

Monitoraggio

per il controllo dell'impatto ambientale del

comparto di trattamento rifiuti Hera

km 2,6 - Via Romea Nord

Ravenna

Dati 2015 - 2017

Relazione redatta da:

**Patrizia Luciali
Elisa Pollini**

Hanno collaborato alla realizzazione dell'attività di campionamento e analisi:

operatori di Arpa del **Servizio Sistemi Ambientali**
**Elisa Pollini, Emilio Rambelli, Valter Gnani,
Lorenzo Bettini, Danila Bevilacqua, Mirko Pantera**

operatori del **Laboratorio Integrato:**

- o **Area analitica ambientale**
- o **Area microinquinanti organici**

operatori del **Servizio Territoriale:**

- o **Unità controllo emissioni**

Contatti ed informazioni: pluciali@arpa.emr.it
epollini@arpa.emr.it

Elaborazione del ottobre 2018

Indice

	<i>Pag</i>
Premessa	4
1. Contesto territoriale	4
2. Descrizione del sito impiantistico e dei processi produttivi	5
3. Impostazione dello studio oggetto del protocollo 2015 - 2017	9
4. Risultati del triennio di monitoraggio (2015 - 2017)	12
4.1 Acqua di falda profonda	12
4.2 Aria	13
4.2.1 Particolato PM10	14
4.2.2 Metalli e microinquinanti nel particolato PM10	20
4.2.3 Deposizioni totali (bulk)	30
4.3 Fibre di amianto	36
5. Indicatori di bio-accumulo	37
6. Emissioni odorigene	42
6.1 Caratterizzazione delle sorgenti	43
6.2 Risultati analisi olfattometriche e stima delle emissioni	45
6.3 Dominio di simulazione e recettori sensibili	48
6.4 Modello di diffusione	50
6.5 Campagne di rilevazione mediante schede di rilevazione dell'odore	52
6.6 Simulazioni modellistiche	57
6.7 Monitoraggio con naso elettronico	62

Premessa

Alla luce della significativa evoluzione che, negli anni, ha interessato in termini societari, di attività svolte e di estensione il sito in cui si trova il comparto di trattamento rifiuti Hera al km 2,6 - Via Romea Nord – Ravenna e degli esiti delle verifiche effettuate in passato negli impianti del comparto Herambiente, è stato predisposto un nuovo protocollo triennale (2015–2017).

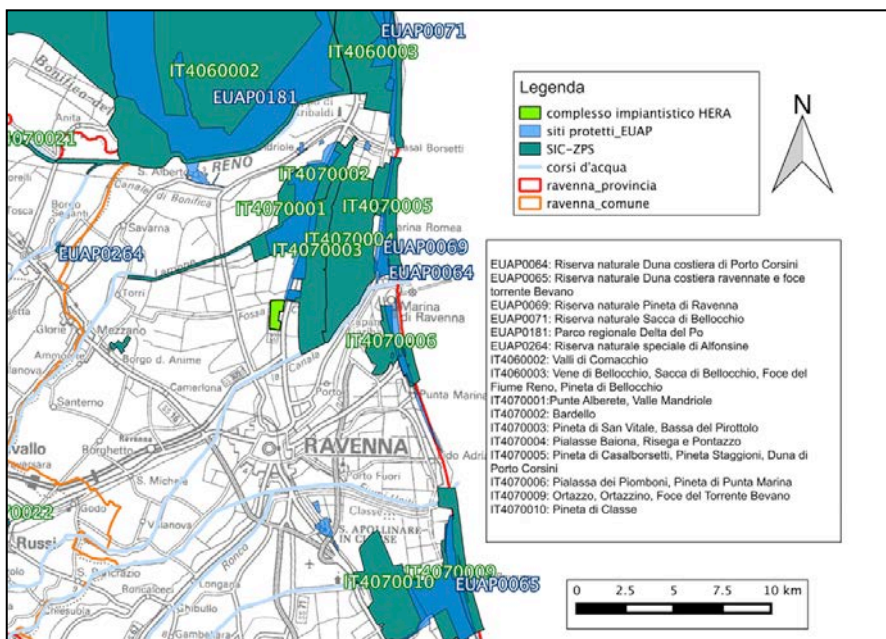
Il protocollo, tenendo conto delle variazioni impiantistiche, societarie ed autorizzative intervenute, ha l'obiettivo di realizzare una verifica quantitativamente e qualitativamente efficace ed efficiente, rispondendo anche al principio di razionalizzazione dei monitoraggi ambientali. Arpae, infatti, nell'ambito della convenzione sottoscritta, effettua una serie di campionamenti ed analisi di matrici ambientali che integrano quanto già l'azienda svolge in ottemperanza alle prescrizioni AIA degli impianti coinsediati, ampliando così il set di conoscenze sull'impatto esercitato dal sito sul territorio circostante.

Le matrici studiate sono:

- **Acqua:** • Acqua di falda (profonda)
- **Aria:** • Particolato atmosferico
- Deposizione atmosferica
- Fibre di amianto
- Sostanze odorigene
- **Alimenti** (come indicatori di bioaccumulo)

Nella presente relazione, oltre ad una descrizione dell'intero sito impiantistico e dei processi produttivi che vi si svolgono, vengono riportati i risultati dei monitoraggi effettuati nel triennio.

1 - Contesto territoriale



Il polo integrato di trattamento rifiuti è collocato a Ravenna, al km 2,6 n.272 della Strada Statale Romea. Tale sito, che occupa un'area pressoché rettangolare con un'estensione di circa 110 ettari, confina a Est con la S.S. 309 Romea, a Sud con la strada comunale via Guiccioli, a Nord con lo scolo Cerba e ad Ovest con lo Scolo Tomba.

Il comparto, localizzato in zona di recente bonifica, si colloca al margine fra una matrice agricola ed una naturale, in prossimità di aree

protette e di aree di particolare pregio ambientale, denominate Siti di importanza comunitaria (SIC, designate ai sensi della "Direttiva habitat" n. 92/43/CEE), a cui si aggiungono le Zone di Protezione Speciale (ZPS, previste dalla "Direttiva Uccelli" n. 79/409/CEE). Inoltre, sul lato nord dello scolo Cerba, confina con il limite del Parco Regionale del Delta del Po, mentre a Nord e ad Est, ad una distanza di circa 30 metri dalla S.S Romea e dallo scolo Cerba, confina con il limite di piano territoriale di stazione (Parco del Delta).

2 - Descrizione del sito impiantistico e dei processi produttivi

Il sito impiantistico si compone di diverse unità impiantistiche:

- ❖ discarica per rifiuti non pericolosi;
- ❖ discarica per rifiuti pericolosi, in fase di gestione post-operativa;
- ❖ impianto di produzione di Combustibile Solido Secondario (CSS), precedentemente denominato come impianto di produzione di Combustibile da Rifiuto (CDR);
- ❖ impianto di termovalorizzazione di CSS (IRE);
- ❖ impianto di trattamento chimico-fisico (TCF);
- ❖ impianto di disidratazione fanghi (DISIDRAT);
- ❖ discariche per rifiuti pericolosi e non pericolosi 1°/2°, 3°, 4° stralcio, le quali a seguito della fusione per incorporazione di Sotris S.p.A. in Herambiente S.p.A, con efficacia dal 1° gennaio 2015, sono state acquisite da Herambiente entrando, pertanto, a far parte del parco impiantistico di quest'ultima.

Presso il sito sono inoltre presenti altri impianti caratterizzati da scenari gestionali diversificati:

- impianti di produzione di energia elettrica da biogas prodotto dalla discarica per rifiuti non pericolosi, di proprietà della società Biogas 2015 S.r.l subentrata da aprile 2015 a ICQ Holding Spa;
- Centro di stoccaggio e pretrattamento rifiuti urbani e speciali anche pericolosi gestito, a partire dal 01/04/2015, da Herambiente Servizi Industriali S.r.l. (HASI Srl), a seguito dell'operazione di affitto da parte del socio unico Herambiente S.p.A del ramo d'azienda relativo alla gestione di tale impianto, mentre fino al 31/12/2014, la gestione è stata in capo a Sotris S.p.A.

Impianto di produzione CSS



Figura 1: Impianto di produzione CSS

produzione di CSS, destinato a recupero energetico.

Nel piazzale attiguo è svolta l'attività di trattamento biologico, tramite biostabilizzazione accelerata del primo sovrallumido proveniente dall'impianto di produzione CSS, per un quantitativo massimo autorizzato di 26.000 ton/anno. L'attività consiste nella biossificazione accelerata, realizzata all'interno di n. 7 biotunnel in parallelo, per la produzione di materiale da utilizzare come copertura giornaliera dei rifiuti in discarica (conformemente alla DGR n. 1996/06). Il processo di trasformazione della frazione umida in una componente solida recuperabile permette di raggiungere impor-

E' un impianto di trattamento di rifiuti indifferenziati finalizzato alla successiva fase di termovalorizzazione.

Il processo si realizza attraverso trattamenti diversi: triturazione, separazione della frazione fine, separazione dell'umido, separazione della frazione ferrosa. Il risultato è un rifiuto speciale che concentra le frazioni ad alto potere calorifico.

L'impianto è costituito da due linee parallele per la separazione della frazione secca combustibile e da una terza linea di triturazione e vagliatura primaria dei rifiuti indifferenziati che può eventualmente essere utilizzata in alternativa/integrazione alle due linee solo in caso di fermata programmata di una di queste, per garantire continuità alla

tanti obiettivi ambientali come il recupero dei rifiuti e il risparmio di materiali vergini, oltre alla riduzione dei volumi conferiti in discarica.

Termovalorizzatore

L'impianto di termovalorizzazione effettua l'incenerimento di CSS con contestuale recupero energetico del calore dei fumi.

Si riporta di seguito lo schema delle fasi produttive rimandando al successivo paragrafo per il dettaglio sui rifiuti in ingresso.

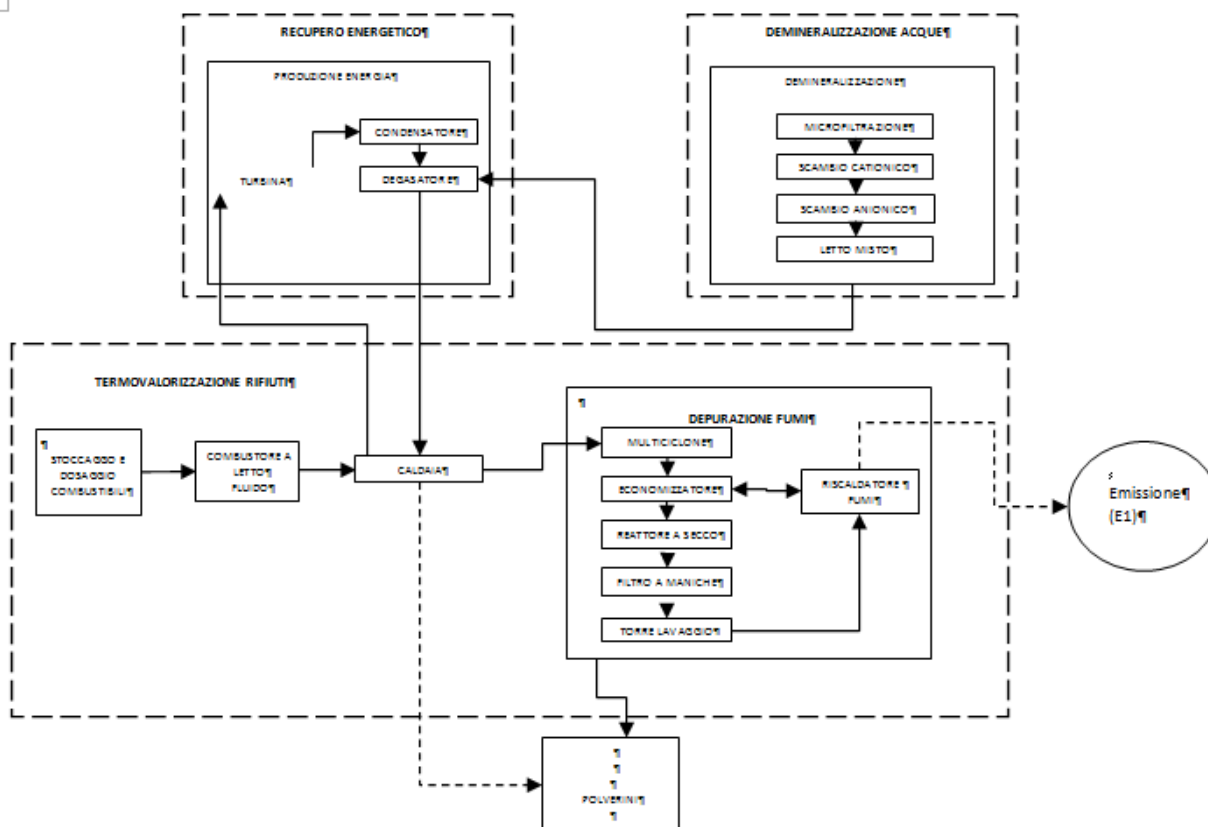


Figura 2: Termovalorizzatore – schema delle fasi produttive

Discariche per rifiuti non pericolosi e pericolosi

Dal primo gennaio 2015 il parco impiantistico di Herambiente si è ampliato con l'acquisizione delle discariche per rifiuti pericolosi e non denominate 1°/2°, 3° e 4° stralcio, gestite fino al 31/12/2014 da Sotris S.p.A.



Figura 3: Vista discariche comparto da Est

Attualmente, pertanto, all'interno del comparto sono presenti i seguenti impianti di discarica:

- **Discarica per rifiuti non pericolosi** costituita dai seguenti settori:
 - 1°, 2°, 3° settore in gestione post-operativa con copertura definitiva sulle scarpate laterali e 4° settore in gestione post-operativa con copertura definitiva anche sulla parte sommitale;
 - 5° e 6° settore in gestione post-operativa e 7° settore per il quale la coltivazione risulta ultimata per esaurimento delle volumetrie disponibili, attualmente i settori sono in attesa della copertura definitiva;
 - 8° settore in coltivazione da novembre 2014. Tale settore è articolato in due sottosettori per un volume complessivo utile di abbancamento pari a 304.262 m³, corrispondente ad una capacità di smaltimento pari a circa 342.837 tonnellate mentre i precedenti sette settori, ad oggi esauriti, hanno complessivamente una capacità, a volume assestato, di oltre 3.400.000 m³.

A questi si aggiunge un 9° settore in progetto per il quale si è conclusa la procedura di VIA con parere positivo ed è stata rilasciata l'Autorizzazione Integrata Ambientale in data 31/12/2015. Attualmente il settore, che sarà articolato in due sottosettori per un volume utile di abbancamento pari a circa 691.000 m³ ad assestamenti e cedimenti avvenuti, è in fase di approntamento.

- **Discarica per rifiuti pericolosi**, entrata in esercizio nel 1994, con una volumetria utile disponibile autorizzata pari a 50.000 m³, esaurita nel 2008. L'impianto è stato ufficialmente chiuso il 17/11/2008, data in cui si è dato formalmente avvio alla fase di gestione post-operativa¹.
- **Discarica 1°/2° stralcio per rifiuti pericolosi e non**, costituita da cinque lotti con capacità complessiva di circa 530.000 m³ e che ha esaurito la propria volumetria disponibile nel corso del 2010 a meno dei primi cedimenti legati all'assestamento rifiuti. A seguito della fine del periodo di sperimentazione dell'impianto di trattamento fanghi da depuratori civili posto sulla sommità della discarica, a cui è seguito lo smantellamento nel 2013, si è resa disponibile una volumetria residua in virtù degli assestamenti avvenuti. Nel mese di novembre 2014 sono pertanto ripresi i conferimenti previo nulla osta della Provincia di Ravenna terminati nel mese di febbraio 2016².
- **Discarica 3° stralcio per rifiuti pericolosi e non**, entrata in esercizio nel 2000 e costituita da quattro lotti con capacità complessiva di circa 160.000 m³, esaurita da gennaio 2008. Con Provvedimento n.361 del 24/08/09 la Provincia di Ravenna ha autorizzato la chiusura definitiva e l'attività di gestione post-operativa.
- **Discarica 4° stralcio per rifiuti pericolosi**, operativa dal 2008, è costituita da due distinti settori confinati, comprendenti ognuno 3 vasche, per una capacità complessiva di circa 420.000 m³, gestiti in modo specifico e di fatto come due discariche separate. I due settori dedicati rispettivamente ai rifiuti pericolosi e non sono separati mediante una adeguata barriera di confinamento artificiale e/o naturale progettata in modo tale da separare i percolati prodotti.

Trattamento Chimico-Fisico

L'impianto di trattamento chimico-fisico, a partire da ottobre 2011, è stato interessato da interventi di ottimizzazione che hanno previsto oltre a significative modifiche della dotazione impiantistica presente, la realizzazione di una nuova linea di pretrattamento chimico fisico con adsorbimento (TCFA). L'impianto nel nuovo assetto impiantistico è entrato in esercizio l'11/12/2012. L'impianto tratta rifiuti speciali liquidi anche pericolosi di origine prevalentemente produttiva per convertirli in reflui depurati. Il trattamento si realizza mediante processi chimici (uso di reagenti) e fisici (uso di ausili meccanici).

¹ Atto di approvazione del Piano di Chiusura: Provincia di Ravenna PG 651 del 17/11/2008.

² Comunicazione Herambiente PG 7175 del 13/04/2016.



Figura 4: Impianto trattamento chimico-fisico

Nella nuova configurazione impiantistica conseguente gli interventi di ottimizzazione/integrazione, l'impianto TCF risulta suddiviso nelle seguenti sezioni:

- Sezione di ricevimento e stoccaggio dei rifiuti liquidi in ingresso;
- Sezione di trattamento emulsioni oleose;
- Sezione di omogeneizzazione;
- Sezione di pretrattamento chimico-fisico con adsorbimento;
- Sezione di trattamento chimico-fisico di primo stadio e di secondo stadio;
- Sezione di trattamento fanghi.

I reflui in uscita dalle varie sezioni di trattamento dell'impianto TCF, accumulati nella vasca finale VF vengono rilanciati, previa verifica analitica, tramite condotta all'impianto TAS del Centro Ecologico Baiona.

Impianto DISIDRAT

Il nuovo impianto DISIDRAT è entrato in esercizio il 04/06/2012 mentre la messa a regime è avvenuta il 30/08/2012. L'impianto è stato realizzato per trattare diverse tipologie di rifiuti pompabili, palabili e polverulenti, con il principale obiettivo di ottenere in uscita delle matrici da destinare, in parte, al recupero. Il materiale recuperato viene riutilizzato per la copertura delle discariche, in sostituzione di terreno vegetale vergine, o in miniere estere come materiale di riempimento.

L'impianto è costituito da tre linee distinte di lavorazione e trattamento:

- Linea fanghi pompabili non pericolosi (linea 1)
- Linea fanghi pompabili pericolosi (linea 2)
- Linea fanghi palabili e rifiuti polverulenti (linea 3)

Le linee si distinguono per differenti operazioni meccaniche condotte ed anche per differenti reagenti utilizzati. Ciascuna linea di lavorazione/trattamento è costituita a sua volta da una sezione di ricevimento e stoccaggio dei rifiuti in ingresso e da una sezione di trattamento.

Oltre alle tre linee menzionate, un'ulteriore sezione autonoma, integrata nell'impianto, tratta terreni e fanghi palabili pericolosi e non sottoposti, come fase di pretrattamento, ad operazioni di miscelazione e omogeneizzazione per essere, infine, destinati allo smaltimento/recupero presso impianti esterni.



Figura 5: Impianto Disidrat

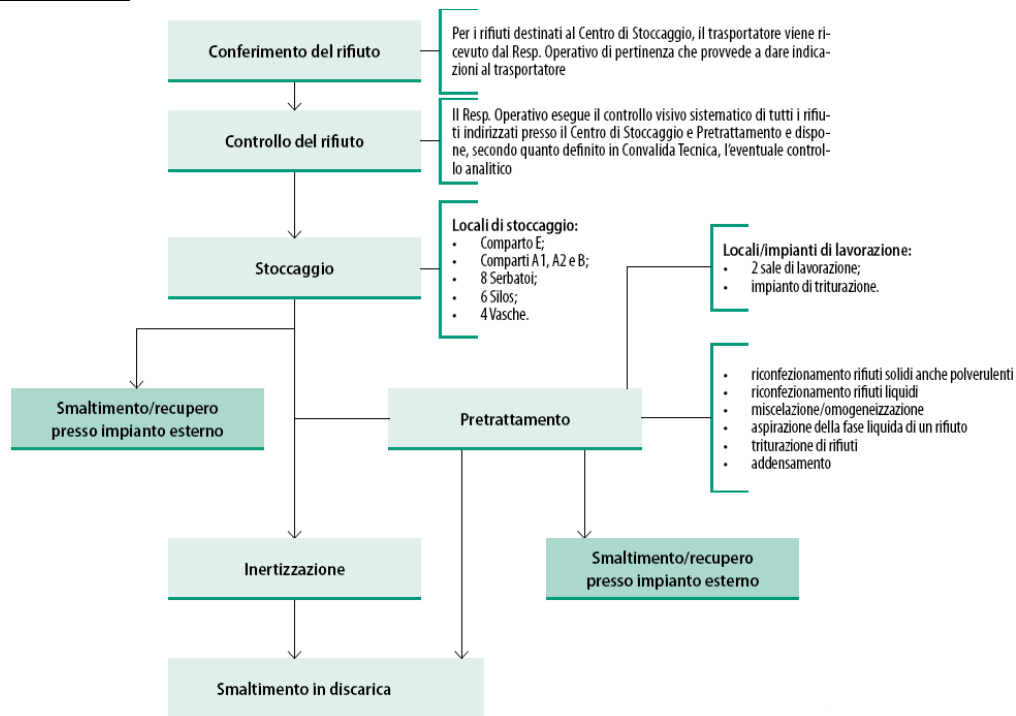


Figura 6: Attività operative svolte presso il Centro HASI srl

Le attività del Centro di Stoccaggio e Pretrattamento (schematizzate in Figura 6) consistono in:

- stoccaggio di rifiuti per successivo invio a recupero/smaltimento presso impianti esterni;
- stoccaggio preventivo ai pretrattamenti:
 - riconfezionamento rifiuti solidi e solidi polverulenti;
 - riconfezionamento rifiuti liquidi;
 - riconfezionamento rifiuti bifasici;
 - miscelazione;
 - addensamento e/o umidificazione (con aumento ponderale < 20%);
 - trattamento chimico-fisico (con aumento ponderale > 20%)
 - inertizzazione;
 - riduzione volumetrica dei rifiuti in un impianto fisso di triturazione.

Tutti i trattamenti eseguiti presso il Centro sono finalizzati all'ottimizzazione dello smaltimento finale del rifiuto.

3 - Impostazione dello studio oggetto del protocollo 2015 - 2017

Nel protocollo triennale 2015-2017 per ciascuna matrice (acqua, aria, alimenti) è stato concordato il piano di monitoraggio e/o analitico. Le metodologie di campionamento, analisi e valutazioni fanno riferimento a quanto previsto dalla normativa nazionale (ove presente) e/o alle norme tecniche di settore. In particolare, per la matrice aria la normativa presa a riferimento è il DLgs 155/2010 "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa", anche se le postazioni in cui sono stati effettuati i campionamenti (all'interno del comparto, in prossimità del confine con l'esterno) si configurano come ambiente di lavoro piuttosto che ambiente di vita. Anche se in ambito lavorativo i limiti, relativi ai diversi inquinanti, sono decisamente più elevati rispetto a quelli previsti per la valutazione dell'esposizione della popolazione in generale, si è ritenuto utile – in un'ottica cautelativa – confrontare i dati rilevati all'interno del comparto con limiti, riferimenti normativi o di bibliografia più restrittivi (per la

popolazione - qualità dell'aria) con l'avvertenza che, poiché le misure sono in ambito produttivo, le considerazioni sono da considerarsi prudenziali.

Acqua

Poiché la qualità della falda superficiale è già verificata dalla Azienda attraverso autocontrolli e in ambito AIA, l'attività di controllo/monitoraggio aggiuntiva si è concentra sulle falde acquifere profonde che si trovano al di sotto della falda superficiale. Nello specifico il controllo della falda profonda è stato effettuato campionando ed analizzando, con frequenza annuale, le acque del pozzo che si trova in via Guiccioli (profondità ~228 m).

I parametri analitici ricercati sono quelli previsti dal protocollo per le acque freatiche, più alcuni parametri storicamente ricercati nel pozzo di Via Guiccioli:

- | | |
|----------------------------------|------------------|
| • metalli (Pb Cd Ni Cr Cu As Hg) | • piezometria |
| • PCB | • ossidabilità |
| • PCT | • ammonio |
| • pesticidi organo clorurati | • fosforo totale |
| • pesticidi organo fosforati | • zinco |
| • solventi FID | • pH |
| • solventi clorurati | • cloruri |
| • fenoli | • nitrati |

Aria

Relativamente alla matrice aria, i controlli riguardano:

❖ *Particolato atmosferico PM10*

In 4 postazioni all'interno del comparto è stato misurato il PM10 con un campionatore sequenziale (skypost). Le misure sono state distribuite nel corso dell'anno per cogliere la variabilità stagionale.

→ 4 postazioni x 8 settimane x 7 giorni = 224 campioni gravimetriche

Sul particolato PM10 raccolto in tre postazioni (individuate fra le 4 monitorate in funzione delle massime ricadute previste dagli output modellistici), sono stati ricercati:

- IPA • PCB • PCDD • PCDF • Metalli.

I filtri sono stati raggruppati in modo da ottenere, per ognuna delle 3 postazioni, 3 campioni rappresentativi delle diverse stagionalità (così come specificato al paragrafo 4).

❖ *Deposizioni atmosferiche totali*

Le deposizioni atmosferiche totali sono state campionate in 6 postazioni utilizzando i deposimetri "bulk". In ogni postazione sono stati collocati 2 deposimetri affiancati:

- uno per la misura di IPA, PCB, PCDD, PCDF ed
- uno per la misura dei metalli.

La necessità di utilizzare due diversi deposimetri deriva dal diverso materiale di cui deve essere costituito il campionatore: per i metalli in polietilene PEH, per i microinquinanti organici in vetro pyrex silanizzabile.

La frequenza di raccolta del campione è stata mensile, mentre le analisi sono state effettuate su quanto raccolto in un trimestre.

Per IPA, PCB, PCDD e PCDF il campione d'acqua raccolto mensilmente è stato filtrato attraverso passaggio su puf; il puf è stato estratto e l'estratto mensile stoccato. L'analisi – con spettrometro di massa ad alta risoluzione – è stata effettuata sull'estratto risultante dall'unione dei 3 campioni mensili.

E' stata effettuata anche una "media spaziale" aggregando i campioni raccolti nelle 6 postazioni secondo questo criterio:

- Nord + Nord-Est (margine vasca) [postazioni 1 e 6];
- Ovest + Est (cabinotto) [postazioni 2 e 4];
- Sud + Sud-Est (vicino a recinzione) [postazioni 5 e 3].

❖ **Amianto**

Considerando che nell'ambito del comparto è presente un centro di stoccaggio autorizzato al conferimento di MCA (materiali contenenti amianto), è stato improntato un campionamento per verificare l'assenza di fibre aerodisperse. Poiché la potenziale presenza di fibre aerodisperse dipende dalle condizioni meteorologiche e dalla presenza o meno di conferimenti al centro di stoccaggio, i campionamenti (6 in tutto) sono stati effettuati prevalentemente durante la stagione estiva e, quando possibile, in concomitanza alla presenza in impianto di MCA stoccati nel piazzale.

❖ **Sostanze odorigene**

L'attività di analisi e monitoraggio delle sostanze odorigene, il cui scopo era indagare la presenza di un eventuale disagio olfattivo da parte dei residenti all'intorno del comparto, ha avuto uno sviluppo triennale. Durante il primo anno (2015), sono state caratterizzate le sorgenti analizzando, con la tecnica dell'olfattometria dinamica (presso il Laboratorio di Olfattometria Dinamica di Arpae Modena), i campioni raccolti in corrispondenza delle principali sorgenti odorigene del comparto.

I risultati dell'olfattometria dinamica sono serviti come dati di input al modello di diffusione, consentendo la stima della dispersione delle sostanze odorigene all'intorno del comparto (anno di riferimento meteorologico 2014).

