



r\_eni.ro.Giunta - Prot. 01/08/2024.083859.E

# **Monitoraggio**

## **per il controllo dell'impatto ambientale del**

### **comparto di trattamento rifiuti Hera**

#### **km 2,6 - Via Romea Nord**

#### **Ravenna**

## **Dati 2019**

*Aprile 2020*

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](mailto:pluciali@arpa.emr.it)  
[epollini@arpa.emr.it](mailto:epollini@arpa.emr.it)

# ***Indice***

	Pag
Premessa	1
<b>1 Contesto territoriale</b>	<b>2</b>
<b>2 Descrizione del sito impiantistico e dei processi produttivi</b>	<b>3</b>
2.1 Impianto di produzione CSS	3
2.2 Termovalorizzatore	4
2.3 Discariche per rifiuti non pericolosi e pericolosi	5
2.4 Trattamento Chimico-Fisico	6
2.5 Impianto DISIDRAT	7
2.6 HASI SRL - Centro di Stoccaggio e Pretrattamento	7
<b>3 Impostazione dello studio oggetto del protocollo 2018 - 2020</b>	<b>9</b>
<b>4 Risultati 2019</b>	<b>11</b>
4.1 Acqua di falda profonda	11
4.2 Aria	13
4.2.1 Particolato atmosferico PM10	14
4.2.2 Metalli e microinquinanti nel particolato PM10	16
4.2.2.1 Metalli	17
4.2.2.2 Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)	19
4.2.2.3 Policlorobifenili (PCB), Diossine (PCDD) e Furani (PCDF)	21
4.2.3 Deposizioni totali (bulk)	23
4.2.3.1 Metalli	23
4.2.3.2 IPA, Policlorobifenili (PCB), Diossine (PCDD) e Furani (PCDF)	25
4.2.4 Fibre di amianto	27
4.3 Indicatori di bioaccumulo	28

## **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 rinnovato per il triennio 2018 - 2020 il 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.

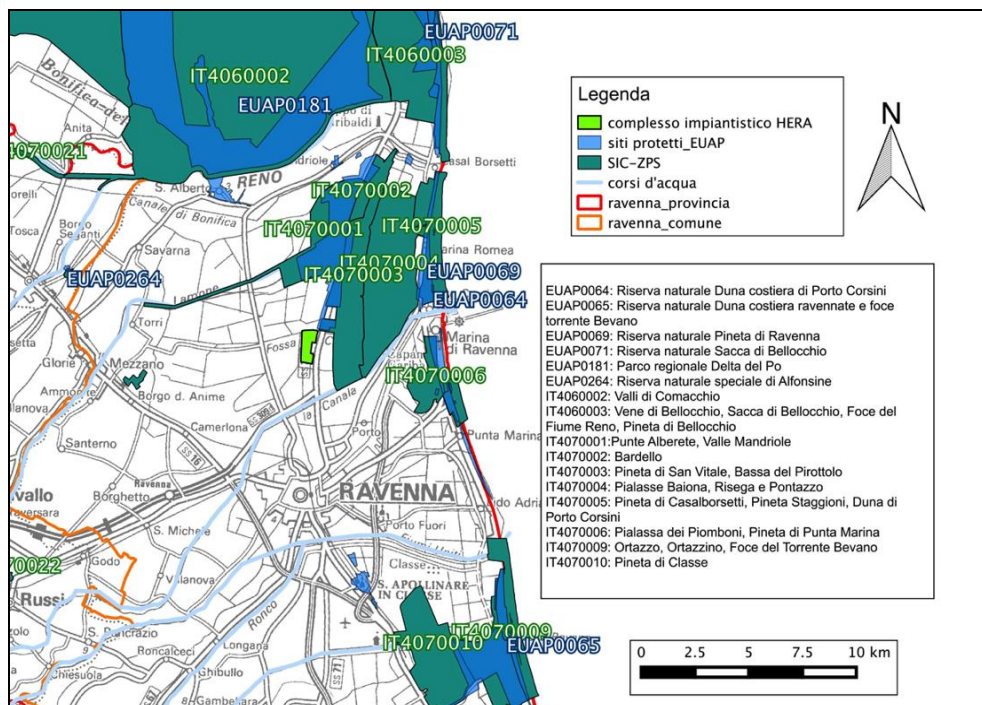
Le matrici studiate sono:

- *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 2018.

## 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 (Figura 1).



**Figura 1: Contesto territoriale del polo integrato di trattamento rifiuti di Ravenna**

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.

### **2.1 Impianto di produzione CSS**



**Figura 2: Impianto di produzione CSS**

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

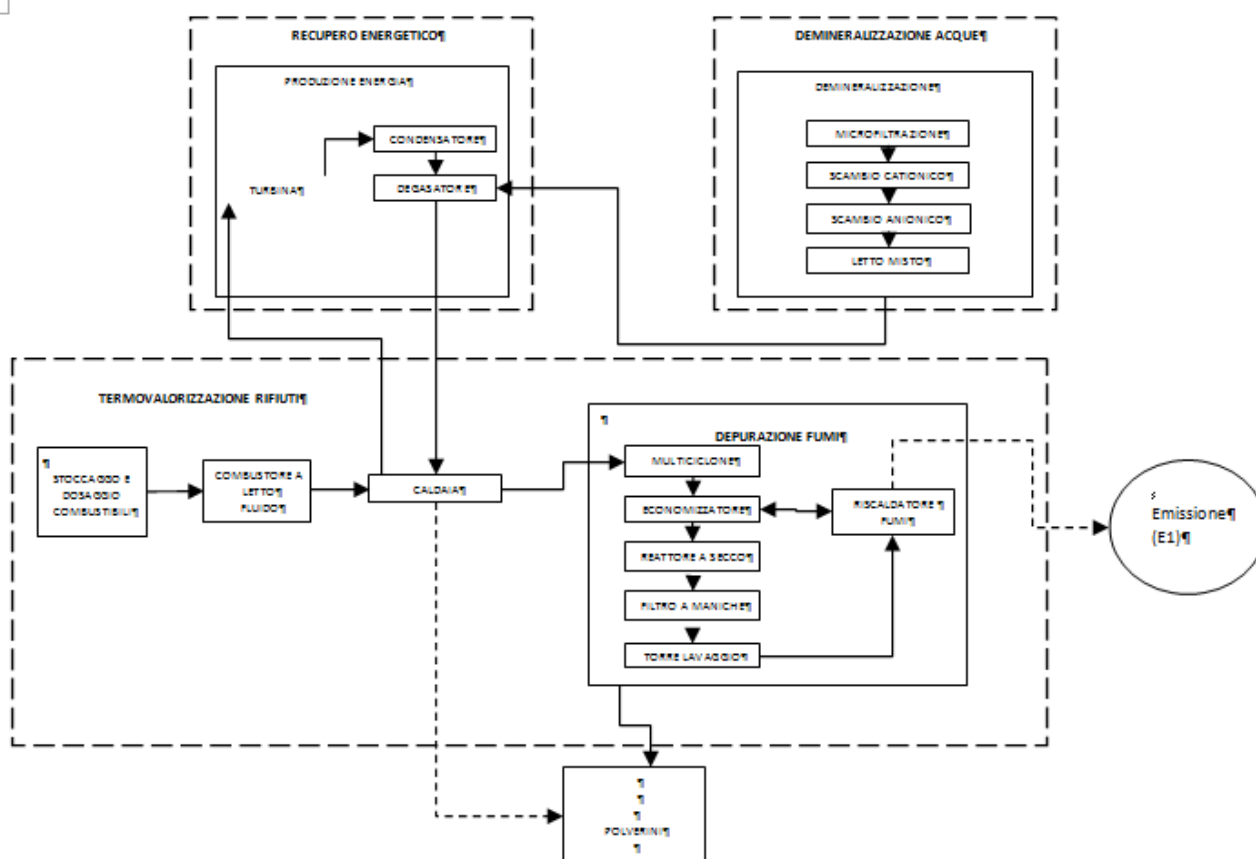
Il processo si realizza attraverso trattamenti diversi: triturazione, separazione della frazione fine, separazione dell'umido, separazione della frazione ferrosa. Il risultato è un rifiuto speciale che concentra le frazioni ad alto potere calorifico.

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 produzione di CSS, destinato a recupero energetico.

Nel piazzale attiguo è svolta l'attività di trattamento biologico, tramite biostabilizzazione accelerata del primo sovralluvio umido 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 importanti obiettivi ambientali come il recupero dei rifiuti e il risparmio di materiali vergini, oltre alla riduzione dei volumi conferiti in discarica.

## **2.2 - 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 3).



**Figura 3: Termovalorizzatore – schema delle fasi produttive**



### **2.3 - 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 4)



**Figura 4: 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 m<sup>3</sup>, 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 m<sup>3</sup>.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 m<sup>3</sup> 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 m<sup>3</sup>, 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-operativa<sup>1</sup>.
- **Discarica 1°/2° stralcio per rifiuti pericolosi e non**, costituita da cinque lotti con capacità complessiva di circa 530.000 m<sup>3</sup> 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 2016<sup>2</sup>.
- **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 m<sup>3</sup>, 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.

