



**ARPACal, Dipartimento di Reggio Calabria
Servizio Tematico Aria**

**Report Annuale sulla Qualità
dell'Aria della Provincia di
Reggio Calabria**

2010

Report Annuale sulla Qualità dell'Aria della Provincia di Reggio Calabria

Anno 2010

Autori

CPS Esperto Centorrino Emilio

CTP Esperto Dott. Crea Pasquale

Servizio Tematico Aria, ARPACal, Dipartimento Provinciale di Reggio Calabria.

ARPACal,

Dipartimento di Reggio Calabria

via Tronco Vito s.n.c, Gallico

89135, Reggio Calabria

Approvato dal Direttore del
Dipartimento di Reggio Calabria
Dott.ssa Angela Maria Diano

Reggio Calabria, Maggio 2011

email: aria.rc@arpacal.it

tel: 0965 372080

fax: 0965 372618

Introduzione

Una delle principali attività istituzionali dell’Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Calabria è il controllo dei parametri relativi alla qualità dell’aria e a questo scopo il Servizio Tematico Aria del Dipartimento provinciale di Reggio Calabria gestisce e/o valida i dati provenienti della rete provinciale di monitoraggio della qualità dell’aria. Grazie all’impegno costante dell’Agenzia nel potenziamento delle strutture strumentali e laboratoristiche e con il supporto dei fondi POR 2000-2006, il Dipartimento Provinciale di Reggio Calabria attualmente gestisce una cabina di rilevamento fissa della rete regionale posizionata a Locri ed operativa dal Settembre 2009, e un laboratorio mobile, in funzione dal Novembre 2009. Il Servizio provvede, inoltre, alla validazione di quattro cabine a postazione industriale, a seguito di convenzioni stipulate con due aziende private. La rete di rilevamento così costituita garantisce una notevole quantità di dati utili che il Servizio Tematico Aria del Dipartimento ARPACal di Reggio Calabria rende costantemente disponibili tramite la diffusione quotidiana, che avviene attraverso il sito web, per aggiornare le amministrazioni locali e, soprattutto, la popolazione in merito ad una delle tipologie di inquinamento più nociva e pervasiva nella vita quotidiana.

La realizzazione di questo documento, che riassume i dati registrati e validati dal Servizio Tematico Aria del Dipartimento ARPACal di Reggio Calabria nell’anno 2010, ha come scopo quello di integrare l’informazione puntuale quotidiana con una sintesi delle conoscenze che, attraverso l’analisi del trend degli inquinanti atmosferici, permette di tracciare un quadro temporale e spaziale che riguarda il territorio reggino.

Attraverso la rete di monitoraggio della qualità dell’aria, quindi, non si svolge esclusivamente un controllo finalizzato a registrare gli stati emergenziali dovuti al superamento dei limiti normativi, ma le misurazioni quotidiane costituiscono una base di dati preziosa per interpretare i fenomeni relativi all’inquinamento, ipotizzare gli scenari futuri e, soprattutto, per pianificare le azioni più efficaci a tutela dell’aria che respiriamo.

"Non
abbiamo
ricevuto la
terra dai
nostri padri
in eredità,
l'abbiamo
solo avuta
in prestito
per i nostri
figli."
Antoine de
Saint-
Exupéry

Sommario

<i>Introduzione</i>	1
1 - PREMESSA	1
1.1 - Inquadramento Normativo	1
1.2 - Glossario	3
2 - LA QUALITÀ DELL'ARIA DELLA PROVINCIA DI REGGIO CALABRIA	5
2.1 - Le stazioni di monitoraggio nella provincia di Reggio Calabria	5
2.2 - Indice della Qualità dell'Aria	6
2.3 - Classificazione delle cabine	9
2.4 - Cabina RRQA di Locri	9
2.5 - Cabine QA della Rete RES	11
2.6 - Cabine QA della Rete TEC - Veolia	14
2.7 - Laboratorio Mobile	17
2.8 - I principali inquinanti monitorati	18
2.8.1 - Biossido di azoto (NO ₂)	18
2.8.2 - Ozono (O ₃)	19
2.8.3 - Ossido di carbonio (CO)	21
2.8.4 - Biossido di zolfo (SO ₂)	22
2.8.5 - Benzene (C ₆ H ₆)	23
2.8.6 - Idrocarburi totali, idrocarburi non metanici ed idrocarburi metanici (HCT, HCNM e CH ₄) ..	24
2.8.7 - Polveri (PM ₁₀ PM _{2.5})	24
2.9 - I parametri meteo climatici	26
2.9.1 - Direzione e Velocità del Vento	26
2.9.2 - Pressione Atmosferica	26
2.9.3 - Radiazione solare	26
2.9.4 - La Temperatura	27

2.9.5 - Precipitazioni	27
2.9.6 - Umidità Relativa	27
3 - LE CONDIZIONI METEO CLIMATICHE: RISULTATI	28
3.1 - Il clima nel 2010	29
4 - LA QUALITÀ DELL'ARIA: SINTESI DEI RISULTATI	34
4.1 - Gli Ossidi di Azoto (NO ₂ e NO _x)	34
4.2 - Il monossido di carbonio (CO)	37
4.3 - L'Ozono (O ₃)	38
4.4 - Biossido di zolfo (SO ₂)	41
4.5 - Benzene (C ₆ H ₆)	44
4.6 - Il Particolato Atmosferico aerodisperso (PM ₁₀ e PM _{2,5})	45
5 - IQA	49
6 -CONCLUSIONI	54

1 - PREMESSA

1.1 - Inquadramento Normativo

Con il termine inquinante si definisce “qualsiasi sostanza immessa direttamente o indirettamente dall'uomo nell'aria ambiente che può avere effetti dannosi sulla salute umana o sull'ambiente nel suo complesso” (art. 2 D.Lgs. 351/99 e s.m.i.).

Gli inquinanti atmosferici possono essere classificati in due gruppi: inquinanti primari e inquinanti secondari. I primi, di origine naturale o antropica, vengono immessi direttamente in atmosfera, mentre i secondi, in particolari condizioni meteo climatiche, si formano in atmosfera, per effetto di reazioni chimiche che coinvolgono altre specie, primarie o secondarie. In Tabella 1.1 sono riassunte, per ciascuno dei principali inquinanti atmosferici, le principali sorgenti di emissione. Gli strumenti normativi in materia di qualità dell'aria e d'inquinamento atmosferico sono complessi e articolati, sono strutturati su diversi livelli che vanno dalle direttive comunitarie, alle norme nazionali per arrivare agli strumenti di governo locale.

Tabella 1.1 - Sorgenti emissive dei principali inquinanti (* = Inquinante Primario, ** = Inquinante Secondario).		
Inquinanti		Principali sorgenti di emissione
Biossido di Zolfo SO ₂	*	Impianti riscaldamento, centrali di potenza, combustione di prodotti organici di origine fossile contenenti zolfo (gasolio, carbone, oli combustibili)
Biossido di Azoto NO ₂	*/**	Impianti di riscaldamento, traffico autoveicolare (in particolare quello pesante), centrali di potenza, attività industriali (processi di combustione per la sintesi dell'ossigeno e dell'azoto atmosferici)
Monossido di Carbonio CO	*	Traffico autoveicolare e processi industriali (processi di combustione incompleta dei combustibili fossili)
Ozono O ₃	**	Non ci sono significative sorgenti di emissione antropiche in atmosfera
Particolato Fine PM ₁₀	*/**	Insieme di particelle con diametro aerodinamico inferiore ai 10 µm, provenienti principalmente da processi di combustione e risollevarimento Idrocarburi non Metanici
Particolato Fine PM _{2,5}	*/**	Insieme di particelle con diametro aerodinamico inferiore ai 2,5 µm, provenienti principalmente da processi di combustione e risollevarimento Idrocarburi non Metanici
(IPA, Benzene)	*	Traffico autoveicolare (processi di combustione incompleta, in particolare di combustibili derivati dal petrolio), evaporazione dei carburanti, alcuni processi industriali.

Un esame delle norme che a vario titolo influenzano le scelte del futuro Piano di Tutela e Risanamento costituisce in questa fase un utile strumento di lavoro, nonché un'indispensabile premessa. Data la cospicua quantità di legislazione che ha influenza sulla materia in oggetto, di seguito si riporta una breve sintesi dei principali provvedimenti normativi.

Nel quadro delle disposizioni vigenti in materia di qualità dell'aria e di inquinamento atmosferico le norme possono essere suddivise in due ambiti principali:

- 1) le disposizioni relative alla tutela della *qualità dell'aria*
- 2) le disposizioni relative alle *emissioni inquinanti in atmosfera*.

Relativamente alla *qualità dell'aria* in Italia, nell'agosto del 2010 con il D.Lgs. 155, è stata recepita la Direttiva europea 2008/50/CE *relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa*, che istituisce un quadro normativo unitario in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente finalizzato a:

- a) *individuare obiettivi di qualità dell'aria ambiente volti ad evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana e per l'ambiente nel suo complesso;*
- b) *valutare la qualità dell'aria ambiente sulla base di metodi e criteri comuni su tutto il territorio nazionale;*
- c) *ottenere informazioni sulla qualità dell'aria ambiente come base per individuare le misure da adottare per contrastare l'inquinamento e gli effetti nocivi dell'inquinamento sulla salute umana e sull'ambiente e per monitorare le tendenze a lungo termine, nonché i miglioramenti dovuti alle misure adottate;*
- d) *mantenere la qualità dell'aria ambiente, laddove buona, e migliorarla negli altri casi;*
- e) *garantire al pubblico le informazioni sulla qualità dell'aria ambiente;*
- f) *realizzare una migliore cooperazione tra gli Stati dell'Unione europea in materia di inquinamento atmosferico.*

Il decreto, inoltre, stabilisce:

- a) *i valori limite per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo, biossido di azoto, benzene, monossido di carbonio, piombo e PM₁₀;*
- b) *i livelli critici per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo e ossidi di azoto;*
- c) *le soglie di allarme per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo e biossido di azoto;*
- d) *il valore limite, il valore obiettivo, l'obbligo di concentrazione dell'esposizione e l'obiettivo nazionale di riduzione dell'esposizione per le concentrazioni nell'aria ambiente di PM_{2,5};*
- e) *i valori obiettivo per le concentrazioni nell'aria ambiente di arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene.*
- f) *i valori obiettivo, gli obiettivi a lungo termine, le soglie di allarme e le soglie di informazione per l'ozono.*

Tabella 1.2 – Alcuni valori di riferimento per la valutazione della QA secondo il D.Lgs. 155/10

Biossido di azoto NO ₂	Valore limite orario	Numero di superamenti Media oraria (max 18 volte in un anno)	200 µg/m ³
	Valore limite annuale	Media annua	40 µg/m ³
	Soglia di Allarme	Numero di superamenti Media oraria (3 ore consecutive)	400 µg/m ³
Monossido di carbonio CO	Valore limite	Massima Media Mobile su 8 ore	10 mg/m ³
Ozono O ₃	Soglia di Informazione	Numero di Superamenti del valore orario	180 µg/m ³
	Soglia di Allarme	Numero di Superamenti del valore orario (3 ore consecutive)	240 µg/m ³
	Valore obiettivo per la protezione della salute umana (da valutare per la prima volta nel 2013)	Numero di superamenti della media mobile di 8 ore massima giornaliera (max 25 gg/anno come media degli ultimi 3 anni)	120µg/m ³
Biossido di Zolfo SO ₂	Valore limite orario	Numero di superamenti Media oraria (max 24 volte in un anno)	350 µg/m ³
	Valore limite giornaliero	Numero di superamenti Media giornaliera (max 3 volte in un anno)	125 µg/m ³
	Soglia di Allarme	Numero di superamenti Media oraria (3 ore consecutive)	500 µg/m ³
Particolato Atmosferico PM ₁₀	Valore limite giornaliero	Numero di superamenti Media giornaliera (max 35 volte in un anno)	50 µg/m ³
	Valore limite annuale	Media annua	40 µg/m ³
Particolato Atmosferico PM _{2,5}	Valore obiettivo	Media annua	25 µg/m ³
Benzene C ₆ H ₆	Valore limite annuale	Media annua	5 µg/m ³

1.2 - Glossario

Valore limite: livello fissato in base alle conoscenze scientifiche, incluse quelle relative alle migliori tecnologie disponibili, al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi per la

salute umana o per l'ambiente nel suo complesso, che deve essere raggiunto entro un termine prestabilito e che non deve essere successivamente superato;

Livello critico: livello fissato in base alle conoscenze scientifiche, oltre il quale possono sussistere effetti negativi diretti su recettori quali gli alberi, le altre piante o gli ecosistemi naturali, esclusi gli esseri umani;

Margine di tolleranza: percentuale del valore limite entro la quale e' ammesso il superamento del valore limite alle condizioni stabilite dal presente decreto;

Valore obiettivo: livello fissato al fine di evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana o per l'ambiente nel suo complesso, da conseguire, ove possibile, entro una data prestabilita;

Soglia di allarme: livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per la popolazione nel suo complesso ed il cui raggiungimento impone di adottare provvedimenti immediati;

Soglia di informazione: livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione nel suo complesso ed il cui raggiungimento impone di assicurare informazioni adeguate e tempestive;

Obiettivo a lungo termine: livello da raggiungere nel lungo periodo mediante misure proporzionate, al fine di assicurare un'efficace protezione della salute umana e dell'ambiente.

Nei capitoli successivi si daranno maggiori chiarimenti riguardo la normativa relativa a ciascun inquinante.

Per quanto concerne l'*emissioni inquinanti in atmosfera*, nel 2010 è stato emanato il D.Lgs. n. 128 che costituisce il terzo correttivo al decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, cosiddetto "*Testo Unico Ambientale*". Per quanto concerne la Parte V, ovvero quella relativa alla "norme in materia di tutela dell'aria e di riduzione dell'emissione in atmosfera", il D.Lgs. n. 128 apporta alcune modifiche generali e modifica l'elenco delle attività ad inquinamento "scarsamente rilevante" (Parte I dell'All IV alla Parte V).

2 - LA QUALITÀ DELL'ARIA DELLA PROVINCIA DI REGGIO CALABRIA

La rete di monitoraggio della qualità dell'Aria del Servizio tematico Aria del Dipartimento provinciale ARPACal di Reggio Calabria ha come compito principale quello di fornire quotidianamente le misurazioni di vari inquinanti. Una volta acquisiti i dati provenienti dalle cabine di monitoraggio e verificata l'assenza di allarmi strumentali o avarie, si procede alla validazione degli stessi ed a confrontare i dati registrati con i limiti normativi fissati dalle leggi in vigore, sia in riferimento ai dati puntuali che al loro andamento temporale. Per un'ottimale valutazione della qualità dell'aria si presuppone, quindi, il possesso di un'adeguata serie di *dati chimici* che coprano un ampio intervallo temporale nonché i relativi *dati meteo-climatici* e *dati concernenti fattori non antropici* (come attività vulcanica, incendi boschivi e trasporto eolico di sabbie desertiche) per una corretta correlazione tra causa ed effetto.

2.1 - Le stazioni di monitoraggio nella provincia di Reggio Calabria

La rete di monitoraggio operante sul territorio della provincia di Reggio Calabria, attualmente, è composta da una cabina fissa della rete regionale ARPACal, quattro cabine a postazione industriale e un laboratorio mobile per la rilevazione in continuo della qualità dell'aria. Queste comunicano tramite modem GPRS con la centrale operativa di raccolta ed elaborazione dati collocata presso il Dipartimento provinciale ARPACal di Reggio Calabria e gestita dal Servizio tematico Aria il quale supervisiona le centraline controllando con cadenza di norma quotidiana il funzionamento delle stazioni, visualizzando in tempo reale l'andamento dei parametri monitorati e intervenendo direttamente o, indirettamente, tramite la ditta di manutenzione, in caso di anomalie o avarie strumentali. Il Servizio, inoltre, valuta lo stato della qualità dell'aria, documentandone il rispetto ovvero il superamento dei limiti di qualità dell'aria del territorio posto sotto controllo validando il dato grezzo proveniente dalle cabine.

Il percorso temporale di validazione del dato può essere schematizzato come segue :

- 1) **dato grezzo**: come acquisito in tempo reale dal Centro Operativo Provinciale;
- 2) **dato in pre-validazione**: dato mantenuto in stand-by in attesa di validazione;
- 3) **dato validato**: validato il giorno successivo a quello di acquisizione o, in casi eccezionali, successivamente e quindi pubblicato nel sito web dell'ARPACal sul bollettino della qualità dell'aria;
- 4) **dato confermato**: validato su base mensile;

5) **dato storicizzato**: validato definitivamente all'emissione del report annuale.

I bollettini redatti giornalmente del Servizio tematico Aria del Dipartimento provinciale ARPACal di Reggio Calabria, pubblicati sul sito web dell'ARPACal, contengono, pertanto, i dati validati dal Dipartimento Provinciale riferiti al giorno ed alle ore indicate ed hanno validità sino all'effettuazione di più approfonditi controlli, che si avvalgono di strumenti statistici da impiegare su lunghe serie di dati per garantire la qualità finale degli stessi. Giornalmente nel bollettino si è scelto di pubblicare i dati relativi a quegli inquinanti che hanno effetti a breve termine sulla salute umana. I giudizi relativi ad ogni inquinante derivano dai valori limite indicati dalla normativa vigente (D.Lgs. 155/2010) ed un Giudizio della Qualità dell'Aria associato all'Indice della qualità dell'Aria. Entrambi i giudizi, sia quello relativo al singolo inquinante che quello globale, sono correlati di relativo cromatismo che permette una comunicazione semplice e immediata del livello qualitativo dell'aria.

I parametri relativi ai diversi inquinanti sono:

- i valori massimi orari per l'inquinante biossido di azoto (NO₂),
- i valori medi giornalieri per il particolato (PM₁₀) e l'anidride solforosa (SO₂)
- i valori massimi giornalieri su 8 ore per il monossido di carbonio (CO) e l'ozono (O₃).

Il valore massimo giornaliero sulle 8 ore si ottiene dall'analisi del trend delle medie mobili sulle 8 ore calcolate in base ai dati orari ed aggiornate ogni ora. Il primo periodo di 8 ore per ogni singolo giorno è quello compreso tra le ore 17.00 del giorno precedente e le ore 1.00 del giorno stesso, mentre l'ultimo periodo di 8 ore è quello compreso tra le ore 16.00 e le ore 24.00 del giorno stesso.

2.2 - Indice della Qualità dell'Aria

L'Indice della Qualità dell'Aria (IQA) rappresenta un modo semplice ed immediato per valutare il livello qualitativo dell'aria nel sito in esame.

L'IQA viene calcolato combinando il contributo che ogni singolo inquinante monitorato apporta alla qualità dell'aria in esame tramite uno specifico sottoindice.

Nello specifico l'IQA deriva dalla semisomma tra il sottoindice relativo al particolato atmosferico (PM₁₀) ed il più alto dei sottoindici calcolati per ogni inquinante monitorato.

$$I_{IQA} = \frac{(I_{PM_{10}} + I_{Max})}{2}$$

Si sceglie come riferimento principale il sottoindice relativo al PM₁₀ in quanto è il parametro che statisticamente apporta un contributo maggiore alla valutazione relativa alla qualità dell'aria,

infatti, il PM_{10} risulta essere, tra tutti, il parametro con una frequenza maggiore di superamenti annuali. I_{Max} , invece, è il sottoindice più alto tra i sottoindici relativi ai singoli inquinanti monitorati sebbene, statisticamente, il CO e l' SO_2 risultano avere valori sempre molto bassi per cui anche uno scarso contributo alla valutazione della qualità dell'aria.

Da questi presupposti si evince che, nel caso in cui dovesse mancare il sottoindice relativo al PM_{10} , nel calcolo dell'IQA si utilizza il più alto tra i sottoindici relativi all' O_3 ed al NO_2 , inoltre, se dovessero mancare i sottoindici dell' O_3 e del NO_2 si utilizza solo il sottoindice relativo al PM_{10} , mentre se mancano tutti i tre parametri l'IQA non viene calcolato (N.P.).

Il sottoindice relativo ai singoli inquinanti si ottiene riferendo il valore registrato al più restrittivo tra i valori limite o valori obiettivo indicati dalla normativa vigente (D.Lgs. 155/2010).

I singoli sottoindici vengono così calcolati:

Sottoindice del PM_{10} ($I_{PM_{10}}$):

$$I_{PM_{10}} = \frac{\overline{V_{med24hPM_{10}}}}{V_{rifPM_{10}}} \times 100$$

in cui:

$\overline{V_{med24hPM_{10}}}$ Il valore medio giornaliero

$V_{rifPM_{10}}$ Valore di riferimento ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) che corrisponde al valore limite giornaliero (D.Lgs. 155/2010)

Sottoindice del Biossido di azoto (I_{NO_2}):

$$I_{NO_2} = \frac{\overline{V_{maxhNO_2}}}{V_{rifNO_2}} \times 100$$

in cui:

$\overline{V_{maxhNO_2}}$ Il massimo valore orario

V_{rifNO_2} Valore di riferimento ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) che corrisponde al valore limite orario (D.Lgs. 155/2010)

Sottoindice dell'Ozono (I_{O_3}):

$$I_{O_3} = \frac{\overline{V_{max8hO_3}}}{V_{rifO_3}} \times 100$$

in cui:

$\overline{V_{max8hO_3}}$ Massima media mobile su 8 ore.

