



CONSORZIO PER LA GESTIONE
DELL'OSSERVATORIO AMBIENTALE



Qualità dell'Aria

Rapporto annuale 2013



CONSORZIO PER LA GESTIONE
DELL'OSSERVATORIO AMBIENTALE

Qualità dell'Aria

Rapporto annuale 2013

Il Consorzio per la Gestione dell'Osservatorio Ambientale nasce il 01 Giugno 2009 in ottemperanza al Decreto Via n°680/2003 relativo alla riconversione a carbone della centrale elettrica di Torrevaldaliga Nord. Attualmente è composto dai Comuni di Civitavecchia, Allumiere, Monte Romano, Santa Marinella, Tarquinia e Tolfa. Il presente rapporto è stato elaborato dalla Sezione Tecnica del Consorzio, ed in particolare dal Dott. Marco Cozzolino, dalla Dott.ssa Laura Bottacci, dalla Dott.ssa Laura Zangari e dal Dott. Valerio Frau.

Il Comitato di Gestione del Consorzio è attualmente presieduto dal Dott. Giovanni Marsili, direttore del Reparto di Igiene dell'Aria dell'Istituto Superiore di Sanità.

Immagine

La foto di copertina ritrae le Saline di Tarquinia, anno 2014.

Scattata da Laura Zangari

Consorzio per la Gestione dell'Osservatorio Ambientale

Via delle Saline, 18
Tarquinia (VT) 01016

Tel.: 0766 865783
Fax: 0766 868810
E-mail: info@ambientale.org
Sito web: www.ambientale.org

SOMMARIO

1.	INTRODUZIONE	3
2.	LA RETE DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA	4
3.	ANALISI METEOROLOGICA.....	6
3.1	Postazione meteo S. Severa	6
3.2	Postazione meteo Allumiere	8
3.3	Postazione meteo TVN.....	10
3.4	Conclusioni.....	11
4.	GLI INQUINANTI.....	12
4.1	Materiale particellare (PM ₁₀ – PM _{2.5}).....	12
4.2	Ozono (O ₃).....	12
4.3	Biossido di azoto (NO ₂).....	12
4.4	Biossido di zolfo (SO ₂).....	13
4.5	Monossido di carbonio (CO)	13
4.6	Ammoniaca (NH ₃).....	13
4.7	Cadmio (Cd)	13
4.8	Arsenico (As).....	14
4.9	Benzene (C ₆ H ₆).....	14
4.10	Benzo(a)pirene (BaP)	14
4.11	Bibliografia.....	15
5.	LA LEGISLAZIONE ITALIANA PER IL CONTROLLO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA.....	16
5.1	Biossido di azoto (NO ₂) - Parametri legislativi	16
5.2	Biossido di zolfo (SO ₂) - Parametri legislativi	16
5.3	Ozono (O ₃) - Parametri legislativi	16
5.4	PM ₁₀ - Parametri legislativi.....	17
5.5	PM _{2.5} - Parametri legislativi	18
6.	IL CONTROLLO DEI MACROINQUINANTI	19
6.1	Introduzione.....	19
6.2	La qualità dell'aria rispetto alla normativa.....	19
6.3	La qualità dell'aria rispetto ai valori di riferimento dell'OMS.....	21
6.4	L'Ozono.....	22
6.5	Il materiale particellare	25
6.6	Conclusioni.....	30
6.7	Bibliografia.....	31

7. MICROINQUINANTI ORGANICI ED INORGANICI.....	32
7.1 Microinquinanti nel particolato sospeso (PM ₁₀).....	32
7.2 Microinquinanti nelle deposizioni al suolo.....	36
7.3 Conclusioni.....	38
7.4 Bibliografia.....	38
8. INDICATORI BIOLOGICI	39
8.1 Indice di biodiversità lichenica.....	39
8.2 Bioaccumulo di metalli.....	39
8.3 Comet Assay (Test di mutagenesi ambientale)	41
8.4 Conclusioni.....	42
8.5 Bibliografia.....	42
9. CONCLUSIONI.....	44

1. INTRODUZIONE

L'annuale rapporto sulla qualità dell'aria pubblicato dal Consorzio per la Gestione dell'Osservatorio Ambientale (d'ora in avanti Osservatorio) riporta, in forma sintetica, il punto di vista dell'Osservatorio, maturato dalle rilevazioni della rete di monitoraggio e dalle collaborazioni scientifiche attivate nel corso dell'anno, e rimanda al sito chiunque abbia interesse a consultare i dati e le informazioni che ne sono alla base. Contestualmente alla sua presentazione, infatti, sul sito dell'Osservatorio (www.ambientale.org) saranno disponibili: il rapporto annuale, le schede analitiche di ogni stazione di monitoraggio, il rapporto Enel 2012 sui microinquinanti, la relazione redatta dalla società che ha curato la manutenzione delle stazioni di monitoraggio, e quella redatta dall'Università della Tuscia che ha collaborato nella rilevazione degli indicatori biologici.

Quest'anno, con una novità editoriale: il rapporto si presenta, per il 2013, con una veste grafica più agile che, siamo certi, lo renderà più fruibile al pubblico. Un'altra novità riguarda la scelta di tenere annualmente un convegno pubblico per discutere la qualità dell'ambiente e di produrre un rapporto capace di raggiungere un alto numero di persone. Un modo, secondo noi, più idoneo per evadere l'obbligo statutario di informare la cittadinanza sui rischi per la salute a cui è esposta. Anche la valutazione dei risultati dei monitoraggi dal 2013 cambia riferimenti per garantire all'Osservatorio la capacità di supportare più efficacemente le autorità locali nella tutela della salute delle cittadine e dei cittadini dai rischi ambientali. La dichiarazione di cancerogenicità per l'inquinamento atmosferico, formulata ad ottobre 2013 dall'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC), ribalta infatti l'approccio fondato sull'identificazione di un limite al di sotto del quale non sono attesi effetti sulla salute. Anche secondo noi i cancerogeni non ammettono limiti e l'unica strategia efficace nei loro confronti è la riduzione continua della loro concentrazione in aria, da perseguire anche sapendo che, per molti di essi, il livello zero non si raggiungerà mai. Per questo motivo la valutazione dei dati è stata condotta assumendo come riferimento sia i limiti indicati dalla normativa, sia i più restrittivi riferimenti suggeriti dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS).

Dunque, la ricerca di una valutazione più articolata possibile della qualità dell'aria è stata perseguita nel rapporto indipendentemente dalle attività direttamente svolte e/o controllate dall'Osservatorio. E per la prima volta, anche questa è una novità, un rapporto annuale dell'Osservatorio usa uno studio dell'Enel opportunamente rielaborato per estrapolare informazioni inerenti la presenza in aria di microinquinanti organici ed inorganici. Tale scelta consente di ovviare ad una carenza dell'Osservatorio introducendo nella valutazione della qualità ambientale le problematiche inerenti le emissioni e la presenza in aria di composti molto pericolosi a causa delle loro proprietà chimico-fisiche e tossicologiche.

Tante novità ma anche due assenze. La prima, l'incertezza nel valutare dati ricavati da rilevazioni non al di sopra delle parti. La seconda, forse più importante, la mancanza di un capitolo dedicato allo stato di salute della popolazione residente nell'area nonostante numerosi studi inerenti questa problematica siano stati condotti negli ultimi trent'anni sul territorio di Civitavecchia e dei comuni limitrofi. La loro integrazione nel contesto prevalentemente ambientale in cui si muove il rapporto richiede, però, competenze che sfortunatamente l'Osservatorio ancora non possiede. Ci ripromettiamo di colmare queste carenze il prossimo anno, introducendo un capitolo sullo stato di salute delle popolazioni e rilevando in proprio le concentrazioni dei microinquinanti in aria e nelle deposizioni al suolo.

Giovanni Marsili



2. LA RETE DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

La Rete di Monitoraggio della Qualità dell'Aria gestita dall'Osservatorio è composta da n. 14 postazioni delle quali n. 11 installate negli anni 1980 - 1981 e n. 3 installate successivamente per monitorare l'inquinamento da traffico veicolare, che ad oggi sono utilizzate da Arpa Lazio per i propri fini istituzionali. L'Agenzia Regionale ha sul territorio ulteriori 3 stazioni di misura, di cui due della Rete Regionale di rilevamento ed una destinata al monitoraggio del porto di Civitavecchia. La rete è stata sottoposta a revisione ed aggiornamento nel 2005 in ottemperanza a quanto previsto del D.M. 55/03 ed è passata sotto gestione consortile nell'Aprile 2009.

Nello specifico la Rete di Monitoraggio della Qualità dell'Aria è costituita da 6 postazioni di misura installate nel Comune di Civitavecchia e 5 stazioni dislocate sul territorio dei comuni limitrofi di S.Marinella (fraz. S.Severa), Allumiere, Tolfa, Tarquinia e Monte Romano.

Le stazioni rilevano in continuo le concentrazioni in atmosfera degli ossidi di azoto (NO_x) degli ossidi di zolfo (SO_x), del particolato (PM₁₀ e PM_{2,5}), dell'ozono (O₃). La tabella 2.1 descrive in dettaglio la rete di controllo della qualità dell'aria, costituita dalle 11 stazioni attualmente gestite dall'Osservatorio.

Stazioni	tipo	m s.l.m.	Coordinate		Parametri monitorati					
			X(UTM32)	Y(UTM32)	NO ₂	SO ₂	PM ₁₀	PM _{2,5}	O ₃	Meteo
Aurelia	S	72	730375	4669000	•	•	•	•		
S. Agostino	S	16	726625	4671350	•	•	•		•	
Fiumaretta	I/U	1	730375	4665075	•	•	•			
Faro	F/R	174	732900	4664650	•	•	•	•		
Campo Oro	F/R	74	733250	4663000	•	•	•			
S. Gordiano	F/R	87	733100	4661900	•	•	•			
Allumiere	I/R	467	739850	4671700	•	•	•	•	•	•
Tolfa	I/R	576	742750	4670625	•	•	•			
S. Severa	F/R	23	744515	4656795	•	•	•			•
Tarquinia	I/R	216	738310	4680150	•	•	•			
Monte Romano	I/R	286	738750	4683875	•	•	•			

Tabella 2.1: rete di rilevamento della qualità dell'aria gestita nel 2013 dall'Osservatorio. Legenda della tipologia: S= suburbana; I= industriale; U= urbana; F= fondo urbano; R= rurale.

L'aerofotogramma in figura 2.2 mostra la dislocazione, sul territorio di interesse, delle postazioni. In rosso sono contrassegnate le stazioni di monitoraggio posizionate all'interno del territorio del Comune di Civitavecchia, in giallo le postazioni localizzate nei comuni limitrofi.

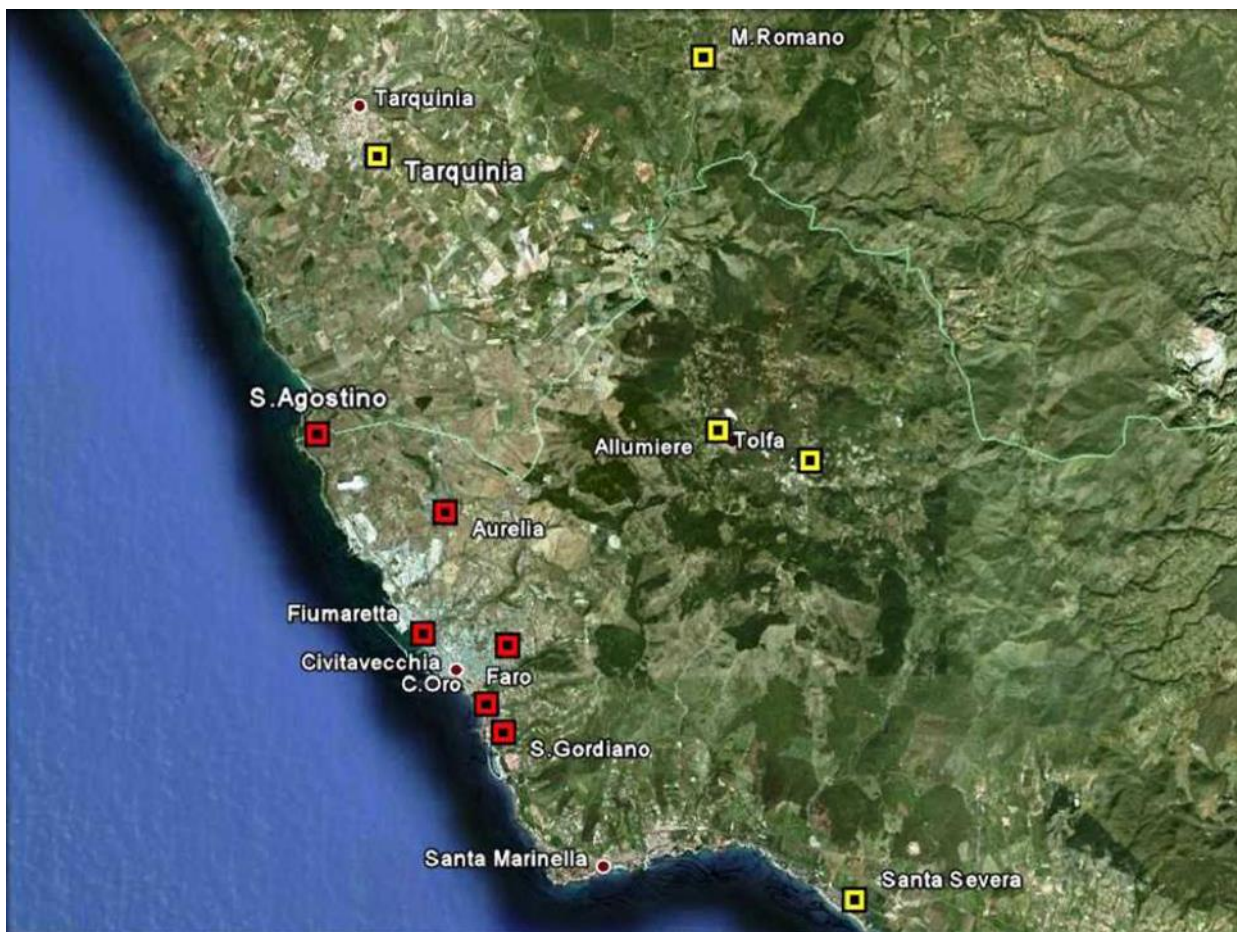


Figura 2.2: distribuzione territoriale delle stazioni di monitoraggio.

Sul sito internet www.ambientale.org è riportata la descrizione dettagliata della rete di monitoraggio della qualità dell'aria.

3. ANALISI METEOROLOGICA

La Rete di Monitoraggio della Qualità dell'Aria comprende due stazioni meteo, installate presso le centraline di S.Severa (23 m s.l.m.) e di Allumiere (467 m s.l.m.). Entrambe le stazioni sono corredate di anemometro sonico DV-VV, rilevatore di radiazione globale, pluviometro, barometro e igrometro. È presente nell'area anche una stazione meteo gestita da ENEL, localizzata ad un'altezza di 120 m dal suolo sul camino della centrale di Torrealvaldliga Nord (TVN).

3.1 Postazione meteo S. Severa

La stabilità atmosferica elaborata dai dati meteo della postazione (vedi scheda su www.ambientale.org) mostra durante le ore diurne (barre blu in figura 3.1) prevalenti condizioni di neutralità (D) con turbolenza termodinamica molto debole, associate a situazioni di moderata e debole instabilità (A-B-C). Durante le ore notturne (barre rosse in figura 3.1) permane una situazione di turbolenza termodinamica molto debole con una significativa presenza di condizioni di neutralità (D) e frequenti situazioni di stabilità estrema (F).

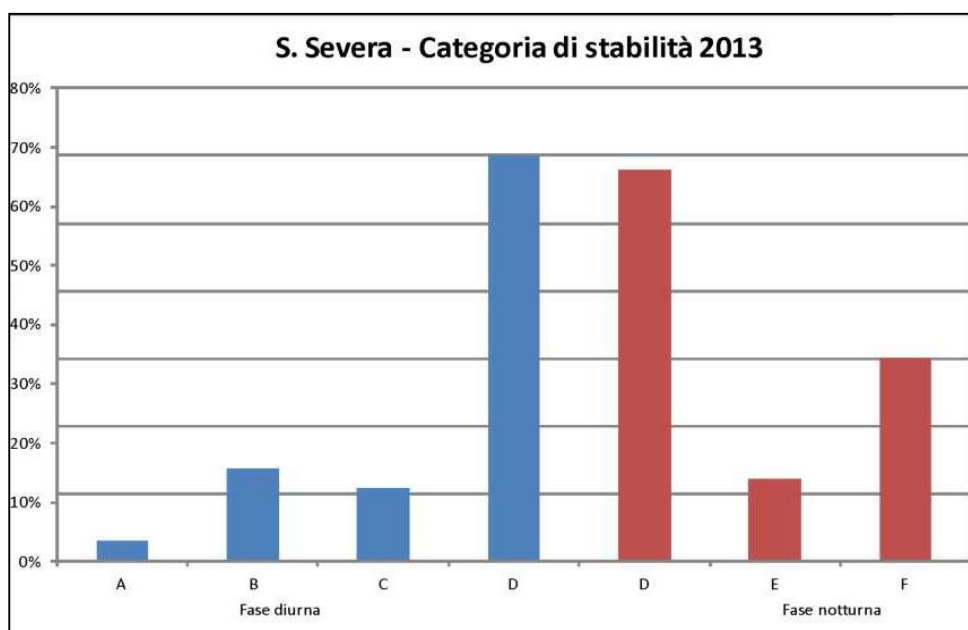


Figura 3.1: distribuzione delle classi di stabilità atmosferica nel 2013 (postazione S.Severa).

Relativamente alla velocità, i venti si presentano prevalentemente come brezze leggere (52%), moderate (12%) o vivaci (3%). Praticamente assenti risultano le condizioni di vento teso (1%), mentre si evidenziano inusuali e frequenti condizioni di calma di vento (15,4%) e bava di vento (16,7%) (figura 3.2).