Nel secondo anno (2016), durante la stagione estiva, è stato effettuato un monitoraggio del disagio olfattivo coinvolgendo la popolazione potenzialmente impattata. Alcuni volontari, che hanno aderito al progetto, hanno compilato una "scheda di segnalazione degli odori", appositamente predisposta. Le schede sono state poi analizzate e "incrociate" con i dati meteorologici e l'output del modello di diffusione. Contestualmente è stato posizionato, presso l'abitazione di una delle sentinelle dell'odore, un naso elettronico preventivamente "addestrato" a riconoscere le sorgenti odorigene presenti nel comparto.

Il 2017 è servito per l'elaborazione dei dati raccolti.

In sintesi:

- **2015:** individuazione e campionamento per l'analisi olfattometrica delle sorgenti odorigene. Studio modellistico per la stima della dispersione degli odori. Creazione del gruppo di volontari per il monitoraggio tramite compilazione di schede;
- **2016:** campionamento sorgenti e addestramento naso elettronico. Campagna di monitoraggio con il naso elettronico. Distribuzione e raccolta schede di segnalazione degli odori.
- **2017:** analisi dei dati raccolti e predisposizione del report di sintesi dell'attività svolta.

Indicatori di bioaccumulo

Per avere indicazioni sull'interazione tra l'impianto e organismi di flora e fauna limitrofi, si è fatto ricorso – come in passato – al campionamento e all'analisi di alcuni indicatori di bioaccumulo (vegetale ed animale). In particolare, in aziende agricole potenzialmente esposte alle ricadute delle emissioni del comparto in esame, sono stati prelevati tre campioni di prodotti agricoli e tre di origine animale, sui quali è stato eseguito il controllo analitico di:

- Metalli (Piombo, Cadmio, Nichel, Mercurio, Rame, Arsenico e Cromo totale)
- PCB e PCDD.

4 – Risultati del triennio di monitoraggio (2015 - 2017)

4.1 Acqua di falda profonda

Il controllo della matrice acqua viene effettuato per verificare l'efficienza del sistema di contenimento del percolato delle discariche; infatti, un'eventuale infiltrazione, non correttamente governata e trattata, inquinerebbe il suolo e di conseguenza la falda superficiale del sito.

Poiché l'Azienda già verifica, attraverso autocontrolli e in ambito AIA, la qualità della falda superficiale, il monitoraggio di Arpae è solo sulla falda profonda, analizzando le acque del pozzo che si trova in via Guiccioli (fig.7).



Il pozzo di via Guiccioli - a monofalda, afferente probabilmente all'acquifero A4 - consente di prelevare l'acqua ad una profondità di 228 mt. Questo pozzo fino a qualche anno fa era inserito nella rete regionale delle acque sotterranee (RA-1101) e, pertanto, è disponibile una cospicua serie storica di dati analitici utili a valutare la presenza di eventuali anomalie.

In tabella 1 sono riportati il pH e la concentrazione di alcuni parametri ricercati a partire dal 2001: valore di pH e concentrazioni risultano sostanzialmente uniformi.

**Fig. 7 Pozzo profondo di via Guiccioli
(ex RA-1101)**

Data campione	pH	Ossidabilità (mg/l)	NH ₄ ⁺ (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	Fenoli (mg/l)	NO ₃ ⁻ (mg/l)	Ptot (mg/l)
10/04/2001	8.3	13.0	9.75	63.9	< 0.0005	< 0.5	1.60
30/10/2001	8.3	11.8	8.53	54.8	< 0.0005	< 0.5	0.78
20/05/2002	8.0	9.2	9.45	66.0	< 0.0005	< 0.5	2.00
14/05/2004	7.5	13.1	9.59	57.1	0.003	< 0.5	3.06
28/07/2006	7.7	10.2	8.93	107.8	0.004	n.v.	1.88
03/07/2008	7.9	12.1	10.54	66.6	0.001	< 0.5	0.79
10/09/2009	7.7	11.4	8.65	51.3	0.0024	< 0.5	2.03
25/06/2010	8.1	11.6	10.40	61.5	< 0.0005	< 0.5	3.39
28/06/2011	7.8	14.0	9.21	66.3	0.005	1.00	0.68
25/06/2012	7.8	12.5	13.48	54.1	0.007	6.55	0.20
06/08/2013	8.0	9.3	10.26	52.8	0.002	0.51	0.24
19/05/2014	8.0	12.8	12.00	57.0	0.001	< 0.5	n.r.
09/09/2014	8.0	13.7	9.83	57.0	0.004	< 0.5	0.73
09/09/2015	7.9	10.2	10.16	55.0	< 0.0005	1.5	0.09
30/08/2016	7.9	12.0	8.24	55.0	0.0074	< 0.5	0.74
30/08/2017	7.8	15.3	8.80	79.0	< 0.0005	< 0.5	0.69

Tab.1 - Dati analitici osservati nel pozzo di via Guiccioli dal 2001 al 2017 (ex RA-1101)

Nel triennio 2015 - 2017 sono state eseguite anche altre determinazioni analitiche, per rilevare l'eventuale presenza di metalli, PCB, PCT e pesticidi. I dati, generalmente inferiori al relativo limite di variabilità strumentale, sono riportati in tabella 2.

Parametro	2015	2016	2017
Pb (µg/l)	< 1	< 1	< 1
Cd (µg/l)	< 0.5	< 0.5	< 0.5
Ni (µg/l)	< 1	< 1	< 1
Cr (µg/l)	< 1	< 1	< 1
Cu (µg/l)	< 1	< 1	1
As (µg/l)	8	7	6
Hg (µg/l)	< 0.05	< 0.05	< 0.05
PCB (µg/l)	< 0.05	< 0.05	< 0.05
PCT (µg/l)	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Pesticidi organo clorurati (µg/l)	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Pesticidi organo fosforiti (µg/l)	< 0.01	< 0.01	< 0.01

Tab.2 - Parametri analitici rilevati nel pozzo di via Guiccioli 2015 - 2017 (ex RA-1101)

4.2 - Aria

Per la matrice aria vengono di seguito riportati i dati di monitoraggio relativi al particolato PM10, alle deposizioni atmosferiche totali, alla ricerca in aria ambiente di fibre di amianto e alle sostanze odorigene.

Il particolato PM10 è stato campionato in 4 postazioni all'interno del comparto, utilizzando quattro campionatori sequenziali (skypost).

Le deposizioni, invece, sono state raccolte in corrispondenza di 6 postazioni (4 coincidenti con quelle del PM10) collocando in ogni postazione due deposimetri di tipo "bulk", uno in vetro pirex silanizzabile per IPA, PCB, diossine e furani e l'altro in polietilene PEH per la determinazione dei metalli;

Per progettare il monitoraggio ambientale, di particolato e deposizioni, in un'ottica di comparto è stato condotto, nel 2015, uno studio preliminare per individuare le sorgenti più significative presenti nel comparto e le aree di massima ricaduta del particolato emesso. Come emissioni sono state considerate le convogliate (modellizzate come sorgenti puntuali), quelle prodotte dal transito di mezzi pesanti all'interno del comparto (sorgente lineare) e le emissioni riconducibili, in generale, all'attività di gestione della discarica (sorgenti areali). Queste emissioni sono state inserite come dato di input al modello di dispersione (ADMS Urban), unitamente ai dati meteorologici (anno 2014). La lettura delle mappe di isoconcentrazione elaborate con la simulazione modellistica e una serie di sopralluoghi, hanno consentito di individuare i punti più significativi dove eseguire i campionamenti di PM10 (postazioni 1÷ 4, Figura 8 - Tabella 3) e deposizioni (postazioni 1÷ 6, Figura 8 Tabella 3).

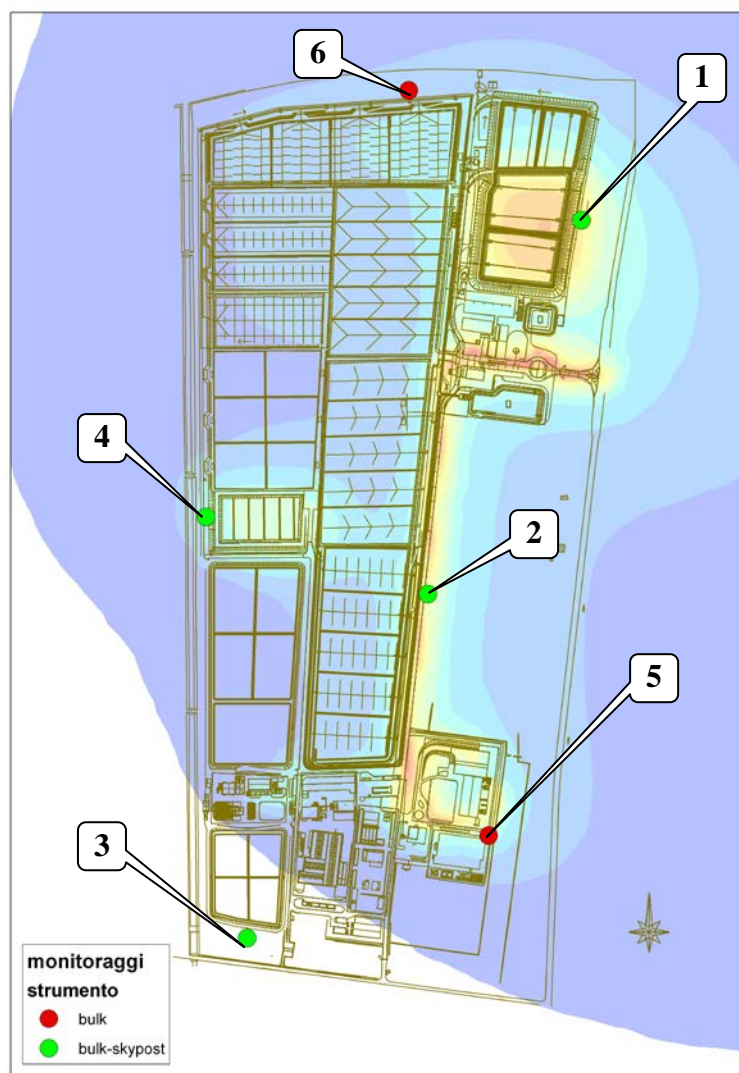


Figura 8 – Punti di campionamento di particolato PM10 e deposizioni atmosferiche

Postazione	Caratteristiche
1	In prossimità dell'area di coltivazione della discarica per rifiuti non pericolosi (8° settore)
2	Lungo la via principale di transito all'interno del sito
3	Punto in corrispondenza del 3° stralcio in copertura definitiva della Discarica P e NP (EX SOTRIS)
4	In prossimità della discarica esaurita per rifiuti pericolosi
5	Zona recupero energetico termovalorizzatore (IRE)
6	In prossimità della discarica esaurita per rifiuti non pericolosi (6° settore)

Tabella 3 – Postazioni di misura all'interno del comparto

4.2.1 - Particolato PM10

Il D.Lgs 13 agosto 2010, n. 155 “Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa” fissa i valori limite e gli obiettivi di qualità dell'aria per le concentrazioni di una serie di inquinanti, fra i quali il particolato PM10, alcuni metalli e il benzo-a-pirene (come tracciante degli IPA) contenuti nel PM10.

Lo stesso decreto prevede la possibilità di effettuare (in alternativa ad un monitoraggio in continuo) “misure indicative” che, per cogliere la variabilità stagionale degli inquinanti, devono essere

distribuite nel corso dell'anno e avere un periodo di copertura superiore al 14% (cioè superiore a 52 giorni/anno). Entrambi i requisiti sono soddisfatti dai campionamenti del PM10 e, pertanto, le concentrazioni rilevate possono essere confrontate con gli standard di qualità dell'aria con maggior attendibilità.

In tabella 4 sono riportati i periodi in cui sono state effettuate le campagne e, per ciascuna, il numero di dati validi: come si può vedere in ogni postazione il numero di dati disponibili è decisamente superiore al minimo richiesto.

2015									
N° dati validi / Postazioni	24 feb – 08 apr	16 giu – 23 giu	02 lug – 08 lug	02 sett – 09 sett	17 nov – 26 nov	10 dic – 20 dic			Dati totali
Postazione 1	43	8	7	8	10	10			86
Postazione 2	43	8	7	8	10	9			85
Postazione 3	43	8	7	n.r.	7	9			74
Postazione 4	42	8	7	8	9	9			83
2016									
N° dati validi / Postazioni	19 gen – 28 gen	4 feb – 10 feb	19 apr – 26 apr	10 mag – 17 mag	12 lug – 18 lug	13 set – 21 set	18 nov – 24 nov	8 dic – 15 dic	Dati totali
Postazione 1	10	7	8	8	7	9	7	8	64
Postazione 2	10	7	8	8	7	9	7	8	64
Postazione 3	8	7	8	8	7	9	7	7	61
Postazione 4	7	7	8	8	7	9	7	8	61
2017									
N° dati validi / Postazioni	26 gen – 8 feb	22 apr – 7 mag	21 lug – 28 lug	14 set – 21 set	9 nov – 18 nov	7 dic – 12 dic			Dati totali
Postazione 1	14	14	8	8	10	10			64
Postazione 2	14	14	8	8	10	10			64
Postazione 3	14	14	8	8	10	10			64
Postazione 4	14	14	8	8	10	10			64

Tabella 4 – Periodi di campionamento del particolato PM10 e numero di dati validi

In Tabella 5 sono riportate alcune elaborazioni dei dati rilevati, negli stessi periodi, nelle postazioni di Hera e in 4 stazioni della rete di rilevamento della qualità dell'aria di Ravenna:

- Rocca Brancaleone: stazione di traffico/industriale;
- Zalamella: stazione di traffico urbano;
- Caorle: stazione di fondo urbano residenziale;
- San Vitale: stazione industriale, collocata all'interno dell'area portuale è specificatamente dedicata al monitoraggio degli impatti delle attività che vengono svolte all'interno dell'area portuale, fra le quali hanno un ruolo preponderante la movimentazione e lo stoccaggio di merci alla rinfusa.

Le tre stazioni ubicate in area urbana sono idonee alla misura degli standard di qualità dell'aria e due (Caorle e Zalamella) fanno parte della Rete Regionale di Qualità dell'Aria (RRQA) mentre Rocca è una stazione locale di rilevanza storica (i dati vengono rilevati da Arpae dal 1997).

La stazione di San Vitale è anch'essa una stazione locale, dedicata al monitoraggio di una realtà specifica dell'area ravennate (area industriale/portuale), con caratteristiche più simili a quelle del comparto e, pertanto, risulta più idonea al confronto con i dati di PM10 rilevati nella presente indagine.

In particolare nelle Tabelle 5, 6 e 7 sono riportati, per ciascun anno di monitoraggio:

- il numero di dati (concentrazioni media giornaliera) disponibili;
- la media annuale (il limite del dlgs 155/2010 è 40 µg/m³);
- la concentrazione massima giornaliera misurata nella postazione;

- il 90,4 percentile delle concentrazioni misurate;
- Il numero di giorni in cui – durante il monitoraggio – è stata superata la concentrazione di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$;
- la percentuale di giorni in cui è stata superata la concentrazione di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$: su base annua tale valore non deve superare il 9.6%.

Postazione / Stazione RRQA		N° dati	Media [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Max giornaliero [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	90.4° [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	N° di sup 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nei dati rilevati	N° di sup % nei dati rilevati
Postaz. 1		86	35	98	62	17	20%
Postaz. 2		85	46	125	82	27	32%
Postaz. 3		74	38	152	62	19	26%
Postaz. 4		83	39	96	69	24	29%
SAN VITALE	Industriale	86	38	108	68	20	23%
CAORLE	Fondo Urbano Res.	84	29	107	52	10	12%
ZALAMELLA	Traffico Urbano	86	28	96	51	9	10%
ROCCA	Traffico / Industriale	84	29	113	53	9	11%

Tabella 5 – Parametri statistici PM10 per le stazioni RRQA e per le postazioni nel comparto –2015.

Postazione / Stazione RRQA		N° dati	Media [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Max giornaliero [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	90.4° [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	N° di sup 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nei dati rilevati	N° di sup % nei dati rilevati
Postaz. 1		64	37	129	84	13	20%
Postaz. 2		64	49	129	94	21	33%
Postaz. 3		61	36	152	68	11	18%
Postaz. 4		61	34	120	56	8	13%
SAN VITALE	Industriale	62	54	174	130	24	39%
CAORLE	Fondo Urbano Res.	59	29	98	67	7	12%
ZALAMELLA	Traffico Urbano	64	30	114	75	10	16%
ROCCA	Traffico / Industriale	63	32	123	77	9	14%

Tabella 6 – Parametri statistici PM10 per le stazioni RRQA e per le postazioni nel comparto –2016.

Postazione / Stazione RRQA		N° dati	Media [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Max giornaliero [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	90.4° [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	N° di sup 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nei dati rilevati	N° di sup % nei dati rilevati
Postaz. 1		64	33	133	63	10	16%
Postaz. 2		64	42	138	73	13	20%
Postaz. 3		64	35	132	63	9	14%
Postaz. 4		64	32	130	56	7	11%
SAN VITALE	Industriale	64	40	132	75	11	17%
CAORLE	Fondo Urbano Res.	63	29	117	59	7	11%
ZALAMELLA	Traffico Urbano	64	28	120	60	8	13%
ROCCA	Traffico / Industriale	64	30	132	63	8	13%

Tabella 7 – Parametri statistici PM10 per le stazioni RRQA e per le postazioni nel comparto – 2017.

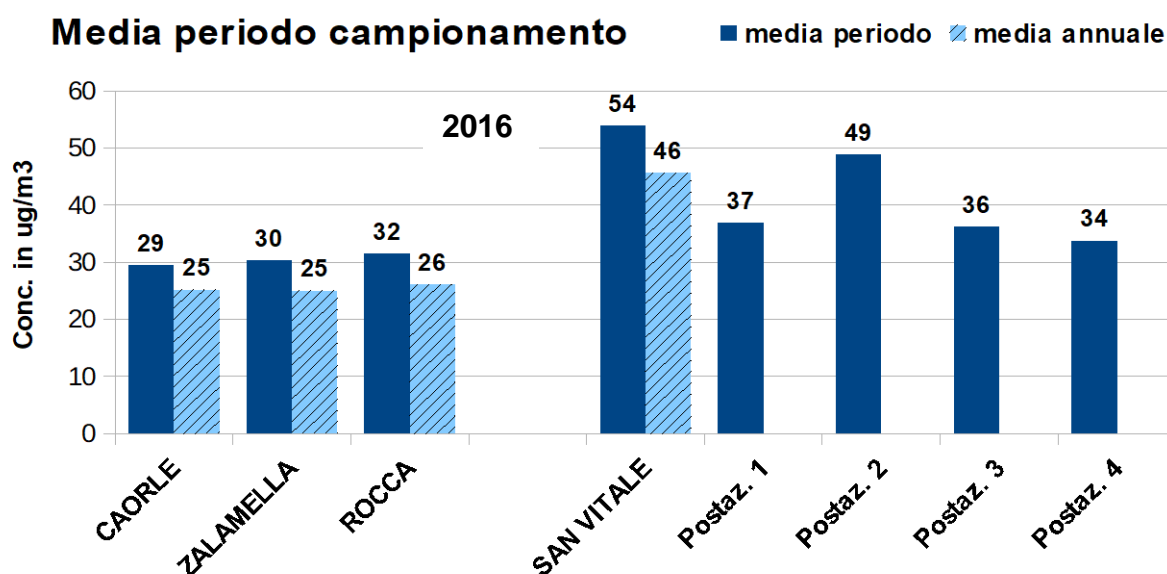
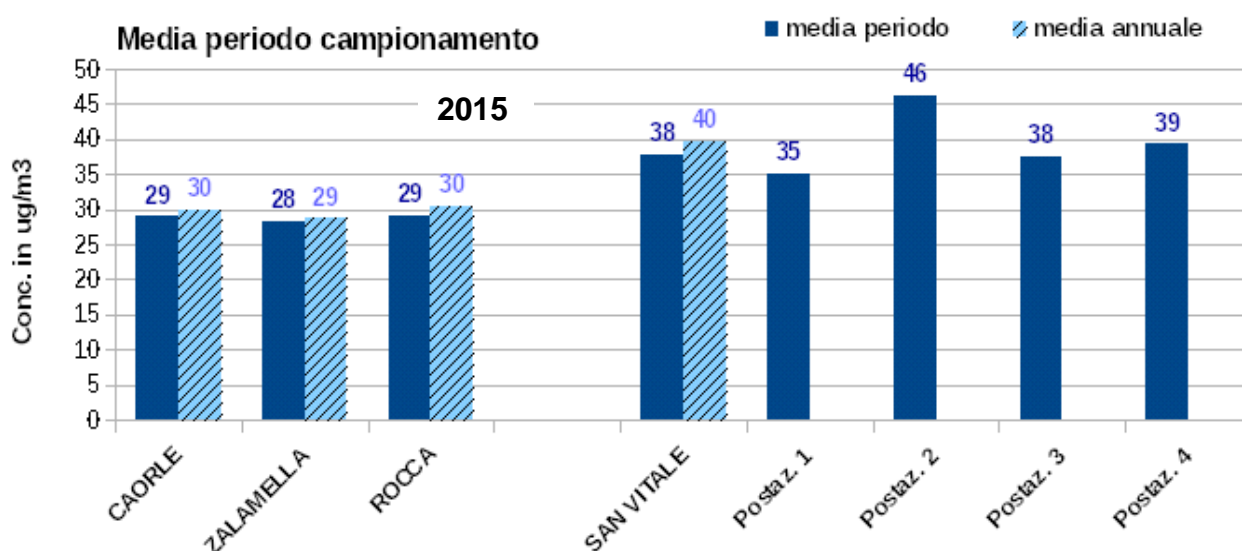
Il numero di giorni e le modalità di campionamento sono conformi al Dlgs 155/2010 per misure discontinue, quindi è corretto un confronto diretto della media con il limite di legge per il lungo periodo (la media annuale non deve essere superiore a 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), mentre il 90.4° percentile e il numero di superamenti percentuali sono due parametri che tentano di dare solo un'indicazione del

superamento o meno del limite di breve periodo ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare per più di 35 giorni in un anno): se il 90.4° percentile è superiore a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, così come se il numero di superamenti percentuali è maggiore del 9.6%, significa che il limite giornaliero del PM10 non è rispettato (cioè è altamente probabile che si verificano più di 35 superamenti in un anno della concentrazione media giornaliera di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Nelle figure 9, per ogni anno di monitoraggio, sono riportate le medie di PM10 delle 4 postazioni all'interno del comparto e quelle misurate, nello stesso periodo, nelle 4 stazioni della RRQA.

Per le stazioni della RRQA vengono indicate anche le medie annuali: nel 2015 le medie del periodo non differiscono in modo sostanziale da quelle annuali, mentre nei due anni successivi si registra uno scostamento, media annuale – media del periodo, di circa il 15%. E' presumibile che una simile relazione sia plausibile anche nelle postazioni all'interno del comparto ($1 \div 4$).

In figura 10 sono riportate le stesse elaborazioni riferite, però, al 90.4° percentile delle medie giornaliere, misurate nel periodo di campionamento e nel corso di tutto l'anno (per le stazioni della RRQA dove c'è la disponibilità dei dati su base annuale). Anche per questo parametro il 2015 presenta una maggiore omogeneità fra dato annuale e dato relativo al periodo che non si riscontra negli altri due anni.



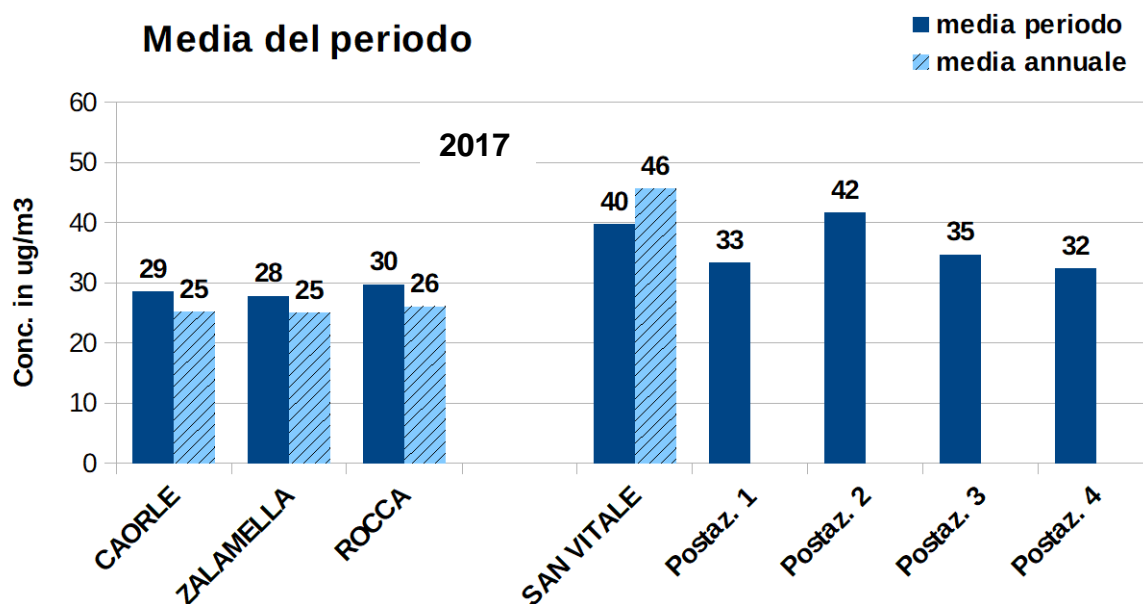
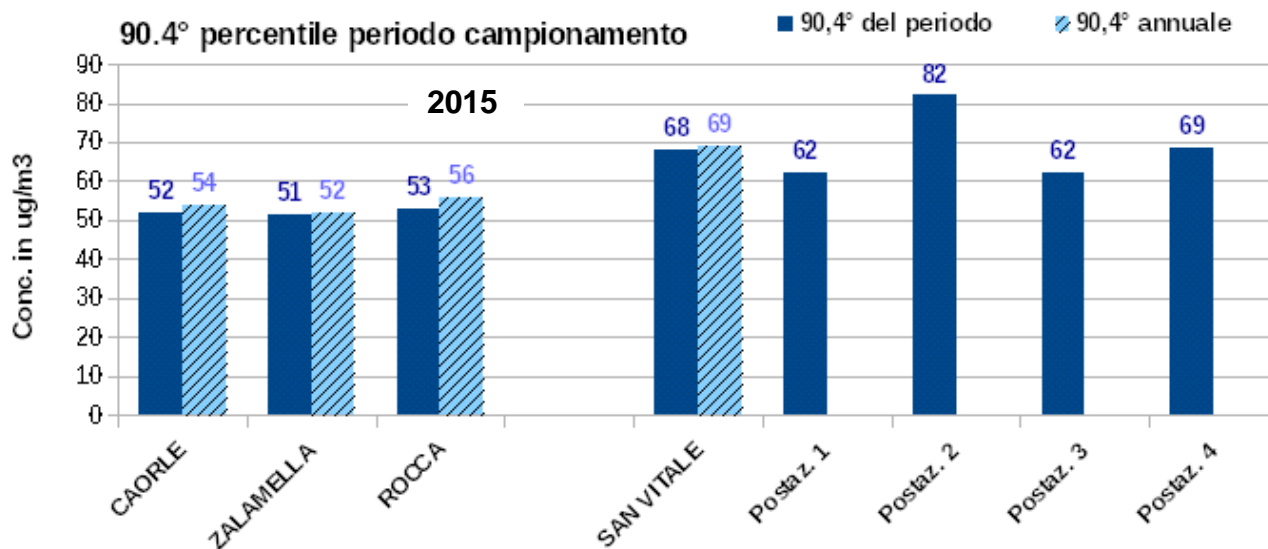


Figura 9 – Medie di PM10 del periodo di campionamento misurate nel comparto e dalle stazioni della RRQA e medie annuali 2015 – 2016 - 2017 delle stazioni della RRQA



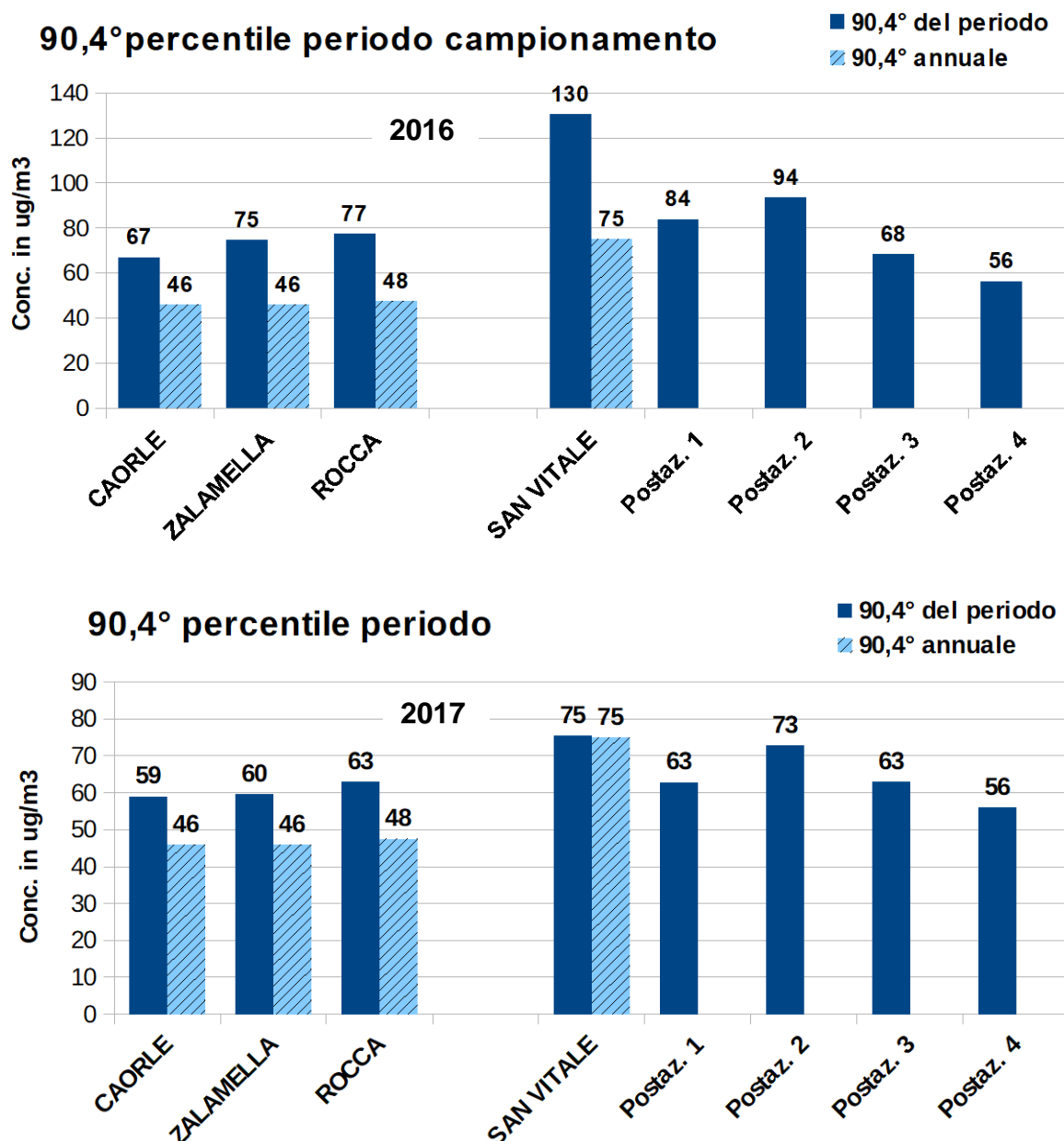


Figura 10 –PM10 – 90.4° percentile del periodo di campionamento misurato nel comparto e dalle stazioni della RRQA e 90.4° percentile annuale nelle stazioni della RRQA – 2015 – 2016 - 2017

Come prevedibile, vista la somiglianza della tipologia di destinazione d'uso del territorio oggetto di indagine, le elaborazioni dei dati rilevati nel comparto Herambiente risultano simili a quelle della stazione industriale situata in area portuale (Porto San Vitale).