V_{rifO_3} Valore di riferimento ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) che corrisponde al valore obiettivo per la protezione della salute umana (D.Lgs. 155/2010)

Sottoindice del Monossido di Carbonio (I_{CO}):

$$I_{CO} = \frac{\overline{V_{max8h_{CO}}}}{V_{rif_{CO}}} \times 100$$

in cui:

$\overline{V_{max8h_{CO}}}$ Massima media mobile su 8 ore.

$V_{rif_{CO}}$ Valore di riferimento (10 mg/m^3) che corrisponde al valore limite relativo alla massima media mobile su 8 ore. (D.Lgs. 155/2010)

Sottoindice del Biossido di Zolfo (I_{SO_2}):

$$I_{SO_2} = \frac{\overline{V_{med24h_{SO_2}}}}{V_{rif_{SO_2}}} \times 100$$

in cui:

$\overline{V_{med24h_{SO_2}}}$ Il valore medio giornaliero

$V_{rif_{SO_2}}$ Valore di riferimento ($125 \text{ }\mu\text{g/m}^3$) che corrisponde al valore limite giornaliero (D.Lgs. 155/2010)

Da quanto esposto si evince che il sottoindice relativo ai singoli inquinanti è una grandezza adimensionale, di conseguenza, anche l'Indice della Qualità dell'Aria (IQA) globale risulta una grandezza adimensionale e, per avere un'informazione rappresentativa e statisticamente corretta, viene calcolato solamente se il numero di dati elementari validi, che hanno concorso al calcolo del parametro relativo ad ogni inquinante, è \geq al 90% del numero dei dati teoricamente acquisibili nell'arco della giornata.

L'IQA esprime, quindi, una valutazione della qualità dell'aria tramite un valore numerico. Quest'informazione per poter essere fruita e più facilmente trasmessa al pubblico viene convertita in un Giudizio della qualità dell'aria, con relativo cromatismo, in base ad una tabella di correlazione in uso anche presso altre ARPA e che viene di seguito riportata.

Valore Numerico dell'IQA	Giudizio della Qualità dell'Aria
0-50	<i>Ottima</i>
51-75	<i>Buona</i>
76-100	<i>Discreta</i>
101-125	<i>Mediocre</i>
126-150	<i>Poco salubre</i>
151-175	<i>Insalubre</i>
>175	<i>Molto insalubre</i>

Con valori di IQA inferiori a 100, la qualità dell'aria è, nell'insieme, soddisfacente e non si ha alcun potenziale interesse per la sanità pubblica. Quando l'IQA ha un valore circa uguale a 100, i valori rilevati degli inquinanti rientrano complessivamente nei limiti previsti dalla normativa, mentre all'aumentare dei valori di IQA rispetto a 100 diminuisce la salubrità dell'aria divenendo di interesse nei confronti della sanità pubblica.

2.3 - Classificazione delle cabine

La classificazione delle cabine della qualità dell'aria seguono le direttive della Decisione della Commissione numero 2001/752/CE del 17 ottobre 2001 che stabilisce un criterio relativo alla zona di ubicazione della cabina e rispetto alle fonti di emissione dominanti; ovvero:

❖ Tipo di zona

- *Urbana*: zona edificata in continuo.
- *Periferica*: zona largamente edificata: insediamento continuo di edifici separati mescolati ad aree non urbanizzate (laghi di piccole dimensioni, boschi, terreni agricoli).
- *Rurale*: tutte le zone che non soddisfano i criteri relativi alle zone urbane/periferiche.

❖ Tipo di stazione rispetto alle fonti di emissioni dominanti

- *Traffico*: stazioni situate in posizione tale che il livello di inquinamento è influenzato prevalentemente da emissioni provenienti da strade limitrofe.
- *Industria*: stazioni situate in posizione tale che il livello di inquinamento è influenzato prevalentemente da singole fonti industriali o zone industriali limitrofe.
- *Situazione di fondo*: stazioni non influenzate dal traffico o dalle attività industriali.

La rete regionale nella provincia di Reggio Calabria, attualmente, ha a disposizione una cabina classificata come postazione di fondo urbana, quattro classificate industriali e un laboratorio mobile che viene posizionato nei comuni che, da indagini preliminari, risultano maggiormente interessati da fattori di dispersione degli inquinanti.

2.4 - Cabina RRQA di Locri

La cabina della rete regionale della qualità dell'Aria ARPACal viene classificata come cabina di fondo urbana. E' stata posizionata all'interno del cortile della Scuola Elementare "Plesso Scolastico Scarfò - CD De Amicis - T. Campanella" di Locri. La scelta del sito è stata dettata dalla necessità di garantire la massima sicurezza da atti vandalici, la continuità di erogazione

elettrica e soprattutto in base alla locazione delle altre cabine presenti sul territorio provinciale per poter ottenere una puntuale copertura del territorio.

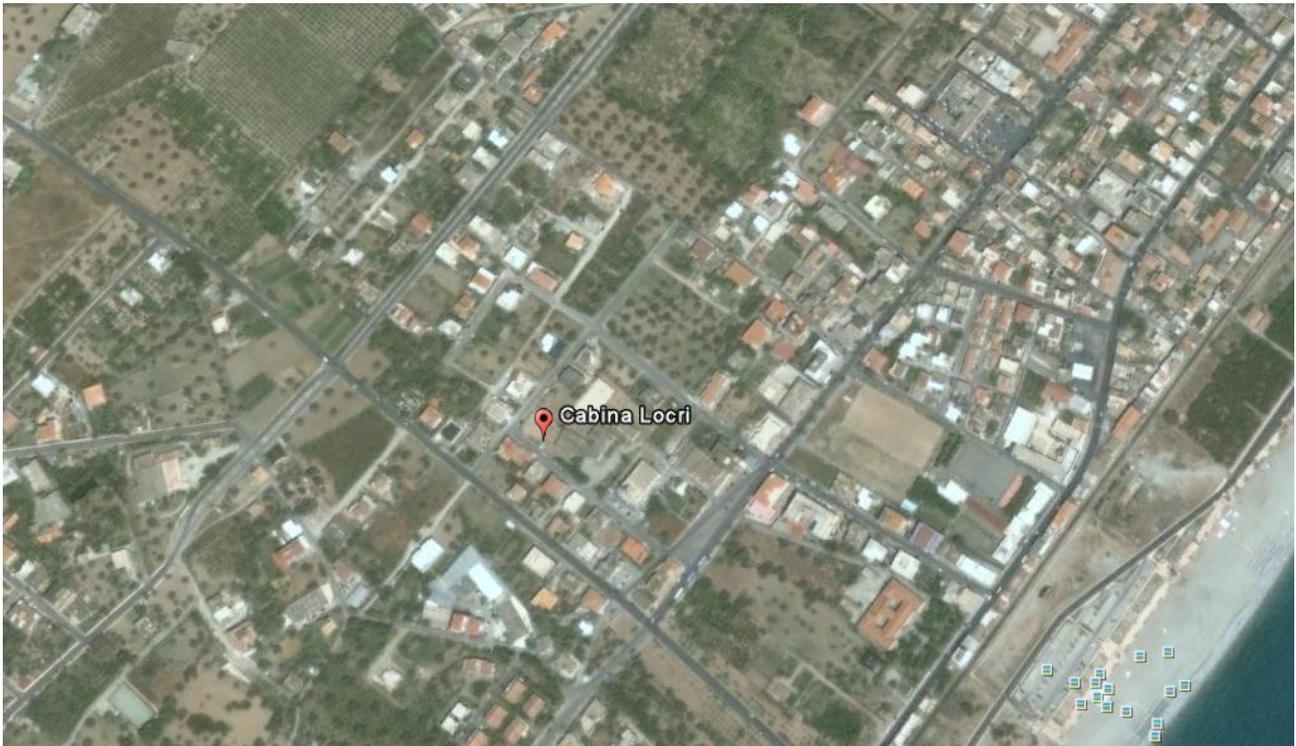


Figura 2.4.1 Posizione Cabina Locri

La distanza dalla strada principale risulta essere di circa 20 metri e la distanza rispetto all'edificio più vicino risulta di non meno di 7 metri. Inoltre, nelle immediate vicinanze non vi sono alberi che possano interferire sull'acquisizione strumentale.

Gli inquinanti ed i parametri monitorati sono i seguenti: frazione respirabile del particolato sospeso (PM_{10} e $PM_{2.5}$), ossidi di azoto (NO_2 , NO , NO_x), ozono (O_3), anidride solforosa (SO_2), monossido di carbonio (CO), benzene, toluene, etilbenzene e xileni (BTEX), parametri meteo (direzione vento, velocità vento, umidità, radiazione solare globale, temperatura, pressione atmosferica, pioggia).

La sua posizione georeferenziata è:

Longitudine 16.2551

Latitudine 38.2298

2.5 - Cabine QA della Rete RES

Le cabine della qualità dell'aria della rete RES (Rizziconi Energia S.p.a.) vengono classificate come cabine industriali di cui una rurale (Laureana di Borrello) e l'altra periferica (Polistena), esse sono poste a controllo delle emissioni provenienti da una centrale termoelettrica a ciclo combinato a gas metano sita nel comune di Rizziconi. Nello specifico, in ottemperanza all'autorizzazione rilasciata con decreto MAP 55/05/2004 in data 21.04.2004, la società "Rizziconi Energia" ha ottemperato alle prescrizioni imposte dal Ministero delle Attività Produttive nel citato decreto contenenti le richieste di dotarsi di due cabine della qualità dell'aria con la relativa dotazione strumentale e successivamente posizionate sui punti di massima ricaduta indicati dall'ARPACal a seguito di studio modellistico della dispersione degli inquinanti in atmosfera.

I siti scelti sono ubicati a:

Polistena, georeferenziazione:

Longitudine 16.0700

Latitudine 38.4001

Laureana di Borrello, georeferenziazione

Longitudine 16.0774

Latitudine 38.4858

Gli inquinanti ed i parametri monitorati sono i seguenti per entrambe le cabine: frazione respirabile del particolato sospeso (PM_{10} $PM_{2.5}$), ossidi di azoto (NO_2 , NO , NO_x), ozono (O_3). Per la cabina di Polistena sono monitorati anche i parametri meteo, ovvero, direzione vento, velocità vento, umidità, radiazione solare globale, temperatura, pressione atmosferica e pioggia.



Figura 2.5.1 Posizione Cabina Polistena



Figura 2.5.2 Posizione Cabina Laureana di Borrello

2.6 - Cabine QA della Rete TEC - Veolia

Le cabine della qualità dell'aria della rete TEC - Veolia vengono classificate come cabine industriali in quanto poste a controllo delle emissioni provenienti dal termovalorizzatore di Gioia Tauro. Nello specifico, in ottemperanza al Parere della Commissione di Valutazione Impatto Ambientale presso il Ministero dell'Ambiente del 13 Maggio 1999, la ditta si è dotata di due cabine della qualità dell'aria con la relativa dotazione strumentale e successivamente posizionate sui punti di massima e minima ricaduta a seguito di studio modellistico della dispersione degli inquinanti in atmosfera.

I siti scelti sono ubicati a:

Gioia Tauro (minima), georeferenziazione:

Longitudine 15.9013

Latitudine 38.4305

Rosarno (massima), georeferenziazione

Longitudine 15.9498

Latitudine 38.4644

Gli inquinanti ed i parametri monitorati per entrambe le cabine sono i seguenti: particolato sospeso (PM_{10}), ossidi di azoto (NO_2 , NO , NO_x), ammoniaca (NH_3), ozono (O_3), anidride solforosa (SO_2), monossido di carbonio (CO), idrocarburi metanici e non metanici (HCT, HCNM, CH_4), parametri meteo (direzione vento, velocità vento, umidità, radiazione solare globale, temperatura, pressione atmosferica, pioggia)

La Ditta, inoltre, è dotata di un'altra stazione meteo, posizionata in corrispondenza al centro operativo dell'impianto, che provvede al monitoraggio dei parametri meteo, ovvero, direzione vento, velocità vento, umidità, radiazione solare globale, temperatura, pressione atmosferica e pioggia.



Figura 2.6.1 Posizione Cabina Gioia Tauro

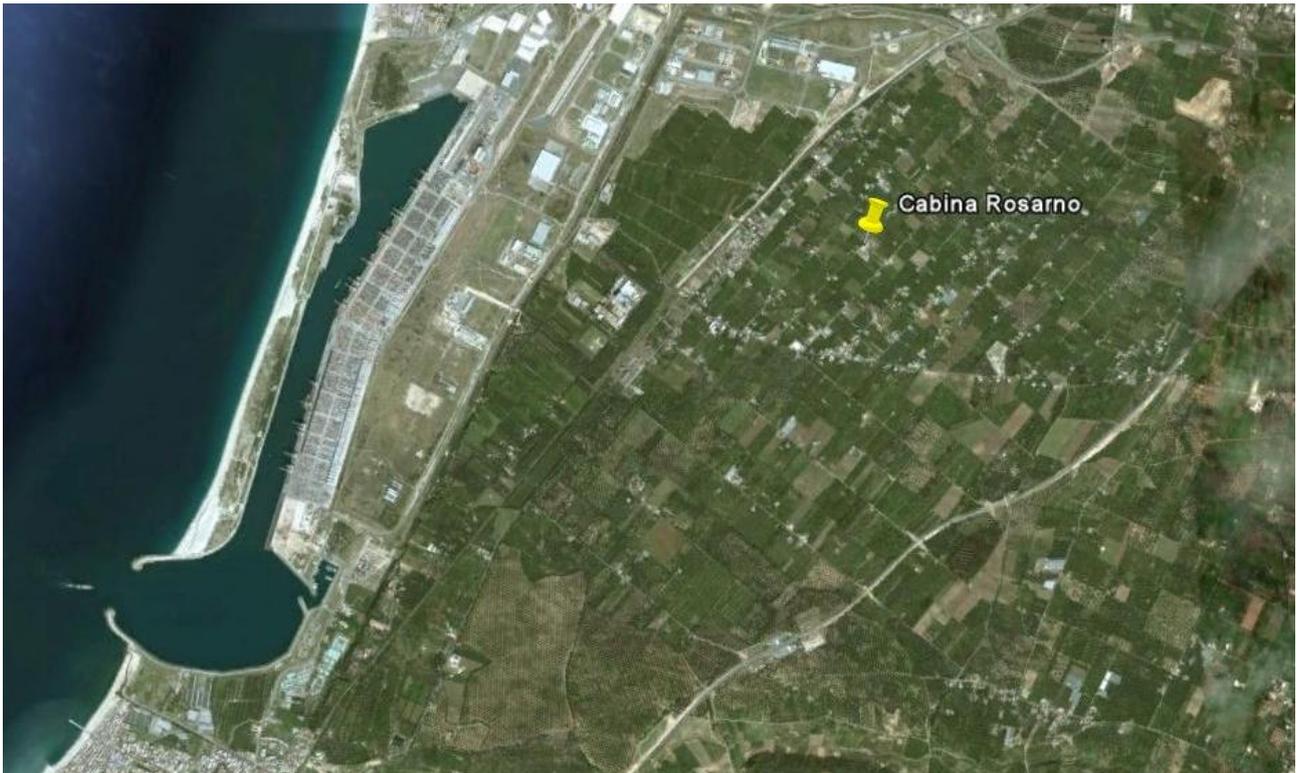


Figura 2.6.2 Posizione Cabina Rosarno

2.7 - Laboratorio Mobile

Dal Novembre 2009, il Dipartimento provinciale ARPACal di Reggio Calabria è stato dotato di un laboratorio mobile, acquistato tramite fondi P.O.R. Calabria 2000/2006 bando n.1, corredato della principale strumentazione necessaria per la valutazione dell'aria secondo quanto previsto dalla normativa vigente (D.Lgs. 155/2010) ovvero: frazione respirabile del particolato sospeso (PM_{10}), ossidi di azoto (NO_2 , NO , NO_x), ozono (O_3), anidride solforosa (SO_2), monossido di carbonio (CO), benzene, toluene, etilbenzene e xileni (BTEX), parametri meteo (direzione vento, velocità vento, umidità, radiazione solare globale, temperatura, pressione atmosferica, pioggia) Durante il corso del 2010 si sono effettuate campagne di monitoraggio della qualità dell'aria nei comuni che, da indagini preliminari, risultano maggiormente interessati da fattori di dispersione degli inquinanti e precisamente: Galatro, Cittanova e Rizziconi.

I report di queste campagne di monitoraggio sono stati pubblicati e, quindi, sono consultabili nel sito ufficiale dell'ARPACal (www.arpacal.it).



Figura 2.7.1 Laboratorio Mobile

2.8 - I principali inquinanti monitorati

In questo paragrafo verranno descritti gli effetti sull'ambiente e sulla salute pubblica dei principali inquinanti monitorati dalle cabine della qualità dell'aria in dotazione al Dipartimento provinciale ARPACal di Reggio Calabria.

In Tabella 2.8.1 è riportata la dotazione strumentale di ciascuna cabina o laboratorio mobile presente sul territorio provinciale.

Tabella 2.8.1 Analizzatori presenti nelle cabine QA della rete provinciale di Reggio Calabria

Parametro	Locri	Laboratorio Mobile	Polistena	Laureana di Borrello	Gioia Tauro	Rosarno
NO ₂ NO _x NO	<input checked="" type="checkbox"/>					
O ₃	<input checked="" type="checkbox"/>					
CO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	--	--	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SO ₂	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	--	--	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
BTEX	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	--	--	--	--
HCT, HCNM e CH ₄	--	--	--	--	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
PM ₁₀	<input checked="" type="checkbox"/>					
PM _{2,5}	<input checked="" type="checkbox"/>	--	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	--	--
Direzione e Velocità Vento	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	--	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Pressione atmosferica	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	--	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Radiazione solare	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	--	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Temperatura	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	--	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Precipitazioni	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	--	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Umidità relativa	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	--	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

2.8.1 - Biossido di azoto (NO₂)

Le emissioni naturali di NO₂ possono essere generate da fulmini, incendi, emissioni vulcaniche e dal suolo per cui gli ossidi di azoto (monossido e biossido di azoto) sono gas presenti, come fondo naturale, anche in aree disabitate. Le emissioni antropogeniche sono invece principalmente derivate da processi di combustione (veicoli, centrali termiche, riscaldamento domestico e attività industriale) le cui alte temperature e pressioni favoriscono la reazione tra l'ossigeno e l'azoto con formazione degli ossidi di azoto.

Nelle aree urbane ad elevato traffico la fonte principale è costituita dai motori diesel, l'elevata temperatura che si origina durante lo scoppio nella camera di combustione provoca la reazione tra l'azoto naturalmente presente nell'aria e l'ossigeno, formando monossido di azoto. La quantità prodotta è tanto maggiore quanto più elevata è la temperatura di combustione e tanto

più veloce è il successivo raffreddamento dei gas prodotti, che impedisce la decomposizione in azoto ed ossigeno. In una atmosfera urbana, in condizioni di traffico elevato e rilevante soleggiamento, si assiste ad un ciclo giornaliero di formazione di inquinanti secondari: il monossido di azoto viene ossidato tramite reazioni fotochimiche a biossido di azoto con formazione di una miscela NO - NO₂ che raggiunge il picco di concentrazione nelle zone e nelle ore di traffico più intenso.

Il Biossido d'azoto, che presenta una tossicità di circa 4 volte superiore al monossido, è un gas fortemente reattivo, ritenuto tra gli inquinanti atmosferici più pericolosi in quanto irritante per propria natura. Esplica questa azione a livello delle mucose delle vie respiratorie, sia a livello nasale che bronchiale ed è inoltre precursore, in presenza di forte irraggiamento solare, di una serie di reazioni secondarie che determinano la formazione di tutta quella serie di sostanze inquinanti note con il termine di "smog fotochimico". Essendo in generale questi composti particolarmente reattivi con gli Idrocarburi Policiclici Aromatici, possono formarsi dei composti la cui tossicità risulta fortemente amplificata. Infatti, in atmosfera in periodi di intensa attività ossidativa dalla reazione tra biossido di azoto e radicale perossiacetile, derivante a sua volta dall'ossidazione fotochimica di idrocarburi, aldeidi e chetoni, ovvero a partire da specie che a loro volta sono inquinanti secondari, si vengono a formare il così detto PAN (perossiacetilnitrate) che è un nitrocomposto organico responsabile di molte infezioni respiratorie.