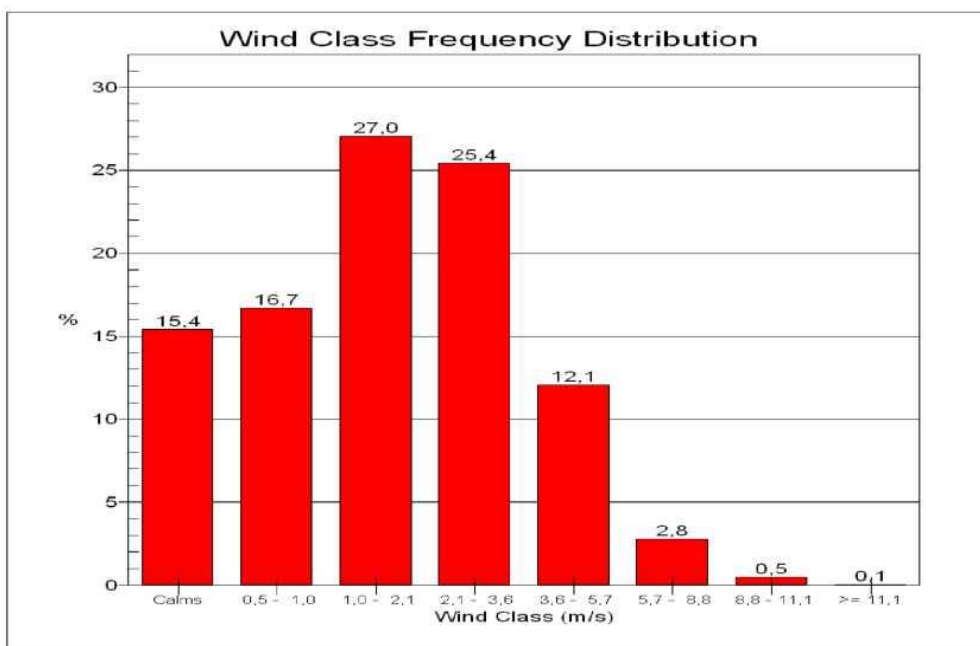


Figura 3.2: distribuzione delle velocità dei venti (postazione S.Severa).

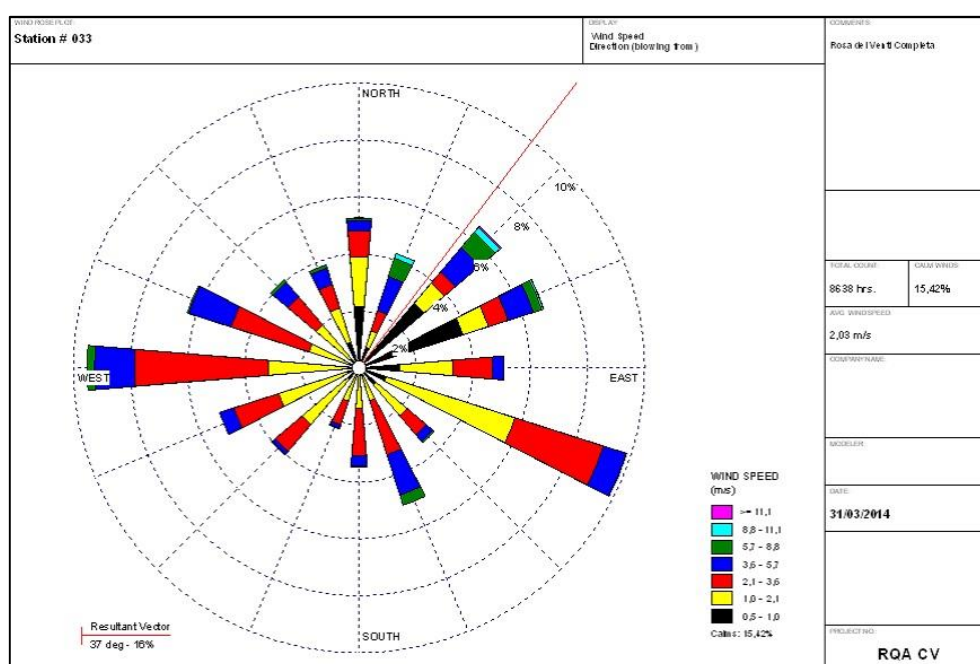


Figura 3.3: distribuzione di frequenza delle direzioni di provenienza dei venti (postazione S.Severa).

Per quanto riguarda la direzione (Figura 3.3) si osserva:

- nelle ore notturne, una provenienza dei venti dai quadranti intorno est, con direzione prevalente da sud-est;
- nelle ore diurne, una provenienza dei venti dai quadranti intorno ovest.

Il vettore risultante è orientato sul primo quadrante a circa 37°, mentre minori popolazioni di venti sono distribuite su tutti i quadranti. I venti più tesi si riscontrano nel II e III quadrante e provengono da sud-est e da ovest.

3.2 Postazione meteo Allumiere

La stabilità atmosferica elaborata dai dati meteo della postazione (vedi scheda su www.ambientale.org) mostra durante il giorno (barre blu in figura 3.4) prevalenti condizioni di neutralità (D) seguite da condizioni di moderata e debole instabilità (B, C). Si registra inoltre una debole presenza (0,4%) di forte instabilità (classe A) che favorisce la dispersione degli inquinanti dagli strati bassi dell'atmosfera. Nelle ore notturne (barre rosse in figura 3.4) sono ancora largamente prevalenti condizioni di neutralità seguite da deboli condizioni di stabilità e forte stabilità.

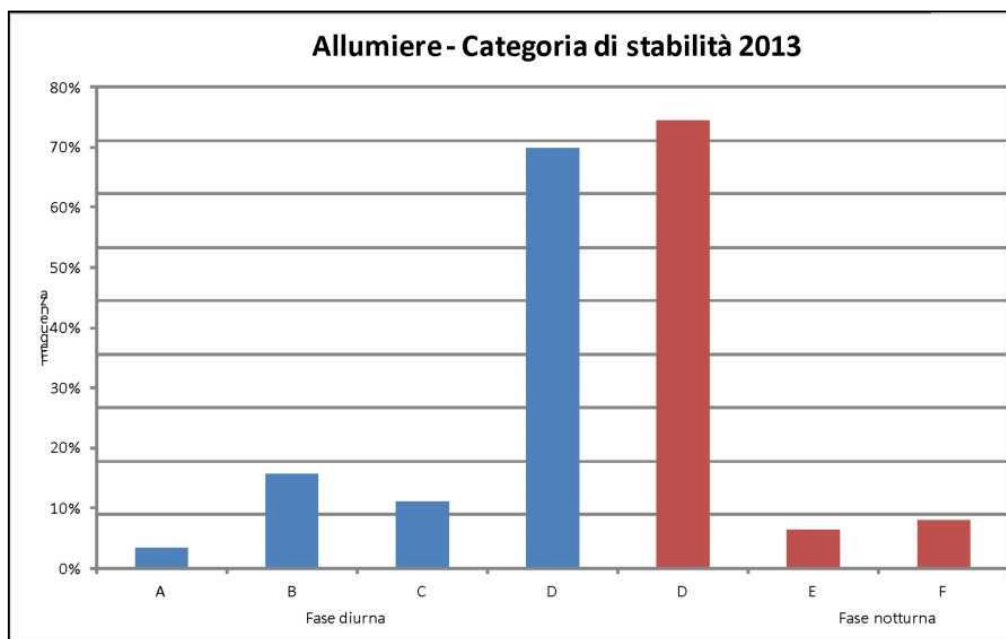


Figura 3.4: distribuzione delle classi di stabilità atmosferica nel 2013 (postazione Allumiere).

La figura 3.5 riporta la distribuzione delle classi di velocità del vento rilevate nel 2013, ed evidenzia la netta predominanza dei regimi di brezza leggera (58%), moderata (33%) e vivace (7%). In accordo con la posizione altimetrica della postazione, risultano invece praticamente assenti condizioni di calma e di bave di vento.

Per quanto riguarda la direzione di provenienza dei venti (figura 3.6) si osserva una buona diffusione dei venti provenienti dal I e III quadrante, mentre risulta poco significativa la componente del IV quadrante. I venti prevalenti hanno direzione ovest-sud-ovest principalmente di giorno e nord-est nelle ore notturne durante le quali risultano generalmente più tesi. Il contributo della fase notturna riguarda essenzialmente direzioni provenienti da nord-est, est e sud-sud-est, e di provenienza dal primo quadrante.

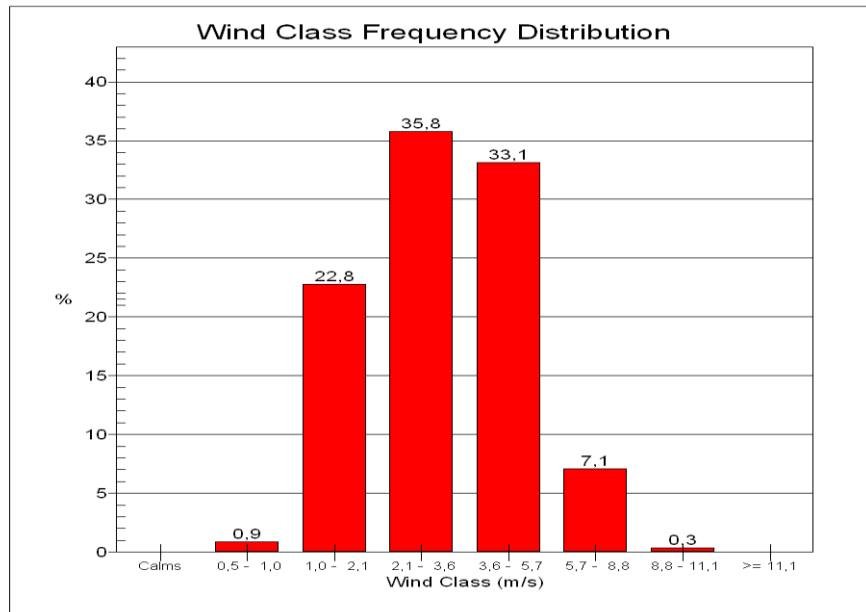


Figura 3.5: distribuzione delle classi di velocità del vento (postazione Allumiere).

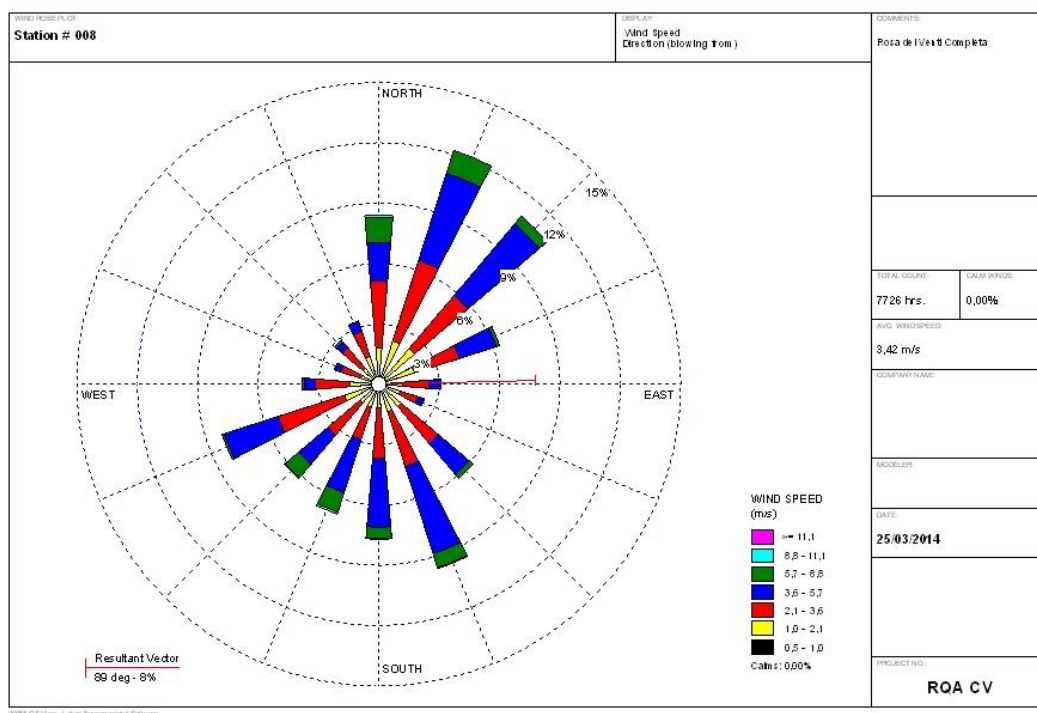


Figura 3.6: distribuzione di frequenza delle direzioni di provenienza dei venti (postazione Allumiere).

3.3 Postazione meteo TVN

L'ENEL ha fornito i dati rilevati dalla stazione meteo di sua proprietà installata sul camino di TVN a 120 m dal suolo. Tali dati risultano fondamentali per valutare la dispersione dei contaminanti atmosferici emessi dal camino della centrale. La figura 3.7 riporta la distribuzione delle classi di velocità del vento rilevate nell'anno 2013 evidenziando notevoli similitudini con quella osservata nella postazione meteo di Allumiere (figura 3.5). Analogamente a quest'ultima sono infatti praticamente assenti condizioni di calma e bava di vento e prevalgono decisamente i regimi di brezza: leggera (60%), moderata (26%) e vivace (9%). Molto sporadici le brezze tese ed i venti forti.

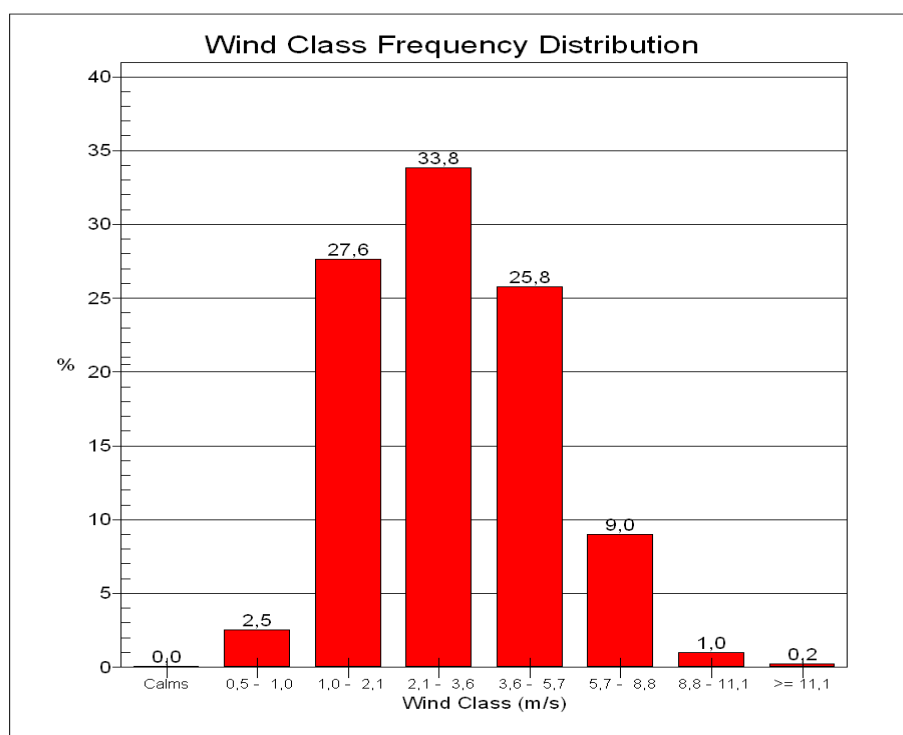


Figura 3.7: distribuzione delle classi di velocità del vento (postazione TVN).

Nella figura 3.8 è riportata la distribuzione delle direzioni di provenienza del vento rilevate nel 2013 della stazione meteo di TVN, localizzata a 120 m di altezza. Si osserva che a quell'altezza il vento soffia per la maggior parte del tempo dal I e II quadrante, con direzioni prevalenti nord-est e sud-est. Il vettore risultante è orientato tra il primo e il secondo quadrante a circa 90°, mentre minori popolazioni di venti sono distribuite sugli altri due quadranti.

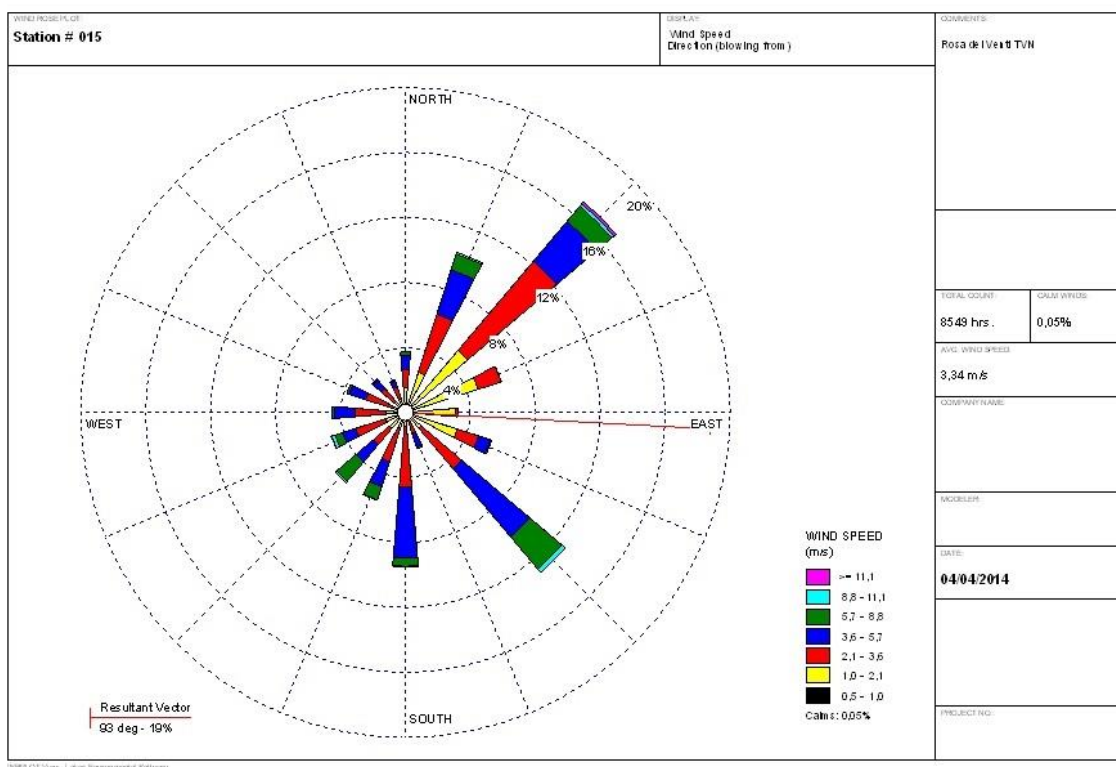


Figura 3.8: distribuzione di frequenza delle direzioni di provenienza dei venti (postazione TVN).

3.4 Conclusioni

La comparazione dei dati rilevati dalla rete delle stazioni meteorologiche attive nell'area mostra un regime anemologico caratterizzato da brezze deboli e moderate, intervallate da frequenti calme di vento a livello del mare, le quali si dissolvono al crescere dell'altezza dal suolo per lasciare il posto a brezze più vivaci. Praticamente assenti al suolo, e rari anche in quota, i venti con velocità maggiori di 9 m/s.

Le direzioni di provenienza dei venti, fortemente influenzate al suolo dall'orografia dell'area circostante la stazione di monitoraggio, risultano molto variabili, con un'evidente influenza del ciclo delle brezze a livello del mare, dove prevalgono venti provenienti da ovest di giorno ed intorno est di notte. Le rilevazioni a livello del suolo, ma ad un'altezza di 467 m sul livello del mare, evidenziano ancora gli effetti del ciclo delle brezze marine, anche se spariscono le calme di vento e si incrementa la frequenza di venti più tesi. Un'ulteriore attenuazione del ciclo delle brezze marine si osserva nelle rilevazioni in quota dove prevalgono decisamente i venti provenienti da nord est e da sud est; spariscono le calme di vento e diviene significativa la frequenza di venti tesi.

