012 della Regione Calabria ha proceduto ad una stima dei parametri rappresentativi.

Nello specifico il Piano AIB ha provveduto a stimare, alle stesse quote a cui sono poste le stazioni pluviometriche, i dati medi mensili e annui, nonché i principali parametri termici applicando le equazioni di regressione calcolate da Ciancio (1971) sulla base della correlazione quota/temperature.

La figura successiva mette in evidenza come il territorio regionale sia caratterizzato da un'ampia area compresa tra valori di 14°C e 18°C. Temperature medie annue leggermente superiori interessano piccoli settori sui versanti ionici, mentre le medie più basse (inferiori a 10°C) si limitano alle zone più in quota della Sila.

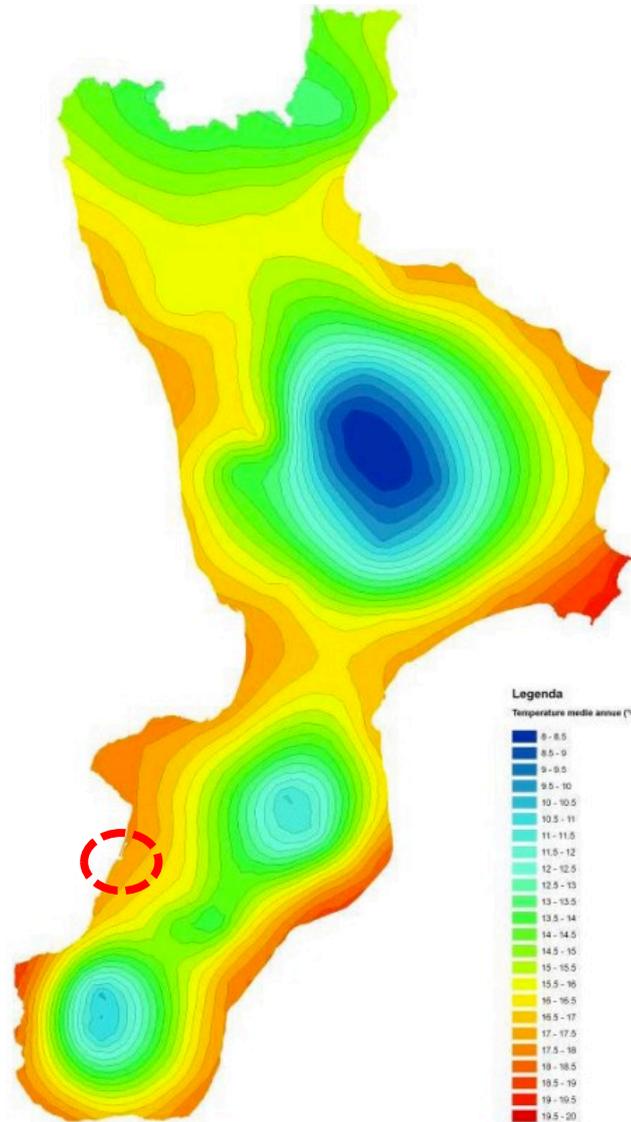


Figura 3 Distribuzione dei valori di temperature medie annue – Piano AIB Calabria 2010-2012 (Fonte: regione Calabria - VAS del PSR 2014-2020 Allegato 1 - Analisi del contesto ambientale e

Un'osservazione più di dettaglio degli indicatori caratterizzanti i cambiamenti climatici in Calabria è possibile attraverso l'osservazione delle cartografie realizzate dal Centro funzionale multi rischi dell'Arpacal, che pongono sotto osservazione il periodo intertemporale 1921-2000.

In particolare, le seguenti quattro figure rappresentano rispettivamente:

- la precipitazione media annua;
- la temperatura media annua,
- la siccità media annua;
- la sensibilità desertificazione.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

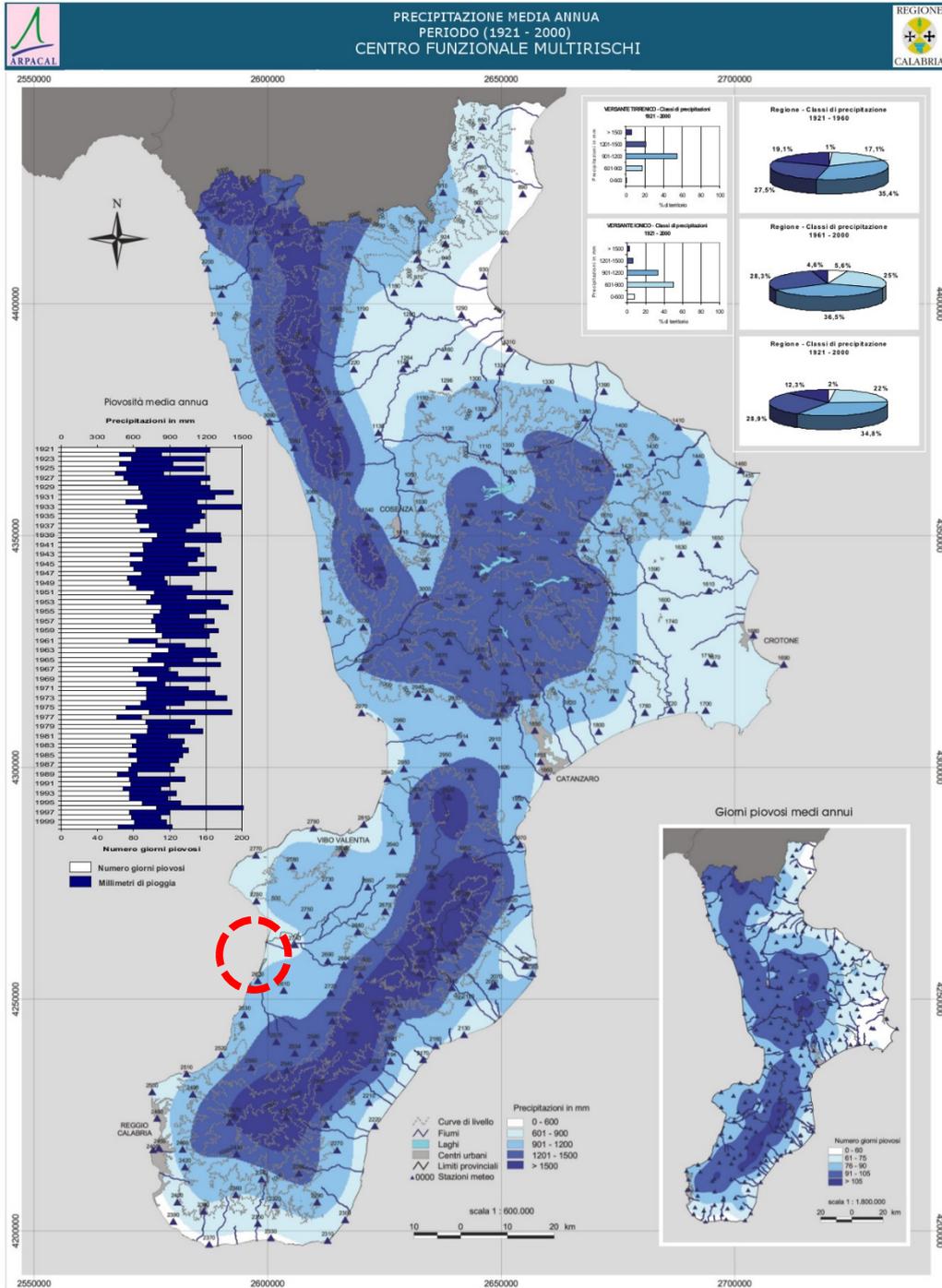


Figura 4 Precipitazione media annua - Dati periodo 1921-2000 - Fonte: CFMR ARPACAL

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

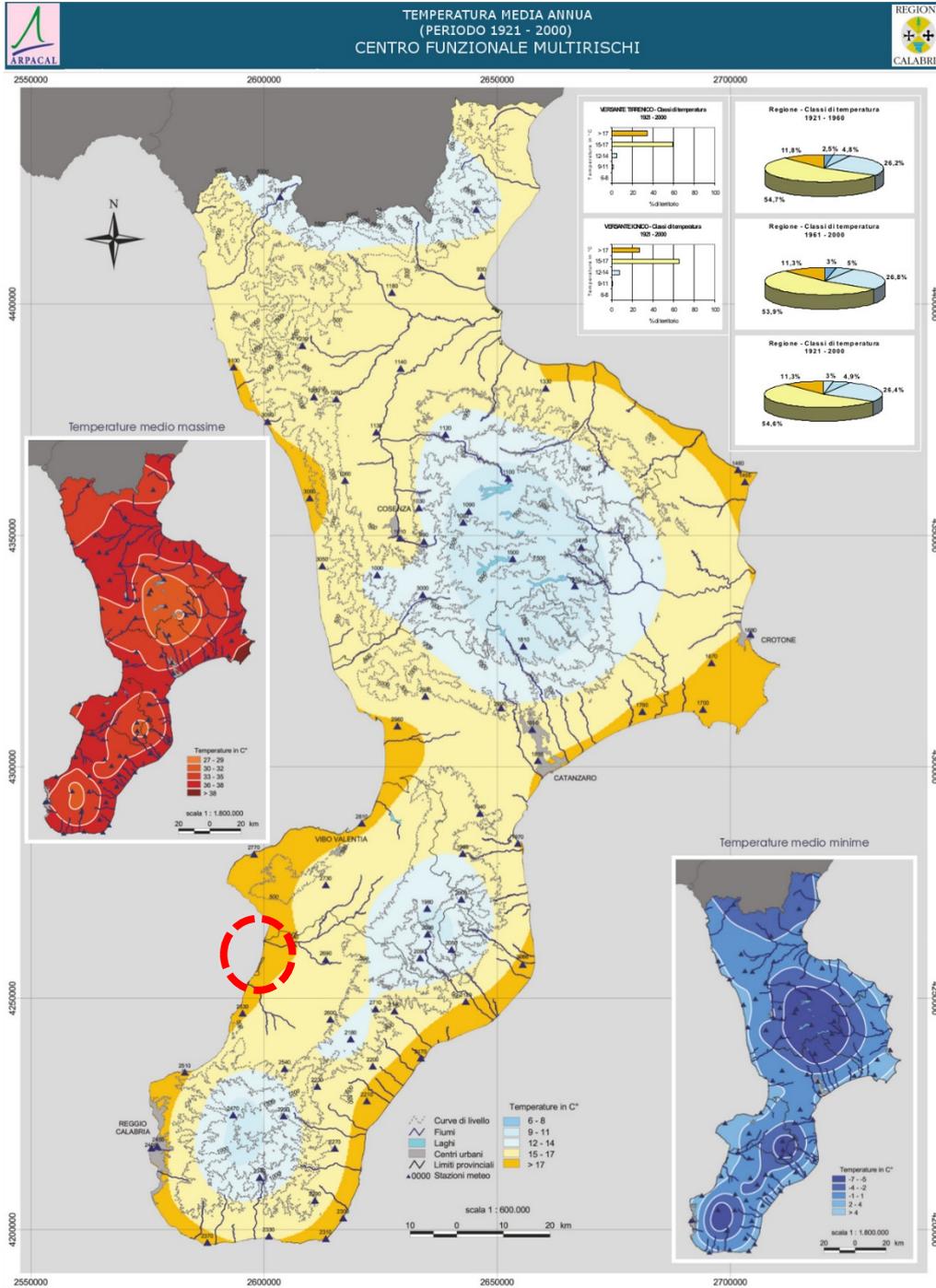


Figura 5 Temperatura media annua – Dati periodo 1921-2000 – Fonte: CFMR ARPACAL

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

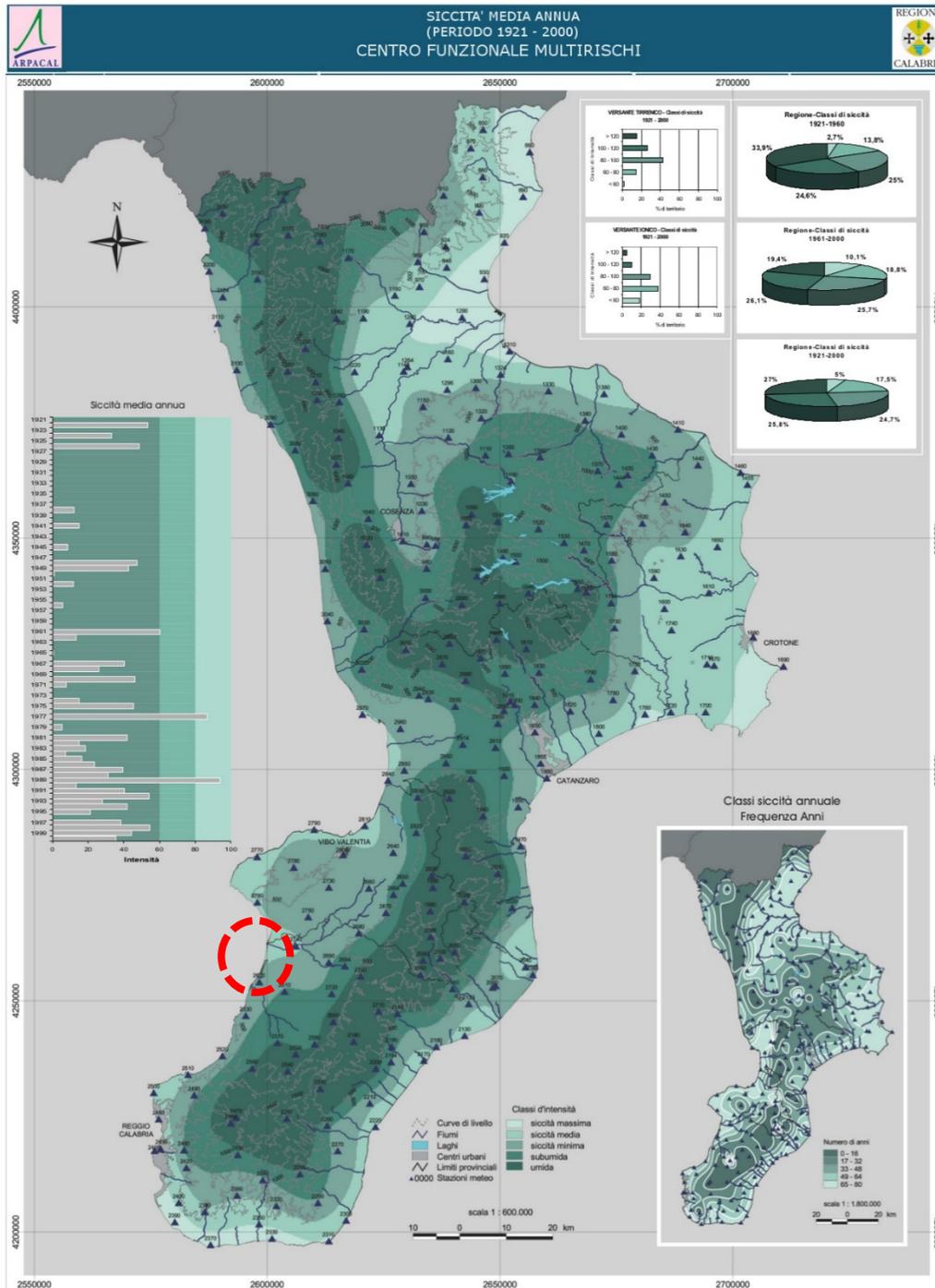


Figura 6 Siccità media annua – Dati periodo 1921-2000 – Fonte: CFMR ARPACAL

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

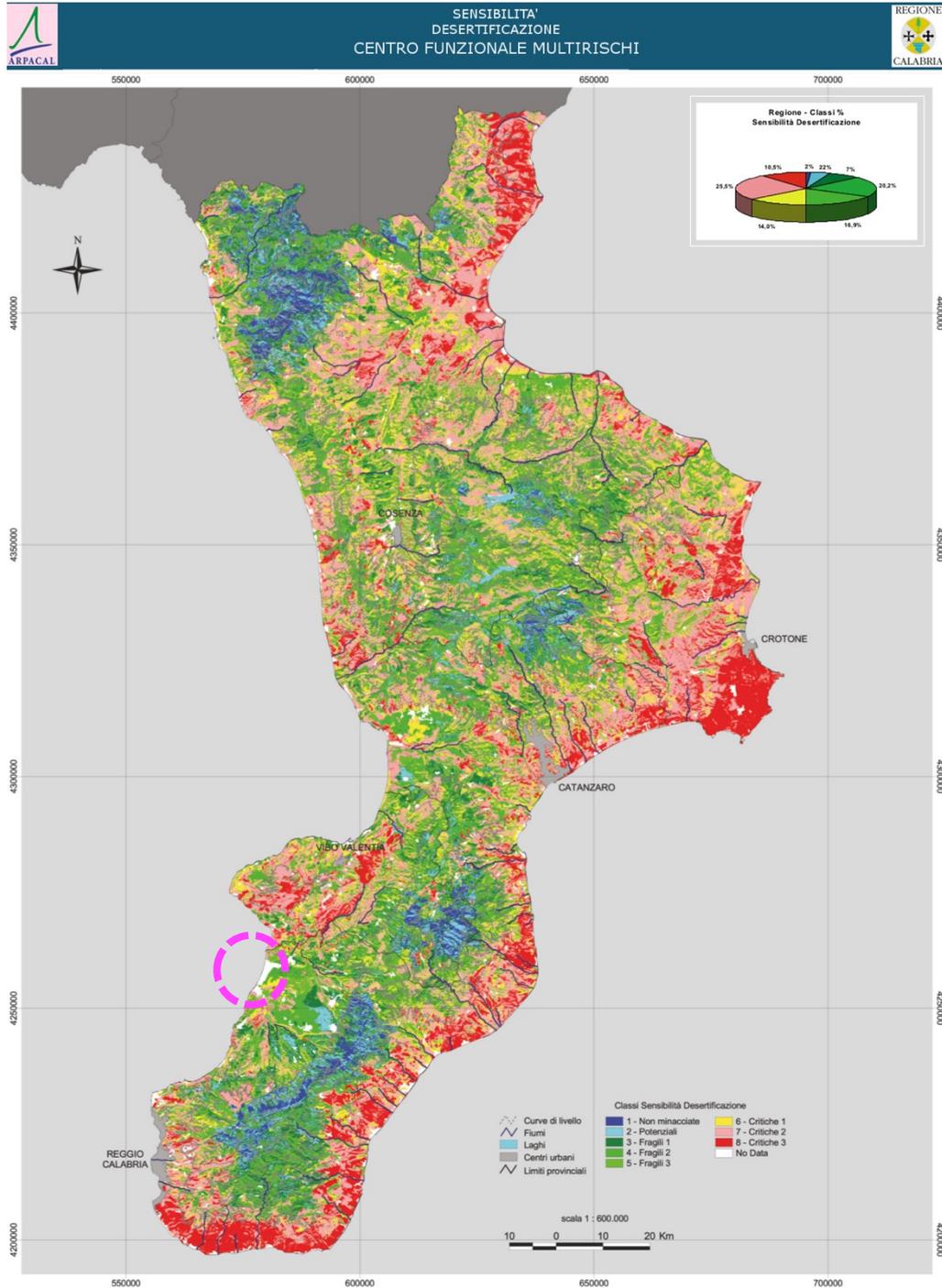


Figura 7 Siccità media annua – Dati periodo 1921-2000 – Fonte: CFMR ARPACAL

3.2 IL CLIMA DELLA PROVINCIA DI REGGIO CALABRIA

Il territorio della provincia di Reggio Calabria presenta un assetto morfologico non omogeneo; nello stesso territorio, infatti, coesistono molte realtà geografiche che influenzano profondamente le condizioni climatiche puntuali.

Il territorio provinciale, infatti, potrebbe essere suddiviso in settori geografici in funzione della morfologia del territorio. L'orografia della provincia di Reggio Calabria è caratterizzata dalla presenza del massiccio sistema montuoso dell'Aspromonte (vetta massima 1955 di Montalto) che costituisce l'ultima propaggine dell'Appennino calabro e che attraversa il territorio provinciale da Nord a Sud dividendo il versante tirrenico da quello ionico.

Le pendici del versante tirrenico dell'Aspromonte sono caratterizzate da una ripida inclinazione che determina nella distanza territoriale di pochi chilometri una variazione repentina di quota dando origine alla zona pianeggiante più estesa della Calabria, ovvero la Piana di Gioia Tauro.

Dalla parte del versante ionico, l'inclinazione delle pendici aspromontane presenta un graduale decremento di quota procedendo dolcemente verso il mare.

Queste due zone geografiche, quella ionica e quella tirrenica, così profondamente diverse dal punto di vista orografico hanno, di conseguenza, differenti peculiarità climatologiche sia dal punto di vista fisico sia da quello dinamico.

Nel territorio della provincia reggina, quindi, coesistono il clima tipicamente mediterraneo nella Piana di Gioia Tauro, il clima di tipo subtropicale della Locride e il clima quasi appenninico dell'Aspromonte.

3.2.1 Il clima nell'area di Gioia Tauro

Il clima dell'area di Gioia Tauro è, pertanto, di tipo mediterraneo, ovvero caratterizzato da temperature e condizioni atmosferiche temperate e miti. Le estati sono calde ed asciutte, gli inverni sono piovosi ma miti con temperature che raramente si avvicinano allo zero, le primavere sono piovose con giornate calde e l'autunno è caratterizzato da un clima non rigido.

A seguito della conformazione orografica della Piana di Gioia Tauro, in cui un'estesa zona pianeggiante affacciata sul mare è delimitata in maniera circolare da una ripida catena montuosa, si registra la persistenza di condizioni di stabilità atmosferica, legate anche alla circolazione di masse d'aria al suolo, e che determinano la prevalenza di situazioni di occlusione e un generale disaccoppiamento tra le circolazioni nei bassissimi strati e quelle degli strati superiori dell'atmosfera, il cosiddetto fenomeno di inversione termica.

Tutti questi fattori influenzano in modo determinante le capacità dispersive dell'atmosfera, e quindi le condizioni di accumulo degli inquinanti, soprattutto in periodo invernale, ma anche la presenza di fenomeni fotochimici nel periodo estivo.

3.3 ASPETTI GENERALI

Uno degli aspetti fondamentali per l'analisi della componente in esame, riguarda l'aspetto meteorologico dell'area di studio.

Per la caratterizzazione meteorologica dell'area in esame sono stati acquisiti i dati meteorologici disponibili su Arpacal- Centro Funzionale Multirischi per l'anno 2021.

Nei paragrafi successivi verranno analizzati separatamente diversi indicatori climatici appartenenti a tre categorie: Temperature, Precipitazioni e Venti.

Per il rilevamento dei dati meteorologici, necessari per condurre le simulazioni modellistiche, è stata scelta la stazione meteo più vicina all'area oggetto di studio e per la quale erano disponibili i dati necessari alle analisi. Si tratta, pertanto, della stazione meteorologica di Capo Vaticano.

3.4 IL DATO METEOROLOGICO ATTUALE: 2021

Per la caratterizzazione meteorologica dell'area in esame sono stati acquisiti i dati meteorologici disponibili per l'anno 2021.

3.4.1 Regime Termico

Nella Figura 10 è mostrato l'andamento termico giornaliero nell'anno di riferimento.

Si registrano temperature medie maggiori nei mesi estivi di giugno, luglio e agosto, con un massimo assoluto di 30.1 °C nel mese di agosto.

I mesi più freddi sono dicembre, gennaio e febbraio, registrando temperature medie minime pari a 4.5° C nel mese di febbraio. In generale, la media annua è pari a circa 17.1°C.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

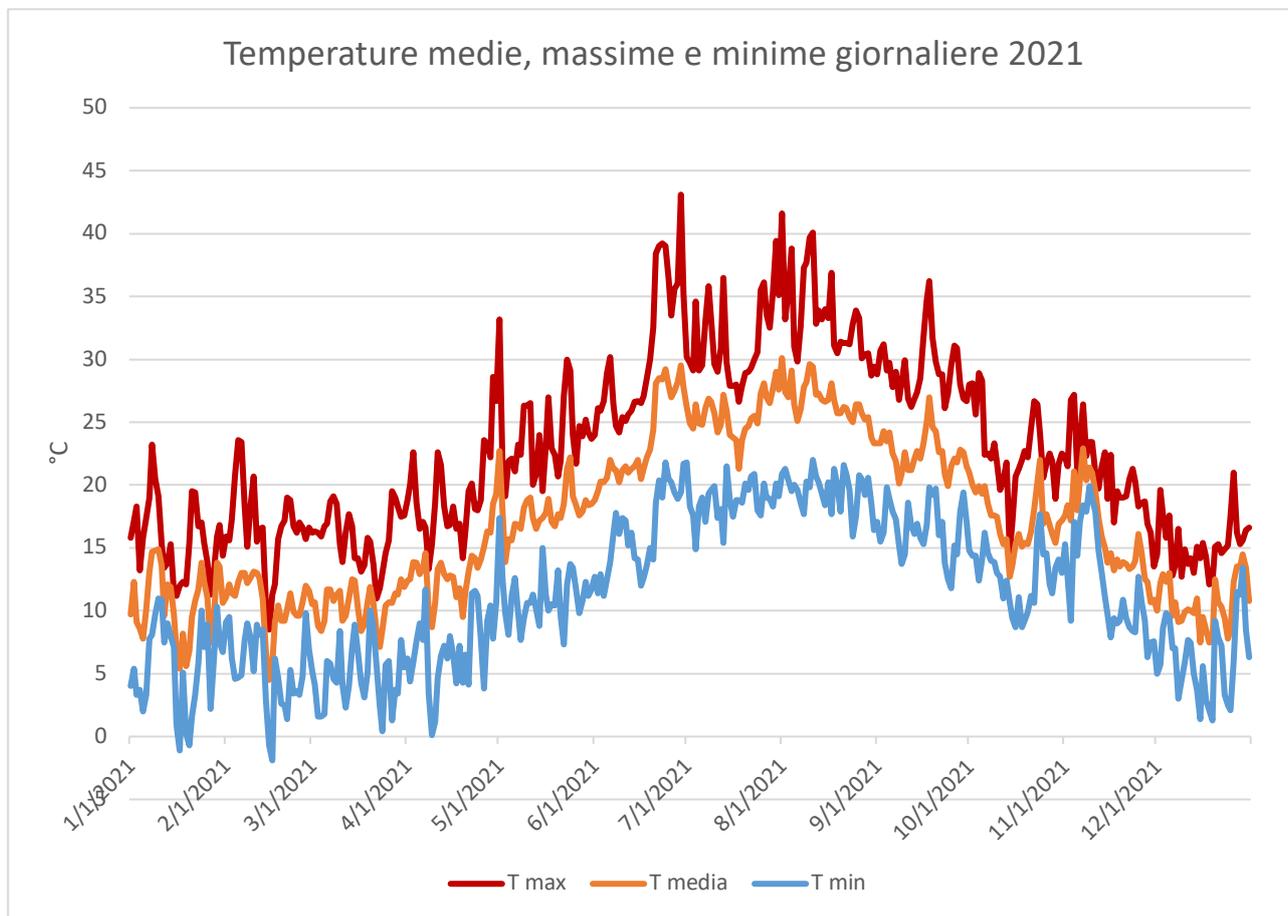


Figura 10 Temperatura giornaliera

Di seguito, in Tabella 2 e Figura 11, è mostrato anche l'andamento medio mensile della temperatura.

	gen- naio	feb- braio	mar- zo	apri- le	mag- gio	giu- gno	lu- glio	ago- sto	settem- bre	otto- bre	novem- bre	dicem- bre
T max	15,65	16,65	15,88	19,1	23,84	30,41	31,4	33,46	29,18	22,74	20,73	15,28
T me- dia	10,60	10,66	10,41	13,3	17,95	23,53	25,6	26,65	22,62	17,26	16,03	10,57
T min	5,63	5,33	4,82	6,9	11,09	16,20	18,8	19,59	16,54	12,73	12,08	6,21

Tabella 2 Temperatura massima, media, minima mensile in °C

Analizzando i valori massimi e minimi medi della temperatura si osserva come il trend analizzato per la temperatura media sia individuabile anche in tali valori, evidenziando come mese con temperature massime medie più elevate il mese di agosto con 33.5°C, mentre il mese con le temperature minime medie più basse risulta marzo con 4.8 °C

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

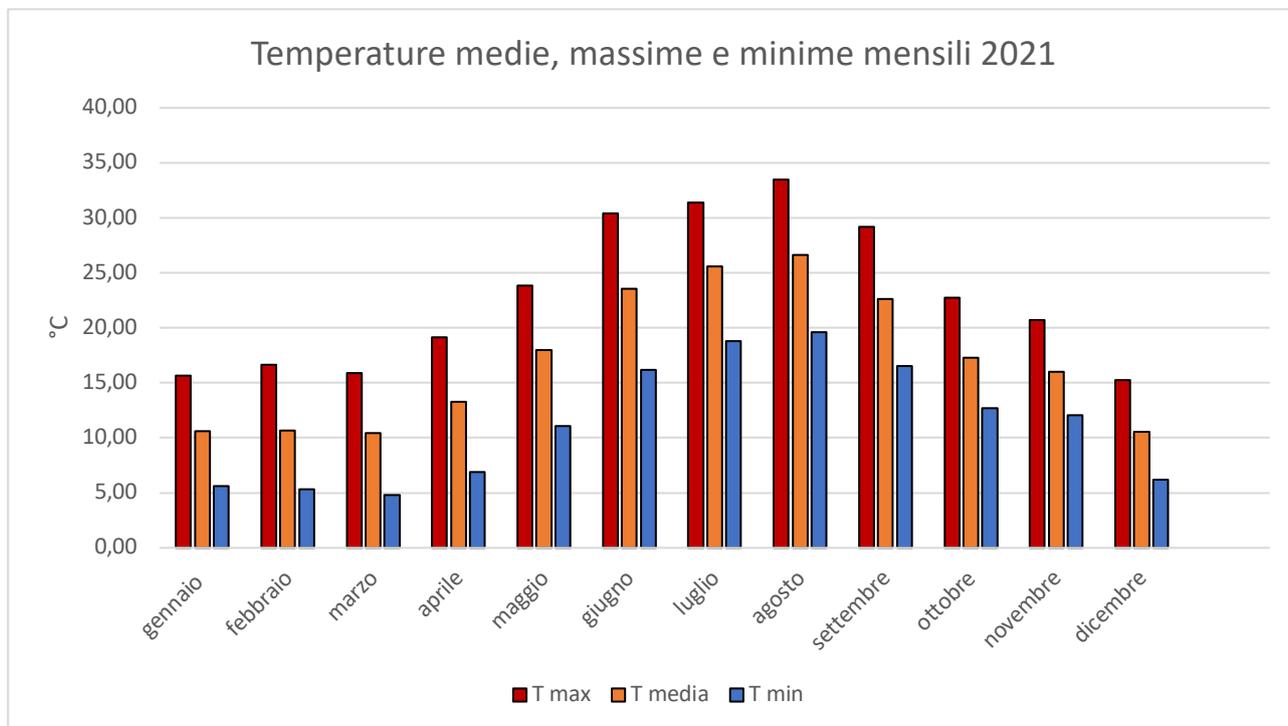


Figura 11 Temperatura mensile

3.4.2 Regime Pluviometrico

A partire dai dati giornalieri forniti dalla centralina di Capo Vaticano, è stato calcolato l'andamento delle precipitazioni cumulate mensili per il 2021 (Tabella 3 e Figura 12).

gen- naio	feb- braio	mar- zo	apri- le	mag- gio	giu- gno	lu- glio	ago- sto	settem- bre	otto- bre	novem- bre	dicem- bre
100,8	68,2	113,2	41,6	6,4	11,4	11	0	37,2	97,6	42,4	139,4

Tabella 3 Precipitazioni mensili cumulate in mm

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione



Figura 12 Precipitazioni mensili cumulate

È stata inoltre condotta un'analisi anche sull'andamento dell'umidità percentuale media, i cui dati sono mostrati in Tabella 4 Figura 13.

gen- naio	feb- braio	mar- zo	apri- le	mag- gio	giu- gno	lu- glio	ago- sto	settem- bre	otto- bre	novem- bre	dicem- bre
78	78	80	75	69	60	69	61	76	84	79	82

Tabella 4 Umidità media mensile %

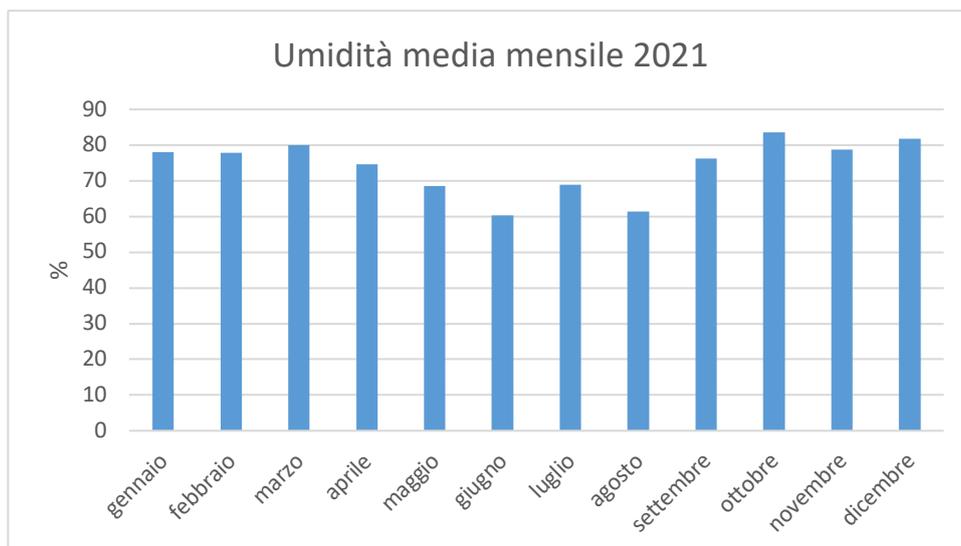


Figura 13 Umidità media mensile

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

3.4.3 Regime Anemometrico

Il vento influisce in modo rilevante sulle dinamiche di dispersione in atmosfera: venti intensi causano l'allontanamento delle sostanze emesse dalla sorgente disperdendole rapidamente, mentre venti deboli, spesso associati a perduranti condizioni anticicloniche, favoriscono l'accumulo delle sostanze inquinanti. Inoltre l'interazione del campo di vento con la superficie terrestre genera turbolenza di origine meccanica e le disomogeneità del terreno inducono lo sviluppo di dinamiche locali che si sovrappongono alla struttura generale della circolazione atmosferica influenzando in modo significativo la dispersione.

Per l'anno 2021 sono stati elaborati, con i dati forniti dalla centralina di Capo Vaticano, i grafici della velocità media e della rosa dei venti, come mostrato di seguito nella Figura 14 e nella Figura 15.

gen- naio	feb- braio	mar- zo	apri- le	mag- gio	giu- gno	lu- glio	ago- sto	settem- bre	otto- bre	novem- bre	dicem- bre
4,06	3,25	2,87	2,92	2,58	2,55	2,34	2,37	2,39	2,80	2,86	3,68

Tabella 5 Intensità media mensile del vento in m/s

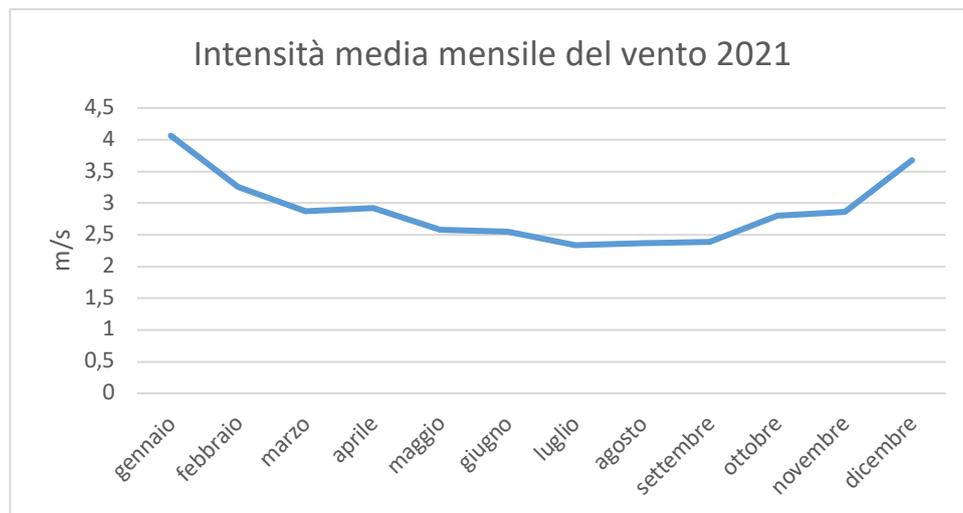


Figura 14 Velocità media del vento

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

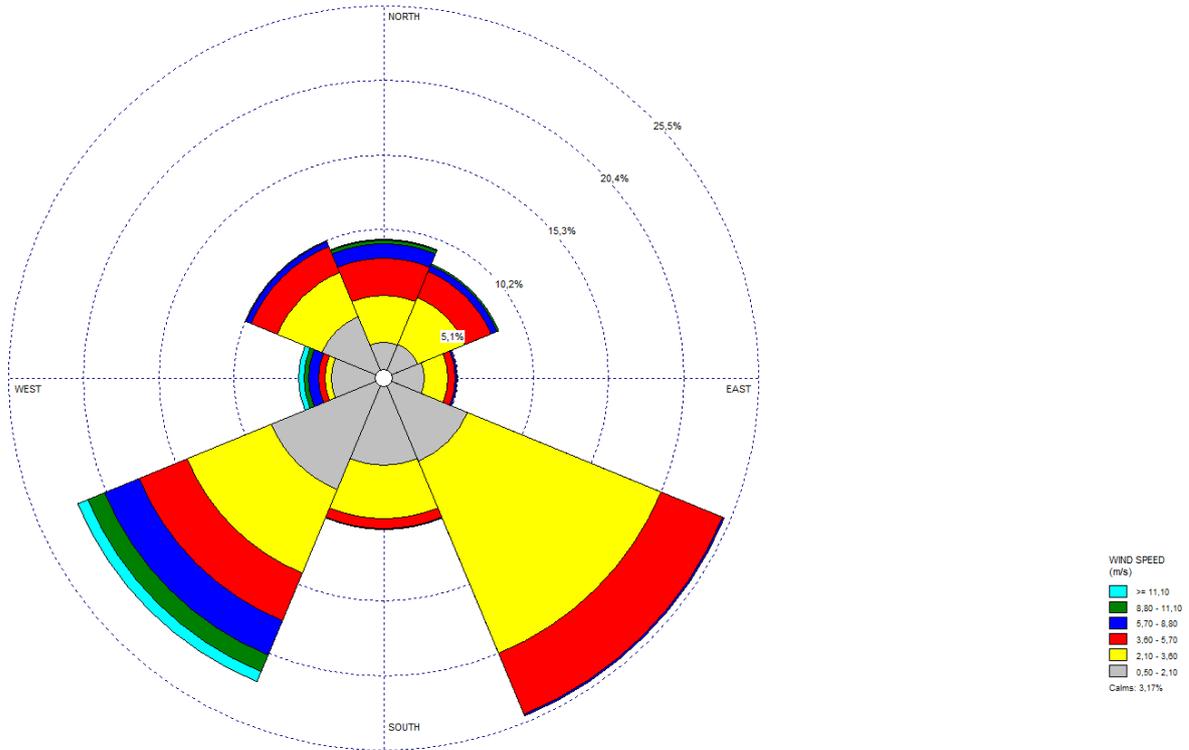


Figura 15 Rosa dei venti

L'intensità del vento registrata, Figura 14, ha una media assoluta di 2.88 m/s.

Nella tabella di seguito si riportano i valori relativi alla direzione e velocità del vento espresse in frequenze annuali (in millesimali). Le direzioni prevalenti dei venti risultano essere quelle di SE e SO.

	0,5-2,1	2,2-3,6	3,7-5,7	5,8-8,8	8,9-11	>11	TOTALE
N	24,9	32,1	25,3	9,5	2,7	0,7	95,2
NE	25,3	34,2	19,5	4,3	0,9	0,1	84,5
E	27,9	15,8	5,0	1,5	0,0	0,0	50,1
SE	62,0	141,7	45,1	1,4	0,0	0,0	250,1
S	59,8	36,8	6,6	0,2	0,0	0,0	103,4
SO	83,0	61,4	35,5	25,2	12,1	7,4	224,7
O	35,6	4,6	4,1	6,8	3,4	3,2	57,8
NO	45,7	33,0	18,7	4,0	0,5	0,2	102,1
Mancanti							0,5
CALME							31,7
TOTALE							1000

Tabella 6 Velocità e direzione dei venti espressi in millesimi

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

3.4.4 Classi di stabilità

L'indice di stabilità atmosferica, congiuntamente all'analisi della ventosità, rappresenta un importante indicatore utilizzato per definire il potenziale di rigenerazione della qualità dell'aria, in quanto connesso alla turbolenza dei bassi strati dell'atmosfera, vale a dire alla capacità di disperdere gli inquinanti aeriformi.