Relativamente agli aspetti ambientali, gli ossidi di azoto intervengono nella formazione di piogge acide con conseguenti danni alla vegetazione a seguito di un impoverimento dei terreni di ioni calcio, magnesio, sodio e potassio e contemporanea liberazione di ioni metallici tossici per le piante, mentre per quanto riguarda le problematiche igienico-sanitarie, le conseguenze più frequenti sono riconducibili ad irritazioni e patologie a carico dell'apparato respiratorio, in particolare nei soggetti asmatici, con diminuzioni delle difese polmonari e conseguente insorgenza di bronchiti, allergie ecc. Particolarmente sensibile all'azione tossica di questo composto risulta essere l'epitelio ciliato dell'apparato respiratorio che perdendo le sue ciglia vibratili che rivestono le piccole vie aeree riduce sensibilmente la difesa meccanica nei confronti di particelle e microrganismi estranei.

2.8.2 - Ozono (O₃)

L'ozono è un gas altamente tossico dotato di odore pungente caratteristico. Esso è naturalmente presente in una fascia della stratosfera, compresa tra i 20 e 30 Km di altezza denominata per l'appunto ozonosfera e la sua concentrazione viene mantenuta sostanzialmente costante mediante un equilibrio chimico tra le reazioni di formazione e quelle di fotolisi che avviene per assorbimento della radiazione solare. Grazie a questo fenomeno l'ozono è in grado di proteggere la terra da più del 90% delle radiazioni UV-B e UV-C dannose per la vita sul nostro pianeta.

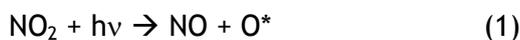
A prescindere da questi effetti protettivi, a livello del suolo viene definito come un inquinante gassoso secondario che si forma nell'atmosfera di aree antropizzate attraverso reazioni fotochimiche a partire da precursori come ossido di azoto, piccole molecole organiche (idrocarburi, composti organici volatili) in presenza di radiazione solare.

L'ozono, energico ossidante, reagisce chimicamente con una grande quantità di sostanze presenti nell'aria e nel suolo e probabilmente rappresenta, assieme al materiale particolato, uno dei più importanti inquinanti con una tossicità valutata dalle 10 alle 15 volte superiore a quella del biossido di azoto.

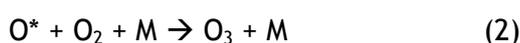
Assorbito per via inalatoria, penetra nell'apparato respiratorio dove è in grado di danneggiare le proteine strutturali e di causare danno e morte delle cellule. A seguito di ciò si determina una diminuzione transitoria della funzione polmonare ed infiammazione delle vie aeree profonde: numerosi studi epidemiologici associano l'esposizione ad ozono ad un incremento del numero di ricoveri ospedalieri per disturbi respiratori, asma inclusa.

In aggiunta a quanto descritto, dal punto di vista ambientale l'ozono è un inquinante secondario, che non ha sorgenti emissive dirette di rilievo. La sua formazione avviene in seguito a reazioni chimiche in atmosfera tra i suoi precursori (soprattutto ossidi di azoto e composti organici volatili), favorite dalle alte temperature e dal forte irraggiamento solare. Tali reazioni causano la formazione di un insieme di diversi composti, tra i quali, oltre all'ozono, nitrati e solfati (costituenti del particolato fine), perossiacetilnitrato (PAN), acido nitrico e altro ancora, che nell'insieme costituiscono il tipico inquinamento estivo detto smog fotochimico.

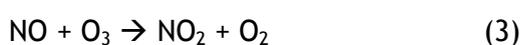
A differenza degli inquinanti primari, le cui concentrazioni dipendono direttamente dalle quantità dello stesso inquinante emesse dalle sorgenti presenti nell'area, la formazione di ozono risulta quindi più complessa. La chimica dell'ozono ha come punto di partenza la presenza di ossidi di azoto, che vengono emessi in grandi quantità nelle aree urbane. Sotto l'effetto della radiazione solare (rappresentata di seguito con $h\nu$), la formazione di ozono avviene in conseguenza della fotolisi del biossido di azoto:



L'ossigeno atomico radicalico, O^* , reagisce rapidamente con l'ossigeno molecolare dell'aria, in presenza di una terza molecola (M) che non entra nella reazione vera e propria ma assorbe l'eccesso di energia vibrazionale e pertanto stabilizza la molecola di ozono che si è formata:



Una volta generato, l'ozono reagisce con l' NO , e rigenera NO_2 :



Le tre reazioni descritte formano un ciclo chiuso che, da solo, non sarebbe sufficiente a causare gli alti livelli di ozono che possono essere misurati in condizioni favorevoli alla formazione di smog fotochimico. La presenza di altri inquinanti, quali ad esempio gli idrocarburi, fornisce una diversa via di ossidazione del monossido di azoto, che provoca una produzione di NO_2 senza

consumare ozono, di fatto spostando l'equilibrio del ciclo visto sopra e consentendo l'accumulo dell'O₃.

Le concentrazioni di ozono raggiungono i valori più elevati nelle ore pomeridiane delle giornate estive soleggiate. Inoltre, dato che l'ozono si forma durante il trasporto delle masse d'aria contenenti i suoi precursori, emessi soprattutto nelle aree urbane, la concentrazioni più alte si osservano soprattutto nelle zone extraurbane sottovento rispetto ai centri urbani principali. Nelle città, inoltre, la presenza di NO tende a far calare le concentrazioni di ozono, soprattutto in vicinanza di strade con alti volumi di traffico.

Essendo fortemente ossidante, l'ozono può attaccare tutte le classi delle sostanze biologiche con cui entra in contatto.

2.8.3 - Ossido di carbonio (CO)

Il monossido di carbonio (CO), noto anche con il termine di ossido di carbonio, è uno degli inquinanti atmosferici più diffusi. E' un gas tossico, incolore, inodore e insapore che viene prodotto ogni volta che una sostanza contenente carbonio brucia in maniera incompleta. E' più leggero dell'aria e diffonde rapidamente negli ambienti. Come l'anidride carbonica (CO₂) deriva dall'ossidazione del carbonio in presenza di ossigeno. La sua presenza è quindi legata ai processi di combustione che utilizzano combustibili organici. In ambito urbano la sorgente principale è rappresentata dal traffico veicolare per cui le concentrazioni più elevate si riscontrano nelle ore di punta del traffico. Il principale apporto di questo gas (fino al 90% della produzione complessiva) è determinato dagli scarichi dei veicoli a benzina in condizioni tipiche di traffico urbano rallentato (motore al minimo, fasi di decelerazione, ecc.): per questi motivi viene riconosciuto come tracciante di inquinamento veicolare.

Tra i motori degli autoveicoli, quelli a ciclo Diesel ne emettono quantità minime, in quanto la combustione del gasolio avviene in eccesso di aria. Ulteriore contributo è dovuto all'emissioni delle centrali termoelettriche, degli impianti di riscaldamento domestico e degli inceneritori di rifiuti. Altre sorgenti significative di CO sono le raffinerie di petrolio, gli impianti siderurgici e, più in generale, tutte le operazioni di saldatura. E' infine presente in concentrazioni significative nel fumo di sigaretta ed è un pericoloso inquinante prodotto nel corso di incendi. E' definito un inquinante primario a causa della sua lunga permanenza in atmosfera che può raggiungere i quattro - sei mesi e proprio per questo motivo può essere utilizzato come tracciante dell'andamento temporale degli inquinanti primari al livello del suolo. Sono da ritenersi sostanzialmente scarsi o trascurabili gli effetti sull'ambiente, mentre relativamente agli aspetti igienico-sanitari è da rimarcare l'elevata affinità (circa 240 volte superiore a quella per l'ossigeno) che questo gas dimostra nei confronti dell'emoglobina con formazione di un

complesso estremamente stabile (carbossi-emoglobina). Considerando che l'emoglobina è la molecola organica deputata nell'uomo al trasporto dell'ossigeno ai vari organi e tessuti, in presenza di elevate concentrazioni di CO, è proprio questa associazione che determina gli effetti tossici in particolare per alcune fasce di popolazioni quali neonati, cardiopatici, asmatici e più in generale le persone anziane nei confronti dei quali possano registrarsi alterazioni delle funzioni polmonari, cardiache e nervose, effetti questi conseguenti ad una verosimile azione tossica del composto sugli enzimi cellulari che inibiscono, per questa via, la respirazione.

Cefalea e vertigini sono generalmente riconosciuti come i primi sintomi di avvelenamento da tale composto chimico: ulteriori e successivi effetti fisiopatologici sono le alterazioni psicomotorie con diminuzione della vigilanza, dell'acuità visiva, della capacità di apprendimento e dell'esecuzione di test manuali.

2.8.4 - Biossido di zolfo (SO₂)

È un gas incolore, di odore pungente. Si forma per ossidazione dello zolfo nel corso dei processi di combustione di materiali che contengono questo elemento come impurità. Le principali emissioni di biossido di zolfo sono di origine antropica e derivano da impianti fissi di combustione che utilizzano combustibili di tipo fossile (gasolio, olio combustibile, cherosene, carbone), da processi metallurgici, produzione di acido solforico, lavorazione di molte materie plastiche, industrie della carta, fonderie, desolfurazione di gas naturali ed incenerimento di rifiuti in condizioni non controllate, mentre pressoché trascurabile l'apporto da traffico veicolare (circa il 2% sul totale) dal momento che i carburanti in uso sono raffinati e a basso tenore di zolfo.

Ritenuto fino a pochi anni fa uno dei principali inquinanti atmosferici, anche perché uno dei primi composti a manifestare effetti sull'uomo e sull'ambiente, ultimamente la sua significatività è venuta sensibilmente a ridursi grazie agli interventi di metanizzazione che hanno interessato sia impianti di riscaldamento domestico che processi di combustione industriale.

L'anidride solforosa, gas molto irritante per la gola, gli occhi e le vie respiratorie pur non presentando una propria tossicologia, è fattore predisponente all'acuirsi di malattie croniche nei soggetti più esposti quali anziani, in particolare asmatici, e bambini. In ragione della sua alta idrosolubilità, l'85% della SO₂ viene trattenuta dal tratto rinofaringeo e solo in minime percentuali raggiunge zone più distali quali bronchioli ed alveoli.

Episodi di inquinamento atmosferico con aumento delle concentrazioni di biossido di zolfo sono risultati associati in studi epidemiologici con l'incremento sia dei ricoveri ospedalieri per patologie respiratorie sia con l'aumento della mortalità generale.

2.8.5 - Benzene (C₆H₆)

Il benzene è un idrocarburo che si presenta come un liquido volatile, in grado cioè di evaporare rapidamente a temperatura ambiente, incolore e facilmente infiammabile. E' il capostipite di una famiglia di composti organici definiti aromatici per l'odore caratteristico ed è un componente naturale del petrolio (1 - 5% in volume) e dei suoi derivati di raffinazione. In atmosfera la sorgente più rilevante di benzene (oltre l'80%) è rappresentata dal traffico veicolare, principalmente dai gas di scarico dei veicoli alimentati a benzina dal momento che viene utilizzato (miscelato ad altri idrocarburi quali toluene, xilene ecc.) come antidetonante in questo tipo di carburante. In parte proviene anche dalle emissioni che si verificano nei cicli di raffinazione, stoccaggio e distribuzione delle benzine; a tal proposito va segnalato che durante il rifornimento di carburante dei veicoli si liberano nell'aria quantità significative della sostanza con esposizione a rischio del personale addetto ai distributori.

Il prodotto è presente nelle benzine di produzione nazionale fino ad un tenore massimo dell'1% in volume (Legge 413/97), ma va considerato che in parte si forma anche durante la combustione, a partire precedentemente da altri idrocarburi aromatici. E' una molecola stabile e relativamente inerte e non ha un ruolo significativo nei processi di inquinamento secondario. Tra i vari elementi presenti in atmosfera, questo idrocarburo rappresenta probabilmente uno di quelli a più elevato rischio sanitario.

Esso viene infatti classificato come cancerogeno di categoria 1, R45 dalla C.E., nel Gruppo 1 (sostanze per le quali esiste una accertata evidenza in relazione all'induzione di tumori nell'uomo) dalla International Agency for Research on Cancer (I.A.R.C) che lo definisce probabile ed importante causa nell'uomo di leucemia mielogena acuta e forse anche di leucemia di altro tipo ed anche l'Associazione Americana degli Igienisti Industriali lo riconosce cancerogeno accertato per l'uomo.

L'Organizzazione Mondiale della Sanità e U.S. Environmental Protection Agency hanno rispettivamente stimato in 4 e 10 casi aggiuntivi di leucemia per milione di persone, il rischio massimo aggiuntivo derivante dall'esposizione, protratta per tutta la vita, a concentrazioni di benzene pari a 1µg/ m³.

Da un punto di vista igienico-sanitario va inoltre segnalato il significativo contributo derivante dal fumo di sigaretta. Chi fuma 20 sigarette/die inala una quantità giornaliera di benzene pari a circa 5 volte quella assorbita con l'aria ambiente mentre il ruolo derivante dal fumo passivo può ragionevolmente determinare un incremento di assunzione pari fino a circa due volte e mezzo.

2.8.6 - Idrocarburi totali, idrocarburi non metanici ed idrocarburi metanici (HCT, HCNM e CH₄)

Con la dizione "idrocarburi non metanici" si intende indicare tutti quegli idrocarburi presenti nell'aria ad esclusione del metano. Infatti il metano, oltre a non essere tossico, è normalmente presente nell'aria e quindi non viene classificato come inquinante. Esistono decine di migliaia di composti organici noti ed usati dall'industria che possiamo ritrovare nell'aria sotto forma di composti organici volatili (COV). Molti di questi sono tossici e/o cancerogeni. Non è chiaramente possibile descrivere sommariamente questa classe di composti, però generalmente fra gli idrocarburi non metanici troviamo le benzine e i solventi usati nell'industria. Nell'aria è presente un fondo naturale di idrocarburi costituiti principalmente da metano. Il fondo naturale del metano è 1-1.5 ppm (650-1000 mg/m³) mentre il fondo naturale degli idrocarburi non metanici (HCNM) è meno di 0.1 ppm (circa 150 mg/m³ per idrocarburi gassosi). Gli effetti sulla salute dipendono dalla natura degli idrocarburi presenti. Gli idrocarburi alcani presenti nelle benzine sono poco o per niente tossici. Sono tossici e/o cancerogeni buona parte degli idrocarburi aromatici. Lo stesso dicasi per i composti organo-clorurati usati come pesticidi o come base dei polimeri industriali. Gli idrocarburi hanno una spiccata tendenza a reagire, in presenza di luce, con gli ossidi di azoto e con l'ozono formando lo smog fotochimico. Le recenti normative non prevedono limiti di legge per questa classe generale di idrocarburi, tuttavia, vengono generalmente richiesti per le zone industriali dove vengono monitorati come indicatori delle attività industriali.

2.8.7 - Polveri (PM₁₀ PM_{2.5})

L'interesse suscitato dalle polveri atmosferiche, sia dal punto di vista ambientale che igienico-sanitario deriva, storicamente, dallo studio di fenomeni acuti di smog (Londra nel 1952), nel corso dei quali le polveri, in combinazione con il biossido di zolfo, avevano determinato il verificarsi di pesanti effetti sanitari.

Già dalla pubblicazione dei risultati di MISA-2, un grande studio pianificato di metanalisi sugli effetti a breve termine degli inquinanti atmosferici rilevati nel periodo 1996-2002 in 15 città italiane era emerso il ruolo statisticamente significativo degli inquinanti atmosferici, ed in particolare delle polveri fini, sull'insorgenza di patologie cardiovascolari e respiratorie.

Le polveri atmosferiche vengono comunemente definite con la sigla P.T.S. (Particellato Totale Sospeso) che comprende un insieme eterogeneo di particelle solide volatili (organiche ed inorganiche) e di goccioline liquide sospese nell'aria con dimensioni comprese tra 0.005 e 100 micron e che possono presentare caratteristiche e composizioni chimiche variabili e correlate alla fonte di provenienza.

La loro presenza nell'ambiente è legata a fonti naturali (eruzioni vulcaniche, polverosità terrestre, polveri desertiche, pollini ecc.) o può derivare da diverse attività antropiche quali emissioni da centrali termiche, da inceneritori, da processi industriali in genere, da traffico e svariate altre.

Il possibile danno per l'organismo umano può derivare sia dalla tipologia propria della particella di per sé tossica oppure, più frequentemente, a seguito di sostanze su di esse depositatesi: in altre parole il particolato sospeso risulta, di fatto, il tramite che consente la penetrazione, nell'apparato respiratorio dell'uomo, di sostanze potenzialmente nocive.

Mentre le particelle con diametro maggiore di 10 micron vanno incontro a naturali fenomeni di sedimentazione e comunque sono trattenute dalle vie aeree superiori, quelle di diametro inferiore o uguale a 10 micron (note come frazione PM_{10} che comprende anche un sottogruppo, pari al 60%, di polveri più sottili denominate $PM_{2.5}$ e PM_1 aventi rispettivamente diametri uguali od inferiori a 2.5 ed 1 micron), rappresentano la frazione respirabile delle polveri e conseguentemente quella più pericolosa per la salute dell'uomo, in quanto possono determinare l'immissione all'interno del nostro organismo, fino a livello degli alveoli polmonari, di tutte le sostanze da esse veicolate.

In sintesi quanto minori sono le dimensioni delle particelle, tanto maggiore è la loro capacità di penetrare nei polmoni e di produrre effetti dannosi sulla salute umana. Le polveri PM_{10} , una volta emesse, possono rimanere in sospensione nell'aria per circa 12 ore; di queste la frazione di diametro pari a 1 micron (PM_1), può rimanere in circolazione per circa 1 mese.

Le fonti urbane di emissione di polveri PM_{10} , sono principalmente i trasporti su gomma e gli impianti civili di riscaldamento.

Tutti i mezzi di trasporto emettono polveri fini: in ogni caso i veicoli diesel, sia leggeri che pesanti, emettono quantitativi di polveri, per chilometro percorso, maggiori rispetto ai veicoli a benzina, riconosciuti comunque responsabili della produzione di piccole quantità di questo inquinante. Emissioni sono attribuibili anche alla erosione del manto stradale, all'usura di freni e pneumatici ed al risollevarsi di polvere presente sulla carreggiata.

Relativamente agli impianti di riscaldamento, possono emettere polveri in particolare quelli alimentati a gasolio, olio combustibile, carbone, legno o biomassa mentre sono da ritenersi trascurabili le emissioni di impianti alimentati a metano.

2.9 - I parametri meteo climatici

2.9.1 - Direzione e Velocità del Vento

Il vento è il moto quasi orizzontale che l'aria compie rispetto alla superficie terrestre. E' generato dalla differenza di pressione atmosferica tra zone diverse della terra. Tra i parametri meteorologici osservati è uno dei più significativi.

La direzione del vento è intesa come la direzione di provenienza del flusso dell'aria e può essere indicata mediante la rosa dei venti, in cui ogni quadrante, determinato dai punti cardinali è diviso in quattro parti uguali e si esprime in gradi nord ($^{\circ}$ N). La velocità del vento, ovvero la velocità di spostamento della massa d'aria, si misura in metri al secondo (m/s).

2.9.2 - Pressione Atmosferica

La pressione atmosferica è una misura che mette in relazione l'altitudine relativa al punto di misura rispetto al livello del mare. Le osservazioni riguardanti la sua variazione temporale per uno stesso punto di misura sono la base delle previsioni sull'evoluzione dei fenomeni meteorologici direttamente collegati all'evoluzione della dispersione degli inquinanti.

L'unità di misura è espressa in millibar (mBar).

2.9.3 - Radiazione solare

La radiazione solare è uno dei parametri più significativi per la determinazione del grado di instabilità atmosferica. Il mescolamento degli inquinanti infatti viene a essere accelerato dalla turbolenza convettiva generata dall'intensità della radiazione globale.

La radiazione solare, inoltre, ha effetto catalitico su molti di quei fenomeni fotochimici che originano in atmosfera gli inquinanti secondari. Nei periodi di maggiore insolazione si registrano, infatti, le concentrazioni maggiori di ozono troposferico e i valori maggiori di rapporto tra biossido e monossido di azoto.

L'unità di misura in cui si esprime la radiazione globale solare è il watt al metro quadrato (W/m^2).

2.9.4 - La Temperatura

La temperatura influenza la concentrazione degli inquinanti in atmosfera. Essa varia in base alle zone e alla stagione variando così anche la composizione degli inquinanti in atmosfera.

La temperatura si esprime in gradi centigradi (°C).

2.9.5 - Precipitazioni

Le precipitazioni sono costituite dalla pioggia caduta in un determinato lasso di tempo in una data zona. Ha un'importanza fondamentale nello studio della dispersione degli inquinanti in quanto contribuisce a diminuire la concentrazione degli inquinanti in aria.

