



Sorveglianza sulla salute della  
Popolazione nei pressi del  
Termovalorizzatore di  
Torino



Programma SPoTT  
Report n° 15

**MONITORAGGIO SU MATRICI ANIMALI E VEGETALI DI DIOSSINE,  
FURANI E POLICLOROBIFENILI NELL'AREA DEL  
TERMOVALORIZZATORE DI TORINO**

**Aggiornamento sulle attività anno 2021**

Agosto 2022

Rapporto a cura di

SC Epidemiologia e Analisi del Rischio

**SS Biostatistica Epidemiologia e Analisi del Rischio**

Il rapporto è condiviso nella metodologia, nei risultati e nei commenti dal Comitato Tecnico Scientifico del programma SPoTT, a cui vanno i nostri ringraziamenti:

Francesco Forastiere  
Fabrizio Minichilli  
Roberto Pasetto

Un gruppo di autori si è fatto carico della redazione del report, ma un ben più cospicuo numero di persone ha contribuito alla realizzazione delle diverse attività, persone cui va il riconoscimento generale per l'impegno e la professionalità mostrata.

Data la delicatezza dei temi affrontati e la complessità delle azioni messe in campo, il programma SPoTT si è dotato di uno specifico piano di comunicazione nel cui ambito si colloca questo rapporto. È possibile porre ulteriori domande di chiarimento attraverso l'apposito indirizzo e-mail [coordinamento.spott@arpa.piemonte.it](mailto:coordinamento.spott@arpa.piemonte.it).

# Indice

<i>Sintesi del quindicesimo rapporto di studio</i> .....	4
<i>Introduzione</i> .....	6
<b>1. IL CONTESTO</b> .....	7
1.1. L'impianto.....	7
1.2. Il programma SPoTT .....	7
<b>2. MATERIALI E METODI</b> .....	9
<b>3. RISULTATI</b> .....	12
3.1. Uova.....	12
3.1.1 <i>Confronto dei campioni di uova con altre aree contaminate (siti di interesse nazionale – piano sin13)</i> .....	14
3.2. Fieni. ....	15
3.3. Studio dei congeneri.....	16
3.3.1. Uova .....	16
3.3.2 Fieni .....	19
<b>4. CONCLUSIONE</b> .....	22
<b>5. BIBLIOGRAFIA</b> .....	23

## Sintesi del quindicesimo rapporto di studio

Il monitoraggio condotto nel 2021 nell'area del Gerbido su matrici animali e vegetali aveva come obiettivo la verifica della presenza di contaminazione da microinquinanti, e in quel caso la sua caratterizzazione. Inoltre, l'interpretazione dei risultati poteva contare sulla disponibilità dei risultati di analoghe campagne di controllo condotte in passato nella stessa area e nel 2013 in due siti di interesse nazionale piemontesi (Basse di Stura e Serravalle Scrivia).

Il presente report descrive i risultati delle analisi condotte su uova e fieni ottenuti nella primavera e nell'autunno del 2021 da quattro aziende agricole "sentinella", opportunamente selezionate per la loro localizzazione nell'area circostante al termovalorizzatore. Le uova erano prodotte esclusivamente per l'autoconsumo familiare.

I campioni hanno presentato segni di contaminazione come ci si poteva aspettare dal momento che le aziende sono situate in una zona caratterizzata dalla commistione di insediamenti zootecnici e industriali e da una contaminazione storica da microinquinanti che era stata già dimostrata in precedenti campagne di controllo.

La contaminazione identificata ha caratteristiche simili a quella individuata in passato nella stessa area o in quelle per le quali si disponeva di dati di confronto. Per due aziende, in particolare, le analisi mostrano che la miscela inquinante presenta sia nella campagna primaverile sia in quella autunnale una quota percentuale di furani superiore a quella delle diossine: la predominanza dei furani è indice di una sorgente combustiva. In nessuno dei campioni considerati, né di uova, né di fieno i rapporti tra i congeneri indicano una contaminazione da pentaclorofenolo (PCP), composto che avrebbe segnalato una contaminazione puntuale essendo usato come conservante del legno e pesticida e che può contenere le diossine come impurità; in un campione invece il rapporto tra congeneri è compatibile con inquinamento da veicoli diesel.