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

<sup>2</sup> Comunicazione Herambiente PG 7175 del 13/04/2016.



- **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 m<sup>3</sup>, 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.

## **2.4 - 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.



**Figura 5: Impianto trattamento chimico-fisico**

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).

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.

## **2.5 - 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.



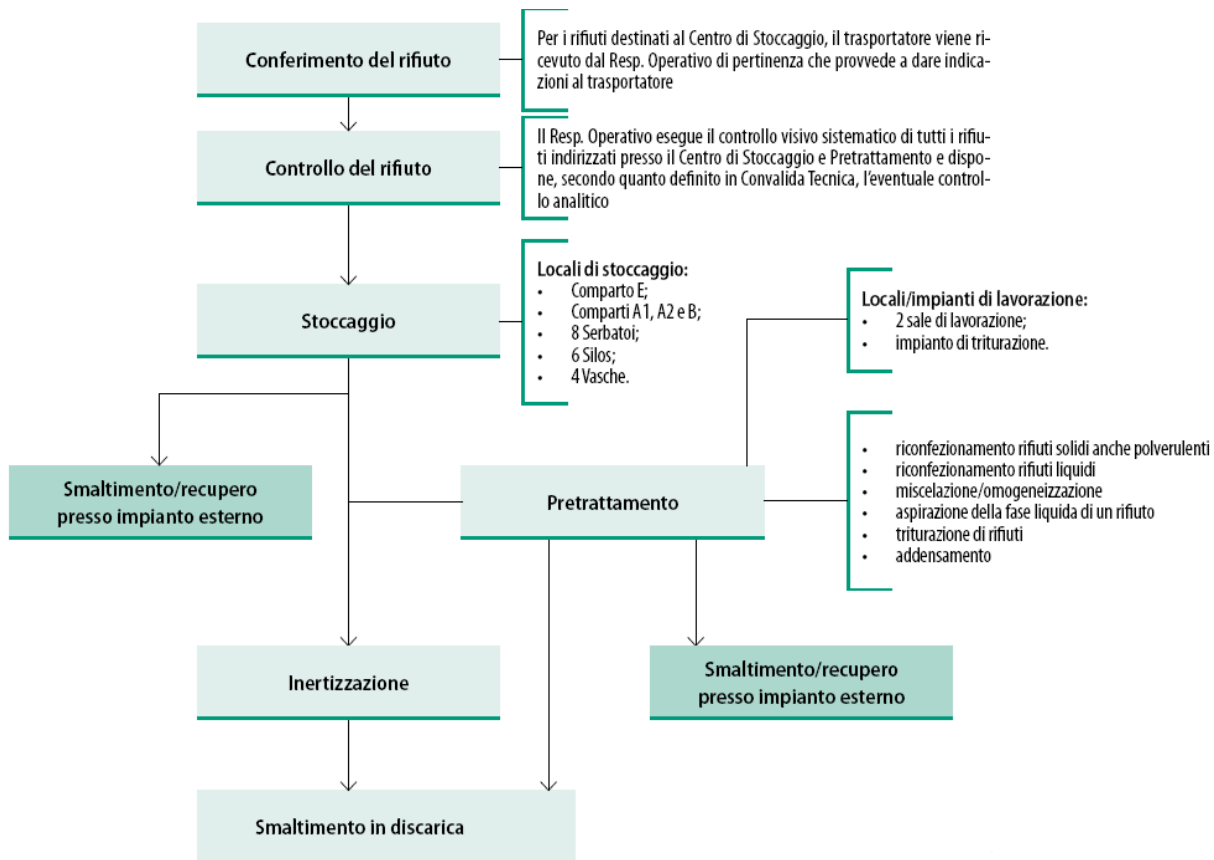
**Figura 6: Impianto Disidrat**

## **2.6 - HASI SRL - Centro di Stoccaggio e Pretrattamento**

Le attività del Centro di Stoccaggio e Pretrattamento (schematizzate in Figura 7) 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.

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



**Figura 7: Attività operative svolte presso il Centro HASI srl**

### **3 - Impostazione dello studio oggetto del protocollo 2018 - 2020**

Nel protocollo triennale 2018-2020 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].

### **- Fibre di 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 (3 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 ha lo scopo di indagare la presenza di un eventuale disagio olfattivo da parte dei residenti all'intorno del comparto e, analogamente al triennio precedente, ha uno sviluppo triennale. Ogni anno verranno 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 diffuse del comparto.

I risultati dell'olfattometria dinamica verranno utilizzati come dati di input a un modello di diffusione, consentendo la stima della dispersione delle sostanze odorigene all'intorno del comparto.

Gli stessi campioni di sostanze odorigene verranno inoltre utilizzati per l'addestramento di un naso elettronico che effettuerà un monitoraggio del disagio olfattivo presso un recettore opportunamente individuato.

La relazione finale (2020) riporterà le risultanze della attività di analisi e monitoraggio delle sostanze odorigene effettuate nel triennio.

### **→ 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 2019

### 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 (figura 8).



**Figura 8 - Pozzo profondo di via Guiccioli - (ex RA-1101)**

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.

Il valore di pH e le concentrazioni risultano sostanzialmente uniformi.

Data campione	pH	Ossidabilità (mg/l)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	Cl <sup>-</sup> (mg/l)	Fenoli (mg/l)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (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,r,	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	0,002	< 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

Data campione	pH	Ossidabilità (mg/l)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	Cl <sup>-</sup> (mg/l)	Fenoli (mg/l)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	Ptot (mg/l)
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
28/08/2018	7,6	15,1	9,11	54,0	< 0,05	< 0,5	0,57
27/08/2019	7,6	14,3	16,52	45,0	< 0,010	0,7	0,65

**Tabella 1 - Dati analitici osservati nel pozzo di via Guiccioli dal 2001 al 2019 (ex RA-1101)**

A partire dal 2015 sono state eseguite anche altre determinazioni analitiche, per rilevare l'eventuale presenza di metalli, PCB, PCT e pesticidi, anche in tracce.

I dati, generalmente inferiori al relativo limite di variabilità strumentale, sono riportati in tabella 2.

Parametro	2015	2016	2017	2018	2019
Pb (µg/l)	< 1	< 1	< 1	1	< 1
Cd (µg/l)	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5
Ni (µg/l)	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Cr (µg/l)	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Cu (µg/l)	< 1	< 1	1	< 1	< 1
As (µg/l)	8	7	6	10	4
Hg (µg/l)	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0.09
PCB (µg/l)	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
PCT (µg/l)	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Pesticidi organo clorurati (µg/l)	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Pesticidi organo fosforiti (µg/l)	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01

**Tabella 2 - Parametri analitici rilevati nel pozzo di via Guiccioli 2015 - 2019 (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. Relativamente alle sostanze odorigene verrà dato conto nella relazione finale, a valle del completamento dello specifico monitoraggio.

Il particolato PM10 è stato campionato nelle 4 postazioni all'interno del comparto già individuate per il triennio 2015 - 2017, 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.

Anche in questo caso le postazioni sono quelle già individuate (figura 8).



**Caratteristiche dei punti**

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

**Figura 8 – Punti di campionamento di particolato PM10 e deposizioni atmosferiche – Caratteristiche dei punti**

#### 4.2.1 – Particolato atmosferico 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 3 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 per il calcolo degli standard di qualità dell’aria.

2019									
N° dati validi / Postazioni	22 gen ÷ 07 feb	1 8 apr ÷ 25 apr	7 mag ÷ 14 mag	23 lug ÷ 30 lug	20 set ÷ 27 set	15 nov ÷ 22 nov	21 nov ÷ 08 dic	11 dic ÷ 23 dic	Dati totali
Postazione 1	17	8	8	8	8	8		8	65
Postazione 2	17	8	8	8	8		8(*)	8	65
Postazione 3	17	8	8	8	8	8		8	65
Postazione 4	17	8	8	8	8	8		8	65
(*) Lo strumento installato nella postazione 2, nel periodo 15 – 21 novembre è stato in manutenzione. Pertanto in questa postazione il monitoraggio, iniziato il 21 novembre, si è protratto fino al 8 dicembre									

**Tabella 3 – Periodi di campionamento del particolato PM10 e numero di dati validi**

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

- 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.

Tre stazioni, ubicate in area urbana, danno indicazioni sulla qualità dell’aria in città: 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 collocazione della stazione locale di San Vitale è finalizzata 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 nell’indagine alla discarica.

In particolare, in tabella 5 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/m<sup>3</sup>);
- la concentrazione massima giornaliera misurata nella postazione;
- il 90,4 percentile delle concentrazioni misurate;
- Il numero di giorni e la percentuale di giorni in cui – durante il monitoraggio – è stata superata la concentrazione di 50 µg/m<sup>3</sup>.