Il metodo di analisi utilizzato è quello di Pasquill. Le classi di stabilità, denotate con le lettere dalla A alla F, sono determinate in base a parametri meteorologici acquisibili dalle stazioni a terra, in particolare alla velocità del vento a 10 m dal suolo e alla radiazione solare.

Radiazione (W/m ²)	Velocità del vento (m/s)					
	V < 2	2 ≤ V < 3	3 ≤ V < 4	4 ≤ V < 5	5 ≤ V < 6	V ≥ 6
Giorno						
RT ≥ 700	A	A	B	B	C	C
540 ≤ RT < 700	A	B	B	B	C	C
400 ≤ RT < 540	B	B	B	C	C	D
270 ≤ RT < 400	B	B	C	C	C	D
140 ≤ RT < 270	C	C	C	D	D	D
RT < 140	D	D	D	D	D	D
Notte						
RN ≥ -20	D	D	D	D	D	D
-40 ≤ RN < -20	F	E	D	D	D	D
RN < -40	F	F	E	E	D	D

Tabella 7 Corrispondenze tra le categorie di Pasquill, intensità del vento a 10 m e radiazione solare

La turbolenza decresce dalla classe A, in cui si ha un equilibrio molto instabile, attraverso la D, in cui si hanno condizioni neutre, fino alla F, in cui si ha una stratificazione molto stabile. Le condizioni di stabilità atmosferica assunte a riferimento sono costituite dai valori ottenuti applicando la Tabella 7 che consente di determinare la classe di stabilità nota l'intensità della velocità del vento e la radiazione solare.

Da un punto di vista generale, tali classi possono essere così caratterizzate:

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

Classe di Stabilità secondo Pasquill	Condizioni atmosferiche
A	Situazione estremamente instabile Turbolenza termodinamica molto forte 1 Shear del vento molto debole
B	Situazione moderatamente instabile Turbolenza termodinamica media 2 Shear del vento moderato
C	Situazione debolmente instabile Turbolenza termodinamica molto debole 3 Shear del vento moderato
D	Situazione neutra adiabatica Turbolenza termodinamica molto debole 4 Shear del vento forte
E	Situazione debolmente stabile Turbolenza termodinamica molto debole 5 Shear del vento forte
F + G	Situazione molto stabile Turbolenza termodinamica assente 6 Shear del vento molto forte

Tabella 8 Classi di stabilità atmosferica di Pasquill

Nelle figure seguenti vengono riportate le distribuzioni in termini di frequenze annuali e stagionali delle diverse classi di stabilità di Pasquill per l'anno 2021.

Classe di stabilità	AUTUNNO	ESTATE	INVERNO	PRIMAVERA	ANNUALE
A	27,3	147,2	36,4	124,1	85,2
B	106,0	174,2	111,6	152,3	136,8
C	83,8	102,0	76,6	112,0	94,0
D,E,F	782,9	576,7	775,4	611,6	684,1
TOTALE	1000	1000	1000	1000	1000

Tabella 9 Classi di stabilità espresse in frequenze stagionali e annuali in millesimi

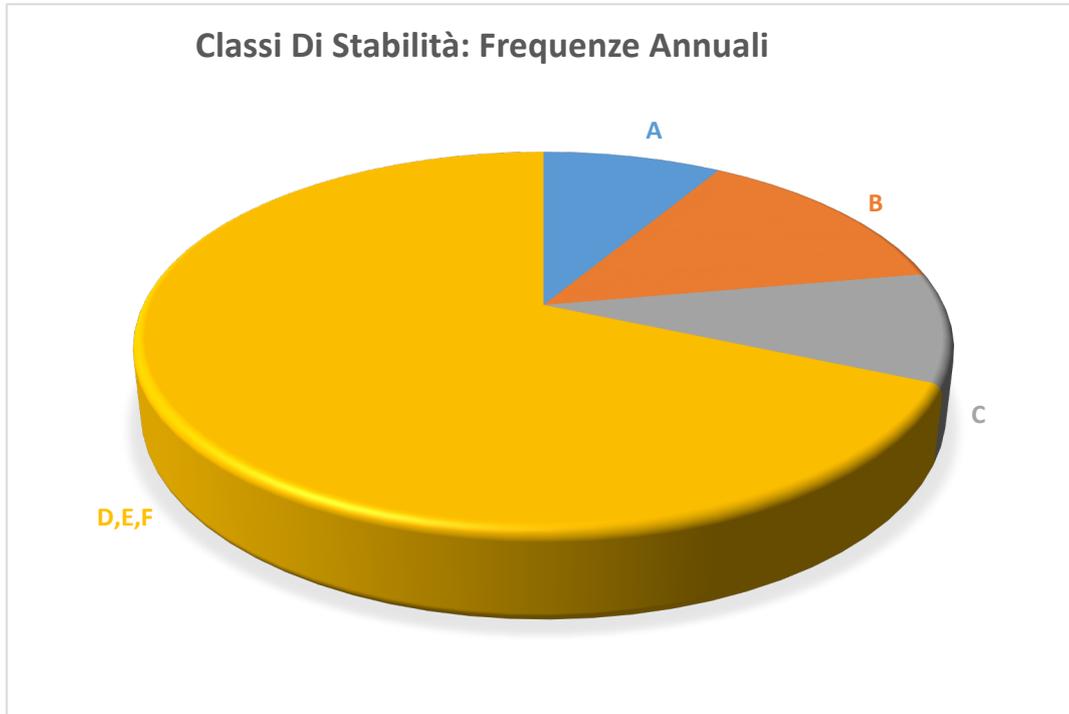


Figura 16 Classi di stabilità: frequenze annuali

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

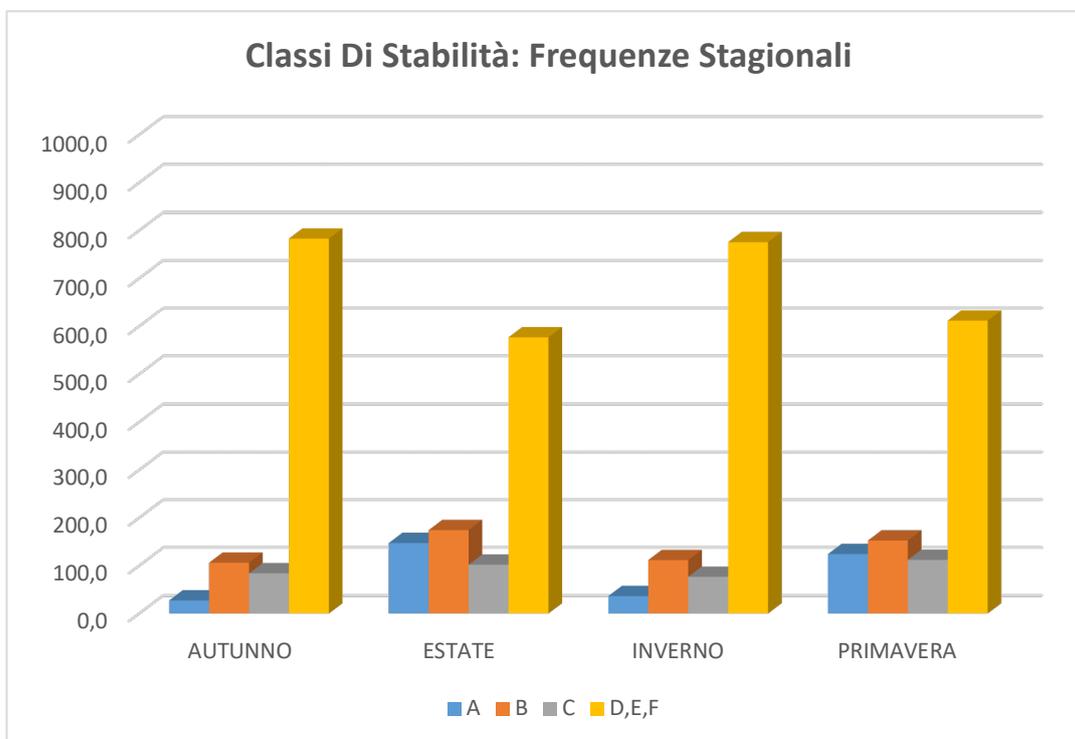


Figura 17 Classi di stabilità: frequenze stagionali.

Complessivamente su base annuale prevalgono condizioni di stabilità/neutralità e turbolenza termodinamica bassa (classi D, E, F).

Anche su base stagionale prevalgono le classi D, E, F che indicano quindi condizioni di stabilità atmosferica. È tuttavia interessante notare come già dalla stagione primaverile assistiamo ad un incremento delle classi A e B, indice dell'arrivo di situazioni tendenti all'instabilità. Tale aspetto raggiunge nell'estate la sua massima espressione annuale, in conseguenza del riscaldamento al suolo dell'aria tipico di questa stagione. In estate infatti notiamo un ulteriore incremento delle classi A e B. Nel periodo autunnale e invernale tornano a dominare largamente le classi di stabilità D, E, F mentre la classe A è sostanzialmente trascurabile.

3.4.5 Pressione

La pressione media mensile, registra nell'anno di riferimento, ha un massimo di 943 hPa nel mese di febbraio e un minimo di 936 hPa nel mese di gennaio. I valori registrati, quindi, hanno una bassa variabilità all'interno dell'anno.

gen- naio	feb- braio	mar- zo	apri- le	mag- gio	giu- gno	lu- glio	ago- sto	settem- bre	otto- bre	novem- bre	dicem- bre
936,9	943,7	942,2	939,7	941,4	942,9	941	941,4	943,5	941,7	938,5	939,0

Tabella 10 Pressione media mensile in hPa

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

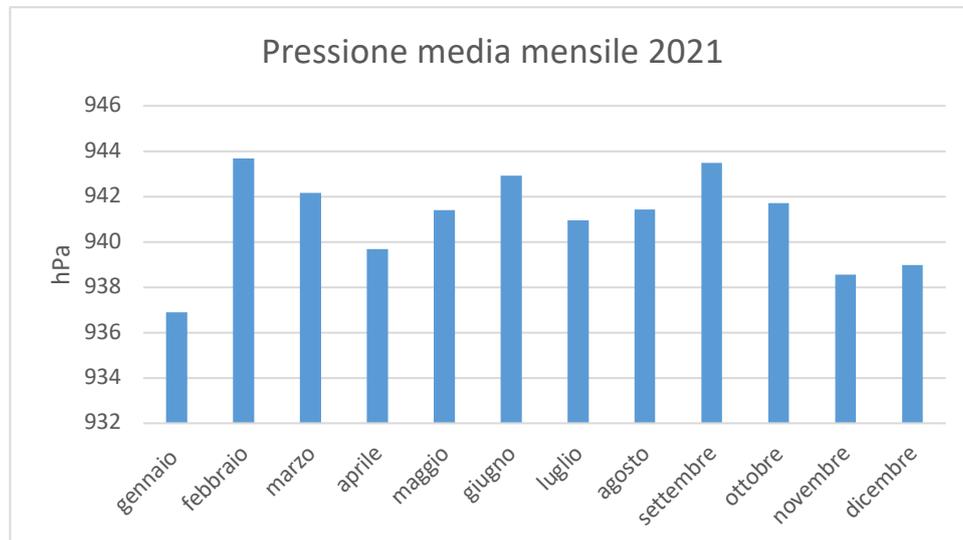


Figura 18 Pressione media mensile

4 ANALISI DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

4.1 PIANO DI RISANAMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA E ZONIZZAZIONE

Il quadro normativo regionale in materia di gestione della qualità dell'aria è costituito dalle competenze attribuite dal D.lgs 351/99 che recepisce i disposti della Direttiva europea e che attribuisce alle Regioni una serie di attività tra cui, secondo i criteri e le metodologie disposte dal D.M. 261/02 e sulla base, in prima applicazione, della valutazione preliminare e successivamente della valutazione della qualità dell'aria ambiente, la definizione di una lista di zone e agglomerati nei quali:

- i livelli di uno o più inquinanti eccedono il valore limite aumentato del margine di tolleranza;
- i livelli di uno o più inquinanti sono compresi tra il valore limite ed il valore limite aumentato del margine di tolleranza.

Sulla base di tale zonizzazione/classificazione del proprio territorio, le Regioni adottano un piano o un programma per il raggiungimento dei valori limite entro i termini stabiliti.

In particolare, le norme prevedono che si debba adottare un piano o programma di risanamento per il raggiungimento di tale soglia nelle zone o agglomerati ove uno o più inquinanti eccedono il valore limite di riferimento, oppure, adottare un piano di mantenimento della qualità dell'aria al fine di conservare e migliorare i livelli degli inquinanti laddove essi risultino al di sotto dei valori limite.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

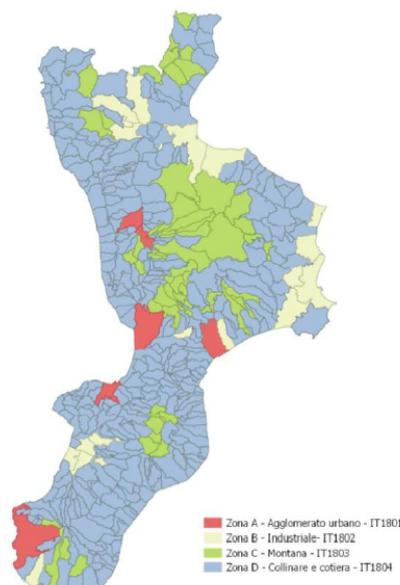
L'articolo 1, comma 4, del d.lgs. 155/2010, definisce, infatti, la zonizzazione del territorio "il presupposto su cui si organizza l'attività di valutazione della qualità dell'aria ambiente", le cui modalità di svolgimento sono individuate sulla base della classificazione delle zone medesime. La valutazione della qualità dell'aria è, a sua volta, "il presupposto per l'individuazione delle aree di superamento dei valori, dei livelli, delle soglie e degli obiettivi previsti" dal decreto per i vari inquinanti; in caso di superamento devono essere adottati piani che agiscano sull'insieme delle principali sorgenti di emissione, ovunque localizzate, che influenzano tali aree di superamento. Il medesimo articolo 1, comma 4, indica sinteticamente i principi per la delimitazione delle zone e degli agglomerati, meglio specificati nell'Appendice I "Criteri per la zonizzazione del territorio".

In primo luogo, sulla base dell'assetto urbanistico, della popolazione residente e della densità abitativa, si individuano gli agglomerati e successivamente, in considerazione principalmente delle caratteristiche orografiche, di quelle meteo climatiche, del carico emissivo e del grado di urbanizzazione del territorio, si prosegue con la delimitazione delle altre zone. Le zone e gli agglomerati individuati sono infine classificati ai fini della tutela della salute umana, secondo quanto specificato dall'articolo 4 del d.lgs. 155/2010, confrontando le concentrazioni nell'aria ambiente degli inquinanti SO₂, NO₂, C₆H₆, CO, Pb, PM₁₀, PM_{2.5}, As, Cd, Ni, B(a)P con le rispettive soglie di valutazione superiori e inferiori riportate nell'Allegato II del citato decreto.

L'attuale zonizzazione della regione Calabria prevede l'individuazione di quattro zone, così ripartite:

- zona A - urbana, basata sul numero di abitanti di 5 macro aree omogenee chiamate, per semplicità, "sottozone";
- zona B - industriale, con 5 sottozone, compresa la città di Crotona;
- zona C - montana, senza specifici fattori di pressione;
- zona D - collinare e costiera, senza specifici fattori di pressione.

In Figura 19 si riporta la suddivisione del territorio regionale nelle diverse zone individuate.



STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

Figura 19 Zonizzazione della regione Calabria

Il tratto di strada da noi preso in esame nel seguente studio ricade all'interno della zona B-industriale.

4.2 MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

La rete di monitoraggio della qualità dell'aria (RRQA) è stata progettata a seguito della zonizzazione e classificazione dell'intero territorio regionale, in conformità alle disposizioni del D.Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii. La definizione della RRQA e del relativo Programma di Valutazione (PdV) della qualità dell'aria hanno consentito l'individuazione e la distribuzione sul territorio di 20 stazioni di monitoraggio in siti fissi alcune delle quali di proprietà di Enti Locali o aziende private. Al fine di valutare i valori di concentrazione di metalli ed IPA nella zona industriale, si effettuano in parallelo campagne indicative di monitoraggio (15 giorni per stagione climatica) rispetto alle stazioni di proprietà di aziende private facenti parte del PdV regionale. Si eseguono inoltre campagne indicative di monitoraggio sul territorio regionale i cui dati, integrati con quelli provenienti dalla RRQA, forniscono le basi per poter confermare o rivalutare l'attuale zonizzazione regionale. Di fatti, l'articolo 4, comma 2, e l'articolo 8, comma 5, del D.Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii. prevedono che la classificazione delle zone e degli agglomerati di cui all'articolo 4, comma 1, e di cui all'articolo 8, comma 2, dello stesso decreto, sia riesaminata almeno ogni cinque anni (ultima zonizzazione dell'intero territorio regionale è stata pubblicata con il DGR n. 470/14 sul BURC n. 6 del 23/01/2015) e, comunque, in caso di significative modifiche delle attività che incidono sulle concentrazioni nell'aria ambiente degli inquinanti per cui è stata effettuata.

In Figura 20 si illustra l'ubicazione delle 20 stazioni di monitoraggio.

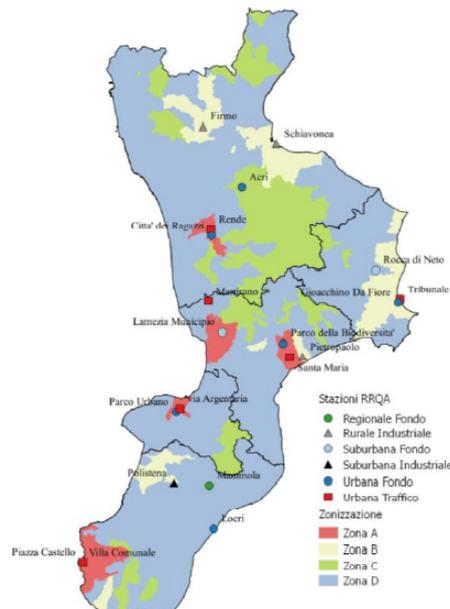


Figura 20 Rete di monitoraggio qualità dell'aria

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

In generale, le stazioni si distinguono in:

- stazioni di misurazione di TRAFFICO: stazioni ubicate in posizione tale che il livello di inquinamento sia influenzato prevalentemente da emissioni da traffico, provenienti da strade limitrofe con intensità di traffico medio alta
- stazioni di misurazione di FONDO: stazioni ubicate in posizione tale che il livello di inquinamento non sia influenzato prevalentemente da emissioni da specifiche fonti (industrie, traffico, riscaldamento residenziale, ecc.) ma dal contributo integrato di tutte le fonti poste sopravento alla stazione rispetto alle direzioni predominanti dei venti nel sito
- stazioni di misurazione INDUSTRIALE: stazioni ubicate in posizione tale che il livello di inquinamento sia influenzato prevalentemente da singole fonti industriali o da zone industriali limitrofe.

Di seguito sono riportate le stazioni di monitoraggio del Programma di Valutazione con la loro ubicazione e classificazione ed i relativi analizzatori presenti. Si precisa che in alcune stazioni sono presenti analizzatori non facenti parte del Programma di Valutazione i cui dati sono finalizzati principalmente ad una migliore valutazione della qualità dell'aria e che comunque vengono riportati nel presente elaborato.

N	PROVINCIA	COMUNE	NOME STAZIONE	TIPO_ZONA	TIPO_STAZIONE
1	CS	Cosenza	Città dei ragazzi	U	B
2	CS	Rende	Università	U	T
3	CZ	Lamezia Terme	Municipio	S	B
4	CZ	Catanzaro	Santa Maria (frazione)	U	T
5	CZ	Catanzaro	Parco Biodiversità mediterranea	U	B
6	RC	Reggio Calabria	Piazza Castello	U	T
7	RC	Reggio Calabria	Villa Comunale	U	B
8	VV	Vibo Valentia	Via Argentaria	U	T
9	VV	Vibo Valentia	Parco urbano	U	B
10	KR	Crotone	Tribunale	U	T
11	KR	Crotone	Gioacchino da Fiore (via)	U	B
12	CS	Firmo	Firmo	R-NCA	I/B
13	CS	Corigliano Calabro	Schiavonea (frazione)	R-NCA	I
14	RC	Polistena	Polistena (campo sportivo)	S	I/B
15	CZ	Simeri Crichi	Pietropaolo (località)	R-NCA	I/B
16	CS	Acri	Acri	U	B
17	CZ	Martirano Lombardo	Martirano Lombardo	U	T
18	KR	Rocca di Neto	Rocca di Neto	S	B
19	RC	Locri	Locri	U	B
20	RC	Mammola	Mammola	R-REG	B

Legenda Tipo Zona: U=Urbana; S=SubUrbana; R-NCA= Fondo (background) rurale – Near City; R-REG= Fondo (background) rurale - Regionale

Legenda Tipo Stazione: T=Traffico; B=Background; I=Industriale

Tabella 11 Stazioni di monitoraggio della Rete Regionale della Qualità dell'Aria

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

COMUNE	NOME_STAZ	SO ₂	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2,5}	C ₆ H ₆	CO	O ₃	IPA e Metalli
Cosenza	Città dei ragazzi	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑
Rende	Università		☑	☑					
Lamezia Terme	Municipio	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑
Catanzaro	Santa Maria (frazione)		☑	☑			◇	◇	◇
Catanzaro	Parco della biodiversità mediterranea	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑
Reggio Calabria	Piazza Castello		☑	☑					
Reggio Calabria	Villa Comunale	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑
Vibo Valentia	Via Argentaria		☑	☑					◇
Vibo Valentia	Parco urbano	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑
Crotone	Tribunale		☑	☑					
Crotone	Gioacchino da Fiore (via)	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑
Firmo	Firmo		☑	☑		☑	☑	☑	
Corigliano Calabro	Schiavonea (frazione)	☑	☑	☑					
Polistena	Polistena (campo sportivo)		☑	☑	☑			☑	
Simeri Crichi	Pietropaolo (località)		☑	☑	☑		☑	☑	
Acri	Acri	◇	☑	☑	☑	☑	◇	☑	◇
Martirano Lombardo	Martirano Lombardo	◇	☑	☑	☑	◇	◇	◇	◇
Rocca di Neto	Rocca di Neto	◇	◇	☑	☑	◇	◇	☑	◇
Locri	Locri	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	◇
Mammola	Mammola	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑

☑ analizzatore previsto nel Programma di Valutazione,

◇ analizzatore presente nella stazione non previsto nel Programma di Valutazione.

Tabella 12 Elenco delle stazioni e dei relativi analizzatori.

Di seguito, si riporta l'ubicazione delle centraline rispetto all'area oggetto di studio, cerchiata in rosso.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

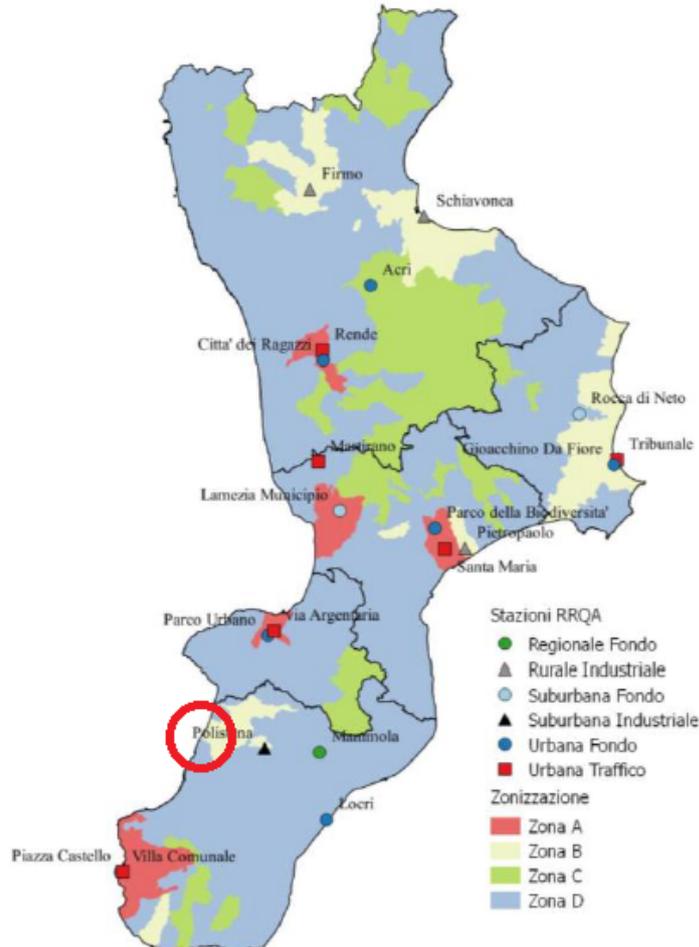


Figura 21 Posizione delle stazioni di misura rispetto all'area di studio

4.3 CARATTERIZZAZIONE DELLO SCENARIO DI BASE

Per poter caratterizzare un quadro emissivo di base si è fatto riferimento al Piano Regionale di Tutela della Qualità dell'aria della Regione Calabria. Tale documento è stato redatto a partire dai dati dell'Inventario delle Emissioni del 2005, realizzato da ISPRA con il supporto dell'ARPACAL.

La presenza di un inventario consente di collocare spazialmente le varie sorgenti presenti nell'area e di quantificarne i relativi contributi. L'utilizzo degli inventari di emissione a supporto della gestione e pianificazione della qualità dell'aria è stato ampiamente riconosciuto sia dalla normativa europea che da quella italiana. In particolare il decreto DM n. 261/2002, relativo alle "direttive tecniche per la valutazione preliminare della qualità dell'aria, i criteri per l'elaborazione del piano e dei pro-

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

grammi”, dedica l’allegato 2 ai criteri di redazione degli inventari di emissione. Fonti di emissione di inquinanti dell’aria.

Un inventario delle emissioni è una raccolta coerente di dati sulla quantità di emissioni di sostanze inquinanti immesse in atmosfera da attività antropiche e naturali, raggruppati per:

- attività economica;
- intervallo temporale (anno, mese, giorno, ecc.);
- unità territoriale (provincia, ecc.);
- combustibile (per i soli processi di combustione).

Le quantità d’inquinanti emesse dalle diverse sorgenti della zona in esame si possono ottenere:

- tramite misure dirette e continue;
- tramite stima.

La misura diretta delle emissioni può essere effettuata, ove è possibile, solo per alcuni impianti industriali, di solito schematizzati come sorgenti puntuali.

Per tutte le altre sorgenti, denominate sorgenti diffuse (piccole industrie, impianti di riscaldamento, sorgenti mobili, ecc.) e per le sorgenti lineari (autostrade, porti, aeroporti, ecc.), si deve ricorrere a stime.

Le emissioni sono stimate a partire da dati quantitativi sull’attività presa in considerazione e da opportuni fattori d’emissione.

Si è proceduto a delineare un quadro delle principali fonti di emissione nel territorio regionale avvalendosi delle stime prodotte periodicamente da ISPRA.

Il lavoro di stima dell’inventario delle emissioni ha seguito una metodologia sia di tipo top_down che bottom-up; ovvero è stato preso come riferimento l’inventario provinciale APAT al 2005 (top-down) ed è stato integrato con dati raccolti da ARPACAL per migliorare così la stima di alcune attività (bottom-up).

Attraverso questo lavoro è stato possibile individuare le tipologie di sorgenti emissive presenti sul territorio calabrese, i principali inquinanti emessi, la loro quantità insieme alla loro distribuzione spaziale. In tal modo si possono determinare a livello regionale e provinciale quali sono le sorgenti maggiormente responsabili dell’inquinamento e quindi, tra l’altro, mirare con criteri oggettivi alla riduzione delle emissioni delle varie sostanze inquinanti

Aspetto che deve essere evidenziato è che la lettura e l’interpretazione dei dati di emissione non è semplice. Infatti anche il valore assoluto elevato di una emissione di una sostanza inquinante non determina necessariamente, non esistendo una correlazione lineare, una situazione di livelli di inquinamento critici. Per valutare approssimativamente l’effetto di una emissione si devono considerare anche le dimensioni spaziali/territoriali in cui si verifica, le condizioni/modalità di emissione, la natura della/e sostanze inquinanti in questione, l’orografia del territorio e le condizioni meteo clima-

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

tiche prevalenti. In genere le emissioni di tipo puntiforme isolate (attività produttive e/o di produzione di energia con camini di una certa altezza), anche se con valori assoluti molto elevati, non determinano condizioni al suolo particolarmente critiche per periodi di tempo prolungati (eventuali esposizioni di medio -lungo termine) perché la diffusione e il trasporto degli inquinanti operano in modo da disperdere questi su ampie zone/territori, riducendo notevolmente la possibilità del verificarsi di episodi acuti di inquinamento. Invece, molte emissioni di piccola entità distribuite diffusamente su di un territorio (ad esempio, generate da impianti di riscaldamento domestici o da una densa rete viaria urbana), con altezze di rilascio modeste o quasi nulle (si pensi all'altezza dal suolo delle emissioni dei veicoli) possono determinare, anche in concomitanza di condizioni meteo climatiche sfavorevoli, livelli di concentrazione al suolo molto elevati. Inoltre la dimensione spaziale/territoriale a cui viene attribuita una emissione comporta una differente interpretazione di questa.

Elenco delle principali fonti di emissione responsabili dell'inquinamento

Le emissioni stimate per l'anno 2005, per gli inquinanti principali monossido di carbonio (CO), composti organici volatili (COV), ossidi di zolfo (SO_x), ossidi di azoto (NO_x), ammoniaca (NH₃), materiale particolato fine (PM₁₀), materiale particolato fine (PM_{2,5}) e anidride carbonica (CO₂), suddivise per macrosettore (metodologia SNAP 97 indicata nel DM n. 261, allegato 2) sono illustrate nella tabella seguente:

Macrosettore	CO	%	COV	%	SO _x	%	NO _x	%	NH ₃	%	PM ₁₀	%	PM _{2,5}	%
01 Combustione - Energia e industria di trasformazione	726,4	0,52%	111,1	0,23%	874,3	19,44%	2.180,5	5,34%	5,0	0,08%	29,2	0,48%	27,8	0,55%
02 Combustione - Non ind.	13.887,1	9,99%	1.550,2	3,17%	89,5	1,99%	1.010,9	2,48%	0,0	0,00%	599,4	9,77%	569,9	11,30%
03 Combustione - Industria	1.647,7	1,19%	54,5	0,11%	749,3	16,66%	2.649,4	6,49%	1,6	0,03%	224,0	3,65%	212,8	4,22%
04 Processi Produttivi	-	-	1.260,0	2,58%	789,1	17,54%	-	-	-	-	587,7	9,58%	88,1	1,75%
05 Estrazione, distribuzione combustibili fossili/geotermico	-	-	623,9	1,28%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06 Uso di solventi	-	-	12.465,9	25,49%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
07 Trasporti Stradali	57.076,8	41,08%	11.589,4	23,69%	96,2	2,14%	24.690,6	60,51%	694,4	11,11%	1.633,7	26,64%	1.464,0	28,03%
08 Altre Sorgenti Mobili	7.853,4	5,65%	2.529,3	5,17%	1.895,8	42,15%	7.454,3	18,27%	1,2	0,02%	768,6	12,53%	768,9	15,25%
09 Trattamento Smaltimento Rifiuti	57.217,0	41,18%	3.160,5	6,46%	0,1	0,00%	2.804,5	6,87%	329,8	5,28%	2.068,9	33,73%	1.773,3	35,17%
10 Agricoltura	185,8	0,13%	21,5	0,04%	-	-	6,2	0,02%	5.211,3	83,41%	150,5	2,45%	66,4	1,32%
11 Altre sorgenti Emissione ed Assorbimenti	346,7	0,25%	15.545,6	31,78%	4,0	0,09%	9,8	0,02%	4,5	0,07%	71,5	1,17%	71,5	1,42%
Totale	138.940,8		48.912,0		4.498,2		40.806,2		6.247,7		6.133,0		5.042,7	

Tabella 13 Emissioni totali regionali, in tonnellate per macrosettore e loro percentuale sul totale regionale - anno 2005

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

Il valore percentuale riportato nella colonna a destra di quella con la stima del valore assoluto, indica la percentuale delle emissioni del macrosettore, relativa a quell'inquinante, nell'anno 2005, rispetto al totale regionale.

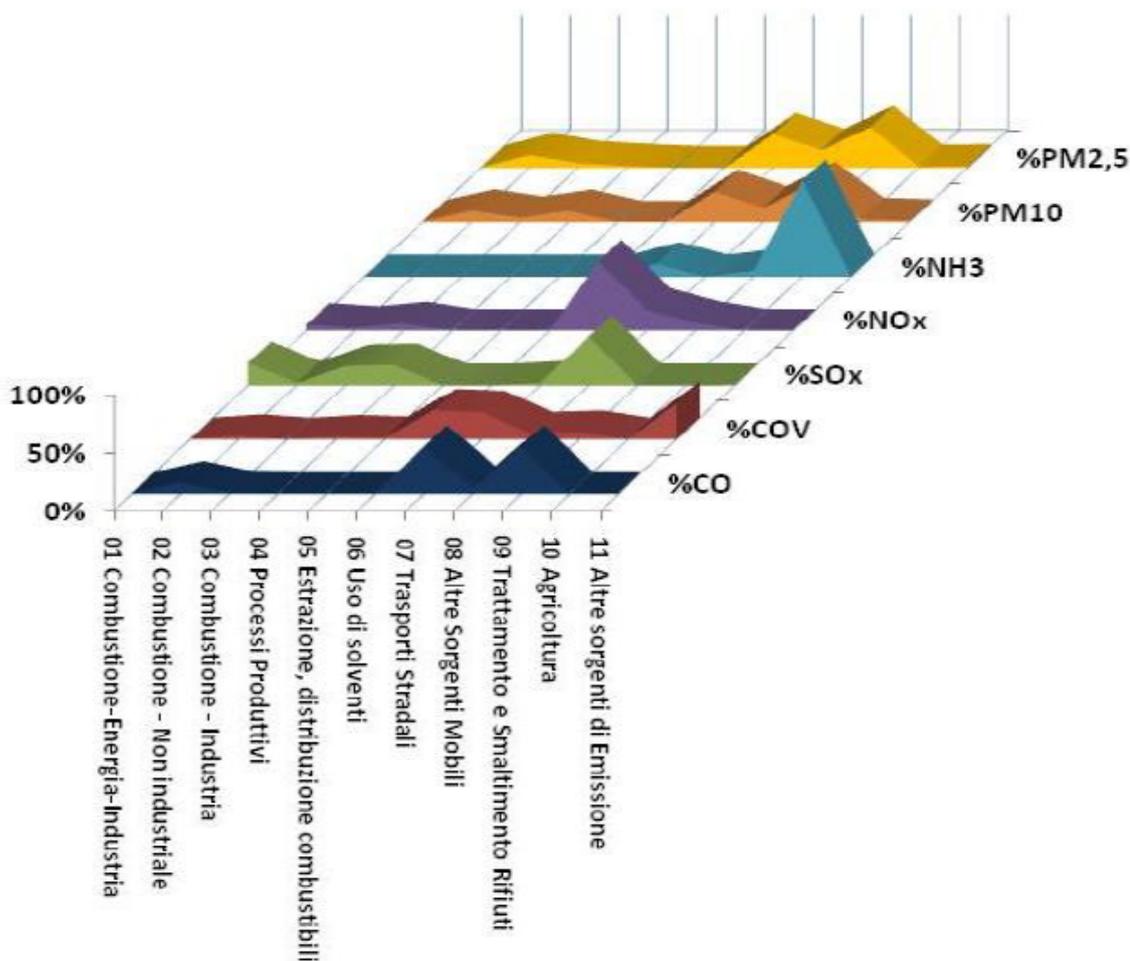


Figura 22 Distribuzione percentuale di ogni inquinante nei macrosettori

Il macrosettore 01 "Combustione - Energia e industria di trasformazione" comprende essenzialmente le centrali termoelettriche. E' costituito essenzialmente da sorgenti puntuali e contribuisce principalmente alle emissioni regionali di SOx con una quota del 19,44%.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

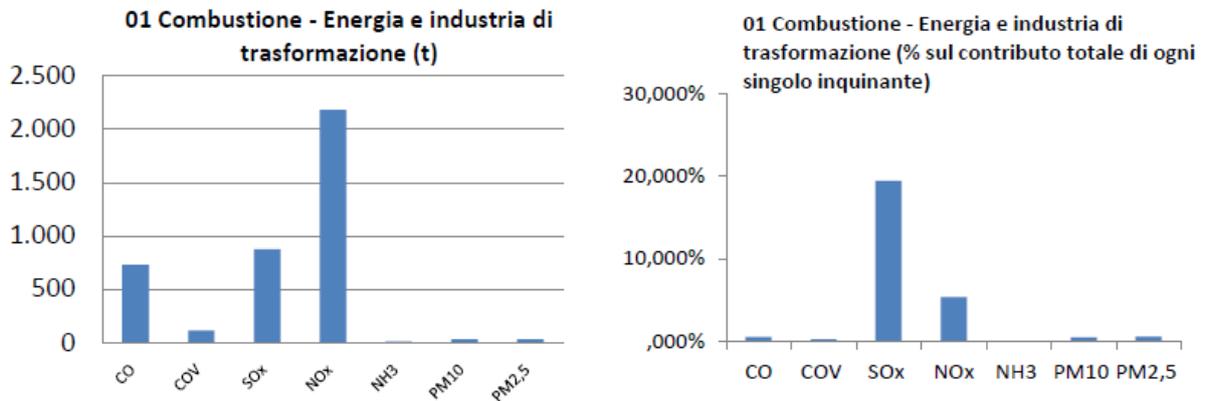


Figura 23 Macrosetto 01 "Combustione - Energia e industria di trasformazione"

Il macrosetto 02 "Impianti di combustione non industriale" comprende essenzialmente il riscaldamento domestico, contribuisce principalmente alle emissioni regionali di particolato PM10 e PM2,5 con una quota rispettivamente del 9,77% e del 11,30%.

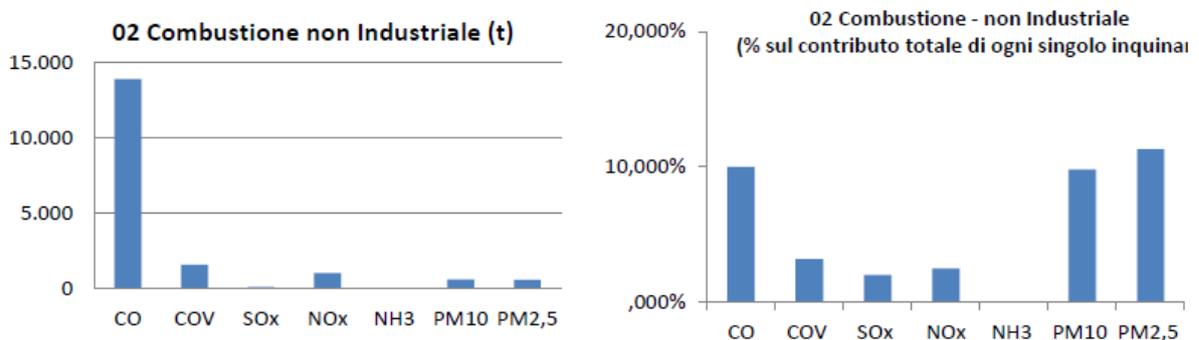


Figura 24 Macrosetto 02 "Impianti di combustione non industriale"

Il macrosetto 03 "Impianti di combustione industriale e processi con combustione" comprende le attività produttive che possiedono centrali termiche e/o implicano processi di combustione quali la produzione di laterizi, cemento, agglomerati bituminosi, vetro, ecc. Presenta contributi significativi alle emissioni complessive di ossidi di azoto NOx (6,49%), del PM10 (3,65%), PM2.5 (4,22%) e degli ossidi di zolfo (16,66%).

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

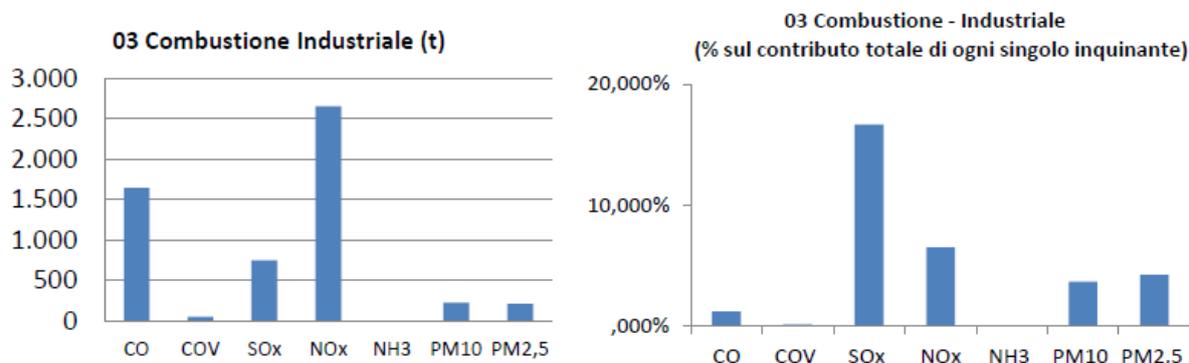


Figura 25 Macrosetto 03 "Impianti di combustione industriale e processi con combustione"

Il macrosetto 04 "Processi produttivi" comprende attività quali del pane, vino, pavimentazione stradale con asfalto.