Lo studio dei congeneri delle miscele riscontrate nelle uova e nei fieni nell'area del termovalorizzatore del Gerbido indicano che la contaminazione riscontrata ha caratteristiche analoghe a quelle che erano state riscontrate in passato in altre aree periurbane ed industriali piemontesi. È quindi plausibile che le uova prelevate nelle cascine nell'area del termovalorizzatore rispecchino un fenomeno di contaminazione di fondo associabile alla presenza di siti industriali presenti normalmente sul nostro territorio. Rispetto a quanto era stato ottenuto in una campagna di controllo del 2012, i campioni di uova e fieno analizzati nel 2021 presentano una variazione nel profilo chimico che era già stata osservata in un campione nel 2015: le campagne di controllo periodico già previste per questo progetto offriranno la

possibilità di approfondire il fenomeno e cercare di identificarne l'origine. Allo scopo, inoltre, potranno rivelarsi utili anche i risultati prodotti da ARPA sulle matrici ambientali.

## Introduzione

Il presente rapporto è il quindicesimo del programma SPoTT e il primo del nuovo corso, che copre il periodo 2020-2023, con l'introduzione di nuove linee di attività e l'integrazione di quelle precedenti. Il Programma SpoTT è stato avviato nel 2013 con l'obiettivo di sorvegliare la salute dei residenti e dei lavoratori impegnati nell'impianto di incenerimento dei rifiuti di Torino. Lo scopo è quello di monitorare l'esposizione a fattori tossici ambientali, individuare eventuali effetti sulla salute e fornire indicazioni per la prevenzione.

Questo rapporto ha l'obiettivo di descrivere e caratterizzare la contaminazione da microinquinanti riscontrata nell'area del Gerbido su matrici animali e vegetali durante il 2021 e di confrontare tale contaminazione con quella riscontrata nella stessa area nel passato e con quella delle aree di Basse di Stura e di Serravalle Scrivia, comprese nei siti di interesse nazionale e monitorate nel 2013.

Tutti i materiali, condivisi nella metodologia, nelle procedure e negli esiti dal Comitato Tecnico Scientifico e sono disponibili sul sito web creato per il programma (<https://www.spott.dors.it/>). Sullo stesso sito sono disponibili i risultati di tutti i report precedenti.

# **1. IL CONTESTO**

## **1.1. L'impianto**

Costruito tra il 2010 e il 2013 in località Gerbido, il termovalorizzatore di Torino è un impianto che incenerisce rifiuti urbani residui della raccolta differenziata e rifiuti speciali assimilabili agli urbani, trasformando il calore prodotto dalla combustione, in energia elettrica e termica. Con il rinnovo dell'ultima Autorizzazione Integrata Ambientale, il termovalorizzatore del Gerbido ha ottenuto dalla Città Metropolitana la possibilità di aumentare la sua capacità portando le iniziali 421 mila tonnellate all'anno di rifiuti bruciati, fino a saturazione del carico termico e per una capacità di trattamento pari a 560.000 t/anno, come indicato nel D.P.C.M. del 10 agosto 2016.

L'impianto si compone di un forno a griglia mobile a valle di tre linee, gemelle ed indipendenti, di conferimento rifiuti, con le uniche sezioni comuni relative allo stoccaggio/alimentazione ed alla conversione energetica (turbina e generatore). Esso dispone, inoltre, di un sistema di monitoraggio indipendente delle emissioni a camino, costantemente sorvegliato da ARPA in remoto.