4. GLI INQUINANTI

Il D.Lgs. 155/2010, che ha attuato la direttiva europea 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente in Europa, definisce *inquinante qualsiasi sostanza presente nell'aria ambiente che può avere effetti dannosi sulla salute umana o sull'ambiente nel suo complesso*. Gli inquinanti che ad oggi risultano avere gli effetti più preoccupanti sono: materiale particellare (PM₁₀ – PM_{2.5}), ozono, biossido di azoto, biossido di zolfo, monossido di carbonio, ammoniaca, cadmio, arsenico, benzene e benzo(a)pirene.

4.1 Materiale particellare (PM₁₀ – PM_{2.5})

Il materiale particellare è una miscela eterogenea di contaminanti sospesi in aria allo stato solido o liquido, che in base alle dimensioni, espresse come diametro aerodinamico, viene classificato come ultrafine (nanoparticelle), fine (PM_{2.5}) e coarse (PM₁₀).

Gli effetti sulla salute riguardano principalmente l'apparato respiratorio (tumore al polmone, BPCO, asma, etc.) sebbene esiti preoccupanti sono stati rilevati anche per le malattie a carico del sistema cardiovascolare.

L'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) classifica il materiale particellare come cancerogeno per l'uomo (Gruppo 1 – IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans).

L'Unione Europea (UE) ha fissato per la concentrazione media giornaliera il limite di 50 µg/m³ per il PM₁₀ e per la concentrazione media annuale i limiti di 25 µg/m³ e 40 µg/m³ per il PM_{2.5} e il PM₁₀ rispettivamente.

L'Organizzazione Mondiale per la Sanità (OMS) ha suggerito un ulteriore limite per la concentrazione media giornaliera anche del PM_{2.5} pari a 25 µg/m³ e limiti più bassi relativi alla concentrazione media annuale pari a 10 µg/m³ e 20 µg/m³ per il PM_{2.5} e il PM₁₀ rispettivamente.

4.2 Ozono (O₃)

L'ozono è un gas instabile, incolore, di odore acuto e penetrante ed estremamente reattivo. Gli effetti sulla salute coinvolgono principalmente il sistema respiratorio e possono essere sia acuti (irritazione ed infiammazione delle vie aeree) che cronici (compromissione delle funzioni polmonari).

L'UE ha fissato per l'ozono il limite, riferito alla media mobile su 8 ore, di 120 µg/m³, mentre l'OMS ha suggerito, per tale parametro, un limite di 100 µg/m³.

4.3 Biossido di azoto (NO₂)

Il biossido di azoto è un gas tossico, molto reattivo, altamente irritante e caratterizzato, ad alte concentrazioni, da un odore forte e pungente.

I principali effetti sulla salute riguardano patologie specifiche a carico del sistema respiratorio (bronchiti, allergie, edemi polmonari) e del sistema cardiovascolare (scompenso cardiaco, aritmie).

Sia l'UE che l'OMS hanno identificato per l'NO₂ i limiti di 40 µg/m³ e 200 µg/m³ per la media annuale e la media oraria rispettivamente.

4.4 Biossido di zolfo (SO₂)

Il biossido di zolfo è un gas incolore, irritante, estremamente reattivo in acqua e dall'odore acre e pungente.

Gli effetti sulla salute, derivanti da questo inquinante, vanno da semplici irritazioni degli occhi e delle vie respiratorie, nel caso di esposizioni acute, sino a fenomeni di broncocostrizione per esposizioni prolungate a quantitativi anche non elevati.

L'UE ha identificato limiti pari a 350 µg/m³ e 125 µg/m³ per la concentrazione media oraria e giornaliera rispettivamente. Nel caso dell'SO₂ le linee guida proposte dall'OMS sono molto più severe rispetto a quelle UE e raccomandano un limite per la media giornaliera di 20 µg/m³.

4.5 Monossido di carbonio (CO)

Il monossido di carbonio è un gas incolore, inodore, insapore, con una densità molto simile a quella dell'aria e molto tossico.

Gli effetti sulla salute sono riconducibili alla capacità di questo inquinante di legarsi all'emoglobina del sangue, riducendo il trasporto di ossigeno dai polmoni alle cellule dell'organismo e provocando così patologie a carico del sistema nervoso e cardiovascolare.

Sia l'UE che l'OMS hanno identificato per il CO un limite per la media mobile su 8 ore pari a 10 mg/m³. L'OMS suggerisce un ulteriore limite di 30 mg/m³ per una esposizione non superiore ad un'ora.

4.6 Ammoniaca (NH₃)

L'ammoniaca è un gas irritante, tossico e altamente solubile in acqua, caratterizzato, a temperatura ambiente, da un odore pungente molto forte e soffocante.

Gli effetti sulla salute riguardano principalmente il sistema respiratorio (edema polmonare, acidosi), il sistema nervoso centrale ed il sistema urinario.

Per via della limitata pericolosità di questo inquinante non sono stati identificati parametri di riferimento relativi alla concentrazione limite dell'ammoniaca.

4.7 Cadmio (Cd)

Il cadmio è un metallo altamente tossico per l'uomo dall'aspetto argenteo con riflessi azzurrognoli, malleabile, duttile e tenero.

Gli effetti sulla salute dovuti ad esposizione orale riguardano principalmente reni, fegato e ossa mentre quelli relativi all'esposizione per via inalatoria coinvolgono reni e polmoni.

Lo IARC classifica il cadmio e i suoi composti come cancerogeni per l'uomo (Gruppo 1 – IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans).

Sia l'UE che l'OMS hanno fissato per il cadmio il limite di 5 ng/m³ riferito alla concentrazione media annuale di inquinante.

4.8 Arsenico (As)

L'arsenico è un semimetallo, che si presenta in tre diverse forme allotropiche (gialla, nera e grigia), caratterizzato da una forte reattività che gli consente di combinarsi rapidamente con cloro e fluoro.

Gli effetti sulla salute coinvolgono il sistema respiratorio (tosse cronica, bronchite), il sistema nervoso (neuropatie, perdita di memoria) e sistema riproduttivo (complicanze in gravidanza, parto prematuro). Inoltre può provocare cancro (pelle, polmone, vescica), patologie cardiovascolari e diabete.

Lo IARC classifica l'arsenico ed i suoi composti inorganici come cancerogeni per l'uomo (Gruppo 1 – IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans).

L'UE ha fissato per l'arsenico il limite di 6 ng/m³ riferito alla concentrazione media annuale di inquinante, mentre l'OMS non ha individuato linee guida specifiche, per l'impossibilità di stabilire un livello di esposizione sicuro da poter essere raccomandato, data la cancerogenicità dell'inquinante.

4.9 Benzene (C₆H₆)

Il benzene è un idrocarburo aromatico che a temperatura ambiente si presenta come un liquido incolore dal caratteristico odore dolciastro e pungente.

Gli effetti sulla salute principali coinvolgono il sistema emopoietico, dove nel caso più estremo, possono portare a leucemia mieloide acuta.

Lo IARC classifica il benzene come cancerogeno per l'uomo (Gruppo 1 – IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans).

L'UE ha fissato per il benzene il limite di 5 µg/m³ riferito alla concentrazione media annuale di inquinante, mentre l'OMS non ha individuato linee guida specifiche, per l'impossibilità di stabilire un livello di esposizione sicuro da poter essere raccomandato, data la cancerogenicità dell'inquinante.

4.10 Benzo(a)pirene (BaP)

Il benzo(a)pirene fa parte della famiglia degli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) e presenta una struttura composta da cinque anelli aromatici con formula bruta C₂₀H₁₂.

Gli effetti sulla salute riguardano il sistema respiratorio (cancro ai polmoni), sistema riproduttivo e immunitario e sono dovuti principalmente all'elevata genotossicità di questo inquinante.

Lo IARC classifica il BaP come probabile cancerogeno per l'uomo (Gruppo 2A – IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans).

L'UE ha fissato per il benzene il limite di 1 ng/m³ riferito alla concentrazione media annuale di inquinante, mentre l'OMS non ha individuato linee guida specifiche, per l'impossibilità di stabilire un livello di esposizione sicuro da poter essere raccomandato, data la cancerogenicità dell'inquinante.

4.11 Bibliografia

EEA, 2013. *Air quality in Europe – 2013 report*. EEA Report No 9/2013, European Environment Agency, Copenhagen, Denmark.

IARC, 2012. *IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans*. Vol. 100, A-F. Review of Human Carcinogens. International Agency for Research on Cancer, Lyon (France).

UE, 2008. *Direttiva Parlamento europeo e Consiglio UE 2008/50/CE del 21 Maggio 2008 relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa*. Gazzetta ufficiale dell'Unione Europea.

WHO, 2006. *Air quality guidelines. Global update 2005. Particular matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide*. World Health Organization, Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark.

5. LA LEGISLAZIONE ITALIANA PER IL CONTROLLO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

Il Decreto Legislativo del 13 agosto 2010 n. 155 ha recepito la Direttiva 2008/50/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 21 maggio 2008 relativa alla qualità dell'aria ambiente. In sintesi, il decreto dispone e regola la valutazione della qualità dell'aria, l'identificazione di obiettivi per il suo miglioramento (avvalendosi della suddivisione del territorio in zone ed agglomerati ed adottando piani d'azione finalizzati al loro conseguimento) e l'obbligo di informare la popolazione. Valori limite, soglie di informazione e di allarme ed obiettivi a lungo termine sono assunti in questa relazione tra i riferimenti usati per valutare le rilevazioni della rete di monitoraggio gestita dall'Osservatorio e saranno pertanto riportati di seguito.

5.1 Biossido di azoto (NO₂) - Parametri legislativi

Il D.Lgs. n. 155 Allegato XI prevede un valore limite orario ed un valore limite annuale per la protezione della salute umana. Nella tabella 5.1 sono riportati i valori limite orario ed annuale in vigore.

Parametri richiesti	
Valore limite orario, come NO ₂ , per la protezione della salute umana (da non superare più di 18 volte per anno civile)	200 µg/m ³
Valore limite annuale, come NO ₂ , per la protezione della salute umana	40 µg/m ³

Tabella.5.1: parametri stabiliti dal D.Lgs. 155/2010 relativamente al biossido di azoto.

5.2 Biossido di zolfo (SO₂) - Parametri legislativi

Il D.Lgs. n. 155 Allegato XI prevede un valore limite orario ed un valore limite giornaliero per la protezione della salute umana ed un livello critico per la protezione della vegetazione. Nella tabella 5.2 sono riportati i valori limite orario ed annuale in vigore.

Parametri richiesti	
Valore limite orario per la protezione della salute umana (da non superare più di 24 volte per anno civile)	350 µg /m ³
Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana (da non superare più di 3 volte per anno civile)	125 µg /m ³

Tabella 5.2: parametri stabiliti dal D.Lgs. 155/2010 relativamente al biossido di zolfo.

5.3 Ozono (O₃) - Parametri legislativi

Il D.Lgs. n. 155 prevede valori obiettivo ed obiettivi a lungo termine, soglie di informazione e di

allarme per la protezione della salute umana, della vegetazione e delle foreste.
In particolare il Decreto individua i seguenti parametri:

- Valore obiettivo: livello fissato al fine di evitare effetti nocivi a lungo termine sulla salute umana o sull'ambiente nel suo complesso, da conseguirsi per quanto possibile entro un dato periodo di tempo.
- Obiettivo a lungo termine: concentrazione di ozono nell'aria al di sotto della quale si ritengono improbabili, in base alle conoscenze scientifiche attuali, effetti nocivi diretti sulla salute e/o sull'ambiente nel suo complesso;
- Soglia di informazione: definisce un livello di esposizione, anche di breve durata, oltre il quale vi è un rischio per la salute umana per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione;
- Soglia di allarme: definisce un livello di esposizione, anche di breve durata, per il quale vi è un rischio per la salute umana riferito alla popolazione in generale.

Nella successiva tabella 5.3 sono riportati i parametri previsti e i loro limiti.

Parametri richiesti	
Valore obiettivo per la <i>protezione della salute umana</i> come media massima giornaliera calcolata su otto ore da non superare più di 25 giorni per anno civile come media su 3 anni	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Valore obiettivo per la protezione della vegetazione come AOT40 calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio come media su 5 anni	18000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}$
Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana definita come media massima giornaliera su otto ore nell'arco dell'anno civile	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Soglia di informazione (media oraria). In caso di superamento o di previsione di superamento il D.Lgs. 155/10 prevede sia data informazione alla popolazione	180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Soglia di allarme (media oraria). In caso di superamento o di previsione di superamento il D.Lgs. 155/10 prevede sia data tempestiva informazione alla popolazione	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Tabella 5.3: parametri stabiliti dal D.Lgs. 155/2010 relativamente all'ozono.

5.4 PM₁₀ - Parametri legislativi

Il D.Lgs. n. 155 Allegato XI prevede un valore limite giornaliero ed un valore limite annuale per la protezione della salute umana. Nella tabella 5.4 sono riportati i valori limite giornaliero ed annuale in vigore.

Parametri richiesti	
Valore limite di 24 ore (media giornaliera) per la protezione della salute umana (da non superare più di trentacinque volte in un anno)	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Valore limite annuale per la protezione della salute umana	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Tabella 5.4: parametri stabiliti dal D.Lgs. 155/2010 relativamente al PM₁₀.

5.5 PM_{2.5} - Parametri legislativi

Il D.Lgs. n. 155 Allegato XIV prevede la valutazione di indicatori di esposizione e la loro riduzione, nonché il raggiungimento di valori obiettivo ed il rispetto di valori limite secondo quanto di seguito riportato:

A. Indicatore di Esposizione Media (IEM). Questo indicatore è dato dalla concentrazione media annua su tre anni civili, ricavata dalla media dei risultati di tali misurazioni.

B. Obiettivo nazionale di riduzione dell'esposizione. Questo prevede che sulla base dell'IEM calcolato al 2010 ogni singolo Stato abbia prefissati degli obiettivi di riduzione al 2020, con percentuali diverse a seconda delle concentrazioni di partenza. Per IEM iniziali > di 22 µg /m³ l'obiettivo è raggiungere i 18 µg/m³

C. Obbligo di concentrazione dell'esposizione

Obbligo di concentrazione dell'esposizione	Anno entro il quale deve essere rispettato tale obbligo
20 µg/m ³	2015

D. Valore Obiettivo

Periodo di mediazione	Valore Obiettivo	Data entro la quale dovrebbe essere raggiunto il valore obiettivo
Anno civile	25 µg/m ³	1° gennaio 2010

6. IL CONTROLLO DEI MACROINQUINANTI

6.1 Introduzione

La qualità dell'aria nell'area di Civitavecchia e dei comuni limitrofi è determinata dalle pressioni indotte dalle emissioni in atmosfera di inquinanti all'interno del territorio locale e delle regioni vicine. Gli inquinanti emessi, trasportati e diffusi dai venti e dalla turbolenza atmosferica subiscono durante il trasporto trasformazioni fisico-chimiche che danno luogo alla formazione di altri inquinanti di natura totalmente (come l'ozono) o parzialmente (PM₁₀ e PM_{2,5}) secondaria. Il traffico su strada e la combustione non industriale (riscaldamento civile) sono in Italia le fonti principali di emissioni che causano l'inquinamento diretto da polveri, seguiti dai trasporti non stradali e dalla produzione di energia elettrica. Le emissioni industriali risultano la seconda causa di inquinamento da ossidi di azoto, che rappresentano anche un importante precursore della formazione di particolato secondario ed ozono. La combustione nell'industria ed il trasporto marittimo, costituiscono invece, una fonte rilevante di biossido di zolfo, che, sebbene presenti una concentrazione in aria di gran lunga inferiore ai valori limite, è un efficiente precursore della formazione di particolato secondario, anche a basse concentrazioni.

6.2 La qualità dell'aria rispetto alla normativa

L'analisi degli indicatori di qualità dell'aria rilevati dalle 11 stazioni della rete di rilevamento gestita dall'Osservatorio ha evidenziato nel 2013 il rispetto della normativa (D.Lgs. 155/2010) per alcuni inquinanti quali biossido di zolfo, ossidi di azoto e particolato atmosferico, ed una criticità per l'ozono (tabella 6.1).

POSTAZIONE DI MISURA	NO ₂ - Biossido di azoto		SO ₂ - Biossido di zolfo		POLVERI - PM ₁₀		POLVERI - PM _{2,5}	O ₃ Ozono	
	Media annuale $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (valore limite annuale $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	Massima media oraria $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (valore limite orario $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	Massima media oraria $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (valore limite orario $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	Massima media giornaliera $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (valore limite giornaliero $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	Media annuale $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (valore limite annuale $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	N° sup. valore limite giornaliero $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Media annuale $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (valore limite annuale al 2015 $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	Massima media oraria $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (soglia di informazione $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	N° sup. valore obiettivo $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (media su anni 2011.2012.2013)
Aurelia	10,8	90	24	10,4	14	0	8,3	—	—
S.Agostino	6,7	58	107	18,3	18,3	0	—	154	20
Fiumaretta	15,3	120	68	20,8	26,4	0	—	—	—
Faro	12,7	85	72	17,6	19	4	9,6	—	—
C. Oro	14,5	114	90	23,7	20,9	8	—	—	—
S.Gordiano	16,6	136	106	11,8	18,2	0	—	—	—
Allumiere	7,9	65	89	9,7	17	0	10,5	168	28
Tolfa	10,2	54	33	15,6	15,7	0	—	—	—
Tarquini	14	47	29	9,8	16,8	0	—	—	—
M.Romano	17,8	52	18	16,4	18,3	0	—	—	—
S.Severa	12,4	73	55	7,7	16,9	0	—	—	—

Tabella 6.1: dati di concentrazione per l'anno 2013 e valori limite D. Lgs. n. 155/2010.

La postazione di Allumiere, infatti, nel triennio 2011-2013, ha fatto registrare un numero medio di 28 superamenti/anno della concentrazione media su 8 ore di $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, eccedendo il limite di 25 superamenti/anno stabilito dal D.Lgs. 155/2010.