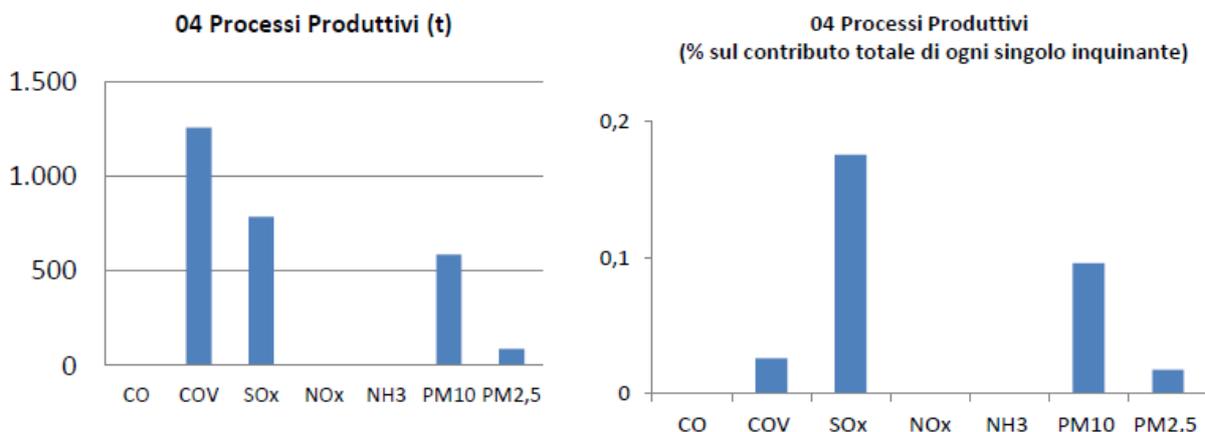


Figura 26 Macrosetto 04 "Processi produttivi"

Il macrosetto 05 "Estrazione, distribuzione combustibili fossili/geotermico" comprende attività legate allo stoccaggio e distribuzione della benzina, la rete di distribuzione del gas metano.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

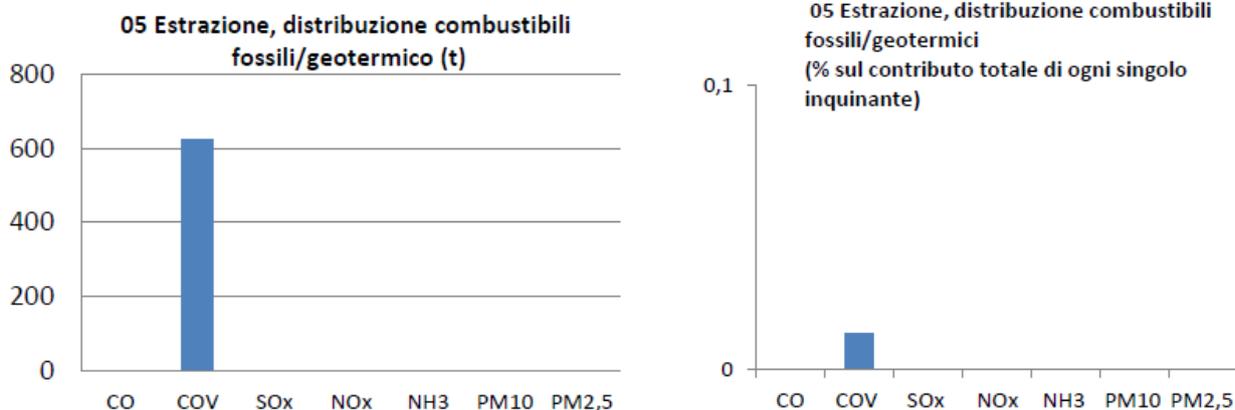


Figura 27 Macrosettore 05 "Estrazione, distribuzione combustibili fossili/geotermico"

Il macrosettore 06 "Uso di solventi" comprende attività industriali quali l'applicazione di vernici, come nell'industria del legno, e nell'edilizia, uso domestico di solventi. Contribuisce alle missioni regionali di composti organici volatili per una quota pari al 25,49%.

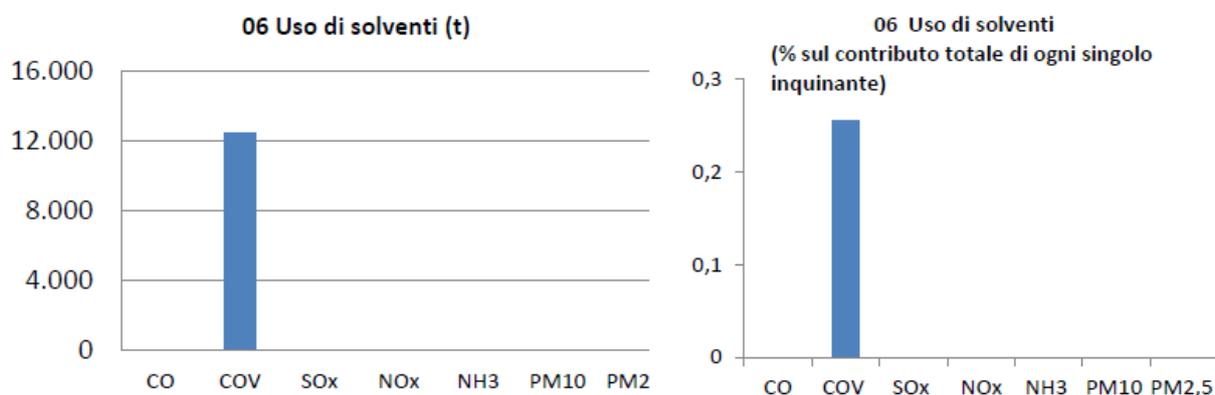


Figura 28 Macrosettore 06 "Uso di solventi"

Il macrosettore 07 "Trasporti stradali" comprende tutte le emissioni legate all'utilizzo su strade e autostrade di automobili, veicoli commerciali, motocicli, autobus contribuisce in modo significativo per tutti gli inquinanti, eccetto gli ossidi di zolfo (infatti il contenuto di zolfo nei gasoli si è grandemente ridotto in questi anni). In particolare, esso contribuisce sul totale regionale delle emissioni per il monossido di carbonio CO in misura del 41,08% , per i composti organici volatili COV con il 23,69 %, per l'ammoniaca NH3 con il 11,11 %, per gli ossidi di azoto NOx con il 60,51 % ed alle emissioni di PM10 con una percentuale del 26,64 % e di PM2,5 con il 28,03 %.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

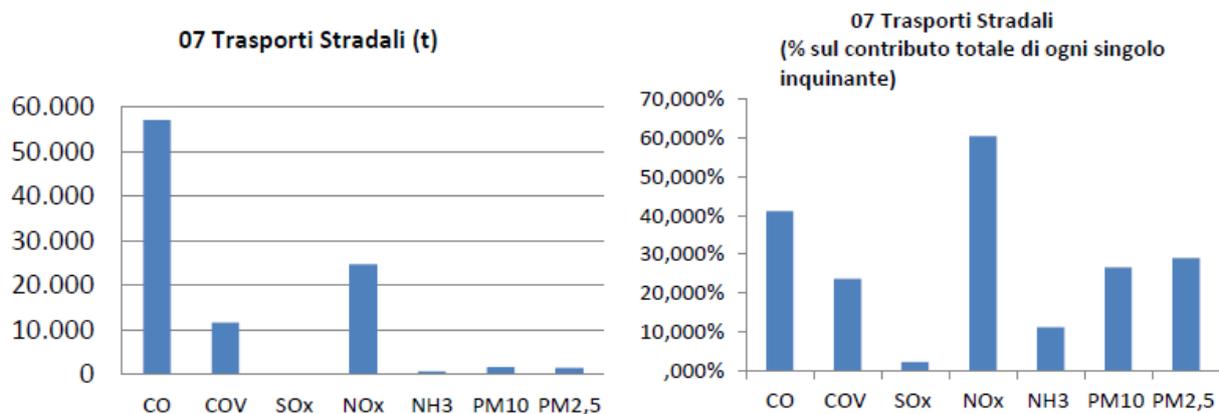


Figura 29 Macrosetto 07 "Trasporti stradali"

Il macrosetto 08 "Altre Sorgenti Mobili", costituito sostanzialmente dal traffico marittimo, aereo, ferroviario (mezzi diesel) e dai veicoli impiegati in agricoltura (es. trattori), contribuisce principalmente alle emissioni di ossidi di azoto SOx con una quota pari al 42,15%.

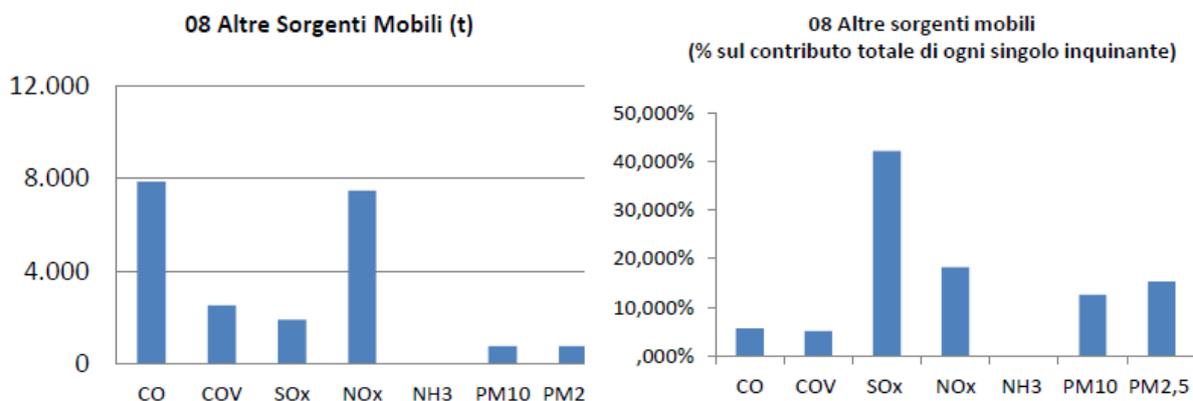


Figura 30 Macrosetto 08 "Altre Sorgenti Mobili"

Il macrosetto 09 "Trattamento e Smaltimento Rifiuti", che comprende le attività connesse al ciclo dei rifiuti con emissioni in atmosfera, quali l'incenerimento o la coltivazione delle discariche, contribuisce principalmente alle emissioni regionali di CO in misura del 41,18 % ed alle emissioni di PM10 con una percentuale pari 33,73 % e di PM2,5 con una quota pari al 35,17 %.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

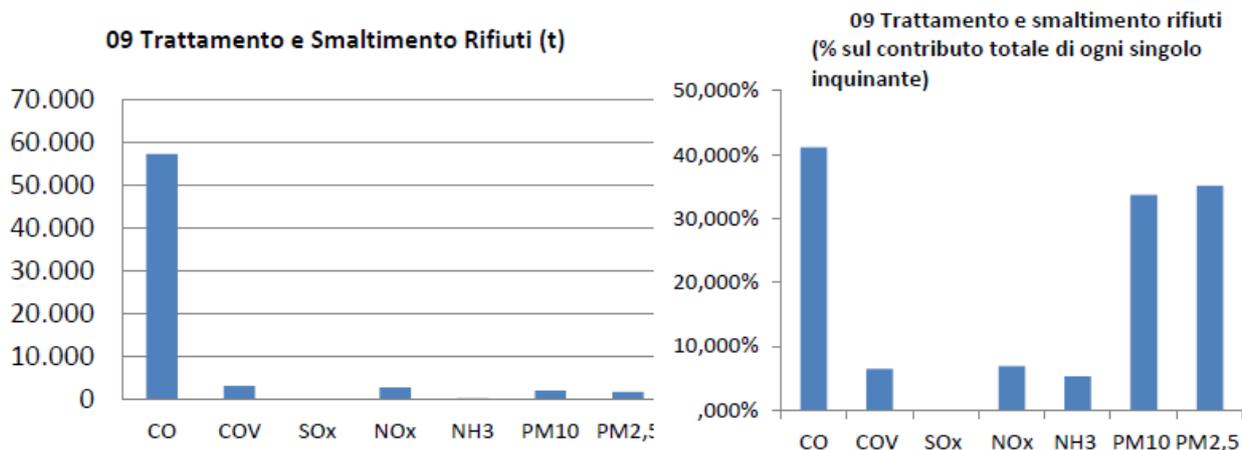


Figura 31 Macrosetto 09 "Trattamento e Smaltimento Rifiuti"

Il macrosetto 10 "Agricoltura" che comprende tutte le attività connesse alla produzione agricola quali l'applicazione di fertilizzanti e pesticidi, la combustione dei residui agricoli, l'allevamento di animali, ecc., contribuisce in modo predominante alle emissioni regionali di ammoniaca con una quota pari al 83,41 %.

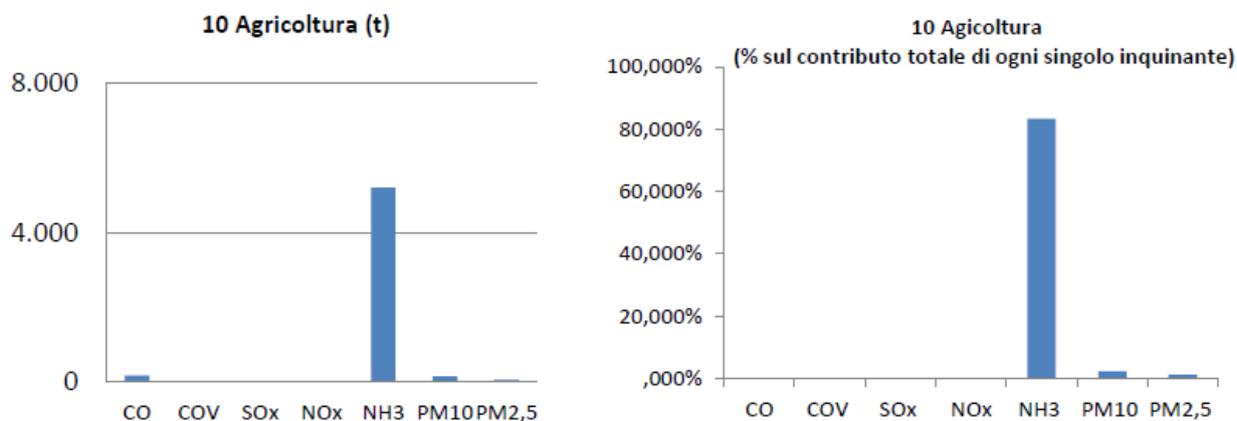


Figura 32 Macrosetto 10 "Agricoltura"

Infine, il macrosetto 11 "Altre sorgenti di Emissione ed Assorbimenti", che comprende sia le emissioni spontanee della vegetazione, sia le emissioni dovute agli incendi, contribuisce principalmente alle emissioni di composti organici volatili per una percentuale del 31,78 %.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

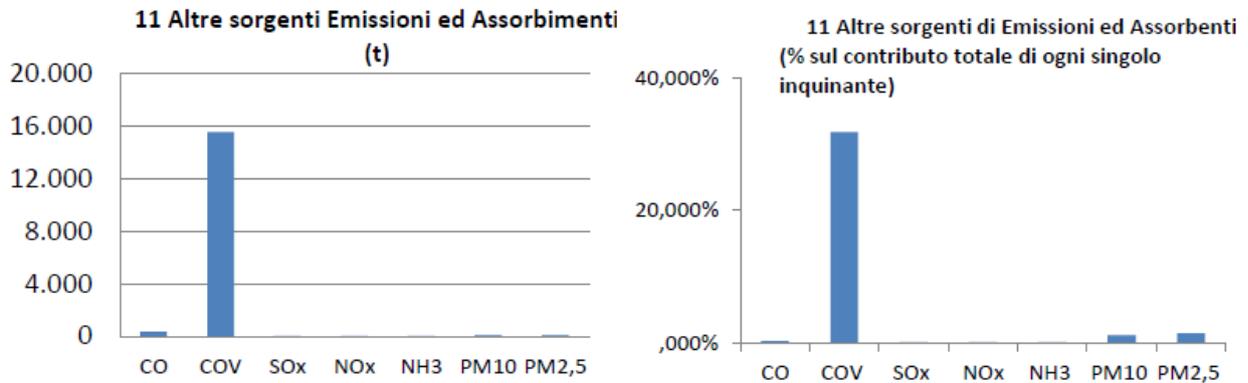


Figura 33 Macrosettore 11 "Altre sorgenti di Emissione ed Assorbimenti"

Nel periodo 1990 - 2005 le emissioni regionali delle principali sostanze inquinanti hanno subito variazioni in decremento. Le tabelle ed i grafici seguenti mostrano l'andamento delle emissioni nel periodo considerato.

Le emissioni di CO derivano principalmente da attività di combustione e sono imputabili principalmente ai seguenti due macrosettori:

- 09 Trattamento e smaltimento dei rifiuti che contribuisce con un 41,18% (l'attività principale è la bruciatura dei residui agricoli);
- 07 Trasporti stradali.

MACROSETTORE	1990 (t)	1995 (t)	2000(t)	2005(t)
01 Combustione - Energia e industria di trasformazione	1.063,41	777,34	841,17	726,45
02 Combustione - Non industriale	16.037,27	22.519,91	29.672,23	13.887,05
03 Combustione - Industria	2.962,35	2.014,12	1.293,97	1.647,7
04 Processi Produttivi	0,18	1,23	1,69	-
05 Estrazione, distribuzione combustibili fossili/geotermico	-	-	-	-
06 Uso di solventi	-	-	-	-
07 Trasporti Stradali	176.852,26	166.121,39	108.159,91	57.076,8
08 Altre Sorgenti Mobili	14.443,75	13.419,85	10.910,35	7.853,4
09 Trattamento e Smaltimento Rifiuti	4.740,05	41.236,36	35.142,91	57.217,0
10 Agricoltura	102,72	186,33	193,48	185,8
11 Altre sorgenti di Emissione ed Assorbimenti	1.594,30	730,09	8.525,47	346,7
Totale	217.796,30	247.006,63	194.741,19	138.940,8

Tabella 14 Emissioni di monossido di carbonio in Regione Calabria

Le emissioni di COV risultano distribuite principalmente su tre macrosettori:

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

- 11 Foreste con circa il 32%;
- 06 Uso di solventi con circa il 25%
- 07 Trasporti stradali con quasi il 24%.

MACROSETTORE	1990 (t)	1995 (t)	2000(t)	2005(t)
01 Combustione - Energia e industria di trasformazione	169,13	124,94	124,47	111,1
02 Combustione - Non industriale	1.238,12	1.746,68	2.343,12	1.550,2
03 Combustione – Industria	58,55	46,65	51,39	54,5
04 Processi Produttivi	1.162,92	1.001,54	1.033,64	1.260,0
05 Estrazione, distribuzione combustibili fossili/geotermico	1.118,94	1.605,68	549,03	623,9
06 Uso di solventi	11.643,77	10.131,69	11.720,14	12.465,9
07 Trasporti Stradali	31.153,57	31.692,05	19.708,86	11.589,4
08 Altre Sorgenti Mobili	4.674,12	4.697,86	3.524,93	2.529,3
09 Trattamento e Smaltimento Rifiuti	575,54	2.370,39	2.049,43	3.160,5
10 Agricoltura	25,95	31,38	24,55	21,5
11 Altre sorgenti di Emissione ed Assorbimenti	15.732,79	15.603,16	16.574,59	15.545,6
Totale	67.553,42	69.052,03	57.704,15	48.912,0

Tabella 15 Emissioni di composti organici volatili in Regione Calabria

L'emissioni di ammoniaca sono legate principalmente alle attività agricole per oltre l'83% e per un 11% ai trasporti stradali.

MACROSETTORE	1990 (t)	1995 (t)	2000(t)	2005(t)
01 Combustione - Energia e industria di trasformazione	6,83	3,38	3,58	5,0
02 Combustione - Non industriale	0,03	0,04	0,00	0,0
03 Combustione – Industria	11,02	9,77	1,19	1,6
04 Processi Produttivi	0,49	-	-	-
05 Estrazione, distribuzione combustibili fossili/geotermico	-	-	-	-
06 Uso di solventi	-	-	-	-
07 Trasporti Stradali	29,44	268,32	676,30	694,4
08 Altre Sorgenti Mobili	0,77	0,81	0,99	1,2
09 Trattamento e Smaltimento Rifiuti	237,95	282,06	273,47	329,8
10 Agricoltura	8.214,25	9.092,97	6.549,93	5.211,3
11 Altre sorgenti di Emissione ed Assorbimenti	20,50	9,39	109,61	4,5
Totale	8.521,27	9.666,75	7.615,08	6.247,7

Tabella 16 Emissioni di ammoniaca in Regione Calabria

La fonte principale di emissione di ossidi di azoto a livello regionale sono i trasporti stradali seguita dalle emissioni da attività portuali e da crociera.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

MACROSETTORE	1990 (t)	1995 (t)	2000(t)	2005(t)
01 Combustione - Energia e industria di trasformazione	19.147,07	9.716,52	1.892,68	2.180,5
02 Combustione - Non industriale	547,90	735,37	867,75	1.010,9
03 Combustione – Industria	4.124,74	2.352,05	4.633,51	2.649,4
04 Processi Produttivi	167,88	0,04	0,05	-
05 Estrazione, distribuzione combustibili fossili/geotermico	-	-	-	-
06 Uso di solventi	-	-	-	-
07 Trasporti Stradali	39.184,45	37.962,02	28.921,42	24.690,6
08 Altre Sorgenti Mobili	5.136,36	5.593,03	6.199,93	7.454,3
09 Trattamento e Smaltimento Rifiuti	226,40	2.024,15	1.717,18	2.804,5
10 Agricoltura	3,26	5,81	6,22	6,2
11 Altre sorgenti di Emissione ed Assorbimenti	45,27	20,73	242,11	9,8
Totale	68.583,33	58.409,72	44.480,84	40.806,2

Tabella 17 Emissioni di ossidi di azoto Calabria

L'emissione principale di particolato fine PM10 in Regione Calabria deriva dal macrosetto:

- 09 Trattamento e smaltimento dei rifiuti in particolare per il 34%;
- 07 Trasporti Stradali per il 27%;
- 08 Altre sorgenti Mobili per quasi il 13%.

MACROSETTORE	1990 (t)	1995 (t)	2000(t)	2005(t)
01 Combustione - Energia e industria di trasformazione	1.760,04	1.005,16	414,14	29,2
02 Combustione - Non industriale	793,48	1.029,92	1.288,76	599,4
03 Combustione – Industria	287,18	175,35	177,33	224,0
04 Processi Produttivi	360,43	303,35	373,57	575,7
05 Estrazione, distribuzione combustibili fossili/geotermico	1,44	0,45	0,50	-
06 Uso di solventi	-	0,09	-	-
07 Trasporti Stradali	2.917,20	2.603,24	2.322,21	1.633,7
08 Altre Sorgenti Mobili	683,26	747,47	782,47	768,6
09 Trattamento e Smaltimento Rifiuti	234,35	1.504,22	1.295,57	2.068,9
10 Agricoltura	197,89	201,83	179,17	150,5
11 Altre sorgenti di Emissione ed Assorbimenti	328,98	150,65	1.759,22	71,5
Totale	7.564,26	7.721,73	8.592,93	6.133,0

Tabella 18 Emissioni di polveri inferiore ai 10 µ Calabria

La distribuzione percentuale delle emissioni di PM2,5 rispecchia sostanzialmente quella già analizzata per il PM10 ovvero fonte principale macrosetto:

- 09 Trattamento e Smaltimento rifiuti con un 35,17%,

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

- 07 Trasporti Stradali con un 29%
- 08 Altre sorgenti Mobili con il 15%.

MACROSETTORE	1990 (t)	1995 (t)	2000(t)	2005(t)
01 Combustione - Energia e industria di trasformazione	1.672,09	954,98	393,52	27,8
02 Combustione - Non industriale	694,86	912,97	1.194,02	569,9
03 Combustione – Industria	272,82	166,58	168,46	212,8
04 Processi Produttivi	54,10	45,72	56,47	88,1
05 Estrazione, distribuzione combustibili fossili/geotermico	1,44	0,45	0,50	-
06 Uso di solventi	-	0,09	-	-
07 Trasporti Stradali	2.646,71	2.325,61	2.028,03	1.464,0
08 Altre Sorgenti Mobili				768,9
09 Trattamento e Smaltimento Rifiuti				1.773,3
10 Agricoltura				66,4
11 Altre sorgenti di Emissione ed Assorbimenti				71,5
Totale	5.342,02	4.406,40	3.841,00	5.042,7

Tabella 19 Emissioni di polveri inferiore ai 2,5 µ Calabria

La fonte di emissione principale di ossidi di zolfo sono da attribuire per il 50% alle attività marittime di crociera, questa fonte emissiva risulta essere la più pesante anche a livello locale soprattutto nelle provincie di Catanzaro 26,5%, Crotone 74,8%, Reggio Calabria dove si sommano anche le emissioni delle attività portuale 71% per il primo e quasi un 16% per la seconda.

MACROSETTORE	1990 (t)	1995 (t)	2000(t)	2005(t)
01 Combustione - Energia e industria di trasformazione	14.115,94	14.000,40	0,24	874,3
02 Combustione - Non industriale	807,42	279,69	35,64	89,5
03 Combustione – Industria	4.876,33	2.008,40	843,30	749,3
04 Processi Produttivi	2.463,55	1.698,67	354,78	789,1
05 Estrazione, distribuzione combustibili fossili/geotermico	-	-	-	-
06 Uso di solventi	-	-	-	-
07 Trasporti Stradali	5.547,24	2.912,21	491,73	96,2
08 Altre Sorgenti Mobili	655,56	466,78	1.452,71	1.895,8
09 Trattamento e Smaltimento Rifiuti	3,84	3,91	0,17	0,1
10 Agricoltura	-	-	-	-
11 Altre sorgenti di Emissione ed Assorbimenti	18,22	8,34	97,43	4,0
Totale	28.488,10	21.378,42	3.276,00	4.498,2

Tabella 20 Emissioni di ossidi di zolfo Calabria

Nel grafico seguente sono state evidenziate le variazioni in percentuale delle emissioni regionali di tutti gli inquinanti, nell'intero periodo 1990 - 2005.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

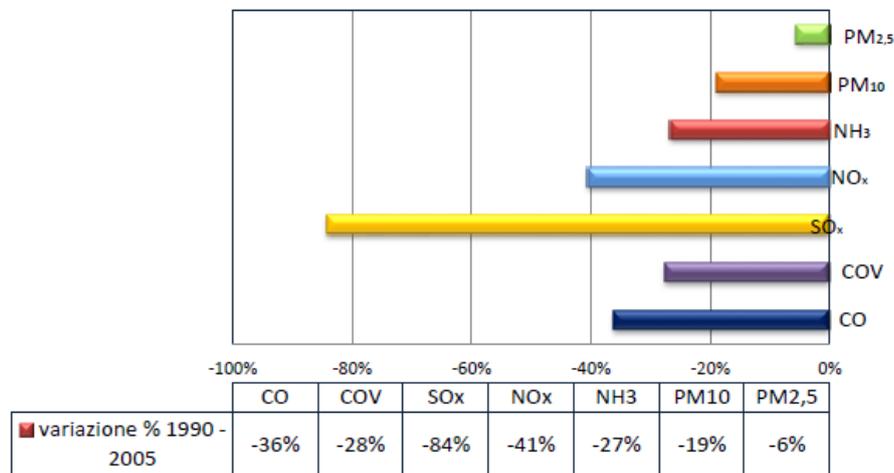


Tabella 21 Variazione % emissioni regionali 1990 - 2005

Il grafico mostra come le emissioni di tutti gli altri inquinanti risultano in diminuzione dal 1990 al 2005, con riduzioni comprese tra il 36% e il 6% circa, mentre gli ossidi di zolfo hanno registrato una riduzione dal 1990 al 2005 pari al 84 %.

Per una caratterizzazione più dettagliata dell'area di Gioia Tauro si è fatto riferimento al documento "Relazione Tecnico Ambientale Specialistica Riferita All'anno 2016, Rilasciata Con Assunzione Unilaterale Di Responsabilita', Per L'alimentazione Della Sezione Dell'osservatorio Della Mobilita' Di Cui All'art. 11 Della L.R. 35/2015, Dedicata All'inquinamento Atmosferico Dei Comuni Della Regione Calabria Con Popolazione Maggiore Di 15.000 Abitanti".

Con tale elaborato viene fornita:

- una valutazione dello stato della qualità dell'aria su tutto il territorio calabrese, con particolare attenzione ai centri urbani, realizzata tramite i dati provenienti dalla Rete Regionale di Monitoraggio della Qualità dell'Aria, integrate dalle stime provenienti dal sistema modellistico previsionale regionale;
- una stima, per via modellistica, del contributo alle concentrazioni ambientali di inquinanti su tutto il territorio da parte delle emissioni derivanti da trasporti stradali, rispetto a quelli prodotti dagli altri comparti emissivi ("*source apportionment*") relativamente all'anno 2016, utilizzando modelli e basi dati emissive acquisite dall'ARPACAL.

Il sistema modellistico previsionale giornaliero di cui si è dotato l'Agenzia, "ARIA Regional", avviato nel 2014 e portato a regime nel primo semestre 2016 rispetta i requisiti richiesti dal D.Lgs. 155/2010 e s.m.i. e consente di combinare le misurazioni in siti fissi, ove il livello degli inquinanti è inferiore alla soglia di valutazione superiore, ed addirittura in via esclusiva ove il livello degli inquinanti è inferiore alla soglia di valutazione inferiore ai fini della valutazione della qualità dell'aria ambiente (art. 5, comma 1).

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

Tale sistema è in grado di simulare la dispersione e le trasformazioni chimiche che coinvolgono gli inquinanti presenti in atmosfera (inquinanti primari e secondari) e di considerare:

- la distribuzione delle sorgenti emissive proveniente dagli inventari regionali e nazionali disponibili;
- le differenti condizioni meteorologiche ed apporti derivanti da sorgenti a maggiore distanza mediante la connessione con modelli di qualità dell'aria a scala maggiore.
- Gli strumenti di cui è corredato permettono di produrre su tutto il territorio regionale mappe di concentrazione degli inquinanti atmosferici di interesse normativo:
- integrando ed estendendo le informazioni fornite dalle stazioni;
- legando le concentrazioni agli inventari delle emissioni;
- tenendo conto consistentemente degli apporti extra-regionali.

Nella sottostante viene descritto lo schema concettuale del sistema "ARIA Regional".

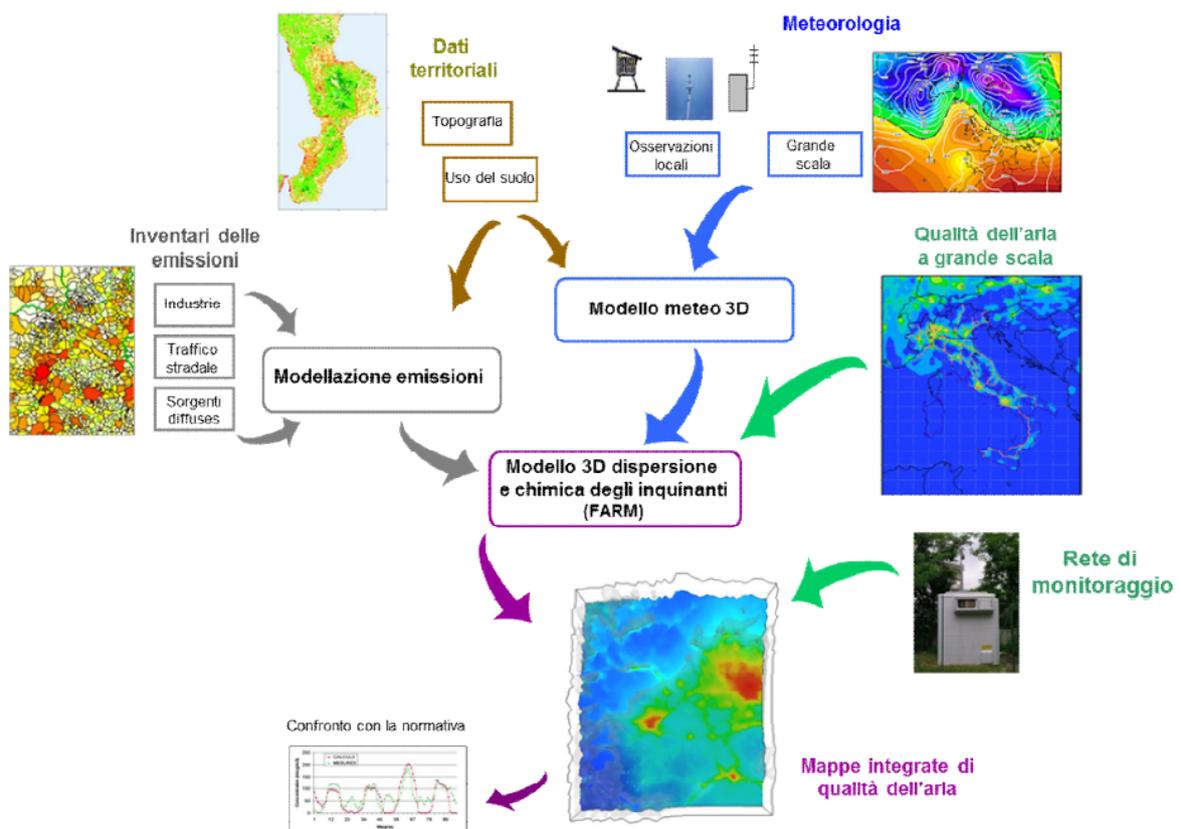


Figura 34 Schema concettuale del sistema "ARIA Regional".

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

Il sistema modellistico di cui dispone ARPACAL si alimenta di dati relativi a tre campi di interesse che determinano la qualità dell'aria, ovvero:

- i dati meteorologici;
- le emissioni all'interno del territorio regionale e delle zone adiacenti;
- il contributo esterno alla regione all'inquinamento regionale.

Tali dati, relativi ad un determinato periodo di interesse, vengono quindi processati dal modello fotochimico euleriano tridimensionale FARM (Flexible Air quality Regional Model) che considera i processi di dispersione, trasformazione e deposizione degli inquinanti reattivi (fotochimica e aerosol) in atmosfera. FARM è derivato dal modello STEM sviluppato dal gruppo di ricerca del Prof. G.R. Carmichael CGRER (Center for Global and Regional Environmental Research), University of Iowa.

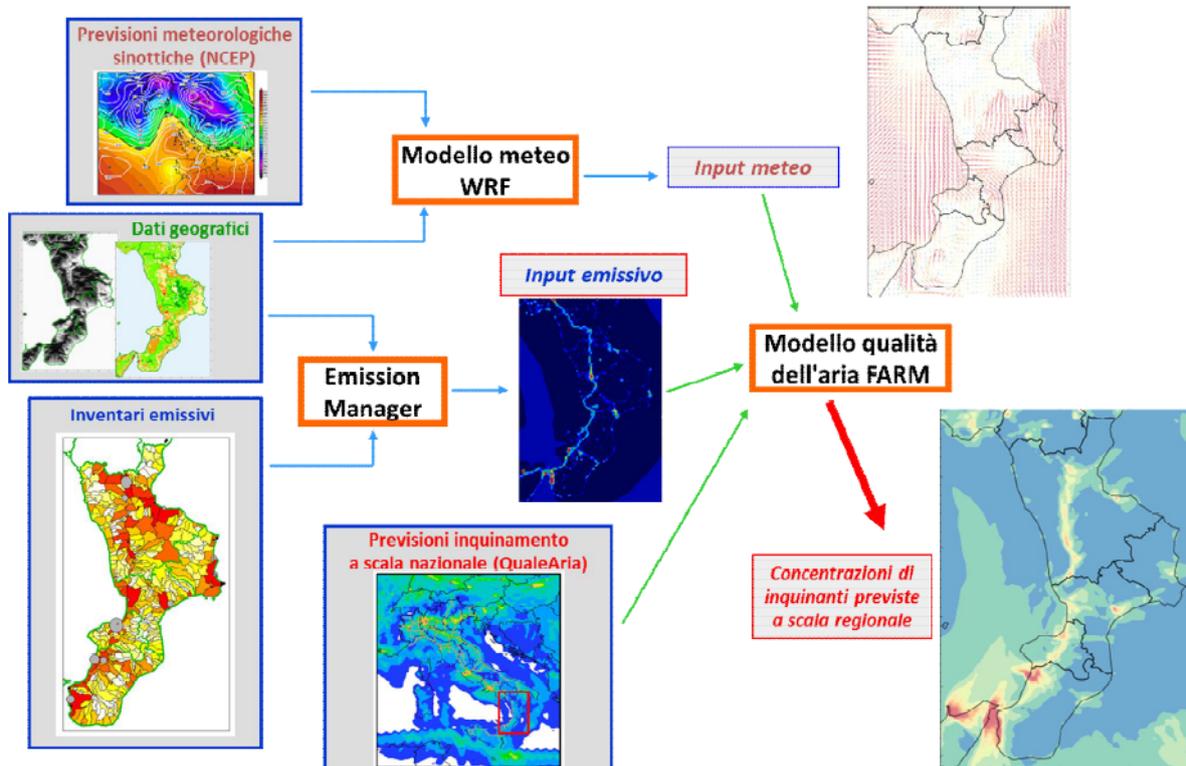


Figura 35 sistema modellistico utilizzato per la Valutazione della Qualità dell'aria

In questo studio è stata utilizzata una metodologia di stima del *source apportionment* secondo l'approccio comunemente noto come *Brute Force Method* (BFM: Koo et al., 2009; Burr e Zhang, 2011). Il presupposto di partenza è che per il dominio in esame si disponga di un sistema modellistico già configurato e validato ("caso base"), alimentato da dati meteo, emissivi e condizioni al contorno lungo un arco di tempo sufficientemente rappresentativo delle diverse condizioni di interesse. La metodologia BFM basa su una serie di run di sensitività del modello di qualità dell'aria

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

rispetto al caso base, ciascuno dei quali realizzato variando le emissioni di un insieme di sorgenti di cui si vuole stimare il contributo. Prevede l'effettuazione delle seguenti fasi:

- definizione all'interno dell'inventario emissivo disponibile di n insiemi di sorgenti emissive di
- interesse, partizionandole su base di settori di attività, aree geografiche o combinazioni di essi;
- per ciascuno degli n insiemi:
 1. vengono perturbate nell'inventario di una percentuale fissa (ad es. -20%) le emissioni corrispondenti;
 2. viene predisposto su base oraria l'input emissivo variato per il modello di qualità dell'aria;
 3. si effettua un run del modello di qualità dell'aria per il periodo di interesse, a parità di altre condizioni (meteorologia, condizioni al contorno ed emissioni del resto delle sorgenti);
 4. a partire dalle mappe orarie in output si calcolano gli indicatori aggregati (tipicamente le medie) per i diversi inquinanti;
 5. le mappe delle concentrazioni ambientali derivanti dal run perturbato vengono poi confrontate con quelle del run di riferimento (caso base), realizzato con emissioni imperturbate (cioè il complesso di tutte le emissioni presenti all'interno del dominio in esame), dando luogo ad un insieme di mappe di variazioni di concentrazioni;
- al termine della procedura ripetuta su tutti gli insiemi, la stima al primo ordine del contributo di ciascun insieme di sorgenti viene calcolata come rapporto tra la variazione ottenuta per l'insieme in questione e la somma delle variazioni dovute a tutti gli insiemi.

Per consentire quest'ultima normalizzazione, il complesso degli insiemi di sorgenti presi in considerazione nei run perturbati deve coprire tutte le sorgenti presenti all'interno della zona indagata; quando ciò non accade, viene considerato anche un insieme "resto", che include tutte le altre sorgenti presenti ma non considerate all'interno degli n insiemi definiti.

Tale metodologia è implementata in FARM/BFM, complemento del sistema modellistico ARIA Regional in uso presso ARPACAL, che provvede a realizzare le fasi descritte in modo coordinato:

- la generazione dell'input emissivo per ciascun run tramite il preprocessore Emission Manager;
- i run del modello di qualità dell'aria FARM per il caso base e quelli perturbati;
- la post-elaborazione dei risultati dei run, con il calcolo dei contributi tramite i moduli statistici.