Postazione / Stazione RRQA		N° dati	Media [µg/m³]	Max giornaliero [µg/m³]	90.4° [µg/m³]	N° di sup 50 µg/m³ nei dati rilevati	N° di sup % nei dati rilevati
Postaz. 1		65	29	61	47	5	8%
Postaz. 2		65	39	106	67	15	23%
Postaz. 3		65	32	71	51	7	11%
Postaz. 4		65	28	56	49	6	9%
SAN VITALE	Industriale	74	32	75	55	11	15%
CAORLE	Fondo Urbano Res.	72	26	67	50	7	10%
ZALAMELLA	Traffico Urbano	74	30	74	58	11	15%
ROCCA	Traffico / Industriale	74	26	70	54	8	11%

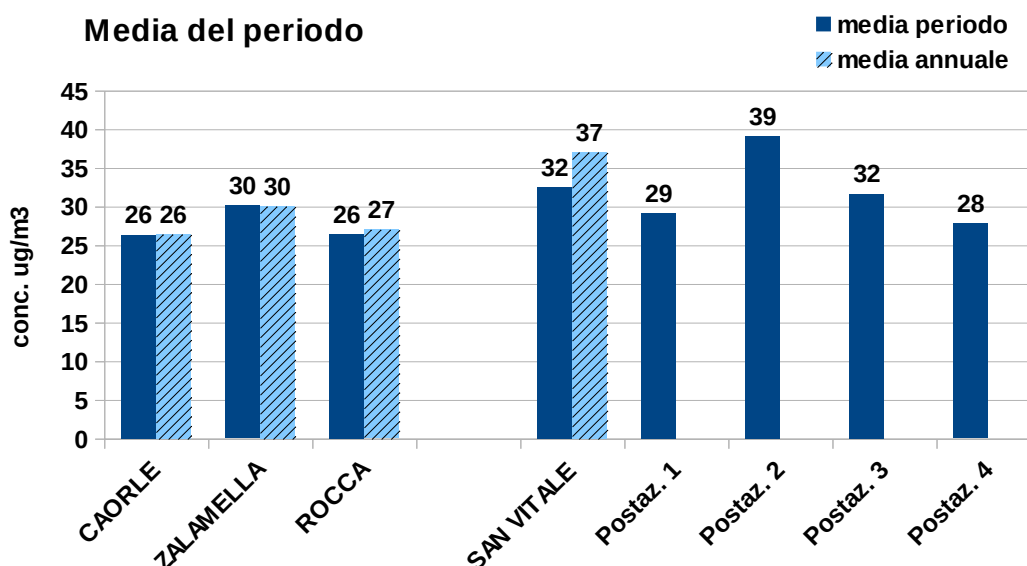
**Tabella 4 – Parametri statistici PM10 per le stazioni RRQA e per le postazioni nel comparto –2019.**

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 µg/m³).

Il 90.4° percentile e il numero di superamenti percentuali calcolati con i dati rilevati nel periodo di misura (< 365 giorni) sono due parametri che forniscono un'indicazione del possibile (o meno) superamento del limite di breve periodo (50 µg/m³ da non superare per più di 35 giorni in un anno). Infatti, considerando la misura indicativa come rappresentativa dell'intero anno, se il 90.4° percentile è superiore a 50 µg/m³, ovvero se il numero di superamenti percentuali è maggiore del 9.6%, si stima che si verificano più di 35 superamenti in un anno della concentrazione media giornaliera di 50 µg/m³.

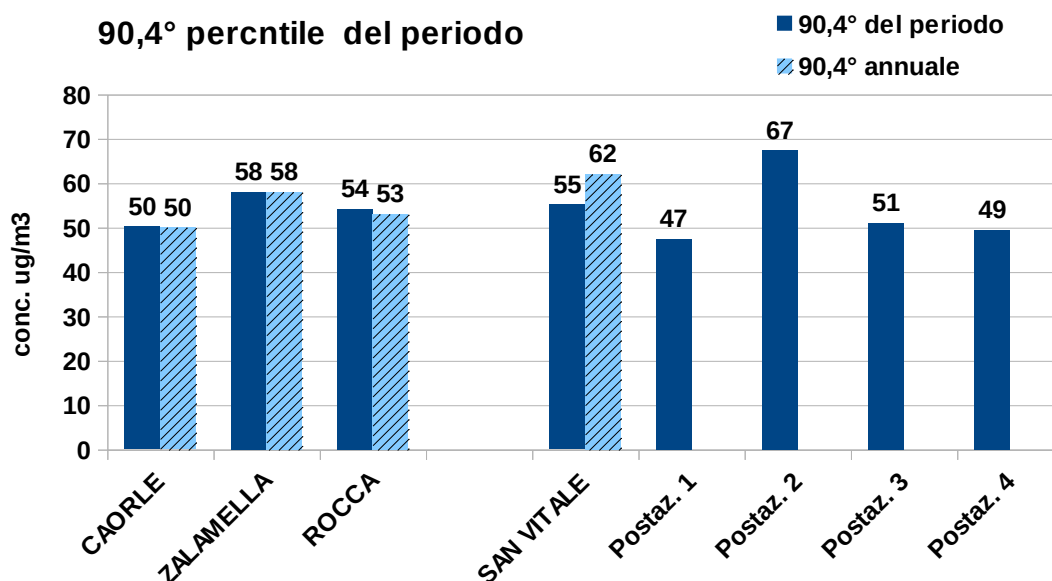
In figura 9 sono riportate le medie di PM10 nelle 4 stazioni della RRQA (media del periodo e media del 2019) e nelle 4 postazioni all'interno del comparto.

Per le stazioni della RRQA le medie del periodo non differiscono in modo sostanziale da quelle annuali ed una simile relazione è plausibile anche per le postazioni all'interno del comparto ( $1 \div 4$ ).



**Figura 9 – Medie di PM10 del periodo di campionamento misurate nel comparto e dalle stazioni della RRQA e medie annuali 2019 delle stazioni della RRQA**

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).



**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 – 2019**

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 PM10 risulta inferiore a 40 µg/m³ in tutte le postazioni.

Con riferimento al limite di breve periodo (media giornaliera maggiore di 50 µg/m³ per meno di 35 giorni in un anno), si stima che nel comparto, il limite non venga superato nelle postazioni 1 e 4.

La postazione più critica è la numero 2, situata lungo la strada interna al comparto e quindi maggiormente influenzata dalle emissioni prodotte dal traffico pesante che avviene nelle sue vicinanze.

#### **4.2.2 – Metalli e microinquinanti nel particolato PM10**

Come previsto dal protocollo, 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

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

#### 4.2.2.1 - Metalli

In tabella 5 sono riportate le concentrazioni medie e max dei metalli rilevate sulle 3 postazioni di campionamento. 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 6 occorre tener conto del volume d'aria campionato.

Metalli ( $\text{ng/m}^3$ )	Postazione 1		Postazione 2		Postazione 4	
	Media	Max	Media	Max	Media	Max
<b>Piombo</b>	4,2	7,1	36,4	94,4	23,0	59,8
<b>Cadmio</b>	0,1	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3
<b>Cromo</b>	3,6	5,2	6,1	8,9	3,9	5,7
<b>Nichel</b>	1,9	2,0	2,1	2,6	2,1	2,5
<b>Vanadio</b>	2,0	3,1	2,7	3,4	2,0	3,0
<b>Argento</b>	0,4	0,5	0,2	0,5	0,2	0,5
<b>Arsenico</b>	0,7	1,0	0,7	1,0	0,5	0,7

**Tabella 5 – Concentrazioni medie e massime di metalli (esprese in  $\text{ng/m}^3$ ) rilevate nel 2019**

A titolo di confronto, la tabella 6 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 ( $\text{ng/m}^3$ )	Range media annuale stazioni RRQA di RA (2010-2019)	Range italiano	Range europeo	Valore Obiettivo DL <sub>vo</sub> 155/2010
<b>Piombo</b>	3,4 - 25,8	6,3 - 210	10 - 100	500
<b>Cadmio</b>	0,2 - 5,8	0,2 - 4	0,2 - 2,5	5
<b>Nichel</b>	1,4 - 5,5	3,3 - 35	1,4 - 13	20
<b>Arsenico</b>	< 1.0	0,3 - 8,4	0,5 - 3	6

**Tabella 6 – Range delle concentrazioni massime ( $\text{ng/m}^3$ ) di piombo, cadmio, nichel, arsenico nel PM10 nelle stazioni della RRQA di Ravenna e rilevate in Italia ed in Europa (dati Istituto Superiore di Sanità)**

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

Le concentrazioni medie annue di Piombo, Cadmio, Nichel, Arsenico misurate nel comparto rispettano i valori obiettivo della qualità dell'aria (DLvo 155/2010). I dati sono generalmente in linea con i dati di bibliografia e con le medie annuali della RRQA. Nel trimestre gennaio-marzo, nella postazione 2 ( $94.4 \text{ ng/m}^3$ ) e nella 4 ( $59.8 \text{ ng/m}^3$ ) del comparto, le concentrazioni di Piombo sono state significativamente maggiori (un ordine di grandezza) rispetto alla postazione 1.