In particolare:

- il **biossido di azoto**, un inquinante molto diffuso e pericoloso per le sue proprietà intrinseche e per essere un precursore del materiale particolato e dell'ozono, mostra complessivamente una situazione stabile rispetto agli anni precedenti con il pieno rispetto delle concentrazioni medie oraria ed annuale rispettivamente fissate dalla normativa in $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Le concentrazioni medie annuali sono infatti comprese tra i $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ della postazione di S. Agostino ed i $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di quella di Monte Romano. Le concentrazioni massime orarie sono invece comprese tra i $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ della postazione di Tarquinia ed i $136 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di quella di S. Gordiano.
- Il **biossido di zolfo**, che storicamente costituiva il principale problema di inquinamento delle aree urbane e industriali, mostra anch'esso una situazione stabile rispetto agli anni precedenti ed il pieno rispetto delle concentrazioni medie oraria e giornaliera rispettivamente fissate dalla normativa in $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Le massime concentrazioni medie orarie sono infatti comprese tra i $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ della postazione di Monte Romano ed i $107 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di quella di S. Agostino. La più alta concentrazioni giornaliera è stata registrata della postazione di Campo dell'Oro ($24 \mu\text{g}/\text{m}^3$).
- Il **PM₁₀**, un inquinante particolarmente pericoloso per la salute, evidenzia un trend in diminuzione della concentrazione media annuale in quasi tutte le stazioni della rete ad esclusione di quelle di Fiumaretta e Campo dell'Oro, dove essa permane stabile al di sopra dei $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Anche in questo caso, le rilevazioni evidenziano comunque il pieno rispetto della normativa che fissa la concentrazione media annuale in $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ed in 35 volte il limite massimo di volte per anno in cui la media giornaliera di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ può essere superata. Le concentrazioni medie annuali sono infatti comprese tra i $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ della postazione Aurelia ed i $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di quella di Fiumaretta, mentre il valore limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, nel 2013 è stato superato nelle postazioni di Faro e Campo dell'Oro anche se per un numero di volte (4 ed 8 rispettivamente) ancora all'interno del limite di legge consentito.
- Il **PM_{2,5}**, che presenta una distribuzione relativamente uniforme sul territorio, mostra il pieno rispetto della normativa che ne fissa la concentrazione media annuale limite in $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Le postazioni di Aurelia, Faro ed Allumiere, uniche stazioni della rete di monitoraggio in cui detto inquinante è rilevato, hanno infatti fatto registrare nel 2013 concentrazioni medie annuali rispettivamente uguali a 8, 10 ed $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- L'**ozono**, un inquinante secondario non emesso da sorgenti locali ma prodotto per effetto della radiazione solare su precursori (COV e NO_x) presenti in atmosfera, ha fatto segnare una situazione di illegalità in una delle due postazioni della rete che lo rilevano: Allumiere e S. Agostino. Sebbene nel 2013 non siano stati registrati superamenti della soglia di informazione (concentrazione media oraria di $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$), il valore massimo giornaliero di concentrazione della media mobile su 8 ore di $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, calcolato come media sugli anni 2011, 2012 e 2013, è stato superato in entrambe le postazioni, rispettivamente 28 e 20 volte. Considerato che il D.Lgs. 155/2010 consente il superamento di tale limite soltanto per 25 volte/anno, ne consegue che la stazione di monitoraggio di Allumiere non ha rispettato nel 2013 il livello di qualità dell'aria stabilito dalla normativa.

6.3 La qualità dell'aria rispetto ai valori di riferimento dell'OMS

L'OMS ha pubblicato nel 2001, ed aggiornato nel 2006, le linee guida sulla qualità dell'aria nelle quali propone, sulla base della letteratura scientifica epidemiologica e tossicologica, valori di riferimento finalizzati alla protezione della salute umana. Relativamente ai macroinquinanti rilevati dalla rete di monitoraggio gestita dall'Osservatorio, dette linee guida suggeriscono valori di riferimento uguali a quelli della normativa esclusivamente per il biossido di azoto. Per il biossido di zolfo, il materiale particolato (PM₁₀ e PM_{2,5}) e l'ozono le concentrazioni di riferimento sono invece significativamente più conservative.

POSTAZIONE DI MISURA	NO ₂ - Biossido di azoto		SO ₂ - Biossido di zolfo	POLVERI - PM ₁₀		POLVERI - PM _{2,5}		O ₃ - Ozono
	Media annuale μg/m ³ (esposizione media annuale 40 μg/m ³)	Massima media oraria μg/m ³ (esposizione media oraria 200 μg/m ³)	Massima media giornaliera μg/m ³ (esposizione media giornaliera 20 μg/m ³)	Media annuale μg/m ³ (esposizione media annuale 20 μg/m ³)	Massima media giornaliera μg/m ³ (esposizione media giornaliera 50 μg/m ³)	Media annuale μg/m ³ (esposizione media annuale 10 μg/m ³)	Massima media giornaliera μg/m ³ (esposizione media giornaliera 25 μg/m ³)	Massima media oraria (8h) μg/m ³ (esposizione media oraria (8h) 100 μg/m ³)
Aurelia	10,8	90	10,4	14	32,4	8,3	23,3	—
S.Agostino	6,7	58	18,3	18,3	36,8	—	—	154
Fiumaretta	15,3	120	20,8	26,4	47,2	—	—	—
Faro	12,7	85	17,6	19	89,3	9,6	31,6	—
C. Oro	14,5	114	23,7	20,9	74,5	—	—	—
S.Gordiano	16,6	136	11,8	18,2	36,3	—	—	—
Allumiere	7,9	65	9,7	17	41	10,5	39,8	168
Tolfa	10,2	54	15,6	15,7	49,5	—	—	—
Tarquini	14	47	9,8	16,8	43,8	—	—	—
M.Romano	17,8	52	16,4	18,3	37,6	—	—	—
S.Severa	12,4	73	7,7	16,9	36,4	—	—	—

Tabella 6.2: dati di concentrazione per l'anno 2013 e Linee guida OMS.

La comparazione tra le concentrazioni in aria misurate dalla rete di monitoraggio della qualità dell'aria gestita dall'Osservatorio ed i riferimenti dell'OMS (tabella 6.2) segnalano una situazione:

- decisamente critica per l'ozono, che eccede abbondantemente e ripetutamente il limite dei 100 μg/m³, nelle due stazioni in cui è rilevato (Allumiere e S. Agostino);
- moderatamente critica per le polveri, in quanto sia nella frazione fine (PM_{2,5}) sia in quella grossolana (PM₁₀) si attestano su concentrazioni medie annuali a ridosso di quelle limite suggerite dall'OMS (10 μg/m³ e 20 μg/m³ per PM_{2,5} e PM₁₀ rispettivamente). Il PM₁₀ eccede ripetutamente il limite delle concentrazioni medie giornaliere nelle stazioni di monitoraggio di Faro e Campo dell'Oro, mentre il PM_{2,5} nelle stazioni di monitoraggio di Faro ed Allumiere;
- di assoluta tranquillità per il biossido di zolfo, che resta in tutte le stazioni di monitoraggio abbondantemente al di sotto della concentrazione media giornaliera di 20 μg/m³ indicato dall'OMS come riferimento per la tutela della salute.

In sintesi, la comparazione delle concentrazioni degli inquinanti rilevati dalla rete di monitoraggio della qualità dell'aria gestita dall'Osservatorio con la normativa e con le linee guida per la protezione della salute redatte dall'OMS evidenzia alcune criticità ambientali e sanitarie a carico di ozono e materiale particolato. Nessuna criticità si osserva per i biossidi di azoto e di zolfo.

Conseguentemente, nel prosieguo di questa trattazione l'attenzione sarà concentrata esclusivamente su ozono e materiale particolare.

6.4 L'Ozono

L'O₃, un contaminante non direttamente emesso in aria ma generato dalla radiazione solare e da una complessa serie di reazioni chimiche, è uno dei principali inquinanti sia per i molteplici effetti sulla salute e sull'ambiente, sia per la sua ampia e crescente diffusione. Numerosi studi hanno infatti dimostrato la sua capacità di provocare gravi effetti sulla salute, sia per esposizioni acute che croniche, di danneggiare la vegetazione ed i raccolti, di influenzare i cambiamenti climatici (gas serra) e di incrementare significativamente la capacità ossidante dell'atmosfera. La figura 6.1 mostra le concentrazioni medie su 8 ore che nel 2011 sono state superate più di 25 volte nelle 2000 stazioni di monitoraggio attive sul territorio dell'UE. Si osservi che, ad eccezione dei paesi nordici e dell'Europa sud orientale, la concentrazione limite per la tutela della salute suggerita dall'OMS (100 µg/m³) è superata nella maggior parte del territorio continentale. In aggiunta, nei paesi del centro e sud dell'Europa sono verosimilmente superati anche i più permissivi limiti della normativa che, su base triennale, concedono il superamento dei 120 µg/m³ per meno di 25 volte/anno. In questo contesto, molto critica appare la situazione in Italia dove, nello stesso anno, soltanto l'8% delle 360 stazioni di monitoraggio ha rispettato il predetto limite di 120 µg/m³.

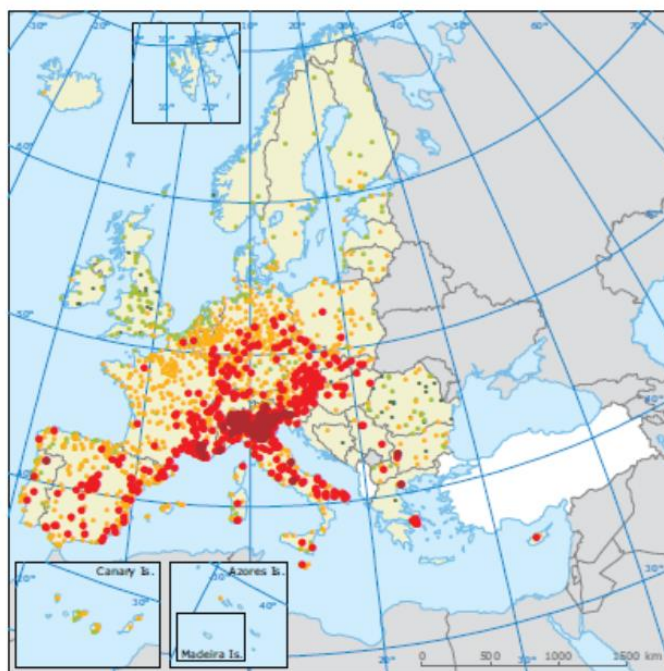


Figura 6.1: 26° più alta concentrazione media su 8 ore registrata nel 2011 nella rete di monitoraggio dell'UE.

Fonte: EEA, *Air Quality in Europe* – Report 2013.

● >140 µg/m³; ● 120-140 µg/m³; ● 100-120 µg/m³; ● 80-100 µg/m³; ● < 80 µg/m³

La presenza dell'O₃ in aria è affetta da un'ampia variabilità spaziale e temporale.

A differenza degli altri macroinquinanti, le stazioni di rilevamento collocate in siti rurali o in quota maggiore rispetto al mare registrano infatti concentrazioni di ozono mediamente più alte di quelle

collocate in siti urbani o in prossimità di sorgenti di emissione (fig. 6.2). Tale peculiarità è attribuibile alla presenza in aria del monossido di azoto (NO), un contaminante emesso nelle combustioni capace di degradare l'ozono e, con la permanenza in aria (distanza dalle sorgenti di emissione), di trasformarsi nel biossido di azoto (NO₂), che dell'O₃ è invece un precursore.

La figura 6.2 documenta tale comportamento evidenziando come le stazioni della rete comunitaria poste in siti rurali registrino con maggior frequenza concentrazioni più elevate delle stazioni dedicate al traffico.

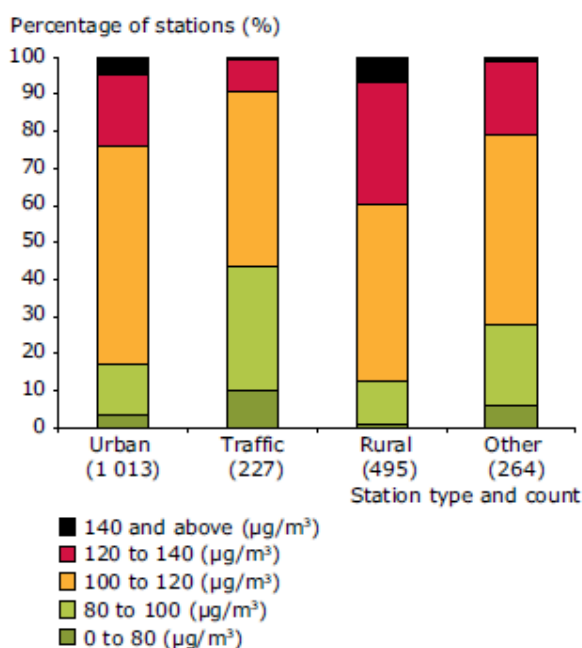


Figura 6.2: distribuzione della più alta concentrazione media su 8 ore registrata nel 2011 nella rete di monitoraggio dell'UE per tipologia della stazione di monitoraggio. Fonte: EEA, *Air Quality in Europe – Report 2013*.

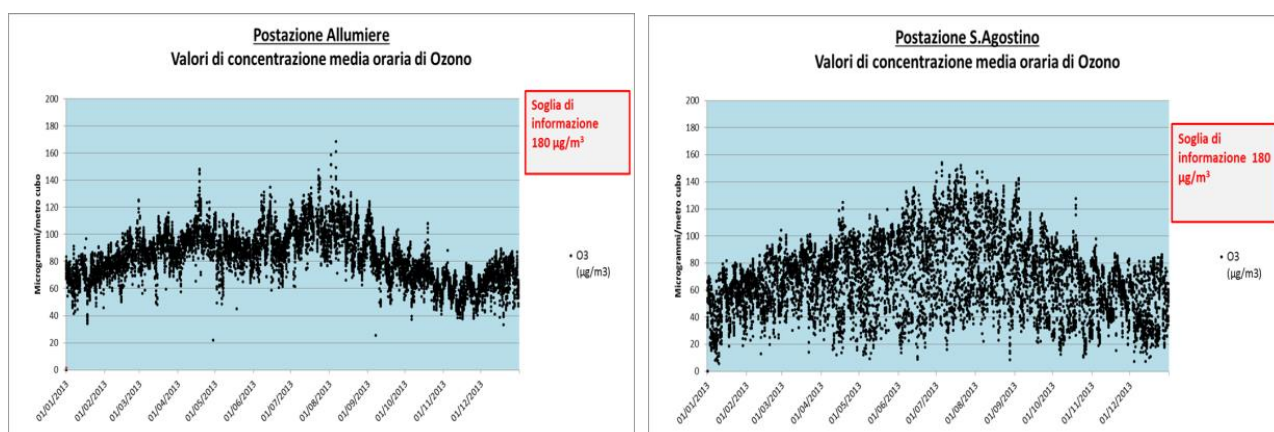


Figura 6.3: distribuzione delle concentrazioni medie orarie registrate nel 2013 dalle stazioni di monitoraggio dell'Osservatorio.

Le considerazioni inerenti l'inquinamento da O₃ del territorio nazionale ed europeo trovano puntuale riscontro nelle rilevazioni delle stazioni di monitoraggio dell'Osservatorio collocate ad Allumiere ed a Civitavecchia, in località S. Agostino, due siti rurali posti a diversa distanza dalle sorgenti di emissione che caratterizzano l'area ed a diversa altezza sul livello del mare. La figura 6.3 evidenzia il classico andamento stagionale di questo inquinante, con concentrazioni medie orarie più alte concentrate nella stagione calda, e la significativa differenza delle variabilità delle concentrazioni che conferma la diversa collocazione dei due siti.

In particolare, le concentrazioni medie orarie registrate ad Allumiere sono più concentrate attorno al valore mediano di 82 µg/m³ e raggiungono il massimo di 169 µg/m³; quelle rilevate a S. Agostino sono invece significativamente più disperse intorno al valore mediano di 68 µg/m³ e raggiungono il massimo di 154 µg/m³.

La valutazione dell'esposizione umana, parametro più strettamente inerente la tutela della salute e l'identificazione di adeguate iniziative di prevenzione, impone che oltre alla concentrazione sia presa in considerazione la persistenza in aria dell'O₃.

La distribuzione delle concentrazioni medie su 8 ore, che costituiscono il parametro di riferimento dei limiti di tutela della salute adottati sia dall'OMS che dalle normative italiane e comunitarie, evidenzia con maggior chiarezza l'andamento stagionale dell'inquinamento.

La figura 6.4, che riporta la distribuzione di questa variabile registrata nel sito di S. Agostino, evidenzia due finestre temporali con differente ampiezza, in funzione del limite preso a riferimento, in cui una criticità sanitaria può manifestarsi: un periodo di 4 mesi, compreso tra maggio ed agosto, se si prende a riferimento il limite di protezione della salute indicato dalla normativa (120 µg/m³); un periodo di 6 mesi, compreso tra la seconda metà di aprile e la prima metà di ottobre, se si prende a riferimento il limite OMS (100 µg/m³).

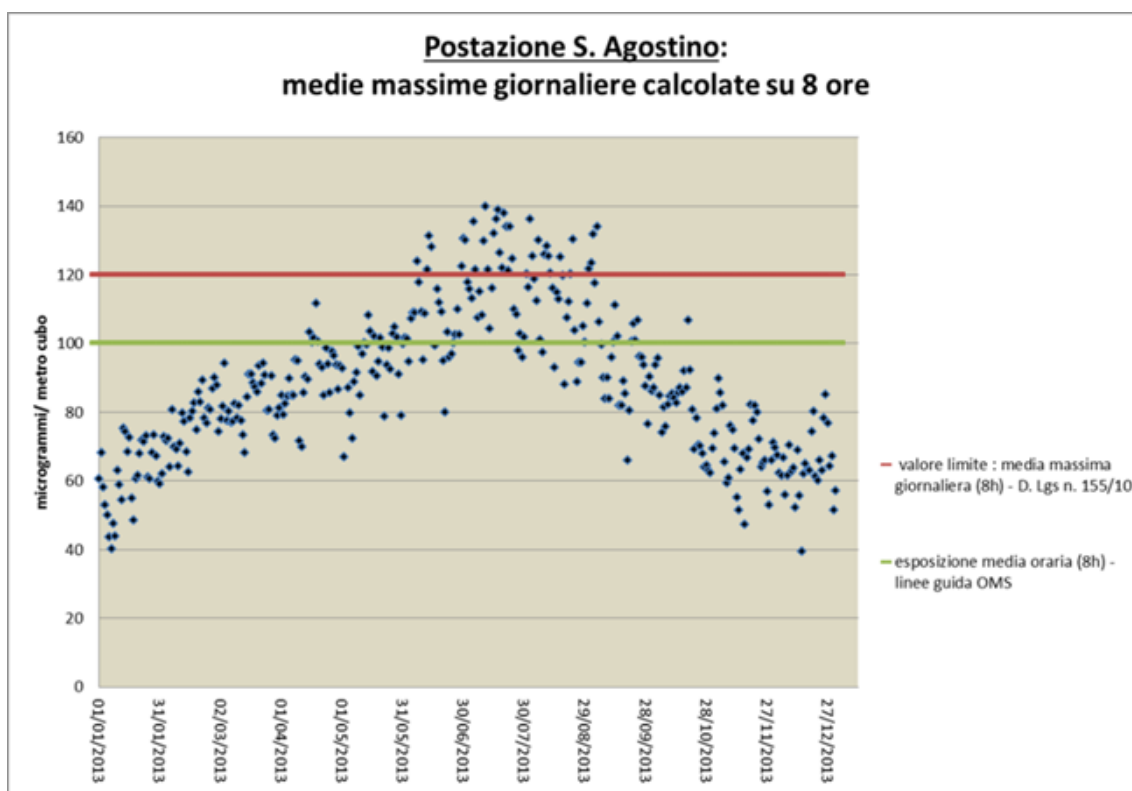


Figura 6.4: distribuzione delle concentrazioni medie su 8 ore registrate nel 2013 nella stazione di monitoraggio S. Agostino.