Vengono misurate mediante un pluviometro che registra la quantità di pioggia caduta in un determinato periodo di tempo espressa in millimetri (mm).

2.9.6 - Umidità Relativa

L'umidità relativa esprime il rapporto tra la quantità di vapore d'acqua contenuto in una data massa d'aria e la massima quantità di vapore d'acqua che la stessa massa d'aria può contenere, ovvero in condizioni di saturazione. Questa misura è adimensionale ma si esprime come percentuale (%). Il valore massimo, ovvero il 100%, indica che la massa la massa d'aria contiene la massima quantità di vapore d'acqua contenibile in quelle condizioni senza che si condensi.

3 - LE CONDIZIONI METEO CLIMATICHE: RISULTATI

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 m s.l.m. di Montalto) che costituisce l'ultima propaggine del 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 di tipo subtropicale della locride, il clima tipicamente mediterraneo nella Piana di Gioia Tauro e il clima quasi appenninico dell'Aspromonte.

Il clima subtropicale del versante ionico è caratterizzato da estati calde e secche ed inverni non molto freddi ma spesso piovosi.

Il clima di tipo mediterraneo della Piana di Gioia Tauro è caratterizzato da estati calde ed asciutte, inverni piovosi ma miti con temperature che raramente si avvicinano allo zero, primavere piovose con giornate calde e autunni caratterizzati 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.

3.1 - Il clima nel 2010

In questo elaborato vengono riportate le osservazioni climatiche registrate nell'anno 2010 relative alle cabine gestite dal Servizio Aria del Dipartimento Provinciale di Reggio Calabria.

Nella Tabella 3.3.1 vengono riportati l'andamento medio mensile dei principali parametri meteo climatici misurati nelle stazioni gestite dal Servizio.

Nelle Figure 3.3.1-3.3.6 sono riportati i confronti fra i trend mensili rilevati nel 2010 dalle cabine di Polistena, Locri, Gioia Tauro e Rosarno dei seguenti parametri:

- trend mensile delle precipitazioni (Figura 3.3.1);
- temperatura media mensile (Figura 3.3.2);
- radiazione globale mensile (Figura 3.3.3);
- umidità relativa mensile (Figura 3.3.4);
- velocità del vento media mensile (Figura 3.3.5);
- pressione media mensile (Figura 3.3.6);

Nella periodo tra aprile e agosto si sono registrati sporadici eventi di precipitazioni su tutto il territorio provinciale mentre il mese più piovoso è stato ottobre con una media mensile registrata all'incirca di 0,4 mm H₂O per tutte le cabine.

Le temperature più elevate si sono registrate nei mesi estivi da giugno a settembre con un picco di temperatura media mensile nei mesi di luglio e agosto mentre il mese più freddo è risultato essere, per tutte le cabine, gennaio.

Si può, inoltre, osservare come le temperature medie mensili delle cabine posizionate in zone costiere (Locri e Gioia Tauro) hanno registrato valori superiori di circa 1,5°C rispetto alle cabine posizionate in zone interne (Polistena e Rosarno).

La radiazione solare ha il tipico andamento annuale, con il valore più elevato nel mese di luglio ed i valori sono simili per tutte le cabine eccetto che per quella di Gioia Tauro che ha registrato valori leggermente inferiori.

L'umidità relativa risulta maggiore nel periodo invernale e dal confronto con i valori registrati nell'intero anno si evidenzia la maggiore umidità della Piana di Gioia Tauro rispetto alla locride, ciò risulta particolarmente evidente nel periodo giugno-agosto.

La velocità media del vento per tutte le cabine evidenzia valori maggiori nel periodo invernale rispetto al periodo estivo e per le cabine di Polistena e Rosarno si riscontrano valori medi mensili superiori rispetto ai corrispondenti valori registrati a Locri e Gioia Tauro, evidenziando così il diverso clima tra zone costiere e zone interne.

La pressione atmosferica è in accordo con la locazione delle cabine in osservazione, facendo risaltare un valore minore per la cabina di Polistena, posizionata a ridosso della fascia pedemontana, rispetto alle altre cabine posizionate a livello del mare.

Tabella 3.3.1 Valori medi mensili relativi all'anno 2010.

Mesi	Precip. (mm H ₂ O)				Pressione (mBar)			
	Polistena	Locri	Gioia Tauro	Rosarno	Polistena	Locri	Gioia Tauro	Rosarno
gennaio-10	0,23	0,23	0,16	0,14	980,9	1009,9	1012,0	1006,9
febbraio-10	0,33	0,25	0,23	0,22	977,6	1006,4	1008,6	1003,5
marzo-10	0,14	0,17	0,10	0,10	984,7	1014,8	1017,3	1012,1
aprile-10	0,06	0,04	0,04	0,07	984,1	1013,8	1016,3	1011,1
maggio-10	0,06	0,02	0,07	0,04	982,4	1010,3	1013,0	1007,4
giugno-10	0,03	0,01	0,01	0,03	983,4	1010,3	1013,5	1008,2
luglio-10	0,06	0,00	0,02	0,03	984,1	1010,7	1014,1	1008,8
agosto-10	0,00	0,00	0,00	0,02	983,9	1009,3	1013,5	1008,5
settembre-10	0,18	-	0,34	0,22	983,6	-	1013,6	1008,5
ottobre-10	0,42	0,48	0,40	0,42	980,8	1011,0	1012,4	1007,6
novembre-10	0,33	0,12	0,14	0,29	980,9	1009,2	1011,8	1006,8
dicembre-10	0,19	0,17	0,14	0,14	981,4	1010,4	1013,2	1007,5
Mesi	Umidità relativa (%)				Temperatura (°C)			
	Polistena	Locri	Gioia Tauro	Rosarno	Polistena	Locri	Gioia Tauro	Rosarno
gennaio-10	77,5	70,9	70,8	72,2	10,1	11,4	13,2	11,1
febbraio-10	78,4	69,7	72,3	74,4	10,8	12,2	13,6	11,7
marzo-10	73,9	69,5	71,4	72,6	12,0	13,0	14,4	12,5
aprile-10	73,5	67,6	71,6	72,7	14,9	16,3	17,4	15,8
maggio-10	67,6	61,6	67,3	68,0	18,2	19,6	20,5	18,8
giugno-10	68,4	55,8	69,3	72,7	22,2	24,5	24,7	22,5
luglio-10	67,5	54,6	69,1	74,1	24,5	27,6	27,0	24,7
agosto-10	66,9	52,0	67,3	73,2	24,8	27,2	27,0	24,7
settembre-10	75,7	-	72,7	75,8	20,9	-	23,7	21,6
ottobre-10	79,9	74,6	77,3	78,9	17,9	18,6	-	18,5
novembre-10	78,9	72,9	74,8	78,6	15,4	16,9	-	15,6
dicembre-10	77,7	73,0	72,6	74,9	11,4	12,4	-	12,0
Mesi	Rad. Globale (W/m ²)				Vel. Vento (m/s)			
	Polistena	Locri	Gioia Tauro	Rosarno	Polistena	Locri	Gioia Tauro	Rosarno
gennaio-10	76,2	-	70,3	104,8	3,0	1,1	1,0	-
febbraio-10	89,5	-	95,3	129,8	2,9	1,1	1,0	-
marzo-10	163,7	147,3	152,6	199,5	2,7	1,1	0,8	1,8
aprile-10	198,9	215,8	173,8	236,9	2,3	1,1	0,4	2,1
maggio-10	251,1	275,8	187,6	275,6	2,7	1,0	0,4	2,6
giugno-10	282,6	316,7	175,6	298,5	2,3	1,1	0,3	2,3
luglio-10	309,2	326,1	186,3	308,3	2,2	0,9	0,3	2,1
agosto-10	284,9	308,7	195,2	288,5	2,1	1,2	0,4	2,1
settembre-10	188,2	-	148,3	215,6	2,1	-	0,4	1,8
ottobre-10	124,1	114,3	90,4	143,8	2,3	0,8	0,4	1,9
novembre-10	87,7	103,9	69,8	109,6	2,3	1,0	0,6	1,9
dicembre-10	75,5	67,5	65,3	100,7	2,3	0,9	1,0	2,1

Figura 3.3.1 Trend mensile delle Precipitazioni.