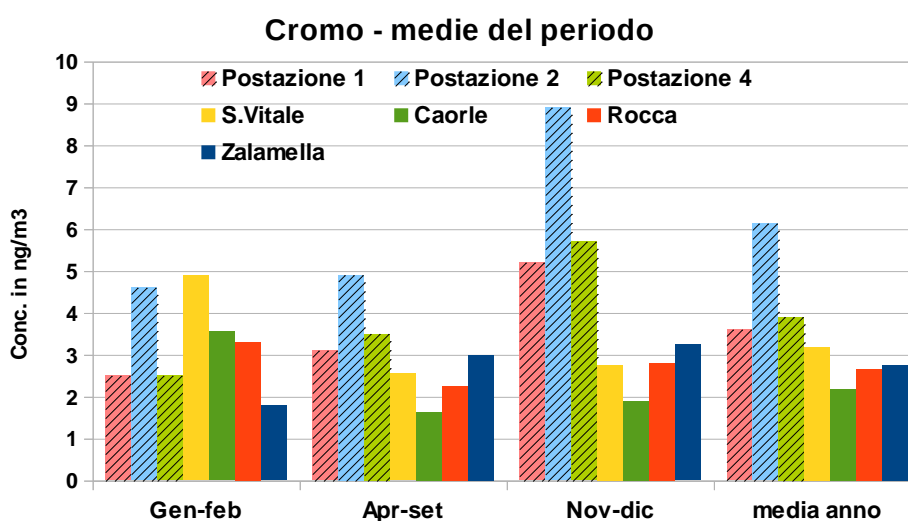
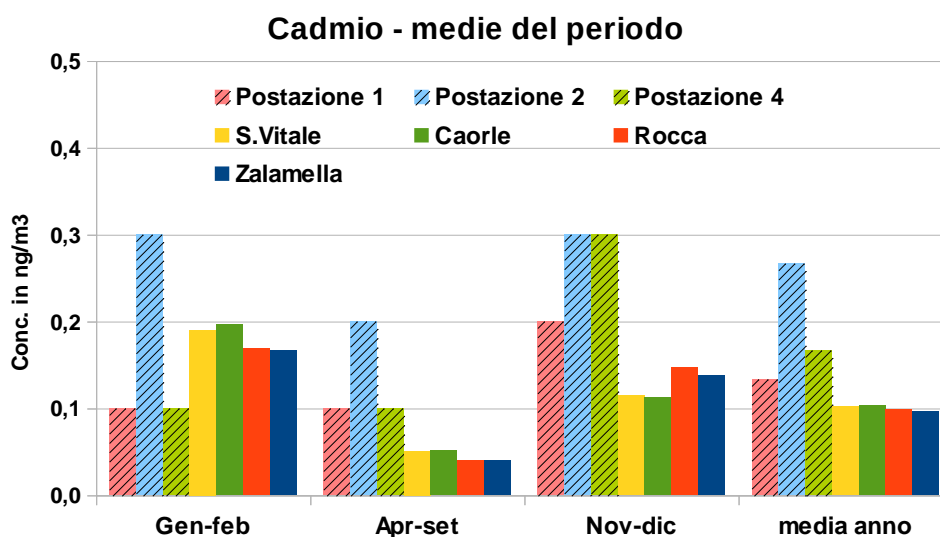
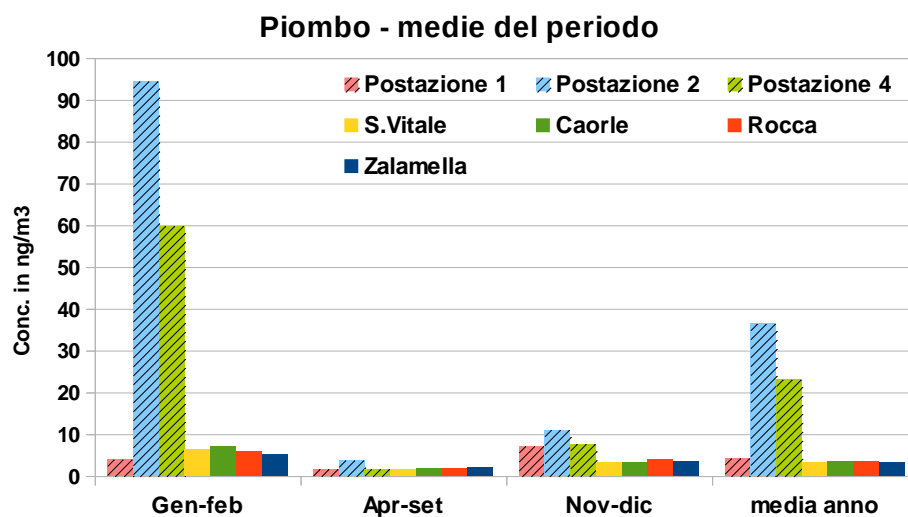


Figura 11 – Pb, Cd e Cr misurati all'interno del comparto e nelle stazioni della RRQA - 2019

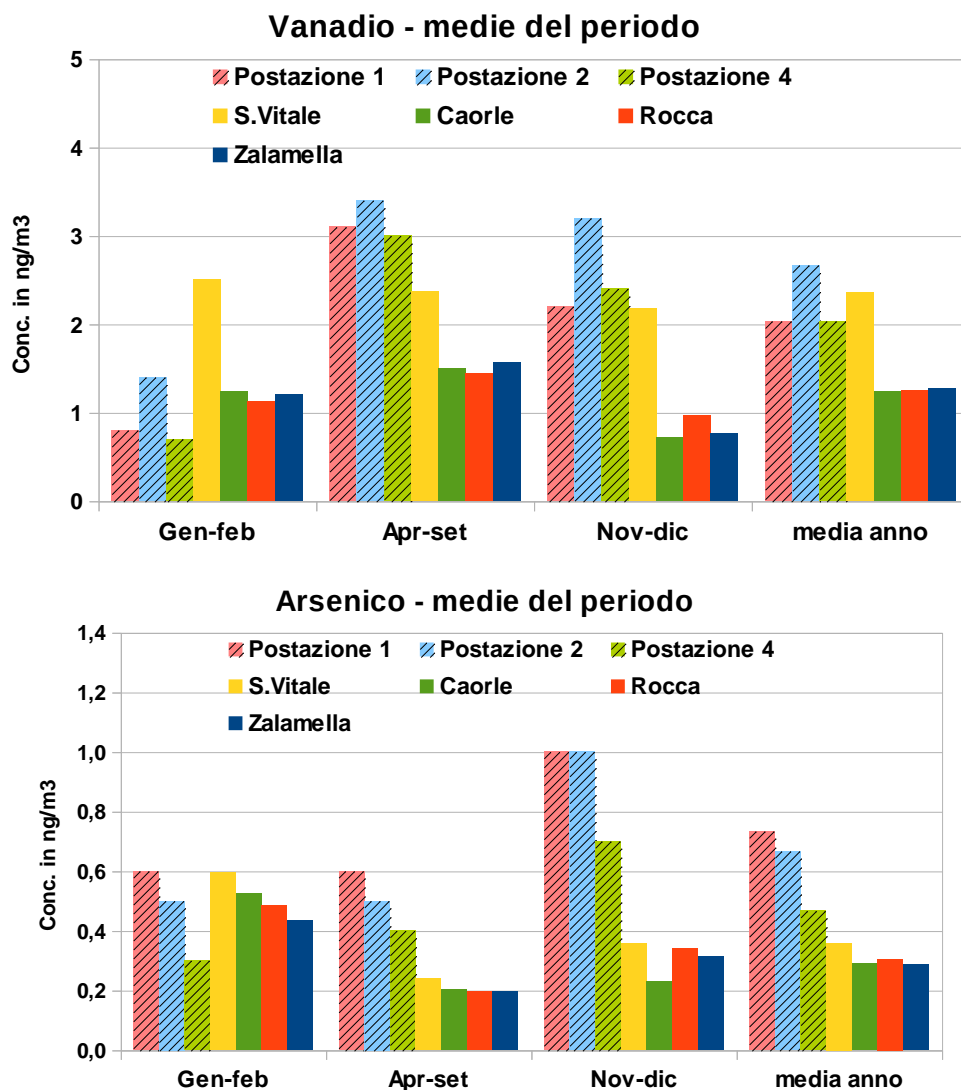


Figura 12 –V e As misurati all'interno del comparto e nelle stazioni della RRQA - 2019

#### 4.2.2.2 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 7 riporta, per ogni periodo e per ogni postazione, le concentrazioni di Benzo(a)Pirene (BaP) e del totale degli IPA rilevati nel 2019; nell'ultima colonna è indicata la concentrazione media annua nella postazione.