FARM/BFM ha partecipato al "Source apportionment intercomparison exercise" effettuato in ambito FAIRMODE4, fornendo risultati consistenti e paragonabili a quelli forniti dagli altri sistemi.

Per l'applicazione al territorio calabrese sono stati presi in considerazione i seguenti insiemi di sorgenti antropiche:

- il riscaldamento degli edifici;

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

- le attività industriali e di produzione di energia;
- i trasporti su strada, suddivisi secondo le macrocategorie di veicoli presenti nell'attuale inventario:
 1. auto
 2. mezzi commerciali leggeri;
 3. mezzi commerciali pesanti e bus;
 4. cicli e motocicli;
- l'insieme dei trasporti marittimi ed aerei (inclusi porti ed aeroporti);
- le attività agricole (utilizzo di concimi, lavorazione dei suoli, mezzi agricoli).

Le figure che seguono illustrano il risultato delle elaborazioni condotte, che mettono in evidenza i contributi ai livelli di concentrazione di NO₂ e PM₁₀ dei diversi insiemi di sorgenti antropiche su tutti i punti del dominio di calcolo. Sono messe a confronto le mappe di contributo percentuale rispetto al totale (a sinistra) e i corrispondenti contributi assoluti in termini di concentrazione (a destra). Le due informazioni sono complementari ed è utile considerarle insieme, per apprezzare la significatività dei singoli valori riscontrati nei punti di interesse: ad esempio contributi percentuali alti potrebbero risultare poco significativi perché occorrenti in corrispondenza di punti dove le concentrazioni complessive sono basse, viceversa contributi assoluti non nulli in zone dove i livelli complessivi sono alti possono corrispondere a percentuali trascurabili rispetto al totale.

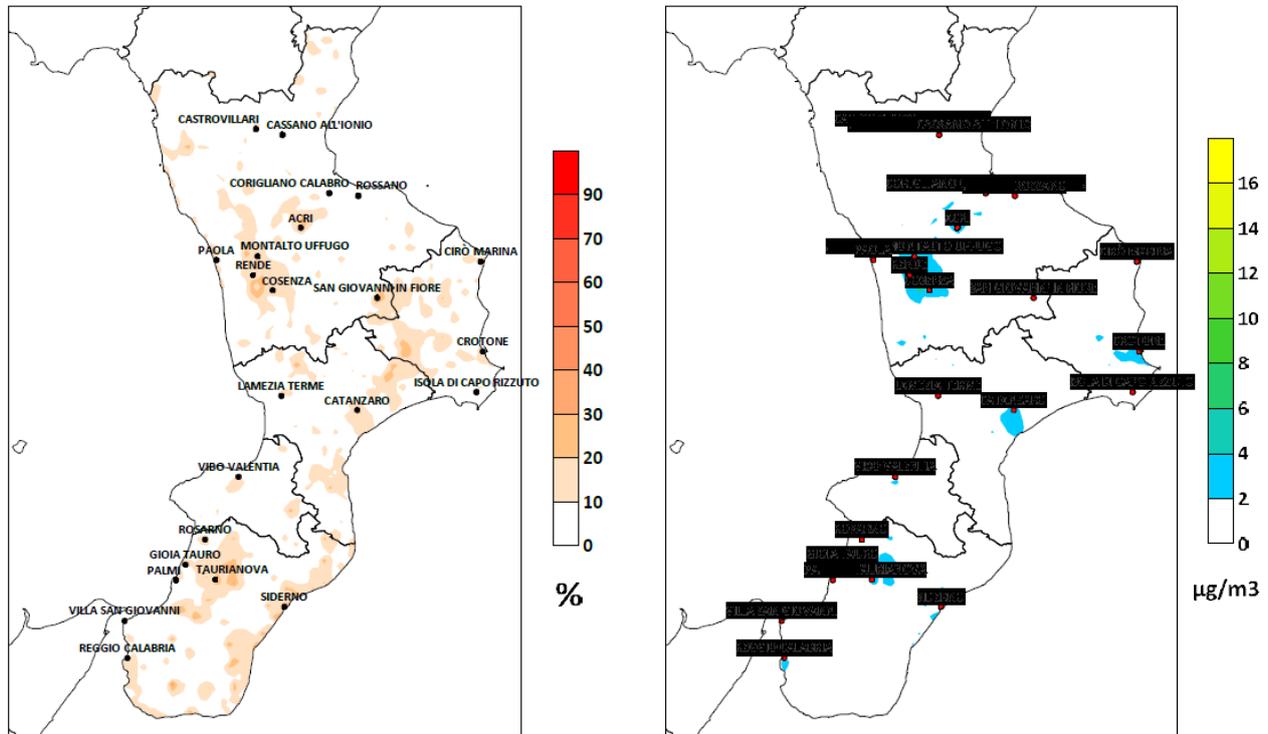


Figura 36 Contributo relativo (%) e assoluto (µg/m³) degli impianti di RISCALDAMENTO civile e residenziale al totale delle concentrazioni medie annuali di NO₂ dovute a emissioni antropiche.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

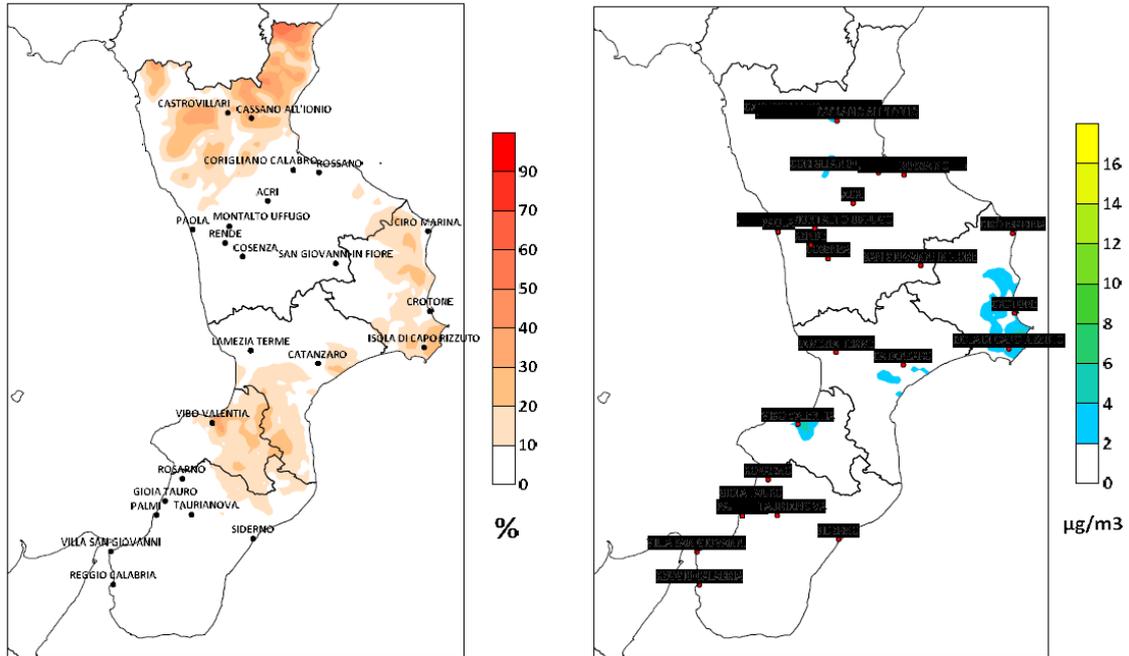


Figura 37 Contributo relativo (%) e assoluto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) delle ATTIVITÀ INDUSTRIALI e di produzione di energia al totale delle concentrazioni medie annuali di NO_2 dovute a emissioni antropiche.

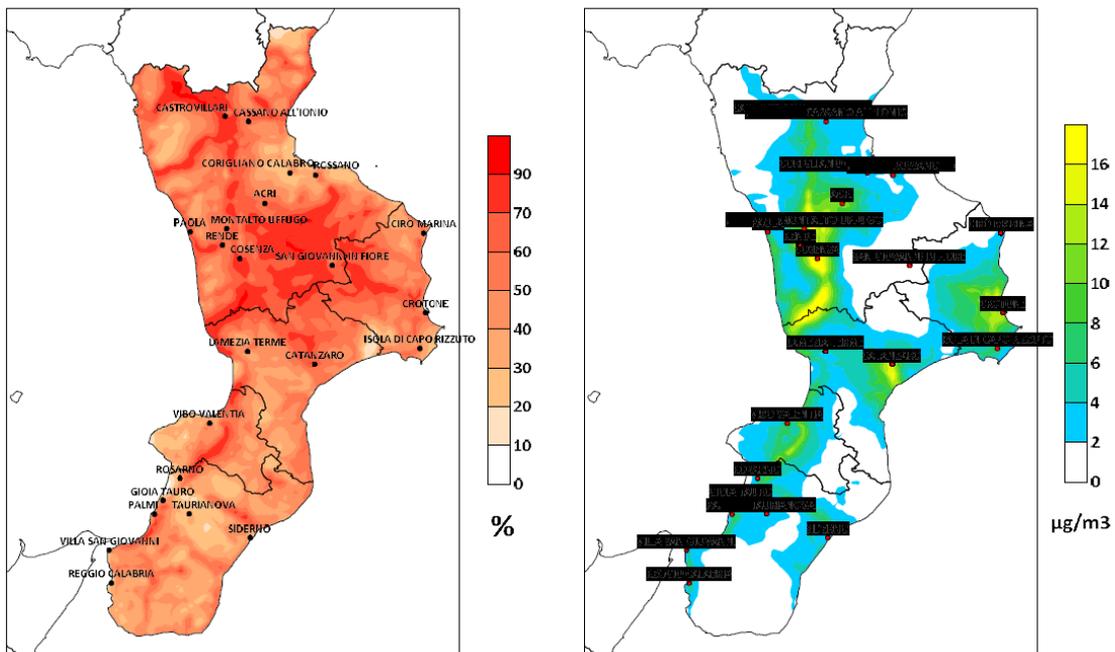


Figura 38 Contributo relativo (%) e assoluto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) dei TRASPORTI SU STRADA al totale delle concentrazioni medie annuali di NO_2 dovute a emissioni antropiche

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

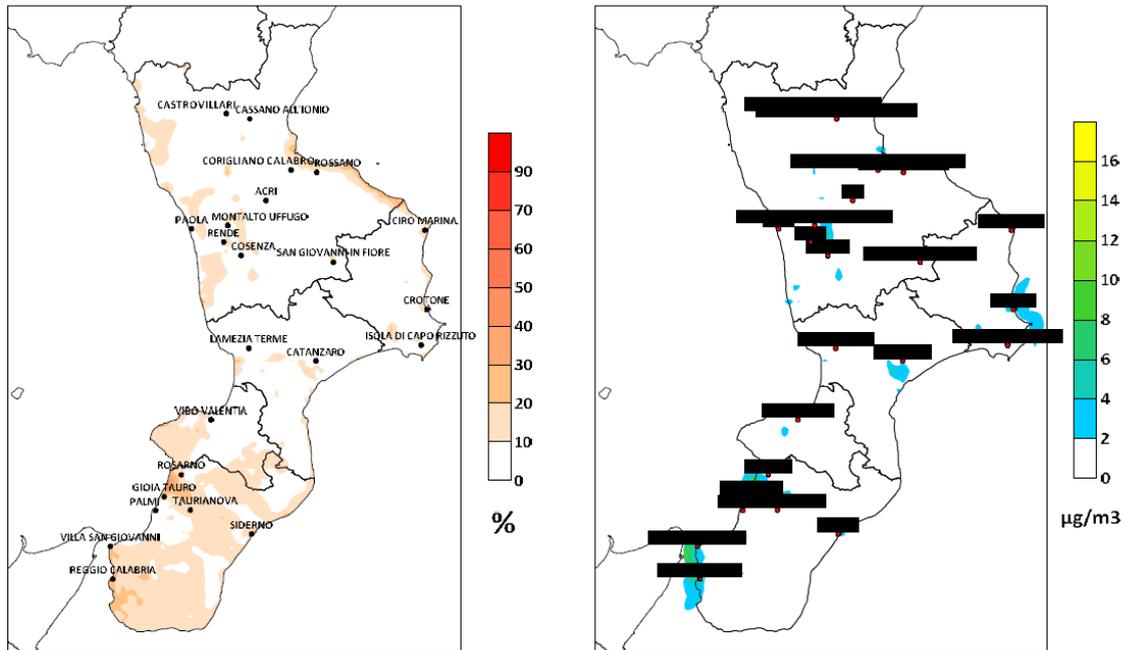


Figura 39 Contributo relativo (%) e assoluto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) dei TRASPORTI NON SU STRADA (porti, aeroporti...) al totale delle concentrazioni medie annuali di NO_2 dovute a emissioni antropiche.

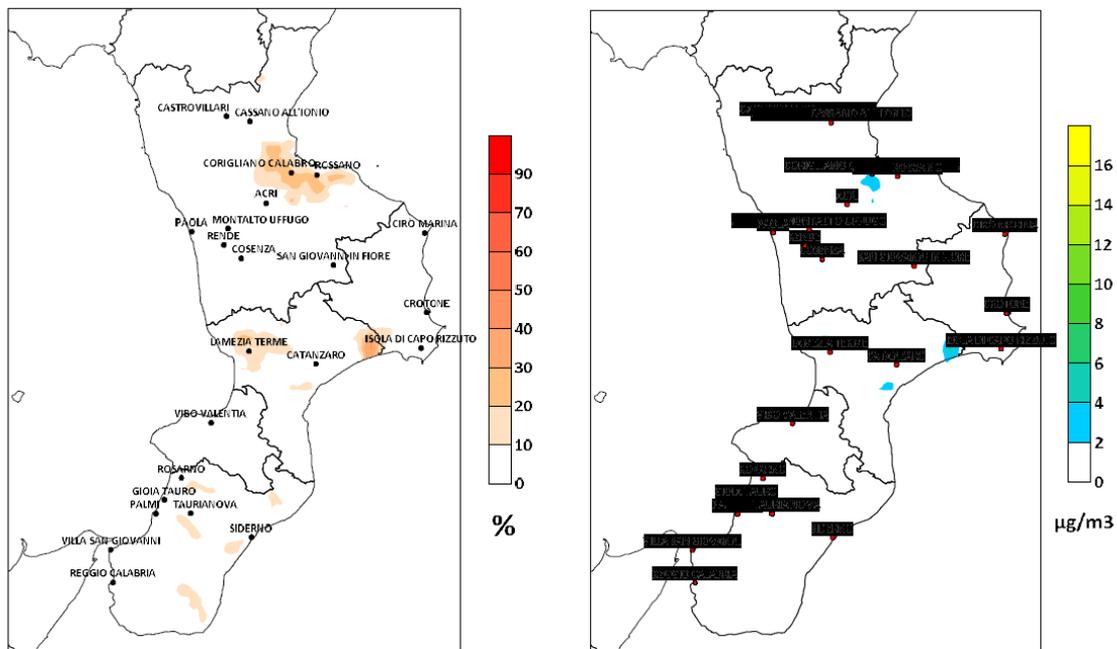


Figura 40 Contributo relativo (%) e assoluto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) delle ATTIVITÀ AGRICOLE al totale delle concentrazioni medie annuali di NO_2 dovute a emissioni antropiche.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

Per quanto riguarda l'NO₂, nel comune di Gioia Tauro, il contributo dovuto alla presenza del porto è quello maggiormente incidente, seguito dal contributo dovuto al traffico veicolare. Risulta apprezzabile anche il contributo delle sorgenti da riscaldamento, specie in corrispondenza del centro abitato. Le attività agricole e industriali invece non contribuiscono in modo apprezzabile ai livelli di NO₂, stimati.

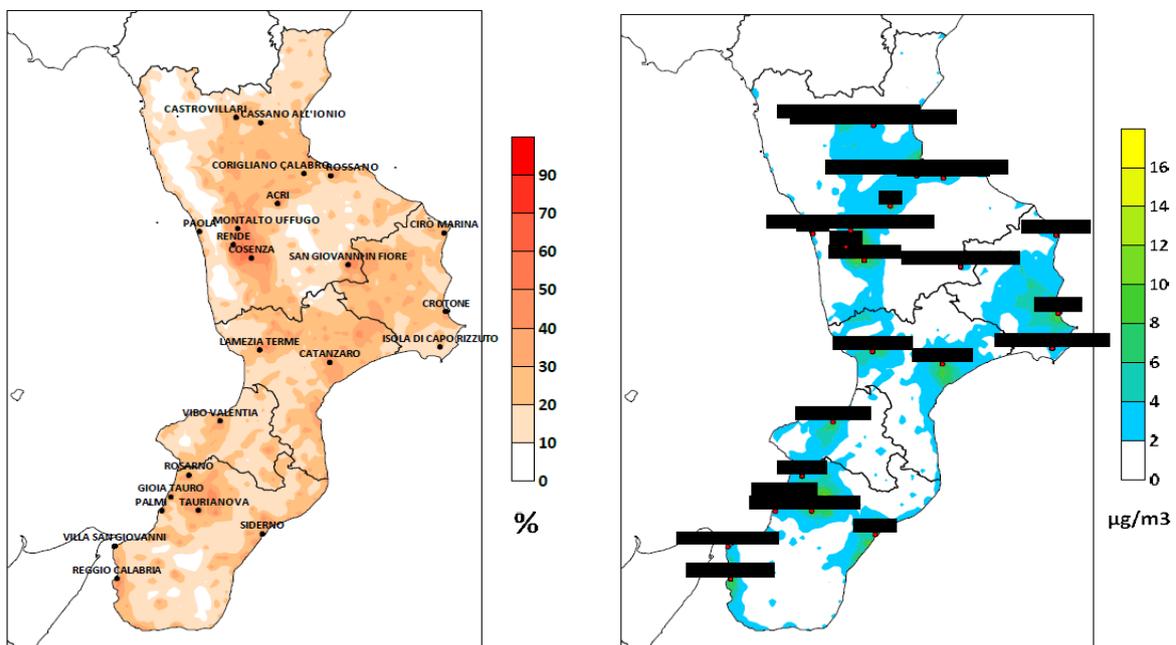


Figura 41 Contributo relativo (%) e assoluto (µg/m³) degli impianti di RISCALDAMENTO civile e residenziale al totale delle concentrazioni medie annuali di PM10 dovute a emissioni antropiche.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

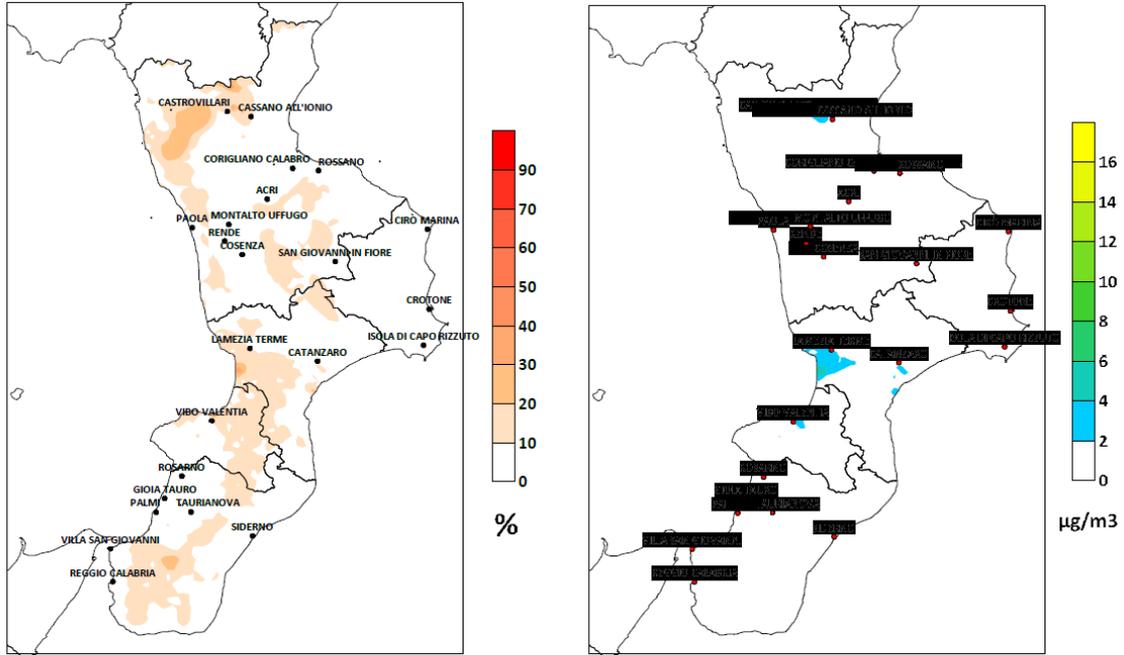


Figura 42 Contributo relativo (%) e assoluto (µg/m³) delle ATTIVITÀ INDUSTRIALI e di produzione di energia al totale delle concentrazioni medie annuali di PM10 dovute a emissioni antropiche.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

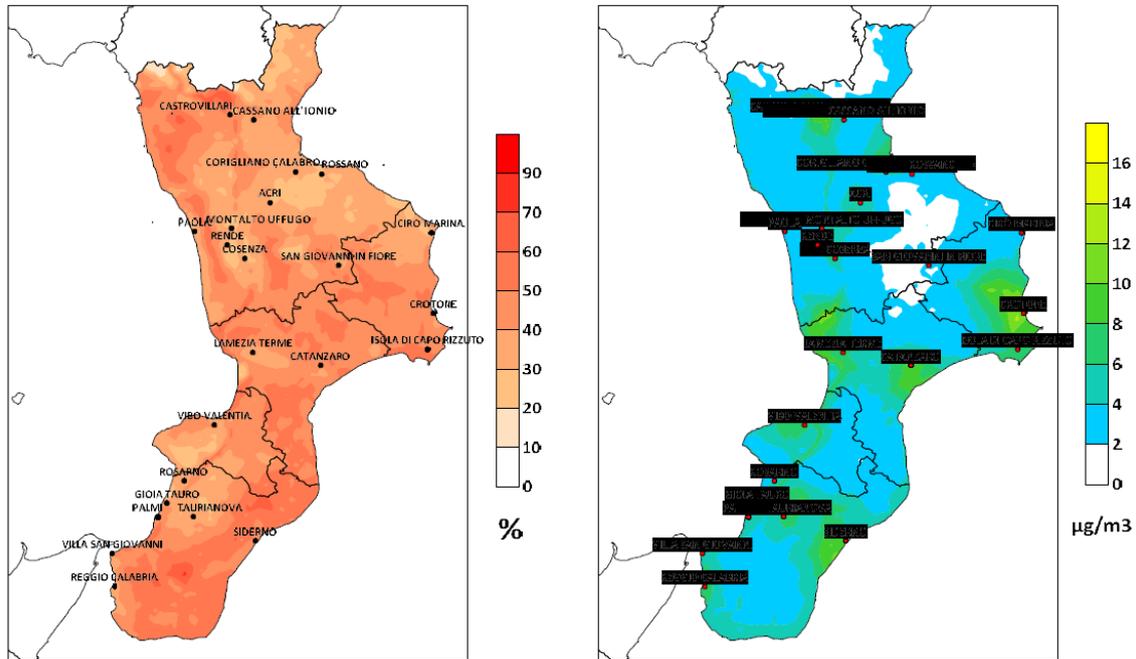


Figura 43 Contributo relativo (%) e assoluto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) dei TRASPORTI SU STRADA al totale delle concentrazioni medie annuali di PM10 dovute a emissioni antropiche.

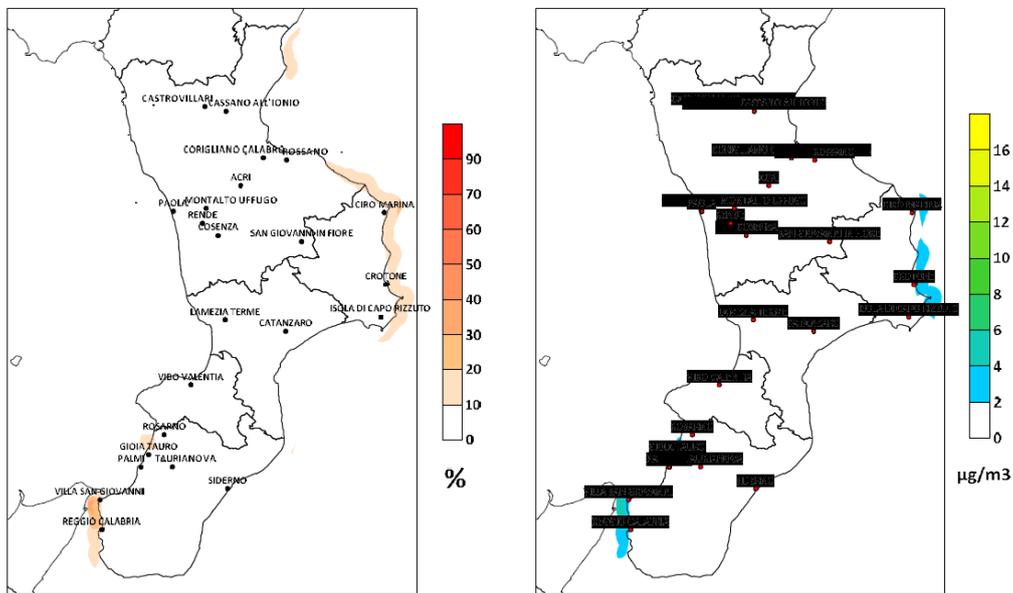


Figura 44 Contributo relativo (%) e assoluto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) dei TRASPORTI NON SU STRADA (porti, aeroporti...) al totale delle concentrazioni medie annuali di PM10 dovute a emissioni antropiche.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

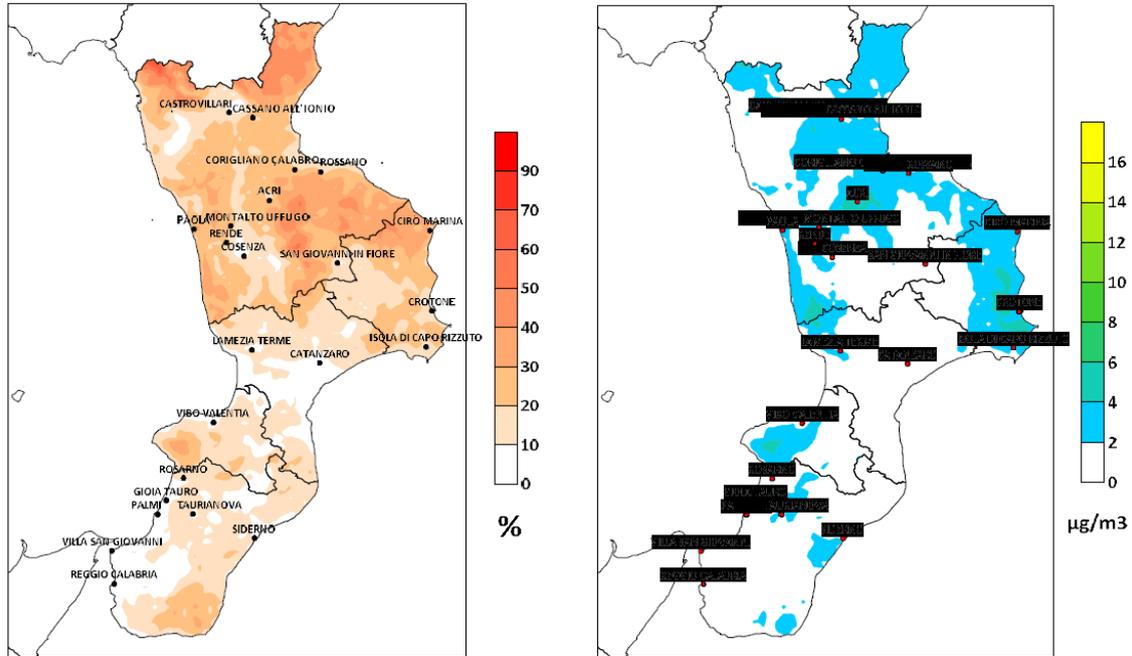


Figura 45 Contributo relativo (%) e assoluto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) delle ATTIVITÀ AGRICOLE al totale delle concentrazioni medie annuali di PM10 dovute a emissioni antropiche.

Per il comune di Gioia Tauro i risultati delle elaborazioni relative al PM10 evidenziano che i contributi preponderanti alle concentrazioni sono riconducibili:

- alla presenza del porto
- alle sorgenti da traffico
- alle sorgenti da riscaldamento in corrispondenza delle aree più popolate

Alle attività agricole e industriali è dovuta invece una frazione residuale dell'inquinamento da polveri.

In Figura 29 e Figura 30 è riportata per i comuni con popolazione superiore ai 15.000 abitanti la ripartizione percentuale dei contributi delle emissioni antropiche alle concentrazioni medie annuali di NO₂ e PM10, relativamente ai settori considerati. In rosso è evidenziato il comune di Gioia Tauro.

Di seguito è riportata per i comuni con popolazione superiore ai 15.000 abitanti la ripartizione percentuale dei contributi delle emissioni antropiche alle concentrazioni medie annuali di NO₂ e PM10, relativamente ai settori considerati. In rosso è evidenziato il comune di Gioia Tauro.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

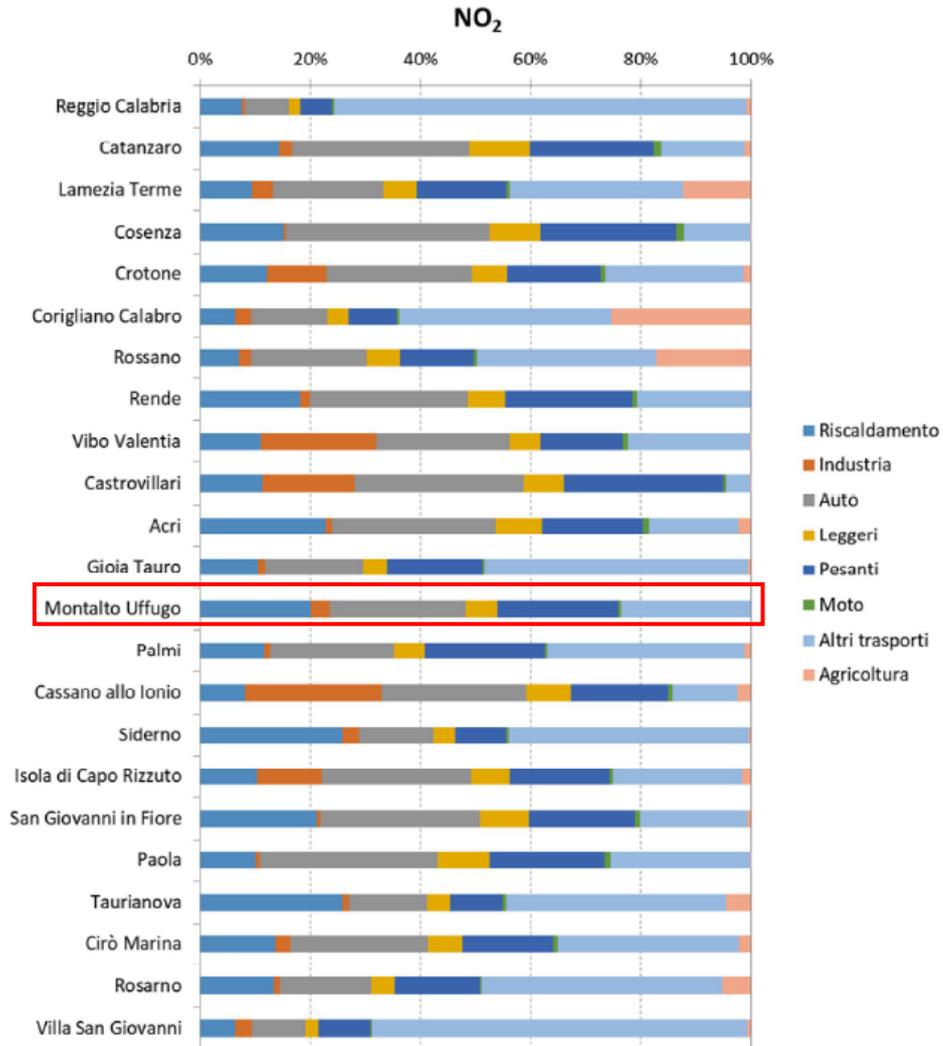


Figura 46 Ripartizione settoriale dei contributi delle emissioni antropiche alle concentrazioni medie annuali di NO₂ in corrispondenza dei comuni con popolazione superiore ai 15.000 abitanti.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

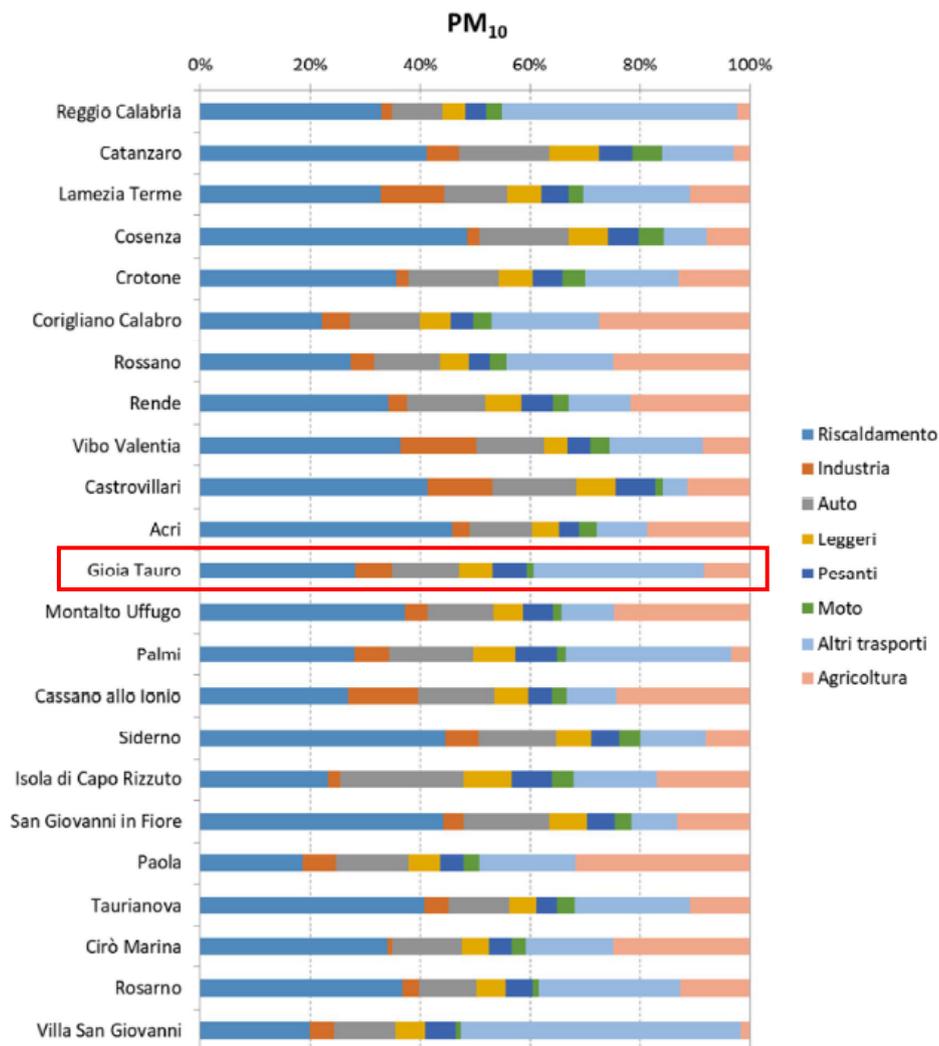


Figura 47 Ripartizione settoriale dei contributi delle emissioni antropiche alle concentrazioni medie annuali di PM10 in corrispondenza dei comuni con popolazione superiore ai 15.000 abitanti.

A completamento delle stime sui contributi dei principali insiemi di sorgenti antropiche alle concentrazioni ambientali di PM10 sono state infine ricavate stime dei contributi dovuti all'aerosol marino, alla risospensione dei suoli e alle polveri di origine sahariana.

Il sistema modellistico regionale include (preprocessore SurfPro) algoritmi per la stima delle emissioni di aerosol marini e particelle terrigene a seguito dell'azione del vento; le prime mediante un algoritmo in funzione dell'umidità relativa e dell'intensità del vento (Zhang et al., 2005), le seconde secondo la metodologia proposta da Vautard et al. (2005), in funzione dell'intensità del vento e della tipologia di suoli.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

Tali aerosol di origine eolica emessi di ora in ora vengono poi considerati nel modello FARM come componenti del particolato, subendo dunque i processi di avvezione, diffusione turbolenta e deposizione.

Il contributo complessivo di tali componenti alle concentrazioni medie annuali di PM10 in corrispondenza dei comuni con popolazione superiore ai 15.000 abitanti è mostrato di seguito.

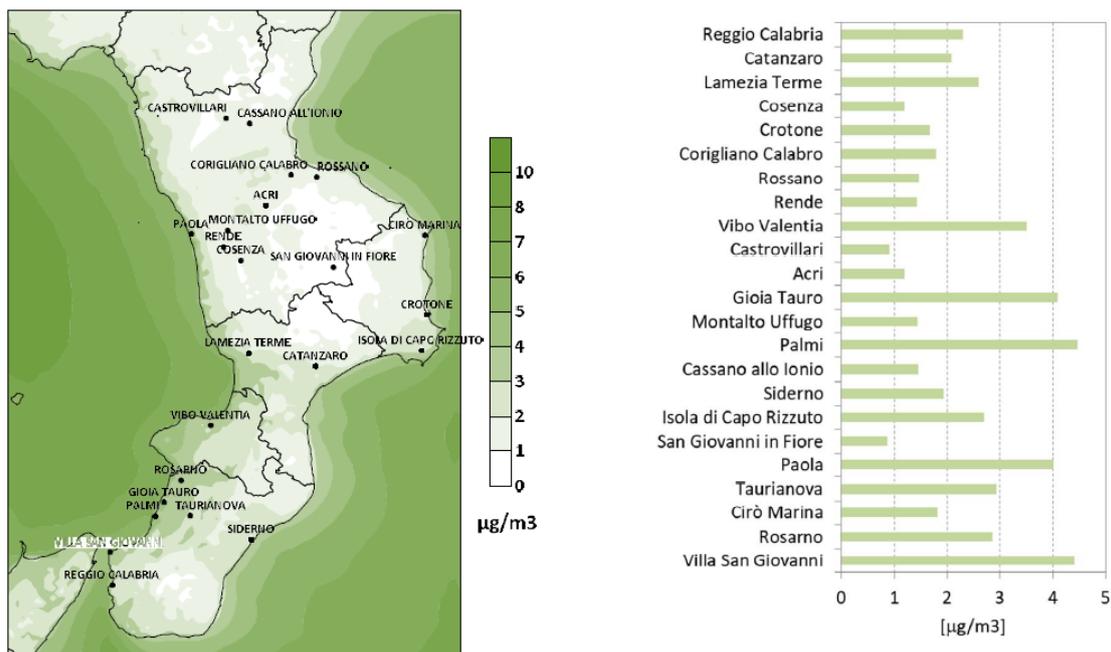


Figura 48 Stima del contributo da sali marini e risospensione dei suoli alle concentrazioni medie annuali di PM10: sul dominio regionale (sinistra) ed in corrispondenza dei comuni con popolazione superiore ai 15.000 abitanti (destra).

Sulle fasce costiere il contributo medio stimato risulta dell'ordine di qualche µg/m³, con valori più elevati sul versante tirrenico (3-4 µg/m³) rispetto a quello ionico (1.5-3 µg/m³); risulta inferiore nei centri posti all'interno. In particolare, per Gioia Tauro, si stima un contributo alle concentrazioni medie di PM10 dovuto all'aerosol marino e alla risospensione dei suoli di circa 4 µg/m³.

Allo stato attuale le polveri di origine sahariana non sono prese direttamente in considerazione dal sistema modellistico regionale. Una prima stima è stata dunque ricavata a partire dai campi simulati a scala globale disponibili tramite il servizio MACC/CAMS del Programma europeo Copernicus. In figura è mostrata la mappa del contributo medio stimato sulla base dei dati relativi al 2016, alla risoluzione disponibile (variabile fra 0.75° e 0.4°). Il contributo decresce progressivamente da sud a nord, con valori sul territorio calabrese dell'ordine dei 6-8 µg/m³. Tali valori sono da considerarsi indicativi, in attesa di una inclusione della componente sahariana all'interno del sistema modellistico regionale e di una verifica sugli episodi più rilevanti di intrusione.