Nel comparto, la media annuale di PM 10 risulta inferiore a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in tre postazioni (postazioni 1, 3 e 4) e superiore a tale limite nella postazione 2 (in tutte le tre annualità).

Con riferimento al limite di breve periodo, relativo alla media giornaliera che non deve superare i $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per più di 35 giorni in un anno, si stima che nel comparto, nelle tre annualità, il limite venga superato.

La postazione quella più critica è la numero 2, situata lungo la strada interna al comparto e quindi più impattata dal contributo legato alle emissioni prodotte dal traffico pesante. Inoltre, dal 2016, l'area circostante questa postazione è stata interessata da lavori di messa in opera del comparto 9 della discarica.

4.2.2 - Metalli e microinquinanti nel particolato PM10

Sul particolato PM10 raccolto nelle postazioni 1, 2 e 4, dopo la determinazione gravimetrica (concentrazione del particolato in aria), è stata effettuata l'analisi chimica per la ricerca di:

- Metalli (Piombo, Cadmio, Nichel, Cromo, Vanadio, Argento, Arsenico)
- IPA
- PCB e diossine

Ad eccezione dei campioni prelevati nel 2015, sui quali la ricerca dei metalli è stata effettuata con cadenza settimanale (il relativo dato è indicato con il nome del mese in cui è avvenuto il campionamento), i filtri raccolti dopo ogni campagna di rilevamento sono stati raggruppati secondo questo schema:

01 gennaio – 29 febbraio	01 aprile – 30 settembre	1 novembre – 31 dicembre
Gen-Feb	Apr-Set	Nov-Dic

Metalli

In tabella 8 sono riportate le concentrazioni medie dei metalli rilevate sulle 3 postazioni di campionamento nel triennio. I relativi rapporti di prova (allegati) riportano le concentrazioni dei singoli analiti espressi in valore assoluto ($\mu\text{g ass}$); per passare alle concentrazioni in aria riportate in tabella 8 occorre tener conto della massa totale di particolato e del volume d'aria campionato.

La tabella 9 riporta, invece, le concentrazioni massime.

Metalli (ng/m^3)	Postazione 1			Postazione 2			Postazione 4		
	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017
Piombo	4,4	8,8	6,3	10,6	19,1	12,8	5,1	8,5	5,5
Cadmio	0,3	0,4	0,4	0,4	0,7	0,7	0,3	0,5	0,4
Cromo	37,2	7,5	20,0	59,0	13,9	29,7	48,2	5,5	16,7
Nichel	2,5	3,6	1,5	3,5	8,9	1,2	2,4	3,5	1,5
Vanadio	2,5	3,3	3,2	2,6	4,5	3,2	2,7	3,6	2,7
Argento	< 0,1	< 0,1	0,1	< 0,1	0,2	0,6	< 0,1	< 0,1	0,2
Arsenico	0,8	1,1	1,0	0,8	1,2	0,8	0,8	0,8	0,6

Tabella 8 – Concentrazioni medie di metalli (esprese in ng/m^3) rilevate nel triennio

Metalli (ng/m^3)	Postazione 1			Postazione 2			Postazione 4		
	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017
Piombo	10,2	19,2	10,1	18,9	44,4	17,9	11,6	18,3	7,0
Cadmio	0,9	0,6	0,9	0,8	1,3	1,3	0,6	0,7	0,8
Cromo	118,2	17,2	44,0	235,9	25,8	69,0	221,0	11,1	41,0
Nichel	8,1	6,2	1,5	9,6	13,8	1,5	5,3	5,9	1,5
Vanadio	5,2	5,1	5,5	4,3	8,1	5,3	6,1	5,8	4,7
Argento	< 0,1	< 0,1	0,1	< 0,1	0,4	1,6	< 0,1	< 0,1	0,4
Arsenico	1,6	2,1	1,4	1,8	2,3	1,0	1,5	1,6	0,7

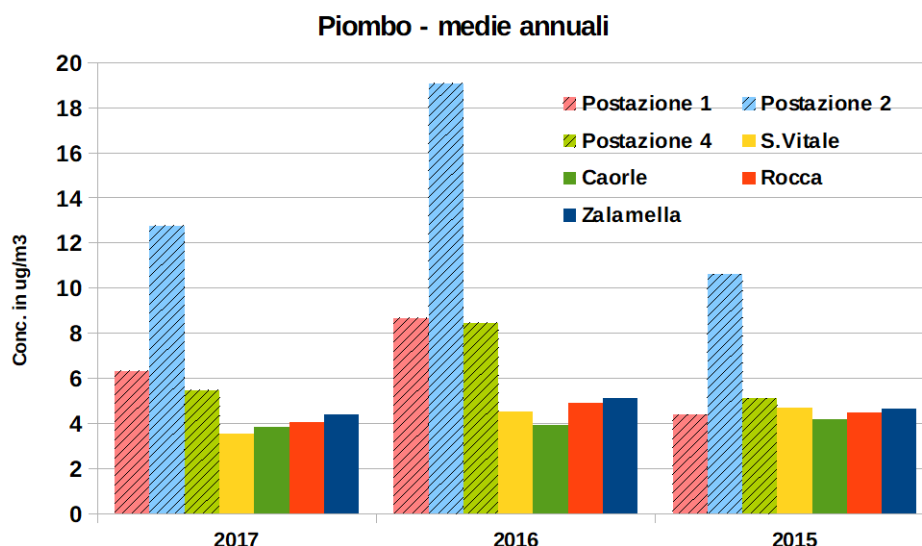
Tabella 9 – Concentrazioni massime di metalli (esprese in ng/m^3) rilevate nel triennio

A titolo di confronto, la tabella 10 indica il range di concentrazioni in aria ambiente di alcuni metalli pesanti (Piombo, Cadmio, Nichel, Arsenico) e, in ultima colonna, i relativi valori obiettivo previsti dalla normativa sulla qualità dell'aria (DL155/2010).

Inquinante (ng/m ³)	Range stazioni della RRQA di Ravenna (2010-2017)	Range italiano	Range europeo	Valore obiettivo
Piombo	3,4 - 25,8	6,3 - 210	10 - 100	500
Cadmio	0,2 - 5,8	0,2 - 4	0,2 - 2,5	5
Nichel	1,4 - 5,5	3,3 - 35	1,4 - 13	20
Arsenico	< 1.0	0,3 - 8,4	0,5 - 3	6

Tabella 10 - Istituto Superiore di Sanità: concentrazioni (ng/m³) di piombo, cadmio, nichel, arsenico nel PM₁₀; confronto tra vari anni e con i range italiani ed europei

Le Figure 11 e 12 riportano i grafici delle concentrazioni medie annuali di metalli misurati nelle tre postazioni (1,2 e 4) nel triennio, confrontate con le concentrazioni rilevate nello stesso periodo nelle stazioni della RRQA (l'Argento, poiché le concentrazioni sono risultate generalmente inferiori o prossime al limite di rilevabilità, non è riportato).



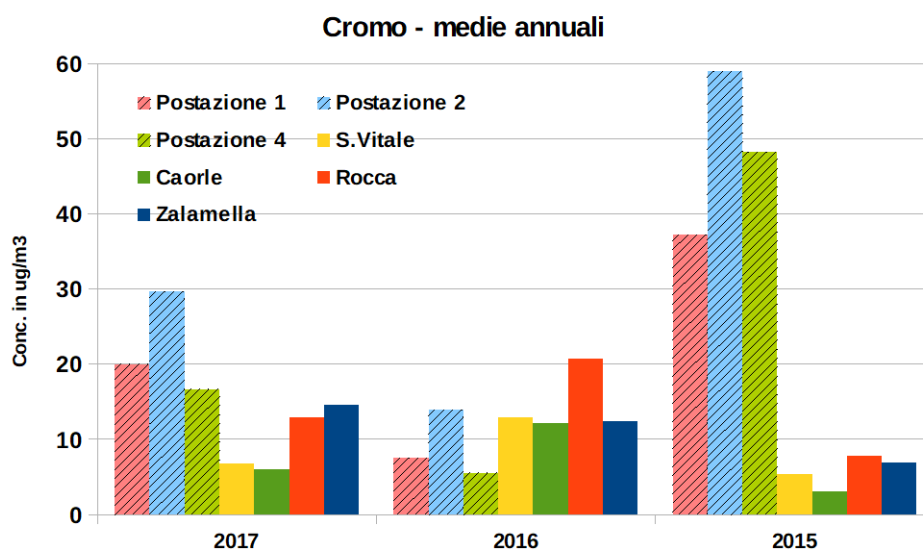
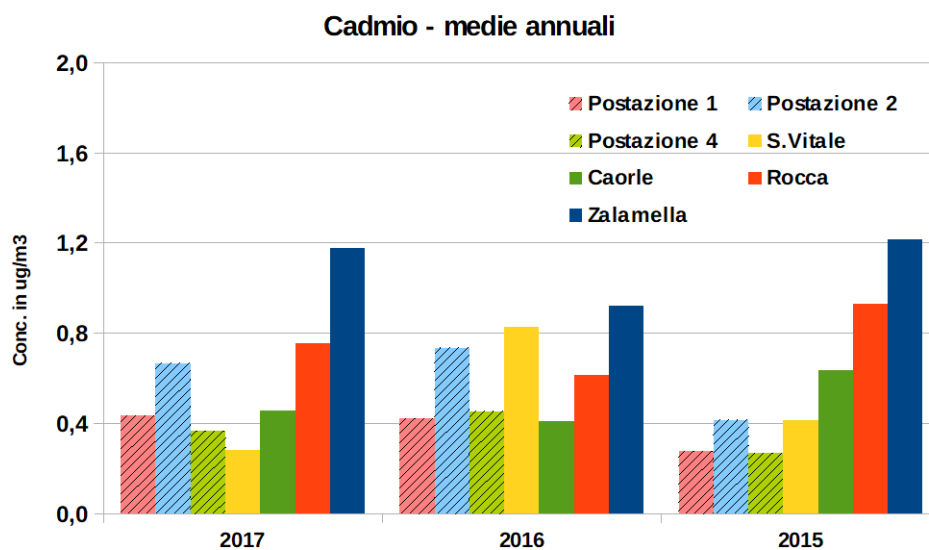


Figura 11 – Pb, Cd e Cr misurati all'interno del comparto e nelle stazioni della RRQA

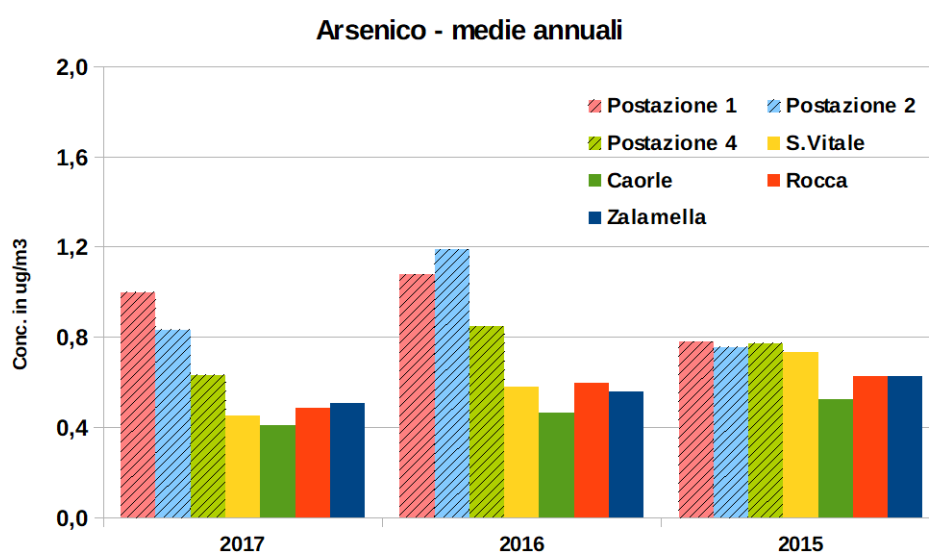
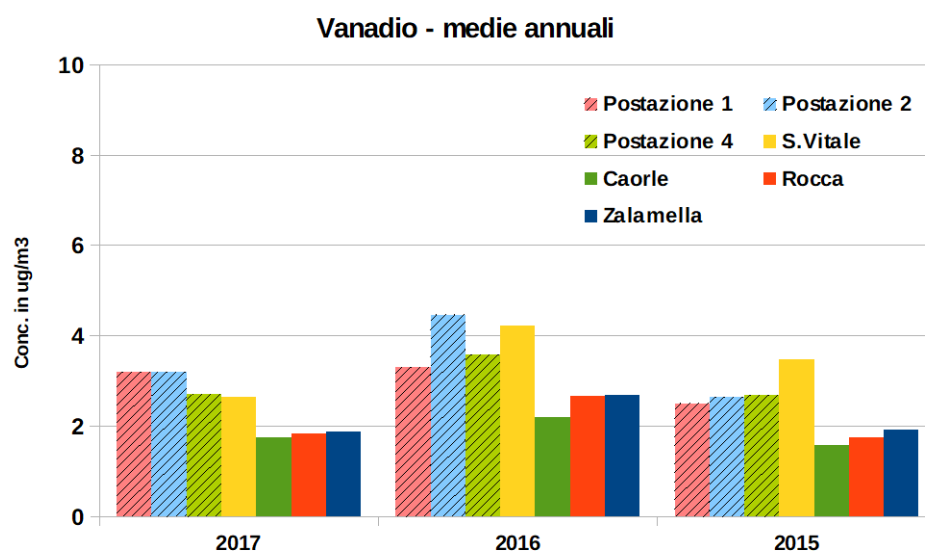
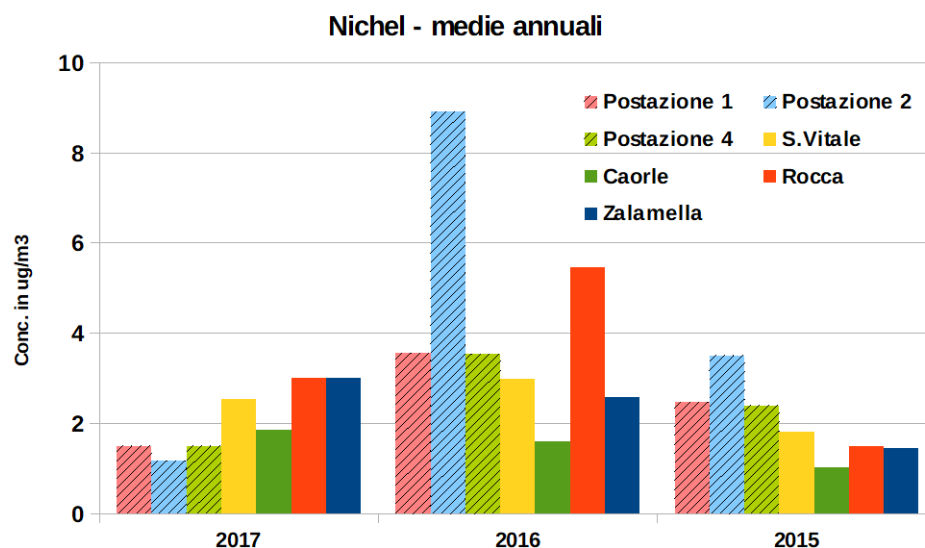


Figura 12 – Ni, V e As misurati all'interno del comparto e nelle stazioni della RRQA

Le concentrazioni medie annue di Piombo, Cadmio, Nichel, Arsenico misurate nel comparto rispettano i valori obiettivo della qualità dell'aria e, in generale, sono in linea con i dati di bibliografia.

Piombo e Cromo, però, sono più alti (circa il doppio) rispetto a quanto misurato in area urbana e presso la stazione di monitoraggio posta in area portuale/industriale (San Vitale).

Alcune osservazioni relative agli istogrammi dei metalli:

- o i valori di Cadmio più alti in area urbana rispetto al comparto potrebbero essere, in parte, riconducibili alla maggior presenza nel particolato di materiale proveniente dall'usura dei pneumatici;
- o Il Cromo mostra valori significativamente più alti nelle postazioni del comparto, in particolare nel 2015;
- o il Piombo è più elevato nella postazione 2 all'interno del comparto (caratterizzata dalla vicinanza della strada interna su cui transitano i mezzi pesanti che conferiscono i rifiuti);
- o il Nichel è più alto nella postazione 2 nel 2016;
- o i dati di Vanadio sono allineati con quelli della RRQA-urbana, mentre nella stazione in area portuale (San Vitale) si riscontrano concentrazioni maggiori, probabilmente riconducibili alle emissioni da traffico navale.

Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)

Per l'analisi degli IPA, come già richiamato, sono stati raggruppati i filtri raccolti nelle postazioni 1,2 e 4 in tre periodi.

La tabella 11 riporta, per ogni periodo e per ogni postazione, le concentrazioni di Benzo(a)Pirene (BaP) e del totale degli IPA rilevati nel triennio; nell'ultima colonna è indicata la concentrazione media annua nella postazione.

2015					
Inquinante	Postazione	Gen - Feb	Apr -Set	Nov -Dic	Media
BaP ng/m³	Post. 1	0,07	<0,01	1,27	0,45
	Post. 2	0,06	0,01	1,02	0,36
	Post. 4	0,06	<0,01	1,31	0,46
IPA tot ng/m³	Post. 1	1,02	0,06	10,14	3,74
	Post. 2	0,88	0,08	8,58	3,18
	Post. 4	1,30	0,06	10,36	3,91
2016					
BaP ng/m³	Post. 1	0,77	0,01	0,08	0,29
	Post. 2	0,78	< 0,01	0,10	0,29
	Post. 4	0,58	0,01	0,09	0,23
IPA tot ng/m³	Post. 1	7,57	0,13	1,06	2,92
	Post. 2	6,97	0,06	1,16	2,73
	Post. 4	5,26	0,14	1,06	2,15
2017					
BaP ng/m³	Post. 1	0,36	< 0,01	0,48	0,28
	Post. 2	0,23	< 0,01	0,45	0,23
	Post. 4	0,30	< 0,01	0,46	0,25
IPA tot ng/m³	Post. 1	2,35	0,08	4,81	2,41
	Post. 2	2,72	0,07	5,00	2,59
	Post. 4	3,23	0,08	4,89	2,73

Tabella 11 – concentrazioni di BaP e IPA totali rilevati nelle 3 postazioni – 2015 – 2016 - 2017

Nel grafico (figura 13) le concentrazioni medie annuali di BaP rilevate nelle 3 postazioni sono confrontate con quelle dell'area urbana di Ravenna e della stazione di San Vitale.

Il valore obiettivo previsto dalla normativa per questo inquinante è di 1 ng/m³ come media annuale: le concentrazioni medie annuali rilevate nel comparto (figura 13 ed in tabella 11) risultano sempre inferiori a metà del limite e, a parte il 2015, confrontabili con quelle misurate presso le stazioni della qualità dell'aria.

Se si considerano i valori delle singole campagne c'è da segnalare un valore superiore ad 1 ng/m³ (max 1.31 ng/m³) misurato nella campagna di novembre-dicembre del 2015, anno caratterizzato dai valori più alti del triennio, ma solo dentro al comparto.

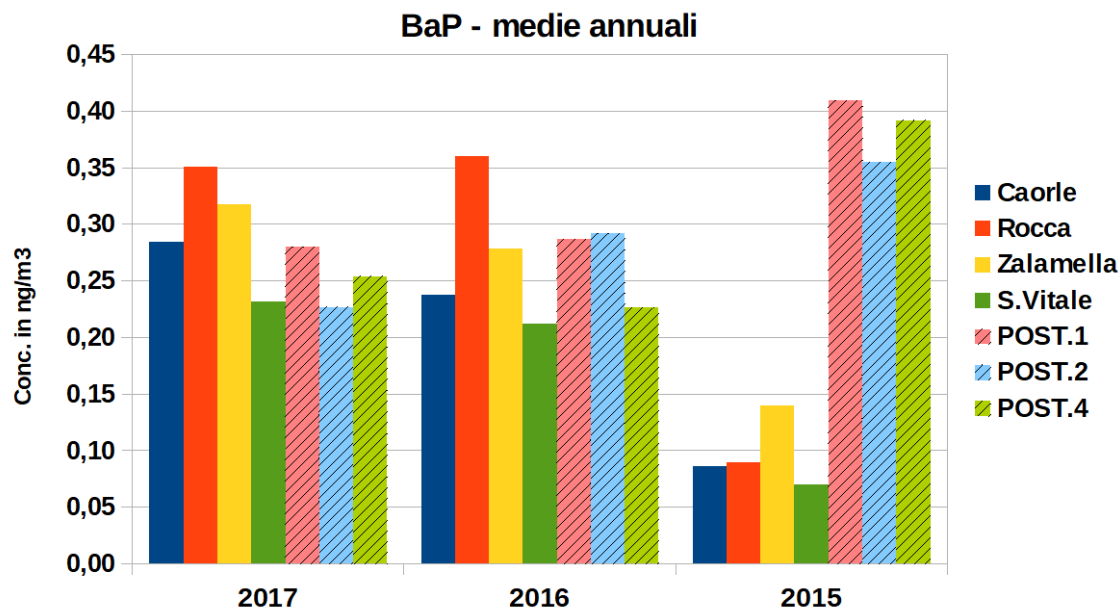
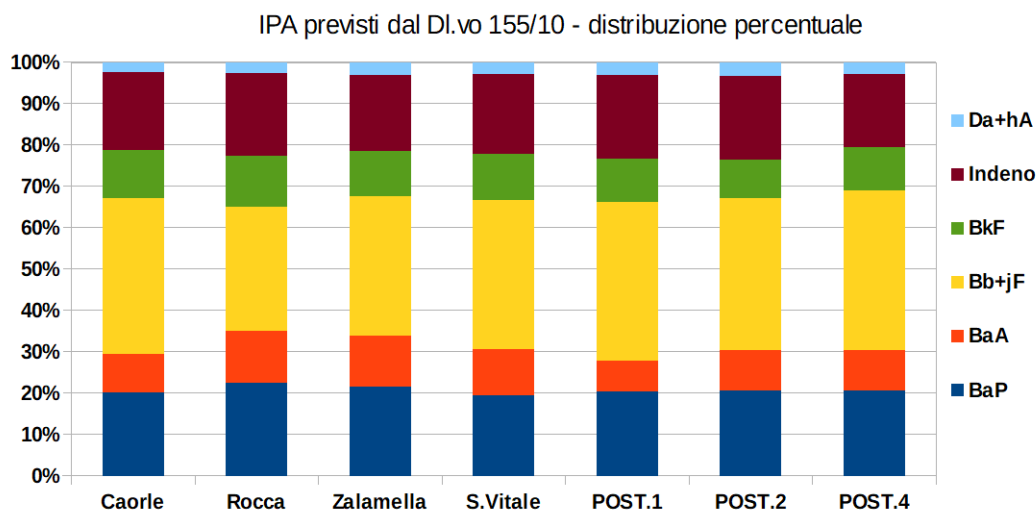


Figura 13 – Concentrazione medie annuali di B(a)P misurata nelle postazioni del comparto e nelle stazioni RRQA

Il D.l.vo 155/2010 suggerisce di determinare, oltre al BaP, alcuni altri IPA: Benzo(a)Antracene, Benzo(b+j)Fluorantene, Benzo(k)Fluorantene, Indeno(1,2,3,c,d)Pirene, Dibenzo(a,h)Antracene.

In figura 14 è riportata la distribuzione percentuale di questi IPA richiamati dalla normativa, calcolata come sommatoria delle concentrazioni medie di questo sottogruppo.

I rapporti tra le concentrazioni di questi IPA rispetto al loro totale risultano simili in tutte le postazioni (comparto e rete RRQA) nel 2015, mentre nel 2016 e 2017 a Rocca, Zalamella e San Vitale i rapporti si modificano (no a Caorle): si ha un minore apporto percentuale del B(b+j)F (sezione in giallo dell'istogramma) a favore di B(k)F (verde), BaA (rosso) e BaP (blu, a Rocca).