Inquinante	Postazione	Gen - Feb	Apr -Set	Nov -Dic	Media
BaP ng/m <sup>3</sup>	Post. 1	0.35	< 0.01	0.23	0.20
	Post. 2	0.27	< 0.01	0.37	0.22
	Post. 4	0.23	0.01	0.22	0.15
IPA tot ng/m <sup>3</sup>	Post. 1	4.52	0.11	3.26	2.63
	Post. 2	3.50	0.12	4.34	2.66
	Post. 4	2.96	0.15	2.69	1.93

Tabella 7 – concentrazioni di BaP e IPA totali rilevati nelle 3 postazioni – anno 2019



Nel grafico (figura 13) sono rappresentate le concentrazioni di BaP rilevate nelle 3 postazioni e quelle misurate presso le stazioni dell'area urbana di Ravenna e presso la stazione di San Vitale.

Il valore obiettivo previsto dalla normativa per questo inquinante è di 1 ng/m<sup>3</sup> come media annuale.

Le concentrazioni rilevate nelle 3 campagne sono risultate sempre al di sotto del limite e, generalmente, inferiori a quelle rilevate presso le stazioni della qualità dell'aria.

### B(a)P - Concentrazioni medie campagne

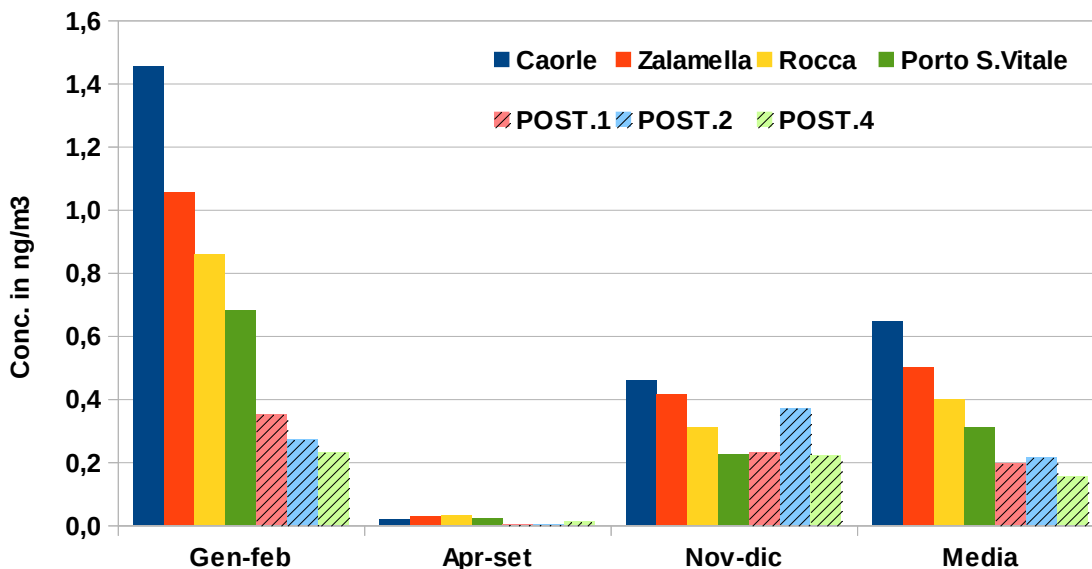


Figura 13 – Concentrazione media di B(a)P misurata nelle postazioni del comparto e nelle stazioni RRQA

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 ciascun di questi IPA rispetto alla loro sommatoria: le concentrazioni percentuali nelle postazioni del comparto sono simili fra loro e a quelle della stazione RRQA Caorle, mentre nelle altre stazioni (Zalamella, Rocca e S. Vitale) 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).

### IPA previsti dal l.vo 155/10 - distribuzione percentuale

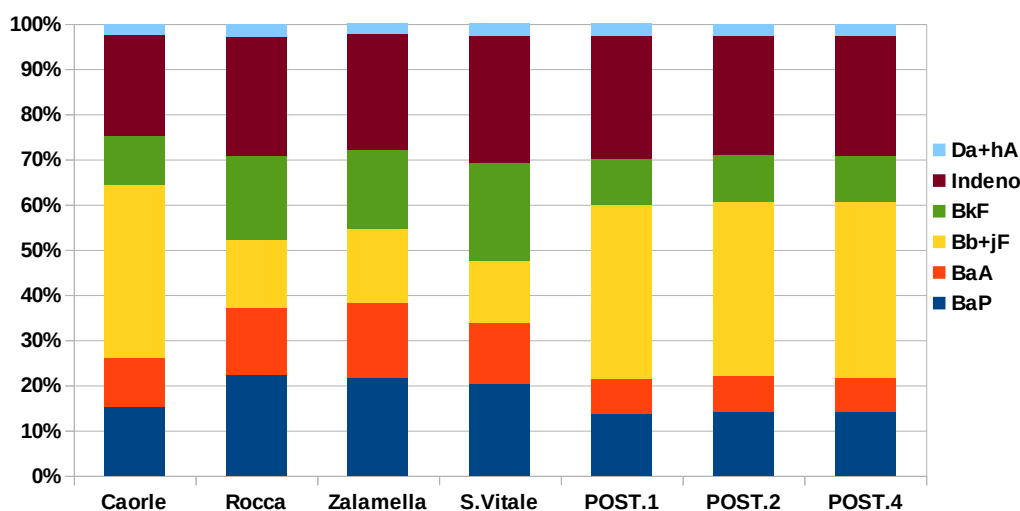


Figura 14 – Concentrazioni di IPA previsti dal D.l.vo 155/2010 rilevate nelle stazioni della RRQA e all'interno del comparto – anno 2019

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

Per quanto riguarda i PCB, in tabella 8 sono riportate alcuni dati di bibliografia e di riferimento (EPA), mentre in tabella 9 le medie (in ng/m<sup>3</sup>) calcolate nel comparto nel 2019 in 3 postazioni.

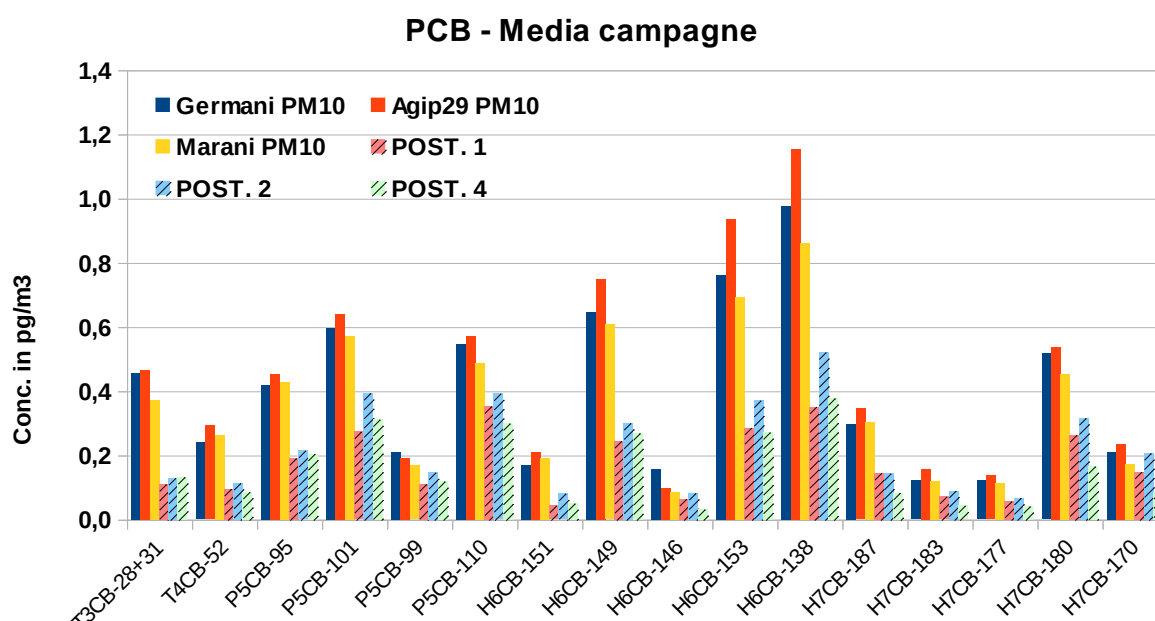
Riferimento	Range
pubblicazioni estere (Bermuda, Great Lakes, Indiana)	0.04 ÷ 8 ng/m <sup>3</sup>
indagini area industriale di Ravenna dal 1996 al 1999	0.03 ÷ 0.3 ng/m <sup>3</sup>
livello obiettivo di risanamento EPA	0.87 ng/m <sup>3</sup>

**Tabella 8 – Valori di riferimento e dati di bibliografia relativi ai PCB in aria ambiente**

Postazione	Media PCB
Postazione 1	0.003 ng/m <sup>3</sup>
Postazione 2	0.004 ng/m <sup>3</sup>
Postazione 4	0.003 ng/m <sup>3</sup>