Considerazioni diverse possono essere formulate per il sito di Allumiere (fig. 6.5) che mostra una finestra temporale più stretta (giugno-agosto) prendendo a riferimento la normativa, ma una finestra temporale più ampia (marzo-settembre) prendendo a riferimento l'OMS.

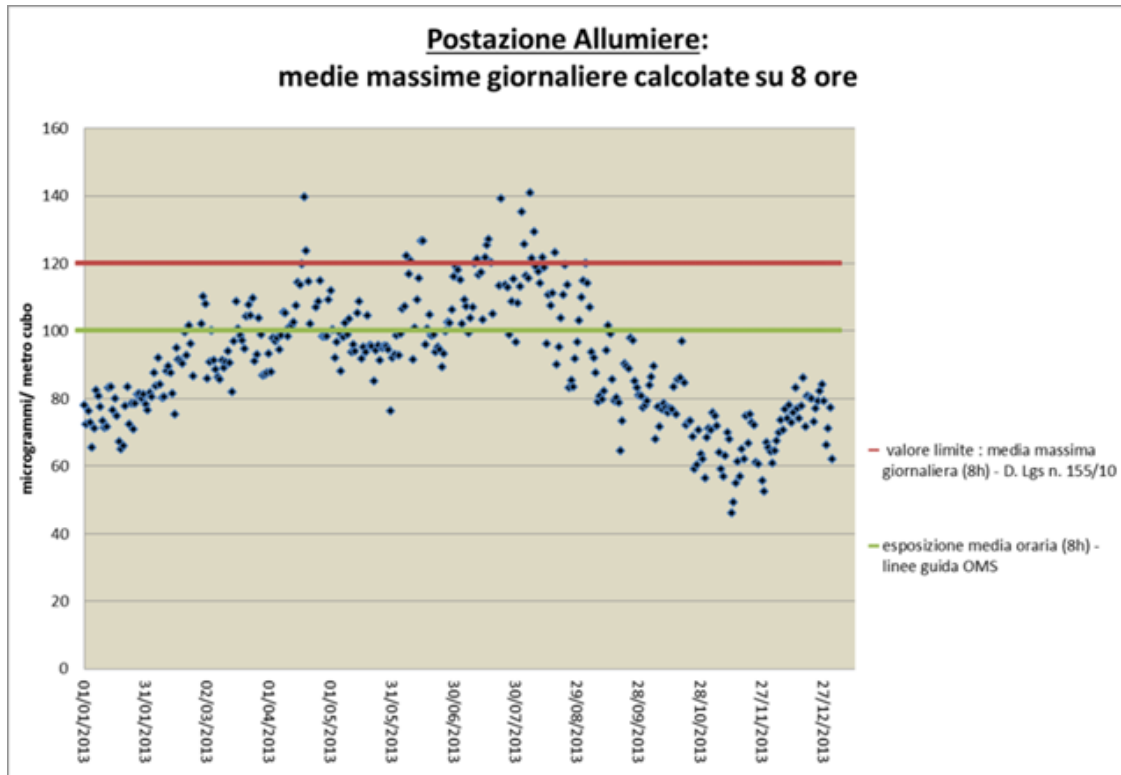


Figura 6.5: distribuzione delle concentrazioni medie su 8 ore registrate nel 2013 nella stazione di monitoraggio Allumiere.

6.5 Il materiale particellare

Il materiale particellare, ovvero la miscela eterogenea di contaminanti sospesi in aria allo stato solido o liquido, mostra una distribuzione di massa fondamentalmente centrata su due mode, *fine* (PM_{2,5}) e *coarse* (PM₁₀), che si caratterizzano per la diversità delle sorgenti da cui originano, per la composizione e per le proprietà chimiche, fisiche, morfologiche e termodinamiche. Un grande numero di studi ha documentato l'importanza dell'impatto sanitario dell'inquinamento atmosferico da materiale particellare attirando l'attenzione delle autorità sanitarie ed originando diversi limiti di riferimento per la protezione della salute.

La normativa dell'UE ed italiana identifica come limiti per la protezione della salute concentrazioni medie annuali in aria del PM_{2,5} e del PM₁₀ di 25 µg/m³ e 40 µg/m³ rispettivamente. La concentrazione media giornaliera del PM₁₀ da non superare più di 35 volte per anno è invece fissata in 50 µg/m³. L'OMS suggerisce per il PM_{2,5} ed il PM₁₀ limiti per concentrazioni medie annuali rispettivamente uguali a 10 µg/m³ e 20 µg/m³ e per le concentrazioni medie giornaliere uguali a 25 µg/m³ e 50 µg/m³. Più recentemente (2013) l'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) ha classificato l'inquinamento atmosferico outdoor ed il materiale particellare fine come

cancerogeni per l'uomo stabilendo quindi che nessuna dose può essere considerata priva di effetti per la salute.

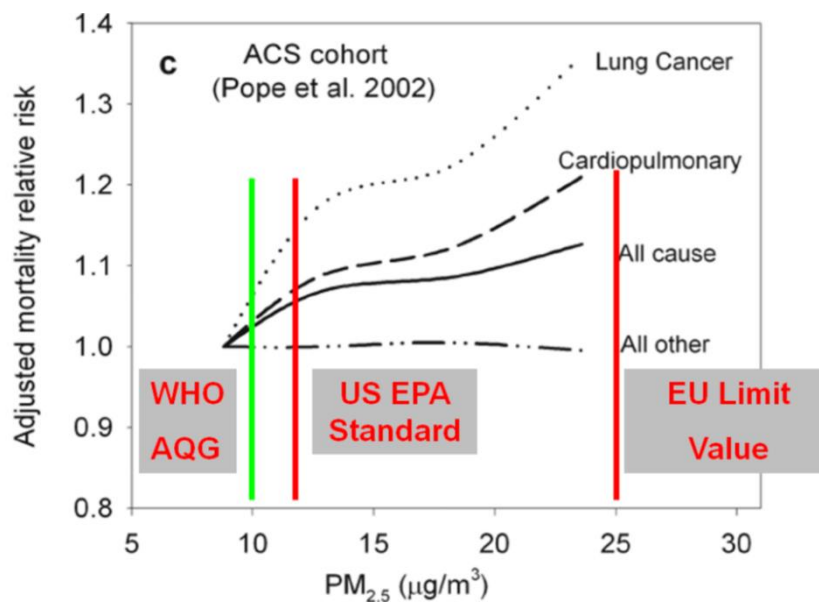


Figura 6.6: Comparazione tra i rischi di decesso per patologie cardiopolmonari e per tumore del polmone osservati in studi epidemiologici e le concentrazioni medie annuali di PM_{2.5} indicate come limiti dalla normativa UE ed USA e dall'OMS. Fonte: McMichael, A. J. and Lindgren, E., 2011, *Climate change: present and future risks to health, and necessary responses*, Journal of Internal Medicine, 270 (5), pp. 401–413.

La figura 6.6 schematizza il significato di tali differenti riferimenti mostrando come secondo studi epidemiologici la concentrazione media annuale di PM_{2.5}, alla quale non è stato osservato un significativo rischio di mortalità per patologie cardiopolmonari e cancro del polmone, si collochi al di sotto dei 10 µg/m³ suggeriti dall'OMS e, conseguentemente, che i limiti suggeriti dalle normative debbano essere interpretati come compromesso tra realtà e necessità piuttosto che come indicatori assoluti di protezione della salute.

La figura 6.7 mostra come in Europa le concentrazioni medie annuali superiori ai limiti consentiti dalla normativa siano state registrate per il materiale particolare in Pianura Padana, nell'Europa orientale e nei paesi del sud-est. In Italia, nel 2012, la concentrazione media giornaliera del PM₁₀ ha superato il valore limite del D.Lgs.155/2010 e quello di riferimento dell'OMS nel 40% e nel 78% delle stazioni di monitoraggio rispettivamente. Analoga situazione critica si osserva per il PM_{2.5} che nello stesso anno ha fatto registrare concentrazioni medie annuali inferiori ai limiti per la protezione della salute umana rispettivamente indicati dalla normativa (25 µg/m³) e dall'OMS (10 µg/m³) nello 82% e nel 6% delle stazioni di monitoraggio.

Relativamente alla tipologia delle stazioni di rilevamento si osserva invece che, a differenza dell'O₃, le concentrazioni medie giornaliere più alte si registrano prevalentemente nelle stazioni urbane ed in quelle dedicate al traffico nelle quali, sempre per il PM₁₀ e quasi sempre per il PM_{2.5}, risultano superati i limiti di protezione della salute indicati dall'OMS (fig. 6.8).

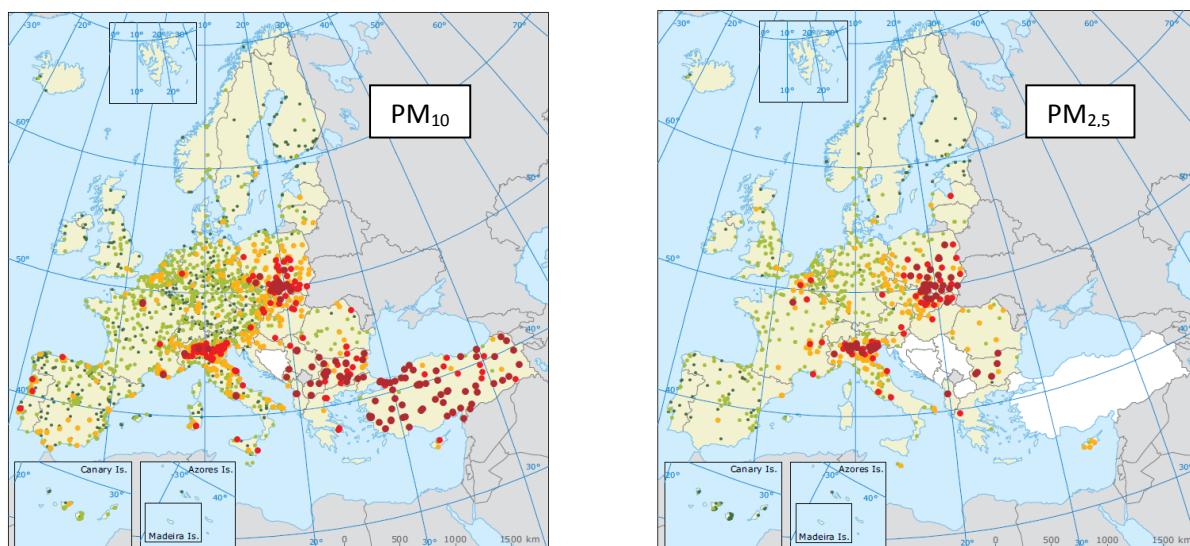


Figura 6.7: Concentrazioni medie annuali di PM₁₀ e PM_{2,5} registrate nel 2011 nella rete di monitoraggio dell'UE.
Fonte: EEA, *Air Quality in Europe* – Report 2013.

● > 40 µg/m³ per PM₁₀ e > 25 µg/m³ per PM_{2,5}

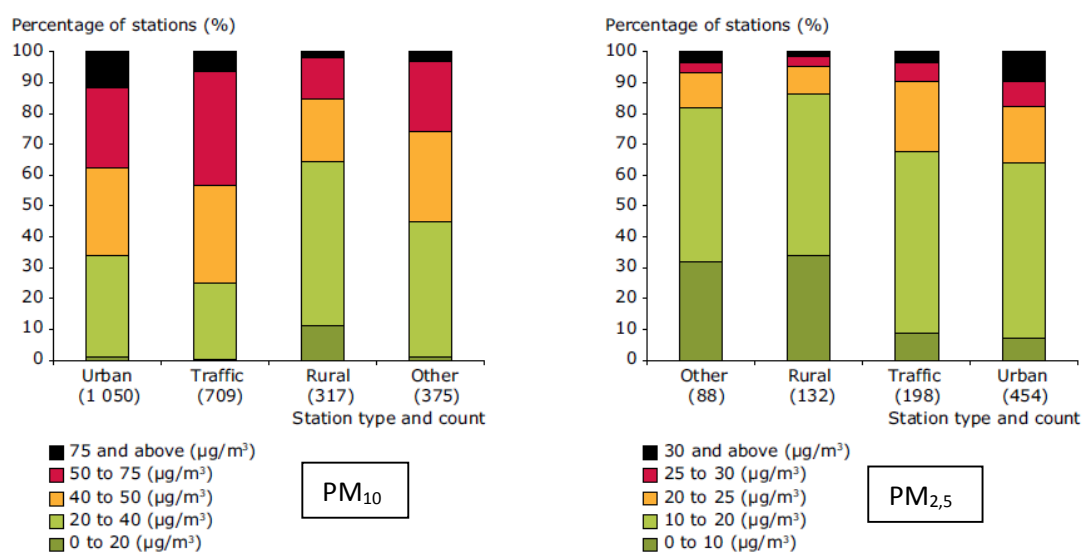


Figura 6.8: distribuzione delle concentrazioni medie giornaliere registrate nel 2011 nella rete di monitoraggio dell'UE per tipologia della stazione di monitoraggio. Fonte: EEA, *Air Quality in Europe* – Report 2013.

La rete di rilevamento della qualità dell'aria gestita dall'Osservatorio, costituita da 11 stazioni per la rilevazione del PM₁₀ e da 3 stazioni per la rilevazione del PM_{2,5}, documenta il pieno rispetto della normativa nell'area dei comuni del Consorzio. Nonostante ciò si ritiene che il materiale particolato costituisca nell'area una criticità sanitaria a cui prestare molta attenzione per quanto riguarda possibili esposizioni croniche della popolazione. La figura 6.9 mostra infatti che le concentrazioni medie annuali del PM₁₀ e del PM_{2,5}, pur restando significativamente al di sotto dei limiti imposti dalla normativa, si collocano immediatamente a ridosso di quelli suggeriti dall'OMS per la tutela della salute.

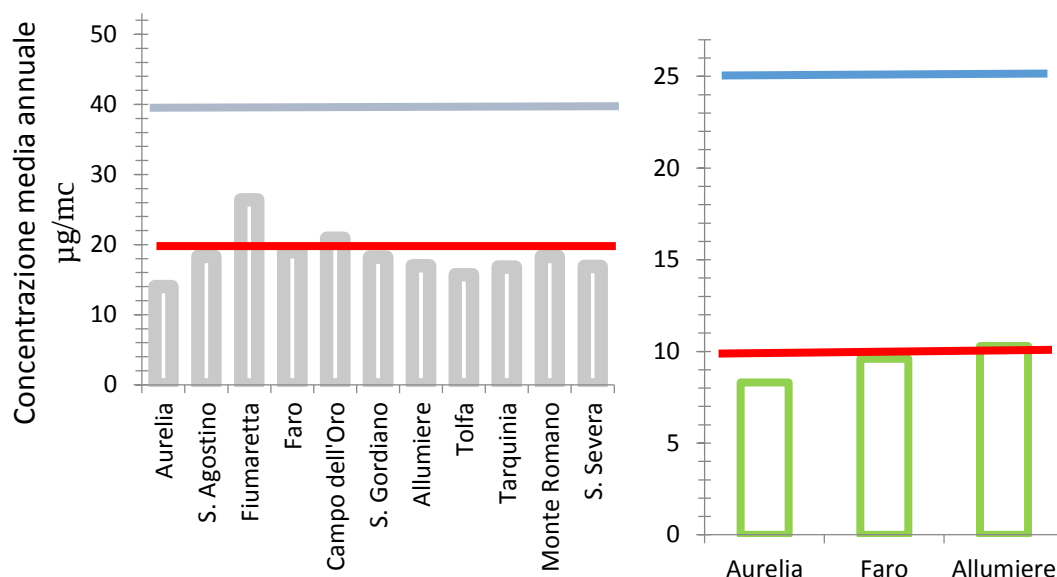


Figura 6.9: distribuzione delle concentrazioni medie registrate PM₁₀ e di PM_{2,5} registrate nel 2013 dalla rete di monitoraggio dell'Osservatorio.

In particolare, le stazioni di monitoraggio di Fiumaretta (26,4 µg/m³), Campo dell'Oro (20,9 µg/m³) e Faro (19 µg/m³) eccedono o approssimano detto limite per quanto riguarda il PM₁₀. Le stazioni di monitoraggio di Allumiere (10,5 µg/m³) e Faro (9,6 µg/m³), che tra le stazioni considerate sono le uniche in cui le due frazioni del materiale particellare è contemporaneamente rilevato, rispettivamente eccedono ed approssimano il limite per il PM_{2,5}. Un'analisi più dettagliata delle rilevazioni delle singole stazioni che, ad eccezione di Fiumaretta, registrano concentrazioni medie annuali di PM₁₀ e PM_{2,5} simili, consente alcune specifiche considerazioni.

La comparazione delle distribuzioni delle concentrazioni medie giornaliere di PM_{2,5} rilevate ad Allumiere ed a Faro (fig. 6.10) evidenzia una sostanziale differenza. Il limite giornaliero indicato dall'OMS (25 µg/m³) risulta superato molto più frequentemente ad Allumiere che a Faro nella stagione fredda. Tale differenza, che non trova riscontro nella comparazione delle distribuzioni delle concentrazioni medie giornaliere del PM₁₀, suggerisce l'esistenza di una sorgente locale di emissione di PM_{2,5} attiva in inverno che, nella realtà di Allumiere, è ipotizzabile identificare nell'uso di biomasse (legna, pellets) per il riscaldamento domestico.

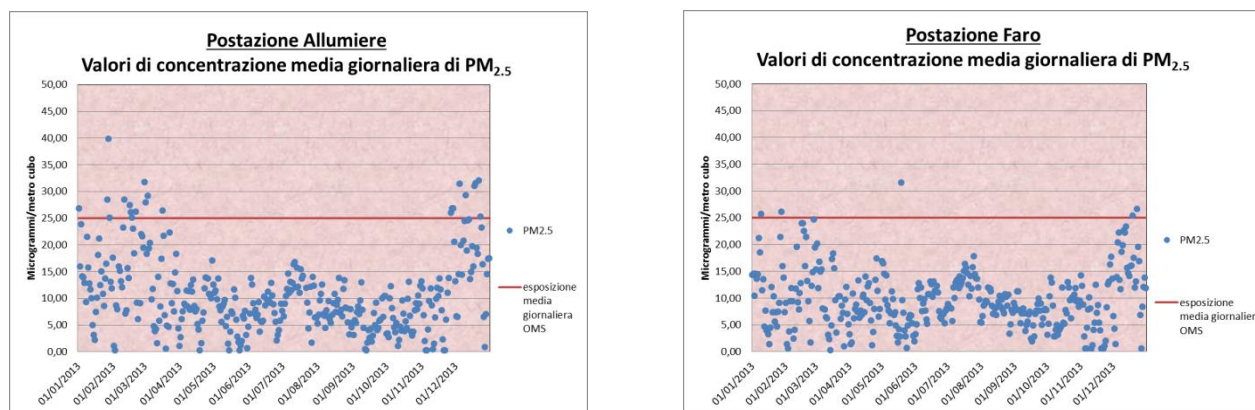


Figura 6.10: Distribuzione delle concentrazioni medie giornaliere di PM_{2,5} rilevate nel 2013 ad Allumiere ed a Faro.