Per il comune di Gioia Tauro, si stima un contributo alle concentrazioni medie di PM10 dovuto alle polveri sahariane di circa 7 µg/m³.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

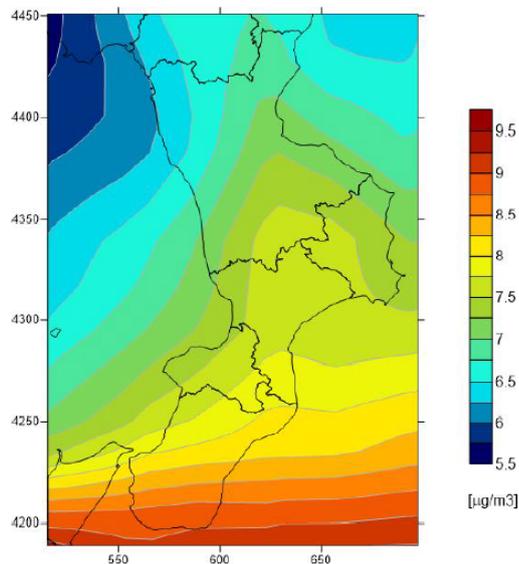


Figura 49 Stima sul dominio regionale del contributo delle polveri sahariane alle concentrazioni medie annuali di PM10 (fonte dati: MACC/CAMS, anno 2016)

Nei successivi paragrafi si riportano le analisi dei dati misurati dalla centralina di Palistena, facente parte della rete di monitoraggio della qualità dell'aria (RRQA), per i vari inquinanti.

In particolare il documento preso in considerazione è "Valutazione della Qualità dell'Aria nella Regione Calabria - 2020" l'ultimo disponibile redatto da ARPA Calabria.

Inoltre, durante l'anno 2020, le misure di confinamento per il contrasto al coronavirus adottate con i vari DPCM, hanno comportato il blocco di molte sorgenti emmissive con un impatto anche sulla qualità dell'aria ambiente. Per questo motivo è stato utile effettuare un confronto con l'anno 2019, per meglio apprezzare quanto le misure di limitazione introdotte hanno influenzato i valori di concentrazione registrati per alcuni inquinanti.

4.4 PARTICOLATO

Spesso il particolato rappresenta l'inquinante a maggiore impatto ambientale nelle aree urbane, tanto da indurre le autorità competenti a disporre dei blocchi del traffico nel tentativo di ridurre il fenomeno.

Le particelle sospese sono sostanze allo stato solido o liquido, che a causa delle loro piccole dimensioni, restano sospese in atmosfera per tempi più o meno lunghi.

Le polveri totali sospese o PTS vengono anche indicate come PM (particulate matter).

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

Le polveri PM10 rappresentano il particolato che ha un diametro inferiore a 10 micron, mentre le PM2,5, che costituiscono all'incirca il 60% delle PM10, rappresentano il particolato che ha un diametro inferiore a 2,5 micron.

Il particolato si origina sia da fonti naturali che antropogeniche. Tra le cause antropiche: l'utilizzo dei combustibili fossili, le emissioni degli autoveicoli, l'usura degli pneumatici, dei freni e del manto stradale.

4.4.1 PM 10

Nella Figura 50 vengono riportati il numero di superamenti del limite giornaliero di 50 µg/m³ registrati dalle stazioni di monitoraggio della RRQA nel corso dell'anno 2020. In rosso viene riportato il limite dei superamenti consentiti per anno che ai sensi del D.Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii. possono essere al massimo 35 per anno civile.

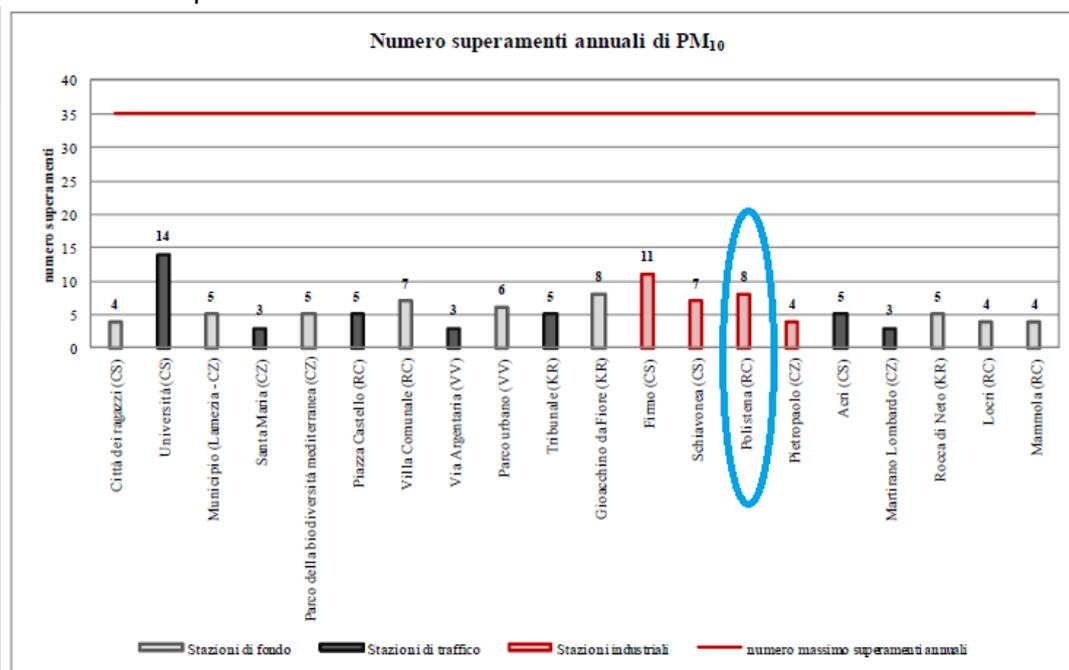


Figura 50 Particolato PM10. Superamenti del valore limite giornaliero per registrati nelle stazioni della RRQA.

Nella Figura 51 vengono riportate le concentrazioni medie annue di PM10 registrate nelle stazioni di monitoraggio della RRQA nel corso dell'anno 2020. In rosso viene riportata la concentrazione limite media annuale di 40 µg/m³ ai sensi del D.Lgs. 155/2010.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

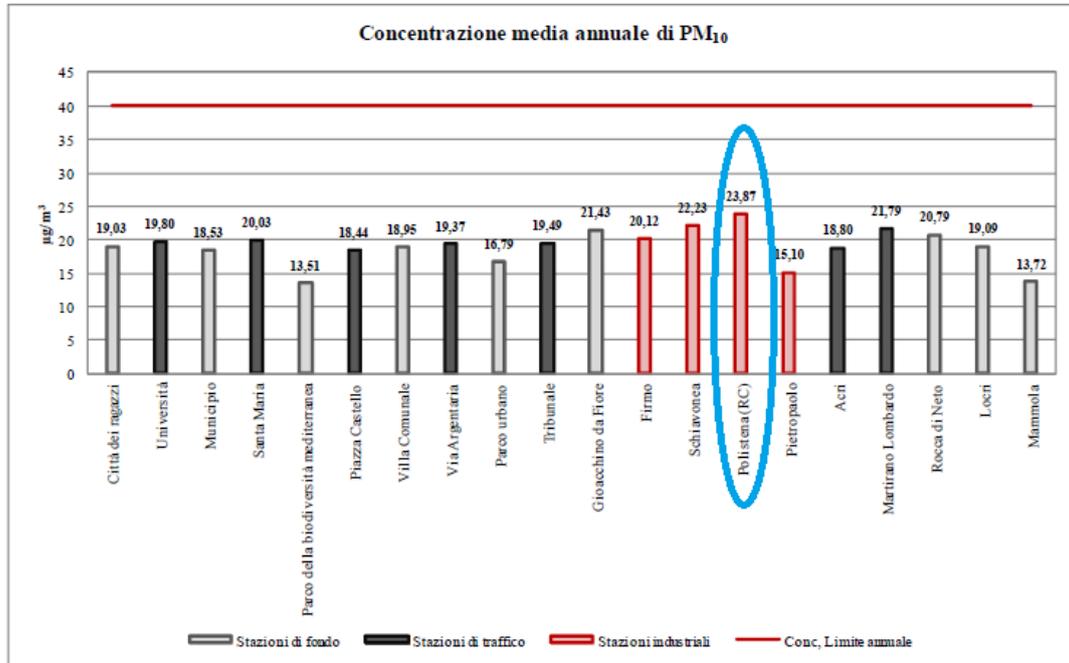


Figura 51 Particolato PM10. Medie annuali confrontate nelle stazioni della RRQA

Come si evince dalle figure sopra non sono stati riscontrati superamenti, né del numero né del valore limite annuale in nessuna stazione di monitoraggio.

Di seguito riportiamo anche il confronto con l'anno 2019: il PM10 ha registrato una diminuzione della concentrazione media annuale per l'anno 2020 su tutte le stazioni di monitoraggio, in particolare anche su quella di Polistena.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

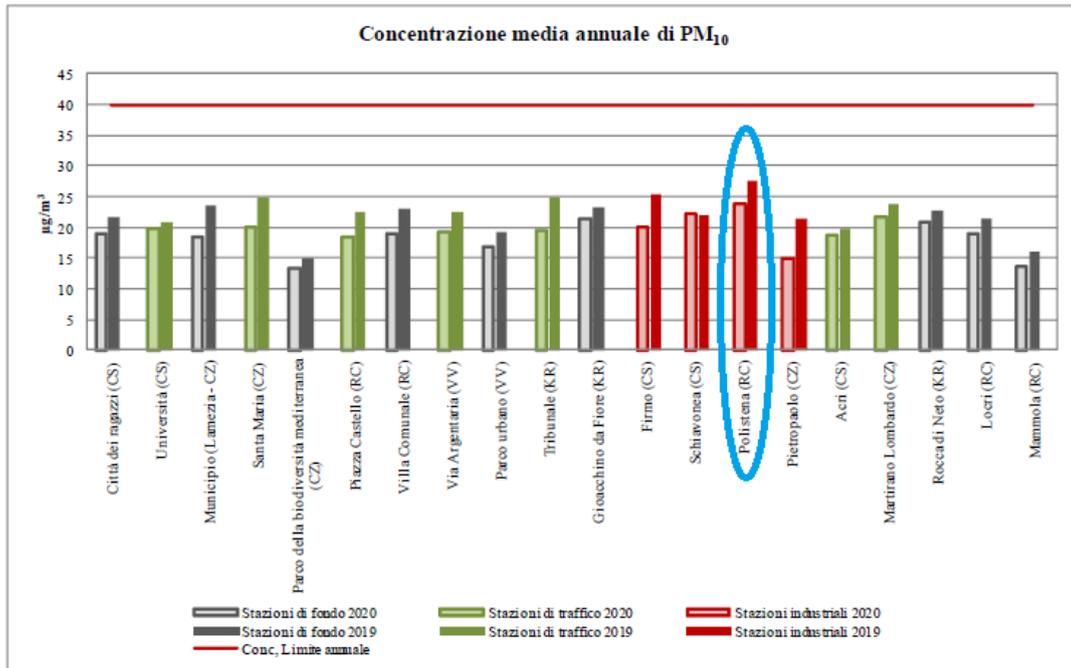


Figura 52 Particolato PM₁₀. Medie annuali nelle stazioni della RRQA relative al 2019 e 2020.

4.4.2 PM 2.5

In Figura 53 sono riportate, per le stazioni in cui è presente il campionamento, le medie annuali registrate in Calabria nel 2020. In rosso viene riportato la concentrazione limite annuale di 25 µg/m³ ai sensi del D.Lgs. 155/2010.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

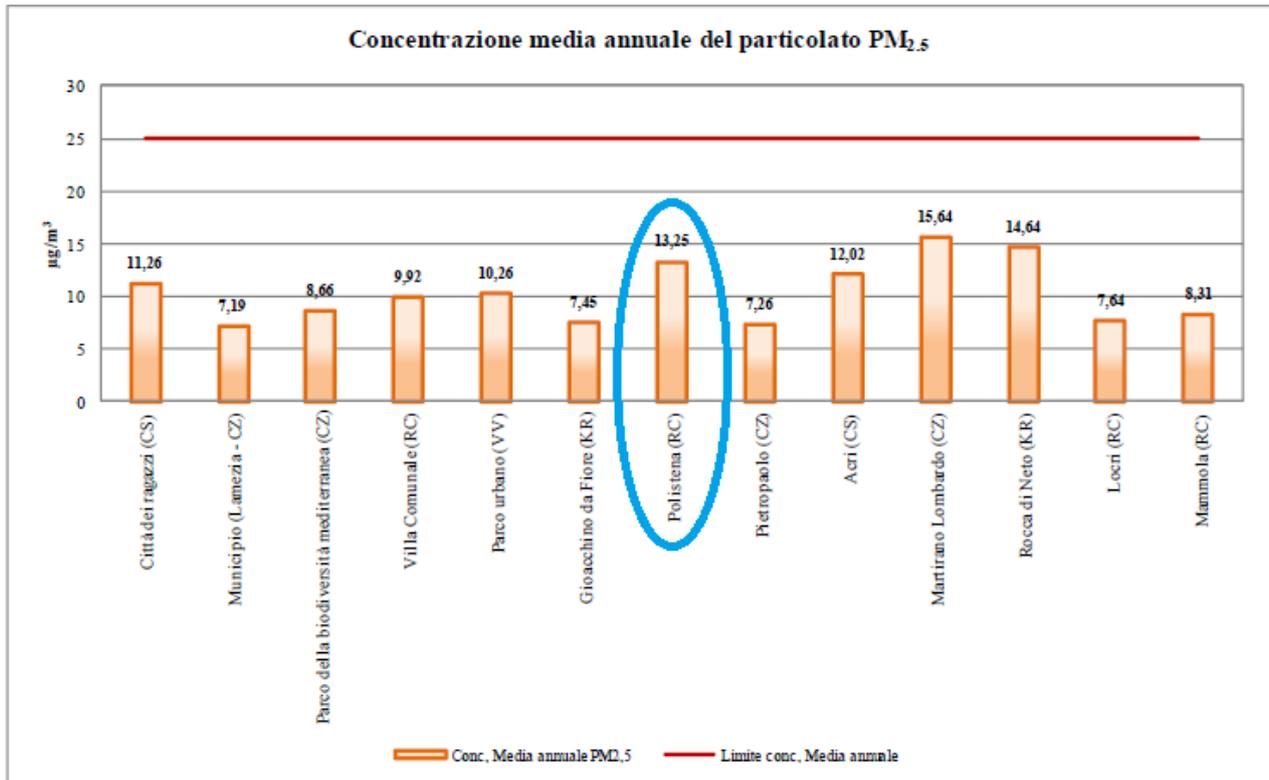


Figura 53 Particolato PM_{2,5}. Verifica del rispetto del valore limite annuale per le stazioni della RRQA.

Si può osservare che non è stato registrato alcun superamento del valore limite di 25 µg/m³.

4.5 OSSIDI DI AZOTO: NOX

Con il termine NO_x vengono indicati genericamente l'insieme dei due più importanti ossidi di azoto a livello di inquinamento atmosferico ossia l'ossido di azoto, NO, e il biossido di azoto, NO₂.

Gli ossidi di azoto (NO_x) vengono emessi direttamente in atmosfera a seguito di tutti i processi di combustione ad alta temperatura (impianti di riscaldamento, motori dei veicoli, combustioni industriali, centrali di potenza, ecc.), per ossidazione dell'azoto atmosferico e, solo in piccola parte, per l'ossidazione dei composti dell'azoto contenuti nei combustibili utilizzati.

Nel caso del traffico autoveicolare, le quantità più elevate di questi inquinanti si rilevano quando i veicoli sono a regime di marcia sostenuta e in fase di accelerazione, poiché la produzione di NO_x aumenta all'aumentare del rapporto aria/combustibile, cioè quando è maggiore la disponibilità di ossigeno per la combustione.

A differenza delle polveri sottili, gli ossidi di azoto sono inquinanti più locali, in quanto a causa della loro breve vita media subiscono processi di trasporto a scala spaziale limitata. Le concen-

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

trazioni registrate nelle singole stazioni sono pertanto fortemente condizionate dalle eventuali sorgenti presenti in prossimità.

4.5.1 Biossidi Di Azoto: No2

Nella Figura 54 vengono riportate per tutte le stazioni il valore della concentrazione media annuale riscontrato nel corso del 2020 ed in rosso viene riportato il corrispettivo valore limite di 40 µg/m³ previsto dal D.Lgs. 155/2010.

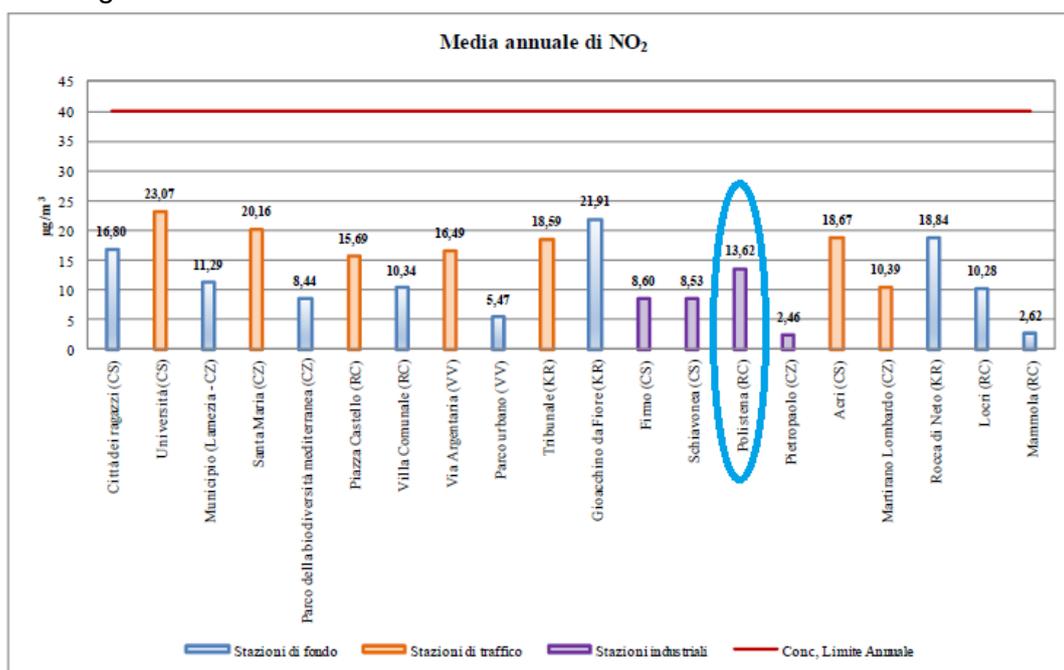


Figura 54 Biossido di Azoto. Medie annuali nelle stazioni della RRQA

Si può osservare che il valore limite annuale (40 µg/m³) non è stato superato in alcuna delle stazioni della rete.

Oltre al valore limite annuale, la norma fissa per il biossido di azoto un valore limite orario di 200 µg/m³, da non superare per più di 18 ore all'anno. Anche tale valore limite nel 2020 risulta rispettato in tutte le centraline della rete.

Anche per l'NO₂ è stato effettuato il confronto con l'anno precedente (2019) come mostrato in Figura 55.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

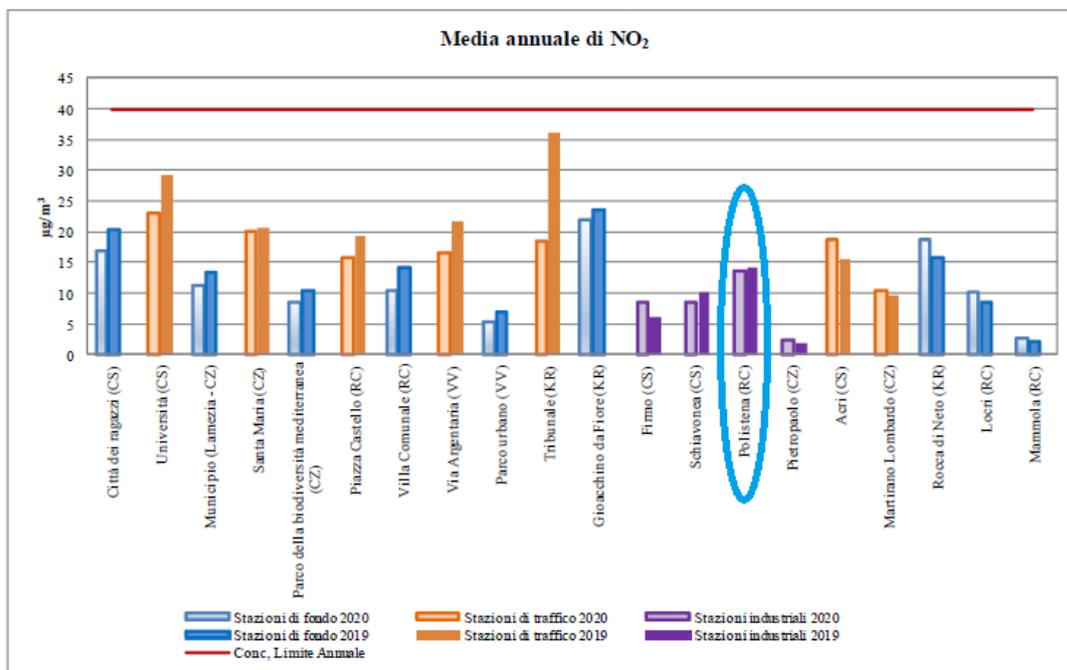


Figura 55 Biossido di Azoto. Medie annuali nelle stazioni della RRQA relative al 2019 e 2020.

Per l'NO₂ è evidente la diminuzione della concentrazione media annuale per l'anno 2020 in corrispondenza delle stazioni di fondo e di traffico dei cinque capoluoghi di provincia in cui gli effetti sul traffico dovuti alle misure di confinamento per il contrasto al coronavirus sono state maggiormente incisive.

4.6 MONOSSIDO DI CARBONIO E BENZENE

Il monossido di carbonio (CO) ha origine da processi di combustione incompleta di composti contenenti carbonio. È un gas la cui origine è da ricondursi prevalentemente al traffico autoveicolare, soprattutto ai veicoli a benzina. Le emissioni di CO dai veicoli sono maggiori in fase di decelerazione e di traffico congestionato. Le sue concentrazioni sono strettamente legate ai flussi di traffico locali e gli andamenti giornalieri rispecchiano quelli del traffico, come si nota dalla Figura 56.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

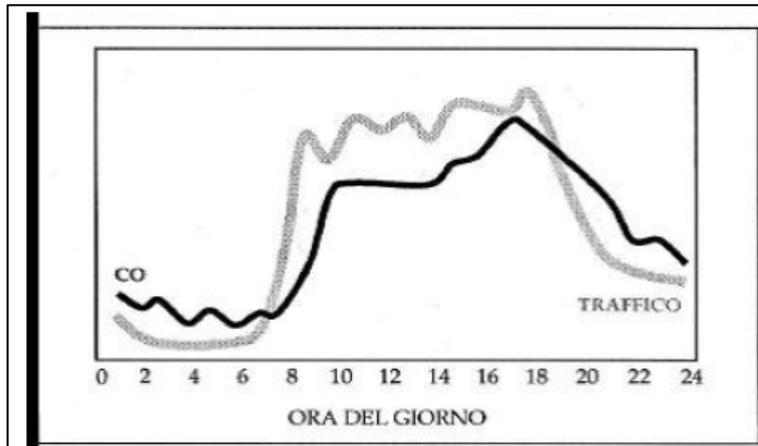


Figura 56 Andamento giornaliero del traffico vs CO

Il monossido di carbonio presenta anche una forte variabilità spaziale: la sua concentrazione mostra di solito valori massimi nell'intorno dell'asse stradale e decresce molto rapidamente allontanandosi da esso, fino a diventare trascurabile a una distanza di alcune decine di metri.

Anche per il benzene, la sorgente più rilevante nell'atmosfera è rappresentata dal traffico veicolare, principalmente dai gas di scarico dei veicoli alimentati a benzina, nei quali viene aggiunto al carburante (la cosiddetta benzina verde) come antidetonante, miscelato con altri idrocarburi (toluene, xilene, ecc.) in sostituzione del piombo tetraetile impiegato fino a qualche anno fa. In piccola parte il benzene proviene dalle emissioni che si verificano nei cicli di raffinazione, stoccaggio e distribuzione della benzina.

Le concentrazioni di questi due inquinanti, si sono significativamente ridotte negli anni, grazie alle modifiche introdotte sui combustibili ed allo sviluppo tecnologico nel settore automobilistico e si sono assestate su valori ampiamente inferiori ai limiti normativi.

4.6.1 CO

Per il monossido di carbonio in tutti i punti di campionamento non sono stati registrati superamenti del limite di 10 mg/m³, calcolato come valore massimo giornaliero su medie mobili di 8 ore. Nella Figura 3 vengono riportate, per le stazioni in cui è presente l'analizzatore, il valore della massima media mobile giornaliera riscontrato nel corso del 2020 ed in rosso viene riportato il corrispondente valore limite previsto dal D.Lgs. 155/2010.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

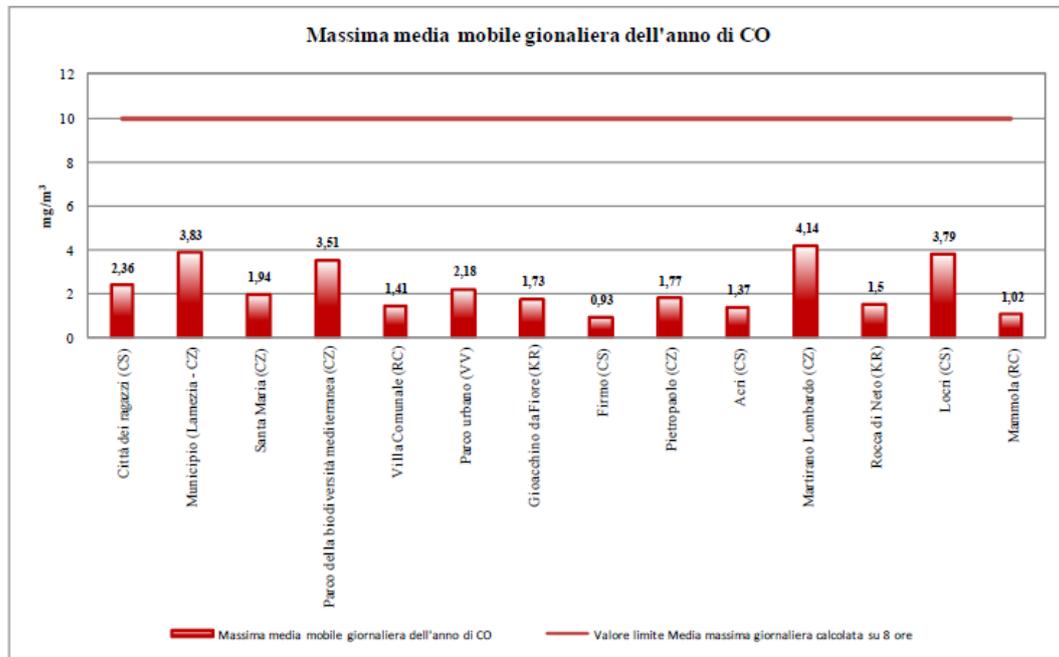


Figura 57 Monossido di Carbonio. Massima Media mobile giornaliera nell'anno nelle stazioni della RRQA

4.6.2 BENZENE

Dai dati riportati in Figura 10 si osserva che le concentrazioni medie annuali di Benzene nel 2020 sono di molto inferiori al valore limite di 5,0 µg/m³.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

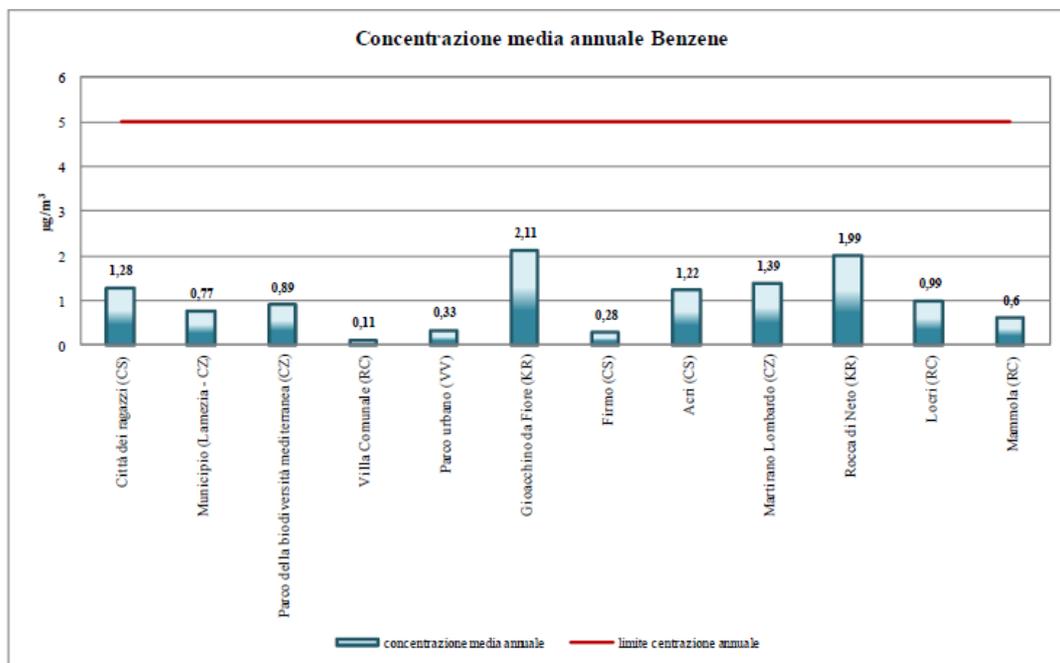


Figura 58 Benzene. Medie annuali registrate nelle stazioni della RRQA

4.7 CARATTERIZZAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA NEL COMUNE DI GIOIA TAURO

Nel comune di Gioia Tauro sono state svolte diverse campagne di monitoraggio in vari anni e di varie durate al fine di misurare la qualità dell'aria. Il laboratorio mobile è dotato della strumentazione necessaria per la valutazione dell'aria secondo quanto previsto dalla normativa vigente.

Si riportano di seguito i dati emersi dalle campagne di monitoraggio più recenti

➤ **MONITORAGGIO 2014**

Il monitoraggio è stato effettuato dal 29/06/2014 al 08/07/2014.

Il laboratorio mobile è stato ubicato all'interno dell'area portuale di Gioia Tauro (COORDINATE: lat. 38.469006 – long. 15.922075)

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione



Figura 59 Ubicazione laboratorio mobile anno 2014

Le principali sorgenti di inquinamento atmosferico possono essere riconducibili al vicino porto commerciale di Gioia Tauro, alla mobilità di automezzi e automobili, alle attività industriali presenti nell'area industriale Rosarno-Gioia Tauro_San Ferdinando, ivi compreso il termovalorizzatore di Gioia Tauro.

➤ **MONTORAGGIO 2017**

Un'altra campagna di monitoraggio è stata svolta dal 29 agosto all'11 novembre 2017. Tale campagna è stata effettuata a seguito di richiesta da parte del Dipartimento Ambiente e Territorio della Regione Calabria a causa degli incendi di ingenti quantità di rifiuti che si sono verificati presso il quartiere Ciambra del Comune. Il laboratorio mobile è stato ubicato in Via Dante Alighieri c/o scuola elementare "E.Montale" (coordinate: 38°25' 50"N- 15°54' 2" E).



Figura 60 Ubicazione laboratorio mobile anno 2017

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

Le principali sorgenti di inquinamento atmosferico possono essere riconducibili al traffico veicolare (leggero e pesante), attività portuali ed impianti termici civili.

Vengono di seguito riportati gli andamenti registrati per ogni inquinante e per ciascun periodo di monitoraggio.

4.7.1 Biossido di Azoto

In tabella vengono riportati i limiti indicati dalla normativa vigente

NO₂: Biossido di azoto

DL 155 13/08/2010:	Valore limite orario	Numero di superamenti Media oraria (max 18 volte in un anno)	200 µg/m ³
DL 155 13/08/2010:	Valore limite annuale	Media annua	40 µg/m ³
DL 155 13/08/2010:	Soglia di Allarme	Numero di superamenti Media oraria (3 ore con- secutive)	400 µg/m ³

Nei seguenti grafici viene illustrato l'andamento dei valori massimi della media oraria (la linea rossa indica il valore limite orario) per entrambe le campagne di monitoraggio.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

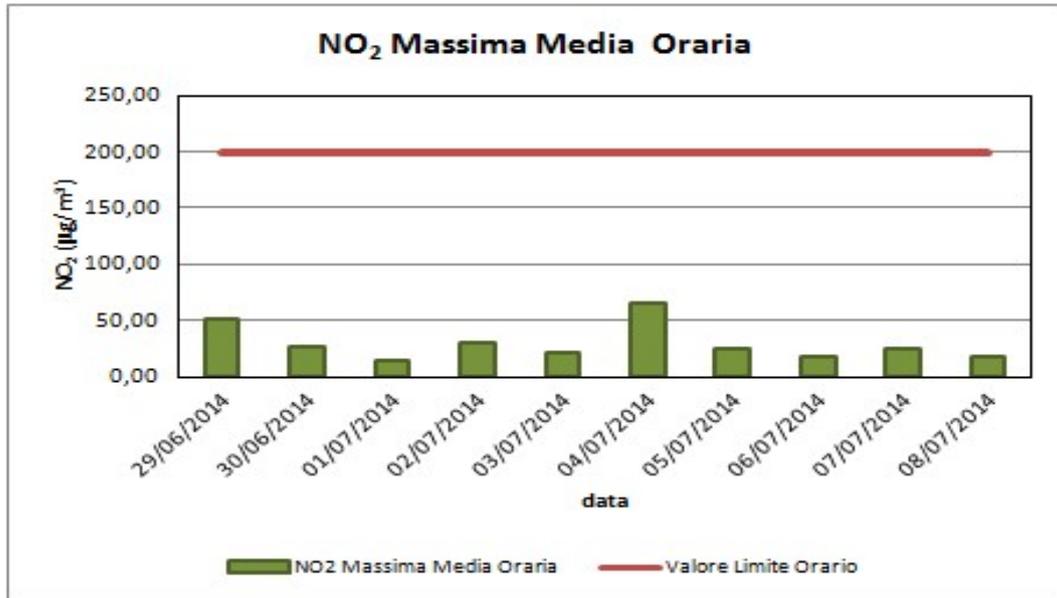


Figura 61 Biossido di Azoto. Massima concentrazione oraria- 2014

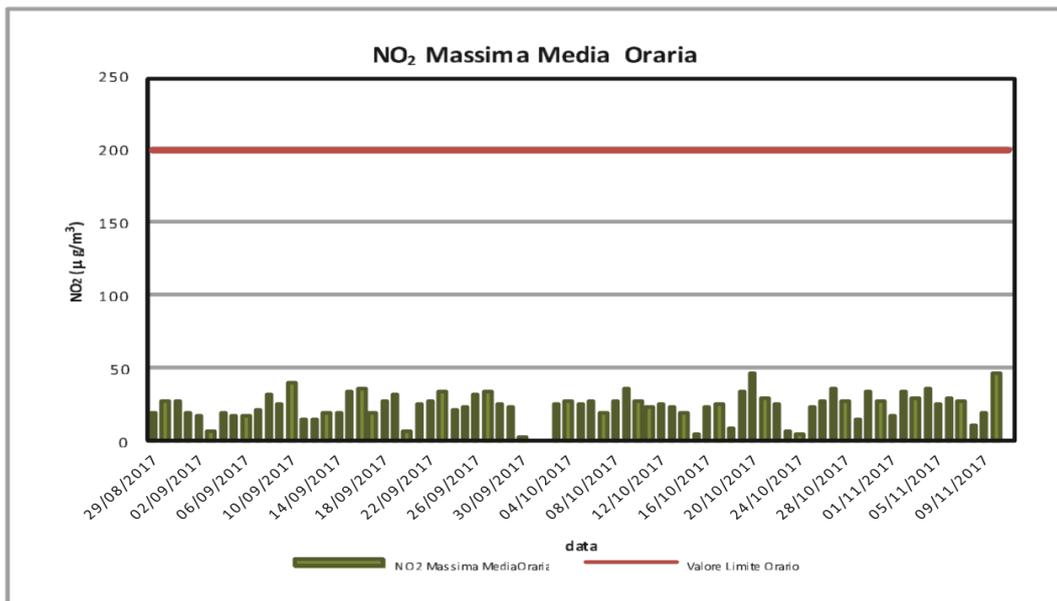


Figura 62 Biossido di Azoto. Massima concentrazione oraria- 2017

Come si può osservare dai grafici, nei periodi di osservazione, non si sono registrati casi di superamento dei limiti orari previsti dalla normativa, ovvero del valore massimo giornaliero della media oraria.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

4.7.2 Monossido di carbonio

In tabella vengono riportati i limiti indicati dalla normativa vigente

CO: Monossido di carbonio

DL 155 13/08/2010:	Valore limite	Massima Media Mobile su 8 ore	10 mg/m ³
--------------------	---------------	-------------------------------	----------------------

Nei grafici seguenti viene illustrato l'andamento dei valori massimi della media mobile su 8 ore (la linea rossa indica il valore limite della media massima giornaliera su 8 ore), per entrambe le campagne di monitoraggio.

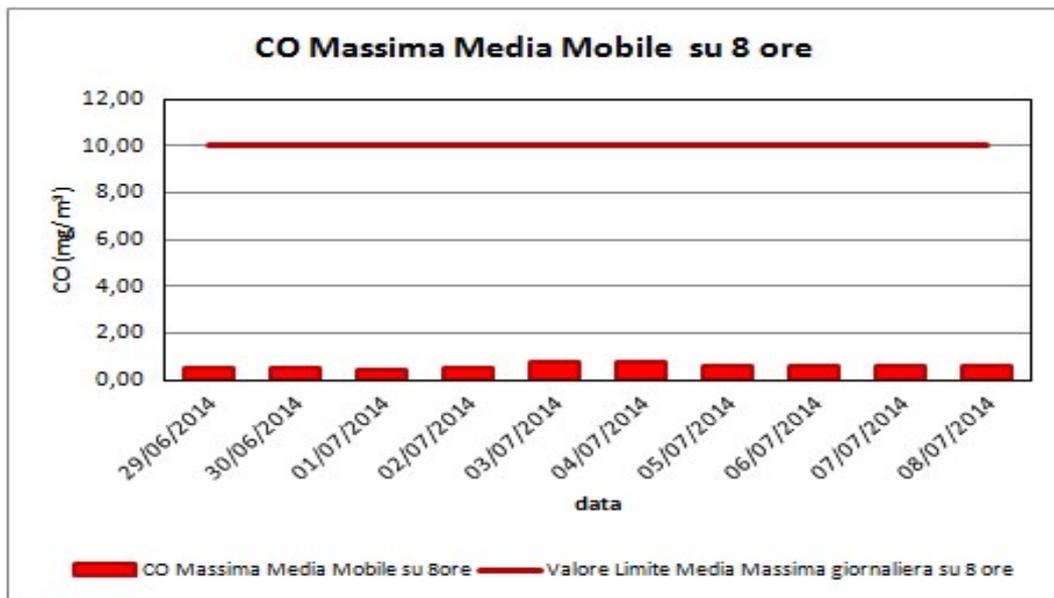


Figura 63 CO: Massima media mobile 8 ore- 2014

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

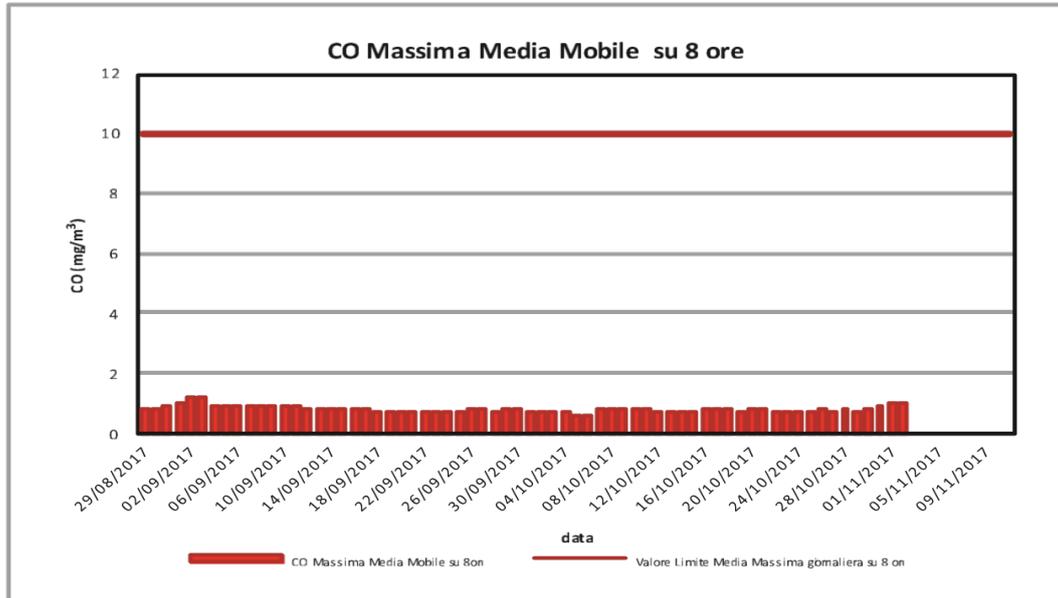


Figura 64 CO: Massima media mobile 8 ore- 2017

Come si può osservare dai grafici su riportati, non si sono registrati casi di superamento dei limiti normativi, ovvero del valore massimo della media mobile su 8 ore.