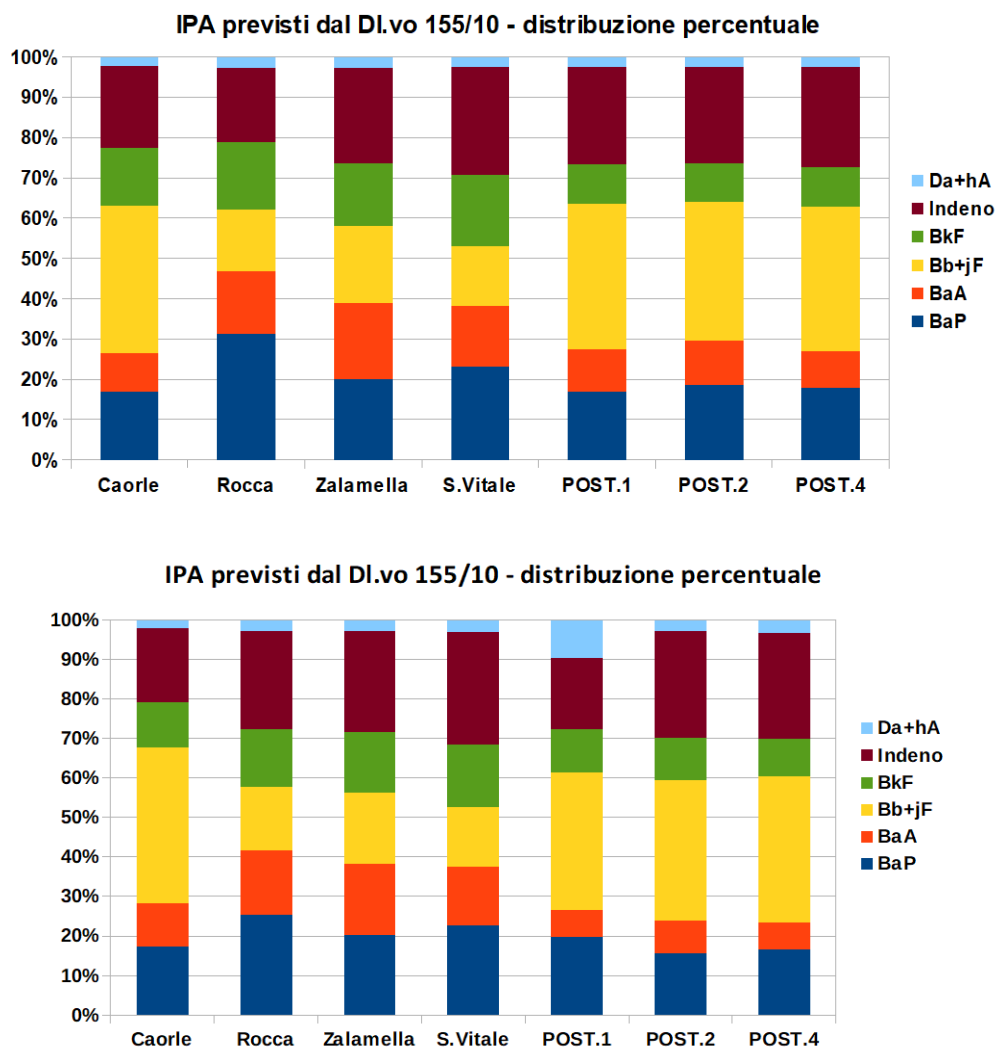


Figura 14 – Concentrazioni di IPA previsti dal DL.vo 155/2010 rilevate nelle stazioni della RRQA e all'interno del comparto – medie 2015 - 2017

Policlorobifenili (PCB), Diossine (PCDD) e Furani (PCDF)

Per quanto riguarda i PCB, in tabella 12 sono riportate, oltre ad alcuni dati di bibliografia e di riferimento (EPA), le medie (in ng/m³) calcolate nel comparto nel triennio 2015 – 2017.

In figura 15, le concentrazioni medie (in pg/m³) dei 10 composti PCB più abbondanti sono confrontate con le medie annuali rilevate in tre stazioni della rete privata (Marani, Germani e Agip29) interessate dalle ricadute della zona industriale: i PCB nelle postazioni del comparto sono inferiori rispetto a quelli rilevati nelle stazioni dell'area industriale e ai dati di bibliografia.

	(ng/m ³)		
pubblicazioni estere (Bermuda, Great Lakes, Indiana)	0.04 ÷ 8		
indagini area industriale di Ravenna dal 1996 al 1999	0.03 ÷ 0.3		
livello obiettivo di risanamento EPA	0.87		
	2015	2016	2017
Postazione 1	0.002	0.002	0.007
Postazione 2	0.003	0.005	0.007

Postazione 4	0.002	0.004	0.007
--------------	-------	-------	-------

Tabella 12 – Valori di riferimento e dati di bibliografia relativi ai PCB in aria ambiente

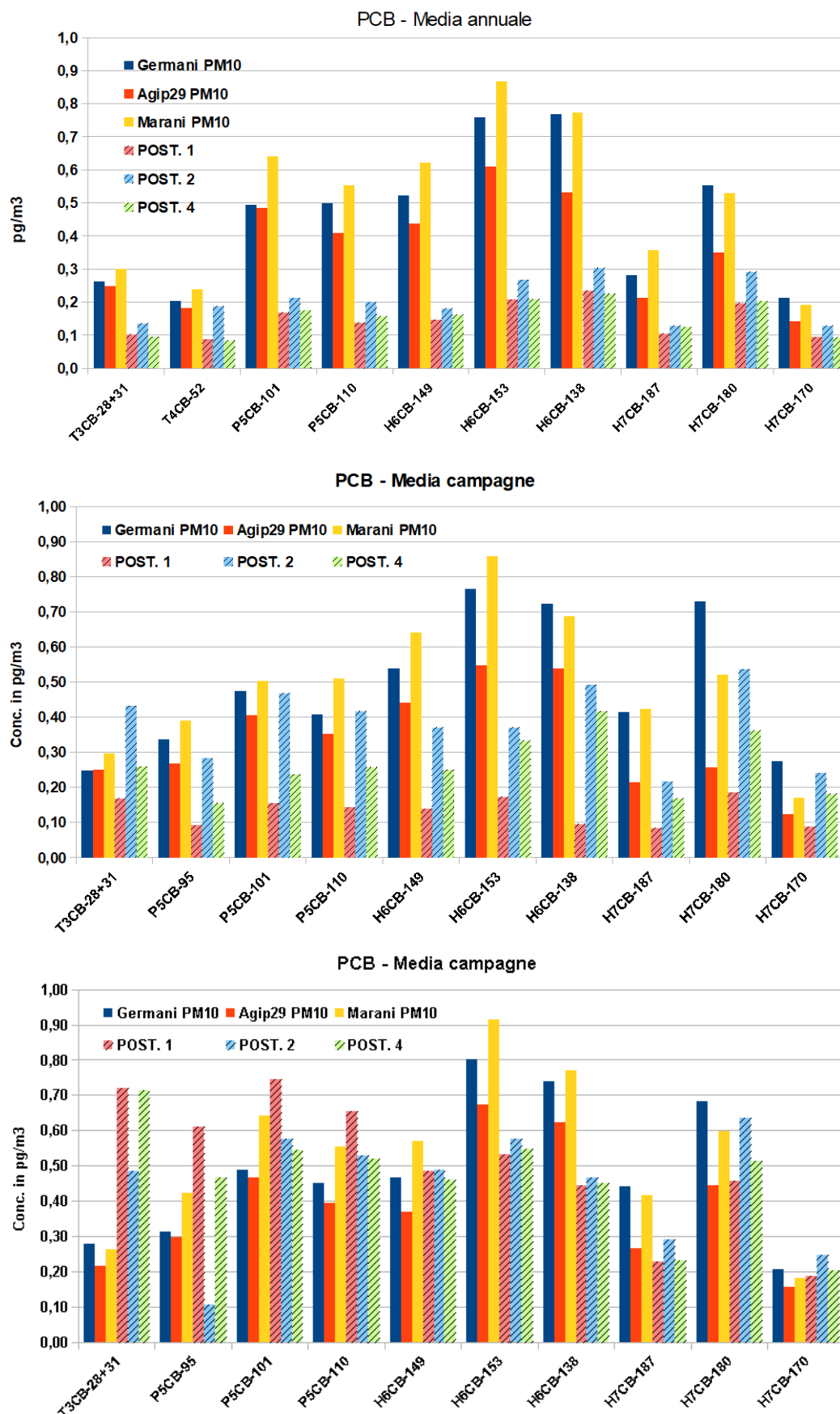


Figura 15 – Medie annuali di alcuni PCB nelle postazioni del comparto e nelle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria della rete privata industriale – 2015 - 2017

In figura 16 sono riportate le concentrazioni totali ITE della famiglia delle diossine (PCDD) e dei furani (PCDF), calcolate moltiplicando ciascun congenere per il relativo fattore di tossicità (ITE).

La figura 17 riporta l'istogramma delle concentrazioni medie relative ai 10 composti della famiglia PCDD-PCDF quantitativamente più abbondanti.

Le medie del comparto, confrontate con quelle rilevate nelle tre stazioni della rete privata industriale (Germani, Agip29, Marani), mostrano valori simili. Fa eccezione il 2015, durante il quale le concentrazioni medie del comparto sono state di poco superiori (si sta parlando di femto grammi /m³, cioè 1 milionesimo di nanogrammo in un metro cubo d'aria).

In tutte le elaborazioni, cautelativamente, le concentrazioni inferiori al limite di rilevabilità strumentale sono state considerate pari al limite stesso: in questo modo è stato associato un dato di concentrazione (pari al limite di rilevabilità) anche quando il composto è risultato sistematicamente non rilevabile.

Tendenzialmente i rapporti fra i singoli composti e la somma rimangono costanti, sia nei campioni prelevati al comparto che presso le stazioni di monitoraggio.

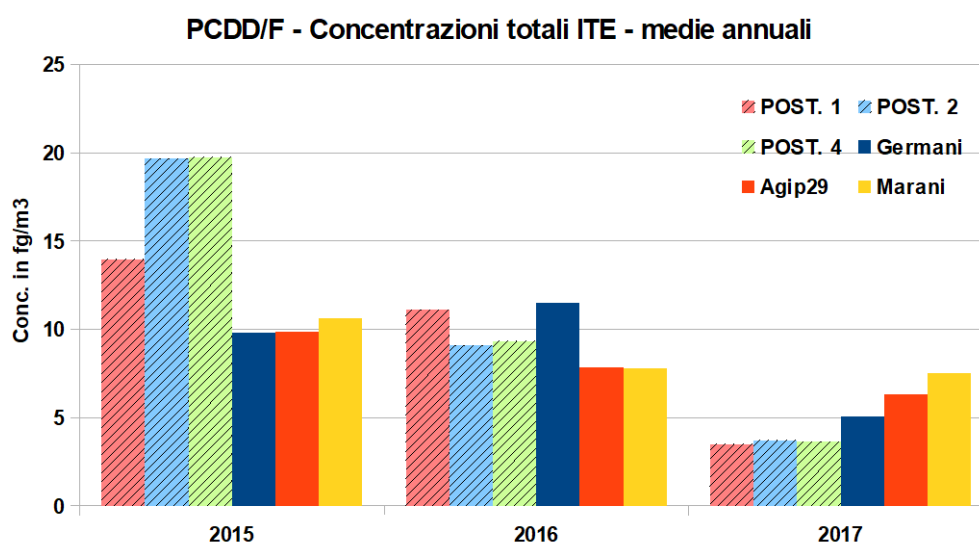


Figura 16 – Concentrazioni ITE di PCDD e PCDF totali nelle postazioni del comparto e nelle stazioni della rete privata industriale

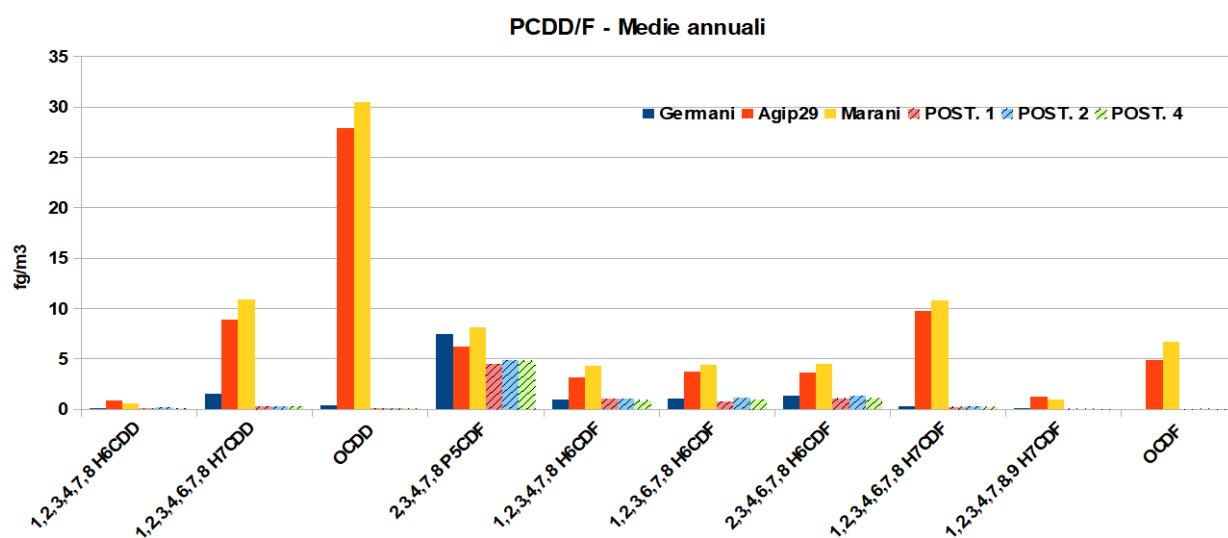
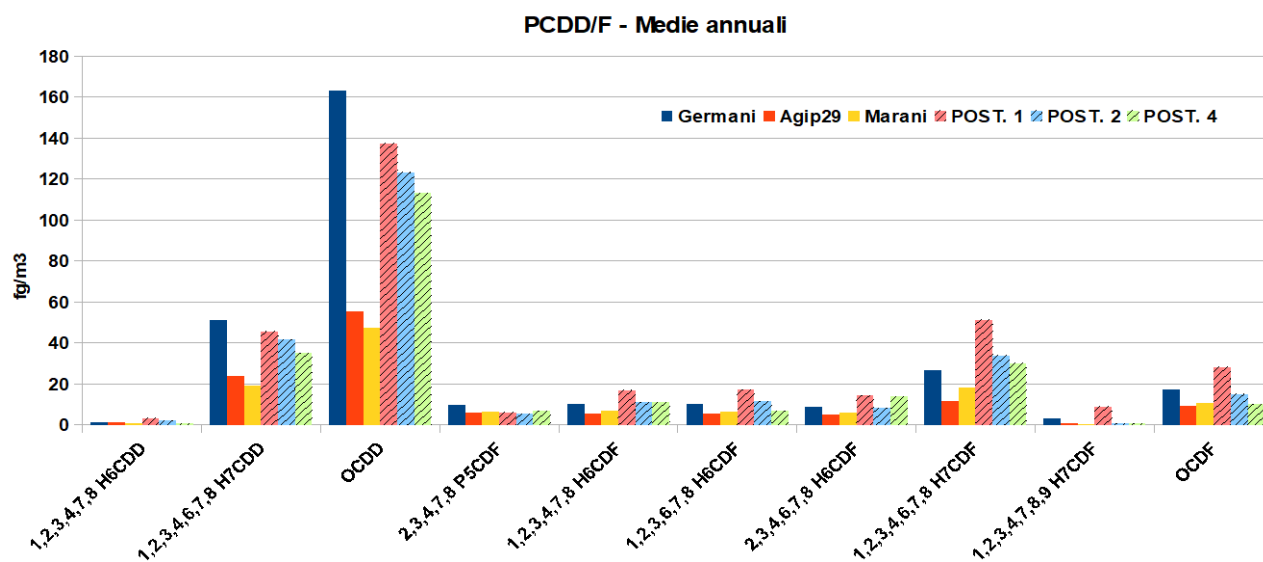
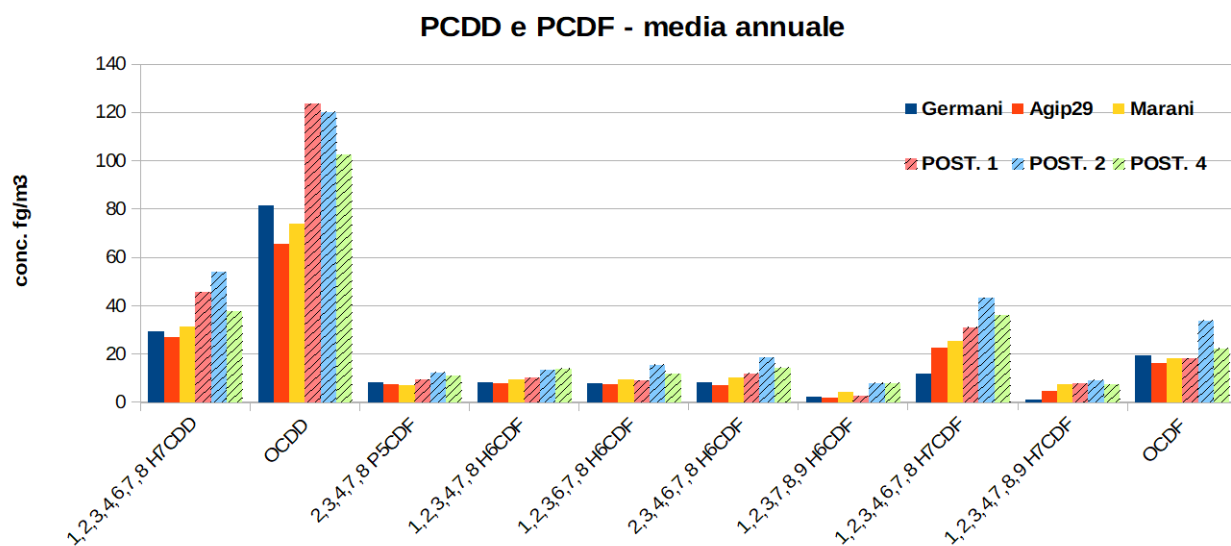


Figura 17 – Medie annuali di alcuni PCDD e PCDF nelle postazioni del comparto e nelle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria della rete privata industriale

4.2.3 - Deposizioni totali (bulk)

Gli inquinanti emessi in aria, durante la loro dispersione, subiscono processi che determinano sia l'innescio di trasformazioni chimiche dovute alla presenza contemporanea di sostanze capaci di reagire (processi di reattività chimica) sia l'impoverimento del plume ed il 'trasferimento' delle sostanze inquinanti al suolo (processi di deposizione):

Nei processi di deposizione si distingue fra:

- o Deposizione Secca → Meccanismo sempre presente che elimina una parte dell'inquinante presente in aria e lo trasferisce al suolo, senza intervento dell'acqua presente in atmosfera;
- o Deposizione umida → Meccanismo di eliminazione causato dall'azione delle acque meteoriche che catturano le particelle e lo depongono al suolo.

L'entità della deposizione dipende:

- dal livello di turbolenza atmosferica (maggiore è il livello di turbolenza, maggiore è la quantità di inquinante portato al suolo e maggiore è la probabilità che venga a questo trasferito),
- dalle proprietà fisico-chimiche dell'inquinante: la reattività chimica e la solubilità degli inquinanti gassosi, oppure la densità e le dimensioni del particolato atmosferico, la natura della superficie, ecc... La struttura della superficie può ostacolare l'adsorbimento di certi gas e può impedire il 'rimbalzo' delle particelle solide.

Sia per i gas sia per la deposizione di particolato, il flusso (F) di particolato al suolo è proporzionale alla sua concentrazione in aria (C(z)) secondo la relazione:

$$F = V_d \cdot C(z)$$

dove V_d è la velocità di deposizione.

Nello studio dei fenomeni di deposizione, si assume che il particolato:

- abbia una velocità di sedimentazione gravitazionale propria (proporzionale alla propria densità e alle sue dimensioni);
- non interagisca con la vegetazione;
- possieda la medesima resistenza aerodinamica dei gas.

Allora si può avere una stima delle sostanze che si depositano al suolo analizzando campioni di acqua piovana raccolti mediante *bulk*.

Con questa finalità sono stati collocati all'interno del comparto 6 bulk in vetro silanizzato (per la ricerca di IPA, PCB e diossine) e 6 bulk in polietilene (PE) per la ricerca dei metalli.

Le postazioni di campionamento sono riportate nella mappa di figura 2.

I campioni raccolti mensilmente nelle 6 postazioni sono stati riuniti in laboratorio per le successive analisi, accorpono quanto raccolto nelle postazioni 1-6, 2-4 e 3-5.

I tre campioni così riuniti sono stati ulteriormente raggruppati in modo da ottenere tre campioni (1-6, 2-4, 3-5) per quattro trimestri: gennaio-marzo, aprile-giugno, luglio-settembre e ottobre-dicembre.

Metalli

In tabella 13 sono riportate le deposizioni totali (in $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{day}$) minime e massime di metalli rilevate nelle 3 postazioni e le medie del periodo di monitoraggio (in tabella non sono riportati i dati di Argento perché sempre inferiori al limite di rilevabilità).

Questi valori possono essere confrontati con quelli di tabella 14 che riporta i limiti della normativa tedesca (TA LUFT 24/07/02) per le deposizioni totali di alcuni metalli, espressi come flussi giornalieri mediati durante l'anno, e valori di bibliografia espressi come range di variabilità in diversi contesti territoriali (aree rurali, aree urbane, aree industriali).

	Range di variabilità (min – max)			Media del periodo		
Deposiz. $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{day}$	Post. 1-6	Post. 2-4	Post. 3-5	Post. 1-6	Post. 2-4	Post. 3-5
2015						
Pb	0.3 – 4.2	2.4 – 28.5	2.0 – 11.6	1.7	10.0	5.7
Cd	0.01 – 0.3	0.3 – 1.5	0.1 – 1.4	0.1	0.6	0.5
Cr	0.4 – 5.0	1.7 – 17.6	1.2 – 5.6	2.0	6.4	2.8
Ni	0.6 – 3.3	2.4 – 8.1	1.4 – 3.2	1.5	3.7	1.9
V	0.3 – 3.9	1.1 – 7.7	0.6 – 2.1	1.5	2.6	1.3
As	0.1 – 0.6	0.3 – 1.2	0.1 – 0.4	0.3	0.5	0.3
2016						
Pb	0.1 – 1.3	0.5 – 13.6	1.0 – 13.6	0,7	4,5	4,3
Cd	0.0 – 1.5	0.3 – 8.9	0.2 – 2.8	0,5	2,6	1,0
Cr	0.8 – 2.6	1.8 – 11.5	1.6 – 8.0	1,7	5,5	3,7
Ni	0.2 – 1.8	0.4 – 5.0	0.2 – 3.0	1,1	2,1	1,6
V	0.5 – 2.3	0.1 – 3.9	0.0 – 2.5	1,3	2,4	1,3
As	0.2 – 0.6	0.5 – 5.3	0.3 – 1.7	0,2	0,1	0,1
2017						
Pb	0.1 – 1.1	0.3 – 1.6	0.4 – 1.4	0,4	0,8	0,7
Cd	0.0 – 0.1	0.1 – 0.4	0.1 – 0.3	0,1	0,2	0,2
Cr	0.1 – 0.9	0.4 – 2.5	0.6 – 4.9	0,5	1,3	2,3
Ni	0.5 – 1.5	1.4 – 2.0	0.9 – 8.7	0,9	1,7	4,6
V	0.7 – 1.3	0.9 – 1.7	0.5 – 0.9	0,8	1,3	0,7
As	0.1 – 0.5	0.2 – 0.5	0.3 – 0.5	0,3	0.3	0.4

Tabella 13 – Metalli – deposizioni totali – concentrazioni minime - massime e medie annuali rilevate nel triennio 2015 – 2017

Deposizioni totali	limite Germania ($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{day}$)	aree Rurali ($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{day}$)	aree Urbane ($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{day}$)	aree Industriali ($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{day}$)
Pb	100	3.3 – 10.3 ⁽²⁾	0.4 – 106 ⁽²⁾	--
Cd	2	0.011 – 0.14 ⁽¹⁾	0.16 – 0.9 ⁽¹⁾	0.12 – 4.6 ⁽¹⁾
Cr	--	6.19 ⁽³⁾	--	--
Ni	15	0.03 – 4.3 ⁽¹⁾	5 – 11 ⁽¹⁾	2.3 – 22 ⁽¹⁾
V	--	--	--	--
As	4	0.082 – 0.43 ⁽¹⁾	0.22 – 3.4 ⁽¹⁾	2.0 – 4.3 ⁽¹⁾

(1) Position paper UE "Ambient air pollution by AS, CD and NI compounds"

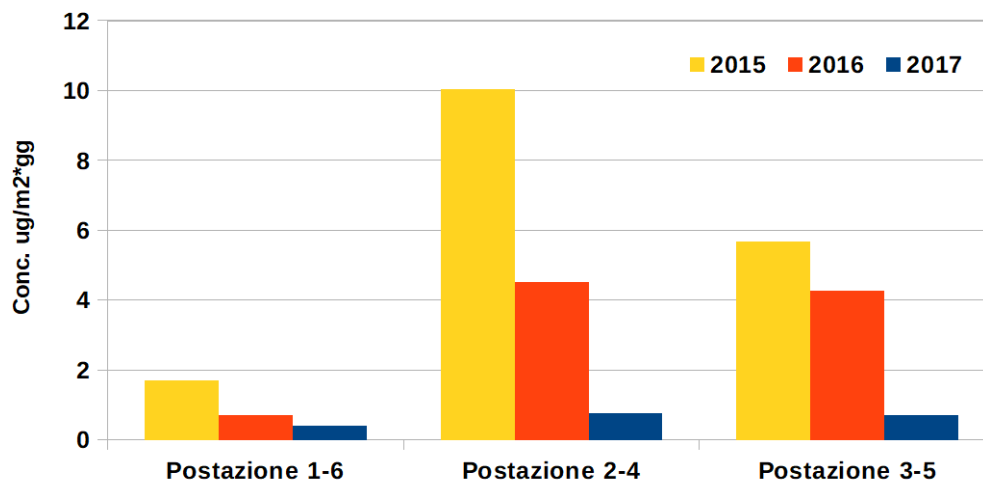
(2) Francia "Air Pays de la Loire - 2009"

(3) Provincia di Lucca – ISS 2011

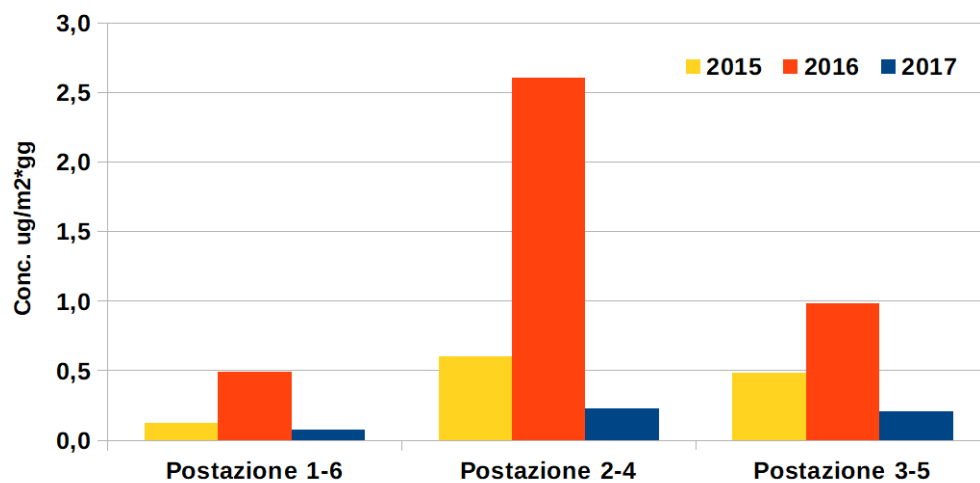
Tabella 14 – Metalli – deposizioni totali –limiti della normativa tedesca e dati bibliografici di riferimento

Nelle figure che seguono (18 e 19) sono rappresentate le medie annuali misurate nel triennio.