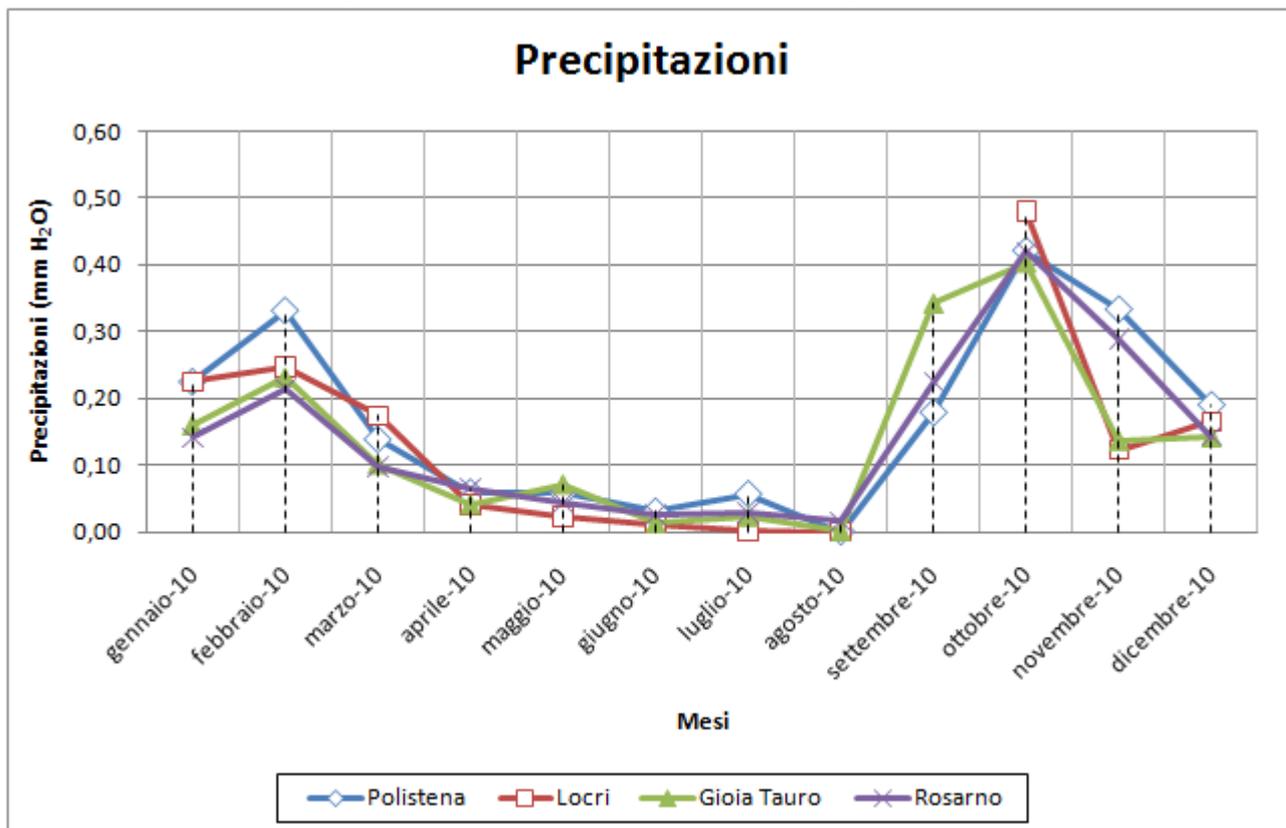


Figura 3.3.2 Trend mensile della Temperatura dell'Aria

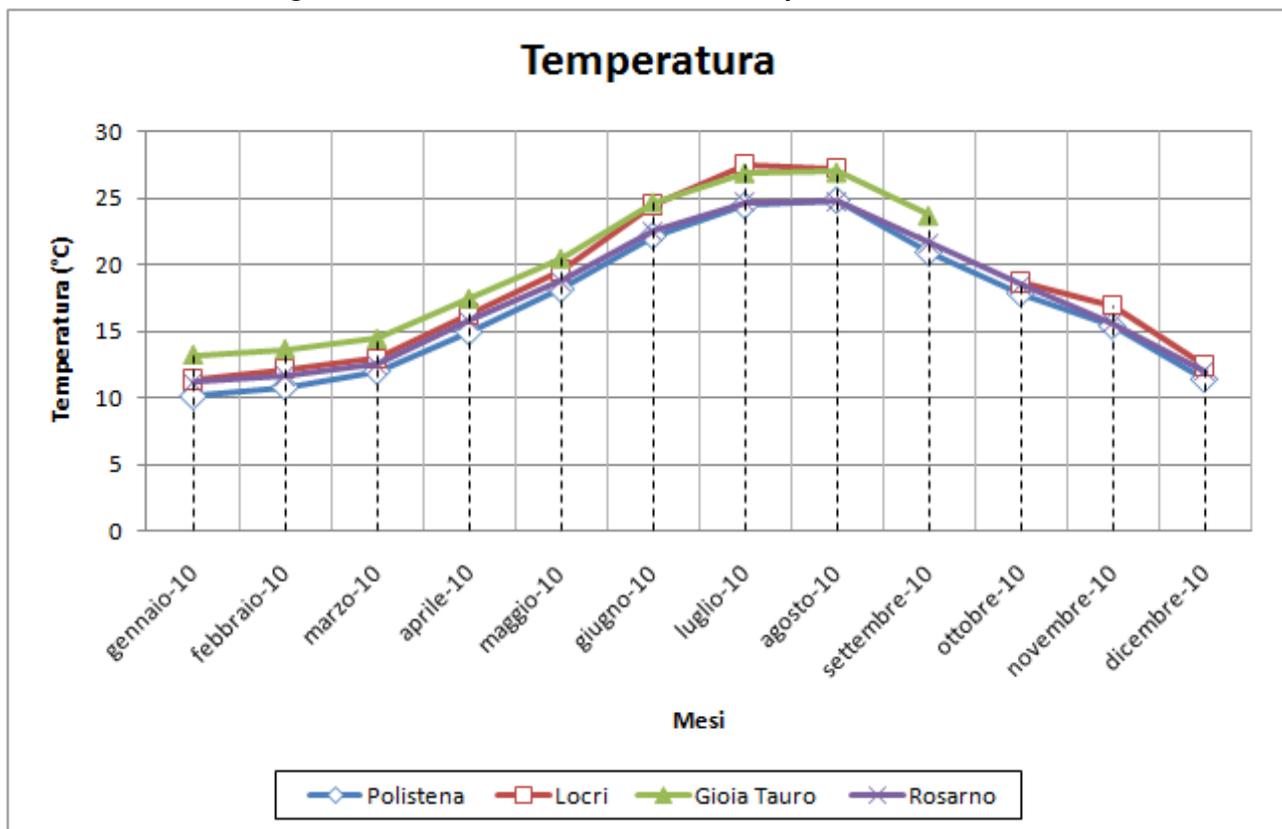


Figura 3.3.3 Trend mensile della Radiazione Globale

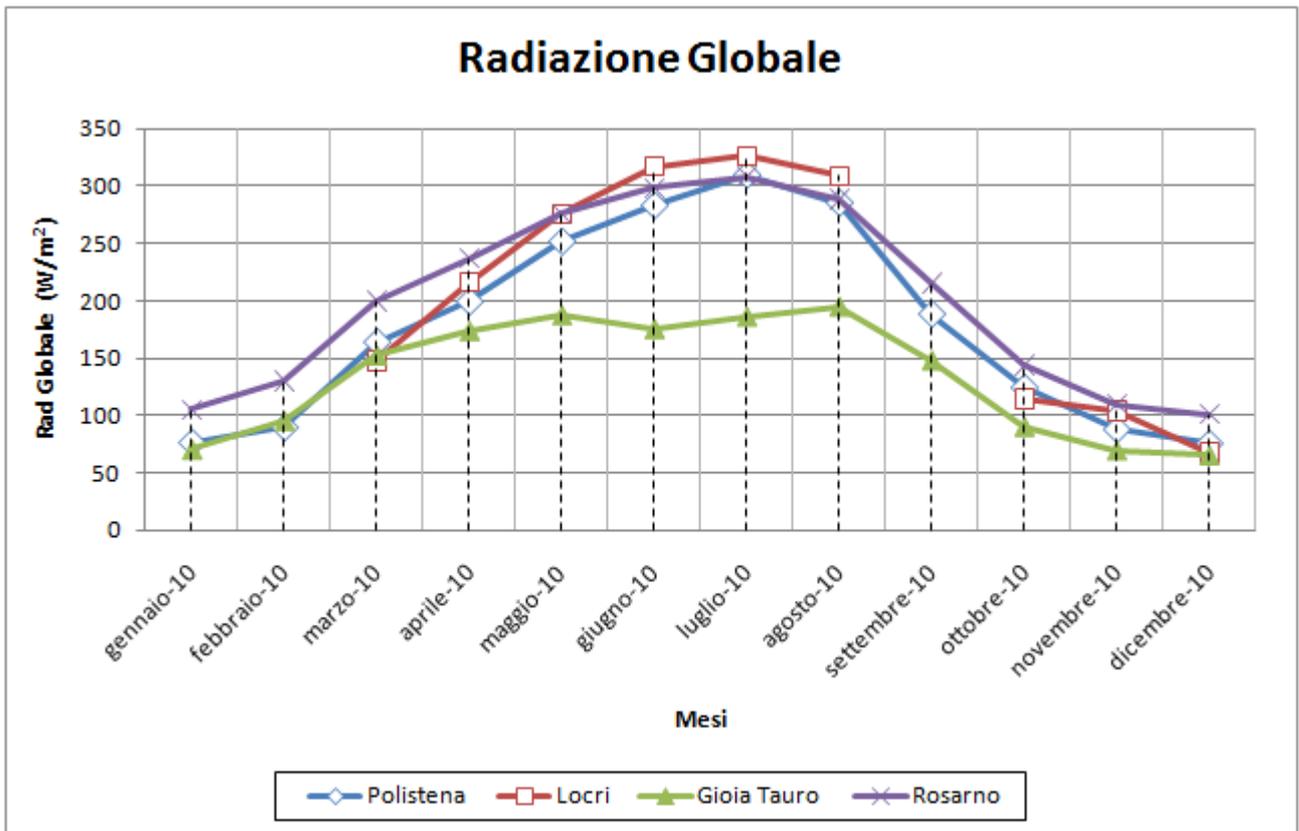


Figura 3.3.4 Trend mensile dell'Umidità Relativa

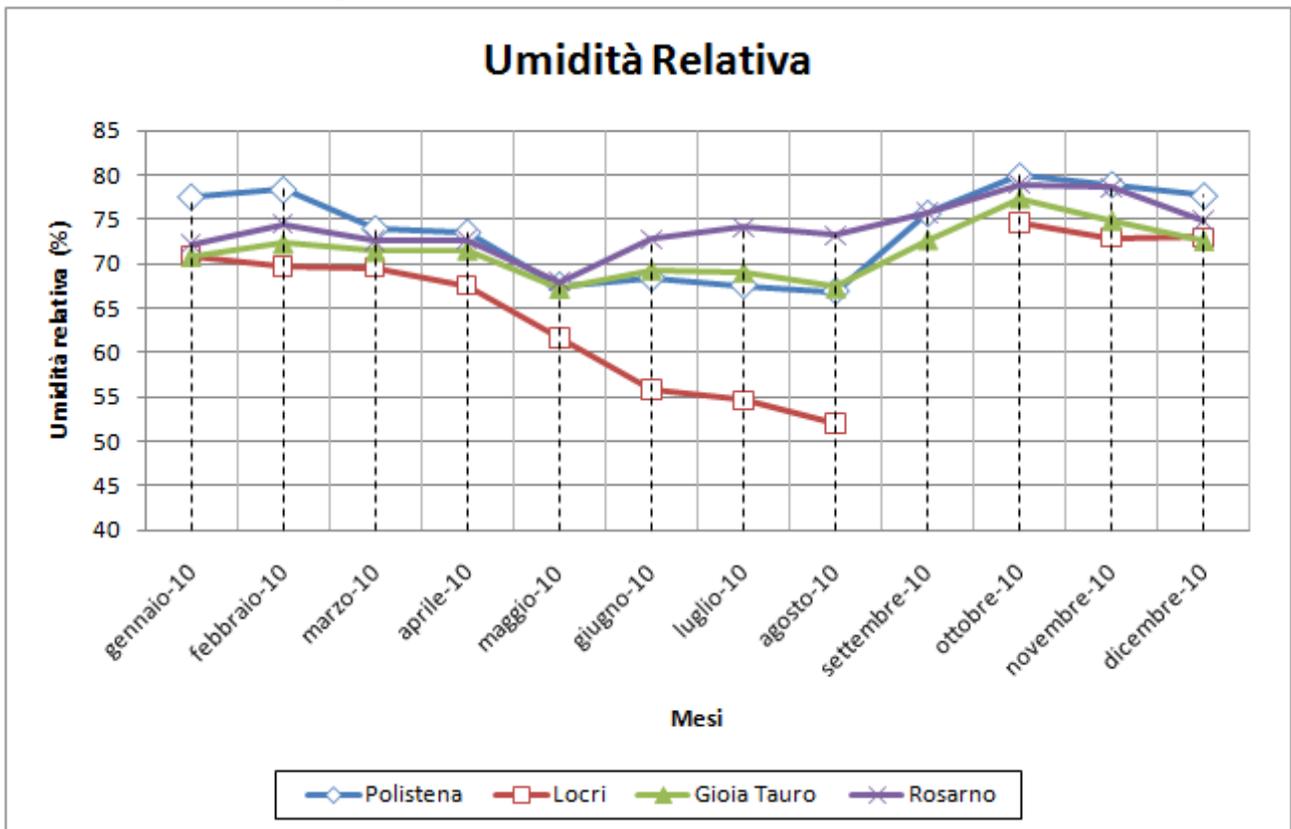


Figura 3.3.5 Trend mensile della Velocità del Vento

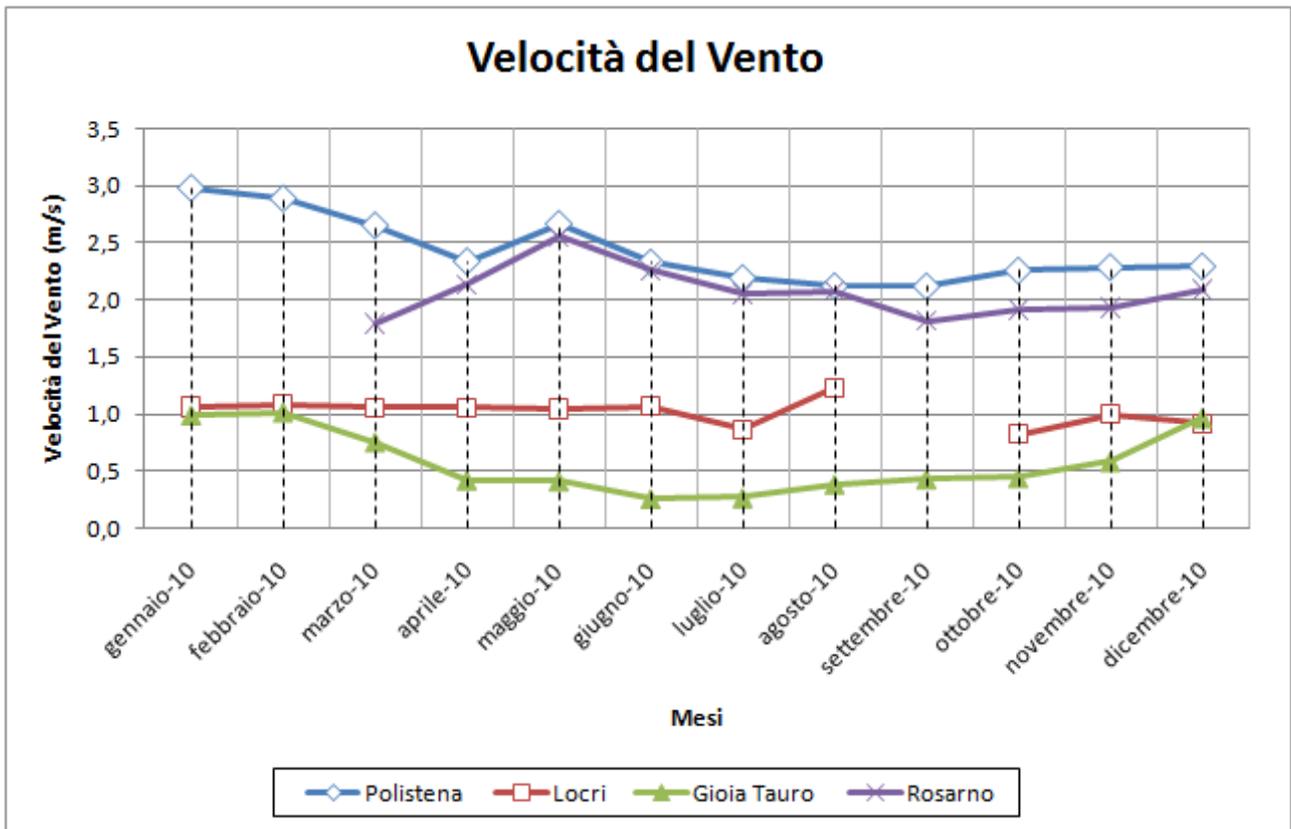
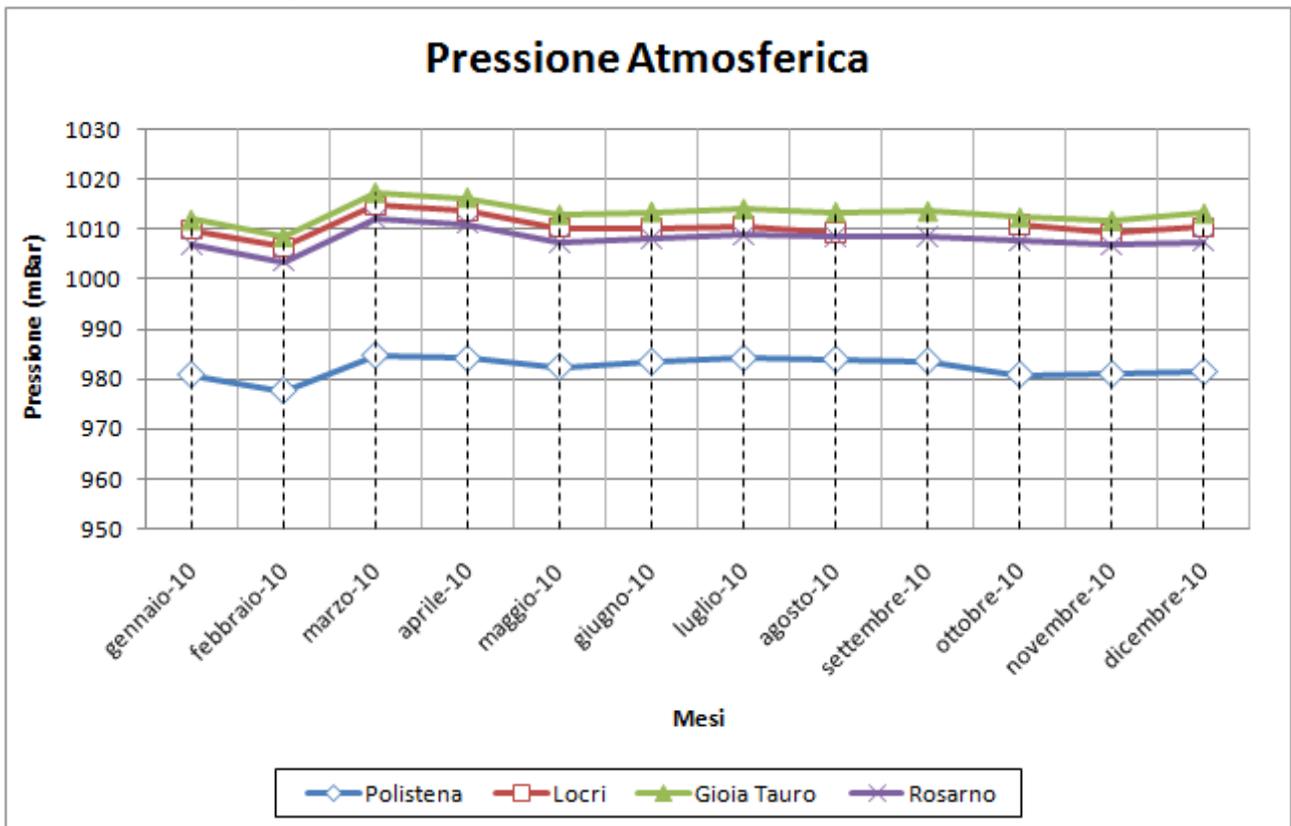


Figura 3.3.6 Trend mensile della Pressione Atmosferica



4 - LA QUALITÀ DELL'ARIA: SINTESI DEI RISULTATI

In questo paragrafo verranno presentate le informazioni di sintesi ed il confronto dei valori misurati per i diversi inquinanti monitorati nel corso dell'anno 2010 dalle cabine della Qualità dell'Aria con la normativa di settore.

4.1 - Gli Ossidi di Azoto (NO₂ e NO_x)

Il D.Lgs. 155/10, prevede per il biossido di azoto un valore limite orario pari a 200 µg/m³ da non superare più di 18 volte per anno civile ed un valore limite annuale fissato a 40 µg/m³.

Nella Tabella 4.1.1 si confrontano i livelli misurati con i valori di riferimento.

Tabella 4.1.1 Informazioni di sintesi e confronto dei valori misurati con la normativa per NO₂ e NO_x

Stazione	NO ₂			NO _x
	protezione salute umana			Protezione ecosistemi
	n° sup soglia di allarme > 400 µg/m ³ [misurate su tre ore consecutive]	n° sup media oraria > 200 µg/m ³ [limite: non più di 18 volte/anno]	Media anno [limite: 40 µg/m ³]	Media anno [limite: 30 µg/m ³]
	Numero superamenti	Numero superamenti	µg/m ³	µg/m ³
Laureana	0	0	10,49	12,23
Polistena	0	0	13,27	17,24
Locri	0	0	19,55	41,90
Gioia Tauro	0	0	15,12	21,60
Rosarno	0	0	14,99	26,93

Nota: in grassetto i casi di non rispetto del limite

Per quanto riguarda tutte le cabine non è mai stata superata la soglia di allarme relativa alla concentrazione di NO₂ e non è stato mai superato né il limite orario né il limite medio annuo per la protezione della salute umana.

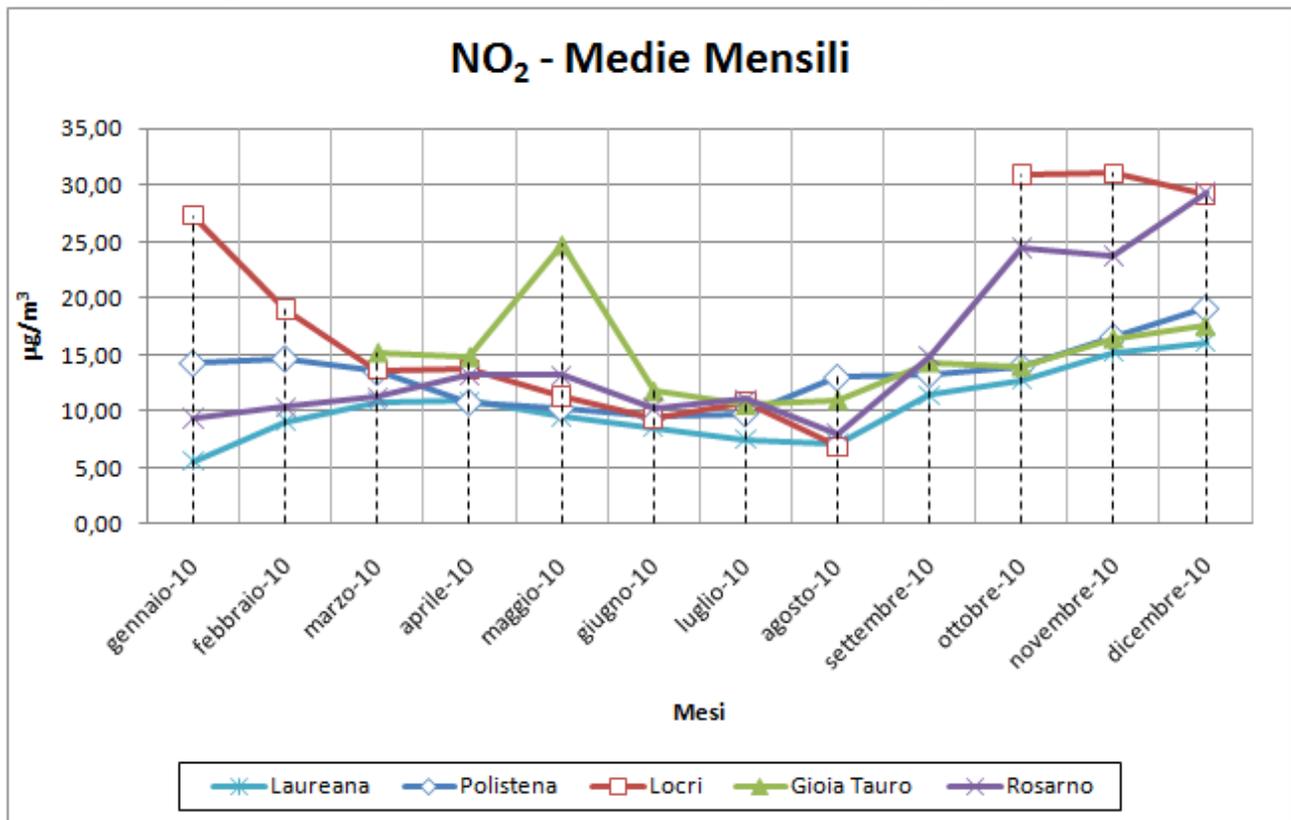
Dal calcolo della media annuale si è constatato solo il superamento del limite medio annuo dell'NO_x per la protezione degli ecosistemi per la cabina di Locri. È necessario tener presente che la cabina della rete di monitoraggio regionale è di fondo urbano e pertanto non risponde alle caratteristiche richieste nell'Allegato III del D.Lgs. 155/10 per i siti destinati alla protezione

degli ecosistemi o della vegetazione per i quali “*Le stazioni di misurazione devono essere localizzate ad oltre 20 km dalle aree urbane e ad oltre 5 km da altre zone edificate, impianti industriali, autostrade o strade principali con conteggi di traffico superiori a 50.000 veicoli al giorno*”; perciò il superamento del valore limite di protezione della vegetazione valutato nella cabina di Locri rappresenta un riferimento puramente indicativo.

Dalla Tabella 4.1.2 e dalla Figura 4.1.1 si può notare l'andamento ciclico delle medie mensili relative ai valori di NO₂. Dal grafico si può notare, infatti, come le medie maggiori si registrino generalmente nel periodo invernale e una diminuzione in corrispondenza del periodo estivo. Quest'andamento risulta opposto a quello tipico dell'ozono, essendo il biossido di azoto precursore dell'ozono come si vedrà nel paragrafo 4.3. Si riscontra, inoltre, un aumento del valore mensile medio nel mese di maggio per la cabina di Gioia Tauro scaturito da valori orari leggermente superiori alla media ma che comunque rientrano nei parametri stabiliti per legge.

Tabella 4.1.2 - Trend mensile della concentrazione (µg/m³) di NO₂

Media Mensile	Laureana	Polistena	Locri	Gioia Tauro	Rosarno
gennaio-10	5,60	14,27	27,28		9,36
febbraio-10	9,07	14,67	19,04		10,39
marzo-10	10,86	13,50	13,62	15,23	11,27
aprile-10	10,90	10,78	13,71	14,87	13,17
maggio-10	9,56	10,26	11,32	24,73	13,19
giugno-10	8,56	9,49	9,38	11,78	10,24
luglio-10	7,50	9,80	10,83	10,57	11,05
agosto-10	7,18	13,00	6,89	11,03	8,05
settembre-10	11,44	13,26		14,36	14,86
ottobre-10	12,76	13,96	30,94	14,00	24,45
novembre-10	15,23	16,59	31,04	16,47	23,72
dicembre-10	16,10	19,12	29,17	17,58	29,34

Figura 4.1.1 - Trend mensile della concentrazione ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) di NO_2 

4.2 - Il monossido di carbonio (CO)

I dati relativi al monossido di carbonio sono quelli riferiti esclusivamente alle cabine di Locri, Gioia Tauro e Rosarno in quanto le cabine di Laureana di Borrello e Polistena non sono dotate di analizzatore per questo inquinante.

Tabella 4.2.1 Informazioni di sintesi e confronto dei valori misurati con la normativa relativa a CO

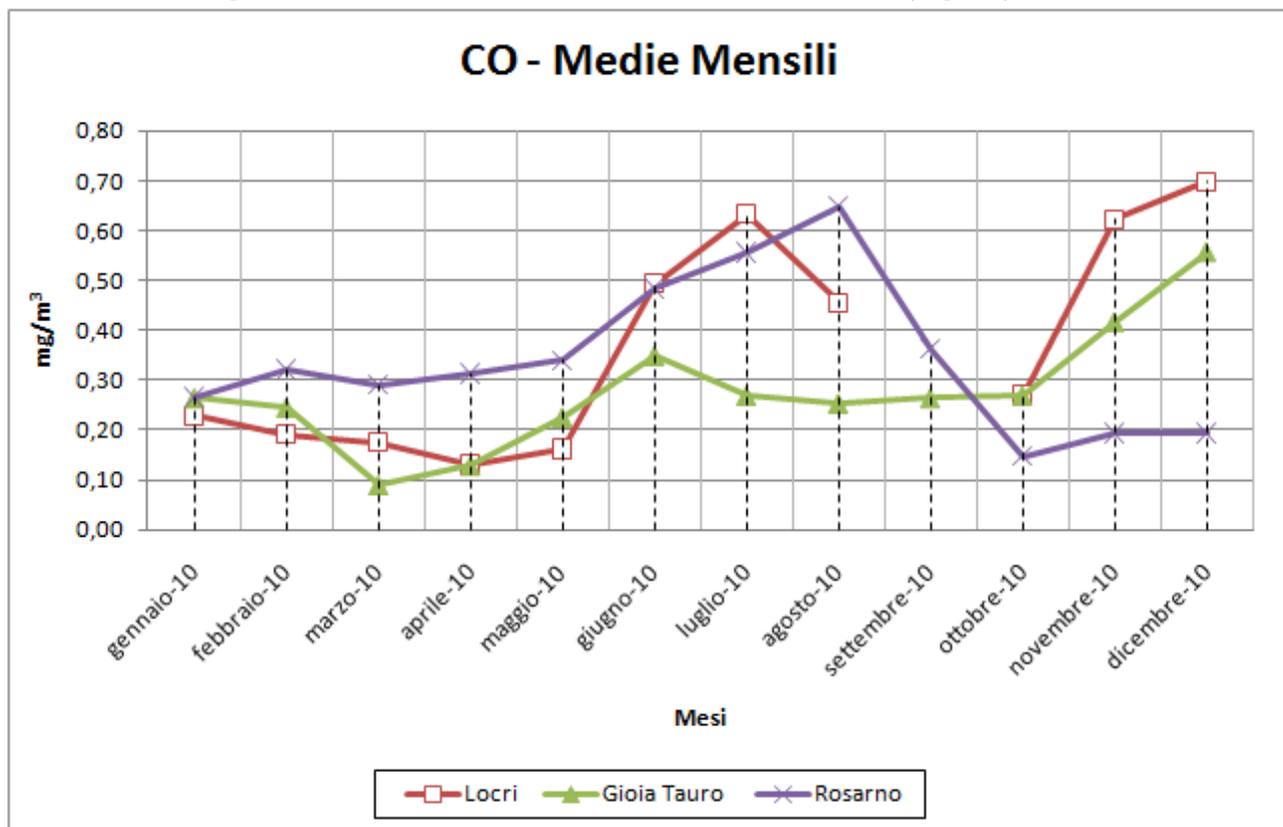
Stazione	Dati di sintesi		protezione salute umana
	Media annua 2010	Media mobile 8 ore	max media 8h
	mg/m ³	n. superamenti > 10 mg/m ³	[limite: 10 mg/m ³]
Locri	0,35	0	0
Gioia Tauro	0,28	0	0
Rosarno	0,34	0	0

Nota: in grassetto i casi di non rispetto del limite

Nel corso dell'anno non si è registrato alcun superamento della media mobile sulle 8 ore, anzi, come si può notare dalla Tabella 4.2.2 i valori medi mensili sono molto bassi in riferimento dei limiti di legge sulle otto ore ovvero 10 mg/m³.

Tabella 4.2.2 - Trend mensile della concentrazione (mg/m³) di CO

Media Mensile	Locri	Gioia Tauro	Rosarno
gennaio-10	0,84	1,55	1,67
febbraio-10	0,90	1,87	2,07
marzo-10	0,60	1,13	1,27
aprile-10	1,22	1,21	1,02
maggio-10	0,45	2,63	1,01
giugno-10	1,03	1,53	1,02
luglio-10	1,15	1,21	1,02
agosto-10	0,84	1,09	1,62
settembre-10		0,93	0,92
ottobre-10	1,09	1,81	0,65
novembre-10	1,41	2,02	0,93
dicembre-10	1,69	2,29	1,30

Figura 4.2.1 - Trend mensile della concentrazione (mg/m^3) di CO

Dalla Figura 4.2.1 si può notare che nel periodo estivo si sono registrati valori medi mensili superiori rispetto all'intero anno.