## **1.2. Il programma SpoTT**

SpoTT (acronimo per Sorveglianza sulla salute della Popolazione nei pressi del Termovalorizzatore di Torino) è un sistema di sorveglianza con l'obiettivo generale di valutare potenziali effetti avversi dell'inquinamento ambientale sulla salute dei residenti nelle aree circostanti il termovalorizzatore di Torino. È attuato da ARPA Piemonte, ASL Città di Torino, ASL TO3, Istituto Zooprofilattico Sperimentale del Piemonte, Liguria e Valle d'Aosta in collaborazione con l'Istituto Superiore di Sanità su mandato specifico della Città Metropolitana di Torino.

L'organo tecnico che regola le attività di SpoTT è il Gruppo di Lavoro il cui coordinamento, a partire dal 2019, è in capo alla dott.ssa Cristiana Ivaldi della S.S. Epidemiologia Ambientale di ARPA Piemonte.

Il progetto si avvale di un Comitato Tecnico Scientifico che ha funzione di garante delle metodologie, della pianificazione delle varie linee progettuali e di validazione dei risultati.

Il Programma SpoTT è organizzato in diverse linee progettuali che riguardano la popolazione residente e i lavoratori dell'impianto di incenerimento. Ognuna di esse è affidata, per competenza, a gruppi di specialisti appartenenti ai diversi Enti che compongono il Gruppo di Lavoro. Le linee di attività sono:

- monitoraggio epidemiologico degli effetti a breve termine sulla salute della popolazione residente nell'area di ricaduta delle emissioni dell'impianto;
- sorveglianza epidemiologica degli effetti a lungo termine sulla salute della popolazione residente nell'area di ricaduta delle emissioni dell'impianto (tema del presente rapporto);
- monitoraggio biologico mediante misura di biomarcatori di esposizione;
- monitoraggio della salute dei lavoratori addetti all'impianto di termovalorizzazione del Gerbido;
- monitoraggio di matrici alimentari;
- studio modellistico di dispersione degli inquinanti in atmosfera;
- ampliamento del monitoraggio sulle deposizioni mercurio.

Accanto a queste attività, esistono poi funzioni trasversali che permettono la corretta gestione di un progetto così complesso e articolato:

- il coordinamento, con funzioni più amministrative e di accordo tra i diversi enti
- la gestione del data base e del deposito dei campioni biologici prelevati a fine futuri di ricerca
- una linea specificamente dedicata alla comunicazione

Conformemente a quanto richiesto dalla Legge, al fine di tutelare i diritti, la sicurezza e il benessere delle persone coinvolte e di fornire pubblica garanzia di tale tutela, SpoTT è stato valutato e approvato dal Comitato Etico dell'AOU San Luigi Gonzaga di Orbassano.

## 2. MATERIALI E METODI

Come da protocollo scientifico del progetto, all'interno di un'area buffer concentrica pari a 3 km di raggio dal termovalorizzatore sono stati identificate lungo gli assi cardinali 4 aziende zootecniche in cui eseguire i prelievi. Tali aziende presentano prati permanenti adibiti alla produzione di foraggio per autoconsumo in azienda. Due di queste (denominate più avanti come azienda A e azienda D) sono già state oggetto in passato di controllo da parte del Servizio Veterinario della ASL T03.

Per caratterizzare la contaminazione sono stati utilizzati i dati relativi alle analisi condotte sulle matrici di origine animale (uova) e sui fieni provenienti da prati stabili adibiti a pascolo per gli animali. Durante il 2021 sono stati prelevati 13 campioni, 9 riguardanti le uova e 4 i fieni. Ai fini della caratterizzazione della contaminazione, sono stati considerati anche i risultati analitici ottenuti nella medesima area in campagne di controllo precedenti e a disposizione nella base dati di IZSPLV. Nello specifico si trattava dei seguenti campioni suddivisi per periodo di prelievo e natura della matrice:

- Anno 2012: 8 campioni di uova
- Anno 2014: 2 campioni di fieno
- Anno 2015: 1 campione di fieno, 1 di uova
- Anno 2016: 2 campioni di fieno

I campioni di fieno (maggengo) nel periodo temporale 2014-2016 erano stati ottenuti da 4 allevamenti nei pressi del termovalorizzatore di Torino, nei comuni di Grugliasco e Orbassano; quelli ottenuti nell'ambito del progetto SpoTT2, come da protocollo progettuale, sono stati campionati nelle 4 cascine considerate nei comuni di Grugliasco, Orbassano, Rivoli nel 2021.