Piombo - Medie annuali



Cadmio - Medie annuali



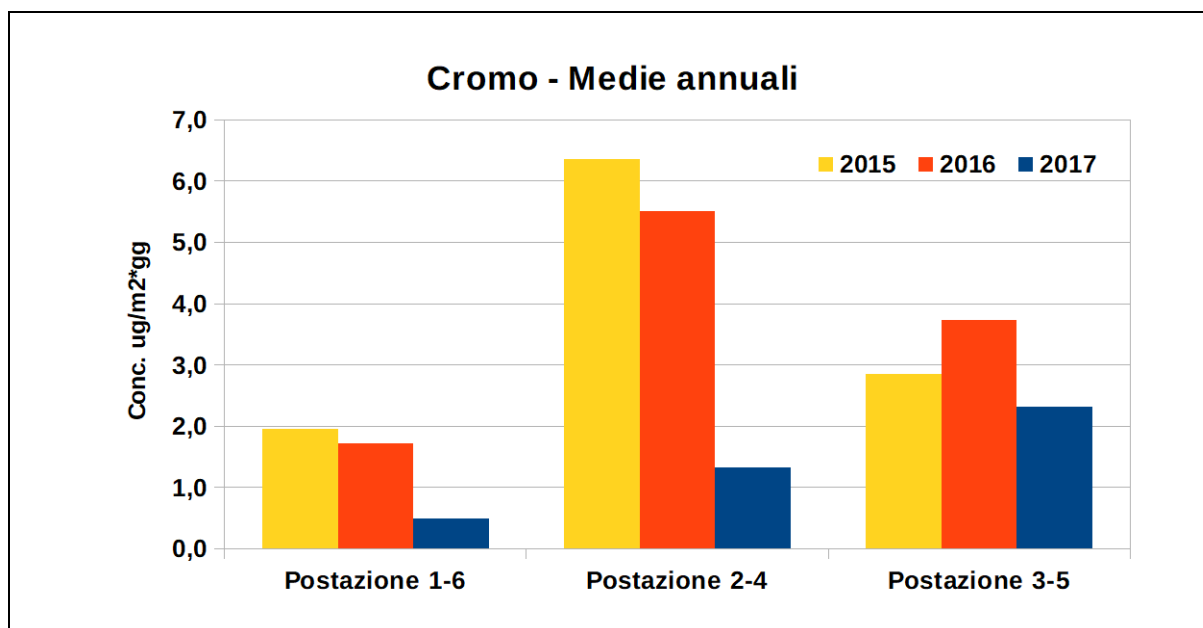
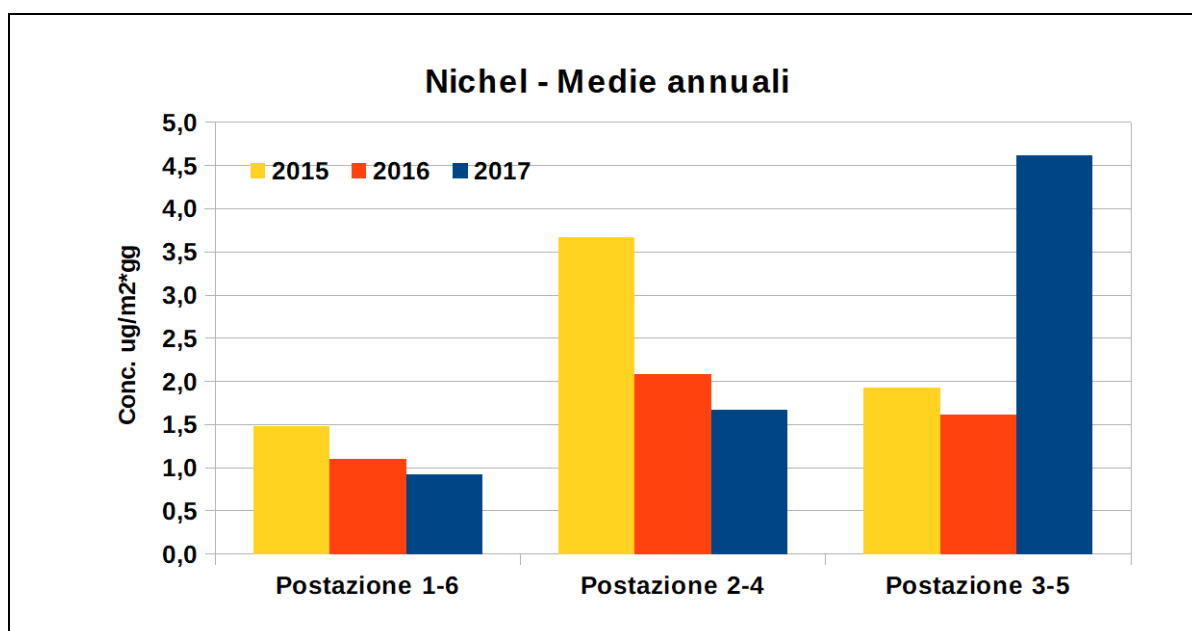


Figura 18 – Medie annuali deposizioni totali del triennio – Piombo, Cadmio, Cromo



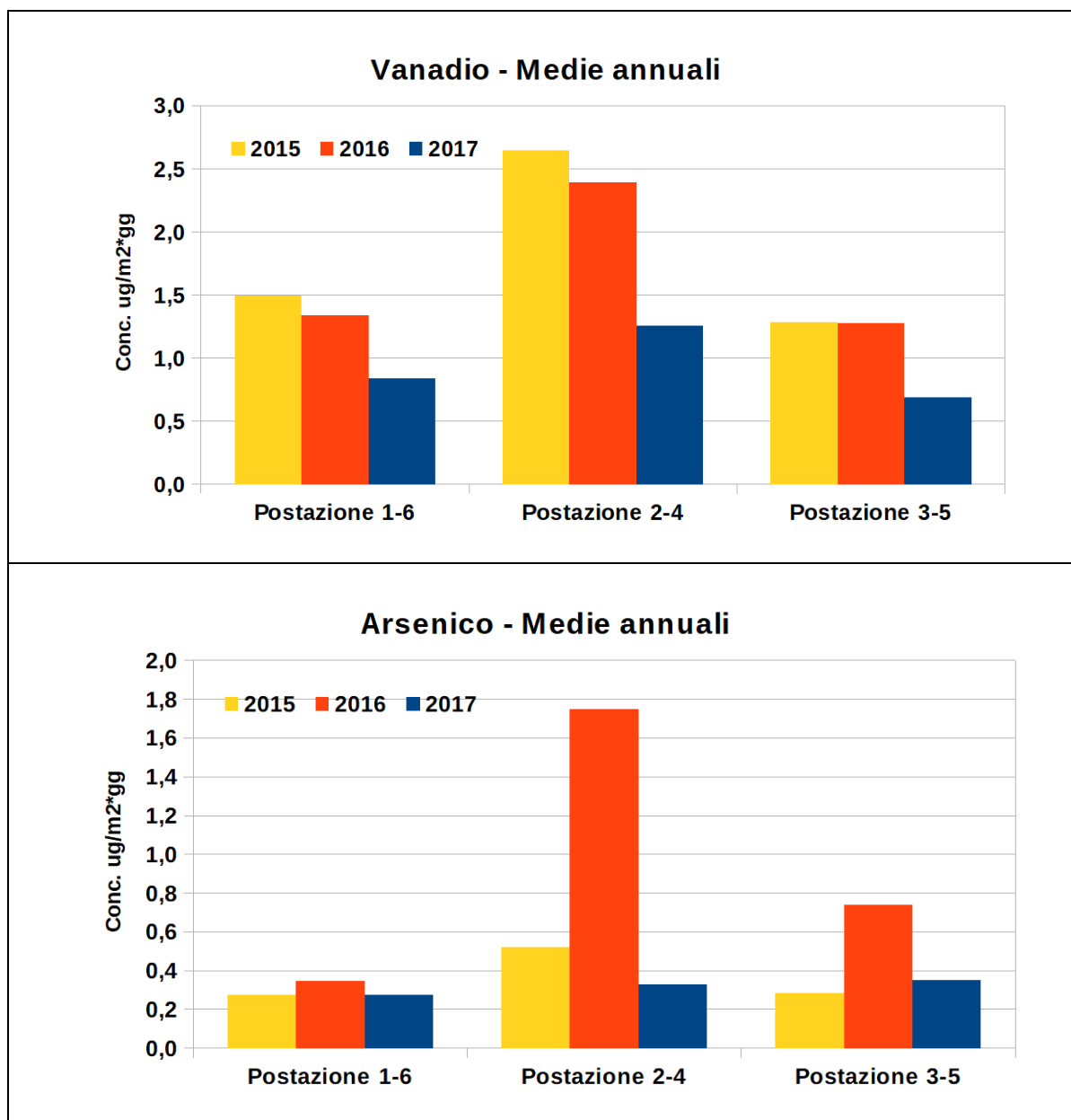


Figura 19 – Medie annuali deposizioni totali del triennio – Nichel, Vanadio, Arsenico

Dalla rappresentazione grafica si nota che le deposizioni delle postazioni 1+6, relative al particolato e alle acque piovane raccolte nell'area Nord del comparto, sono inferiori a quelle delle altre due postazioni. Le medie annuali confermano valori più significativi in corrispondenza delle postazioni 2+4. I range di flusso misurati sono in linea con quelli tipici di aree industriali riportati nel Position Paper della UE.

IPA, Policlorobifenili (PCB), Diossine (PCDD) e Furani (PCDF)

I flussi di deposizione minimi e massimi misurati nelle tre postazioni e il flusso massimo annuale calcolato a partire dal flusso massimo giornaliero misurato durante il triennio di IPA (Tabella 15), PCB (Tabella 16) e Diossine (Tabella 17) sono riportati nelle rispettive tabelle.

Il calcolo dei flussi di deposizione consente, in mancanza di una normativa specifica, di effettuare confronti con i dati di bibliografia, in particolare:

- IPA e PCB sono confrontati con i dati della rete SAMANET³, rete costituita da deposimetri dislocati lungo la laguna di Venezia per valutare le ricadute della zona industriale di Marghera;
- Diossine (così come per i metalli) con la normativa tedesca (TA LUFT 24/07/02, che prevede dei limiti di flusso delle deposizioni totali giornaliere da non superare, sul territorio nazionale, come media annuale.

		Post. 1-6 (ng/m ² *day)	Post. 2-4 (ng/m ² *day)	Post. 3-5 (ng/m ² *day)	Flusso max annua- le stimato (µg/m ² *anno)	Rete SAMANET (µg/m ² *anno)
2015	BaP	< 0.01	0.41 – 0.51	0.21 – 0.50	0.19	--
	BaA	< 0.01	0.01 – 0.14	0.07 – 0.21	0.08	--
	Bb+jF	0.07 – 0.77	0.54 – 1.37	0.29 – 0.94	0.50	--
	BkF	0.02 – 0.26	0.16 – 0.60	0.09 – 0.43	0.22	--
	Indeno	0.01 – 0.04	0.44 – 0.68	0.01 – 0.36	0.25	--
	Da+hA	< 0.01	0.01 – 0.18	< 0.01	0.06	--
	IPA tot	1.47 – 5.25	5.99 – 9.36	3.68 – 17.90	6.53	59.8 – 362.7
2016	BaP	0.08 – 0.73	0.08 – 1.31	< 0.01 – 0.88	0.48	--
	BaA	< 0.01 – 0.81	< 0.01 – 1.24	< 0.01 – 0.86	0.45	--
	Bb+jF	0.27 – 2.68	0.25 – 3.46	0.34 – 3.09	1.27	--
	BkF	< 0.01 – 0.78	0.08 – 0.99	0.11 – 0.87	0.36	--
	Indeno	0.11 – 1.33	0.09 – 3.94	< 0.01 – 1.87	1.44	--
	Da+hA	< 0.01 – 0.20	< 0.01 – 0.40	< 0.01 – 0.29	0.15	--
	IPA tot	5.27 – 23.65	3.76 – 44.05	5.41 – 27.68	16.12	59.8 – 362.7
2017	BaP	< 0.01 – 0.13	0.16 – 0.51	< 0.01 – 0.25	0,19	--
	BaA	0.26 – 0.90	0.37 – 3.50	< 0.01 – 1.28	1,28	--
	Bb+jF	< 0.01 – 0.94	0.29 – 1.27	< 0.01 – 1.60	0,58	--
	BkF	< 0.01 – 0.18	0.13 – 0.45	< 0.01 – 0.38	0,16	--
	Indeno	< 0.01 – 1.31	< 0.01 – 0.42	< 0.01 – 0.59	0,48	--
	Da+hA	< 0.01 – 0.80	< 0.01 – 0.45	< 0.01 – 0.40	0,29	--
	IPA tot	3.13 – 30.46	4.81 –	< 0.01 – 19.7	47,67	59.8 – 362.7

Tabella 15 – Flussi minimi e massimi giornalieri di IPA nel comparto e flusso massimo annuale stimato – triennio 2015 – 2017

	Post. 1-6	Post. 2-4	Post. 3-5	Flusso max annuale stimato (µg/m ² *anno)	Rete SAMANET (µg/m ² *anno)
2015					
PCB tot (ng/m ² *day)	0.18 – 3.36	0.84 – 5.67	0.30 – 4.89	2.07	0.05 - 2.55
2016					
PCB tot (ng/m ² *day)	0.25 – 2.52	0.16 – 2.10	0.24 – 1.26	0.92	0.05 - 2.55
2017					
PCB tot (ng/m ² *day)	0.08 – 0.96	0.08 – 1.56	0.08 – 1.78	0.35	0.05 - 2.55

Tabella 16 – Flussi minimi e massimi giornalieri di PCB nel comparto e flusso massimo annuale stimato – triennio 2015 - 2017

³ La rete di **Monitoraggio SAMANET**, realizzata e gestita dalla Sezione Antinquinamento del Magistrato alle Acque (SAMA), consiste in un sistema di stazioni fisse per il monitoraggio in continuo dei principali parametri chimico-fisici delle acque e di una rete di deposimetri dislocati all'interno della laguna di Venezia per il monitoraggio delle deposizioni totali. Questi parametri vengono automaticamente rilevati con frequenza prestabilita e inviati alla stazione di controllo, situata presso la Sezione Antinquinamento del Magistrato alle Acque, per la successiva elaborazione archiviazione e validazione.

	Post. 1-6	Post. 2-4	Post. 3-5	Linee guida Germania (pg ITE/m ² *day)
2015				
PCDD/F (pg ITE/m ² *day)	0.13 – 1.11	0.58 – 1.19	0.26 – 0.87	4
2016				
PCDD/F (pg ITE/m ² *day)	0.14 – 0.34	0.19 – 0.71	0.20 – 0.28	4
2017				
PCDD/F (pg ITE/m ² *day)	0.27 – 0.34	0.27 – 0.45	0.27 – 0.64	4

Tabella 17 – Flussi minimi e massimi giornalieri di PCDD/F nel comparto - triennio 2015 – 2017

Confrontando il flusso massimo annuale di IPA tot. e di PCB tot. con il dato riportato nell'ultima colonna della rete SAMANET⁴, espresso in $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{anno}$, si vede come gli IPA tot siano più bassi del limite inferiore del range fornito dalla rete SAMANET in tutte le postazioni, e quindi anche la media di comparto, mentre i PCB totali (*max 2.07 $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{anno}$ nel 2015*) siano all'interno del range misurato nella rete SAMANET (0.05 - 2.55 $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{anno}$).

Infine, il flusso massimo giornaliero di Diossine e Furani stimato all'interno del comparto risulta inferiore al valore limite (flusso giornaliero) delle linee guida tedesche.

Si sottolinea che per questi inquinanti i dati in bibliografia, con cui confrontare i risultati dei monitoraggi nel comparto, sono scarsi e non consentono comparazioni significative. Risulta quindi utile proseguire nel monitoraggio per realizzare una storicità locale e verificare eventuali trend.

4.3 Fibre di amianto

Per le fibre aerodisperse in ambiente, a livello nazionale, può essere preso come riferimento il DM 6/09/1994 che indica, per gli ambienti di vita (indoor), il valore guida di 2 ff/l e il valore di attenzione di 0.2 ff/l (al superamento del quale vengono richiesti interventi di bonifica).

In uno studio del 2000 relativo al rischio ed alle misure in aria di fibre di amianto, il WHO riporta i seguenti livelli di concentrazione:

- o Aree rurali (outdoors - lontano da sorgenti di emissione di amianto): < 0.1 ff/l;
- o Aree urbane (outdoors) - livelli generalmente variabili tra < 0.1 ff/l e 1 ff/l;
- o In fabbricati senza sorgenti specifiche di amianto – generalmente < 1 ff/l.

I, eseguiti presso

Nell'ambito del monitoraggio del comparto, in tutte e tre le annualità, sono stati eseguiti campionamenti per la ricerca di fibre di amianto disperse in aria ambiente. I campionamenti, effettuati presso il piazzale adibito allo stoccaggio temporaneo di MCA, sono stati 12 nel 2015 – tutti con esito negativo – 6 nel 2016 e 6 nel 2017.

⁴ La rete di **Monitoraggio SAMANET**, realizzata e gestita dalla Sezione Antinquinamento del Magistrato alle Acque (SAMA), consiste in un sistema di stazioni fisse per il monitoraggio in continuo dei principali parametri chimico-fisici delle acque e di una rete di deposimetri dislocati all'interno della laguna di Venezia per il monitoraggio delle deposizioni totali. Questi parametri vengono automaticamente rilevati con frequenza prestabilita e inviati alla stazione di controllo, situata presso la Sezione Antinquinamento del Magistrato alle Acque, per la successiva elaborazione archiviazione e validazione.

Come risulta anche dai rapporti di prova, in tutti i campioni, ad eccezione di uno eseguito nel 2016, il numero di fibre è inferiore alla soglia di rilevabilità del metodo. L'unica lettura con un dato sopra soglia di rilevabilità è quella del campione prelevato il 13 luglio 2016 (verbale di prelievo N° 198/2016 e rapporto di prova N° 201638966), che ha fornito un valore pari a 3 ff/mm² che corrisponde – tenendo conto del diametro del filtro (20 mm) e del volume campionato (1.95 Nm³) – ad una concentrazione in aria di fibre di amianto di 0.5 ff/l.

Nonostante il dato rassicurante, si ritiene opportuno proseguire nella verifica/controllo di assenza di contaminazione da amianto aerosospeso, mantenendo lo stesso numero di campioni effettuati nel 2016 e 2017 (6 campioni/anno), concentrati nella stagione meno umida (per monitorare le condizioni più favorevoli all'eventuale permanenza in aria di fibre risospese) e nelle giornate in cui viene effettuata la movimentazione di MCA.

5. Indicatori di bioaccumulo

Il monitoraggio ambientale descritto è volto a valutare l'acqua e l'aria in quanto possibili bersagli dell'impatto della discarica.

Per ottenere una migliore conoscenza del quadro ambientale, comprendendo anche l'interazione tra l'impianto e gli organismi di flora e fauna che vivono nei dintorni, sono stati valutati alcuni indicatori di bio-accumulo (elementi vegetali ed animali) che hanno la capacità di fissare e concentrare gli eventuali inquinanti dispersi. Analizzando alcuni elementi vegetali ed animali si può tentare di evidenziare l'entità del bio-accumulo di sostanze scelte come traccianti (metalli e PCB).

In particolare, nei mesi fra giugno e luglio di ogni anno sono stati prelevati 2 campioni vegetali (pesche e grano) in due aziende agricole di S. Romualdo, quindi esposte a ricadute provenienti dagli impianti in esame (figura 20), e due campioni vegetali presso un'azienda agricola di Conselice, da considerarsi come non esposta a ricadute (bianco).

Sempre con cadenza annuale sono stati prelevati a S.Alberto (figura 20) anche tre campioni di origine animale (latte di pecora) in periodi diversi dell'anno. Il campione di controllo di latte di pecora (bianco) è stato prelevato a Pisignano il 08/02/2017.

Sui campioni e sui bianchi è stato eseguito il controllo analitico di Piombo, Cadmio, Nichel, Mercurio, Rame, Arsenico e Cromo totale e di PCB.



Fig. 20 - Punti di campionamento degli indicatori di bioaccumulo.

Nella preparazione dei campioni per l'analisi, la frutta (pesche) è stata lavata, per evitare interferenze macroscopiche derivanti dalla composizione massiva del pulviscolo atmosferico depositato sulla buccia. Per la ricerca dei metalli, buccia e polpa sono state divise ed analizzate separatamente, per evidenziare un eventuale effetto barriera della buccia, mentre i PCB sono stati ricercati sul prodotto totale (buccia più polpa).

Più difficile è stata la gestione dei campioni di origine animale: infatti per una corretta rappresentatività dell'ambiente di vita, il latte deve provenire da un allevamento che faccia uso di foraggi raccolti in zone prospicienti la discarica. Un'azienda con queste caratteristiche si trova a S.Alberto ed è un allevamento di pecore alimentate a pascolo. Il "bianco" del latte di pecora proviene da un allevamento che utilizza foraggi di zone non sottoposte alla influenza della discarica (Pisignano).

Nelle tabelle 18 - 20 sono riportati tutti gli esiti analitici dei parametri ricercati sulle matrici alimentari, confrontati con il rispettivo campione "bianco". I risultati delle analisi sono tranquillizzanti, con valori assolutamente sovrapponibili fra campioni e bianco.

Le concentrazioni dei metalli relativamente più abbondanti (Piombo, Cromo, Nichel e Rame), sono riportate negli istogrammi (figure 21 e 22) riassuntivi dei dati misurati nel triennio sulle diverse matrici.

Matrice		Pb	Cd	Cr	Ni	Cu	Hg	As	PCB
		mg/kg							WHO-TE pg/g
Grano	Campione	0.08	< 0.01	0.36	2.2	7.7	< 0.01	0.02	n.c.
	Bianco	< 0.01	< 0.01	0.05	0.44	3.9	< 0.01	< 0.01	n.c.
Pesche	Buccia	Campione	< 0.01	< 0.01	0.15	1.2	< 0.01	< 0.01	n.c.
		Bianco	< 0.01	< 0.01	0.05	0.08	< 0.01	< 0.01	
	Polpa	Campione	< 0.01	< 0.01	0.11	1.5	< 0.01	< 0.01	
		Bianco	< 0.01	< 0.01	0.05	0.9	< 0.01	< 0.01	
Latte	Cam. 30/07	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.2	< 0.01	< 0.01	0.017
	Cam.29/09	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.2	< 0.01	< 0.01	0.010
	Cam.01/12	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.2	< 0.01	< 0.01	0.020
	Bianco 22/02/16	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.2	< 0.01	< 0.01	0.036

Tab. 18 - Contenuto in metalli pesanti (mg/Kg) e fattore di tossicità WHO-TE per i PCB (pg/g) negli indicatori di bioaccumulo - 2015

Matrice		Pb	Cd	Cr	Ni	Cu	Hg	As	PCB
		mg/kg							WHO-TE pg/g
Grano	Campione	0.09	0.05	0.34	0.57	7.4	< 0.01	0.05	n.c.
	Bianco	0.11	0.05	0.34	0.7	7.9	< 0.01	0.05	n.c.
Pesche	Buccia	Campione	< 0.01	< 0.01	0.01	0.25	< 0.01	< 0.01	n.c.
		Bianco	< 0.01	< 0.01	0.04	0.08	< 0.01	< 0.01	
	Polpa	Campione	0.05	< 0.01	0.03	0.15	< 0.01	< 0.01	
		Bianco	< 0.01	< 0.01	0.03	0.07	< 0.01	< 0.01	
Latte	Cam. 19/07	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.1	< 0.01	< 0.01	0.142
	Cam.20/09	0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.2	< 0.01	< 0.01	0.046
	Cam.24/11	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.2	< 0.01	< 0.01	0.055
	Bianco 08/02/17	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.2	< 0.01	< 0.01	0.093

Tab. 19 - Contenuto in metalli pesanti (mg/Kg) e fattore di tossicità WHO-TE per i PCB (pg/g) negli indicatori di bioaccumulo – 2016

Matrice		Pb	Cd	Cr	Ni	Cu	Hg	As	PCB
		mg/kg							WHO-TE pg/g
Grano	Campione	0.05	0.05	0.14	1.8	9.7	< 0.003	0.01	n.c.
	Bianco	0.03	0.05	0.46	0.81	13.2	< 0.003	0.01	n.c.
Pesche	Buccia	Campione	0.03	0.01	0.45	0.09	< 0.003	< 0.01	n.c.
		Bianco	0.01	0.01	0.07	0.13	< 0.003	< 0.01	
	Polpa	Campione	0.01	< 0.01	0.07	0.07	< 0.003	< 0.01	
		Bianco	0.01	< 0.01	0.12	0.09	< 0.003	< 0.01	
Latte	Cam. 14/07	0.01	< 0.01	0.07	0.01	0.1	< 0.003	< 0.01	0.03
	Cam.03/10	0.02	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.1	< 0.003	< 0.01	0.006
	Cam.25/01/18	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.3	< 0.003	< 0.01	0.022
	Bianco 08/02/17	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.2	< 0.01	< 0.01	0.093

Tab. 20 - Contenuto in metalli pesanti (mg/Kg) e fattore di tossicità WHO-TE per i PCB (pg/g) negli indicatori di bioaccumulo – 2017

I PCB ricercati sono i congeneri indicati, sia dalla Autorità europea per la sicurezza ambientale (EFSA) sia dall'Istituto Superiore di Sanità, quali indicatori di contaminazione ambientale.

Nella tabella è riportata solamente la loro somma; i singoli valori sono nei rapporti di prova.

I PCB nelle matrici vegetali (pesche e grano) sono sempre inferiori al limite di rilevabilità strumentale, mentre nel latte i valori misurati, pur rimanendo di poco superiori al limite di rilevabilità, consentono il calcolo del fattore di tossicità, riportato nelle tabelle 18 - 20.

Cadmio, Mercurio e Arsenico sono sempre inferiori al limite di rilevabilità strumentale per tutte le matrici (per cui non si riportano grafici); Piombo, Cromo, Nichel e Rame sono generalmente maggiori nei campioni vegetali (in particolare nel grano) rispetto a quelli animali.

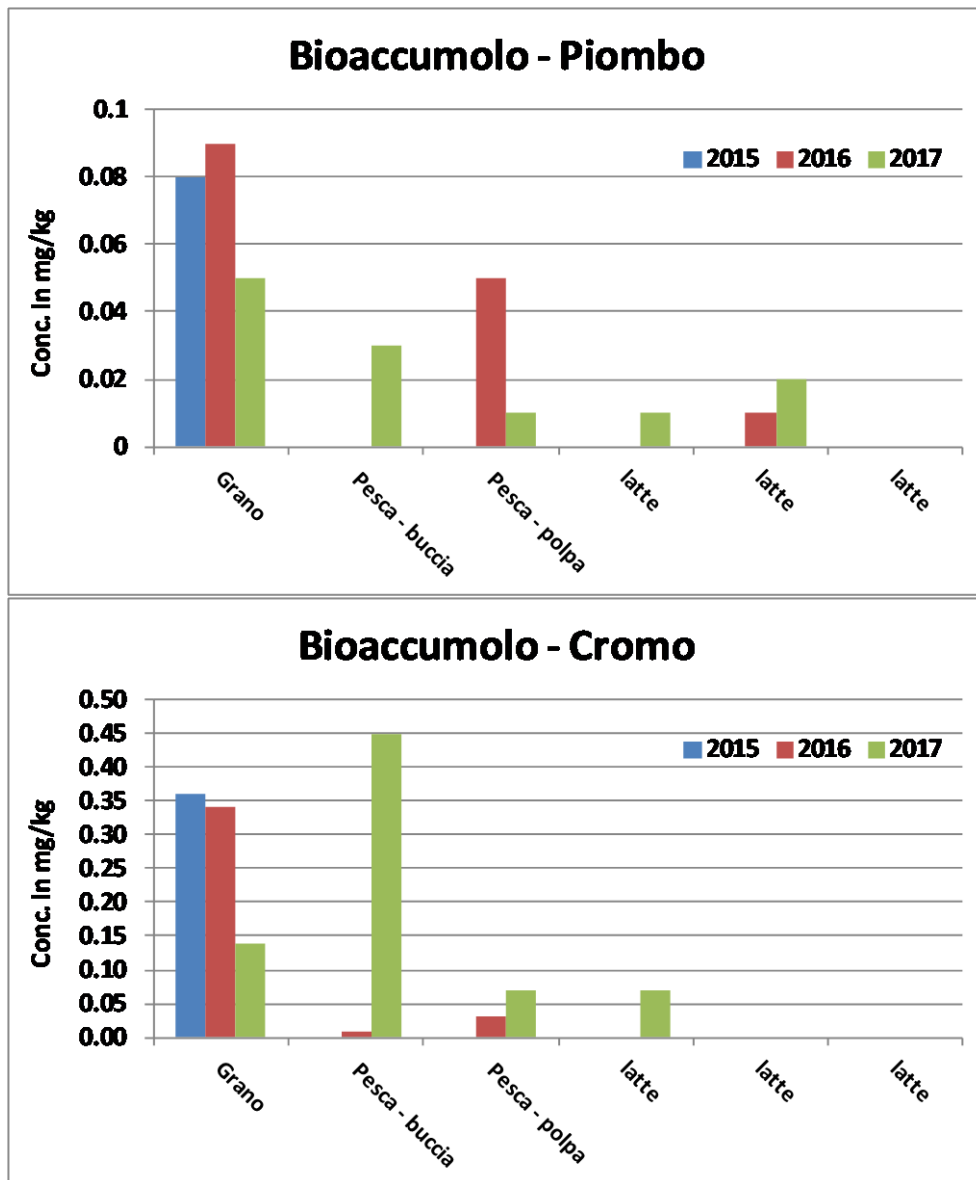


Fig. 21

Piombo e Cromo
nelle diverse matrici
considerate nel
triennio

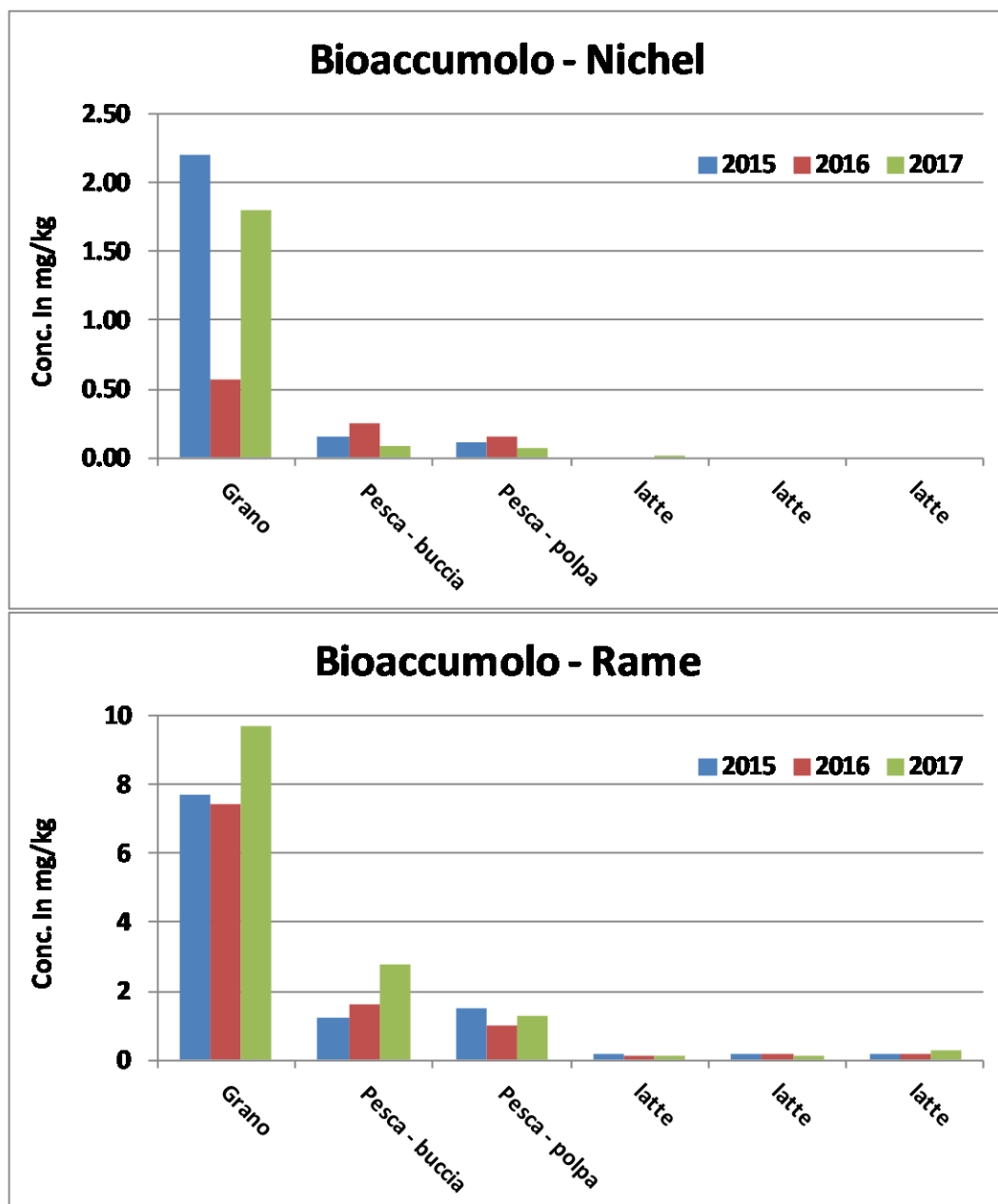


Fig. 22

Nichel e Rame
nelle diverse
matrici
considerate nel
triennio

6. Emissioni odorigene

Per valutare il problema legato alle emissioni odorigene prodotte dal comparto, il monitoraggio e le analisi sono state effettuate nel biennio 2015 – 2016.