**Tabella 9 – Concentrazioni medie annuali di PCB in aria ambiente rilevate nel comparto - 2019**

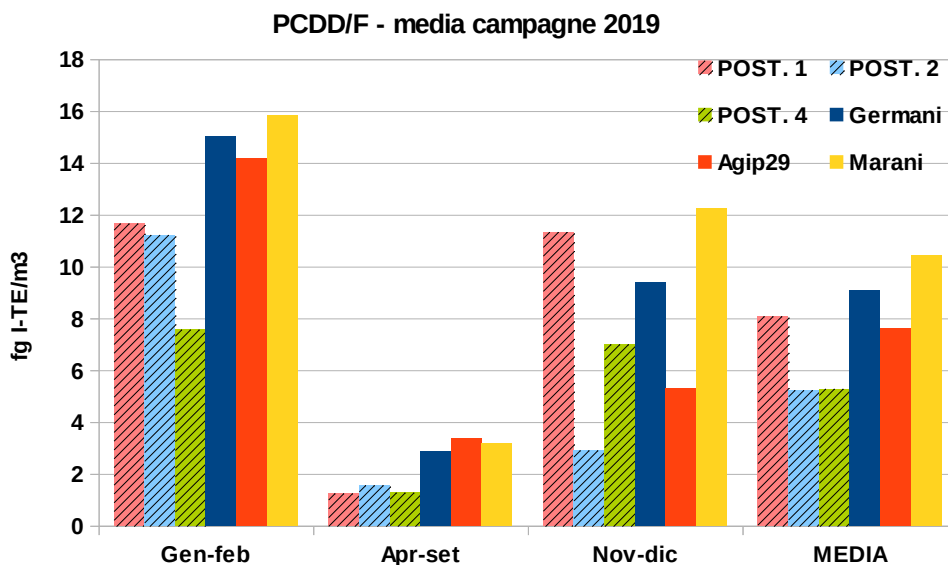
In figura 15, le concentrazioni medie (in pg/m<sup>3</sup>) dei PCB analizzati sono confrontate con le medie annuali rilevate in tre stazioni della rete privata (Marani, Germani e Agip29) interessate dalle ricadute della zona industriale: i PCB nelle postazioni del comparto sono generalmente inferiori o comparabili con quelli rilevati nelle stazioni dell'area industriale e ai dati di bibliografia.



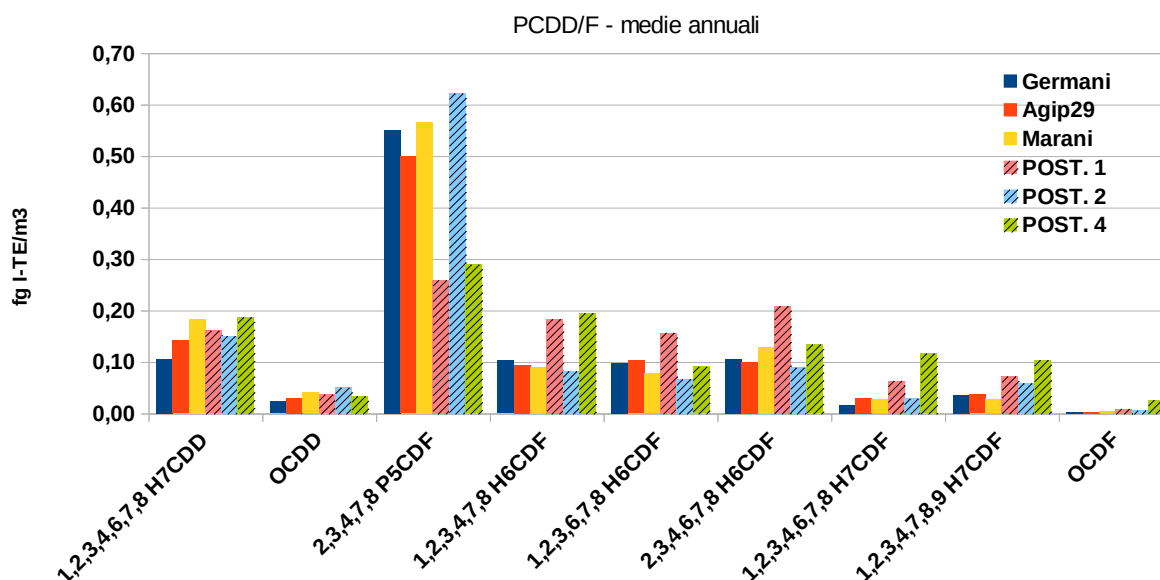
**Figura 15 – Medie annuali dei PCB ricercati nelle postazioni del comparto e nelle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria della rete privata industriale – 2019**

Relativamente a diossine (PCDD) e furani (PCDF), la figura 16 riporta le concentrazioni totali della famiglia, calcolate moltiplicando ciascun congenere per il relativo fattore di tossicità (ITE).

In figura 17 gli istogrammi rappresentano le concentrazioni medie relative ai 10 composti della famiglia PCDD-PCDF quantitativamente più abbondanti. I dati medi rilevati nel comparto sono messi a confronto con le stesse medie calcolate per le tre stazioni della rete privata industriale (Germani, Agip29, Marani) dove Arpae, già dal 2014, effettua un monitoraggio in continuo di questa famiglia di inquinanti.



**Figura 16 – Concentrazioni ITE di PCDD e PCDF totali nelle postazioni del comparto e nelle stazioni della rete privata industriale - 2019**



**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 - 2019**

Considerata la tipologia di sostanze, cautelativamente i dati di concentrazione inferiori al limite di rilevabilità strumentale sono stati considerati pari al limite stesso. Pertanto, anche quando la concentrazione di un composto è risultata sistematicamente inferiore al limite di rilevabilità strumentale, è associato un dato, pari al limite di rilevabilità strumentale.

In corrispondenza delle postazioni all'interno del comparto le concentrazioni medie sono in linea con quelle rilevate presso le stazioni della rete privata industriale. Tendenzialmente i rapporti fra i singoli composti e la loro somma rimangono costanti, sia nei campioni prelevati al comparto sia in quelli delle stazioni di monitoraggio.

### 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, accorpando quanto raccolto nelle postazioni 1+6, postazioni 2+4 e postazioni 3+5 → accorpamento spaziale.

Si è poi effettuato un ulteriore raggruppamento (accorpamento temporale) ottenendo, per ogni coppia di postazioni, quattro campioni trimestrali unendo i campioni di: gennaio-febbraio-marzo, aprile-maggio-giugno, luglio-agosto-settembre e ottobre-novembre-dicembre. In totale i campioni analizzati sono 12, ognuno media di due postazioni e di tre mensilità.

#### 4.2.3.1 - Metalli

In tabella 10 è riportato il range (min ÷ max) del contenuto di metallo nelle deposizioni totali (in  $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{day}$ ) e le medie. I dati di Argento non sono indicati perché sempre inferiori al limite di rilevabilità.

Questi valori possono essere confrontati con i limiti indicati dalla normativa tedesca (TA LUFT 24/07/02) per le deposizioni totali di alcuni metalli (espressi come flussi giornalieri mediati durante l'anno) e con i valori di bibliografia, espressi come range di variabilità in diversi contesti territoriali (aree rurali, aree urbane, aree industriali) (tabella 11).

Deposiz. $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{day}$	Range di variabilità (min – max)			Media		
	Post. 1+6	Post. 2+4	Post. 3+5	Post. 1+6	Post. 2+4	Post. 3+5
<b>Pb</b>	0,4 – 1,2	0,2 – 1,7	0,6 – 6,9	0,8	0,9	2,7
<b>Cd</b>	0,1 – 1,3	0,1 – 1,0	0,1 – 0,8	0,4	0,4	0,5
<b>Cr</b>	0,7 – 1,7	0,7 – 2,2	0,7 – 4,0	1,1	1,3	2,5
<b>Ni</b>	0,2 – 1,7	0,1 – 1,6	0,1 – 2,4	1,1	1,1	1,7
<b>V</b>	0,9 – 3,8	0,6 – 3,1	0,7 – 3,6	1,7	1,3	1,6
<b>As</b>	0,1 – 0,6	0,1 – 0,6	0,3 – 1,0	0,3	0,3	0,5

**Tabella 10 – Metalli – deposizioni totali – concentrazioni minime - massime e medie annuali rilevate nel 2019**

Deposizioni to- tali	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 ( $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{day}$ )
<b>Pb</b>	100	3.3 – 10.3 <sup>(2)</sup>	0.4 – 106 <sup>(2)</sup>	--
<b>Cd</b>	2	0.011 – 0.14 <sup>(1)</sup>	0.16 – 0.9 <sup>(1)</sup>	0.12 – 4.6 <sup>(1)</sup>
<b>Cr</b>	--	6.19 <sup>(3)</sup>	--	--
<b>Ni</b>	15	0.03 – 4.3 <sup>(1)</sup>	5 – 11 <sup>(1)</sup>	2.3 – 22 <sup>(1)</sup>
<b>V</b>	--	--	--	--
<b>As</b>	4	0.082 – 0.43 <sup>(1)</sup>	0.22 – 3.4 <sup>(1)</sup>	2.0 – 4.3 <sup>(1)</sup>