4.7.3 Particolato PM10

In tabella vengono riportati i limiti indicati dalla normativa vigente

PM₁₀: Particolato Atmosferico

DL 155 13/08/2010:	Valore limite Numero di superamenti Media giornaliero giornaliera (max 35 volte in un anno)	50 µg/m ³
DL 155 13/08/2010:	Valore limite annuale Media annua	40 µg/m ³

Nei grafici seguenti viene illustrato l'andamento relativo ai valori delle medie giornaliere (la linea rossa indica il valore limite della media giornaliera).

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

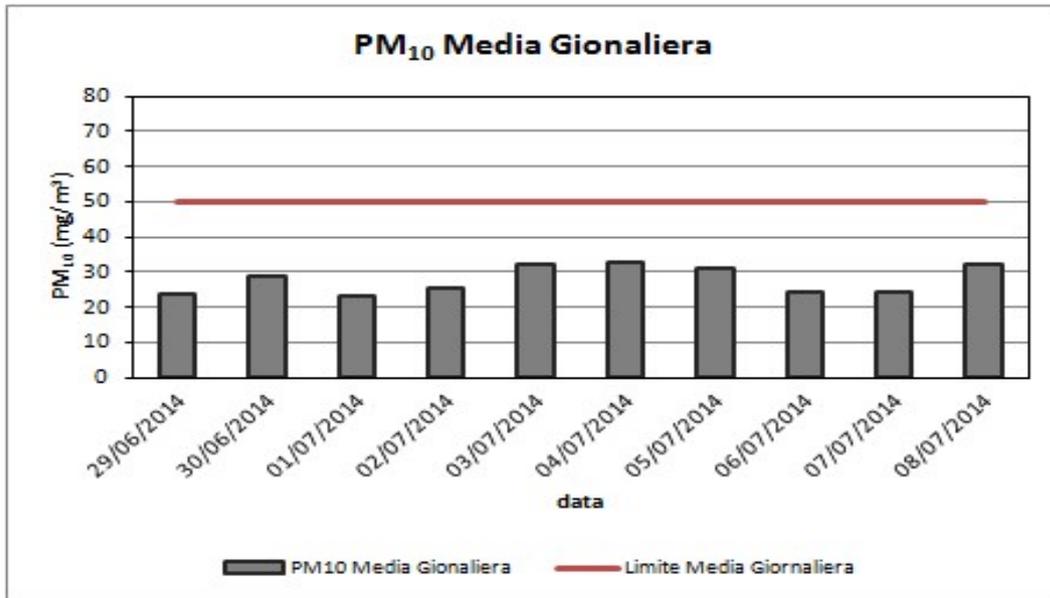


Figura 65 PM10 Concentrazione media giornaliera- 2014

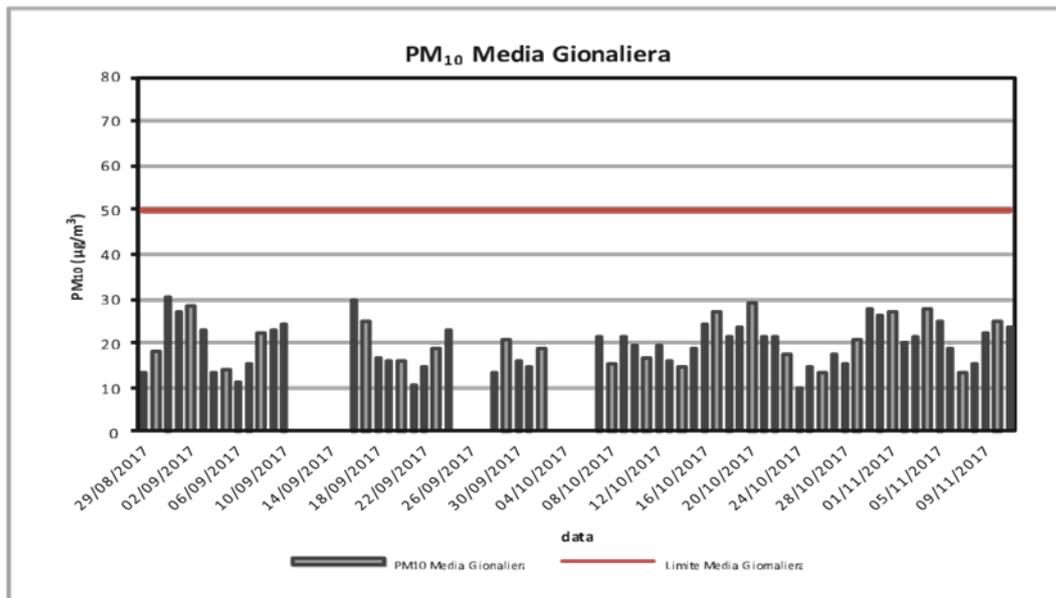


Figura 66 PM10 Concentrazione media giornaliera- 2017

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

Nelle campagne di misurazione non si è registrato alcun caso di superamento dei limiti normativi, ovvero del valore limite giornaliero.

4.7.4 Particolato PM2.5

In tabella vengono riportati i limiti indicati dalla normativa vigente.

PM 2.5: Particolato atmosferico

DL 155 13/08/2010:	Valore limite	Media annuale	25 µg/m ³
--------------------	---------------	---------------	----------------------

Il particolato PM2.5 viene registrato solo nell'ultima campagna di misura (2017).

Nel grafico seguente viene illustrato l'andamento relativo ai valori delle medie giornaliere (la linea rossa indica il valore limite della media annuale).

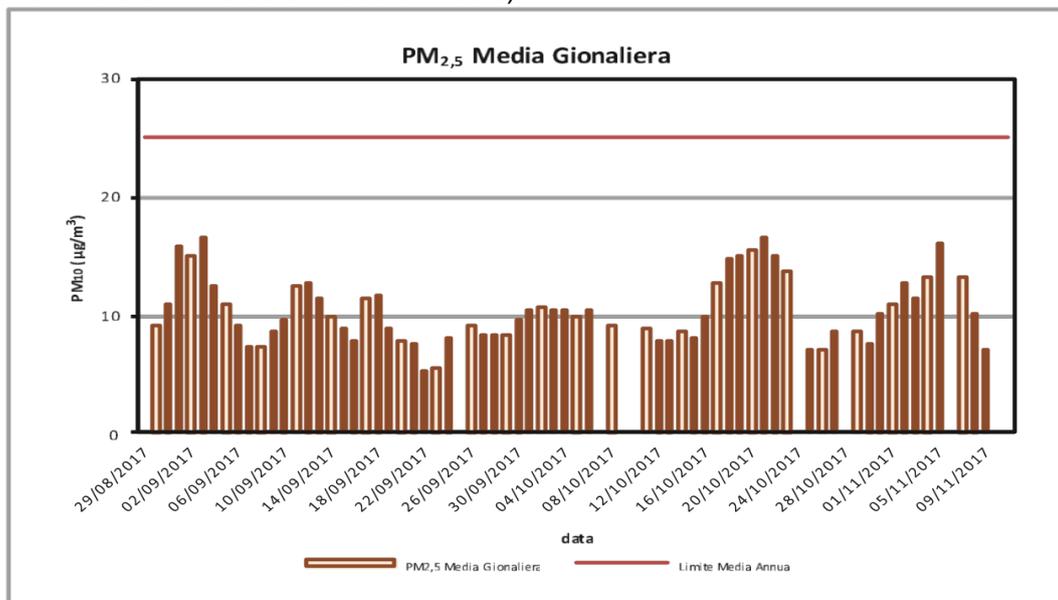


Figura 67 PM2.5 Concentrazione media giornaliera

Come si può osservare nel grafico corrispondente al periodo di osservazione i valori registrati di PM_{2,5} sono risultati inferiori al valore limite previsto per la Media annua rappresentato con la linea rossa.

4.7.5 Benzene

In tabella vengono riportati i limiti indicati dalla normativa vigente.

C₆H₆: Benzene

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

DL 155 13/08/2010:	Valore limite annuale	Media annua	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
--------------------	-----------------------	-------------	----------------------------

Nei grafici seguenti viene illustrato l'andamento relativo ai valori delle medie giornaliere (la linea rossa indica il valore limite della media annua) per le tre campagne di monitoraggio.

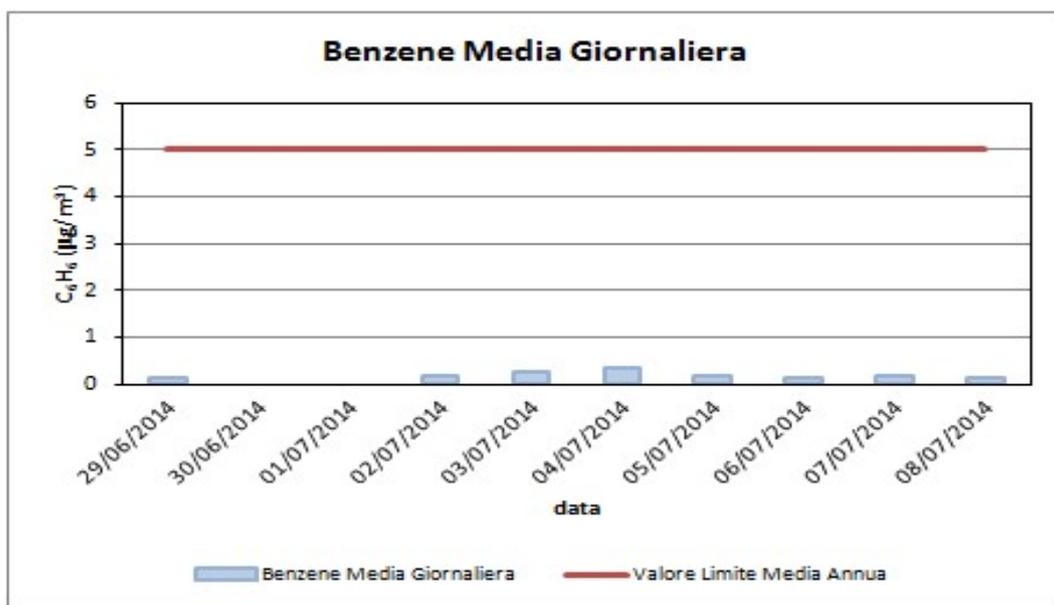


Figura 68 Benzene Concentrazione media giornaliera- 2014

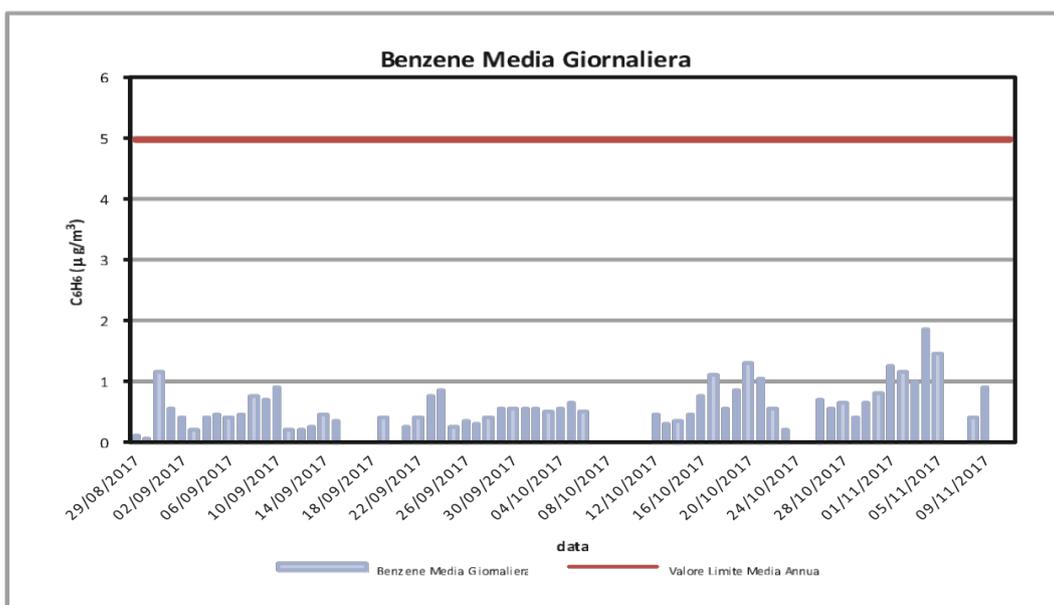


Figura 69 Benzene Concentrazione media giornaliera- 2017

Si può osservare nel grafico corrispondente al periodo di osservazione i valori registrati di Benzene sono risultati inferiori al valore limite previsto per la Media annua rappresentato con la linea rossa.

4.8 CARATTERIZZAZIONE DELLE SORGENTI EMISSIVE NELL'AREA DI STUDIO

Le sorgenti emissive possono essere classificate in:

- Lineari, tipicamente le strade
- Puntuali, emissioni localizzate in un punto come ad esempio i camini di stabilimenti industriali
- Areali, emissioni diffuse e distribuite su un'area territoriale.

Nell'area oggetto di studio è possibile rintracciare le seguenti sorgenti lineari:

1. SS18,
2. A2,
3. Strada Vicinale Colomono (strada limitrofa al porto).

Tali sorgenti sono state considerate nello scenario ante operam con le relative emissioni associate, come riportato nel Capitolo 6.

Il termovalorizzatore di Gioia Tauro può essere considerato una sorgente emissive di tipo puntuale. Esso è localizzato a circa 2 Km dalla strada in progetto (coordinate: lat.38.460915° long.15.930003°).

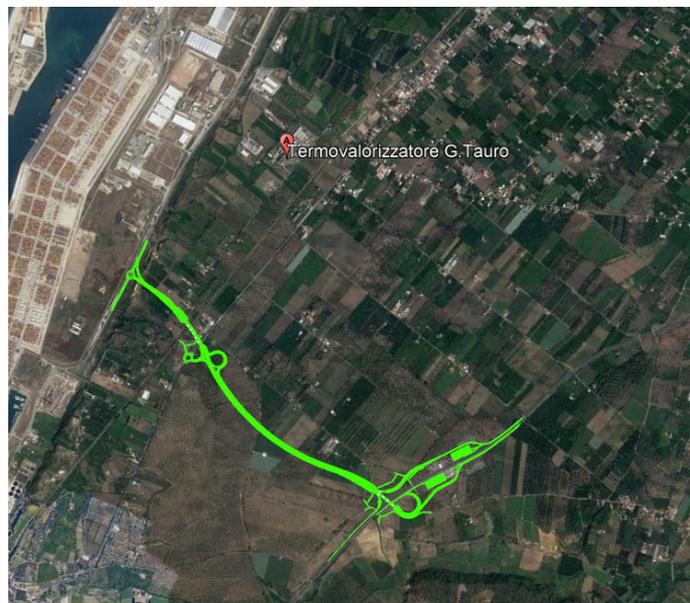


Figura 70 Localizzazione del termovalorizzatore di Gioia Tauro

Infine il porto di Gioia Tauro, mostrato nella figura seguente, rappresenta sicuramente una sorgente di tipo areale.

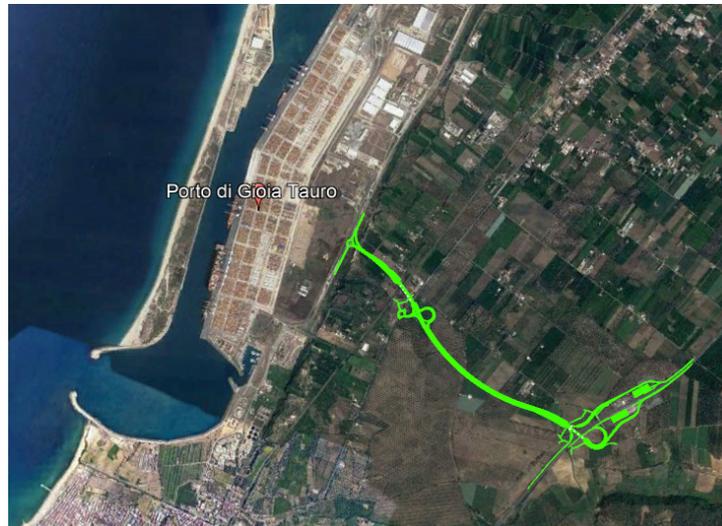


Figura 71 Localizzazione del porto di Gioia Tauro.

5 I MODELLI DI SIMULAZIONE UTILIZZATI

5.1 COPERT 5

Ci si è avvalsi di alcuni modelli di simulazione al fine di condurre le valutazioni e le analisi emissive e diffusionali generate dall'opera in esame. Nello specifico, per la valutazione dei fattori di emissione derivanti da traffico stradale si è fatto riferimento al software di calcolo COPERT 5. Tale software 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:

- a) Progetti dedicati finanziati dal Centro comune di ricerca/Trasporti e l'Unità Qualità dell'aria;
- b) Programma annuale di lavoro del "European Topic Centre for Air Pollution and Climate Change Mitigation (ETC / ACM)";

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

- c) Programma di lavoro del "European Research Group on Mobile Emission Sources (Ermes)";
- d) 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);
- e) Il progetto particolato (Characterisation of Exhaust Particulate Emissions from Road Vehicles), una Commissione europea (DG Transport) PROGETTO nell'ambito del 5° Framework Program (2000-2003);
- f) 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);
- g) Il progetto congiunto JRC/CONCAWE/ACEA sull' evaporazione del carburante da veicoli a benzina (2005-2007)¹.

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.

La metodologia prevede che le emissioni siano calcolate usando una combinazione di dati tecnici e di "attività" quali il numero di veicoli circolanti, i chilometri percorsi, la velocità media, ecc. L'algoritmo utilizzato nella metodologia descrive le emissioni totali come la somma di due componenti:

- EHOT: sono le emissioni dovute al regime di funzionamento del motore così detto "a caldo";
- ECOLD: sono le emissioni legate al transitorio termico legato al funzionamento del motore così detto "a freddo".

Inoltre, le emissioni totali sono funzione anche delle diverse condizioni di moto. La metodologia distingue tre grandi famiglie: Urbana, Extraurbana e Autostradale.

L'algoritmo generale di calcolo è quindi definito come:

$$E_i = FE_{i,c} \cdot pc \cdot N_c$$

dove:

- E_i = emissione dell'inquinante in [g];
- $FE_{i,c}$ = fattore di emissione dell'inquinante/i per i veicoli di categoria c [g/km];
- pc = percorrenza media dei veicoli di categoria c [km];
- N_c = numero di veicoli di categoria c [-].

¹ Informazioni tratte dal sito <http://www.emisia.com>

L'emissione totale lungo l'arco di strada considerata viene valutata sommando i singoli contributi valutati per ciascuna tipologia di veicolo. Le tipologie di veicolo sono: veicoli commerciali leggeri, veicoli commerciali pesanti, autovetture, autobus e motocicli.

5.2 AERMOD VIEW

Il modello di simulazione matematico relativo alla dispersione degli inquinanti in atmosfera a cui si è fatto riferimento per le simulazioni, 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. Tali modelli sono:

- 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"², 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.

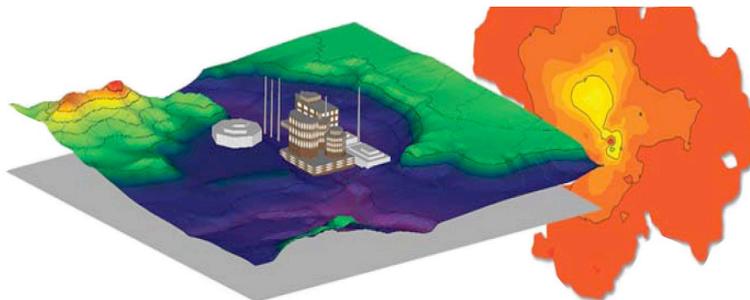


Figura 72 AermocView Esempio di modellazione grafica 3D delle curve di isoconcentrazione

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 stessa³:

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

² AERMOD Tech Guide – Gaussian Plume Air Dispersion Model. Version 7.6

³ US EPA, User Guide for the AMS EPA regulatory model AERMOD – USA (2004)

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

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

Tale 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 tali 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 singoli, o una maglia di punti con passo definito dall'utente.

In ultimo il modello si avvale di due ulteriori modelli per la valutazione 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.

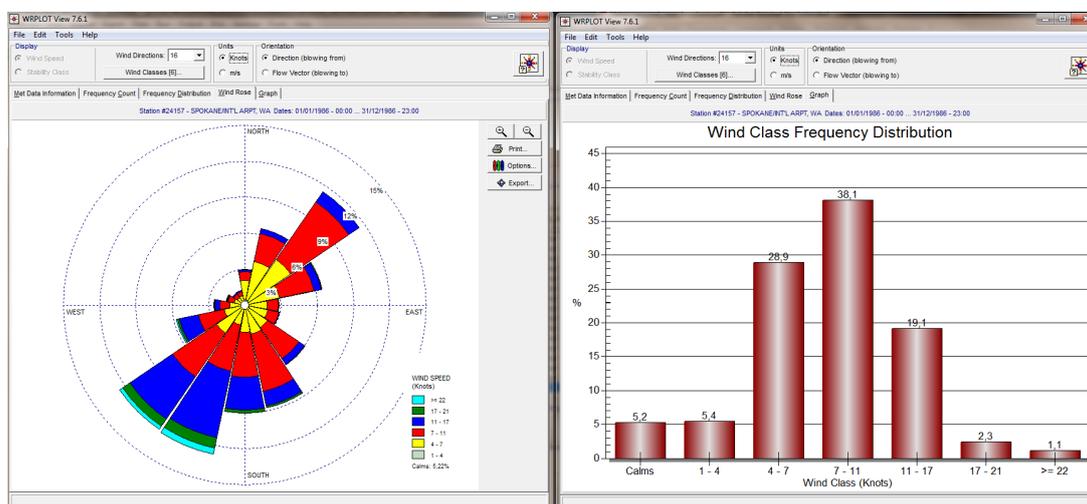


Figura 73 Esempio di applicazione del modulo AERMET

Come accennato, l'output del modello è rappresentato dalla valutazione 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 ricostruire le curve di isoconcentrazione, al fine di determinare una mappa di isoconcentrazione degli inquinanti.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

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 tali parametri 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.

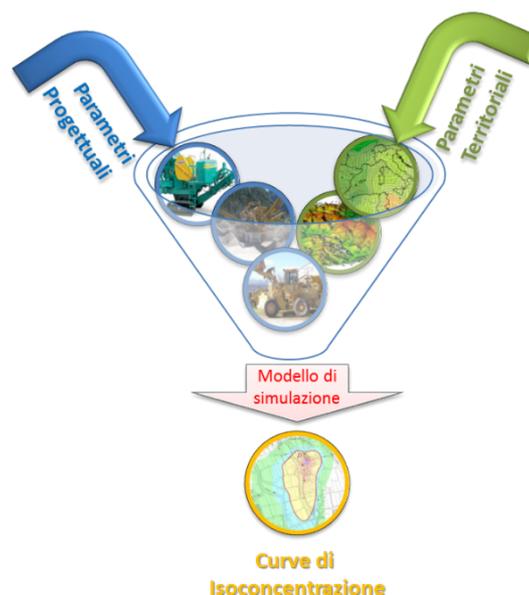


Figura 74 Definizione logica del modello adottato

6 LO SCENARIO DI ESERCIZIO ATTUALE: ANALISI DELLE CONCENTRAZIONI

Di seguito vengono descritte le analisi eseguite al fine di valutare lo stato attuale in termini di emissioni dovute al traffico stradale.

6.1 AERMOD VIEW: GLI INPUT TERRITORIALI

6.1.1 Gli Input Orografici

Il software Aermid View, grazie al processore territoriale AERMAP, permette di configurare essenzialmente tre tipologie di territorio così come mostrato nella figura seguente.

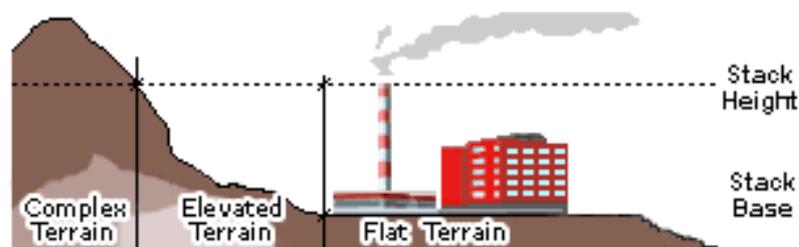


Figura 75 Tipologie di configurazioni territoriali

Con riferimento all'area in esame, attraversata dall'infrastruttura attuale, si è adottata una conformazione del territorio di tipo "elevated terrain". Infatti, nel caso in esame, il terreno è di fondamentale importanza: di seguito si riporta perciò l'andamento orografico restituito dal processore AERMAP.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

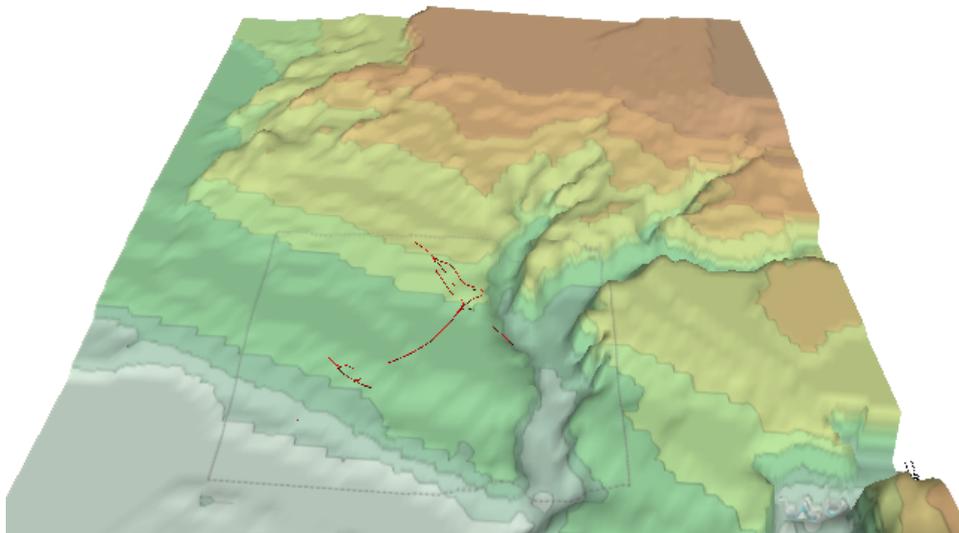


Figura 76 Terreno 3D

6.1.2 Gli 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 adeguati file meteorologici in formati compatibili con il preprocessore meteorologico utilizzato dal modello di simulazione Aermid, denominato Aermid View

I file meteorologici necessari sono due, uno descrittivo delle condizioni meteoroclimatiche registrate al suolo nel sito di studio, l'altro descrittivo dell'andamento verticale dei principali parametri meteorologici.

Nel caso specifico sono stati utilizzati i dati meteo monitorati dalla stazione di rilevamento meteoroclimatica descritta precedentemente, al Par. 3.4, per la costruzione del primo file suddetto, mentre i dati profilometrici sono stati calcolati attraverso l'applicazione del "Upper Air Estimator" 4 sviluppato dalla Lakes Environmental. Tale strumento consente di fornire, attraverso leggi di regressione, il profilo meteorologico in quota. Tale sistema è riconosciuto dalla FAA5 ed alcune analisi sperimentali hanno dimostrato una buona approssimazione tra le concentrazioni stimate a partire dai dati in quota rispetto a quelle stimate attraverso l'uso dell'Upper Air Estimator.

4 Worldwide Data Quality Effects on PBL Short-Range Regulatory Air Dispersion Models - Jesse L. Thé, Russell Lee, Roger W. Brode

5 http://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/apl/research/models/edms_model/

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

Dai dati grezzi descritti al Par. 3.4, attraverso il tool “File maker” presente su AERMET, sono stati costruiti i file compatibili col preprocessore Aermet View: in particolare il file descrittivo dei parametri al suolo è stato realizzato in formato “SAMSON”. Tale file contiene la descrizione delle condizioni meteorologiche al suolo caratterizzanti i giorni di cui si voglia studiare la dispersione.

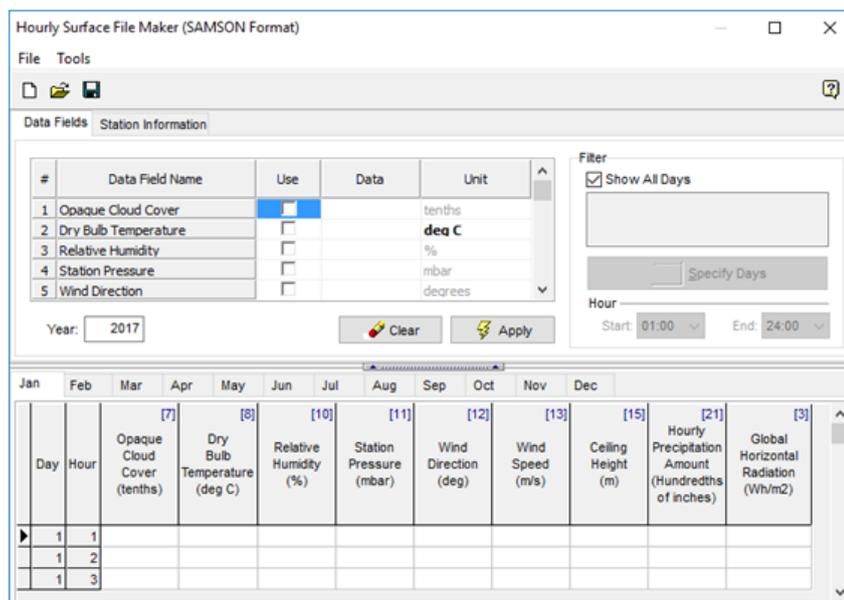


Figura 77 Esempio del tool File Maker

18	1	1	1	0	0	0	0	?	0	?	0	?	10	10	-7.2	-8.3	92
930	180	3.6	11.3	240	999999999	9	99999.	20	0	0							
18	1	1	2	0	0	0	?	0	?	0	?	10	10	-7.2	-8.3	92	
930	130	1.5	16.1	120	999999999	9	99999.	20	0								
18	1	1	3	0	0	0	?	0	?	0	?	10	10	-7.2	-7.8	96	
929	0	0.0	11.3	120	999999999	9	99999.	20	0								

Figura 78 Esempio di alcune righe di un file scritto in formato “SAMSON”

I dati grezzi descritti e commentati precedentemente sono quindi stati riorganizzati nel formato “SAMSON”, che caratterizza le condizioni superficiali con intervalli di 60 minuti.

Per leggere il file, il software associa ad ogni posizione di un carattere all'interno della stringa di testo un preciso significato; di seguito viene indicato il significato di ogni cifra a seconda della casella che occupa:

- 001: indica l'anno che si sta considerando; l'esempio riguarda l'anno 2018 che viene indicato con le ultime due cifre “18”;
- 002-003: viene specificato il mese, nell'esempio siamo a gennaio: “1”;
- 005-006: anche il giorno viene indicato con due cifre, nell'esempio siamo al primo giorno di gennaio: “01”;

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

- 008-009: si specifica l'ora;
- 024-027: rappresentano la radiazione globale orizzontale espressa in Wh/m²
- 051-052: specificano la copertura nuvolosa opaca con valori che vanno da 0 a 10
- 054-055: indicano la temperatura, espressa in gradi Celsius
- 066-068: denotano l'umidità relativa in %
- 070-073: indicano la pressione della stazione
- 075-077: rappresentano la direzione del vento espressa in gradi, in cui N=0 o 360, E=90, S=180, W=270
- 078-082: specificano la velocità del vento, espressa in m/s
- 089-088: viene indicata l'altezza a cui si trovano le nuvole, espressa in metri;
- 124-130: denotano i mm di precipitazione caduti in un'ora.

6.2 AERMOD VIEW: GLI INPUT PROGETTUALI

6.2.1 Area di studio e infrastruttura di progetto

È stato analizzato lo scenario ante operam prendendo in considerazione gli assi stradali esistenti, come rappresentato in blu in Figura 79.



Figura 79 Tratto di SS12 ante operam

6.2.2 *Metodologia Di Analisi Per Il Calcolo Dei 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 lega i fattori di emissione alla velocità media tenuta dai veicoli, attraverso leggi di regressione determinate empiricamente. Tali 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 valutato, attraverso Copert, un fattore di emissione per ciascuna categoria di veicoli, aggregando nei veicoli leggeri gli autoveicoli, motocicli e i veicoli commerciali leggeri, mentre nei veicoli pesanti i veicoli industriali pesanti, i trattori stradali e gli autobus.

A tali categorie sono quindi state associate velocità differenti e fattori di emissione differenti. Effettuando poi la media pesata di tali 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 Aermod View, utilizzato per valutare le concentrazioni di inquinanti in atmosfera.

6.2.3 *Composizione Del Parco Veicolare Circolante*

Uno degli elementi fondamentali per il calcolo delle emissioni è la caratterizzazione del parco veicolare in termini di tipologia di veicoli e di numerosità. I dati utili a tale scopo sono dati ufficiali forniti direttamente dall'Automobile Club d'Italia (ACI). Nel caso specifico si è fatto riferimento alla rappresentazione del parco veicolare italiano relativa alla provincia di Reggio Calabria.

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 il parco veicolare 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.

Al fine di assumere un dato sufficientemente significativo e cautelativo si è scelto di far riferimento alla suddivisione provinciale del parco veicolare "Provincia Reggio Calabria".

Le tipologie veicolari che sono state considerate riguardano:

- autovetture, distinte per tipologia di alimentazione;
- veicoli commerciali leggeri, distinti per tipologia di alimentazione;

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

- veicoli commerciali pesanti, distinti per tipologia di alimentazione;
- trattori stradali, distinti per tipologia di alimentazione;
- autobus, distinti per tipologia di alimentazione.

PARCO VEICOLARE PROVINCIA DI REGGIO CALABRIA						
AUTOVETTURE	Benzina	LPG Bifuel	CNG Bifuel	diesel	Ibrida benzina	Ibrida gasolio
EURO 0	48239	2196	82	11786	0	0
EURO 1	13131	816	30	4084	0	0
EURO 2	31447	1176	78	12947	0	0
EURO 3	24272	474	64	27714	0	0
EURO 4	30335	3644	477	58845	11	0
EURO 5	10532	1610	594	33472	130	6
EURO 6	13017	1532	297	28320	840	50
VEICOLI COMMERCIALI LEGGERI	Benzina	LPG Bifuel	CNG Bifuel	diesel	Ibrida benzina	Ibrida gasolio
EURO 0	3611	52	5	15233	0	0
EURO 1	508	8	5	3617	0	0
EURO 2	1246	16	4	5823	0	0
EURO 3	309	12	6	7240	0	0
EURO 4	153	95	41	5557	0	0
EURO 5	84	25	76	2543	0	0
EURO 6	42	21	24	1385	0	0
VEICOLI COMMERCIALI PESANTI	Benzina	LPG Bifuel	CNG Bifuel	diesel	Ibrida benzina	Ibrida gasolio
EURO 0	62	7	0	1919	0	0
EURO 1	34	1	0	437	0	0
EURO 2	39	1	0	849	0	0
EURO 3	34	1	0	1291	0	0
EURO 4	13	10	0	625	0	0
EURO 5	8	2	0	748	0	0
EURO 6	2	2	0	444	0	0
MOTOCICLI	Benzina	LPG Bifuel	CNG Bifuel	diesel	Ibrida benzina	Ibrida gasolio
EURO 0	9142	0	6	0	0	0
EURO 1	9484	0	0	11	0	0
EURO 2	7090	0	0	12	1	0
EURO 3	12268	0	0	0	0	0
EURO 4	2639	0	0	0	0	0
EURO 5	0	0	0	0	0	0
EURO 6	0	0	0	0	0	0
AUTOBUS	Benzina	LPG Bifuel	CNG Bifuel	diesel	Ibrida benzina	Ibrida gasolio
EURO 0	7	0	0	289	0	0
EURO 1	1	0	0	53	0	0
EURO 2	1	0	0	164	0	0

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

PARCO VEICOLARE PROVINCIA DI REGGIO CALABRIA						
AUTOVETTURE	Benzina	LPG Bifuel	CNG Bifuel	diesel	Ibrida benzina	Ibrida gasolio
EURO 3	0	0	0	284	0	0
EURO 4	0	0	0	93	0	0
EURO 5	0	0	3	155	0	0
EURO 6	0	0	0	139	0	0

Tabella 22 Parco veicolare provincia di Reggio Calabria

6.2.4 Volumi Del Traffico Circolante

Il dettaglio dei flussi, che riguarda la distinzione in veicoli leggeri, veicoli pesanti, negli scenari di studio relativamente ai singoli archi stradali e ai versi di percorrenza, è riportato nello Studio Transportistico.

Si riporta in Tabella 23 la sintesi dei dati per quanto riguarda i flussi di traffico circolanti sull'infrastruttura attuale di riferimento presa in esame.

Scenario Attuale - Anno 2022	Traffico Giornaliero Medio Annuo		
Tratta	Veicoli Leggeri	Veicoli Pesanti	Veicoli Totali
18433- Strada Vicinale Colomono	1261	430	1691
18393- SS18	7255	154	7409
18452- A2	15042	2047	17089

Tabella 23 Flussi di traffico – configurazione attuale

6.2.5 I Fattori Di Emissione

Come definito nei paragrafi precedenti, dalla conoscenza della tipologia di parco veicolare circolante e dalla velocità è stato possibile determinare un fattore di emissione per ogni inquinante.

In particolare, una volta analizzato il parco veicolare presente, si è ricavata la percentuale di ogni tipologia di veicolo, da cui sono stati ricavati i traffici orari medi (TOM) mostrati in Tabella 24.

A questo punto si è proceduto al calcolo del fattore di emissione per ciascun inquinante (Tabella 25): esso è il risultato della media pesata tra i fattori di emissione della singola tipologia di veicoli (dato calcolato tramite Copert) e i TOM, precedentemente calcolati.

Per la configurazione attuale nelle seguenti tabelle sono riportati:

- i traffici orari derivanti dallo studio del traffico e adattati sulle classi veicolari utilizzate per il calcolo delle emissioni;
- i fattori di emissione pesati sui traffici orari specifici per ogni inquinante, espressi in g/km*veic (Tabella 25) e in g/km*s (Tabella 26).

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

Strada	Traffico leggero			Traffico pesante	
	T.O.M. auto- vetture [veh/h]	T.O.M. mo- tocicli [veh/h]	T.O.M. veicoli comm. leggeri [veh/h]	T.O.M. veicoli comm. pesanti [veh/h]	T.O.M. autobus [veh/h]
18433- Strada Vicinale Colomono	42	5	6	15	3
18393- SS18	243	27	32	5	1
18452- A2	504	57	66	72	13

Tabella 24 Transiti orari per classe veicolare e velocità media – configurazione attuale

Strada	NOx g/(km*veic)	PM10 g/(km*veic)	PM2.5 g/(km*veic)	CO g/(km*veic)	BENZENE g/(km*veic)
18433- Strada Vicinale Colomono	1,672	0,097	0,075	1,551	0,002
18393- SS18	0,700	0,051	0,038	1,402	0,002
18452- A2	1,368	0,069	0,061	1,877	0,002

Tabella 25 Fattori di emissione pesati - configurazione attuale

Strada	NOx g/(km*s)	PM10 g/(km*s)	PM2.5 g/(km*s)	CO g/(km*s)	BENZENE g/(km*s)
18433- Strada Vicinale Colomono	0,03273	0,00189	0,00147	0,03036	0,00004
18393- SS18	0,06003	0,00434	0,00329	0,12020	0,00021
18452- A2	0,27066	0,01358	0,01199	0,37130	0,00043

Tabella 26 Emissioni attuali per km di strada - configurazione attuale

Sulla base dei traffici forniti dallo studio trasportistico, conoscendo le percentuali di veicoli leggeri e pesanti circolanti sul tratto stradale, è stato possibile pesare i fattori di emissione sopra riportati, calcolando, un fattore di emissione medio.

Il dato è stato, poi, ricondotto a g/s, per poter essere inserito nel software Aermot. Per quanto riguarda i fattori di emissione medi, si è riportato il dato in g/s attraverso il prodotto con la lunghezza del tratto di appartenenza e del dato di traffico giornaliero medio.

6.2.6 La maglia di calcolo

È stata individuata una maglia di calcolo comprendente l'area prossima alla viabilità di riferimento, finalizzata alla rappresentazione grafica delle curve di isoconcentrazione e alla valutazione complessiva della dispersione degli inquinanti nell'atmosfera.

La maglia di punti è costituita da 1295 punti 70 m x 70 m, così come riportato nella Figura 80.