Una causa episodica appare l'ipotesi più verosimile per spiegare i superamenti del limite OMS rilevati a Faro.

Una comparazione delle distribuzioni delle concentrazioni medie giornaliere di PM₁₀ appare utile anche per le stazioni di monitoraggio di Campo dell'Oro e Faro che, pur rispettando la normativa sulla qualità dell'aria, hanno registrato nel 2013 rispettivamente 8 e 4 superamenti del limite della concentrazione media giornaliera. La figura 6.11 evidenzia l'episodicità degli sforamenti in entrambe le stazioni ma, a Campo dell'Oro, si osserva una più alta dispersione delle concentrazioni intorno al valore medio, indice di una diversa tipologia delle due stazioni. L'analisi del giorno tipo delle concentrazioni medie orarie di NO₂ per le due stazioni documenta la maggior influenza del traffico automobilistico sulle rilevazioni di Campo dell'Oro. In aggiunta, il giorno tipo del PM₁₀ rilevato nella stazione di Faro non segnala dipendenza delle concentrazioni biorarie del PM₁₀ dall'ora del giorno (per maggiori dettagli si veda la sezione *Report* del sito internet www.ambientale.org, dove vengono riportati i dati di tutte le postazioni relativi all'anno 2013).

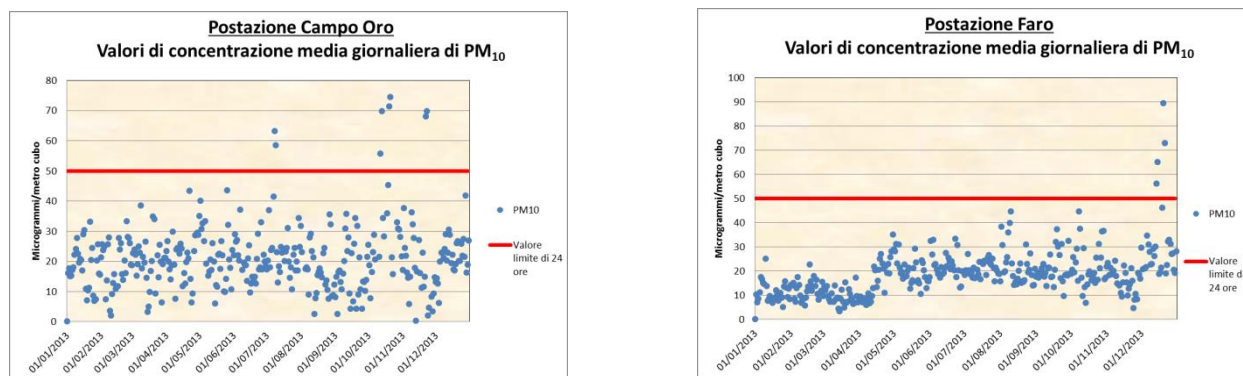


Figura 6.11: Distribuzione delle concentrazioni medie giornaliere di PM₁₀ rilevate nel 2013 a Campo dell'Oro ed a Faro.

Un aspetto che accomuna le due stazioni di monitoraggio, non direttamente riconducibile ad un impatto sanitario, è la correlazione tra incremento delle concentrazioni di SO₂ e direzione di provenienza dei venti. E' già stato riportato che la concentrazione in aria di questo contaminante non pone nell'area alcuna preoccupazione ambientale e sanitaria. La sua origine dalla combustione di carbone e di oli combustibili lo rende però un ottimo indicatore delle emissioni provenienti dalle attività portuali e dalla centrale alimentata a carbone. Entrambe le stazioni di monitoraggio evidenziano nel 2013 un incremento della concentrazione media oraria di SO₂ quando si trovano sottovento alla centrale TVN ed al porto (figura 6.12). Sebbene non sia stata evidenziata nessuna significativa correlazione tra le concentrazioni medie orarie di SO₂ emesse al camino di TVN e misurate dalle stazioni di monitoraggio, l'ipotesi che le due attività contribuiscano alla concentrazione del materiale particellare in queste aree permane realistica e degna di essere perseguita.

La stazione di monitoraggio di Fiumaretta, che rileva la concentrazione media annuale di PM₁₀ (26 µg/m³) più alta dell'intera rete, mostra una distribuzione delle concentrazioni medie orarie del PM₁₀ (fig. 6.13) ampiamente diffusa intorno alla media ed omogenea nell'anno. Si osservi l'assenza di sforamenti, anche riconducibili ad eventi episodici, osservati in stazioni di monitoraggio che rilevano concentrazioni significativamente minori.



Figura 6.12: rappresentazione delle direzioni di provenienza del vento in funzione dell'antropizzazione dell'area.

Il giorno tipo (figura 6.13) mostra un marcato incremento delle concentrazioni medie biorarie nelle prime ore del mattino (intorno alle 4), una situazione stabile nell'arco della giornata per tornare, intorno alle 20, ai più bassi valori della notte. L'andamento dei valori di concentrazione media oraria di SO_2 evidenzia una lieve variazione di concentrazione per vento proveniente da sud - sud ovest, ovvero con la stazione sottovento all'area portuale. L'invariabilità delle concentrazioni di PM_{10} durante l'anno e la netta differenza tra giorno e notte associate all'andamento delle concentrazioni di SO_2 suggeriscono che la stazione di monitoraggio sia fortemente influenzata dalle attività che si svolgono nell'area portuale.

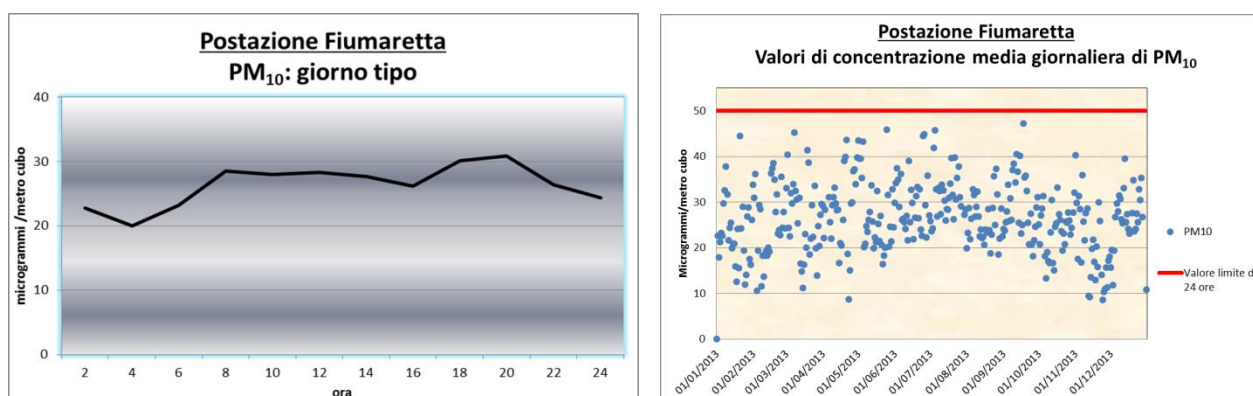


Figura 6.13: giorno tipo delle concentrazioni medie biorarie e distribuzione delle concentrazioni medie giornaliere di PM_{10} rilevate nel 2013 a Fiumaretta.

6.6 Conclusioni

La qualità dell'aria relativamente ai macroinquinanti registrata nel 2013 dalle stazioni della rete di monitoraggio gestita dall'Osservatorio presenta luci ed ombre in funzione dei parametri che si assumono a riferimento. Valutata rispetto alla normativa, essa infatti risulta, ad eccezione dell'ozono, complessivamente accettabile ed ampiamente in linea con il D.Lgs. 155/2010. Unica criticità appunto l'ozono che nelle due stazioni di Allumiere e S. Agostino ha rispettivamente superato e sfiorato il numero consentito di superamenti del valore limite per la protezione della salute (media del triennio 2011-2013). Assumendo i valori di riferimento per la protezione della

salute indicati dall'OMS le criticità aumentano poiché all'ozono si aggiunge il materiale particolato. In particolare quattro stazioni della rete hanno superato, seppur di poco, detti riferimenti (Fiumaretta, Campo dell'Oro e Faro per il PM₁₀ ed Allumiere per il PM_{2,5}) e le concentrazioni medie annuali registrate dalle altre sono risultate ad essi molto vicine. Tali dati, soprattutto per quanto riguarda il PM_{2,5}, vanno valutati con molta attenzione soprattutto tenendo in considerazione il limitato numero delle stazioni di monitoraggio (3) che rilevano questo inquinante. Analisi mirate ad identificare eventuali sorgenti locali non hanno fornito risposte certe ma suggerimenti che possono servire da base per studi più specifici. Prendendo a riferimento il materiale particolato, ruoli non trascurabili possono essere ipotizzati per le attività portuali e per il riscaldamento domestico alimentato con biomasse (legno, pellets) nei siti di Fiumaretta ed Allumiere rispettivamente. Usando come indicatore il biossido di zolfo contribuiti all'inquinamento atmosferico possono essere ipotizzati a carico dell'attività portuale e della centrale TVN nei siti di Faro e di Campo dell'Oro. In quest'ultimo sito un ruolo non trascurabile per quanto riguarda il PM₁₀ può essere ipotizzato anche a carico del traffico automobilistico. In sintesi, la qualità dell'aria che emerge dal monitoraggio 2013 non segnala particolari allarmi ma mostra una situazione dell'area ampiamente in linea con l'inquinamento atmosferico che affligge i paesi mediterranei del sud Europa e l'Italia in particolare. Ozono e materiale particolato sono inquinanti molto complessi da gestire per le autorità locali poiché la loro natura secondaria li rende parzialmente indipendenti dalle sorgenti di emissione locale. Questi inquinanti possiedono però proprietà tossicologiche che li rendono particolarmente pericolosi e che richiedono in ogni caso interventi a tutela della salute delle popolazioni.

6.7 Bibliografia

- EC, 2013. *Research findings in support of the EU Air Quality*. European Commission – Directorate I Environment, Publications Office of the European Union, Luxembourg, Grand Duchy of Luxembourg.
- EEA, 2013. *Air quality in Europe – 2013 report*. EEA Report No 9/2013, European Environment Agency, Copenhagen, Denmark.
- EEA, 2014. *Air pollution by ozone across Europe during summer 2013*. EEA Technical Report No 3/2014, European Environment Agency, Copenhagen, Denmark.
- IARC, in stampa. *IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans*. Volume 109 - *Outdoor air pollution*. International Agency for Research on Cancer, Lyon, France.
- ISPRA, 2013. *Annuario dei dati Ambientali 2012*. Stato dell'Ambiente 41/2013, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Roma, Italia.

7. MICROINQUINANTI ORGANICI ED INORGANICI

Il decreto del Ministero delle attività produttive 55/02/2003 che ha autorizzato la riconversione a carbone della centrale termoelettrica di Torrevaldaliga Nord (TVN) prescrive, tra l'altro, *la replica annuale delle campagne di monitoraggio di microinquinanti già effettuate presso i siti Aurelia, Santo Agostino, Poggio Ombriccolo e Parco Antonelli, e l'assicurazione, attraverso l'Osservatorio Ambientale, della diffusione dei dati alla popolazione tramite un report annuale da concordare con il Ministero dell'Ambiente e del Territorio e l'ARPA Lazio.*

L'ENEL, ottemperando ad una richiesta del Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare ha trasmesso, in data 13/11/2013, gli esiti delle attività condotte nel 2012 nelle suddette stazioni di monitoraggio inerenti:

- le misure di concentrazione di particolato PM₁₀;
- la determinazione di parametri chimici (metalli, specie ioniche, IPA) nel particolato;
- la determinazione di parametri chimici (metalli, specie ioniche, IPA) nelle deposizioni atmosferiche umide e nelle deposizioni secche.

Tale rapporto è integralmente disponibile sul sito dell'Osservatorio (www.ambientale.org).

Considerato che per i microinquinanti inorganici (metalli e metalloidi) e per gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) i dati contenuti in detto rapporto sono gli unici disponibili per l'area di Civitavecchia, essi costituiranno la base per le considerazioni svolte nel seguito.

7.1 Microinquinanti nel particolato sospeso (PM₁₀)

I riferimenti per la concentrazione dei metalli in aria (nel PM₁₀) sono parziali ed in alcuni casi discordanti. La normativa europea ed italiana impone concentrazioni obiettivo per Arsenico (As), Cadmio (Cd) e Nichel (Ni) e concentrazioni limite per il Piombo (Pb). Anche l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) suggerisce concentrazioni di riferimento per la tutela della salute soltanto per Manganese (Mn), Pb e Vanadio (V), ma specifica che per i metalli e metalloidi cancerogeni (C), quali As, Cd, Ni e Cromo VI (Cr), una concentrazione priva di effetti sulla salute non può essere identificata. La tabella 7.1 riporta le concentrazioni medie annuali rilevate nel PM₁₀ dallo studio presentato dall'ENEL comparandole con i valori di riferimento indicati dalla normativa e dall'OMS e con analoghe concentrazioni rilevate dalle competenti Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente in stazioni di rilevamento urbane rispettivamente dedicate al traffico (Potenza) ed all'attività industriale (Taranto – quartiere Tamburi). Tale comparazione evidenzia il rispetto della norma e dei valori di riferimento dell'OMS ed una sostanziale compatibilità con le due stazioni urbane. In quest'ultimo caso si evidenziano però nell'area di Civitavecchia concentrazioni leggermente superiori di V che, in quanto contaminante del carbone e degli oli combustibili che alimentano i motori marini, sono verosimilmente attribuibili alla presenza della centrale a carbone e del porto. In conclusione, assumendo a riferimento le concentrazioni limite che caratterizzano i diversi ambienti antropici europei, riportati nel *position paper* della Commissione UE dedicato ad As, Cd e Ni (tabella 7.2), i siti di Aurelia, Parco Antonelli, Poggio Ombriccolo e Borgo Sant'Agostino sono assimilabili a siti rurali, per quanto riguarda le concentrazioni di As e Cd ed a siti urbani per quanto riguarda le concentrazioni di Ni.

Un'ulteriore semplice considerazione può essere spesa sulla rilevazione in aria del Mercurio (Hg), al quale è attribuita una concentrazione costante nello spazio di 50 pg/m³.

	Aurelia	Parco Antonelli	Poggio Ombriccolo	Borgo Santo Agostino	D.Lgs. 155/10	OMS 2001	Potenza 2011	Taranto 2009
Al	220	480	280	240			278	
As	0,3	0,5	0,2	0,3	6	C	0,4	< 1
Be	0,2	0,2	0,2	0,2				3
Cd	0,1	0,1	0,1	0,1	5	C	1	3
Co	0,1	0,2	0,1	0,1				< 1
Cr	3	5	2	3		C	19	5
Cu	8	11	1	3			25	9
Hg	0,05	0,05	0,05	0,05		5		1
Mn	3	9	3	3		150	35	95
Ni	2	3	1	2	20	C	6	4
Pb	2	3	2	2	500 (DM 60/02)	500	83	11
Pd	0,2	0,2	0,2	0,2				
Pt	0,2	0,2	0,2	0,2				
Rh	0,1	0,1	0,1	0,1				
Sb	1	2	0,2	1				< 1
Se	0,3	0,4	0,3	n.c.				< 1
Sn	1	2	0,4	n.c.				
Te	0,1	0,1	0,1	0,01				
Ti	11	26	13	11				
Tl	0,1	0,1	0,1	0,1				< 1
V	4	5	2	4		1000	0,9	3
Zn	15	14	14	14			501	

Tabella 7.1: comparazione delle concentrazioni medie annuali (ng/m³) rilevate nelle stazioni di monitoraggio di Civitavecchia con valori di riferimento della normativa, dell'OMS e di due siti italiani.

	Aree rurali	Aree urbane Traffico	Aree Industriali
As	0,5 - 3	< 1,5	sino a 50
Cd	0,02	0,05	sino a 20
Ni	0,02	0,07	sino a 50

Tabella 7.2: concentrazioni medie annuali (ng/m³) di As, Cd e Ni rilevate nel PM₁₀ in diversi siti Europei (UE Commission 2001).

Sebbene le peculiarità del metallo, e le conseguenti difficoltà analitiche, non consentano generici confronti con altre realtà, appare doveroso osservare che detta concentrazione costituisce il livello superiore dell'intervallo (1-50 pg/m³) la cui presenza può essere rilevata nell'aria ambiente in Europa (Commissione UE *Position paper* sul Mercurio).

Relativamente ai microinquinanti organici, lo studio trasmesso da ENEL è limitato agli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) nelle polveri sospese (PM₁₀) e nelle deposizioni ed adotta una tecnica di campionamento che consente di catturare sia gli IPA più leggeri, presenti nella fase gassosa, sia gli IPA più pesanti presenti nella fase solida. Complessivamente sono stati identificati e quantificati 28 IPA, tra i quali sono inclusi tutti i congeneri classificati cancerogeni, con diverso grado di verosimiglianza, dall'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC).

Tra essi il Benzo(a)Pirene (B(a)P), noto come cancerogeno certo, è il componente della famiglia più pericoloso e da più tempo studiato. Per questi motivi esso è assunto, nelle normative europee ed italiane e nei documenti dell'OMS, come riferimento per la pericolosità della miscela con cui gli IPA sono usualmente presenti nell'ambiente. La normativa italiana stabilisce in 1 ng/m³ la concentrazione limite in aria del B(a)P. Di contro, la provata genotossicità del composto, induce l'OMS a considerare pericolosa per la salute l'esposizione umana a qualsiasi dose di B(a)P e, conseguentemente, a non indicare alcuna concentrazione di riferimento.

Stazione di Monitoraggio	B(a)P (ng/m ³)	IPA Totali (ng/m ³)
Borgo Aurelia	0,04	3,2
Bagni Sant'Agostino	0,05	3,7
Parco Antonelli	0,07	6,7
Poggio Ombriccolo	0,02	2,9

Tabella 7.3: concentrazioni di B(a)P ed IPA totali rilevate nell'anno 2012.

La tabella 7.3 riporta le concentrazioni medie annuali nel PM₁₀ di B(a)P e dei 28 IPA rilevati nelle quattro postazioni considerate ed evidenzia il pieno rispetto della normativa vigente.