Data l'importanza della partecipazione sociale nella gestione di casi di molestia olfattiva, si è ritenuto opportuno coinvolgere anche i cittadini residenti nell'area potenzialmente impattata, chiedendo ad alcuni di loro – su base volontaria - di rilevare e annotare, in una apposita scheda di “segnalazione degli odori”, gli eventi che causavano fastidio.

La rilevazione ha riguardato il periodo estivo delle due annualità (2015 e 2016). Nel 2016, in concomitanza con la compilazione delle schede di segnalazione di odore, è stato posizionato, presso uno dei ricettori, un naso elettronico preventivamente "addestrato" a riconoscere le sorgenti odorigene del comparto.

Per le analisi olfattometriche, l'addestramento del naso elettronico, il suo posizionamento e l'estrazione dei dati acquisiti dallo strumento, ci si è avvalsi del Laboratorio di Olfattometria Dinamica attivato presso la sezione Arpae di Modena.

Sono state caratterizzate le sorgenti odorigene presenti all'interno del comparto attraverso specifici prelievi e analisi olfattometriche. I dati emissivi sono serviti come input al modello di diffusione per la stima della dispersione delle emissioni odorigene nell'intorno.

In sintesi, di seguito si riporta il cronoprogramma delle attività svolte per la caratterizzazione odorigena durante il triennio di validità del protocollo e i diagrammi di flusso delle attività svolte nel 2015 e 2016 (figure 23 e 24):

- **2015:** sopralluogo presso il comparto per l'individuazione delle sorgenti; campionamento, analisi olfattometrica e studio modellistico per la stima della dispersione delle sostanze odorigene; creazione del gruppo di volontari per il monitoraggio tramite compilazione di schede;
- **2016:** campionamento e analisi delle sorgenti; addestramento del naso elettronico e relativa campagna di monitoraggio. Nello stesso periodo sono state compilate dai volontari le schede di segnalazione degli odori ed è stata effettuata una nuova simulazione modellistica;
- **2017:** analisi dei dati raccolti e predisposizione del report di sintesi dell'attività svolta.

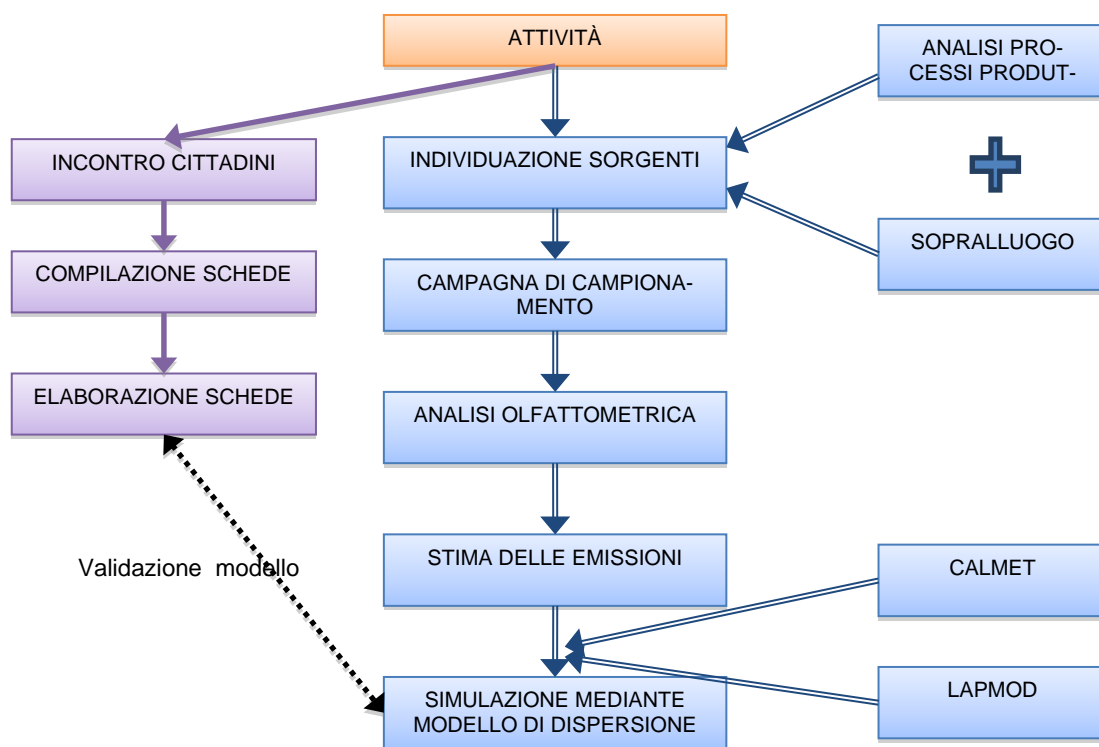


Figura 23: Attività 2015

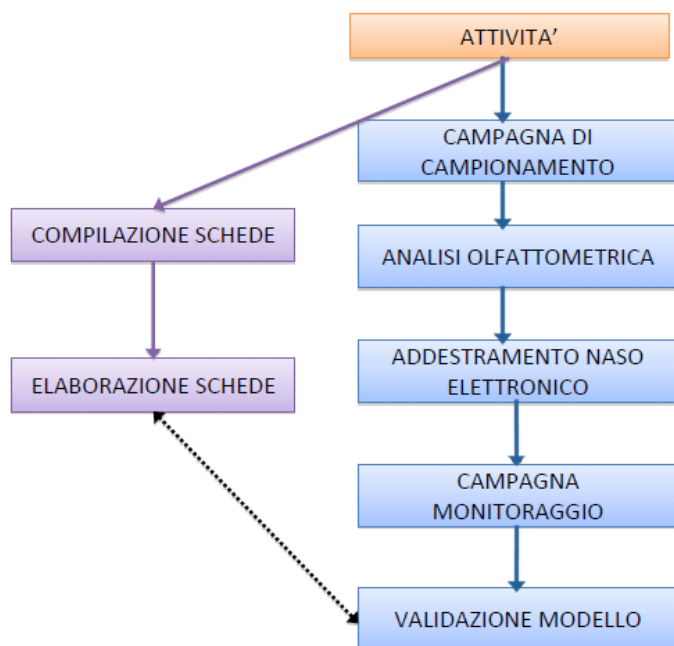


Figura 24: Attività 2016

6.1 – Caratterizzazione delle sorgenti

Il comparto comprende una serie di impianti per l'intero ciclo di trattamento dei rifiuti liquidi, solidi e fangosi. Gli impianti presenti nel sito, ed evidenziati in figura 25, sono:

- discarica per rifiuti non pericolosi;
- discarica per rifiuti pericolosi, in fase di gestione post-operativa;
- impianto di produzione di Combustibile Solido Secondario (CSS);
- impianto di termovalorizzazione di CSS (IRE);
- impianto di trattamento chimico-fisico (TCF);
- impianto di disidratazione fanghi (DISIDRAT);
- impianto di produzione di energia elettrica da biogas, prodotto dalla discarica per rifiuti non pericolosi;
- centro di stoccaggio e pretrattamento rifiuti urbani e speciali anche pericolosi.

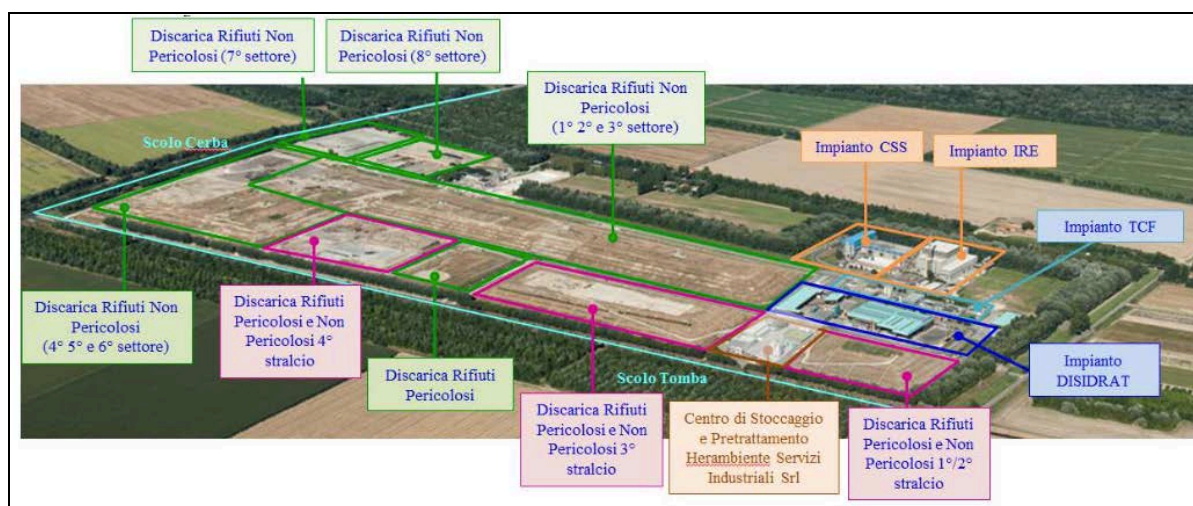


Figura 25: Comparto di Via Romea Nord

A monte della predisposizione del piano di campionamento è stata svolta un'accurata indagine per identificare le principali sorgenti emmissive (a carattere diffuso), analizzando il ciclo di processo di ciascun impianto del comparto ed effettuando specifici sopralluoghi. Le principali sorgenti odorigene individuate come potenzialmente critiche e rappresentative dell'intero comparto, sono elencate in tabella 21 e riportate in figura 26.

I campionamenti sono stati eseguiti in periodo estivo, nel 2015 e nel 2016: 10 sorgenti nel 2015 (per un totale di 20 campioni, 2 per ogni sorgente) e 8 nel 2016 (tralasciando le sorgenti 2 e 9), più un campione di "aria di fondo" prelevato in corrispondenza di una abitazione vicina al comparto, funzionale all'addestramento del naso elettronico.

Le modalità di campionamento differiscono in funzione della tipologia di sorgente: ad esempio per campionare la sorgente n°5 - pozzetto di percolato - è stata utilizzata la cappa statica, mentre per le sorgenti costituite da superfici o cumuli con emissione passiva è stata impiegata la wind tunnel (secondo le indicazioni delle linee guida della Regione Lombardia).

1	Discarica NP - area di coltivazione
2	Discarica NP - copertura giornaliera
3	Rifiuto triturato pronto per l'incenerimento (CSS)
4	Biotunnel in fine lavorazione
5	Percolato
6	Fanghi palabili – cumulo stoccaggio, ingresso impianto
7	Fanghi palabili – cumulo stoccaggio, uscita impianto
8	Fanghi palabili – cumulo movimentato, uscita impianto
9	Ceneri inertizzate
10	Vasca decantaggio fanghi

Tabella 21: Sorgenti campionate



Figura 26: Localizzazione delle sorgenti campionate

6.2- Risultati analisi olfattometriche e stima delle emissioni

Nelle tabelle 21 e 22 sono riportate le concentrazioni di odore rilevate durante i monitoraggi effettuati nel 2015 e nel 2016.

SORGENTE	OU/m ³	INCERTEZZA
Discarica NP - area di coltivazione	3371	944
Discarica NP - copertura giornaliera	131	37
Rifiuto triturato pronto per l'incenerimento (CSS)	693	194
Biotunnel in fine lavorazione	10396	2911
Percolato	24196	6775
Fanghi palabili – cumulo stoccaggio, ingr. impianto	23751	6650
Fanghi palabili – cumulo stoccaggio, uscita impianto	14123	3954
Fanghi palabili – cumulo movimentato, uscita impianto	1810	507
Ceneri inertizzate	672	188
Vasca decantaggio fanghi	2376	665

Tabella 21: Concentrazioni misurate nel 2015

SORGENTE	OU/m ³	INCERTEZZA
Pozzetto percolato	861	241
CSS Impianto IRE	93	26
Biotunnel impianto IRE	4096	1147
Discarica – area di coltivazione	1625	455
Cumulo magazzino	6720	1882
Fanghi in uscita	31379	8786
Fanghi in ingresso	2961	835
Vasca decantazione	2139	599

Tabella 22: Concentrazioni misurate nel 2016

Per passare dalle misure di odore alle emissioni, utilizzate come dati di input per la simulazione modellistica, occorre tener conto che la portata di odore ed il flusso specifico di odore dipendono dalla velocità dell'aria che lambisce la superficie della sorgente e dall'estensione (area) della superficie. Di seguito si riporta il flusso specifico di odore (SOER) e la portata di odore (OER) delle sorgenti considerate ai fini della simulazione modellistica negli anni 2015 e 2016.

SORGENTE	SOER (OU/(m ² s))	OER (OU/s)	AREA EMISSIONI TOT. (m ²)
Discarica NP - area di coltivazione	18,73	18728	1000
Discarica NP - copertura giornaliera	0,73	728	1000
Rifiuto triturato pronto per l'incenerimento (CSS) + impianto CSS	3,85	2051 + 3558	533 + 924
Biotunnel in fine lavorazione	57,76	16539	286
Percolato pozzetti	\	457	54 (1x54)
V-7°e8°	\	8,47	1
V-1200, V-360, V-100	\	33,87	12 (4x3)

SORGENTE	SOER (OU/(m ² s))	OER (OU/s)	AREA EMISSIVA TOT. (m ²)
Fanghi palabili – cumulo stoccaggio, ingr. impianto	133,01	103744	780
Fanghi palabili – cumulo stoccaggio, uscita impianto (area nord + area sud)	79,09	143942	1820
Fanghi palabili – cumulo movimentato, uscita impianto	10,14	2635	260
Ceneri inertizzate	3,76	103	28
Vasca decantaggio fanghi	13,31	10644	800
Discarica NP – messa in sicurezza + pozzi captazione biogas	0,56	57013	153478

Tabella 23: Portata e flusso specifico di odore misurati nel 2015

SORGENTE	SOER (OU/m ² /s)	OER (OU/s)	AREA (m ²)
Discarica	9,03	9028	1000
Percolato	0,3	14	54 (1 X 54)
Fanghi ingresso	16,58	12934	780
Fanghi uscita	175,72	182751	1820
Magazzino	37,63	1035	28
CSS	0,52	275	533 + 924
Biotunnel	22,76	6516	286
Vasca	13,31	10644	800

Tabella 24: Portata e flusso specifico di odore misurati nel 2016

Nella figura 27 sono indicate le ubicazioni delle sorgenti campionate nel 2015 e nel 2016 e i relativi OER, calcolati a partire dai dati del campionamento e dall'area delle sorgenti.





Figura 27: OER e sorgenti misurate nel 2015 e nel 2016

Per caratterizzare alcuni tipi di sorgente è stato necessario fare alcune assunzioni; in particolare:

- la sorgente denominata “magazzino”, costituita da una superficie emissiva verticale che si crea ogniqualvolta viene aperto il portellone, è stata approssimata ad una sorgente di tipo areale di area pari a quella del portellone e posta ad una altezza pari alla metà dello stesso;
- i cumuli di stoccaggio di rifiuti (DISIDRAT; IRE e produzione CSS), stoccati in capannoni chiusi su 2 o 3 lati, sono stati approssimati a parallelepipedi con una altezza pari all'altezza dei cumuli e superficie emissiva calcolata in base al volume del materiale stoccato, dichiarato dall'azienda. E' stato poi considerato - in base all'ubicazione del cumulo al momento del sopralluogo – quante facce del parallelepipedo emettevano sostanze odorigene, calcolando l'area effettivamente emettente (minore rispetto ad un cumulo posto, ad esempio, su un piazzale), come mostrato in figura 28.

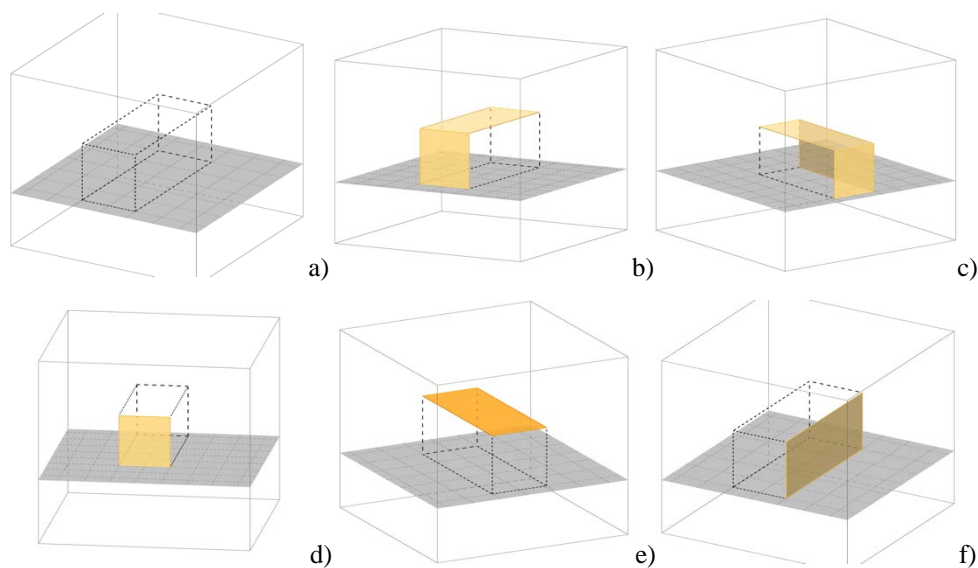


Figura 28: Approssimazione del cumulo e superfici emettenti

Poiché, come si diceva, per le sorgenti areali la portata di odore ed il flusso specifico di odore dipendono dalla velocità dell'aria che lambisce la superficie, nelle simulazioni di dispersione è opportuno tenere conto della variazione della portata di odore (o in modo equivalente del flusso specifico di odore) in funzione della velocità del vento, secondo l'equazione (Linee Guida Reg. Lombardia):

$$OER_S = OER_R \times \left(\frac{V_S}{V_R} \right)^{0,5}$$

dove:

OER_S = portata di odore alla velocità dell'aria V_S

OER_R = portata di odore alla velocità di riferimento V_R (conosciuta durante il campionamento)

V_S = velocità dell'aria vicino alla superficie emissiva;

V_R = velocità dell'aria nella camera di ventilazione durante il campionamento

Per la velocità V_S è stata utilizzata la velocità oraria all'altezza di 10 m, considerata costante lungo il profilo verticale per tutte le sorgenti, comprese le superfici della discarica, poste a 18 m di altezza dal livello del suolo. Questa assunzione risulta coerente; ad esempio per velocità del vento a 10 m di 2,5 m/s (media annuale 2014) e rugosità di 0,25 (tipica di aree rurali), le velocità del vento fra 10 e 20 m hanno variazioni inferiori al 20%.

Sono inoltre state introdotte delle assunzioni relativamente alle variazioni emissive nel tempo, in particolare:

- il magazzino è stato considerato emettente (portellone aperto) per 1 ora al giorno (dalle ore 11:00 alle ore 12:00), secondo le dichiarazioni dell'azienda;
- il biotunnel è trattato diversamente nelle due annualità, nel 2015 è stato considerato emettente (privo di copertura), durante le giornate lavorative; nel 2016 emettente dalle 8:00 alle 18:00 nelle giornate di apertura dello stesso, fornite dall'azienda (circa 1 giorno ogni 10).

6.3- Dominio di simulazione e recettori sensibili

Il dominio spaziale della simulazione è un'area rettangolare di dimensioni di 20 km lungo l'asse latitudinale e 18 km lungo quello longitudinale, all'interno del quale sono stati individuati potenziali recettori (Figura 29):

1. Entro i 2 km dall'impianto sono stati rilevati tutti gli edifici isolati e tutti i gruppi di 2-4 edifici adiacenti;
2. oltre i 2 km dall'impianto sono stati considerati i seguenti agglomerati: San Romualdo, Ravenna Periferia, Zona Industriale Via Edison, Zona Industriale Bassette (una piccola parte rientra entro i 2 Km), Zona Industriale San Vitale, Zona Industriale Piallassa, Sant'Antonio, Zona Industriale Trattaroli, Torri, Marina Di Ravenna, Porto Corsini, Savarna, Marina Romea, Crusier, Sant'Alberto, Mandriole, Casalborsetti.

I 66 recettori individuati non coincidono necessariamente con i punti della griglia. La griglia di calcolo, rappresentata in figura 30, è costituita da un rettangolo di dimensioni 20x18 km: il comparto è volutamente decentrato rispetto al centro della griglia per tenere conto della maggior concentrazione di recettori nell'area a sud dell'impianto. Il passo è di 200 m, con 100 celle lungo la longitudine e 90 lungo la latitudine (complessivamente costituita da 9000 punti di calcolo). L'origine del dominio, di coordinate WGS84 UTM 32N X=745,720 km e Y=4922,900 km, è rappresentata dall'angolo SO dello stesso. Per quanto riguarda l'orografia, poiché il territorio esaminato risulta sostanzialmente pianeggiante, ai fini della simulazione è stato considerato un terreno piatto. Nel calcolo effettuato, i punti griglia sono a 1,5 m dal suolo, così come la quota dei recettori, individuata come l'altezza media alla quale le persone percepiscono l'odore.

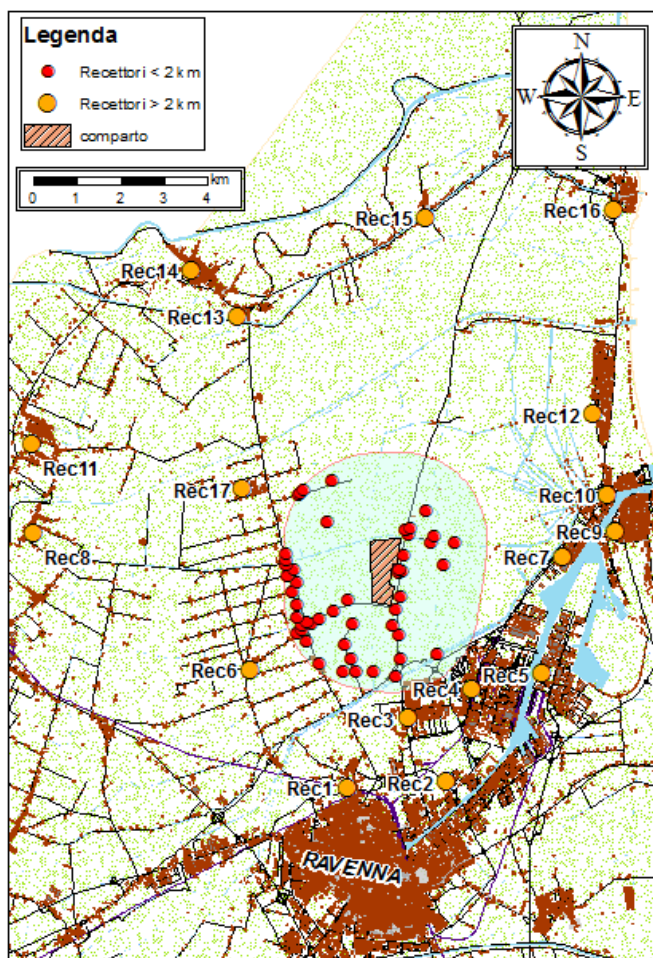
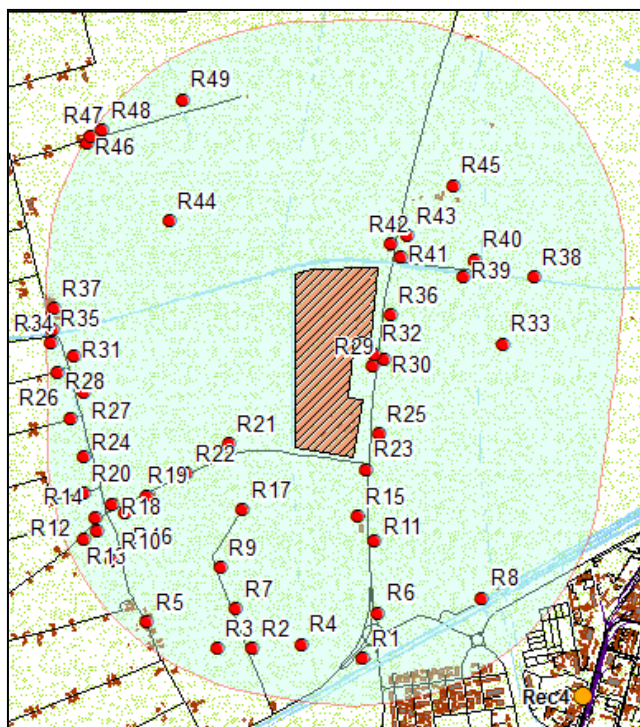


Figura 29: Localizzazione di tutti i recettori individuati nell'area di studio (sx) e zoom per i recettori entro i 2 km (dx).