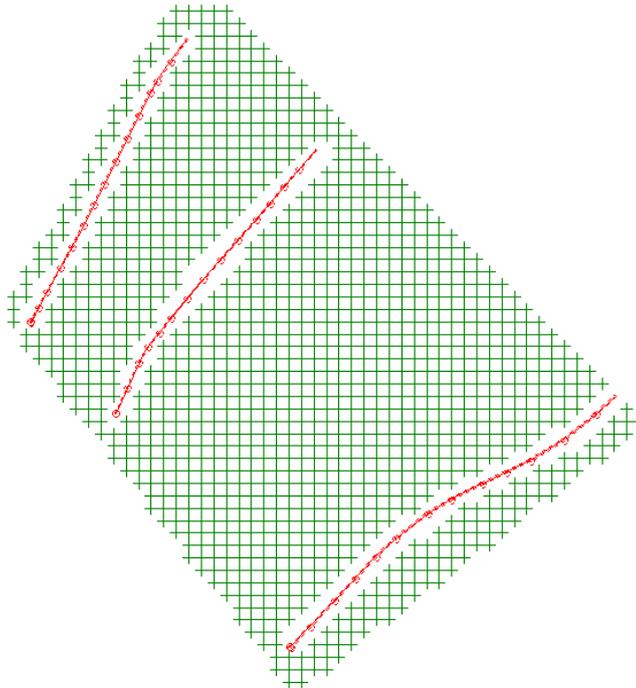


Figura 80 Rappresentazione grafica maglia di punti

6.3 I DATI DI OUTPUT DELLE SIMULAZIONI

Dopo aver completato la fase di modellazione dell'input, è stato possibile ottenere l'output del modello, il quale ha permesso di determinare i livelli di concentrazione relativi ai principali inquinanti generati dalla sorgente stradale allo stato attuale.

In particolare, vengono riportati i valori relativi a:

- Ossidi di Azoto NO_x- mediazione annua;
- Ossidi di Azoto NO_x- mediazione oraria
- Monossido di Carbonio CO;
- Particolato PM₁₀- mediazione annua;
- Particolato PM₁₀-mediazione giornaliera;
- Particolato PM_{2.5};
- Benzene C₆H₆.

7 LO SCENARIO OPZIONE ZERO: ANALISI DELLE CONCENTRAZIONI

Di seguito vengono descritte le analisi eseguite al fine di valutare l'opzione zero in termini di emissioni dovute al traffico stradale. L'opzione zero è la situazione di non progetto, che corrisponde alla rappresentazione della rete stradale esistente, ma all'orizzonte temporale di progetto, cioè l'anno 2037, senza però la realizzazione dell'infrastruttura di progetto. A questo scenario normalmente corrispondono, sulla rete viaria esistente, flussi di traffico maggiori rispetto alla situazione ante operam per il trend generale di crescita del traffico che si manifesta nel bacino di influenza del progetto.

7.1 AERMOD VIEW: GLI INPUT TERRITORIALI

7.1.1 Gli Input Orografici

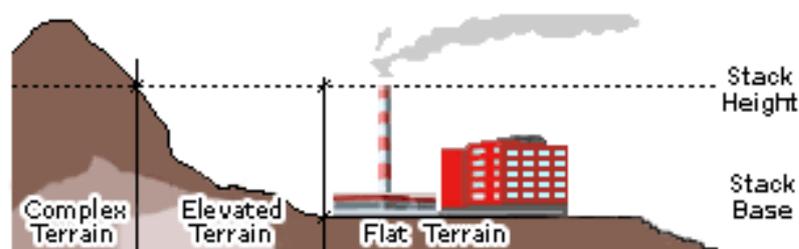


Figura 81 Tipologie di configurazioni territoriali

Con riferimento all'area in esame, anche per l'opzione zero si è adottata una conformazione del territorio di tipo "elevated terrain".

7.1.2 Gli Input Meteorologici

Il secondo input principale per l'applicazione del modello di simulazione in Aermot è il dato meteorologico. Al fine di realizzare un dato compatibile con il preprocessore Aermot, il dato grezzo derivante dal bollettino per la centralina di Capo Vaticano è stato elaborato e trasformato in formato SAMSON. Pertanto, come dato meteorologico di riferimento per le simulazioni dello scenario di non progetto sono stati considerati gli stessi dati utilizzati per lo stato attuale, in quanto non è possibile prevedere come saranno le condizioni meteorologiche future.

7.2 AERMOD VIEW: GLI INPUT PROGETTUALI

7.2.1 Area di studio e infrastruttura di progetto

Per l'area di studio si può far riferimento a quella dell'ante operam.

7.2.2 Metodologia Di Analisi Per Il Calcolo Dei Fattori Di Emissione

Come già esplicitato nell'analisi dello scenario attuale, parte centrale del metodo di stima delle concentrazioni è la definizione dei fattori di emissione. La metodologia all'interno del modello Copert lega i fattori di emissione alla velocità media tenuta dai veicoli, attraverso leggi di regressione determinate empiricamente. Tali 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 futuro è stato poi valutato, attraverso Copert, un fattore di emissione per ciascuna categoria di veicoli, aggregando nei veicoli leggeri gli autoveicoli, motocicli e i veicoli commerciali leggeri, mentre nei veicoli pesanti i veicoli industriali pesanti, i trattori stradali e gli autobus.

A tali categorie sono quindi state associate velocità differenti e fattori di emissione differenti. Effettuando poi la media pesata di tali valori è stato possibile determinare il fattore di emissione medio per la descrizione del parco veicolare complessivo.

7.2.3 Composizione Del Parco Veicolare Circolante

La stima relativa alla composizione del parco macchine futuro è problematica, perché oggi non si conoscono ancora le normative relative alle emissioni dei veicoli. Si è scelto di non variare il parco macchine utilizzato per lo scenario di progetto rispetto a quello utilizzato nello scenario attuale. Questa ipotesi è decisamente cautelativa poiché sovrastima le emissioni veicolari non tenendo conto dell'aggiornamento e del minor impatto ambientale dei futuri veicoli.

Le tipologie veicolari che sono state considerate riguardano:

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

Le analisi ed i dati sono riportate in Tabella 22.

7.2.4 Volumi Del Traffico Circolante

Come già detto precedentemente, i flussi di traffico nell'opzione zero sono maggiori rispetto alla situazione ante operam per il trend generale di crescita del traffico che si manifesta nel bacino di influenza del progetto.

Si riporta in Tabella 27 la sintesi di tali dati di traffico.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

Scenario Opzione zero - Anno 2037	Traffico Giornaliero Medio Annuo		
Tratta	Veicoli Leggeri	Veicoli Pesanti	Veicoli Totali
18433	1619	593	2212
18393	9189	593	9782
18452	18885	2813	21698

Tabella 27 Flussi di traffico – opzione zero

7.2.5 I Fattori Di Emissione

Come definito nei paragrafi precedenti, dalla conoscenza della tipologia di parco veicolare circolante è stato possibile determinare un fattore di emissione per ogni inquinante.

In particolare, una volta analizzato il parco veicolare presente, si è ricavata la percentuale di ogni tipologia di veicolo, da cui sono stati ricavati i traffici orari medi (TOM) mostrati in Tabella 28.

A questo punto si è proceduto al calcolo del fattore di emissione per ciascun inquinante: esso è il risultato della media pesata tra i fattori di emissione della singola tipologia di veicoli (dato calcolato tramite Copert) e i TOM, precedentemente calcolati.

Per la configurazione attuale nelle seguenti tabelle sono riportati:

- i traffici orari derivanti dallo studio del traffico e adattati sulle classi veicolari utilizzate per il calcolo delle emissioni (Tabella 28);
- i fattori di emissione pesati sui traffici orari specifici per ogni inquinante, espressi in g/km*veic (Tabella 29 Fattori di emissione pesati – opzione zero) e in g/km*s (Tabella 30).

Strada	Traffico leggero			Traffico pesante	
	T.O.M. auto- vetture [veh/h]	T.O.M. mo- toci- cicli [veh/h]	T.O.M. veicoli comm. leggeri [veh/h]	T.O.M. veicoli comm. pesanti [veh/h]	T.O.M. autobus [veh/h]
18433	54	6	7	21	4
18393	308	35	41	21	4
18452	633	71	83	99	18

Tabella 28 Transiti orari per classe veicolare e velocità media – opzione zero

Strada	NOx g/(km*veic)	PM10 g/(km*veic)	PM2.5 g/(km*veic)	CO g/(km*veic)	BENZENE g/(km*veic)
18433	1,731	0,099	0,077	1,544	0,002
18393	0,850	0,056	0,043	1,385	0,002
18452	1,402	0,070	0,061	1,867	0,002

Tabella 29 Fattori di emissione pesati – opzione zero

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

Strada	NOx g/(km*s)	PM10 g/(km*s)	PM2.5 g/(km*s)	CO g/(km*s)	BENZENE g/(km*s)
18433	0,044	0,003	0,002	0,040	0,00005
18393	0,096	0,006	0,005	0,157	0,00026
18452	0,352	0,017	0,015	0,469	0,00054

Tabella 30 Emissioni attuali per km di strada – opzione zero

Sulla base dei traffici forniti dallo studio trasportistico, conoscendo le percentuali di veicoli leggeri e pesanti circolanti sul tratto stradale, è stato possibile pesare i fattori di emissione sopra riportati, calcolando, un fattore di emissione medio.

Il dato è stato, poi, ricondotto a g/s, per poter essere inserito nel software Aermol. Per quanto riguarda i fattori di emissione medi, si è riportato il dato in g/s attraverso il prodotto con la lunghezza del tratto di appartenenza e del dato di traffico giornaliero medio.

7.2.6 La maglia di calcolo

Per le simulazioni dell'opzione zero si è utilizzata la medesima griglia di calcolo dell'ante operam, come già esposto nel Paragrafo 6.2.6.

7.3 I DATI DI OUTPUT DELLE SIMULAZIONI

Dopo aver completato la fase di modellazione dell'input, è stato possibile ottenere l'output del modello, il quale ha permesso di determinare i livelli di concentrazione relativi ai principali inquinanti generati dalla sorgente stradale allo scenario opzione zero.

In particolare, vengono riportati i valori relativi a:

- Ossidi di Azoto NOx- mediazione annua;
- Ossidi di Azoto NOx- mediazione oraria
- Monossido di Carbonio CO;
- Particolato PM10- mediazione annua;
- Particolato PM10-mediazione giornaliera;
- Particolato PM2.5;
- Benzene C6H6.

8 LO SCENARIO DI ESERCIZIO DI PROGETTO: ANALISI DELLA CONCENTRAZIONI

Di seguito vengono descritte le analisi eseguite al fine di valutare lo stato di progetto in termini di emissioni dovute al traffico stradale.

8.1 AERMOD VIEW: GLI INPUT TERRITORIALI

8.1.1 Gli Input Orografici

Come già evidenziato nell'analisi dello scenario attuale, uno degli input principali per l'applicazione del modello di simulazione in Aermid è il dato orografico. Il software Aermid View, grazie al processore territoriale AERMAP, permette di configurare essenzialmente tre tipologie di territorio così come mostrato in Figura 82.

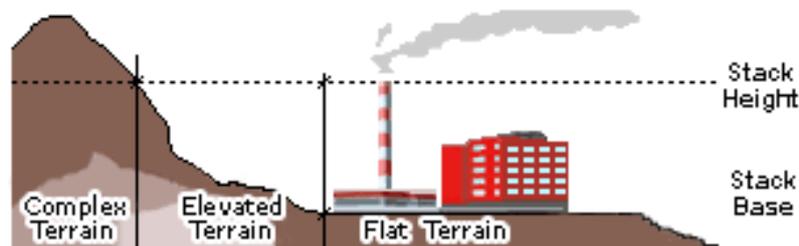


Figura 82 Tipologie di configurazioni territoriali

Con riferimento all'area in esame, anche per lo scenario di progetto si è adottata una conformazione del territorio di tipo "Elevated terrain".

8.1.2 Gli Input Meteorologici

Il secondo input principale per l'applicazione del modello di simulazione in Aermid è il dato meteorologico. Al fine di realizzare un dato compatibile con il preprocessore Aermid, il dato grezzo derivante dal bollettino per la centralina di Capo Vaticano è stato elaborato e trasformato in formato SAMSON. Pertanto, come dato meteorologico di riferimento per le simulazioni dello scenario di progetto sono stati considerati gli stessi dati utilizzati per lo stato attuale, in quanto non è possibile prevedere come saranno le condizioni meteoroclimatiche future.

8.2 AERMOD VIEW: GLI INPUT PROGETTUALI

8.2.1 L'infrastruttura Di Progetto

È prevista la realizzazione di una nuova infrastruttura stradale, rappresentata in Figura 83.

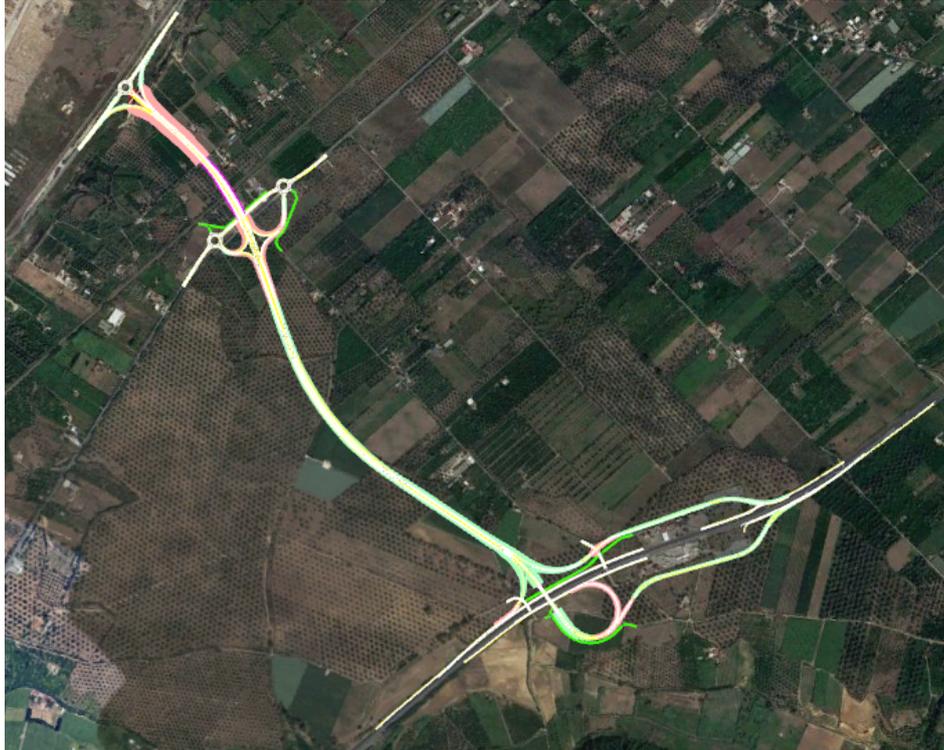


Figura 83 Infrastruttura di progetto

8.2.2 Metodologia Di Analisi Per Il Calcolo Dei Fattori Di Emissione

Come già esplicitato precedentemente, parte centrale del metodo di stima delle concentrazioni è la definizione dei fattori di emissione. La metodologia all'interno del modello Copert lega i fattori di emissione alla velocità media tenuta dai veicoli, attraverso leggi di regressione determinate empiricamente. Tali 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 futuro è stato poi valutato, attraverso Copert, un fattore di emissione per ciascuna categoria di veicoli, aggregando nei veicoli leggeri gli autoveicoli, motocicli e i veicoli commerciali leggeri, mentre nei veicoli pesanti i veicoli industriali pesanti, i trattori stradali e gli autobus.

A tali categorie sono quindi state associate velocità differenti e fattori di emissione differenti. Effettuando poi la media pesata di tali valori è stato possibile determinare il fattore di emissione medio per la descrizione del parco veicolare complessivo.

8.2.3 *Composizione Del Parco Veicolare Circolante*

La stima relativa alla composizione del parco macchine futuro è problematica, perché oggi non si conoscono ancora le normative relative alle emissioni dei veicoli. Si è scelto di non variare il parco macchine utilizzato per lo scenario di progetto rispetto a quello utilizzato nello scenario attuale. Questa ipotesi è decisamente cautelativa poiché sovrastima le emissioni veicolari non tenendo conto dell'aggiornamento e del minor impatto ambientale dei futuri veicoli.

Le tipologie veicolari che sono state considerate riguardano:

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

Le analisi ed i dati sono riportate in Tabella 22.

8.2.4 *Le sorgenti simulate*

La modellazione in AERMOD view dello stato di progetto è avvenuta attraverso la simulazione di sorgenti lineari in grado di riprodurre l'emissione stradale, avendo avuto cura di porre l'asse stradale alle quote così come indicate nel progetto. Inoltre, laddove il progetto si sviluppa in galleria, la strada emette solo in prossimità degli imbocchi della stessa, simulati attraverso due sorgenti areali. In questo caso il coefficiente emissivo è stato calcolato considerando la lunghezza del tunnel ed è stato poi inserito negli imbocchi (metà da una parte e metà dall'altra).

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione



8.2.5 Volumi Del Traffico Circolante

Nel presente paragrafo si forniscono i dati progettuali utilizzati per la stima dei fattori di emissione e per il calcolo delle concentrazioni. Il dato utilizzato per la valutazione dello stato di progetto è accompagnato da una proiezione al 2037 del traffico previsto.

Scenario di progetto	Traffico Giornaliero Medio Annuo		
TRATTA	Veicoli Leggeri	Veicoli Pesanti	Veicoli Totali
18394	470	76	546
18395	7164	476	7640
18396	7808	325	8133
18397	5361	391	5752
18398	383	67	450
18399	1671	133	1804
18400	736	250	986
18401	424	69	493
18432	3830	173	4003
18459	8187	559	8746
18441	24	12	36
18448	6480	708	7188

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

Scenario di progetto	Traffico Giornaliero Medio Annuo		
TRATTA	Veicoli Leggeri	Veicoli Pesanti	Veicoli Totali
GALLERIA 1	6480	708	7188
GALLERIA 2	6480	708	7188
18449	4269	511	4780
18451	4293	523	4816
18452	18324	2755	21079
18456	6504	720	7224
18460	22439	3122	25561
18414	1155	35	1190
18427	8389	290	8679
18428	3976	190	4166
18429	95	1	96
18430	146	17	163
18458	14735	2600	17335
18436	2211	197	2408
18453	4115	367	4482
18431	14494	2581	17075
Rotonda 1 (R1)	4269	511	4780
Rotonda 2 (R2)	8389	290	8679
Rotonda 3 (R3)	7164	476	7640

Tabella 31 Flussi di traffico – configurazione di progetto

8.2.6 I Fattori Di Emissione

Come definito nei paragrafi precedenti, dalla conoscenza della tipologia di parco veicolare circolante e dalla velocità è stato possibile determinare un fattore di emissione per ogni inquinante. In particolare, una volta analizzato il parco veicolare in previsione al 2037, si è ricavata la percentuale di veicoli per ogni tipologia, da cui si sono ottenuti i traffici orari. Infine si è effettuata una media pesata tra i TOM e il valore di emissione (dato calcolato tramite Copert), ottenendo un unico fattore di emissione per ciascun inquinante.

Come per lo scenario attuale e l'opzione zero, per la configurazione di progetto, nelle seguenti tabelle sono riportati:

- i traffici orari derivanti dallo studio del traffico e adattati sulle classi veicolari utilizzate per il calcolo delle emissioni (Tabella 32);
- i fattori di emissione pesati sui traffici orari specifici per ogni inquinante, espressi in g/km*veic (Tabella 33) e in g/km*s (Tabella 34).

Tratta	NO _x	PM ₁₀	PM _{2.5}	CO	BENZENE
--------	-----------------	------------------	-------------------	----	---------

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

	<i>g/(km*s)</i>	<i>g/(km*s)</i>	<i>g/(km*s)</i>	<i>g/(km*s)</i>	<i>g/(km*s)</i>
18394	0,00793	0,00053	0,00041	0,01176	0,00001
18395	0,07595	0,00567	0,00440	0,14626	0,00021
18396	0,07194	0,00567	0,00441	0,15682	0,00022
18397	0,06824	0,00372	0,00329	0,10095	0,00015
18398	0,00677	0,00045	0,00034	0,00966	0,00001
18399	0,01991	0,00150	0,00114	0,03973	0,00005
18400	0,02034	0,00121	0,00094	0,02042	0,00002
18401	0,00718	0,00048	0,00037	0,01062	0,00001
18432	0,03767	0,00306	0,00231	0,08905	0,00011
18459	0,10230	0,00562	0,00497	0,15375	0,00023
18441	0,00084	0,00005	0,00004	0,00063	0,00000
18448	0,09431	0,00494	0,00435	0,12464	0,00019
GALLERIA 1	0,09431	0,00494	0,00435	0,12464	0,00019
GALLERIA 2	0,09431	0,00494	0,00435	0,12464	0,00019
18449	0,05797	0,00397	0,00308	0,09019	0,00012
18451	0,05881	0,00401	0,00311	0,09082	0,00012
18452	0,34285	0,01703	0,01502	0,45521	0,00053
18456	0,08505	0,00589	0,00457	0,13662	0,00019
18460	0,40720	0,02039	0,01800	0,55465	0,00064
18414	0,01032	0,00087	0,00066	0,02659	0,00003
18427	0,07398	0,00594	0,00461	0,16770	0,00024
18428	0,03974	0,00321	0,00242	0,09260	0,00011
18429	0,00074	0,00007	0,00005	0,00216	0,00000
18430	0,00207	0,00015	0,00011	0,00355	0,00000
18458	0,29502	0,01440	0,01269	0,37032	0,00042
18436	0,02762	0,00205	0,00156	0,05289	0,00006
18453	0,05143	0,00381	0,00290	0,09843	0,00012
18431	0,29138	0,01421	0,01252	0,36452	0,00042
R1	0,05797	0,00397	0,00308	0,09019	0,00012
R2	0,07398	0,00594	0,00461	0,16770	0,00024
R3	0,07595	0,00567	0,00440	0,14626	0,00021

Tabella 34

<i>Strada</i>	<i>Velocità media</i>	<i>Traffico leggero</i>	<i>Traffico pesante</i>
---------------	-----------------------	-------------------------	-------------------------

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

	[km/h]	T.O.M. auto- vetture [veh/h]	T.O.M. mo- tocicli [veh/h]	T.O.M. vei- coli comm. leggeri [veh/h]	T.O.M. veicoli comm. pesanti [veh/h]	T.O.M. autobus [veh/h]
18394	40	16	2	2	3	0
18395	50	240	27	32	17	3
18396	50	262	29	34	11	2
18397	100	180	20	24	14	3
18398	40	13	1	2	2	0
18399	40	56	6	7	5	1
18400	40	25	3	3	9	2
18401	40	14	2	2	2	0
18432	40	128	14	17	6	1
18459	100	274	31	36	20	4
18441	50	1	0	0	0	0
18448	100	217	24	29	25	5
GALLERIA 1	100	217	24	29	25	5
GALLERIA 2	100	217	24	29	25	5
18449	50	143	16	19	18	3
18451	50	144	16	19	18	3
18452	120	614	69	81	97	18
18456	50	218	24	29	25	5
18460	120	752	84	99	110	20
18414	40	39	4	5	1	0
18427	50	281	32	37	10	2
18428	40	133	15	18	7	1
18429	40	3	0	0	0	0
18430	40	5	1	1	1	0
18458	120	494	55	65	92	17
18436	40	74	8	10	7	1
18453	40	138	15	18	13	2
18431	120	485	54	64	91	17
R1	50	143	16	19	18	3
R2	50	281	32	37	10	2
R3	50	240	27	32	17	3

Tabella 32 Transiti orari per classe veicolare e velocità media – configurazione di progetto

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

Tratta	NOx g/(km*veic)	PM10 g/(km*veic)	PM2.5 g/(km*veic)	CO g/(km*veic)	BENZENE g/(km*veic)
18394	1,256	0,084	0,065	1,861	0,002
18395	0,859	0,064	0,050	1,654	0,002
18396	0,764	0,060	0,047	1,666	0,002
18397	1,025	0,056	0,049	1,516	0,002
18398	1,300	0,086	0,066	1,855	0,002
18399	0,954	0,072	0,055	1,903	0,002
18400	1,783	0,106	0,082	1,789	0,002
18401	1,259	0,084	0,065	1,861	0,002
18432	0,813	0,066	0,050	1,922	0,002
18459	1,011	0,055	0,049	1,519	0,002
18441	2,007	0,110	0,086	1,509	0,002
18448	1,134	0,059	0,052	1,498	0,002
GALLERIA 1	1,134	0,059	0,052	1,498	0,002
GALLERIA 2	1,134	0,059	0,052	1,498	0,002
18449	1,048	0,072	0,056	1,630	0,002
18451	1,055	0,072	0,056	1,629	0,002
18452	1,405	0,070	0,062	1,866	0,002
18456	1,017	0,070	0,055	1,634	0,002
18460	1,376	0,069	0,061	1,875	0,002
18414	0,750	0,063	0,048	1,931	0,002
18427	0,736	0,059	0,046	1,669	0,002
18428	0,824	0,067	0,050	1,920	0,002
18429	0,662	0,060	0,045	1,943	0,002
18430	1,095	0,078	0,059	1,883	0,002
18458	1,470	0,072	0,063	1,846	0,002
18436	0,991	0,073	0,056	1,898	0,002
18453	0,991	0,073	0,056	1,898	0,002
18431	1,474	0,072	0,063	1,844	0,002
R1	1,048	0,072	0,056	1,630	0,002
R2	0,736	0,059	0,046	1,669	0,002
R3	0,859	0,064	0,050	1,654	0,002

Tabella 33 Transiti orari per classe veicolare e velocità media – configurazione di progetto

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

Tratta	NOx g/(km*s)	PM10 g/(km*s)	PM2.5 g/(km*s)	CO g/(km*s)	BENZENE g/(km*s)
18394	0,00793	0,00053	0,00041	0,01176	0,00001
18395	0,07595	0,00567	0,00440	0,14626	0,00021
18396	0,07194	0,00567	0,00441	0,15682	0,00022
18397	0,06824	0,00372	0,00329	0,10095	0,00015
18398	0,00677	0,00045	0,00034	0,00966	0,00001
18399	0,01991	0,00150	0,00114	0,03973	0,00005
18400	0,02034	0,00121	0,00094	0,02042	0,00002
18401	0,00718	0,00048	0,00037	0,01062	0,00001
18432	0,03767	0,00306	0,00231	0,08905	0,00011
18459	0,10230	0,00562	0,00497	0,15375	0,00023
18441	0,00084	0,00005	0,00004	0,00063	0,00000
18448	0,09431	0,00494	0,00435	0,12464	0,00019
GALLERIA 1	0,09431	0,00494	0,00435	0,12464	0,00019
GALLERIA 2	0,09431	0,00494	0,00435	0,12464	0,00019
18449	0,05797	0,00397	0,00308	0,09019	0,00012
18451	0,05881	0,00401	0,00311	0,09082	0,00012
18452	0,34285	0,01703	0,01502	0,45521	0,00053
18456	0,08505	0,00589	0,00457	0,13662	0,00019
18460	0,40720	0,02039	0,01800	0,55465	0,00064
18414	0,01032	0,00087	0,00066	0,02659	0,00003
18427	0,07398	0,00594	0,00461	0,16770	0,00024
18428	0,03974	0,00321	0,00242	0,09260	0,00011
18429	0,00074	0,00007	0,00005	0,00216	0,00000
18430	0,00207	0,00015	0,00011	0,00355	0,00000
18458	0,29502	0,01440	0,01269	0,37032	0,00042
18436	0,02762	0,00205	0,00156	0,05289	0,00006
18453	0,05143	0,00381	0,00290	0,09843	0,00012
18431	0,29138	0,01421	0,01252	0,36452	0,00042
R1	0,05797	0,00397	0,00308	0,09019	0,00012
R2	0,07398	0,00594	0,00461	0,16770	0,00024
R3	0,07595	0,00567	0,00440	0,14626	0,00021

Tabella 34 Emissioni per km di strada - configurazione di progetto

8.2.7 La maglia di calcolo

È stata individuata una maglia di calcolo comprendente l'area prossima alla viabilità di riferimento, finalizzata alla rappresentazione grafica delle curve di isoconcentrazione e alla valutazione com-

pletiva della dispersione degli inquinanti nell'atmosfera.

La maglia di punti è costituita da 413 punti, 70m x 70m, così come riportato in Figura 84.

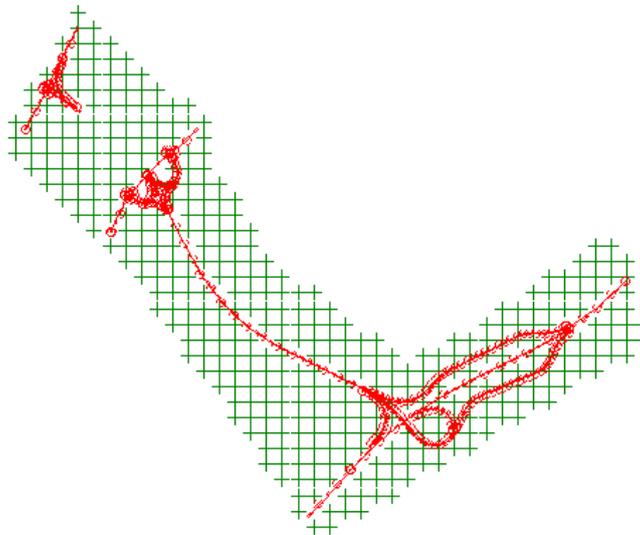


Figura 84 Rappresentazione grafica maglia di punti

8.3 I DATI DI OUTPUT DELLE SIMULAZIONI

Così come per lo stato attuale, nello scenario di progetto, dopo aver completato la fase di modellazione dell'input, è stato possibile ottenere l'output del modello. Anche in questo caso l'output ha permesso di determinare i livelli di concentrazione relativi ai principali inquinanti generati dalla sorgente stradale:

- Ossidi di Azoto NOx- mediazione annua;
- Ossidi di Azoto NOx- mediazione oraria
- Monossido di Carbonio CO;
- Particolato PM10- mediazione annua;
- Particolato PM10-mediazione giornaliera;
- Particolato PM2.5;
- Benzene C6H6.

9 VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI

Di seguito si descrivono i risultati relativi all'impatto ambientale conseguente la realizzazione del collegamento del porto di Gioia Tauro con l'autostrada A2.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

I risultati delle simulazioni della dispersione di inquinanti in atmosfera relativi allo stato attuale, allo scenario zero e allo stato di progetto sono rappresentati nelle mappe di concentrazione in aria al livello del suolo relative ai diversi inquinanti.

Per la rappresentazione grafica delle concentrazioni è possibile far riferimento ai seguenti elaborati, specifici per ogni inquinante analizzato:

- T00IA31AMBCT01A Mappa delle concentrazioni di inquinanti da traffico veicolare - NO2 mediazione annua - Stato attuale (2022) e Opzione zero (2037)
- T00IA31AMBCT02A Mappa delle concentrazioni di inquinanti da traffico veicolare - NO2 mediazione oraria - Stato attuale (2022) e Opzione zero (2037)
- T00IA31AMBCT03A Mappa delle concentrazioni di inquinanti da traffico veicolare - CO mediazione annua - Stato attuale (2022) e Opzione zero (2037)
- T00IA31AMBCT04A Mappa delle concentrazioni di inquinanti da traffico veicolare - Benzene mediazione annua - Stato attuale (2022) e Opzione zero (2037)
- T00IA31AMBCT05A Mappa delle concentrazioni di inquinanti da traffico veicolare - PM 10 mediazione annua - Stato attuale (2022) e Opzione zero (2037)
- T00IA31AMBCT06A Mappa delle concentrazioni di inquinanti da traffico veicolare - PM 10 mediazione giornaliera - Stato attuale (2022) e Opzione zero (2037)
- T00IA31AMBCT07A Mappa delle concentrazioni di inquinanti da traffico veicolare - PM 2.5 mediazione annua - Stato attuale (2022) e Opzione zero (2037)
- T00IA31AMBCT08A Mappa delle concentrazioni di inquinanti da traffico veicolare - NO2 mediazione annua e oraria - Post-operam (2037)
- T00IA31AMBCT09A Mappa delle concentrazioni di inquinanti da traffico veicolare - CO e Benzene mediazione annua - Post-operam (2037)
- T00IA31AMBCT10A Mappa delle concentrazioni di inquinanti da traffico veicolare - PM 10 mediazione annua e giornaliera - Post-operam (2037)
- T00IA31AMBCT11A Mappa delle concentrazioni di inquinanti da traffico veicolare - PM 2.5 mediazione annua - Post-operam (2037)

9.1 VALUTAZIONE DELLE SIMULAZIONI

Per i principali inquinanti atmosferici, al fine di salvaguardare la salute e l'ambiente, la normativa relativa alla qualità dell'aria stabilisce limiti di concentrazione a cui attenersi (vedi Tabella 1).

Nello scenario post operam, a seguito degli interventi previsti, non si evidenziano differenze sostanziali con la situazione ante operam e con quella dell'opzione zero: in tutti gli scenari le concentrazioni medie annue degli inquinanti sono attese di gran lunga inferiori ai valori limite fissati per legge.

Di seguito analizziamo la situazione specifica per ciascun inquinante.

Monossido di carbonio

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

Per il monossido di carbonio, la normativa vigente fissa il valore limite di 10000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ su una mediazione temporale di 8 h. Pertanto il confronto viene effettuato tra i valori medi massimi registrati in tale intervallo temporale.

Nello stato ante operam, in cui vengono considerati i flussi di traffico veicolare dello stato attuale, il livello di inquinamento atmosferico raggiunge dei picchi di 216 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ individuabili lungo l'asse stradale.

Esaminando l'opzione zero, in cui vengono considerati i flussi di traffico veicolare dello stato attuale, senza però la realizzazione dell'infrastruttura di progetto, è possibile notare un incremento fino a 272 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ della concentrazione massima.

Per lo scenario post operam, invece, le concentrazioni massime possono raggiungere valori intorno ai 370 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

È bene notare, che le concentrazioni decrescono molto rapidamente man a mano che ci si allontana dall'asse stradale.

In tutti i casi quindi, i valori delle concentrazioni sono ben al di sotto dei limiti di legge.

Benzene

Nella situazione ante operam l'area urbana nei pressi dell'asse stradale è coinvolta dall'inquinamento da benzene con concentrazioni massime che, in alcuni punti, si attestano intorno ad 0.02 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, concentrazione decisamente inferiore rispetto al limite di legge di 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Nell'opzione zero invece i valori di concentrazione massima sono circa pari a 0.03 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Anche lo scenario post operam conferma quanto già notato per i precedenti inquinanti: i valori massimi di concentrazione sono 0,05 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Pertanto anche per tale inquinante è lecito attendersi la conformità ai limiti di legge.

Particolato PM10 e PM2.5

Per il particolato PM10, la normativa prevede due intervalli di mediazione temporale:

1. Il valore medio annuo fissato a 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2. Il valore medio giornaliero con limite fissato a 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e con un massimo di 35 superamenti l'anno.

Per il particolato PM2.5, invece la legge fissa solo il limite medio annuo pari a 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Le mappe di concentrazione del PM10 e PM2.5 mostrano una situazione del tutto analoga ai precedenti inquinanti.

Nello scenario attuale il maggiore inquinamento atmosferico è localizzato lungo l'asse stradale con valori massimi che si attestano rispettivamente intorno a 0.73 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e 0.64 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. È possibile riscontrare una situazione del tutto affine nelle mappe di simulazione dell'opzione zero, con valori massimi leggermente più alti: 0.93 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per il PM10 e 1.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per il PM2.5.

Nello scenario post opera, invece, i valori massimi si attestano circa a 1.65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per il PM10 e 1.39 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per il PM2.5.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

La medesima situazione è riscontrabile anche nelle mappe di PM10 relative al valore medio giornaliero, i cui risultati sono riferiti al 90.4° percentile annuo, parametro che consente il confronto effettivo con lo standard di 50 µg/m³ e con i superamenti massimi consentiti. Nello scenario AO notiamo valori massimi pari a 3.85 µg/m³, nello scenario ZERO pari a 4.89 µg/m³ e nello scenario PO 7.40 µg/m³.

Pertanto per gli inquinanti PM10 e PM2.5, è lecito attendersi piena conformità ai limiti di legge.

NOx ed NO2

La normativa vigente sulla qualità dell'aria prevede dei valori limite per la protezione della salute umana espressi come NO2, in particolare:

1. Media annua fissata a 40 µg/m³
2. Media massima oraria 200 µg/m³ con 18 superamenti annui ammissibili.

Il modello di simulazione utilizzato e gli inventari sulle emissioni sono invece espressi in termini di NOx per cui la normativa attribuisce un valore limite annuale per la protezione della vegetazione pari a 30 µg/m³.

Pertanto di seguito si ritiene necessario fare delle precisazioni sui meccanismi di formazione del NO2.

Gli ossidi di azoto sono presenti in atmosfera sotto diverse specie, di cui le due più importanti, dal punto di vista dell'inquinamento atmosferico sono l'ossido di azoto, NO, ed il biossido di azoto, NO2, la cui origine primaria nei bassi strati dell'atmosfera è costituita dai processi di combustione e, nelle aree urbane, dai gas di scarico degli autoveicoli e dal riscaldamento domestico. La loro somma pesata prende il nome di NOx e la loro origine deriva dalla reazione di due gas (N2 e O2) comunemente presenti in atmosfera.

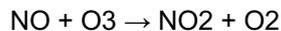
L'inquinante primario prodotto dalle combustioni dei motori è l'ossido di azoto (NO); la quantità di NO prodotta durante una combustione dipende da vari fattori:

- temperatura di combustione: più elevata è la temperatura di combustione maggiore è la produzione di NO;
- tempo di permanenza a tale temperatura dei gas di combustione: maggiore è il tempo di permanenza, più elevata è la produzione di NO;
- quantità di ossigeno libero contenuto nella fiamma: più limitato è l'eccesso d'aria della combustione, minore è la produzione di NO a favore della produzione di CO.

Il meccanismo di formazione secondaria di NO2 dai processi di combustione prevede che, una volta emesso in atmosfera, l'NO prodotto si converte parzialmente in NO2 (produzione di origine secondaria) in presenza di ozono (O3). L'insieme delle reazioni chimiche che intervengono nella trasformazione di NO in NO2 è detto ciclo fotolitico e può essere così schematizzato:

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

l'O₃ reagisce con l'emesso per formare NO₂ e O₂



le molecole di NO₂ presenti nelle ore diurne e soleggiate assorbono energia dalla radiazione ultravioletta (fotoni hv di lunghezza d'onda inferiore a 430 nm). L'energia assorbita scinde la molecola di NO₂ producendo una molecola di NO e atomi di ossigeno altamente reattivi.



gli atomi di ossigeno sono altamente reattivi e si combinano con le molecole di O₂ presenti in aria per generare ozono (O₃) che quindi è un inquinante secondario:



Le reazioni precedenti costituiscono un ciclo che, però, rappresenta solo una porzione ridotta della complessa chimica che ha luogo nella parte bassa dell'atmosfera. Infatti, se in aria avessero luogo solo queste reazioni, tutto l'ozono prodotto verrebbe distrutto, e l'NO₂ si convertirebbe in NO per convertirsi nuovamente in NO₂ senza modifiche nella concentrazione delle due specie, mantenendo costante il rapporto tra NO₂ e NO in aria.

In condizioni di aria inquinata da scarichi veicolari (fonte di NO primario e NO₂ secondario) in presenza di COV incombusti e forte irraggiamento, il monossido d'azoto NO non interagisce più solo con ozono nel ciclo di distruzione, ma viene catturato e contemporaneamente trasformato in NO₂, con conseguente accumulo di NO₂ e O₃ in atmosfera.

Poiché il modello di simulazione utilizzato per l'analisi della dispersione delle concentrazioni di inquinanti in atmosfera non tiene conto dei vari meccanismi chimici di trasformazione che portano alla formazione secondaria degli NO₂ a partire dagli NO, l'analisi modellistica eseguita è stata effettuata per l'NO_x. È difficile prevedere la percentuale di NO₂ contenuta negli NO_x, in quanto come riportato precedentemente questa dipende da molteplici fattori, come la presenza di Ozono (O₃) e di luce. Inoltre i casi in cui si verificano tali condizioni, generalmente sono caratterizzate da condizioni meteo tali da favorire la dispersione degli inquinanti.

Al fine di utilizzare un approccio il più cautelativo possibile, nel seguito della trattazione si è assunto che l'NO_x emesso sia da considerarsi totalmente come NO₂, cioè NO₂/NO_x = 1 (situazione limite poco probabile).

Le mappe, quindi, possono essere esemplificative dell'inquinante NO₂ stimato a partire dall'equazione cautelativa NO₂=NO_x.