4.3 - L'Ozono (O_3)

La vigente normativa in materia (D.Lgs. 155/10) fissa i seguenti limiti:

- $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (concentrazione oraria): soglia di informazione;
- $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (concentrazione oraria): soglia di allarme;
- $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (concentrazione massima su 8 ore): valore bersaglio per la protezione della salute umana (meglio specificato di seguito).

Nella Tabella 4.3.1 sono presentati i dati di ozono del 2010.

Tabella 4.3.1 Informazioni di sintesi e confronto dei valori misurati con la normativa relativa a O₃

Stazione	Media anno 2010 µg/m ³	n° sup. della soglia di informazione oraria [su 3 ore consecutive] (180 µg/m ³)	n° giorni di sup della soglia d'allarme oraria (240 µg/m ³)	Valore obiettivo per la protezione della salute umana da valutare la prima volta nel 2013
				n° sup. media 8h >120 µg/m ³ (max 25 gg/anno come media degli ultimi tre anni)
Laureana	82,09	0	0	36
Polistena	65,42	0	0	13
Locri	70,18	0	0	11
Gioia T.	44,93	0	0	0
Rosarno	50,65	0	0	4

Nota: in grassetto i casi di non rispetto del limite

Secondo quanto previsto dal D.Lgs. 155/10, la verifica del conseguimento dei valori bersaglio per le concentrazioni di ozono nell'aria è effettuata, per i valori concernenti la protezione della salute umana, per la prima volta nel 2013 sulla base della media dei superamenti dei tre anni precedenti, e, per i valori concernenti la protezione della vegetazione, per la prima volta nel 2015, sulla base della media dei superamenti dei cinque anni precedenti. Da ciò si evince che il numero di superamenti registrati nel 2010 presso la cabina di Laureana di Borrello non è soggetto a valutazione relativa al valore bersaglio ma i dati registrati sono, comunque, interessanti per considerare l'andamento dell'inquinante dell'area in oggetto.

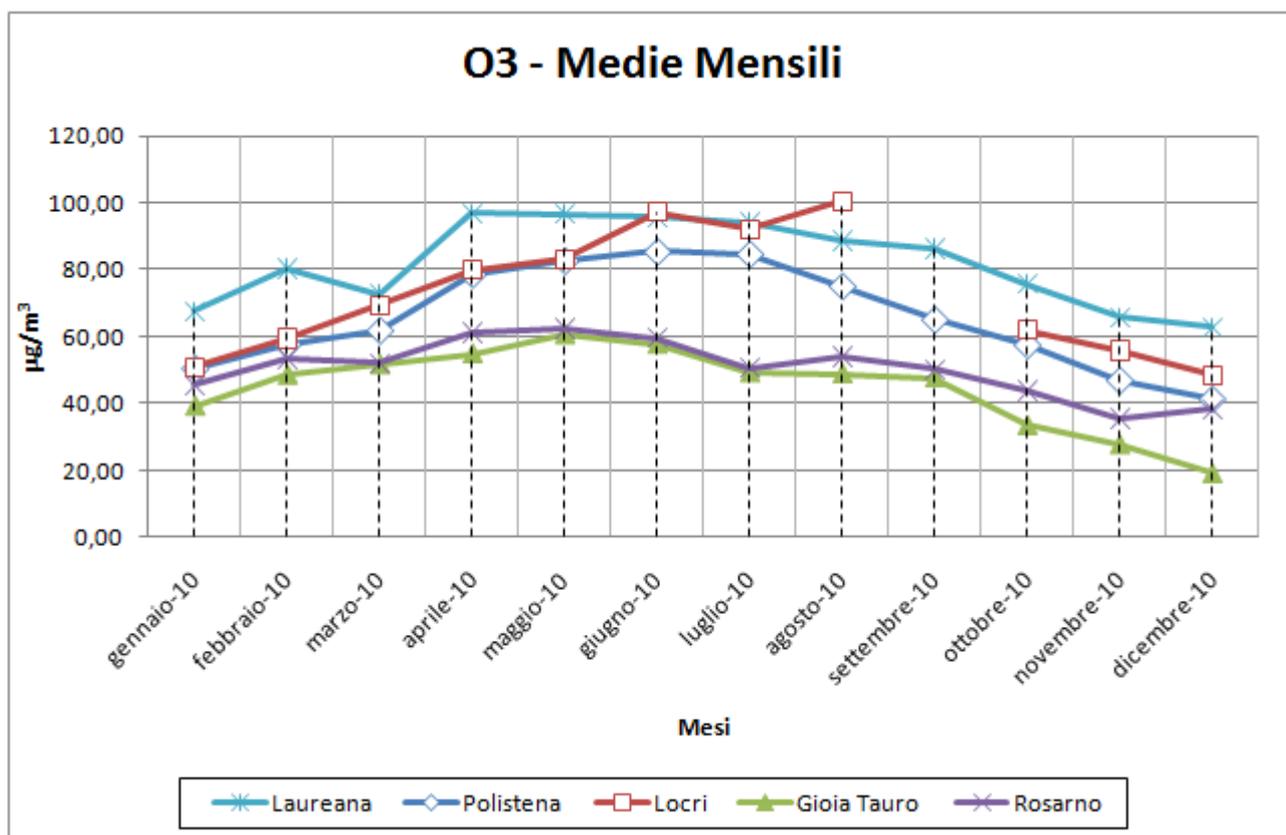
Da studi presenti in letteratura si evince che in zone agricole e poco soggette a traffico cittadino, i livelli di ozono sono più alti rispetto a zone con un impatto inquinante sicuramente maggiore, questo è attribuito alla carenza di NO come possibile riducente dell'ozono ed a seguito di ciò quest'ultimo rimane accumulato nell'area interessata.

Questo si può, infatti, riscontrare anche dal confronto tra i dati provenienti dalla cabina di Laureana di Borrello che risultano mediamente maggiori rispetto a quelli delle altre cabine a causa della sua ubicazione.

L'effetto fotochimico sulla concentrazione dell'ozono in atmosferica si può evincere dall'andamento delle medie mensili riportate nella Tabella 4.3.2 e rappresentate nelle Figure 4.3.1 e 4.3.2. Come si può notare in corrispondenza dei mesi estivi si hanno i valori più elevati.

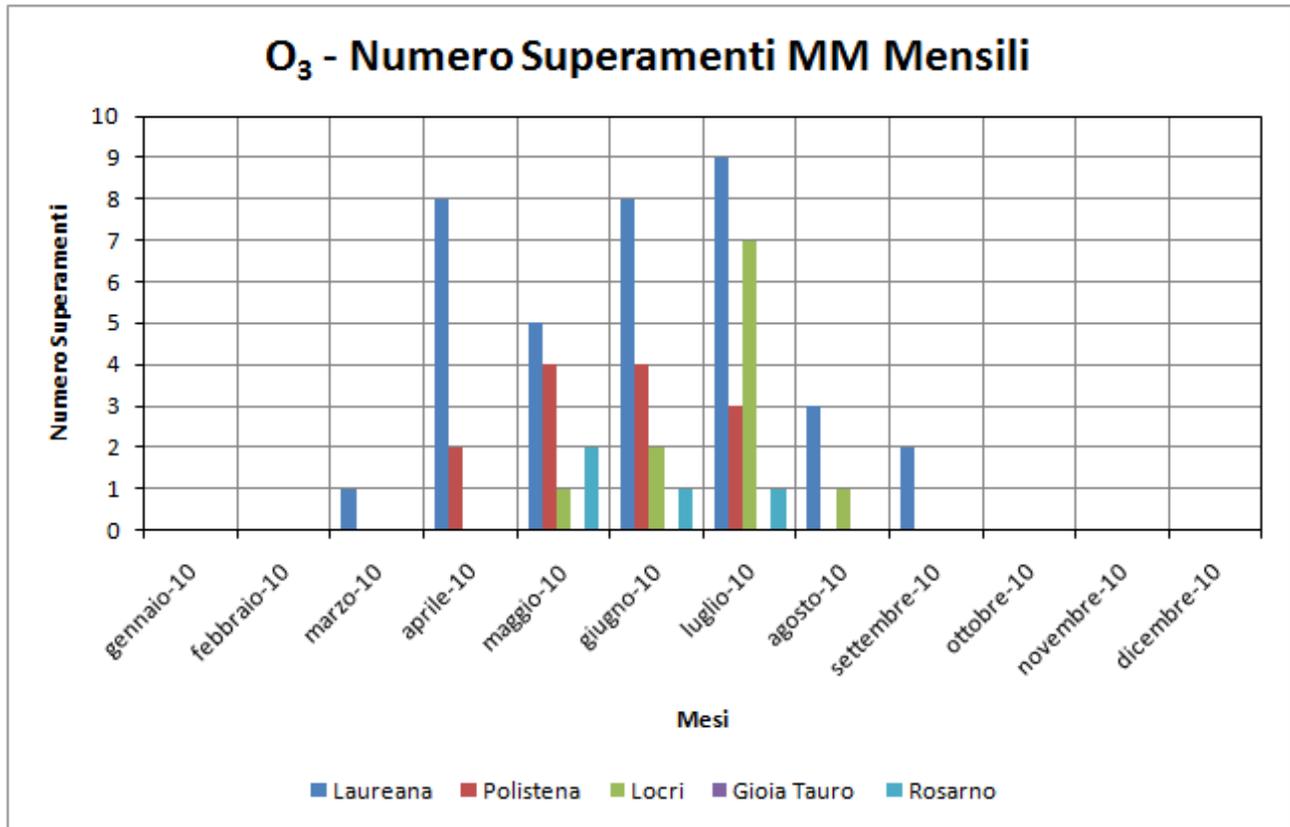
Tabella 4.3.2 Trend della concentrazione media mensile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) di O_3

media mensile	Laureana	Polistena	Locri	Gioia Tauro	Rosarno
gennaio-10	67,55	50,48	50,84	39,20	45,47
febbraio-10	80,33	57,68	59,30	48,48	53,38
marzo-10	72,81	61,85	69,24	51,57	52,01
aprile-10	96,75	78,63	79,98	54,79	61,15
maggio-10	96,63	82,74	83,16	60,49	62,41
giugno-10	95,68	85,43	97,21	57,66	59,49
luglio-10	93,96	84,73	92,13	49,14	50,70
agosto-10	88,66	75,10	100,33	48,87	54,00
settembre-10	86,30	65,09		47,67	50,18
ottobre-10	75,64	57,49	62,05	33,48	43,75
novembre-10	65,69	46,94	55,75	27,73	35,58
dicembre-10	62,69	41,32	48,47	19,08	38,28

Figura 4.3.1 Trend della concentrazione media mensile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) di O_3 

In Figura 4.3.2, inoltre, viene riportato il numero di superamenti mensili delle medie mobili per ciascuna cabina e, come si può evincere dal grafico, il numero maggiore di superamenti si è registrato a Laureana nel mese di luglio.

Figura 4.3.2 numero di superamenti mensili delle medie mobili



4.4 - Biossido di zolfo (SO₂)

In aggiunta a quanto già esposto nel Paragrafo 2.8.4 riguardo gli effetti igienico sanitario del biossido di zolfo, dal punto di vista prettamente ambientale, il biossido di zolfo svolge un'azione indiretta nei confronti della fascia di ozono stratosferico combinandosi con il vapore acqueo e formando acido solforico: questo fenomeno contribuisce anche all'acidificazione delle precipitazioni con effetti fitotossici e compromissione della vita acquatica, oltre ad esplicitare un effetto corrosivo su materiali di costruzione, manufatti lapidei, vernici e metalli.

A causa dell'azione acidificante che il biossido di zolfo svolge sulle precipitazioni, si riscontrano gravi danni anche su gli ecosistemi naturali alterando l'apparato fogliario delle piante nella forma e nel colore (interferendo con la formazione e il funzionamento della clorofilla). Una esposizione prolungata a concentrazioni di biossido di zolfo che non causano sintomi evidenti, può comunque produrre alterazioni fisiologiche sulle piante come la riduzione della crescita e della fruttificazione oltre ad una senescenza anticipata.

I dati relativi al biossido di zolfo sono quelli riferiti esclusivamente alle cabine di Locri, Gioia Tauro e Rosarno in quanto le cabine di Laureana di Borrello e Polistena non sono dotate di analizzatore per questo inquinante. Nella Tabella 4.4.1 si confrontano i livelli misurati con i valori di riferimento.

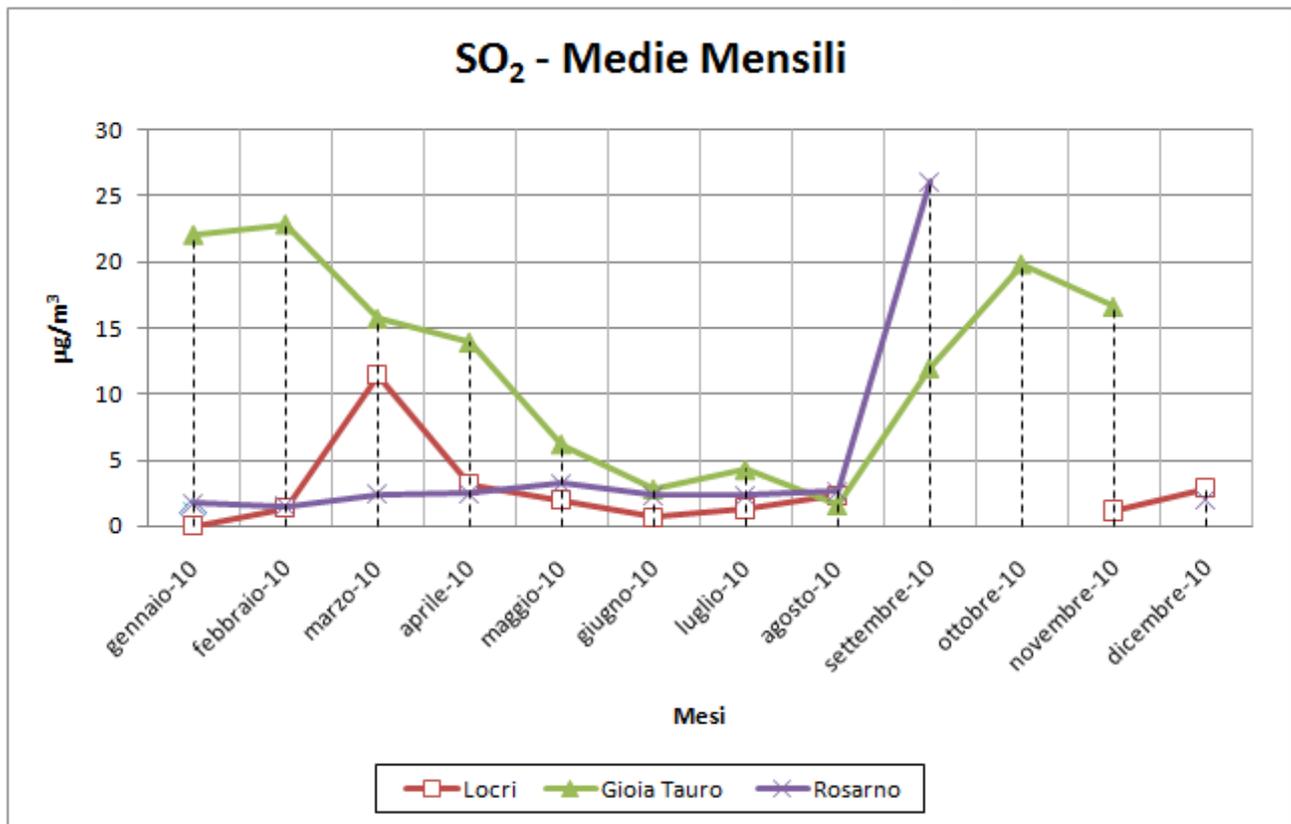
Tabella 4.4.1 Informazioni di sintesi e confronto dei valori misurati con la normativa relativa a SO₂

Stazione	Media anno 2010 µg/m ³	n° sup. Media oraria (350 µg/m ³)	n° sup media giornaliera (125 µg/m ³)	Soglia d'Allarme
				n° sup. Media Oraria [su 3 ore consecutive] (500 µg/m ³)
Locri	3,22	0	0	0
Gioia T.	12,07	0	0	0
Rosarno	4,39	0	0	0

Nella Tabella 4.4.2 si riportano i valori medi mensili registrati nelle cabine di Locri, Gioia Tauro e Rosarno per l'anno 2010 che vengono riportati in grafico nella Figura 4.4.1.

Tabella 4.4.2 Trend della concentrazione media mensile (µg/m³) di SO₂

Media Mensile	Locri	Gioia Tauro	Rosarno
gennaio-10	0,01	22,04	1,72
febbraio-10	1,38	22,84	1,52
marzo-10	11,44	15,69	2,45
aprile-10	3,10	13,91	2,48
maggio-10	1,96	6,20	3,23
giugno-10	0,69	2,80	2,34
luglio-10	1,32	4,27	2,34
agosto-10	2,35	1,57	2,62
settembre-10		11,95	26,05
ottobre-10		19,81	
novembre-10	1,16	16,60	
dicembre-10	2,87		2,01

Figura 4.4.1 Trend della concentrazione media mensile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) di SO_2 

Dalla Figura 4.4.1 si può notare come i valori maggiori sono registrati dalla cabina di Gioia Tauro probabilmente dovuto alla vicinanza alla zona portuale. Risulta interessante sottolineare a tal proposito i dati riportati all'interno dell'Atmospheric Emission Inventory Guidebook dell'EEA (European Environment Agency) CORINAIR The Core Inventory of Air Emissions in Europe, nel capitolo dedicato alla navigazione, in cui sono riportate alcune utili osservazioni sul contributo emissivo dovuto alle attività connesse al traffico marittimo. Su scala europea, le emissioni di NO_x e di SO_2 attribuibili al traffico navale nazionale possono raggiungere valori importanti rispetto al totale delle emissioni nazionali. La Tabella 4.4.3 schematizza, per diversi inquinanti, l'incidenza del traffico navale in Europa.

Tabella 4.4.3 Range europeo di variabilità della percentuale delle emissioni navali sul totale nazionale di ogni singolo Paese (Inventario CORINAIR-94)

	Traffico navale: contributo % alle emissioni nazionali
SO_2	0 - 80
NO_x	0 - 30
NM VOC	0 - 5
CH_4	0 - 2
CO	0 - 18
CO_2	0 - 40
N_2O	0 - 1

4.5 - Benzene (C₆H₆)

Per quanto concerne il benzene (C₆H₆) è il più comune e largamente utilizzato degli idrocarburi aromatici. Viene sintetizzato a partire dal petrolio e utilizzato in svariati processi industriali come solvente, come antidetonante nella benzina e come materia prima per produrre plastiche, resine sintetiche e pesticidi.

La maggior parte del benzene presente nell'aria deriva da combustione incompleta di combustibili fossili: le principali fonti di emissione sono il traffico veicolare (soprattutto da motori a benzina) e diversi processi di combustione industriale.

Generalmente, gli effetti tossici provocati da questo inquinante variano a seconda della concentrazione e della durata dell'esposizione, e va sottolineato che esso, insieme ad altri composti organici volatili, è stato inserito dallo IARC (Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro) tra le sostanze per le quali vi è una sufficiente evidenza di cancerogenicità per l'uomo.

Come descritto nel capitolo 2, solo la cabina di Locri è dotata dell'analizzatore per BTX e il D.Lgs 155/10 prevede per il benzene il valore limite per la protezione della salute umana, per l'anno 2010, pari a 5 µg/ m³ (come valore medio annuo).