(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 11 – Metalli – deposizioni totali –limiti della normativa tedesca e dati bibliografici di riferimento**

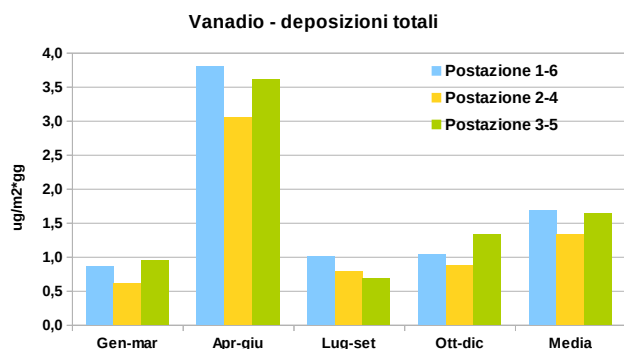
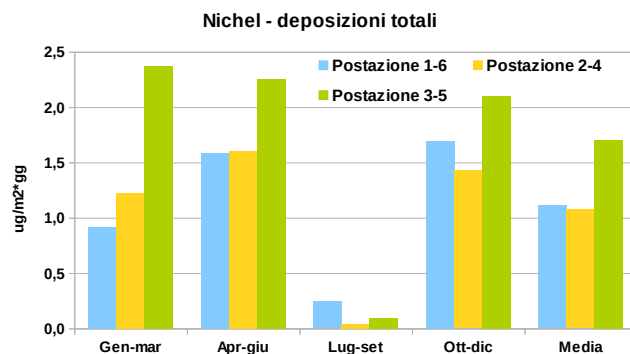
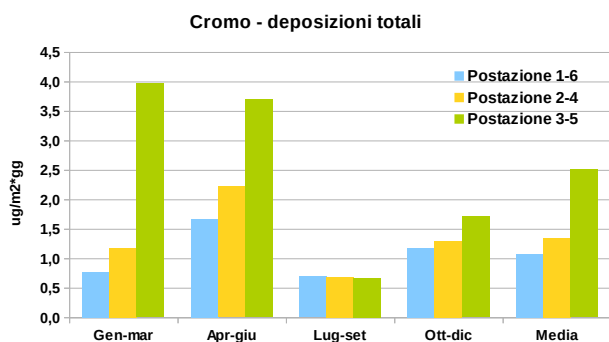
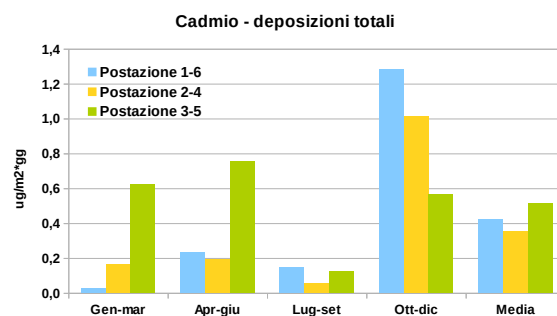
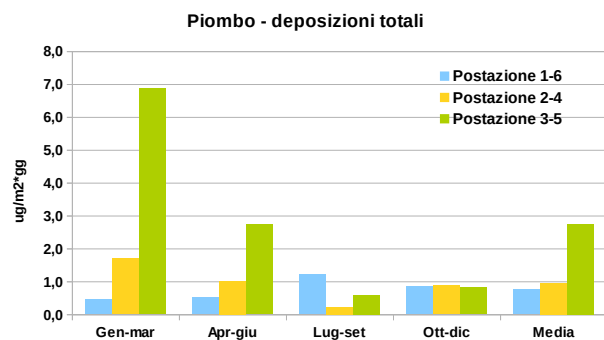
In figura 18, per ogni metallo ricercato, sono rappresentate le medie trimestrali e annuali misurate nel 2019.

La figura 19 riporta gli istogrammi della media annuale nei tre campioni per i diversi metalli.

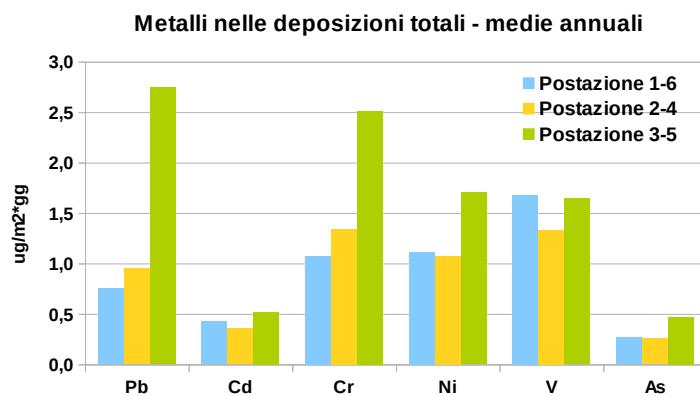
Dalla rappresentazione grafica si nota che le deposizioni delle postazioni 1+6, relative al particolato e alle acque piovane raccolte nell'area Nord del comparto, sono inferiori a quelle delle altre due postazioni.

Nel 2019 i valori più significativi delle medie annuali si riscontrano nel campione relativo alle postazioni 3+5, in particolare per Piombo e Cromo.

I range di flusso misurati sono in linea con quelli tipici di aree industriali riportati nel Position Paper della UE.



**Figura 18 – Medie trimestrali dei metalli ricercati nelle postazioni accorpate - 2019**



**Figura 19 – Medie annuali dei metalli ricercati nelle postazioni accorpate - 2019**

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

I flussi di deposizione minimi e massimi misurati e il flusso massimo annuale (calcolato a partire dal flusso massimo giornaliero) misurato nel 2019 sono riportati nelle tabelle che seguono per IPA (Tabella 12), PCB (Tabella 13) e Diossine (Tabella 14).

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 SAMANET<sup>3</sup>, 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 <sup>2</sup> *day)	Post. 2+4 (ng/m <sup>2</sup> *day)	Post. 3+5 (ng/m <sup>2</sup> *day)	Flusso max annuale stimato (µg/m <sup>2</sup> *anno)	Rete SAMANET (µg/m <sup>2</sup> *anno)
2019	BaP	< 0.01 – 2.24	0.55 – 3.19	< 0.01 – 4.49		
	BaA	< 0.01 – 2.91	< 0.01 – 4.39	< 0.01 – 4.74		
	Bb+jF	< 0.01 – 8.98	0.67 – 10.09	< 0.01 – 14.67		
	BkF	< 0.01 – 2.08	< 0.01 – 3.04	< 0.01 – 3.32		
	Indeno	< 0.01 – 6.38	< 0.01 – 7.67	< 0.01 – 9.93		
	Da+hA	< 0.01 – 1.72	< 0.01 – 1.47	< 0.01 – 2.68		
	IPA tot	5.58 – 78.05	12.92 – 104.6	4.68 – 159.15	58.25	59.8 – 362.7

Tabella 12 – Flussi minimi e massimi giornalieri di IPA nel comparto e flusso massimo annuale stimato – 2019

		Post. 1+6	Post. 2+4	Post. 3+5	Flusso max annuale stimato (µg/m <sup>2</sup> *anno)	Rete SAMANET (µg/m <sup>2</sup> *anno)
2019	PCB tot (ng/m <sup>2</sup> *day)	0.43 – 1.32	0.48 – 3.49	0.71 – 3.84	1.40	0.05 - 2.55

Tabella 13 – Flussi minimi e massimi giornalieri di PCB nel comparto e flusso massimo annuale stimato – 2019

		Post. 1+6	Post. 2+4	Post. 3+5	Linee guida Germania (pg ITE/m <sup>2</sup> *day)
2019	PCDD/F (pg ITE/m <sup>2</sup> *day)	0.27 – 0.45	0.28 – 3.87	0.33 – 1.30	4

Tabella 14 – Flussi minimi e massimi giornalieri di PCDD/F nel comparto - anno 2019

Nel 2019 i valori di microinquinanti nelle deposizioni totali sono inferiori a quelli indicati nella bibliografia citata: per i PCB il dato massimo stimato si trova nel range di valori della rete SAMANET; per IPA è inferiore al minimo del range della rete SAMANET e per le diossine è minore del valore della linea guida tedesca.

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 di fondamentale importanza proseguire nel monitoraggio per realizzare una storicità locale e verificare eventuali trend.

<sup>3</sup> La rete di **Monitoraggio SAMANET**, realizzata e gestita dalla Sezione Antinquinamento del Magistrato alle Acque (SA-MA), 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.



#### 4.2.4 - Fibre di amianto

Per la ricerca di fibre di amianto disperse in aria ambiente, nel corso del 2019 sono stati condotti 3 campionamenti presso il piazzale adibito allo stoccaggio temporaneo di MCA (figura 20)



Figura 20 – Postazione per il campionamento dell'amianto

Come risulta anche dai rapporti di prova allegati, in tutti i campioni il numero di fibre è inferiore alla soglia di rilevabilità del metodo.