Le mappe di concentrazione di NO₂ mostrano un livello massimo pari a:

- 14.6 µg/m³ nello stato ante operam
- 19 µg/m³ considerando l'opzione zero
- 31 µg/m³ nello stato post operam

Quindi una situazione del tutto conforme ai limiti di legge.

Perciò, anche assumendo che il rapporto NO₂/NO_x è pari a 1, i valori di concentrazione degli ossidi di azoto stimati sui ricettori con il modello di dispersione in atmosfera risultano al di sotto dei valori limite previsti dalla normativa.

La medesima situazione è riscontrabile anche nelle mappe di NO₂ relative al valore medio orario, i cui risultati sono riferiti al 99.8° percentile annuo, parametro che consente il confronto ef-

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

fettivo con lo standard di 200 µg/m³ e con i superamenti massimi consentiti. In tutti e tre gli scenari simulati (ante, zero e post), sui ricettori è lecito attendersi valori inferiori ai 200 µg/m³.

9.1.1 Caratterizzazione dell'inquinamento di fondo

Per una migliore caratterizzazione degli impatti atmosferici si è inoltre provveduto ad effettuare un confronto con il valore delle misure di una centralina di qualità dell'aria classificata come "background" e considerata rappresentativa della situazione ambientale pre-esistente nella zona.

La valutazione dell'inquinamento di fondo è stata sviluppata a partire dalle centraline della Rete di Rilevamento della qualità dell'aria della regione Calabria.

La scelta delle centraline da analizzare è stata effettuata in maniera tale da avere dati in grado di fornire indicazioni relative all' inquinamento di fondo in cui non sia sensibile l'influenza del traffico stradale.

In assenza di centraline all'interno del territorio comunale interessato dal tratto oggetto di studio, l'analisi è stata ampliata a tutta la rete di Centraline regionale, individuando quella di fondo (background) più vicina.

In base a tale criterio è stata individuata e analizzata la centralina di Mammola, in provincia di Reggio Calabria.

Nel Capitolo ANALISI DELLA QUALITÀ DELL'ARIA sono mostrati gli inquinanti ed i relativi valori misurati dalla centralina.

Considerano quindi i valori di fondo della centralina di Mammola e i valori massimi stimati dalle simulazioni è lecito attendersi i seguenti risultati:

INQUINANTE	VALORE STAZIONE DI FONDO	VALORE MASSIMO STIMATO	VALORE GLOBALE	LIMITI DI LEGGE
NO ₂	2.6 µg/m ³	31 µg/m ³	33.6 µg/m ³	40 µg/m ³
PM ₁₀	13.7 µg/m ³	1.7 µg/m ³	15.4 µg/m ³	40 µg/m ³
PM _{2.5}	8.3 µg/m ³	1.4 µg/m ³	9.7 µg/m ³	25 µg/m ³

Tabella 35 Valutazione delle concentrazioni sommando valori di fondo e valori stimati- medie annuali

Come si evince dalla Tabella 35 anche sommando il valore ottenuto dalle simulazioni con il valore di fondo, è lecito attendersi piena conformità ai limiti legge.

9.2 I RICETTORI DI RIFERIMENTO

Per ricettori si intendono, in generale, quegli edifici ubicati lungo gli assi stradali che sono rappresentativi di aree potenzialmente disturbate e caratterizzati dalla presenza di uno o più gruppi di abitazioni.

Perciò sono stati individuati, in prossimità della viabilità di progetto, i principali ricettori sensibili che potrebbero essere maggiormente esposti all'inquinamento atmosferico. Nel complesso sono stati individuati 7 ricettori.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

I ricettori puntuali inseriti nel modello, uguali per i vari scenari, sono stati anche riportati in cartografia negli specifici elaborati integrativi prodotti (cfr. elaborati T00IA31AMBPL01A e T00IA31AMBPL02A).

Attraverso le simulazioni è possibile, a valle dei risultati ottenuti, effettuare un confronto tra i diversi scenari e per ciascun inquinante del valore di concentrazione in aria al livello del suolo.

Di seguito, vengono riportati i risultati delle concentrazioni degli inquinanti di interesse stimati in corrispondenza dei punti ricettori specifici, al fine di condurre le verifiche con i limiti definiti in normativa per ogni inquinante.

In tutti i casi analizzati, per ogni inquinante, risultano al di sotto del limite normativo corrispondente.

NO2- media annua [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]				
Ricettori	Ante	Opzione zero	Post	Limite
1019- industriale	0,9	1,4	2,6	40
1044- residenziale	3,6	5,5	20,4	40
1049- residenziale	2,3	3,6	10,4	40
1104-residenziale	2,7	3,6	7,7	40
1107-industriale	2,8	3,8	8,1	40
2002-residenziale	1,0	1,5	2,8	40
6008- residenziale	3,1	4,1	3,7	40

NO2- media oraria [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]				
Ricettori	Ante	Opzione zero	Post	Limite
1019- industriale	23,0	32,8	64,2	200
1044- residenziale	53,4	82,9	140,2	200
1049- residenziale	36,2	58,2	113,1	200
1104-residenziale	55,0	71,5	119,9	200
1107-industriale	56,7	73,8	121,8	200
2002-residenziale	24,7	35,2	83,4	200
6008- residenziale	84,5	107,2	106,4	200

Pm10 - media annua [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]				
Ricettori	Ante	Opzione zero	Post	limite
1019- industriale	0,07	0,09	0,16	40
1044- residenziale	0,28	0,40	1,52	40
1049- residenziale	0,17	0,25	0,67	40

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

1104-residenziale	0,15	0,19	0,48	40
1107-industriale	0,16	0,20	0,51	40
2002-residenziale	0,07	0,10	0,18	40
6008- residenziale	0,17	0,22	0,22	40

Pm10 - media giornaliera [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]				
Ricettori	Ante	Opzione zero	Post	Limite
1019- industriale	0,12	0,17	0,29	50
1044- residenziale	0,48	0,70	2,43	50
1049- residenziale	0,30	0,44	0,99	50
1104-residenziale	0,29	0,37	0,84	50
1107-industriale	0,30	0,39	0,90	50
2002-residenziale	0,14	0,19	0,33	50
6008- residenziale	0,35	0,45	0,45	50

Pm2,5 - media annua [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]				
Ricettori	Ante	Opzione zero	Post	Limite
1019- industriale	0,05	0,07	0,14	25
1044- residenziale	0,21	0,31	1,28	25
1049- residenziale	0,14	0,20	0,58	25
1104-residenziale	0,13	0,17	0,41	25
1107-industriale	0,14	0,18	0,44	25
2002-residenziale	0,06	0,08	0,16	25
6008- residenziale	0,15	0,20	0,19	25

CO - media 8-h [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]				
Ricettori	Ante	Opzione zero	Post	Limite
1019- industriale	25,3	32,6	57,4	10000
1044- residenziale	90,8	117,8	284,7	10000
1049- residenziale	50,0	65,0	125,0	10000
1104-residenziale	68,1	86,1	144,4	10000
1107-industriale	71,0	89,7	152,3	10000
2002-residenziale	28,6	36,8	71,4	10000

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

6008- residenziale	55,2	69,9	76,1	10000
---------------------------	------	------	------	-------

Benzene - media annua [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]				
Ricettori	Ante	Opzione zero	Post	Limite
1019- industriale	0,0026	0,0033	0,0063	5
1044- residenziale	0,0129	0,0165	0,0598	5
1049- residenziale	0,0079	0,0102	0,0269	5
1104-residenziale	0,0049	0,0063	0,0175	5
1107-industriale	0,0051	0,0066	0,0186	5
2002-residenziale	0,0029	0,0037	0,0070	5
6008- residenziale	0,0056	0,0072	0,0068	5

Tabella 36 Valori concentrazione su ricettori puntuali per ogni inquinante

Si precisa che per il valore di NO₂ relativo al valore medio orario, i risultati sono riferiti al 99.8° percentile annuo, parametro che consente il confronto effettivo con lo standard di 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e con i superamenti massimi consentiti.

Lo stesso dicasi per i valori di PM₁₀ relativi al valore medio giornaliero: i risultati sono riferiti al 90.4° percentile annuo, in modo da poterlo effettivamente confrontare con il limite normativo di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e con i superamenti massimi consentiti.

Inoltre, al fine di ottimizzare il calcolo sui ricettori puntuali delle concentrazioni relative all'NO₂, si è utilizzata la metodologia ARM-2 (Ambient Ratio Method Version 2).

Tale metodo, adottato da US-EPA, permette di sviluppare la relazione tra No₂ e NO_x per applicazioni di modellistica ambientale diffusionale.

Nella metodologia ARM2 la concentrazione di biossido di azoto è calcolata, partendo dalle stime di quella di ossidi di azoto, applicando la seguente relazione:

$$\text{NO}_2 / \text{No}_x = f(x); \quad x = \text{concentrazione di NO}_x; \quad \text{dove } f(x) \text{ è una curva di regressione polinomiale}$$

Come previsto dal modello ARM2 la relazione che viene applicata per il calcolo dei valori di NO₂ a partire da quelli di NO_x è la seguente:

$$\text{No}_2 / \text{No}_x = -1.1723\text{E-}17 \text{ NO}_x^6 + 4.2795\text{E-}14 \text{ NO}_x^5 - 5.8345\text{E-}11 \text{ NO}_x^4 + 3.4555\text{E-}08 \text{ NO}_x^3 - 5.6062\text{E-}06 \text{ NO}_x^2 + 2.7383\text{E-}03 \text{ NO}_x + 1.2441\text{E+}00.$$

L'applicazione di tale metodo, in via del tutto cautelativa, è limitata all'intervallo di valori del rapporto NO₂/NO_x compresi tra 0,5 e 0,9.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

Per completezza si riportano anche le tabelle con i valori di fondo della centralina di Mammola e i valori delle concentrazioni calcolate per ciascun ricettore.

Ricettori	NO2- media annua [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]				NO2- media oraria [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]			
	valore stazione di fondo	valore stimato (PO)	valore globale	Limite	valore stazione di fondo	valore stimato (PO)	valore globale	Limite
1019	2,6	2,9	5,5	40	2,6	64,2	66,8	200
1044	2,6	24,1	26,7	40	2,6	140,2	142,8	200
1049	2,6	11,6	14,2	40	2,6	113,1	115,7	200
1104	2,6	8,6	11,2	40	2,6	119,9	122,5	200
1107	2,6	9,1	11,7	40	2,6	121,8	124,4	200
2002	2,6	3,1	5,7	40	2,6	83,4	86,0	200
6008	2,6	4,2	6,8	40	2,6	106,4	109,0	200

Tabella 37 Valutazione delle concentrazioni sommando valori di fondo e valori stimati- NO2

Ricettori	Pm10 - media annua [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]				Pm10 - media giornaliera [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]			
	valore stazione di fondo	valore stimato (PO)	valore globale	Limite	valore stazione di fondo	valore stimato (PO)	valore globale	Limite
1019	13,70	0,16	13,86	40	13,70	0,29	13,99	50
1044	13,70	1,52	15,22	40	13,70	2,43	16,13	50
1049	13,70	0,67	14,37	40	13,70	0,99	14,69	50
1104	13,70	0,48	14,18	40	13,70	0,84	14,54	50
1107	13,70	0,51	14,21	40	13,70	0,90	14,60	50
2002	13,70	0,18	13,88	40	13,70	0,33	14,03	50
6008	13,70	0,22	13,92	40	13,70	0,45	14,15	50

Tabella 38 Valutazione delle concentrazioni sommando valori di fondo e valori stimati- PM10

Pm2,5 - media annua [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]				
Ricettori	valore stazione di fondo	valore stimato (PO)	valore globale	Limite
1019	8,30	0,14	8,44	25

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

1044	9,30	1,28	10,58	25
1049	10,30	0,58	10,88	25
1104	11,30	0,41	11,71	25
1107	12,30	0,44	12,74	25
2002	13,30	0,16	13,46	25
6008	14,30	0,19	14,49	25

Tabella 39 Valutazione delle concentrazioni sommando valori di fondo e valori stimati- PM2.5

10 LE INTERFERENZE IN FASE DI CANTIERE

Gli impatti più significativi esercitati dai cantieri sulla componente atmosfera è sicuramente generata dal sollevamento di polveri nonché da tutte quelle attività di scavo, movimentazione dei materiali terrigeni potenzialmente polverulenti e stoccaggio in cumulo dei materiali delle lavorazioni.

La significatività degli effetti stimati per la dispersione delle polveri prodotte dalle attività di cantiere dipende dalla tipologia e dall'entità delle attività stesse e dalla tipologia e dalla localizzazione dei ricettori, ossia dalla quantità di popolazione esposta alle attività di cantiere.

10.1 GLI INPUT TERRITORIALI

10.1.1 I Dati Orografici

Come per le simulazioni in fase di esercizio, anche per la valutazione delle interferenze in fase di cantiere è stato utilizzato il software Aermod View. Questo, grazie al processore territoriale AERMAP, permette di configurare l'orografia del territorio in esame. Come per le precedenti simulazioni, con riferimento all'area di intervento si è adottata una conformazione del territorio di tipo "elevated terrain".

10.1.2 I Dati Meteorologici

Un altro input fondamentale per l'applicazione del modello di simulazione in Aermod è il dato meteorologico. Come già detto in precedenza, al fine di realizzare un dato compatibile con il pre-processore AERMET, il dato grezzo della centralina di Capo Vaticano è stato elaborato e trasformato in formato SAMSON. Pertanto, come dato meteorologico di riferimento per le simulazioni della fase di cantiere sono stati considerati gli stessi dati utilizzati per le simulazioni della fase di esercizio.

10.2 GLI INPUT PROGETTUALI

10.2.1 La definizione delle sorgenti emissive di cantiere

Nel caso in esame, le attività di cantiere sono considerate contemporanee tra loro in termini temporali e spaziali al fine di simulare la configurazione di cantiere peggiore.

Le attività previste sono le seguenti:

1. Attività di scavo
2. Realizzazione del rilevato
3. Attività di palificazione per la realizzazione della galleria

come riportato graficamente nella Figura 85.

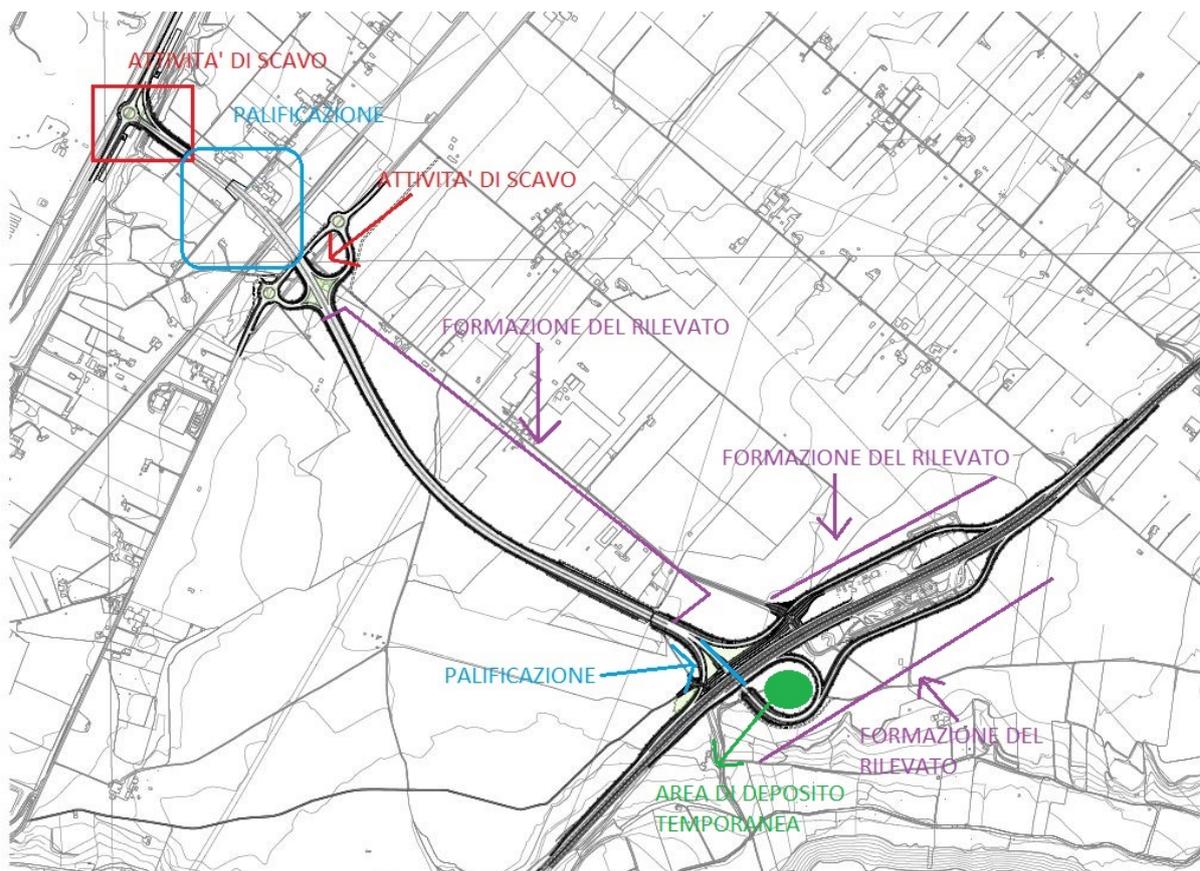


Figura 85 Attività di cantiere

Gli scenari oggetto delle simulazioni modellistiche in fase di cantiere sono caratterizzati da sorgenti areali dell'area di deposito e da sorgenti lineari della strada su cui si lavora.



STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

In relazione alle attività previste, dalle quali vengono generate le emissioni polverulente, sarà effettuata la stima dei fattori di emissione, che rappresentano uno degli input principali per l'applicazione del modello di simulazione.

Si specifica come per tali attività di movimentazione di terra verranno valutati come inquinanti le polveri (PM10 e PM2.5), tralasciando gli altri inquinanti di poco interesse per la tipologia di sorgente individuata.

10.3 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 attività di cantiere), in relazione alle attività di cantiere ritenute critiche per l'inquinamento atmosferico.

10.4 I FATTORI DI EMISSIONE

Nel seguente paragrafo verrà trattato in maniera approfondita il calcolo dei fattori di emissione per ogni scenario, valutando il contributo di ciascuna attività all'impatto atmosferico correlato alla polverosità indotta su tutto il periodo di lavorazione.

Le emissioni di inquinanti sono dovute sia a sorgenti lineari che areali. Fra le prime è possibile riconoscere strade di cantiere percorse dagli autoveicoli e dai mezzi pesanti per il trasporto del materiale scavato; le seconde sono costituite dalle zone di deposito.

Le emissioni che si originano dalle strade dipendono essenzialmente dal numero e dal peso dei mezzi che vi transitano oltre che dal tipo di ricoprimento della strada stessa. Le emissioni che derivano dagli accumuli di inerti sono dovute al vento, che, quando assume particolare intensità è in grado di risospingere la frazione fine del materiale depositato.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

10.4.1 Attività di scavo

Per il calcolo del fattore di emissione dovuto all'attività di scavo si è ritenuta idonea la formulazione dell'EPA al capitolo 11.9.2 "Bulldozing Overburden". L'equazione è la seguente:

$$EF_{PM10} = 0.45 * 0.75 * \frac{(s)^{1.5}}{(M)^{1.4}} \quad [kg/h]$$

$$EF_{PM2.5} = 2.6 * 0.105 * \frac{(s)^{1.2}}{(M)^{1.3}} \quad [kg/h]$$

Dove:

- s è il contenuto di silt (limo) espresso in %
- M è il contenuto di umidità espresso in %

Per i valori di s e M si è fatto riferimento alla tabella del documento EPA riportata qui sotto, scegliendo come fonte Overburden, in particolare:

- s= 8.6 %
- M= 10.4 %

Table 11.9-3 (Metric And English Units). TYPICAL VALUES FOR CORRECTION FACTORS APPLICABLE TO THE PREDICTIVE EMISSION FACTOR EQUATIONS^a

Source	Correction Factor	Number Of Test Samples	Range	Geometric Mean	Units
Blasting	Area blasted	17	100 - 6,800	1,590	m ²
	Area blasted	17	1100 - 73,000	17,000	ft ²
Coal loading	Moisture	7	6.6 - 38	17.8	%
Bulldozers	Moisture	3	4.0 - 22.0	10.4	%
	Silt	3	6.0 - 11.3	8.6	%
Overburden	Moisture	8	2.2 - 16.8	7.9	%
	Silt	8	3.8 - 15.1	6.9	%
Dragline	Drop distance	19	1.5 - 30	8.6	m
	Drop distance	19	5 - 100	28.1	ft
	Moisture	7	0.2 - 16.3	3.2	%
Scraper	Silt	10	7.2 - 25.2	16.4	%
	Weight	15	33 - 64	48.8	Mg
	Weight	15	36 - 70	53.8	ton
Grader	Speed	7	8.0 - 19.0	11.4	kph
	Speed		5.0 - 11.8	7.1	mph
Haul truck	Silt content	61	1.2 - 19.2	4.3	%
	Moisture	60	0.3 - 20.1	2.4	%
	Weight	61	20.9 - 260	110	mg
	Weight	61	23.0 - 290	120	ton

Tabella 40 Valori tipici di limo e umidità

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

Applicando la formulazione precedente, le emissioni di PM10 e PM2.5 risultano pari rispettivamente a 0,03 g/s e 0,023 g/s.

10.4.2 Attività di palificazione per la realizzazione della galleria

Per il calcolo del fattore di emissione dovuto all'attività di scavo si è ritenuta idonea la formulazione dell'EPA al capitolo 11.9.4 "Drilling", secondo cui vale la seguente relazione:

0.59kg/foro

Considerando 6 fori al giorno, si ottengono:

- 0,025 g/s per il PM10
- 0,015 g/s per il PM2,5

10.4.3 Realizzazione del rilevato

Per il calcolo del fattore di emissione dovuto all'attività di costruzione del rilevato si è ritenuta idonea la formulazione dell'EPA al capitolo 11.9.2 "Grading". L'equazione è la seguente:

$$\begin{aligned} EF_{PM10} &= 0.00336 * (S)^2 \quad [kg/VKT] \\ EF_{PM2.5} &= 0.000105 * (S)^{2.5} \quad [kg/VKT] \end{aligned}$$

Dove:

- S è la velocità media del veicolo.

Essendo il coefficiente espresso in VKT (veicolo per Km percorso), si consideri che il grader lavora su tratte di 100 m.

Applicando la formulazione precedente e supponendo una velocità media del grader di 2km/h, le emissioni di PM10 e PM2.5 risultano pari rispettivamente a 0,000016 g/se 0,000001 g/s.

10.4.4 Trasporto su strada non pavimentata

All'interno del cantiere viene, inoltre, preso in considerazione il sollevamento delle polveri originato dall'azione di polverizzazione del materiale superficiale delle piste, indotta dalle ruote dei mezzi. Tale attività può essere schematizzata attraverso la formulazione dell'EPA 13.2.2 qui riportata:

$$EF = k(s/12)^a * (W/3)^b \quad [g/VKT]$$

Dove:

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

- s= contenuto di silt in %
- W= peso medio dei mezzi sul cantiere
- K, a, b dipendono dalla dimensione del particolato considerato, facendo riferimento alla tabella sottostante

	PM 2,5	PM 10	PM 30
K	0,15	1,5	4,9
a	0,9	0,9	0,7
b	0,45	0,45	0,45

Tabella 41 Coefficienti di K, a, b

Essendo il coefficiente espresso in VKT (veicolo per km percorso), considerati 20 viaggi tra A/R ciascuno di 2.25 km, cioè 45 km al giorno percorsi dall'intera flotta veicolare del cantiere, i fattori di emissione saranno: 0.22 g/s per il PM10 e 0.022 g/s per il PM2.5.

10.4.5 Attività all'interno dell'area di deposito temporanea

All'interno dell'area di deposito temporanea vengono prese in considerazione, come attività che generano emissioni di PM10 e PM2.5:

- Carico e scarico del materiale
- L'erosione del vento sui cumuli di materiale depositato

Con riferimento alle attività di carico e scarico è stata applicata la formulazione fornita dall'E.P.A. 13.2.4, di seguito riportata.

$$EF_c = k(0.0016) \cdot \frac{\left(\frac{U}{2.2}\right)^{1.3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1.4}} [kg/t]$$

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.

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
0,74	0,48	0,35	0,20	0,053

Tabella 42 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

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

0,44 – 19	0,25 – 4,8	m/s 0,6 – 6,7	Mph 1,3 – 15
-----------	------------	------------------	-----------------

Tabella 43 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 pari a 2,8 m/s (valore desunto dall'analisi meteorologica);
- M = percentuale di umidità considerata pari a 4,8% per i rilevati tradizionali;
- k = pari a 0,35 per considerare l'apporto del PM10 e 0,053 per considerare l'apporto del PM2.5.

Applicando la formulazione sopra indicata ed ipotizzati circa 150 m³/giorno, le emissioni di PM10 e PM2.5 generate dall'attività considerata all'interno del cantiere in esame risultano pari rispettivamente a 0,00062g/s e 0,00009 g/s.

All'interno dell'area di stoccaggio viene tenuta in considerazione, come altra attività che genera emissioni di PM10 e PM2.5, 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:

$$EF = k \sum_{i=1}^N P_i$$

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_i è pari all'erosione potenziale corrispondente alla velocità massima del vento al giorno. Il valore di k è, anche in questo caso, tabellato.

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

Tabella 44 Valori coefficiente aerodinamico (Fonte: EPA AP42)

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

Il fattore N, invece, dipende dal numero di movimentazioni a cui è sottoposto un cumulo ogni anno. Nel caso in esame, viene movimentato solamente 2 volte: quando viene scaricato e quando viene ricaricato per essere portato a discarica.

In ultimo, l'erosione potenziale, Pi, parte dal concetto di profilo di velocità del vento, per il quale è possibile utilizzare la seguente equazione:

$$u(z) = \frac{u^*}{0,4} \ln \frac{z}{z_0}$$

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

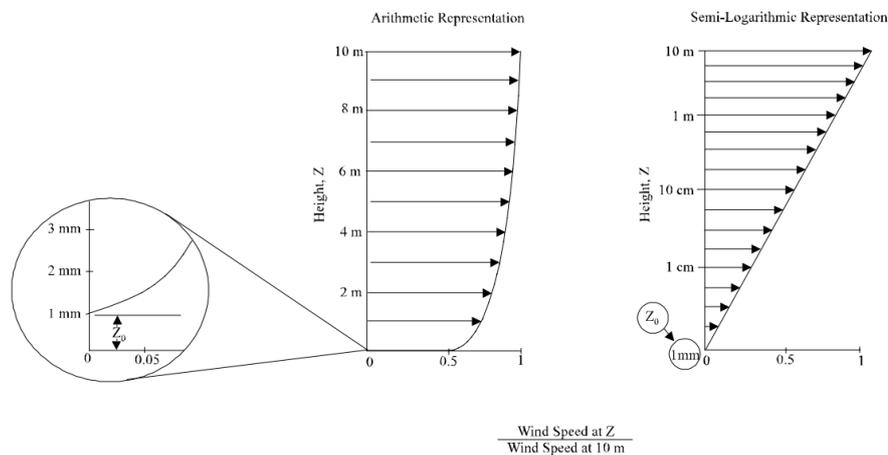


Figura 86 Illustrazione del profilo logaritmico della velocità (Fonte: EPA AP42)

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

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

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 procedures published by W. S. Chepil). Tuttavia, in mancanza di tali sperimentazioni è possibile fare riferimento ad alcuni risultati già effettuati e riportati in Tabella 45.

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

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

Material	Threshold Friction Velocity (m/s)	Roughness Height (cm)	Threshold Wind Velocity At 10 m (m/s)	
			Z0=act	Z0=0,5cm
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 45 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 5 metri, hanno bisogno di una correzione, secondo la seguente legge:

$$u_{10}^+ = u^+ * [\ln (10/0.005)/\ln (z/0.005)]$$

in cui u_{10}^+ è la massima intensità misurata nell'arco della giornata attraverso i dati sopracitati, ad un'altezza dell'anemometro pari a 10 m.

A questo punto è possibile determinare u^* utilizzando la relazione:

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

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 "overburden".

Dall'analisi dei risultati emerge come u^* assuma valori soglia in un solo caso.

Determinati tutti i parametri è pertanto possibile calcolare il valore del fattore di emissione con le formule viste in precedenza.

N°	U^* [m/s]	U_t^* [m/s]	P	Valore P[g/m ²]
1	1.05	1.02	$P = 58(u^* - u_t^*)^2 + 25(u^* - u_t^*)$	0,63

Tabella 46 Valore di P

I fattori di emissione relativi al PM10 e al PM2.5 sono stati stimati applicando la formula sottostante in cui k è stato preso pari a 0,5 considerando le dimensioni del PM10 e pari a 0,075 considerando il PM2.5.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

$$EF_{PM10} = k \sum_{i=1}^N P_i = 0,3 [g/m^2]$$

$$EF_{PM2.5} = k \sum_{i=1}^N P_i = 0.04 [g/m^2]$$

Al fine di ricavare il fattore di emissione espresso in g/s, come richiesto dal software, è necessario sapere l'area in cui sono presenti tali cumuli, considerata cautelativamente pari all'intera superficie di 9000 m². Pertanto, i fattori di emissione per il PM10 ed il PM2.5 risultano rispettivamente pari a 0,000037 g/s e 0,000006 g/s.

Perciò, sommando i due fattori calcolati, all'interno dell'area di deposito temporanea, avremo:

- 0,0006 g/s per il PM 10
- 0,0001 g/s per il PM 2,5

10.5 I DATI DI OUTPUT DELLE SIMULAZIONI

Con riferimento alle polveri PM10 e PM2.5 si è analizzato il contributo delle due sorgenti, considerando la sovrapposizione degli effetti, quindi analizzate in contemporanea. In particolare, è stato possibile determinarne il contributo totale delle sorgenti simulate.

Per quanto riguarda la rappresentazione cartografica dei valori delle concentrazioni di PM10 è possibile far riferimento agli elaborati:

- T00IA31AMBCT12A Fase di cantiere- Scenario critico- Mappa delle concentrazioni di inquinanti- PM10 mediazione annuale e giornaliera
- T00IA31AMBCT13A Fase di cantiere- Scenario critico- Mappa delle concentrazioni di inquinanti- PM2.5 mediazione annuale

Dall'analisi degli elaborati si evince che, in corrispondenza degli edifici, durante la fase critica di cantiere, i livelli di concentrazione delle PM10 e del PM2.5 non superino i relativi valori di riferimento. In particolare, vengono riportati nelle seguenti tabelle i ricettori maggiormente esposti al cantiere con i relativi valori di concentrazione attesi di PM10- media annua, PM10- media giornaliera e PM2.5- media annua. La rappresentazione cartografica di tali ricettori può essere consultata nelle tavole.....

PM 10 (µg/m ³)			
Ricettori	Tipologia	µg/m ³	LIMITE NORMATIVO
1032	industriale	8.01	40 µg/m ³
1056	residenziale	4.4	
1092	residenziale	5.1	

Tabella 47 Valori di concentrazione PM10 calcolati sui ricettori - media annua

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

PM 10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
Ricettori	Tipologia	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	LIMITE NORMATIVO
1032	industriale	27.11	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1056	residenziale	20.14	
1092	residenziale	25.44	

Tabella 48 Valori di concentrazione PM10 calcolati sui ricettori - media giornaliera

PM 2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
Ricettori	Tipologia	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	LIMITE NORMATIVO
1032	industriale	2.34	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1056	residenziale	0.92	
1092	residenziale	0.69	

Tabella 49 Valori di concentrazione PM10 calcolati sui ricettori - media annua

Nonostante ciò, si è comunque provveduto a prevedere alcune best practice finalizzate, appunto, ad abbattere le concentrazioni di PM10 e PM2.5, nonché a ridurre le emissioni generate dai mezzi di cantiere.

10.6 BEST PRACTICE PER IL CANTIERE

Al fine di ridurre la dispersione delle polveri in atmosfera, si prevedono, durante lo svolgimento delle attività, alcune best practice finalizzate, appunto, ad abbattere le concentrazioni di PM10 e PM2.5, nonché a ridurre le emissioni generate dai mezzi di cantiere.

Tra queste misure si evidenzia:

- utilizzare, per le macchine di cantiere, filtri di abbattimento del particolato, nonché gruppi elettrogeni e di produzione di calore in grado di assicurare le massime prestazioni energetiche e minimizzare le emissioni; impiegare inoltre, ove possibile, apparecchi con motore elettrico;
- limitare la velocità di scarico del materiale al fine di evitare lo spargimento di polveri; il materiale verrà depositato gradualmente modulando l'altezza del cassone e mantenendo la più bassa altezza di caduta;
- ottimizzare il carico dei mezzi di trasporto al fine di ridurre il numero dei veicoli in circolazione;
- applicare appositi teloni di copertura degli automezzi durante l'allontanamento e/o l'approvvigionamento di materiale polverulento per garantire il contenimento della dispersione di polveri in atmosfera;
- umidificare i depositi di materiale sciolto caratterizzati da frequente movimentazione, e coprire con teli e stuoie quelli con scarsa movimentazione;
- utilizzare barriere antipolvere

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

- bagnamento delle piste di cantiere non pavimentate.

Come riportato nella planimetria "Interventi di mitigazione ambientale per la fase di cantiere" (T00IA20AMBPL04A) per il contenimento delle polveri sono previsti in particolare i seguenti interventi di mitigazione:

- bagnatura di tutte le aree di cantiere, delle aree di lavorazione e delle piste di cantiere (anche il rilevato in costruzione che avrà anche funzione di pista di cantiere sarà costantemente umidificato al fine di contenere il sollevamento delle polveri al passaggio dei mezzi di cantiere)
- spazzolatura della viabilità pubblica esistente ed afferente alle aree di cantiere e di lavorazione: come riportato nella planimetria "Interventi di mitigazione ambientale per la fase di cantiere" (T00IA20AMBPL04A) sono interessate dalla spazzolatura Via Colomono, per un tratto di 500 metri per lato sia verso il Porto di Gioia Tauro che verso l'abitato di Gioia Tauro e la SS 18, anche in questo caso per uno sviluppo di circa 500 metri per lato sia verso San Ferdinando che verso Gioia Tauro.

Per quanto riguarda la bagnatura, l'intervento dovrà essere effettuato tenendo conto del periodo stagionale con un aumento di frequenza durante la stagione estiva e in base al numero di mezzi circolanti nell'ora sulle piste. L'efficacia del controllo delle polveri con acqua dipende essenzialmente dalla frequenza con cui viene applicato; nel caso in esame si consiglia quindi di effettuare la bagnatura delle aree di cantiere e di lavorazione (100% della superficie) con una frequenza giornaliera pari ad 1, che nei mesi estivi, in funzione dell'andamento climatico, potrà essere portato anche a 2. Si consiglia ovviamente di adattare tali indicazioni in base alla variabilità delle precipitazioni che si andranno a verificare durante i periodi di lavorazione.

In relazione alla spazzolatura della viabilità è consigliata una frequenza giornaliera da intensificarsi in occasione di eventi meteorici particolari che possono determinare un aumento della sporatura delle strade pubbliche in corrispondenza degli accessi ai cantieri.

Infine, come vedremo nel paragrafo relativo alle mitigazioni di cantiere per la componente rumore, le barriere antirumore di cantiere che saranno previste in corrispondenza di alcuni ricettori potranno avere anche funzione di barriere antipolvere in grado di contenere le eventuali emissioni di polveri durante il transito dei mezzi d'opera o delle attività di scavo e movimentazione terre.

Come riportato nella planimetria "Interventi di mitigazione ambientale per la fase di cantiere" (T00IA20AMBPL04A) sono previste barriere antirumore, e quindi anche con funzione antipolvere:

- in corrispondenza dei ricettori posti a ridosso delle aree di lavorazione della galleria artificiale con due barriere, una per lato delle aree di lavorazione, di lunghezza rispettivamente di 379 metri e 433 metri;
- in corrispondenza dei ricettori posti a nord del tratto di rilevato subito dopo lo svincolo sulla SS 18 verso la A2 (barriera antirumore con funzione anche antipolvere di lunghezza pari a 300 metri)
- in corrispondenza dei ricettori posti a nord del tratto di rilevato subito prima lo svincolo sulla A2 (barriera antirumore con funzione anche antipolvere di lunghezza pari a 407 metri)
- in corrispondenza dei ricettori posti ad est del tratto di rilevato della rampa di innesto sulla A2 in direzione nord (barriera antirumore con funzione anche antipolvere di lunghezza pari a 160 metri).

10.6.1 Misure di contenimento delle polveri nella fase di transito su strada non pavimentata

Dalle stime ottenute, pur considerando il carattere temporaneo delle emissioni e delle assunzioni cautelative adottate nelle simulazioni modellistiche, risulta necessario prevedere, durante lo svolgimento delle attività, una serie di misure finalizzate al contenimento dei valori di concentrazione di PM10 e PM2.5; in particolare durante la fase di transito dei veicoli su strada non pavimentata.

Le misure di controllo e abbattimento proposte nel documento dell'EPA, al fine di contenere la produzione di polveri generata dal passaggio dei mezzi di cantiere, prevede il trattamento della superficie- bagnamento (wet suppression) e trattamento chimico (dust suppressants). I costi sono moderati, ma richiedono applicazioni periodiche e costanti. Inoltre bisogna considerare un sistema di monitoraggio per verificare che il trattamento venga effettuato.

L'efficienza di abbattimento è proporzionale al contenuto di umidità, secondo l'andamento sperimentale della curva mostrata in Figura 87 in cui l'efficienza di controllo è calcolata in base al rapporto del contenuto di umidità M tra strada trattata (bagnata) e non trattata (asciutta). M è calcolabile secondo le indicazioni di appendice C.1 e C.2 dell'AP-42. Come è prevedibile più il terreno è asciutto minore è l'efficienza di rimozione. Per avere un coefficiente di abbattimento almeno del 75% è necessario un rapporto bagnato/ asciutto pari a 2.

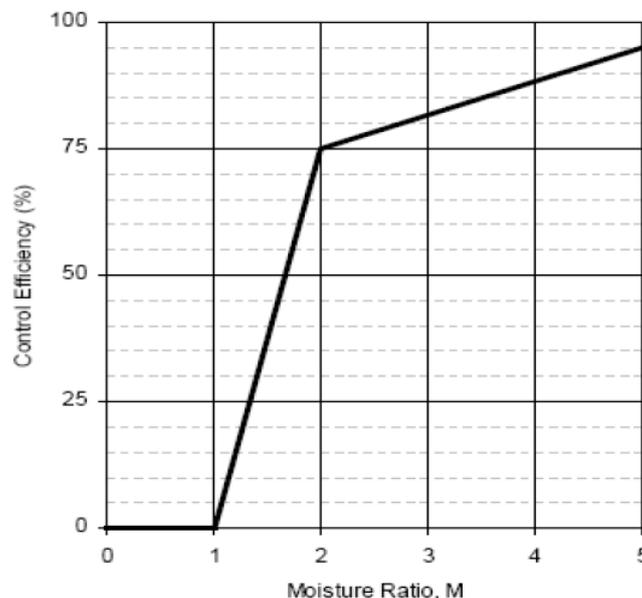


Figura 87 Andamento dell'efficienza di abbattimento delle emissioni in funzione del contenuto di umidità del suolo

Per raggiungere una determinata efficienza media di bagnatura si può agire sia sulla frequenza delle applicazioni, sia sulla quantità di acqua per unità di superficie impiegata in ogni trattamento, in relazione al traffico medio orario e al potenziale medio di evaporazione, utilizzando la formula proposta da Cowherd et al (1998):

$$C(\%) = 100 - (0.8 * P * trh * T)/I$$

Dove:

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

- C efficienza di abbattimento del bagnamento (%)
- P potenziale medio dell'evaporazione giornaliera (mm/h) per tale parametro si è utilizzato un valore di 0.34 mm/h (in accordo a quanto riportato nelle Linee Guida ARPAT)
- trh traffico medio orario (h-1)
- I quantità media del trattamento applicato (l/m²)
- T Intervallo di tempo che intercorre tra le applicazioni (h)

Nel nostro caso, sulla base della capacità giornaliera di approvvigionamento si stima un traffico medio orario pari a 5 veic./h. Imponendo di eseguire una bagnatura una volta al giorno e di distribuire sul terreno un quantitativo di acqua pari a 0,5 l/m² si riesce ad ottenere un abbattimento delle polveri del 78% circa.

L'uso di sostanze chimiche, come polimeri a base d'acqua, richiede un'applicazione meno frequente, ma bisogna considerare che può produrre una variazione nel contenuto di particolato della strada con un aumento del contenuto di limo. L'efficienza effettiva di questo tipo di controllo dipende da molti fattori ed è in generale difficile da stimare. In caso di utilizzo di sostanze chimiche si richiede di fornire i dati riportati nella scheda tecnica del prodotto utilizzato.