La stazione di monitoraggio Parco Antonelli, localizzata all'interno dell'area urbanizzata di Civitavecchia, fa registrare per entrambe le variabili valori di concentrazione significativamente più alti. Rispetto alla stazione di Poggio Ombriccolo, che registra le concentrazioni più basse, si osservano infatti concentrazioni di IPA e B(a)P maggiori di 2 e 3 volte rispettivamente. Spingendo l'analisi più nel dettaglio si osserva che le distribuzioni dei congeneri nelle miscele di IPA campionate nelle diverse postazioni risultano praticamente sovrapponibili (figura 7.1). Ciò suggerisce che diverse sorgenti di emissione (motori di automobili, motori marini, TVN, riscaldamento domestico da biomasse ecc.) contribuiscano in modo quasi omogeneo alle diverse stazioni di monitoraggio. Fa eccezione la stazione di Poggio Ombriccolo nella quale il profilo della miscela si diversifica significativamente evidenziando una composizione più sbilanciata verso i congeneri più leggeri, naftalene ed alchilnaftalene.

La presenza nella miscela di IPA del 30% di naftalene e suoi derivati, che arriva al 60% circa sommando fenantrene e derivati, è compatibile con le emissioni da impianti di potenza alimentati con combustibili fossili per i quali la letteratura indica una distribuzione delle due componenti del 25-30% e del 69-90% rispettivamente. Continuando nell'analisi della composizione della miscela di IPA è doveroso osservare che gli IPA classificati per la loro certa o possibile cancerogenicità costituiscono circa un quarto (22%-28%) della miscela campionata. In tutte le stazioni prevalgono le frazioni dei congeneri con tre anelli condensati la cui presenza varia tra il 41% di Poggio Ombriccolo ed il 50% di Parco Antonelli. Alte frequenze di detti congeneri nella miscela di IPA sono riportate in letteratura per le emissioni da motori Diesel e da combustione di legna con frequenze del 56% e del 69% rispettivamente.

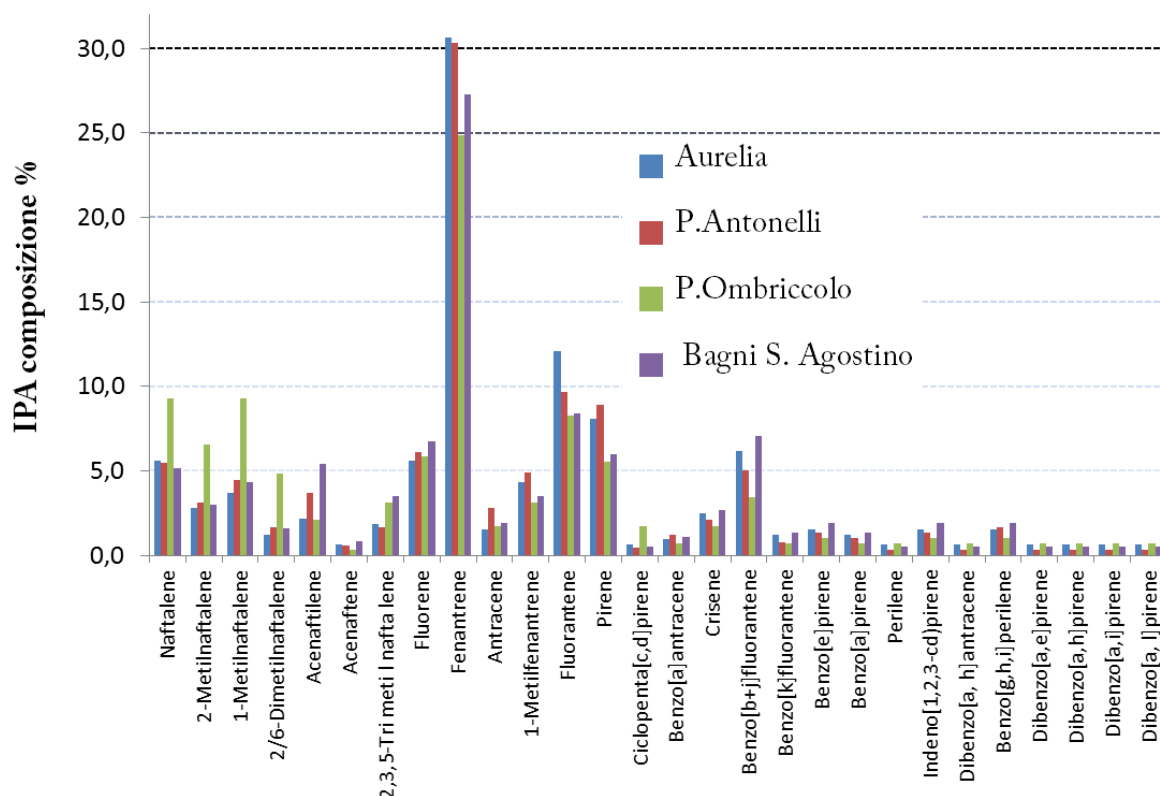


Figura 7.1: ripartizione tra i diversi congeneri degli IPA (*Fingerprint*) rilevati nel 2012. (Elaborazione Osservatorio su dati ENEL).

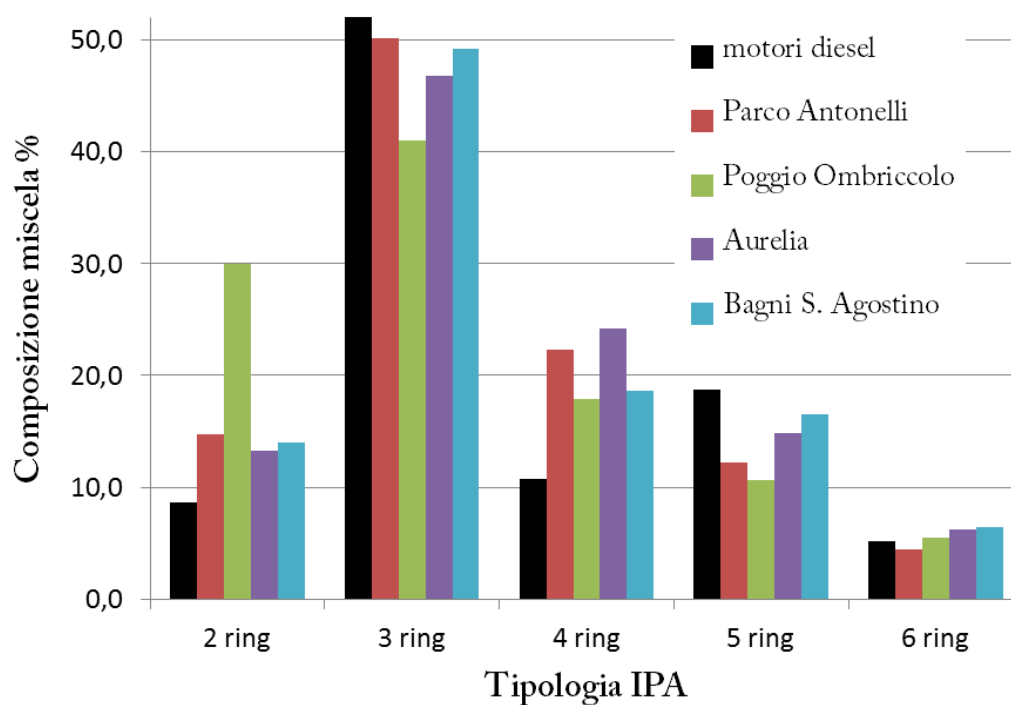


Figura 7.2: comparazione delle composizioni delle miscele degli IPA con emissioni descritte in letteratura. (Elaborazione Osservatorio su dati ENEL).

In figura 7.2 sono comparate le composizioni delle miscele degli IPA rilevate nelle stazioni di monitoraggio con quelle suggerite dalla letteratura per le emissioni dei motori diesel. Tutte le stazioni mostrano una buona sovrapponibilità con l'eccezione di Poggio Ombriccolo dove, come evidenziato in precedenza, la composizione della miscela risulta più ricca nei congeneri leggeri costituiti da due anelli condensati.

Un aspetto di rilevante importanza inerente la presenza di IPA nel materiale particellare sospeso è costituito dalla stagionalità.

La figura 7.3, che riporta la distribuzione annuale delle concentrazioni di IPA totali rilevate in tutte le stazioni di monitoraggio, mostra il classico andamento decrescente durante la stagione estiva e suggerisce un ruolo non trascurabile delle attività antropiche che si svolgono nell'area, ivi compresi traffico e riscaldamento domestico.

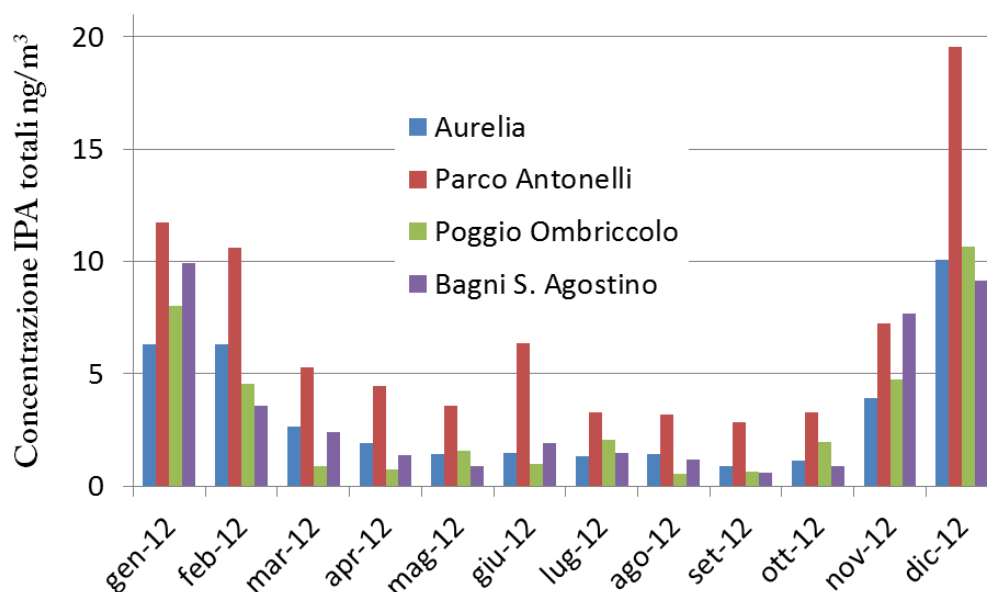


Figura 7.3: distribuzione mensile della concentrazione di IPA totali rilevati nelle stazioni di monitoraggio. (Nostra elaborazione su dati ENEL).

7.2 Microinquinanti nelle deposizioni al suolo

Lo studio trasmesso da ENEL ha tra i suoi obiettivi la caratterizzazione del materiale particellare più o meno grossolano che, indipendentemente dalle condizioni meteorologiche, si deposita al suolo. Tali conoscenze sono molto importanti poiché le deposizioni di composti inorganici ed organici che hanno la capacità di persistere nell'ambiente e di accumulare negli organismi biologici, costituiscono un rischio per la salute delle popolazioni. In particolare, detta caratterizzazione ha riguardato metalli e metalloidi, per quanto riguarda i composti inorganici, ed IPA per quanto riguarda gli organici.

Sebbene le deposizioni al suolo riscuotano un crescente interesse da parte delle autorità europee e nazionali, e lo stesso D.Lgs. 155 preveda l'attivazione di almeno tre stazioni per la rilevazione degli IPA e del Hg nelle deposizioni, nessun riferimento istituzionale è per ora fornito per le concentrazioni di metalli ed IPA. Conseguentemente, alcune considerazioni sulle rilevazioni proposte dallo studio ENEL saranno valutate per comparazione con analoghe rilevazioni operate dall'Istituto Superiore di Sanità su specifici siti urbani ed industriali (tabella 7.4).

	Aurelia	Parco Antonelli	Poggio Ombriccolo	Borgo Santo Agostino	Lamiola (PZ)	Mantova Urbana	Mantova Industr.	Roma ISS 2004
Al	643	2.217	839	546				
As	0,3	1,7	0,5	0,3	1,19			9,25
Be	0,1	0,2	0,1	0,1				
Cd	0,1	0,1	0,1	0,05	0,003	0,3	2,1	0,332
Co	0,2	0,4	0,2	0,2	0,256			
Cr	4,4	12	2,7	2,7	1,71			
Cu	4,4	8,4	3,9	4	0,504	9	2,6	
Hg	0,3	0,4	0,4	0,4	0,348	0,58	0,6	
Mn	14	33	19	13	19,6			
Ni	1,5	2,2	1,2	1	0,425	4	9,5	4,78
Pb	1,7	3,8	1,7	1,2	0,77	7,7	6,7	21,6
Pd	0,1	0,1	0,1	0,1				
Pt	0,1	0,1	0,1	0,1				
Rh	0,04	0,05	0,05	0,05				
Sb	0,2	0,7	0,2	0,1	8,25			
Se	1	0,2	0,8	0,2				
Sn	0,2	1,1	0,4	0,3	0,306			
Te	0,04	0,05	0,05	0,05				
Ti	47	105	43	30				
Tl	0,04	0,1	0,06	0,05				
V	1,7	4,5	1,8	1,4	1,89	8,5	18,4	
Zn	70	76	73	67				

Tabella 7.4: comparazione delle deposizioni medie giornaliere al suolo ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$) nelle stazioni di Civitavecchia e, durante le stagioni fredde, nei siti di Lamiola (PZ), Mantova e Roma.

In particolare, la stazione di Lamiola è localizzata in un sito remoto posto sotto vento all'inceneritore Fenice ed agli stabilimenti Fiat di Melfi. Le stazioni di Mantova sono invece localizzate in un contesto urbano ed in un contesto industriale su cui insistono uno stabilimento petrolchimico, una raffineria ed una cartiera.

Tutte le postazioni attive su Civitavecchia evidenziano una prevalente componente terrigena nel materiale depositato (Al). Escludendo l'Al e focalizzando l'attenzione sugli altri metalli, si osserva nel sito di Parco Antonelli una polverosità significativamente più alta di tutti gli altri siti. As, Cr, Sn, Mn, Ti, e V sono gli elementi che distinguono la postazione di Parco Antonelli anche nella comparazione con il sito di Lamiola, rendendola simile alla postazione di Mantova Urbana. Gli altri siti nell'area di Civitavecchia appaiono invece comparabili con il sito di Lamiola che, come detto, è però riferito ad una campagna di rilevazione condotta nella stagione fredda.

Tali metalli sono riconducibili all'uso di combustibili fossili solidi e liquidi e, soprattutto per quanto riguarda As, Cr e Ni, lo studio delle deposizioni necessita di essere approfondito nonostante le concentrazioni di As e Ni siano ad oggi significativamente minori di quelle rilevate a Roma nel

2004, nel cortile dell'istituto Superiore di Sanità, in una stazione di monitoraggio dedicata al traffico.

7.3 Conclusioni

I dati contenuti nello studio prodotto dall'ENEL, pur non evidenziando palesi criticità a carico di microinquinanti riconducibili alla combustione di combustibili fossili solidi e liquidi, sottolineano una carenza strutturale del controllo ambientale da parte dell'Osservatorio relativamente ai microinquinanti presenti nel particolato sospeso e nelle deposizioni atmosferiche. Detto studio, concordato con ARPA Lazio, non colma comunque questa lacuna escludendo dall'analisi diossine, furani e policlorobifenili, composti pericolosi presenti nelle emissioni di centrali di potenza e motori alimentati con combustibili liquidi e solidi.

La non trascurabile presenza di As, Cr e V nel particolato sospeso e nelle deposizioni, associata alla frequenza di IPA leggeri nella miscela adsorbita su PM₁₀, suggerisce di prestare attenzione al ruolo del traffico automobilistico e navale ed alla centrale termoelettrica alimentata a carbone. Sfortunatamente, lo studio non prende in considerazione le condizioni meteorologiche, in particolare la direzione dei venti e, conseguentemente, non permette la quantificazione dei pesi attribuibili alle diverse sorgenti. In via del tutto indicativa, l'analisi della composizione della miscela degli IPA suggerisce che il peso delle emissioni di TVN sia più apprezzabile nel sito remoto di Poggio Ombriccolo, mentre quello delle emissioni da motori Diesel prevalga nel sito urbano di parco Antonelli.

7.4 Bibliografia

CESI Spa, 2013. *CESI Spa, Centrale di Torrevaldaliga Nord - Monitoraggio dell'inquinamento atmosferico del comprensorio di Civitavecchia: sintesi delle attività di campionamento e dei risultati analitici per l'anno 2012*; Rapporto trasmesso da Enel al Comune di Civitavecchia con nota Prot: 45890 del 22/11/2013.

EC, 2014. *European Guide on Air Pollution Source Apportionment*. Joint Research, Centre Publications Office of the European Union, Luxembourg, Grand Duchy of Luxembourg.

WHO, 2000. *Air quality guidelines for Europe*. European series No. 91. World Health Organization, Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark.

8. INDICATORI BIOLOGICI

Il comparto biologico è stato esaminato dall'Osservatorio a partire dal 2010 tramite biomonitoraggi. Tali tecniche non permettono una misura puntuale degli inquinanti così come forniscono le centraline della Rete di Monitoraggio della Qualità dell'Aria, ma si occupano piuttosto di fornire, tramite *“l'analisi di componenti degli ecosistemi reattivi all'inquinamento, una stima di deviazioni da situazioni normali”* (Nimis, 1999).

Le campagne di biomonitoraggio, attivate in collaborazione con l'Università degli Studi della Tuscia, si sono articolate dal 2010 al 2013 ed hanno riguardato:

- l'**Indice di biodiversità lichenica**;
- il **bioaccumulo di metalli** in organismi sentinella;
- il test di mutagenesi ambientale (**Comet Assay**) in alcuni organismi sentinella.

8.1 Indice di biodiversità lichenica

L'indice di biodiversità lichenica è un indicatore biologico ampiamente utilizzato per valutare il livello di inquinamento atmosferico (Galun, 1988; Richardson, 1992; Nash, 1996; Nimis et al. 2002) che viene calcolato sommando il numero di specie di licheni presenti per unità di superficie. Per determinare tale parametro sono state individuate 26 stazioni di campionamento all'interno del territorio consortile; di queste ogni anno sono state scelte le 18 più rappresentative così come suggerito dal protocollo ANPA.

L'indice di biodiversità lichenica, stabilito tramite una scala di interpretazione definita in base alla percentuale di deviazione dalle condizioni di naturalità, evidenzia come nel corso del triennio 2010-2012 le differenze di classe di appartenenza registrate siano di minima entità, tali da poter essere ascrivibili a normali dinamiche di vegetazione.

Il confronto triennale del bioindicatore suggerisce, quindi, un quadro ecologico non perturbato nel corso degli anni monitorati.

8.2 Bioaccumulo di metalli

L'accumulo dei metalli da parte di organismi costituisce una componente fondamentale di molte valutazioni condotte dalle agenzie ambientali governative (ANPA 2000); in tali indagini, i valori dei fattori che esprimono quantitativamente tale accumulo sono considerati come un'espressione della potenzialità dei metalli di determinare un effetto avverso, cioè una alterazione delle caratteristiche strutturali/funzionali degli organismi.