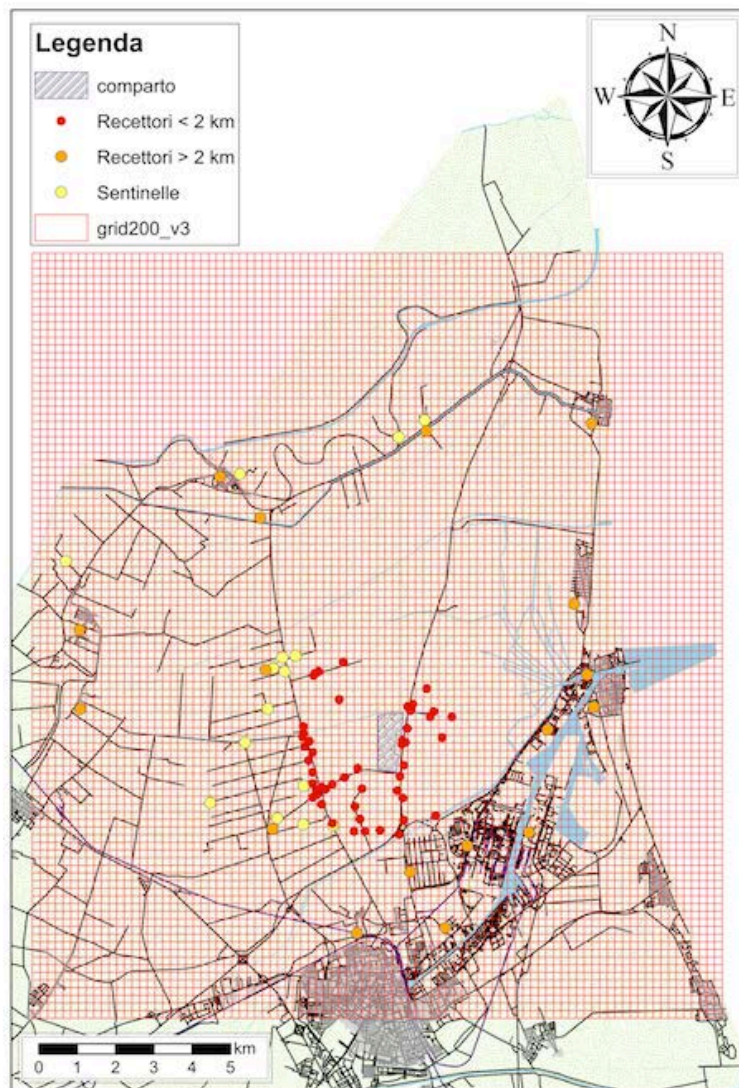


Figura 30: Rappresentazione della griglia di calcolo, maglia di 200x200m.

6.4 - Modello di diffusione

Per la simulazione della diffusione in aria ambiente di sostanze odorigene è stato utilizzato il modello LAPMOD. Si tratta di un modello lagrangiano a particelle, tridimensionale e non stazionario, sviluppato da Enviroware s.r.l, società specializzata nello sviluppo di software ambientale.

L'idea di fondo dei modelli lagrangiani è quella di seguire una specifica massa di inquinante nei suoi movimenti in atmosfera. La massa emessa viene quindi divisa in "particelle", ciascuna rappresentativa di una frazione della massa totale emessa dalla sorgente.

Le particelle sono spostate in atmosfera per effetto del vento e della turbolenza atmosferica; ad ogni istante la posizione di ciascuna particella nello spazio e nel tempo dipende solo dalla posizione che la stessa occupava al tempo precedente. La velocità media delle particelle è determinata dalla velocità tridimensionale del fluido (atmosfera); mentre la componente stocastica è data dalla distribuzione delle fluttuazioni della velocità del vento, in accordo con l'equazione di Langevin. La componente orizzontale della turbolenza è sempre gaussiana, mentre la componente verticale è gaussiana in condizioni stabili e neutre, non gaussiana in condizioni instabili.

Il modello è in grado di gestire e simulare la dispersione di sostanze odorigene che vengono gestite da un apposito modulo in grado di calcolare la concentrazione oraria di picco in modo

dinamico a seconda delle condizioni meteorologiche anziché applicando un “pick to mean ratio” costante di 2.3.

L’input meteorologico al modello consiste in campi tridimensionali di vento e temperatura e campi bidimensionali di parametri turbolenti quali la lunghezza di Monin Obukhov, la velocità di frizione e l’altezza dello strato di rimescolamento. Questi dati vengono forniti al modello dal pre-processore meteorologico diagnostico CALMET, con il quale LAPMOD è completamente accoppiato (Figura 31).

Anche variabili geofisiche come rugosità e uso del suolo, necessarie al modello per stimare i flussi di deposizione, provengono direttamente da CALMET.

La concentrazione degli inquinanti può essere determinata in corrispondenza dei nodi di una griglia regolare o di specifici recettori definiti dall’utente ed è calcolata a partire dalla posizione delle particelle all’interno del dominio. I valori di concentrazione degli inquinanti possono essere restituiti con diversi gradi di mediazione utilizzando uno specifico modello matematico di post-processing in grado di estrarre ed elaborare le informazioni richieste a partire dal set di dati “grezzi” di output forniti dal modello lagrangiano. Relativamente alle sostanze odorigene il post-processore è in grado di restituire direttamente mappe di isoconcentrazione del 98° percentile delle ore di picco di odore.

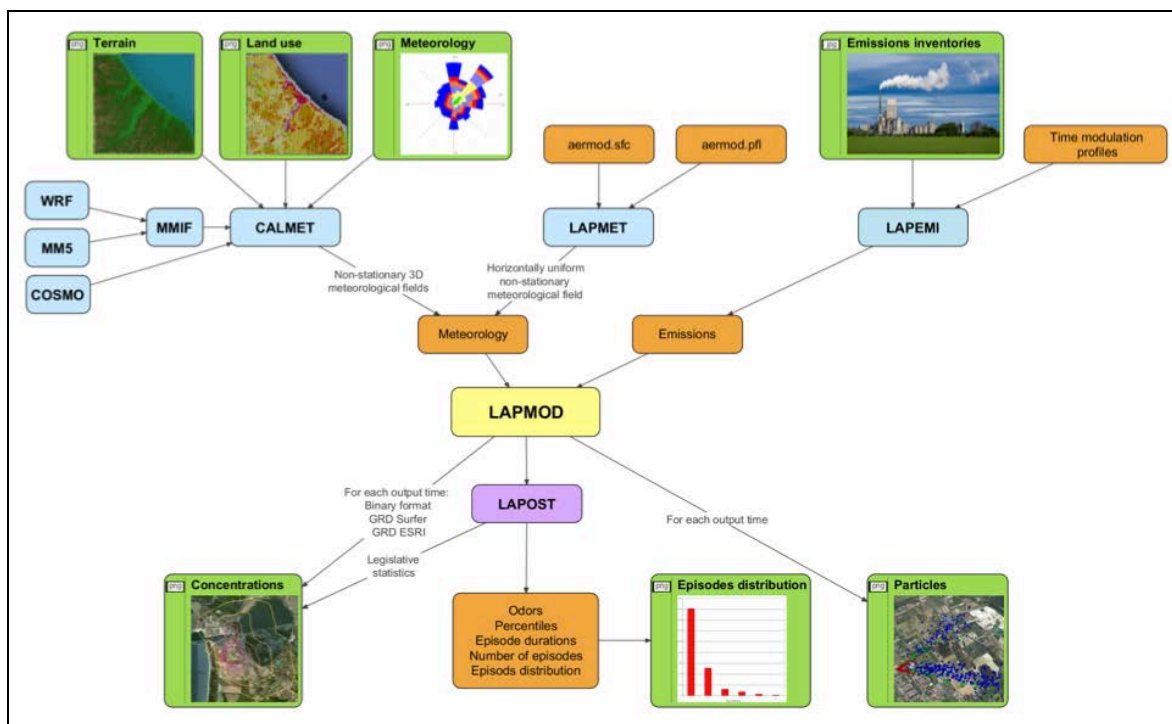


Figura 31: Caratteristiche del sistema modellistico LAPMOD.

Come descritto, durante il triennio del protocollo sono state eseguite due simulazioni annuali, 2014 e 2015, utilizzando come dati di input le sorgenti caratterizzate tramite analisi olfattometrica rispettivamente nell’estate 2015 e in quella 2016. Per la validazione del modello sono inoltre state condotte due simulazioni relativamente ai soli mesi estivi ed in contemporanea alle campagne di raccolta delle segnalazioni di disturbo olfattivo da parte dei cittadini volontari in modo da validare i risultati della simulazione modellistica tramite il confronto fra i dati del modello e le segnalazioni. In aggiunta per l’estate 2016 l’output del modello è stato confrontato anche con le rilevazioni di un naso elettronico posizionato in corrispondenza di uno dei recettori individuati.

I parametri meteorologici forniti in input al modello sono:

- Direzione vento (deg)
- Velocità vento (m/s)
- Temperatura (°C)
- Umidità relativa (%)
- Precipitazione (mm)
- Copertura nuvolosa (frazione)
- Pressione atmosferica (hPa)

6.5 - Campagne di rilevazione mediante schede di segnalazione dell'odore

Ricordiamo che l'impatto olfattivo delle emissioni di un impianto costituisce un problema ambientale nella misura in cui l'odore viene percepito come disturbo dalla popolazione residente nell'intorno dell'impianto. Fra i diversi metodi disponibili per rilevare le percezioni di disturbo olfattivo sul territorio, e rappresentarle in forma oggettiva e documentabile, le Linee Guida della Lombardia propongono il "Monitoraggio sistematico del disturbo olfattivo tramite rilevazione delle segnalazioni di percezione di odore da parte della popolazione residente", metodo dal grande potenziale conoscitivo e allo stesso tempo relativamente economico.

Il 25 giugno 2015 ARPA – Sezione di Ravenna ha organizzato, con il supporto dei consigli territoriali, un'assemblea pubblica per comunicare ai cittadini residenti nel raggio di 5 km dal comparto le caratteristiche principali dello studio che sarebbe stato svolto da Arpae circa le emissioni odorigene e allo stesso tempo reclutare dei volontari per la raccolta delle segnalazioni. Lo scopo dell'assemblea pubblica è stato duplice: da un lato trasmettere le informazioni utili al reclutamento di volontari per lo svolgimento dell'indagine, dall'altro trasmettere alla popolazione residente fiducia nelle Autorità preposte, che si sono fatte carico della situazione di disturbo olfattivo percepita e stanno attivamente operando per conseguire il contenimento.

Ai cittadini che hanno aderito alle campagne di monitoraggio è stata consegnata una "Scheda di rilevazione del disturbo olfattivo", sulla quale è stato chiesto di registrare gli eventi di percezione di odore (periodo durante il quale il segnalatore ha percepito il medesimo tipo di odore in modo ininterrotto). Per ogni evento di percezione, il segnalatore deve registrare sulla scheda: data dell'evento di percezione, ora di inizio dell'evento di percezione, ora di fine dell'evento di percezione, intensità dell'odore percepito secondo una scala di tre livelli: percepibile (simbolo +), forte (simbolo ++) e molto forte (simbolo +++) ed eventuali note che il segnalatore ritenga utili per descrivere più accuratamente l'evento di percezione, come per esempio una descrizione qualitativa del tipo di odore. In figura 32 è riportato un esempio di scheda del disturbo olfattivo, fornita alle sentinelle reclutate e da loro poi restituita compilata.

SCHEDA DI RILEVAZIONE DEL DISTURBO OLFATTIVO

Segnalatore				Foglio n°	1
Indirizzo				Località	S. Antonio
				Codice segnalatore (1)	ANT1

Data (1)	Ora inizio	Ora fine	Intensità (2)	Note (3)	Sigla (5)
8-8-15	16,00	17,30	+	ODORE - DI - PORCICATA -	
12-8-15	16,30	17,30	+	DISCARICA	
14-8-15	20,30	21,15	+	BRUCIATO	
20-8-15	15,30	16,30	+	ODORE - DI - PORCICATA	
20-8-15	21,00	22,00	+	DISCARICA	
23-8-15	20,00	20,45	++	DISCARICA	
25-8-15	8,30	9,00	+	DAL PORTO TRAIUA DI PESCE	
26-8-15	8,00	9,30	+	BRUCIATO - STERPA ELIE	
3-9-15	7,30	8,00	+	BRUCIATO - STERPA ELIE	
7-9-15	7	8,00	+	DISCARICA	
10-9-15	16,30	17,30	+	ODORE - DI - PORCICATA	
13-9-15	17,00	18,00	+	DISCARICA	
20-9-15	18,30	20,30	+++	DISCARICA	
21-9-15	17,30	18,30	++	DISCARICA	
26-9-15	9,30	10,00	++	DISCARICA	

(1) Compilazione a carico dei tecnici incaricati.
 (2) Più episodi occorsi nello stesso giorno devono essere descritti in righe diverse.
 (3) Scala di intensità convenzionale:
 + = odore chiaramente percettibile,
 ++ = odore forte,
 +++ = odore molto forte
 (4) Indicazioni sulle caratteristiche dell'odore (fumo, bruciato, legno bruciato, gomma bruciata, plastica bruciata, solventi, odore dolciastro, decomposizione, etc.).
 (5) Inserire una sigla identificativa del membro della famiglia che effettua la segnalazione.

Si autorizza, ai sensi dell'art. 13 del D.Lgs 196/2003, l'acquisizione e il trattamento dei dati personali solo ed esclusivamente ai fini del monitoraggio in atto. La presentazione dei risultati conseguiti avverrà solo in forma anonima, tutelando l'identità dei segnalatori.

Firma: _____

Figura 32: Scheda di rilevazione del disturbo olfattivo (sono state oscurate le parti che possono ricondurre al cittadino).

I cittadini che inizialmente hanno aderito all'iniziativa sono stati 15, ognuno georeferenziato ed identificato con un codice. Dei quindici, 7 non hanno compilato correttamente le schede (MAND1, MAND2, ROM1, ROM4, ANT4, ANT5, ANT6), mentre 8 hanno restituito schede valide (ROM2, ROM3, ROM5, ALB1, ANT1, ANT2, ANT3, SAV1). In Figura 33 è indicata l'ubicazione di tutte le sentinelle.

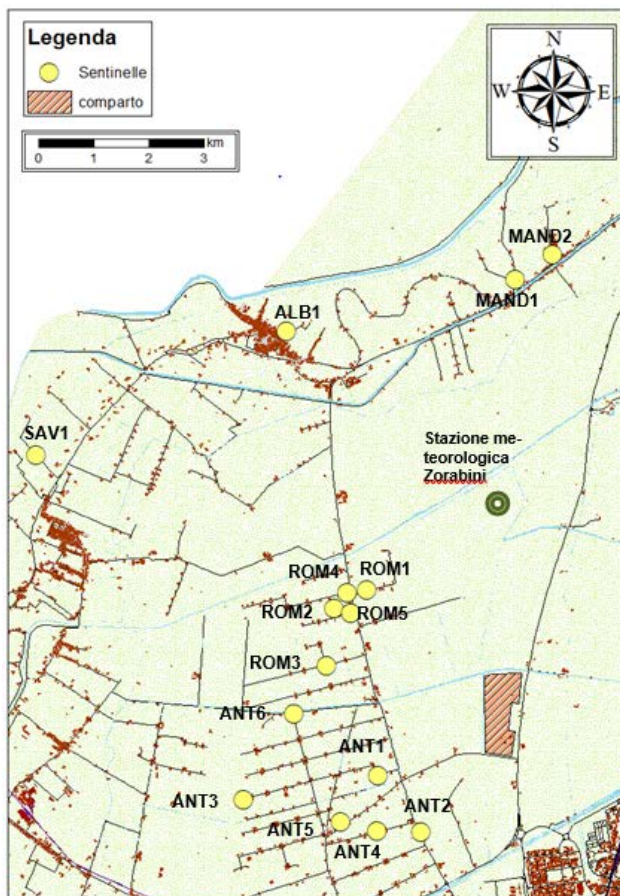


Figura 33: Ubicazione delle sentinelle dell'odore.

A ciascun evento di odore rilevato nelle schede è stata associata la direzione del vento relativa al momento della percezione; la stazione meteorologica utilizzata è quella di Zorabini. In figura 34 sono riportate le rose dei venti ottenute dalla stazione Zorabini per i soli periodi di riferimento delle segnalazioni da parte delle sentinelle (estate 2015 ed estate 2016).

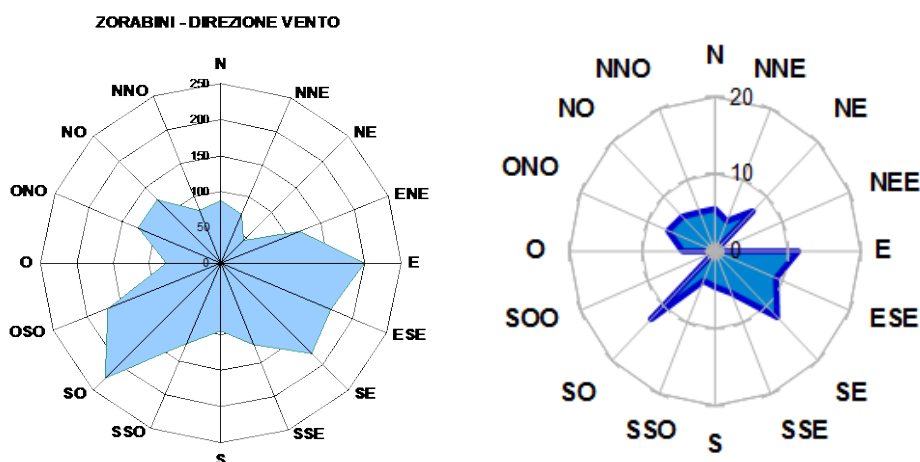


Figura 34: Rosa dei venti della stazione Zorabini – estate 2015 (a sinistra) ed estate 2016 (a destra).

Durante l'estate 2015 si è verificata la combustione incontrollata di torbiere nell'area di Mezzano (FE). Tale evento è stato molto significativo dal punto di vista odorigeno, soprattutto in Agosto e Settembre, con segnalazioni di odore anche a Ravenna città.

E' stato perciò necessario escludere le segnalazioni legate a questo evento particolare e non attinente al caso studio (del resto facilmente identificato e segnalato dalle sentinelle come "odore di bruciato, di fumo, di sterpaglia" ecc.).

Escluse le segnalazioni riguardanti l'evento di Mezzano, sono state assegnate le direzioni del vento alle segnalazioni rimanenti in base all'ora indicata nella scheda.

Nelle figura seguente sono riportate le direzioni di provenienza del vento durante la segnalazione di ciascuna sentinella. Occorre considerare che si ha compatibilità tra la segnalazione e i dati meteo quando la direzione del vento è compatibile con il trasporto delle sostanze odorigene dalla sorgente verso il segnalatore. Con venti di media-bassa intensità può essere assunto come area potenzialmente interessata dalla dispersione odorigena il settore compreso con $\pm 30^\circ$ rispetto alla direzione del vento; con venti progressivamente più deboli l'ampiezza dell'angolo di tale settore di influenza tende sempre più ad ampliarsi. Non è possibile escludere completamente le false attribuzioni e inoltre non si può avere la certezza che tutti gli episodi di disturbo possano essere individuati, ma, da casi di studio in cui è stato fatto il confronto tra i dati emersi dall'applicazione di un modello di dispersione al suolo derivante da specifiche sorgenti e le segnalazioni da parte della popolazione residente di disturbo olfattivo percepite, è ragionevole attendersi percentuali di corrispondenza superiori al 90% (D.g.r. Lombardia).

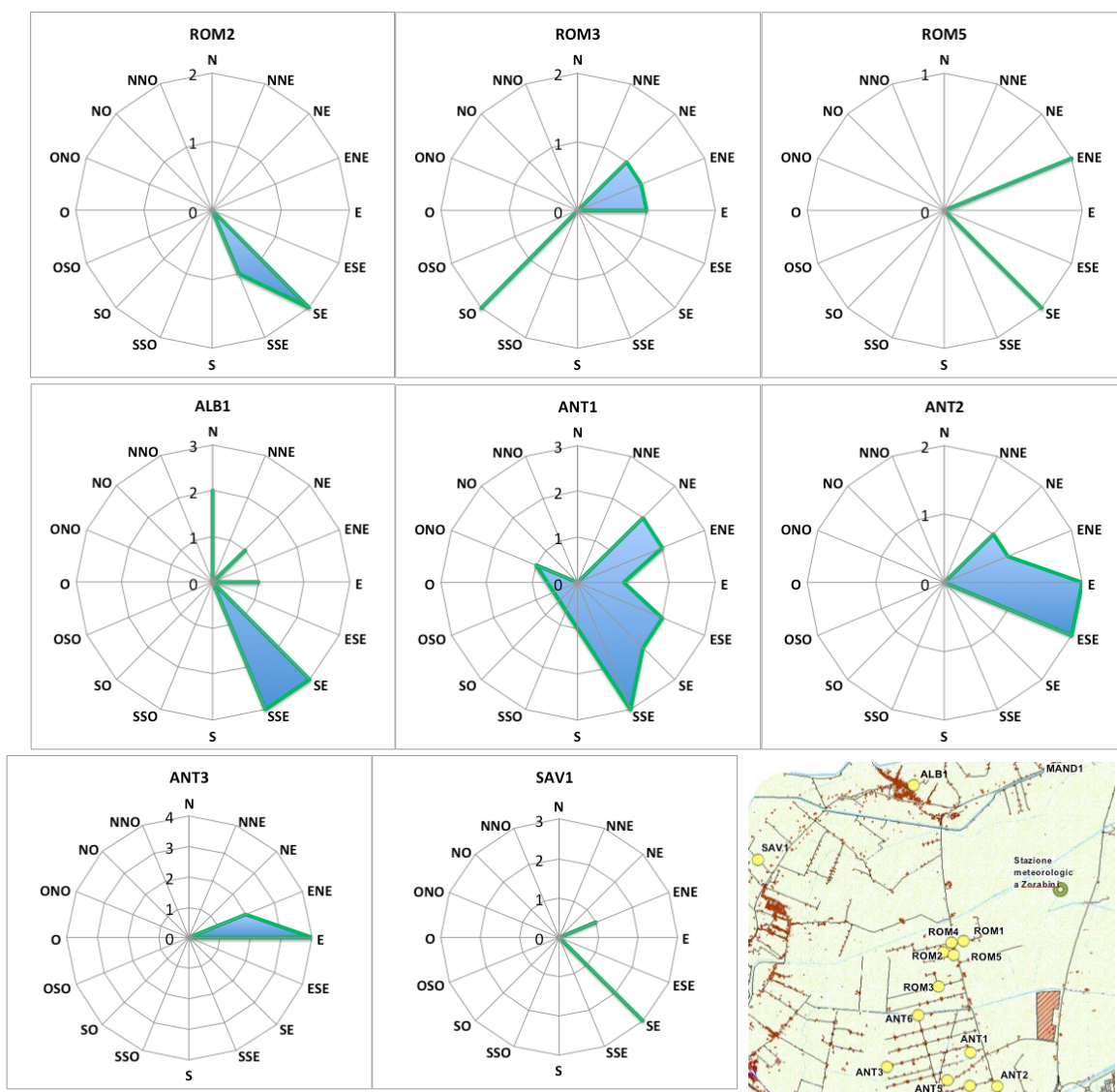


Figura 35: Direzioni di provenienza del vento e numero di segnalazioni durante il periodo tra Luglio e Settembre (stazione Zorabini dati dal 9 Luglio al 30 settembre 2015).

Si riportano analoghe elaborazioni relative alla campagna dell'estate 2016 (Figura 36).

Il risultato della elaborazione incrociata tra segnalazioni e dati meteorologici, nel rispetto delle assunzioni di piena compatibilità sopra descritte, evidenziano un significativo numero di segnalazioni ascrivibili all'impianto. In particolare:

- su 209 ore complessive di odore segnalate, 98 ore (corrispondenti a circa il 47% del totale) risultano compatibili con la localizzazione del comparto.
- Delle 40 ore di odore rilevate contemporaneamente da più cittadini, 29 ore (corrispondenti al 72.5% delle ore a segnalazione multipla) risultano compatibili con la direzione corrispondente all'impianto. Tali periodi corrispondono a quasi il 2% del tempo complessivo di indagine ed in tali momenti, presumibilmente, l'odore era ben percettibile e diffuso in un'ampia zona dell'abitato.

Gli episodi/mese di odore correlabili alla fonte odorigena individuata, sull'intero periodo di indagine, non superano la soglia di tollerabilità stabilita dalla DGR Lombardia fissata al 2% del tempo (15 ore

di odore/mese) anche se va considerato che, in quest'ultima normativa tecnica, si suggeriscono periodi di monitoraggio di almeno 3 mesi.

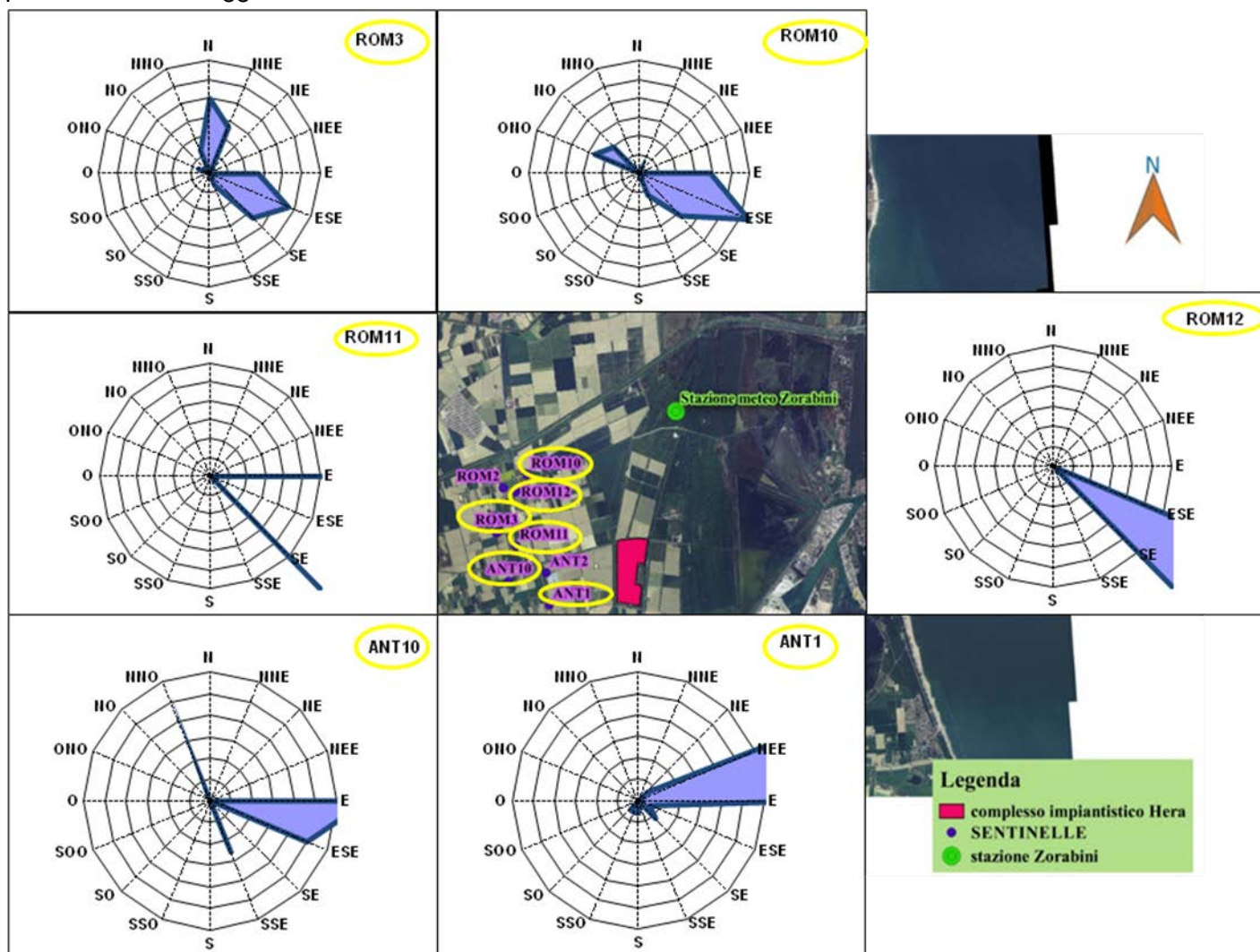


Figura 36 - Direzione del vento prevalente associata alle segnalazioni delle sentinelle – estate 2016

6.6 - Simulazioni modellistiche

In questo studio le stime del modello sono state verificate confrontando le concentrazioni di odore simulate presso le residenze delle “sentinelle” con le segnalazioni registrate dalle stesse nello stesso arco temporale. Questo confronto consente una sorta di “verifica” del modello, in mancanza di misure di concentrazione di odore in aria ambiente con le quali poter validare i risultati delle simulazioni (come avviene, ad esempio, per le simulazioni delle immissioni di inquinanti tradizionali che possano essere misurati, anche in continuo, da apposite strumentazioni). Nel caso della simulazione della diffusione degli odori, quindi, il coinvolgimento della popolazione per la rilevazione delle molestie olfattive diventa uno strumento fondamentale.