Per le fibre aerodisperse nell'ambiente non esiste un limite normativo. Ci si può riferire, a livello indicativo, ai valori guida del 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).

Inoltre il WHO, in uno studio del 2000 relativo al rischio ed alle misure in aria di fibre di amianto, 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.

Pertanto, nonostante il dato rassicurante, si ritiene opportuno proseguire nella verifica/controllo di assenza di contaminazione da amianto aerosospeso, effettuando, anche nel 2020, 3 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.

### 4.3 - Indicatori di bioaccumulo

Ad integrazione del monitoraggio ambientale descritto - volto a valutare l'acqua e l'aria in quanto possibili bersagli dell'impatto della discarica – e per ottenere una migliore conoscenza del quadro ambientale, sono stati valutati alcuni indicatori di bio-accumulo (elementi vegetali ed animali) che hanno la capacità di fissare e concentrare gli eventuali inquinanti dispersi. In questo modo si tenta di verificare anche l'interazione tra l'impianto e gli organismi di flora e fauna che vivono nei dintorni determinando 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 21), e due campioni vegetali presso un'azienda agricola di Conselice, da considerarsi come bianco (non esposta a ricadute).

Sempre con cadenza annuale sono stati prelevati a S.Alberto (figura 21) 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 07/03/2019.

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. 21 - 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, invece, da un allevamento che utilizza foraggi di zone non sottoposte all'influenza della discarica (Pisignano).

Nella tabella 15 sono riportati i valori degli esiti analitici dei parametri ricercati sulle matrici alimentari nel 2019, confrontati con il rispettivo campione "bianco".

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 e in tabella 15 è riportata solamente la loro somma (i singoli valori sono nei rapporti di prova allegati).

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. Cadmio, Mercurio e Arsenico sono in generale pari o inferiori al limite di rilevabilità strumentale per tutte le matrici; Piombo, Cromo, Nichel e Rame risultano generalmente maggiori nei campioni vegetali (in particolare nel grano) rispetto a quelli animali (figura 22).

Anno 2019 Matrice		Pb	Cd	Cr	Ni	Cu	Hg	As	PCB
		mg/kg							WHO-TE pg/g
Grano	Campione	0.07	0.06	0.48	0.61	10.0	0.004	0.01	n.c.
	Bianco	0.08	0.06	0.62	0.51	12.4	0.004	0.01	n.c.
Pesche	Buccia	Campione	0.08	0.02	0.04	0.17	1.8	0.005	n.c.
		Bianco	0.07	0.04	0.06	0.11	2.4	0.005	
	Polpa	Campione	0.07	< 0.01	0.04	0.12	1.3	0.003	
		Bianco	0.07	< 0.01	0.12	0.1	1.9	0.005	
Latte	Cam. 03/07		0.09	< 0.01	0.04	0.05	0.56	0.005	0.1
	Cam.04/09		< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.01	0.36	< 0.003	n.c.
	Cam.25/11		< 0.01	< 0.01	0.09	0.04	0.16	< 0.003	n.c.
	Bianco 07/03		< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.4	< 0.003	0.04

**Tabella 15 - Contenuto in metalli pesanti (mg/kg) e fattore di tossicità WHO-TE per i PCB (pg/g) negli indicatori di bioaccumulo – Anno 2019**

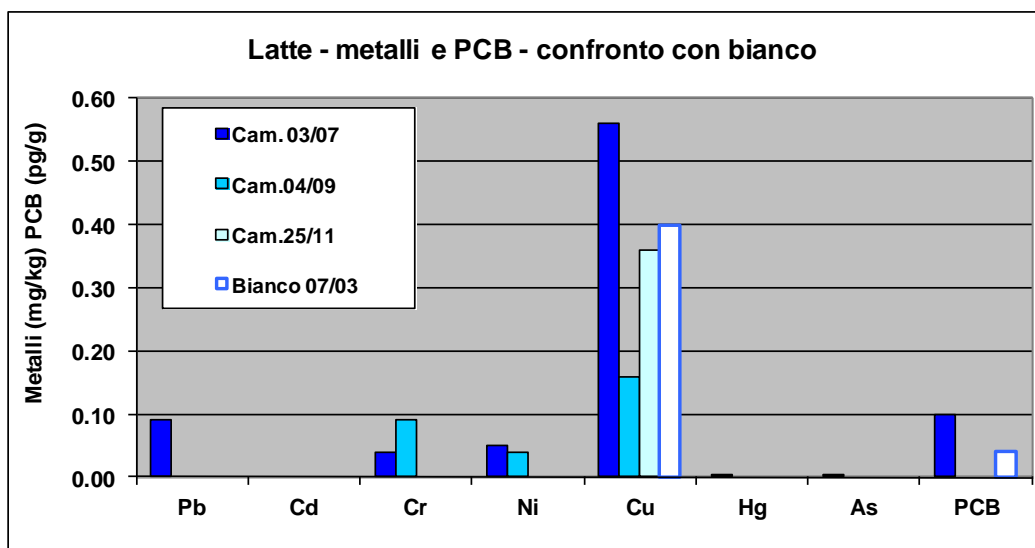
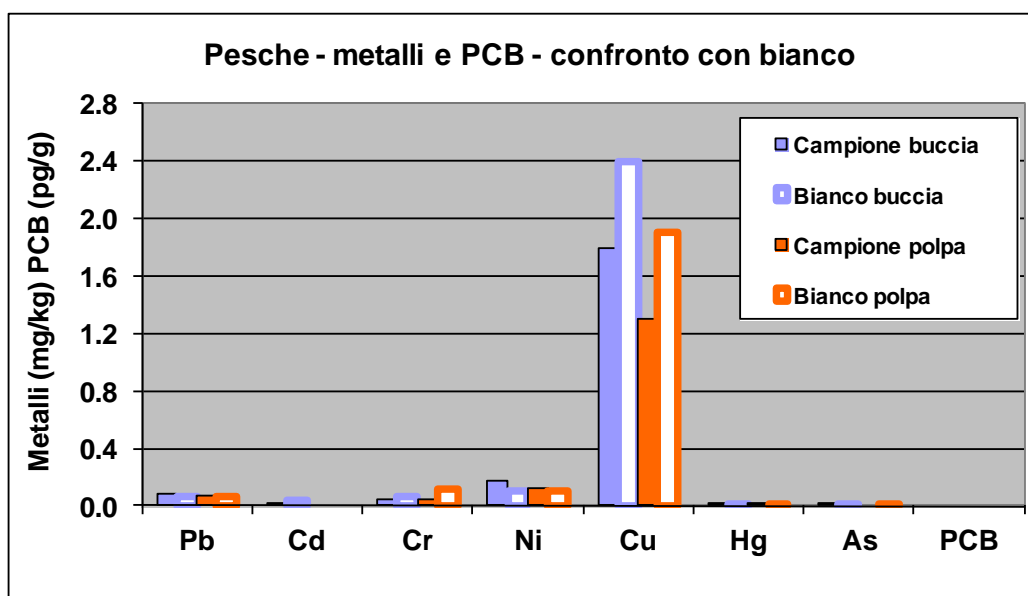
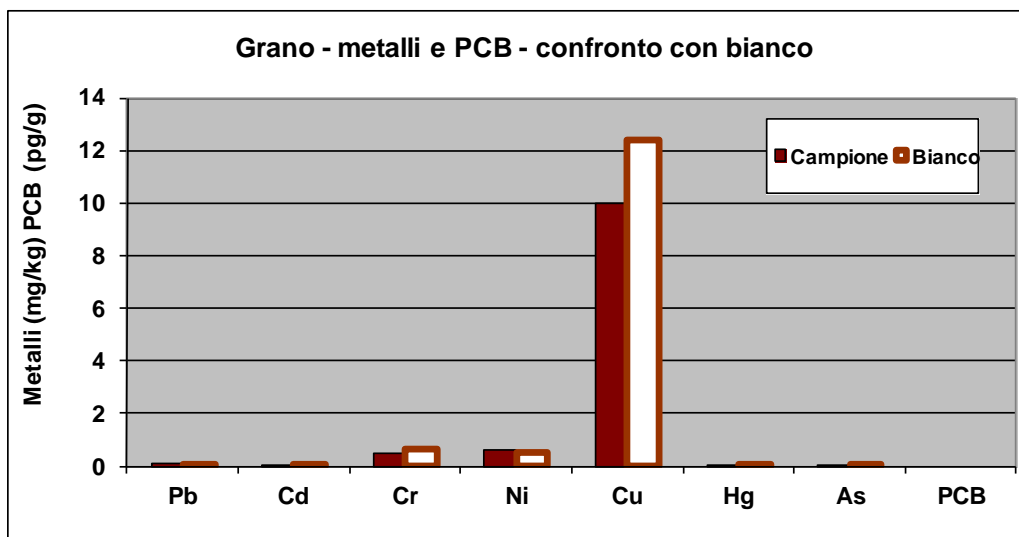


Figura 22 - Metalli e PCB nelle diverse matrici considerate e confronto con i relativi "bianchi"