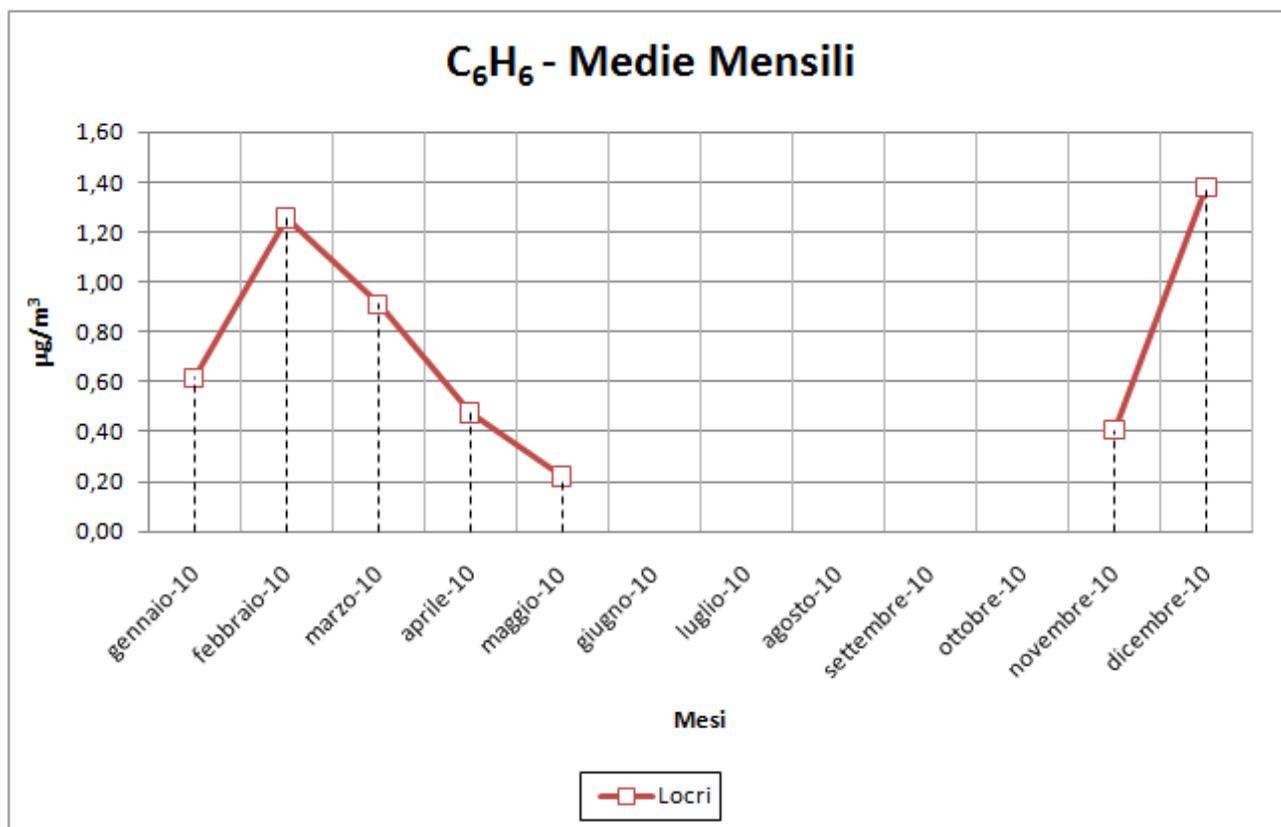
I dati relativi al benzene sono quelli riferiti esclusivamente alla cabina di Locri in quanto le altre cabine non sono dotate di analizzatore per questo inquinante.

Per le misurazioni effettuate sul benzene nel 2010, si sono registrati dati che non superano, come dati singoli e come media del periodo, il valore medio annuale imposto dalla normativa e la media annuale è risultata uguale a 0,76 µg/ m³.

Nella Tabella 4.5.1 si riportano i valori medi mensili registrati dalla cabina di Locri che vengono riportati in grafico nella Figura 4.5.1.

Tabella 4.5.1 Trend della concentrazione media mensile (µg/m³) di C₆H₆

Media Mensile	Locri
gennaio-10	0,61
febbraio-10	1,25
marzo-10	0,91
aprile-10	0,47
maggio-10	0,22
giugno-10	
luglio-10	
agosto-10	
settembre-10	
ottobre-10	
novembre-10	0,41
dicembre-10	1,38

Figura 4.5.1 Trend della concentrazione media mensile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) di C_6H_6 

La mancanza di dati registrata tra maggio e novembre è dovuta ad inconvenienti tecnici della strumentazione di cabina che nonostante siano stati comunicati tempestivamente si sono purtroppo protratti per un lungo periodo.

4.6 - Il Particolato Atmosferico aerodisperso (PM_{10} e $\text{PM}_{2,5}$)

La Piana di Gioia Tauro è una zona di particolare interesse ambientale in virtù della massiccia presenza di attività produttive ed industriali, impianti termici civili, traffico veicolare, attività portuale e fenomeni affini che potrebbero influenzare negativamente il rispetto dei valori limite relativi al particolato atmosferico. In particolare, insistono su questo territorio un termovalorizzatore alimentato a CDR (Combustibile Da Rifiuti) ubicato in agro di Gioia Tauro e una centrale turbogas alimentata a gas metano ubicata in agro di Rizziconi.

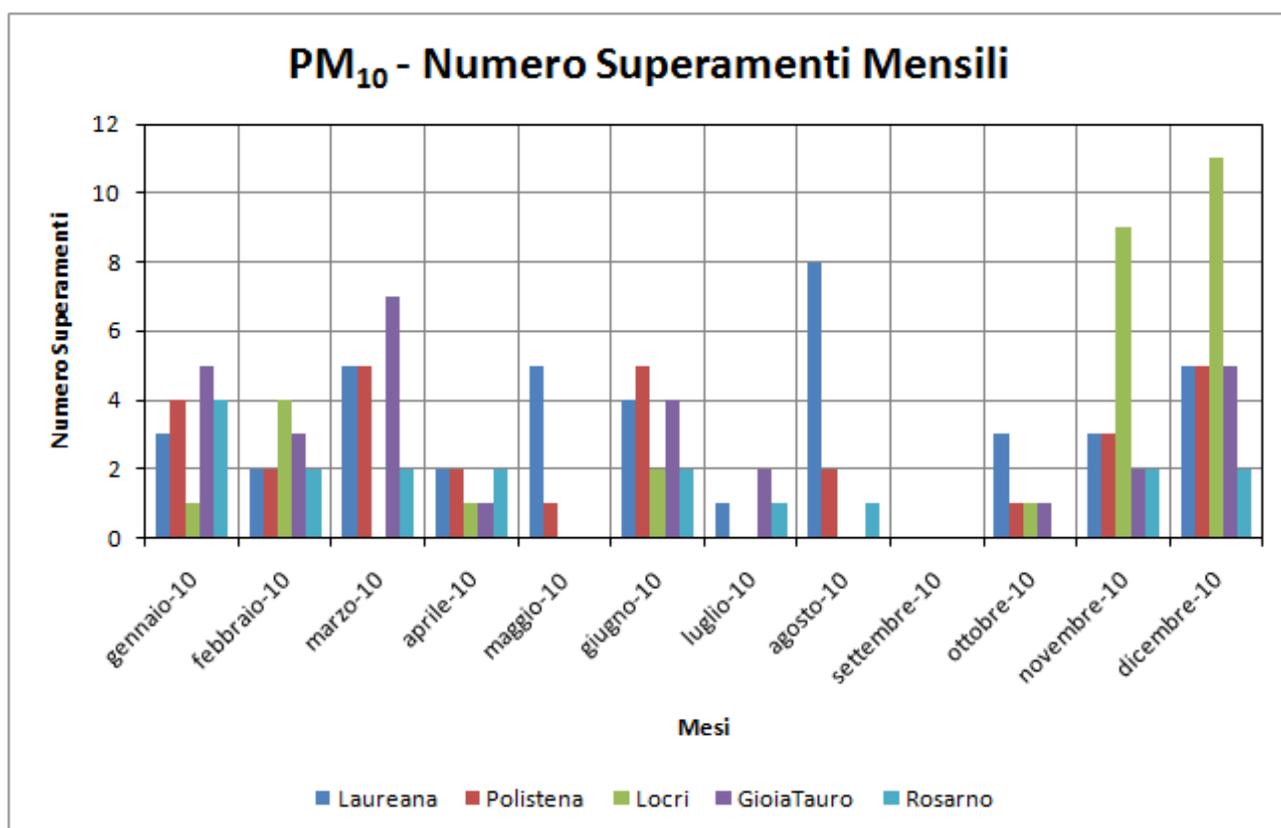
Il D.Lgs. 155/10 prevede che il valore limite nelle 24 ore per la protezione della salute umana non sia maggiore di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, da non superarsi più di 35 volte per anno civile, mentre prevede un valore limite annuale pari a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Nel corso del 2010 si sono riscontrati i superamenti riportati nella Tabella 4.6.1.

Tabella 4.6.1 Numero superamenti mensili e annuali di PM₁₀

Numero superamenti	Laureana	Polistena	Locri	GioiaTauro	Rosarno
gennaio-10	3	4	1	5	4
febbraio-10	2	2	4	3	2
marzo-10	5	5	0	7	2
aprile-10	2	2	1	1	2
maggio-10	5	1	0	0	0
giugno-10	4	5	2	4	2
luglio-10	1	0	0	2	1
agosto-10	8	2	0	0	1
settembre-10	0	0	0	0	0
ottobre-10	3	1	1	1	0
novembre-10	3	3	9	2	2
dicembre-10	5	5	11	5	2
Totali Anno	41	30	29	30	18
Media Anno	35,30	30,53	28,63	29,15	26,32

Come si evince dalla tabella non ci sono stati superamenti del valore limite annuale mentre solo per la cabina di Laureana di Borrello si è registrato un numero di superamenti della media giornaliera superiore a 35 nel corso dell'intero anno. Nella Figura 4.6.1 sono riportati il numero di superamenti mensili per cabina.

Figura 4.6.1 Numero superamenti mensili di PM₁₀

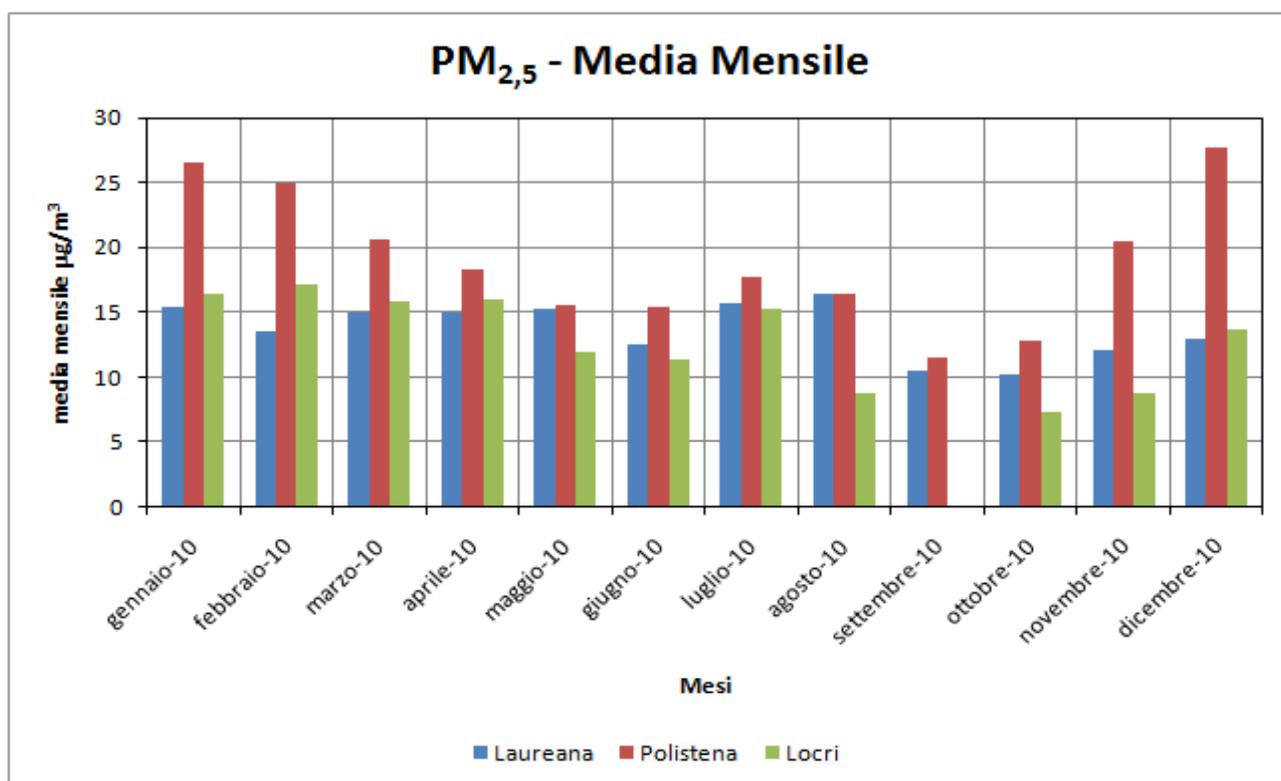
Alcuni dei superamenti registrati nel corso dell'anno potrebbero essere dovuti a origine non antropica del particolato, ma questo dovrebbe essere accertato tramite l'effettuazione di campionamenti di particolato atmosferico su filtro e successiva analisi di caratterizzazione.

Per quanto concerne il $PM_{2,5}$ per il quale il D.Lgs. 155/10 ha stabilito un valore obiettivo come media annuale di $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, si è riscontrato il rispetto del suddetto limite per tutte le cabine dotate di questo analizzatore ovvero Laureana, Polistena e Locri come riportato in Tabella 4.6.2 e nella Figura 4.6.2.

Tabella 4.6.2 Trend della concentrazione media mensile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) di $PM_{2,5}$

Media mensile	Laureana	Polistena	Locri
gennaio-10	15	27	16
febbraio-10	14	25	17
marzo-10	15	21	16
aprile-10	15	18	16
maggio-10	15	16	12
giugno-10	12	15	11
luglio-10	16	18	15
agosto-10	16	16	9
settembre-10	10	12	
ottobre-10	10	13	7
novembre-10	12	20	9
dicembre-10	13	28	14
Media Anno	13,70	18,94	13,07

Figura 4.6.2 Trend della concentrazione media mensile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) di $PM_{2,5}$



Dal grafico si evince che i mesi con una media maggiore sono quelli invernali e che la cabina di Polistena ha registrato mediamente i valori maggiori di questo inquinante rispetto alle altre cabine.

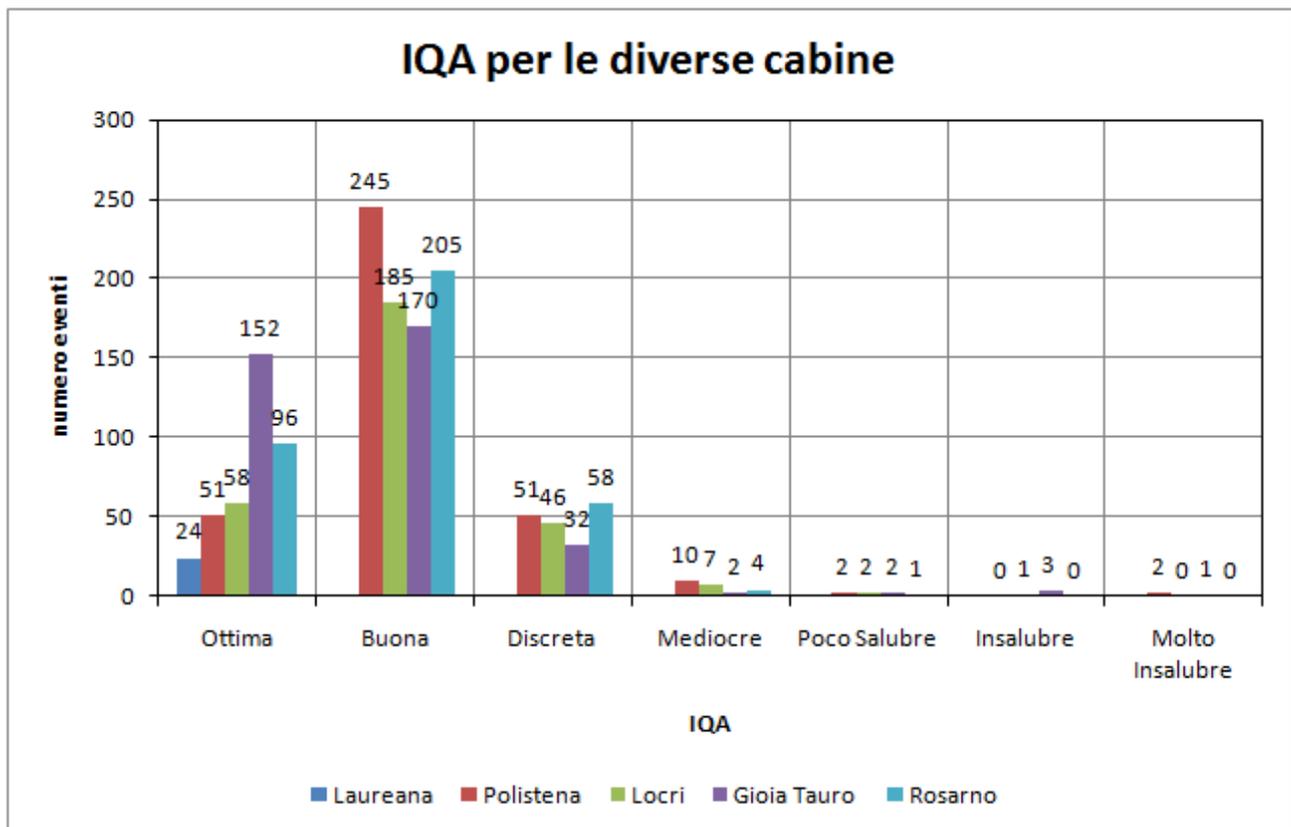
5 - IQA

Come descritto nel Paragrafo 2.2, l'Indice della Qualità dell'Aria consente di valutare il livello qualitativo dell'aria nel sito in esame. Dal calcolo applicato alla serie di dati registrati dalle cabine della qualità dell'aria nell'intero arco dell'anno si è attribuito ad ogni giorno un Giudizio della Qualità dell'Aria che viene riportato, come frequenza dei singoli giudizi, nella Tabella 5.1 e nella Figura 5.1.

Tabella 5.1 Frequenza del Giudizio della Qualità dell'Aria per cabina nell'anno 2010

IQA	Laureana	Polistena	Locri	Gioia Tauro	Rosarno
Ottima	24	51	58	152	96
Buona	174	245	185	170	205
Discreta	139	51	46	32	58
Mediocre	21	10	7	2	4
Poco Salubre	5	2	2	2	1
Insalubre	0	0	1	3	0
Molto Insalubre	2	2	0	1	0

Figura 5.1 Frequenza del Giudizio della Qualità dell'Aria per cabina nell'anno 2010



Come si può evincere dalla Figura 5.1 durante l'intero anno la qualità dell'aria si è mantenuta su un livello "Buono" o "Ottimo" per tutte le cabine e la cabina di Gioia Tauro ha registrato il maggior numero di giudizi "Ottimi". Nelle Figure 5.2, 5.3, 5.4, 5.5 e 5.6 vengono riportati percentualmente i giudizi relativi a ciascuna cabina.