Nel caso specifico, alle segnalazioni delle cittadini rilevate durante la campagna estiva del 2015 sono state associate le concentrazioni orarie di picco di odore stimate dal modello (altezza 1,5 m, arco temporale corrispondente alle segnalazioni); escluse quelle riconducibili all'evento del Mezzano.

Questo tipo di approccio consente di verificare se ad una segnalazione corrisponde una risposta del modello; non di verificare se ad un massimo di concentrazione simulata corrisponda un evento

rilevabile. Infatti, all'orario in cui il modello stima concentrazioni elevate, le persone possono non essere presenti nel luogo di segnalazione e, quindi, non verrà registrata la presenza di odore. A titolo esemplificativo nelle immagini seguenti è rappresentata la dispersione simulata delle particelle rappresentative delle emissioni con una altezza inferiore a 60m, dalle ore 13:00 alle ore 15:00 dell'8 Agosto 2015. Durante tale intervallo temporale ALB1 ha segnalato odore di letame; come visto nella figura 37 non c'è corrispondenza tra l'odore percepito e l'area di studio.



Figura 37: Dispersione delle particelle del 08/08/2015, ore 13:00-15:00.

Nelle immagini seguenti è rappresentata la dispersione delle particelle con una altezza inferiore a 60m, dalle ore 15:00 alle ore 20:00 dell'12 Agosto 2015. Durante tale intervallo temporale ROM3 ha segnalato percepire odore dolciastro dalle ore 16:00 alle ore 17:00, ANT1 ha segnato odore di scarica alle ore 17:00 e ANT2 odore di decomposizione alle ore 18:00. In questo caso si osserva come la direzione del vento cambi durante le ore della giornata spostando la dispersione degli odori da SO a NO durante le ore considerate in concomitanza delle segnalazioni.

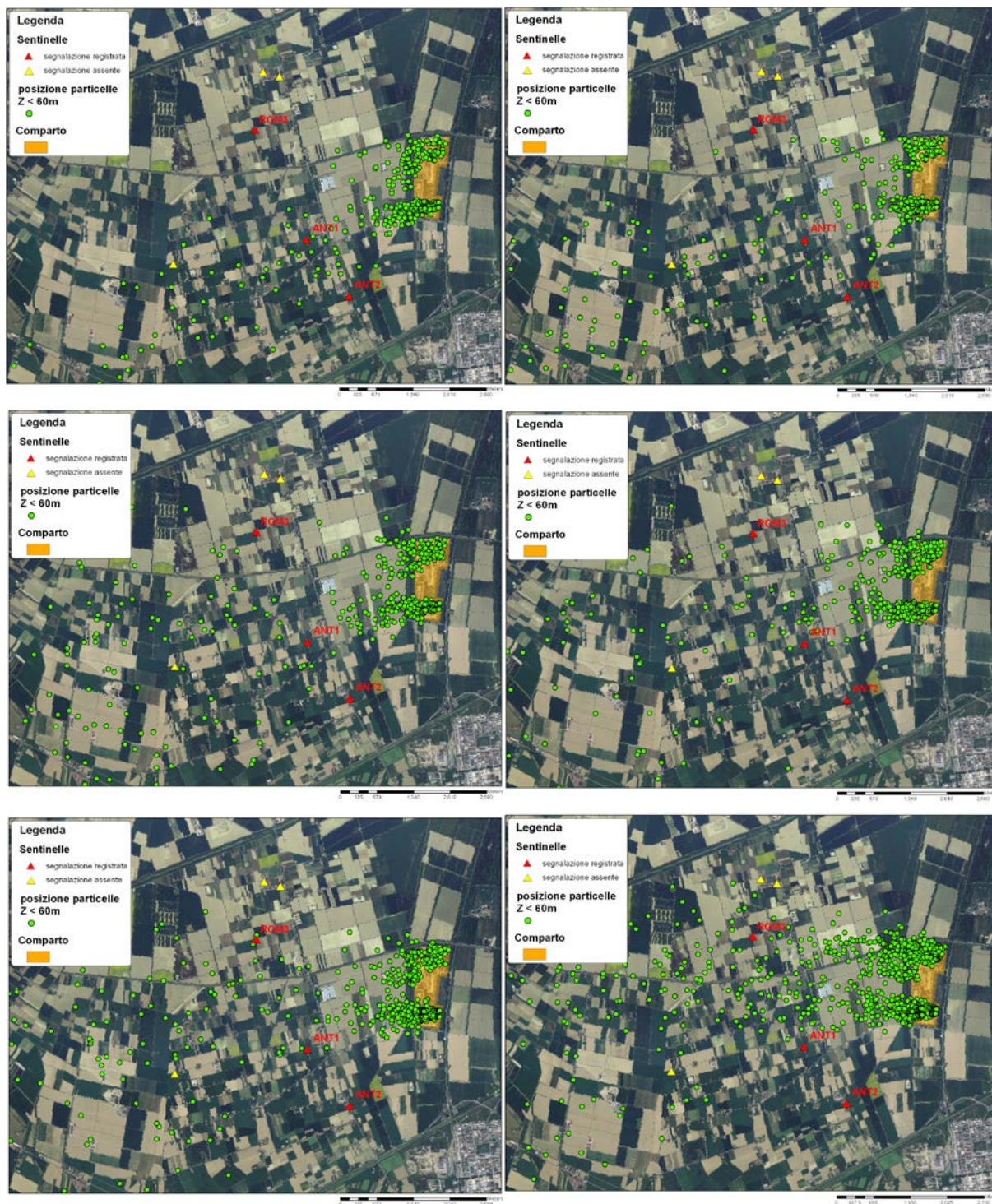


Figura 38: Dispersione delle particelle del 12/08/2015, ore 15:00-20:00.

Infine, nelle figure 39 e 40 è riportato il 98°percentile della concentrazione oraria di picco di odore per gli anni 2014 e 2015.

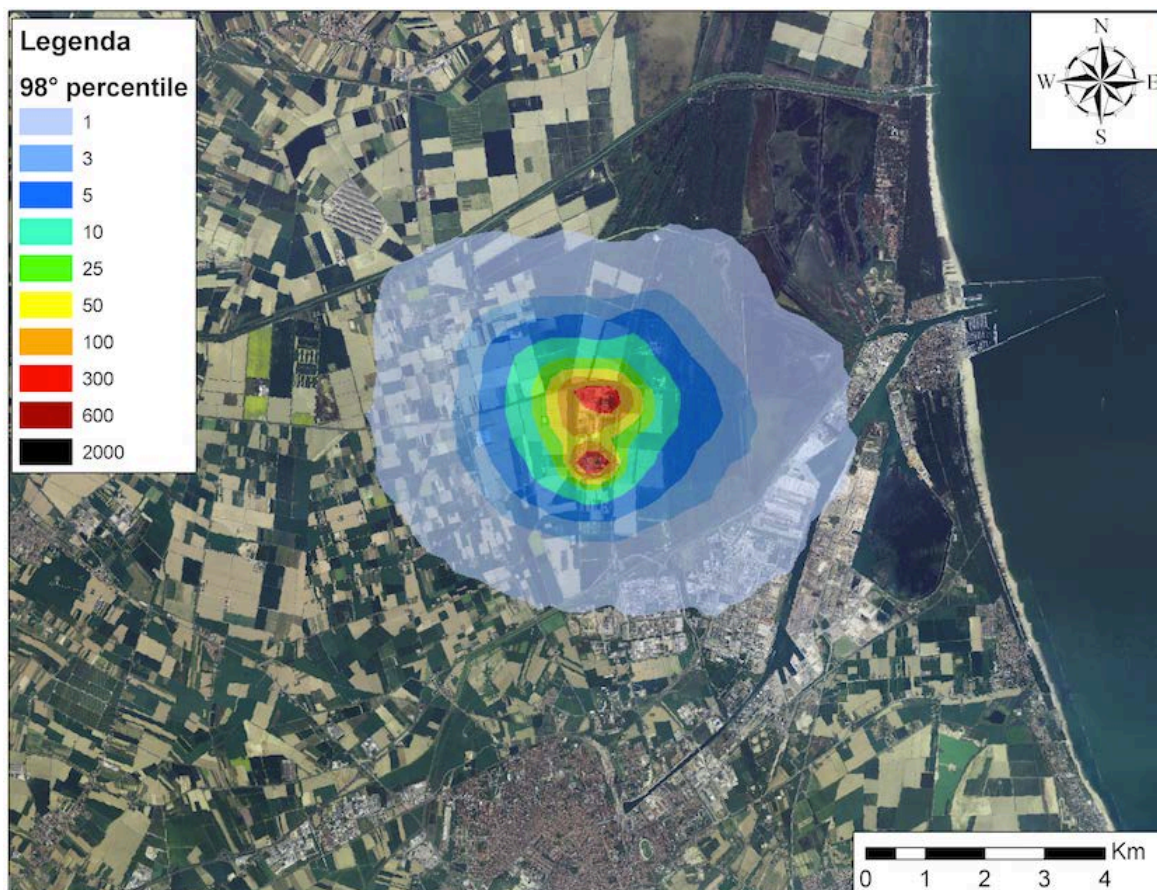


Figura 39: 98° percentile della concentrazione oraria di picco – anno 2014

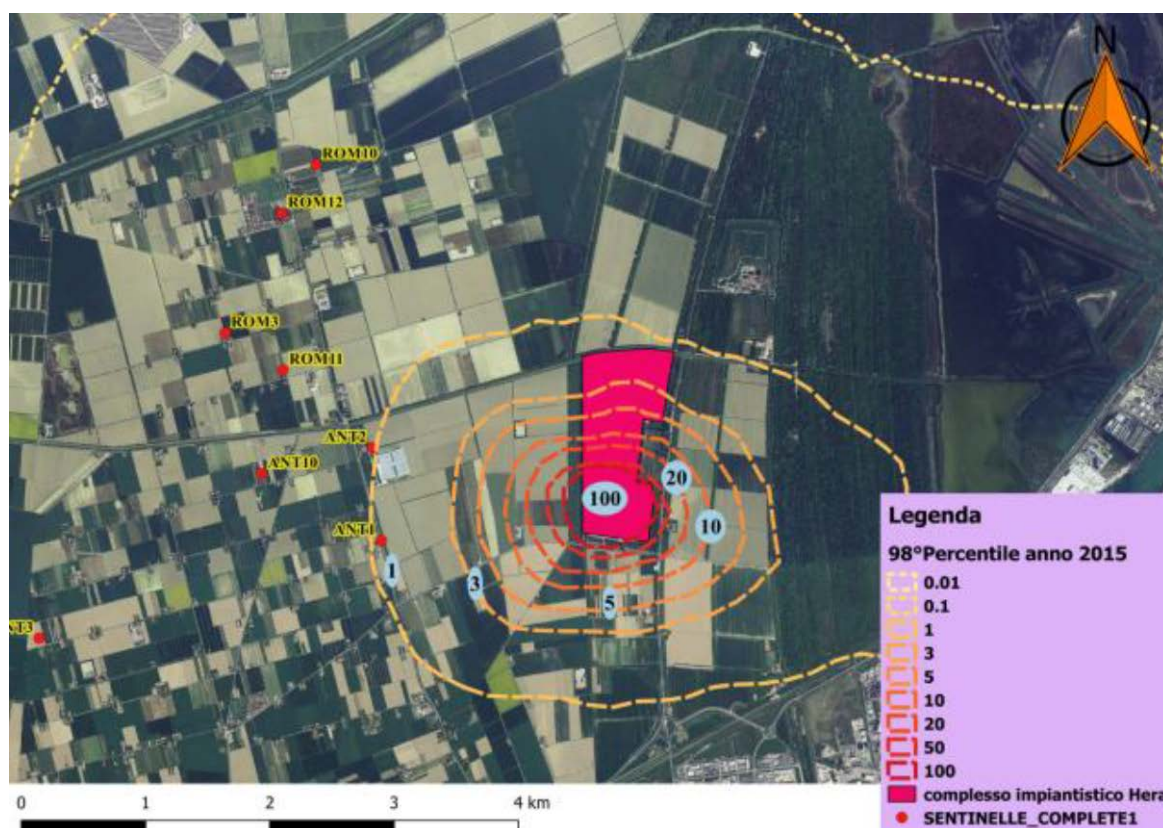


Figura 40: 98° percentile della concentrazione oraria di picco – anno 2015

6.7 - Monitoraggio con naso elettronico

Il sistema olfattivo elettronico effettua l'elaborazione in continuo delle rilevazioni, assegnando a ciascun campione un'etichetta corrispondente alla sorgente più probabile tra quelle con le quali lo strumento è stato addestrato e che, nel caso specifico, corrispondono ai campioni prelevati nel comparto nell'estate 2016. La distanza dalle sorgenti, gli effetti di diluizione e di rimescolamento dell'aria, anche con altre sorgenti non necessariamente odorigene, comportano il fatto che non sempre il naso elettronico riesca a distinguere con sufficiente margine percentuale le sorgenti di interesse; nei casi in cui il sistema non riesca a differenziare le sorgenti in modo apprezzabile, o non riesca a ricondurle ai campioni di addestramento, il relativo rilevamento viene assegnato con etichetta "UN", l'etichetta "AIR" si riferisce invece al campione prelevato presso il recettore.

Le elaborazioni, sulla base di quanto emerso in fase di addestramento, sono state effettuate assegnando ai campioni una delle 8 categorie o etichette, corrispondenti alle sorgenti campionate nel comparto più il campione di "bianco" prelevato presso il recettore.

In figura 41 sono rappresentate le percentuali di riconoscimento delle sorgenti durante la campagna di monitoraggio.

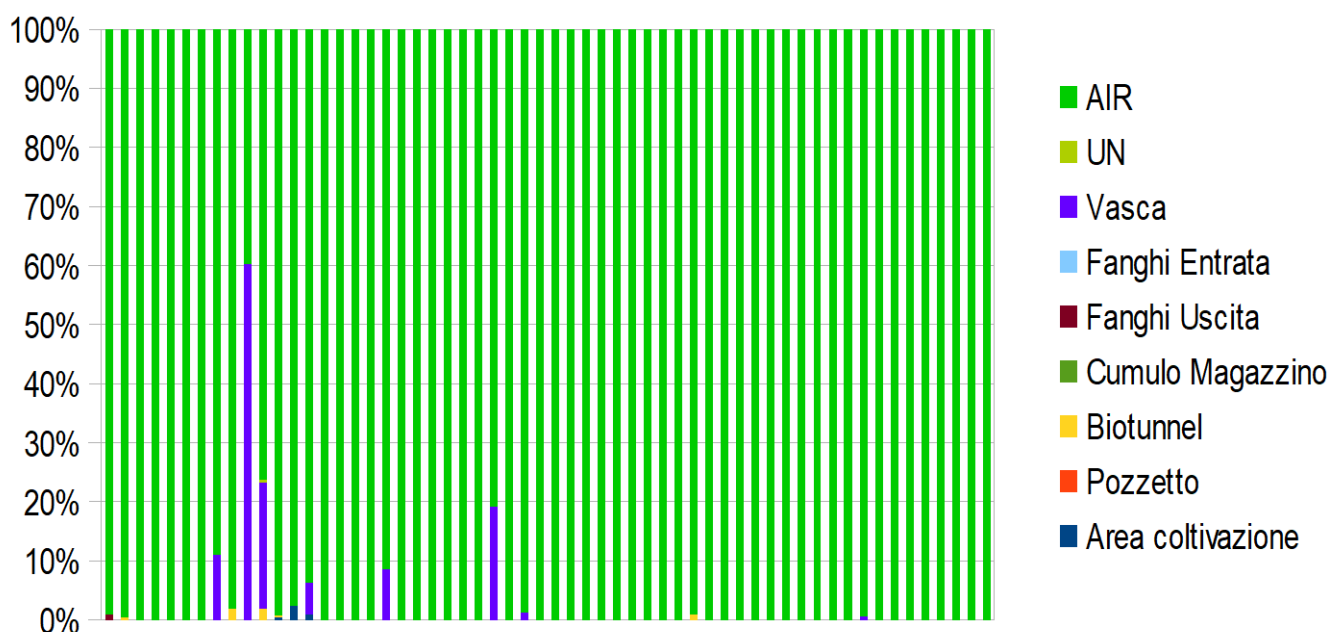


Figura 41 - Percentuali di riconoscimento delle sorgenti nei diversi giorni del periodo di monitoraggio

I rilievi effettuati dal naso elettronico consentono di formulare alcune considerazioni:

- Nella maggior parte dei giorni in cui sono risultati attivi i rilevamenti con naso elettronico, si rileva una qualità dell'aria associabile prevalentemente al fondo ambientale (etichetta AIR), anche se spesso in queste giornate non mancano i riconoscimenti di durata non trascurabile (anche di alcune ore) associati alle sorgenti dell'impianto.
- Durante l'intero periodo di monitoraggio, l'etichetta UN (campione non definito) è stata associata ai campioni in esame solamente 1 volta. Ciò significa che durante il corretto funzionamento del naso elettronico, la quasi totalità dei campioni di aria esaminati era riconducibile al fondo ambientale (AIR) o, con sufficiente approssimazione, ad una delle sorgenti dell'impianto. È opportuno ricordare, comunque, che il naso elettronico assegna i ricono-

scimenti sulla base dei campioni con i quali è stato addestrato; per cui, in presenza di campioni di altra origine ma dalle caratteristiche simili, è comunque possibile una certa sovrastima di riconoscimenti.

- In alcune giornate di monitoraggio il naso elettronico assegna significative percentuali di riconoscimento alle sorgenti del comparto. Tra le emissioni areali passive campionate, particolarmente frequenti sono i riconoscimenti ascrivibili ai campioni prelevati presso la vasca di decantazione fanghi ("Vasca") e presso l'area di coltivazione dei biotunnel ("Biotunnel").

Nella successiva Tabella 25 e in *Figura 42*, sono riportati il numero di riconoscimenti delle diverse sorgenti sul totale dei rilievi (effettuati ogni 15 minuti) e le percentuali complessive di riconoscimento durante l'intero periodo di monitoraggio, da cui emerge che per il 2% dell'intero periodo di monitoraggio l'odore maggiormente impattante è stato quello imputabile alla 'vasca decantazione fanghi'

	Area coltiva- zione	Pozzetto	Biotunnel	Cumulo Magazzino	Fanghi Uscita	Fanghi Entrata	Vasca	UN	AIR	TOTALE
Rilievi	4	0	5	0	1	0	128	1	5661	5800
percentuale	0,1	0	0,1	0	0,02	0	2,2	0,01	97,6	100

Tabella 25 - Percentuali di riconoscimento

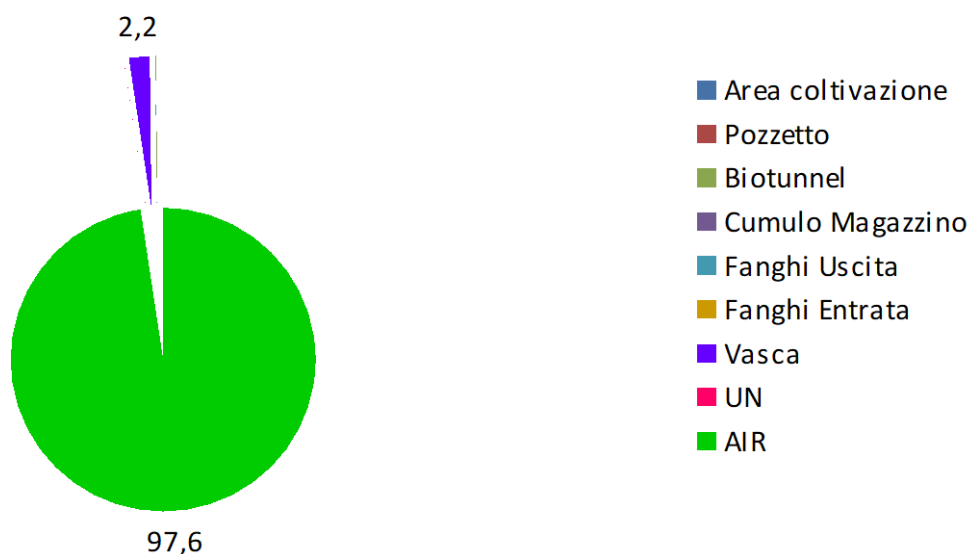


Figura 42 - Percentuali di riconoscimento

In contemporanea alla campagna di monitoraggio con il naso elettronico è stata effettuata anche la compilazione delle schede di segnalazione di odore. I rilievi del naso elettronico sono quindi stati confrontati con le segnalazioni della sentinella presso cui è stato posizionato (ANT1). La sentinella ha segnalato 35 ore totali di disturbo olfattivo, di queste, 8 sono risultate in comune con il naso elettronico (posizionato nello stesso sito), la corrispondenza ottenuta (Tabella 26) è stata del 15% rispetto al numero totale di percezione del naso.

CORRISPONDENZA SENTINELLA - NASO	
SEGNALAZIONI SCHEDA ANT1	8 ore
PERCEZIONE NASO	53 ore
% CORRISPONDENZA	15

Tabella 26. % corrispondenza sentinella - naso

In Figura 43 sono riportate le segnalazioni del naso e della sentinella, per le sole ore in comune tra la sentinella ANT1 ed il naso, è stata verificata la sorgente imputabile, che risulta essere la 'Vasca', individuata già nel capitolo precedente come sorgente maggiormente impattante.

Inoltre è da considerare che la sentinella ha segnalato la presenza di altri odori non percepiti dal naso elettronico, questo può avvenire nel caso in cui il "naso umano" percepisca odori al di sotto della sensibilità del naso elettronico, che comunque non raggiunge la sensibilità dell'olfatto umano.

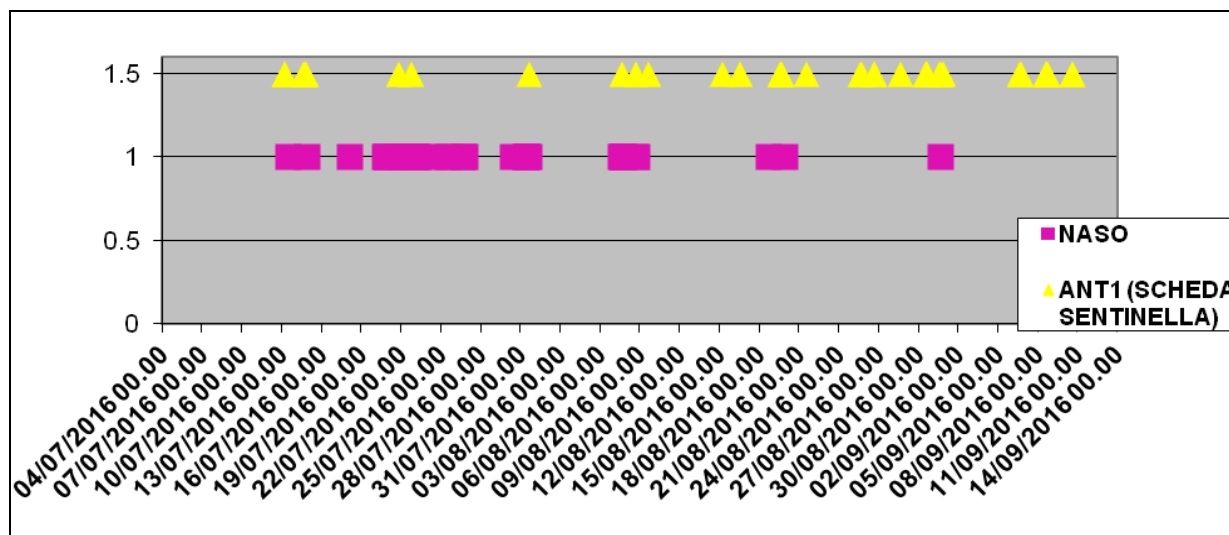


Figura 43 - Confronto naso - sentinella

Infine sono state confrontate le segnalazioni del naso e della sentinella con le stime del modello. Da tale analisi è emerso che nel 74% delle ore totali di segnalazione da parte della sentinella anche il modello ha stimato corrispondenti aumenti di concentrazioni di odore. Il naso elettronico, invece, ha segnalato la presenza di odore in accordo con il modello per il 51% delle ore totali di percezione.

In Figura 44 è riportato il confronto lungo l'intero periodo di monitoraggio, mettendo in ordinata il valore di concentrazione stimato dal modello al recettore corrispondente, in questo caso ANT1, e in ascissa l'intero periodo di monitoraggio. Successivamente è stato inserito un secondo asse, indipendente dalla scala, inerente i periodi nei quali la sentinella e il naso hanno segnalato la presenza di un odore.

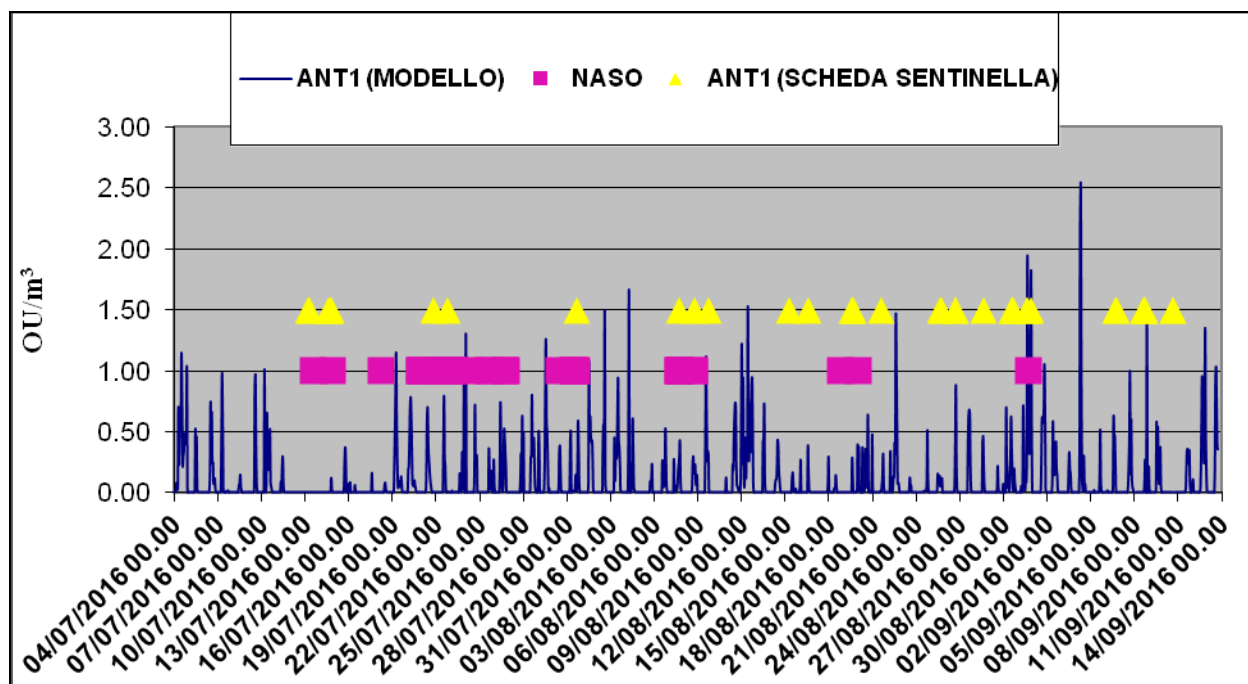


Figura 44 - Confronto naso – sentinella - modello

Il monitoraggio effettuato con il naso elettronico ha, quindi, confermato le criticità emerse nel primo anno di attività ed ha consentito di evidenziare anche strumentalmente la sorgente su cui risulta necessario intervenire per iniziare a mitigare l'impatto olfattivo ai recettori. Infatti la vasca decantazione fanghi dà sicuramente un contributo significativo rispetto alle altre sorgenti, rendendo necessaria in tempi brevi l'attuazione dell'intervento di chiusura della vasca come da progetto di modifica di AIA del 25/01/2018 trasmesso con codice "CF 01 RA AA 02 M8 RT 01.00".