Parallelamente all'indice di biodiversità lichenica per ognuna delle 22 unità di campionamento più indicative è stato analizzato anche il bioaccumulo di 14 metalli sulla specie trapiantata *Evernia Prunastri*, un lichene epifita molto usato in studi del genere. Secondo un processo di ottimizzazione del protocollo d'analisi, dalla campagna 2013 si è deciso di focalizzare l'indagine su 13 stazioni ritenute più significative, per le quali sono stati indagati i 7 metalli che nel corso del triennio precedente avevano mostrato una minore condizione di naturalità. Così come per la definizione dell'indice di biodiversità, anche per i valori di bioaccumulo esiste una scala di interpretazione che attribuisce un grado di naturalità dell'area in base alle concentrazioni degli elementi in tracce contenuti nei talli lichenici.

Nei quattro anni di campagne gli elementi che costantemente hanno evidenziato un'alterazione sensibile sono stati l'Arsenico ed il Cromo così come mostrato in tabella 8.1.

	As				Cr			
	2010	2011	2012	2013	2010	2011	2012	2013
3	0,55	1,11	0,83	0,42		3,33	4,22	0,02
4		0,53	1,52	1,04	7	3,95	9,36	0,74
6	1,01	0,81	1,54		11,1	3,61	7,65	
7	0,89	0,3	0,7		11,62	3,22	4,25	
8	0,83	0,35	0,51		11,26	2,87	5,93	
9	0,39	1,4	1,48	1,11	9,15	17,44	13,47	0,92
10	0,72	0,6	1,84	1,45	18,16	6,18	7,89	0,62
11	6,66	8,83	10,06	10,17	4,15	4,99	6,6	0,39
12	0,38	0,38	1,34		2,53	2,71	5,05	
13	0,35	0,45	0,7		2,11	2,71	3,56	
15	0,48	0,47	0,71	0,18	10,38	8,28	14,69	0,46
16	0,44	0,41	0,91	0,63	9,9	4,45	10,26	0,42
17	0,24	0,47	0,58		5,31	3,64	4,62	
18		0,81	0,94	0,91		25,38	54,15	1,55
19	0,44	0,37	0,66	0,39	6,3	5,52	16,65	0,37
20		1	0,53			3,94	4,21	
21	0,47	0,35	0,37	0,21	3,88	3,24	2,06	0,19
22	2	0,83	0,54		6,41	5,77	5,05	
23	1,82	0,88	0,72	0,65	27,55	10,21	8,82	1,06
24	0,36	0,5	0,62	0,89	2,2	4,12	5,29	0,18
25	0,53	0,34	0,4		4,03	2,4	2,64	
26		0,49	1,07	0,67		6,13	27,12	0,52

Tab.8.1: concentrazione (ppm) degli elementi in traccia (Arsenico e Cromo) nei talli lichenici trapiantati nelle singole UCP per il quadriennio 2010-2013. Blu: naturalità molto alta, Azzurro: alta naturalità, verde scuro: media naturalità, verde chiaro: seminaturalità, giallo: alterazione media, arancione: alta alterazione, rosso: alterazione molto alta, nero: dato non disponibile.

Per quanto riguarda l'Arsenico, il profilo di alterazione rilevato è rimasto inalterato nel corso dei quattro anni di indagine, evidenziando costantemente grave alterazione in corrispondenza della stazione n°11, situata nell'entroterra consortile al confine tra Tarquinia ed Allumiere.

Al fine di meglio interpretare l'anomalia riscontrata, nel corso della campagna 2013, è stato campionato ed analizzato anche il suolo della stazione n°11. Il campione ha mostrato una concentrazione di As pari a **25,13 ppm**, un valore superiore ai limiti i legge stabiliti dal D.Lgs. 152/06 fissato a **20 ppm**.

Per il Cromo, si configura un differente scenario: per i primi tre anni di analisi il profilo di alterazione è rimasto costante delineando una zona costiera, più fortemente antropizzata, con livelli di alterazione rilevante, mentre mano a mano che si procede verso l'entroterra la condizione di naturalità aumenta, così come mostra la mappa di alterazione sottostante relativa all'anno 2012.

La campagna 2013 ha invece mostrato una netta controtendenza, indicando una reversione alla condizione di alta naturalità per praticamente tutte le stazioni analizzate.

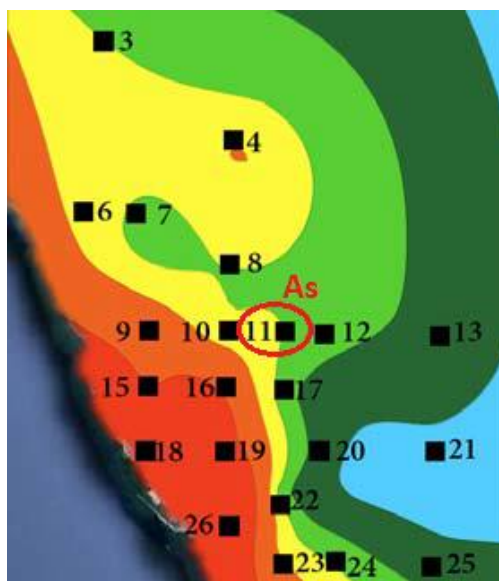


Fig.8.1: Mappa di alterazione secondo la scala di interpretazione Nimis e Bargagli (1999) per il Cromo anno 2012. Azzurro: alta naturalità, verde scuro: naturalità media, verde chiaro: semialterazione, giallo: alterazione media, arancione: alterazione alta, rosso: alterazione molto alta. In Rosso cerchiato la stazione di grave alterazione per l'Arsenico.

Oltre ai licheni, gli altri organismi oggetto di questa indagine sono stati il riccio di mare *Paracentrotus Lividus*, la chiocciola *Helix Aspersa* ed il pesce lagunare *Aphanius Fasciatus*, tutti organismi rappresentativi dei vari habitat del territorio consortile.

Nel corso del triennio 2011-2013 sono stati indagati 7 metalli e metalloidi per ognuno dei tre organismi sentinella: Arsenico, Mercurio, Cadmio, Cromo, Nichel, Piombo e Rame.

Dall'analisi effettuata emerge un quadro ambientale non particolarmente perturbato nel tempo. Le principali variazioni rilevate dal confronto del quadriennio riguardano l'Arsenico, per tutti e tre gli organismi (*Helix Aspersa*, *Aphanius Fasciatus* e *Paracentrotus Lividus*) ed il Cromo principalmente per *Aphanius Fasciatus*. Nella campagna 2013 inoltre, è stato registrato un notevole incremento dei livelli di Piombo per tutti gli organismi sentinella e sono state rilevate, per la prima volta, tracce di Mercurio.

Mentre per il Cromo l'incremento rilevato nel quadriennio in *Aphanius Fasciatus* è comunque di lieve entità; diversamente per l'Arsenico si registra un sensibile incremento focalizzato in modo particolare negli ultimi due anni di indagine (2012 e 2013) generalizzato su tutti gli organismi sentinella.

8.3 Comet Assay (Test di mutagenesi ambientale)

Il Comet Assay rappresenta un solido approccio per indagare la genotossicità in vivo per organismi naturalmente esposti nell'arco della loro vita a contaminanti ambientali. Tale test di mutagenesi ambientale si occupa più precisamente di valutare il danno primario al DNA cellulare di organismi usando come indicatore il valore di Tail Intensity.

Organismi sentinella di questa indagine sono stati *Helix Aspersa* ed *Aphanius Fasciatus*. Per quanto riguarda l'indagine su *Helix Aspersa*, dal confronto delle campagne 2011, 2012 e 2013 non emergono differenze significative tra le 8 stazioni interessate dal monitoraggio anche se si registra un lieve aumento generalizzato del Tail Intensity nella campagna 2013. Lo stesso scenario si è riscontrato anche per l'organismo *Aphanius Fasciatus*: dal confronto dei valori di Tail Intensity ottenuti negli stessi tre anni di riferimento per le due stazioni disponibili, non emergono differenze significative per la stazione "Saline Nord"(Tarquinia), mentre si riscontra un discreto incremento focalizzato nel solo anno 2012 per la stazione "Saline Sud"(Tarquinia). Per entrambe le stazioni in esame si registrano comunque valori di Tail Intensity sensibilmente inferiori a quelli rilevati presso la laguna di Orbetello (*The use of cyprinodont fish, Aphanius fasciatus, as a sentinel organism to detect complex mixtures in the coastal lagoon ecosystem*, Mosesso et al., 2011).

8.4 Conclusioni

In conclusione, dai dati registrati nel corso dei 4 anni di campagne sull'ecosistema, possiamo dedurre che le maggiori alterazioni hanno riguardato i livelli di **Cromo**, di **Arsenico** e per l'anno 2013 di **Piombo**.

- L'alterazione registrata per il **Cromo** è di lieve entità. Lo scenario riscontrato per i licheni è del tutto compatibile con i dati raccolti per *Aphanius Fasciatus* ed *Helix Aspers* ed indica una zona costiera maggiormente impattata. Questo quadro necessita comunque di opportuni approfondimenti, considerando soprattutto i risultati della campagna 2013. Uno scenario plausibile per il profilo rilevato potrebbe essere rappresentato da un impatto pregresso od attuale derivato comunque da sorgenti industriali.
- Per l'**Arsenico** il problema è invece noto già da tempo sul territorio del viterbese ed i dati collezionati da Arpa Lazio sulle concentrazioni di As nelle acque di falda ed i dati sulle concentrazioni di As al suolo nella stazione di maggiore criticità sono in perfetta sintonia con i dati riguardanti il bioaccumulo nei licheni. Necessitano ulteriori approfondimenti, invece, i livelli di Arsenico rilevati nel comparto marino.
- Il **Piombo**, che per l'anno 2012 era risultato presente in solamente due delle stazioni dell'intera campagna di biomonitoraggio, registra per il 2013 un notevole incremento in relazione ai tre organismi sentinella oggetto di indagine.
- Nella campagna 2013, per la prima volta dall'inizio del biomonitoraggio, sono state rilevate tracce di **Mercurio** in *Helix Aspers*, *Aphanius Fasciatus* e *Paracentrotus Lividus*.

8.5 Bibliografia

ANPA, 2001. *I.B.L. Indice di Biodiversità Lichenica*. Manuali e Linee Guida 2/2001. Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente, Roma, Italia.

Garty J., 2001. *Biomonitoring atmospheric heavy metals with lichens: Theory and application*. Critical Reviews in Plant Science.

Loppi S., 1999. *Licheni come bioaccumulatori di elementi in traccia: stato dell'arte in Italia*. In: Atti del Workshop Biomonitoraggio della qualità dell'aria sul territorio nazionale, Roma, 26-27 17 novembre 1998.

Mosesso P., Angeletti D., Pepe G., Pretti C., Nascetti G., Bellacima R., Cimmaruta R. & Awadesh Jha A., 2012. *The use of Aphanis fasciatus as sentinel organism to detect complex genotoxic mixtures in coastal lagoon ecosystems*. Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis.

Nimis P.L. 1991 - *Data Quality in Environmental Sciences and the Biomonitoring of Air Pollution*. - Giorn. Bot. Ital.

9. CONCLUSIONI

La qualità dell'aria dei comuni di Allumiere, Civitavecchia, Monte Romano, Santa Marinella, Tarquinia e Tolfa rispetta sostanzialmente i criteri di protezione della salute e dell'ambiente dettati dalla normativa (D.Lgs. 155/2010). Fa eccezione l'ozono che, in analogia con oltre il 90% delle stazioni di rilevamento in tutto il territorio nazionale, nelle postazioni di Allumiere e S. Agostino fa registrare concentrazioni che superano i limiti di legge o sono ad essi molto vicine. Al contrario, le concentrazioni degli altri macroinquinanti (ossidi di azoto e di zolfo, materiale particellare PM₁₀ e PM_{2,5}) sono abbondantemente nei limiti non raggiungendo quasi mai il 50% dei valori consentiti. Qualora questa situazione fosse confermata dalla rete regionale gestita dall'ARPA Lazio, sarà opportuna, l'adozione da parte dell'amministrazione provinciale o regionale, di un piano d'azione mirato a ridurre l'inquinamento da ozono.

La valutazione dell'Osservatorio, centrata prioritariamente sulla protezione della salute, ha adottato i riferimenti dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS), che per molti inquinanti sono più restrittivi di quelli imposti dalla normativa. Questo approccio, conferma la criticità dell'ozono, ma suggerisce di prestare attenzione anche al materiale particellare (PM₁₀ e PM_{2,5}), le cui concentrazioni in tutti i siti di rilevamento oscillano intorno ai valori di riferimento OMS.

In sintesi, due inquinanti meritano quindi attenzione per la tutela della salute: l'**ozono** ed il **materiale particellare**.

Sebbene l'inquinamento da ozono e materiale particellare rappresenti la più diffusa forma di inquinamento atmosferico nei paesi UE, la gestione dei due inquinanti è molto complessa per le autorità locali a causa della loro natura secondaria. L'ozono è un gas non emesso direttamente da alcuna sorgente ma che si forma in aria da precursori per effetto della radiazione solare. Il materiale particellare (PM₁₀, PM_{2,5}) può anch'esso formarsi da precursori per processi fisici o reazioni chimiche che avvengono in atmosfera, ma è anche direttamente emesso da impianti industriali, traffico automobilistico, riscaldamento domestico, ecc. Ne consegue che l'attivazione di interventi di riduzione dell'inquinamento richieda la conoscenza delle condizioni meteorologiche, della concentrazione in aria dei precursori e, per il materiale particellare, delle sorgenti che lo immettono direttamente in aria.

Purtroppo il supporto nella progettazione di detti interventi che l'Osservatorio può offrire alle autorità locali è oggi molto limitato. Per fare un esempio, le rilevazioni 2013 evidenziano il contributo dell'attività portuale e del riscaldamento domestico da biomasse nei siti di Fiumaretta ed Allumiere, ma non riescono a quantificare o ad escludere quelli della centrale di Torrevaldaliga Nord, dell'area portuale e del traffico (solo S. Gordiano) sulle concentrazioni di PM₁₀ e PM_{2,5} rilevate a San Gordiano ed a Faro. Occorre aggiungere che le concentrazioni in aria di molti precursori dell'ozono e del materiale particellare (composti organici volatili, ammoniaca, ecc.) non sono rilevate dalla rete di monitoraggio. Inoltre, la semplice conoscenza delle sorgenti di emissione del materiale particellare non consente di stimare in modo affidabile il contributo di ciascuna all'inquinamento dei diversi siti per l'incompleto supporto offerto dalle stazioni meteorologiche gestite dall'Osservatorio. Infine, i modelli interpretativi che tentano di identificare la sorgente di emissione a partire dalla composizione chimica del materiale particellare non sono attualmente utilizzabili in assenza di un'adeguata caratterizzazione chimica di quest'ultimo.

In mancanza di una rilevazione dei microinquinanti da parte dell'Osservatorio, il rapporto fa indicativamente riferimento ad una rilevazione che l'Enel produce annualmente in ottemperanza di una prescrizione del decreto di autorizzazione della riconversione a carbone della centrale termoelettrica di Torrevaldaliga Nord. Nella rilevazione 2012, la caratterizzazione chimica del

PM₁₀ e PM_{2,5} nei siti di Aurelia, Parco Antonelli, Poggio Ombriccolo e Borgo Sant'Agostino evidenzia concentrazioni dei diversi metalli analoghe a quelle che si riscontrano in aree rurali o urbane europee, e comunque inferiori ai limiti di legge (arsenico, cadmio e nichel) ed ai riferimenti OMS (mercurio, manganese e vanadio). La stessa rilevazione ha interessato anche gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), una famiglia di composti organici, molti dei quali cancerogeni, emessi dalla combustione di solidi e liquidi. Anche per essi, si evidenzia il pieno rispetto dei limiti di legge nelle quattro postazioni, ma in questo caso è possibile avanzare anche un'interpretazione qualitativa. L'analisi delle distribuzioni dei congeneri nelle miscele di IPA campionate nelle diverse postazioni suggerisce infatti la sovrapposizione di diverse ed indistinte sorgenti di emissione (motori di automobili, motori marini, TVN, riscaldamento domestico da biomasse ecc.) in tre dei siti considerati. Nella postazione di Poggio Ombriccolo la composizione della miscela si differenzia significativamente dalle altre ed appare compatibile con le emissioni da impianti termoelettrici alimentati con combustibili fossili.

Lo studio di indicatori biologici, condotto in collaborazione con l'Università della Tuscia, ha evidenziato tra il 2010 ed il 2013 una deviazione dalla naturalità dell'ambiente concentrata sulla fascia costiera, nell'area più antropizzata, richiamando l'attenzione sull'eventuale presenza di Arsenico, Cromo e, nell'ultimo anno di Piombo e Mercurio. I ratei di deposizione al suolo dei microinquinanti, riportati per i quattro siti indicati nella predetta relazione Enel 2012, confermano solo parzialmente le evidenze suggerite dagli indicatori biologici. Essi mostrano infatti nel sito di Aurelia una deposizione al suolo di Cromo più alta di quelle normalmente riscontrate in aree urbane. Non sono invece osservate differenze con le aree urbane per quello che riguarda la deposizione al suolo di altri metalli o di IPA.

In conclusione, la qualità dell'aria nel territorio del Consorzio non evidenzia condizioni allarmanti ma mostra problemi analoghi alla maggioranza delle aree urbane o rurali italiane ed europee e che possono trovare soluzione soltanto in un contesto più ampio di quello locale. Naturalmente ciò non esclude rischi per la salute dei residenti e non implica l'impossibilità delle autorità locali di intervenire con successo. La riduzione continua dell'esposizione umana agli inquinanti atmosferici resta infatti la strategia più efficace di tutela della salute pubblica e richiede l'impegno a tutti i livelli delle istituzioni.

Relativamente alle sorgenti di emissione, le rilevazioni hanno evidenziato la sovrapposizione di più sorgenti e non hanno consentito di attribuire un ruolo alla centrale di Torrevadalis nord ed al porto, che in termini quantitativi restano le più rilevanti. Indicazioni di impatti che meritano di essere approfonditi sono emerse per le attività portuali, su tutta la fascia costiera retrostante il porto, e per la centrale di Torrevadalis Nord, sull'estremità a sud-ovest dell'abitato di Civitavecchia e sulle alture poste ad ovest della centrale. Per fronteggiare questi problemi è necessario che l'Osservatorio espanda ulteriormente le sue capacità tecniche, affrontando il problema del campionamento e del rilevamento dei microinquinanti e quello della previsione attraverso modelli numerici. A tal fine appare opportuno ristrutturare la rete di monitoraggio che i dati hanno mostrato essere carente in alcune parti (PM_{2,5}; composti organici volatili, meteorologia, ecc.) e ridondante in altre (biossido di zolfo).



CONSORZIO PER LA GESTIONE
DELL'OSSERVATORIO AMBIENTALE