Figura 5.2 Giudizio della Qualità dell'Aria per la cabina di Laureana di Borrello

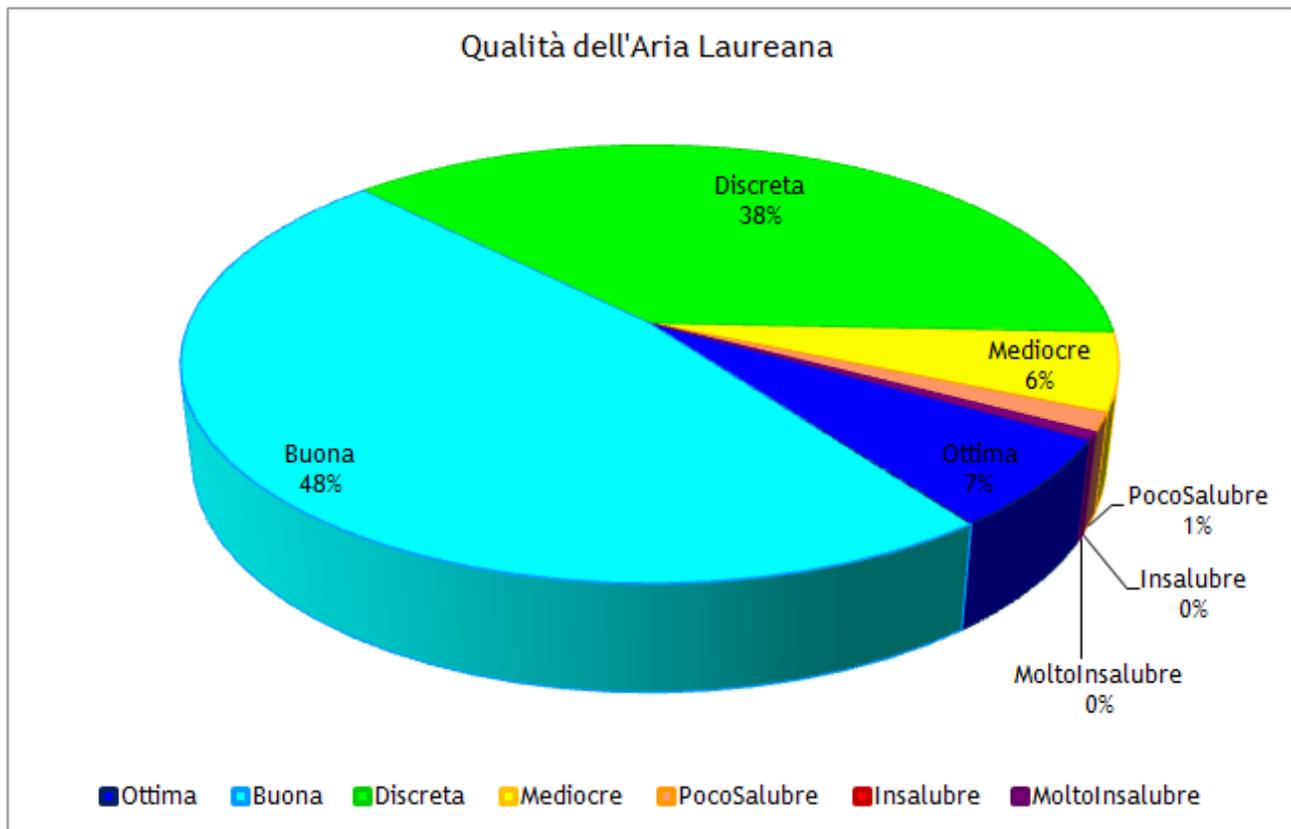


Figura 5.3 Giudizio della Qualità dell'Aria per la cabina di Polistena

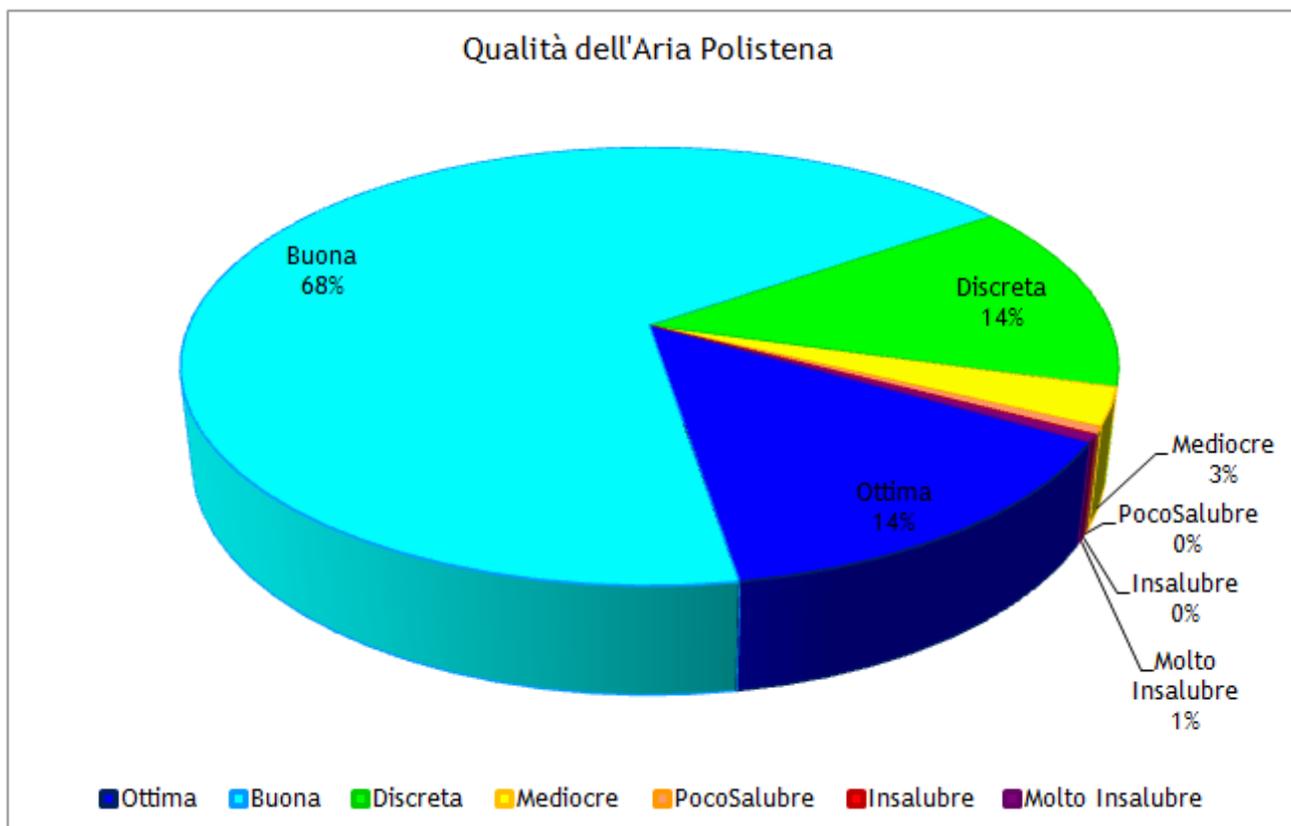


Figura 5.4 Giudizio della Qualità dell'Aria per la cabina di Locri

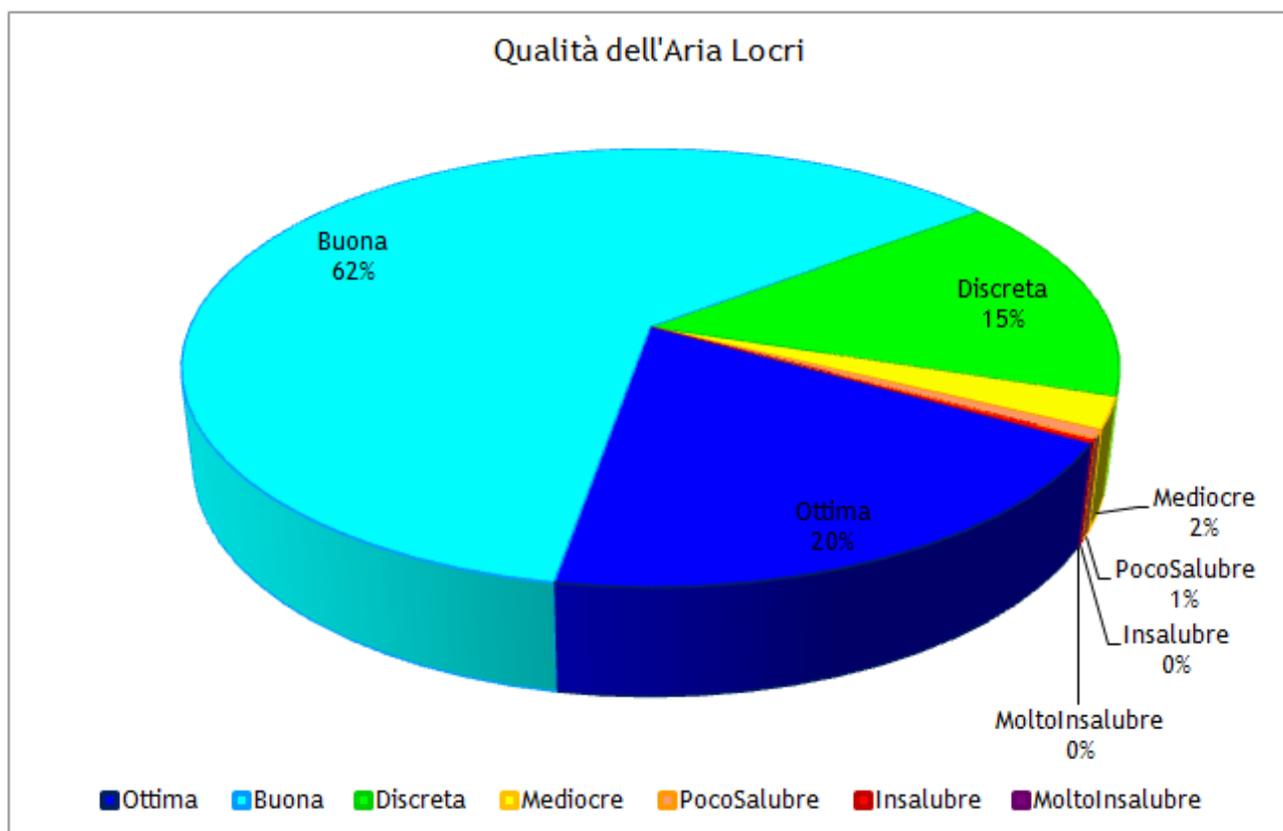


Figura 5.5 Giudizio della Qualità dell'Aria per la cabina di Gioia Tauro

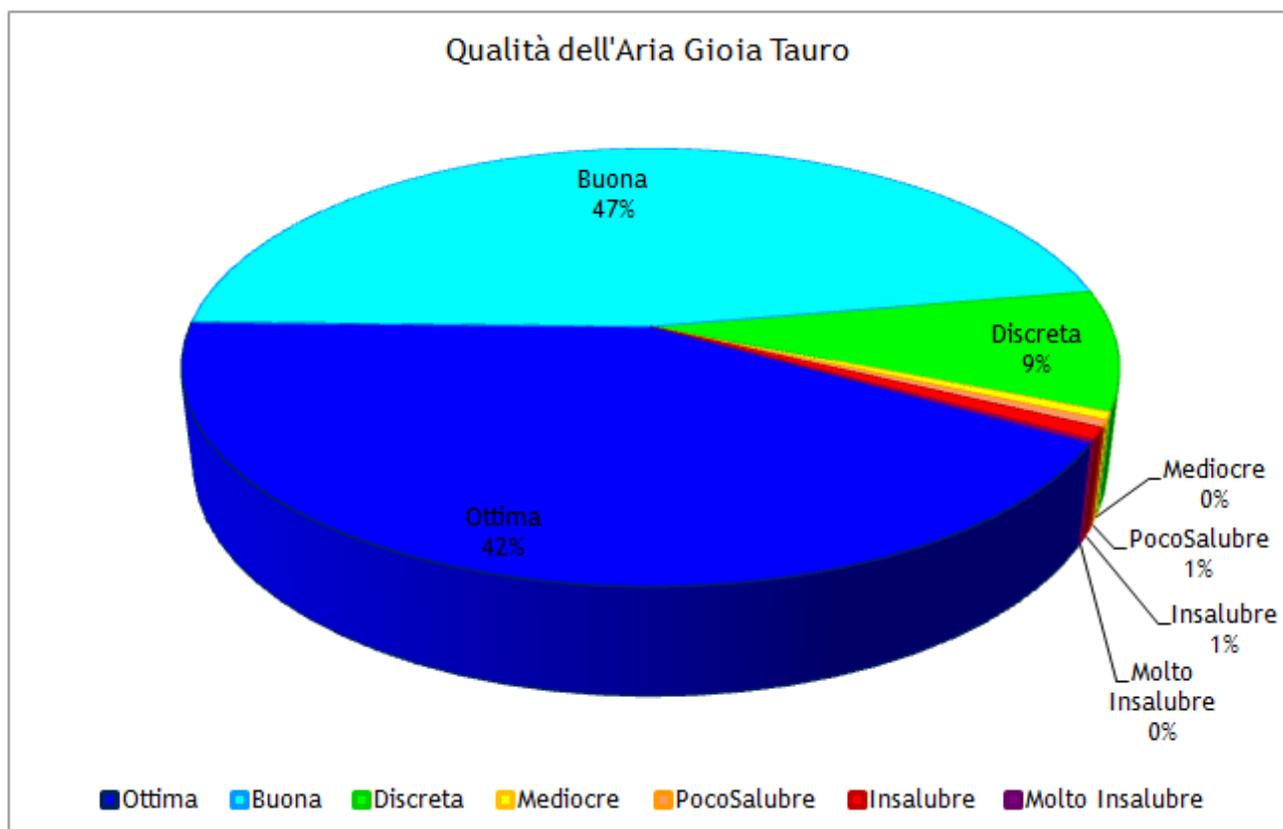


Figura 5.6 Giudizio della Qualità dell'Aria per la cabina di Rosarno

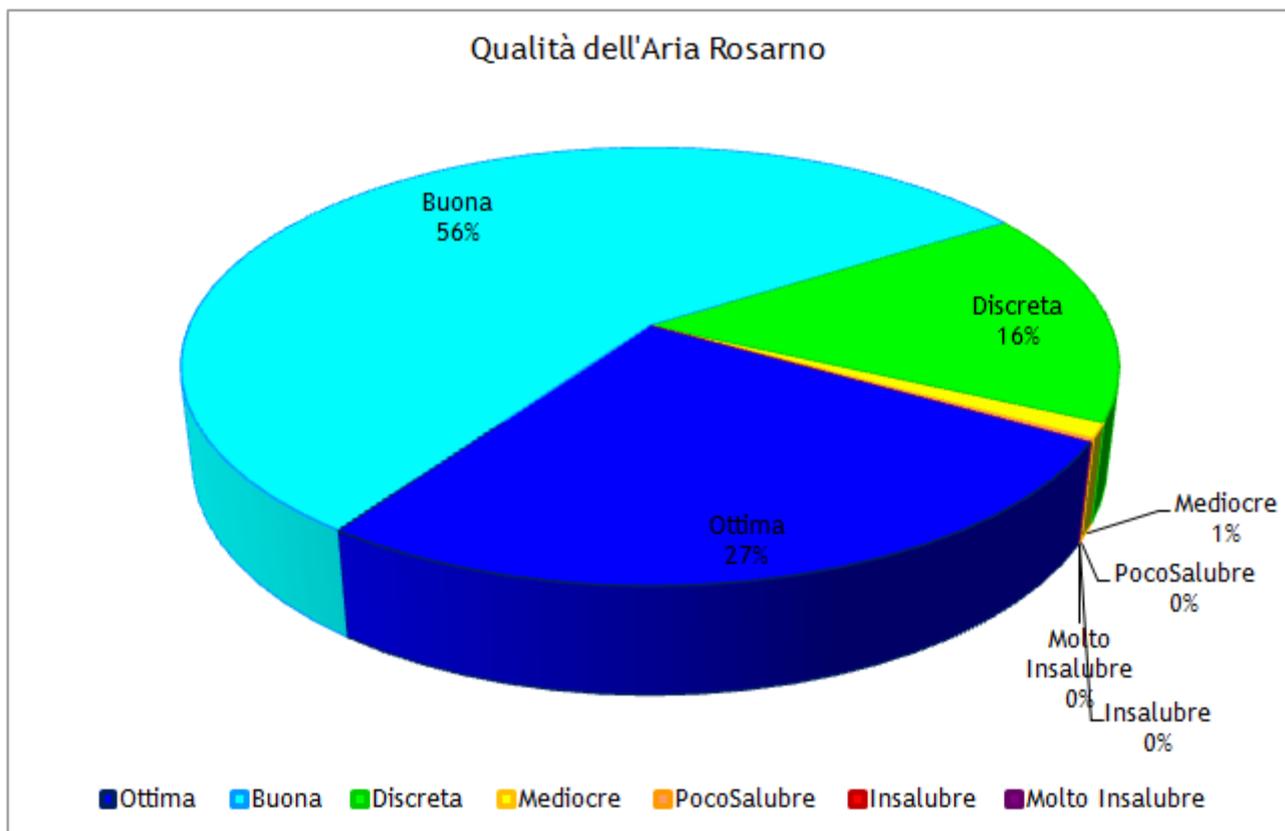
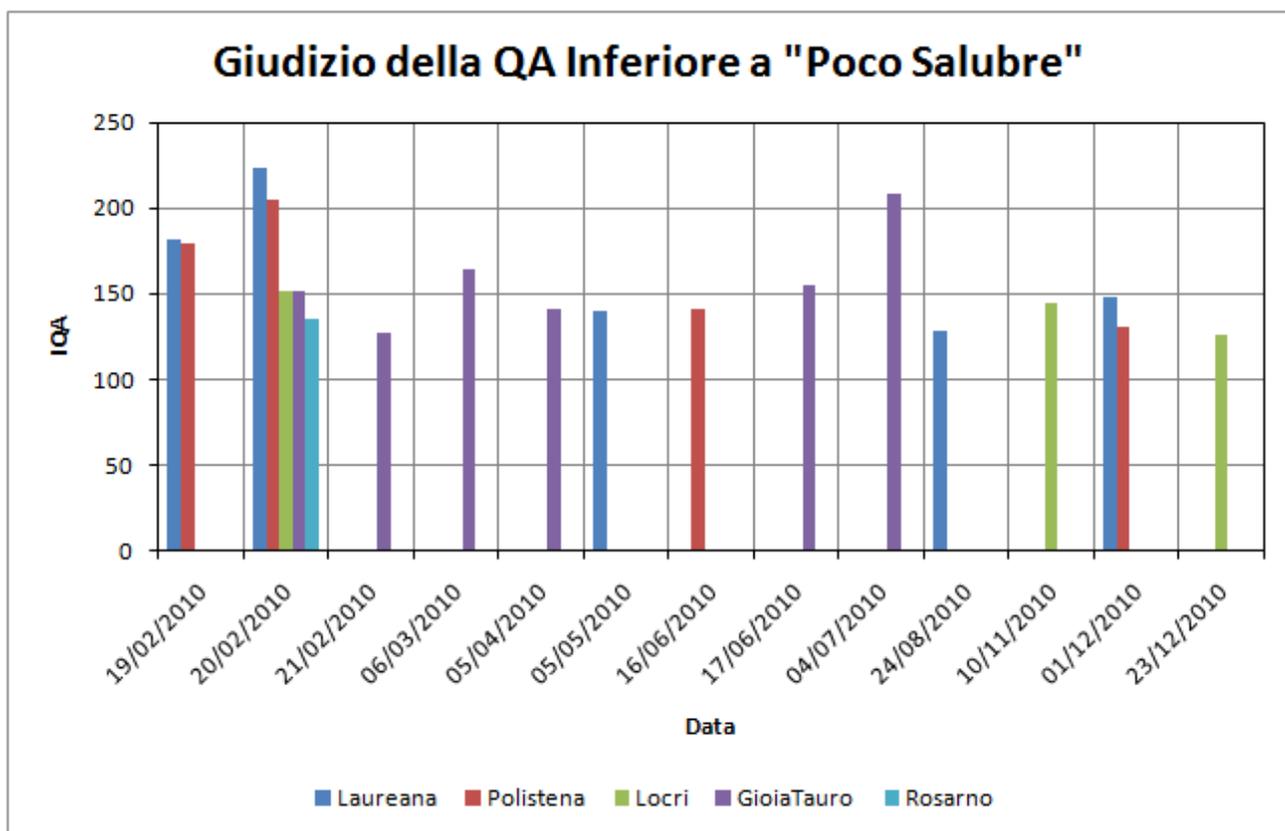


Figura 5.7 Giudizio della Qualità dell'Aria vs data.



Nella Figura 5.7 vengono riportati, in fine, i giudizi della qualità dell'aria negativi (ovvero con un giudizio inferiore a "Poco Salubre") in funzione della data di registrazione.

Dall'analisi di questo grafico si può notare come in corrispondenza del 20 febbraio si sia registrato un giudizio negativo (IQA superiore a 125) per tutte le cabine, ciò può essere ricondotto ad una condizione generale di insalubrità dell'aria nell'intero territorio provinciale probabilmente causato da fattori non antropici.

6 -CONCLUSIONI

Analizzando quanto scritto nei capitoli precedenti, si può concludere quanto segue:

- ❖ per il biossido di azoto (NO_2), per tutte le cabine di monitoraggio non si sono superati il valore limite orario, il valore limite annuale e la soglia oraria di allarme,
- ❖ per gli ossidi di azoto (NO_x), per tutte le cabine di monitoraggio non si è superato il limite medio annuo per la protezione degli ecosistemi ad eccezione della cabina di Locri che, però, ha un posizionamento di fondo urbano per cui non presenta le caratteristiche necessarie per questo tipo di valutazione, quindi questo superamento può essere considerato un riferimento puramente indicativo,
- ❖ per il monossido di carbonio (CO), per tutte le cabine di monitoraggio, laddove presente l'analizzatore, non si è superato il limite della massima media mobile sulle 8 ore,
- ❖ per l'ozono (O_3), per tutte le cabine di monitoraggio non si sono superati il valore soglia di informazione, il valore soglia di allarme e per quanto riguarda il valore bersaglio per la salute umana questo è un parametro da considerare a partire dal 2013 come numero di superamenti mediati sui tre anni precedenti, ma i superamenti registrati ad oggi possono servire per una valutazione dello storico,
- ❖ per il biossido di zolfo (SO_2), per tutte le cabine di monitoraggio, laddove presente l'analizzatore, non si è stato superato il valore limite orario, il valore limite giornaliero e la soglia oraria di allarme,
- ❖ per il particolato atmosferico (PM_{10}), per tutte le cabine di monitoraggio non è stato superato il limite medio annuo e non sono stati superati i 35 superamenti annui consentiti del valore limite giornaliero ad eccezione della cabina di Laureana di Borrrrello, dove sono stati registrati 41 superamenti,
- ❖ per il particolato atmosferico ($\text{PM}_{2,5}$), per tutte le cabine di monitoraggio, laddove presente l'analizzatore, non è stato superato il limite medio annuo,
- ❖ per il benzene (C_6H_6), monitorato nella sola cabina di Locri, non è stato superato il limite medio annuo.