Gli analiti sono stati identificati, confermati e quantificati utilizzando la gas cromatografia con spettrometria di massa ad alta risoluzione (GC-HRMS) così come previsto dal Regolamento UE 2017/644 e seguendo i metodi EPA 1613 e 1688.

Il Regolamento prescrive la determinazione dei congeneri tossicologicamente rilevanti, rispettivamente 17 congeneri nel caso di diossine e furani (PCDD/F) e 12 nel caso di DL-PCB.

I risultati dei congeneri si basano sui valori di equivalenza tossica dell'Organizzazione Mondiale della Sanità, OMS-TEQ, a loro volta ottenuti moltiplicando la concentrazione rilevata

di ciascuno congenere per i fattori di equivalenza tossica (TEF) che misurano l'affinità relativa di ciascuno di essi (rispetto a quella della 2,3,7,8-tetracloro-dibenzo-p-diossina, 2,3,7,8-TCDD) nei confronti del recettore cellulare Ah (Aryl hydrocarbon).

Come sintetizzato in tabella 2.1, in base al Regolamento 1881/2006 e successive modifiche e al Regolamento (UE) N. 277/2012 della Commissione i valori limite per l'insieme di diossine e furani sono pari 2.5 pg/g di grasso per le uova e 0.75 ng OMS-PCDD/F-TEQ/kg per i fieni, mentre per la sommatoria di diossine, furani e DL-PCB sono pari rispettivamente a 5 pg/g di grasso per le uova e 1.25 ng OMS-PCDD/F-TEQ/kg per i fieni. I livelli di azione per le uova sono invece pari a 1.75 pg/g di grasso sia per diossine e furani sia per i DL-PCB, mentre per i fieni sono previsti rispettivamente 0.5 ng OMS-PCDD/F-TEQ/kg per diossine e furani e 0.35 ng OMS-PCDD/F-TEQ/kg per i DL-PCB (Raccomandazione della Commissione del 23 agosto 2011 e Raccomandazione della Commissione del 11 settembre 2014).

**Tabella 2.1.** Valori massimi e livelli di azione consentiti dalla normativa per uova di galline e ovoprodotti e materie prime per mangimi di origine vegetale.

	UOVA (pg/g di grasso)			FIENO (ng OMS-PCDD/F-TEQ/kg)		
	PCDD/F	DL-PCB	sommatoria	PCDD/F	DL-PCB	sommatoria
limiti	2.5	-	5	0.75	-	1.25
livelli di azione	1.75	1.75	-		0.5	0.35

Per i campioni esaminati è disponibile il dettaglio dei valori di concentrazione dei singoli congeneri di diossine, furani e DL-PCB. Ai valori di concentrazione di ciascuno dei 17 congeneri di diossine e furani e dei 12 congeneri di DL-PCB è stato applicato un metodo di normalizzazione, consistente nel suddividere la concentrazione di ciascun congenere per la somma totale della concentrazione di tutti i congeneri rilevati ed esprimendo il valore in percentuale in modo tale da rendere comparabili le concentrazioni e i profili ottenuti. In questo caso sono state utilizzate le concentrazioni misurate e non quelle espresse in equivalenza tossica per consentire il confronto tra congeneri senza che esso fosse affetto dall'applicazione dei coefficienti TEF che variano con i singoli congeneri. Le concentrazioni dei congeneri inferiori al limite di quantificazione del laboratorio sono state considerate pari a zero.

Con lo scopo di identificare le fonti più probabili di contaminazione sono stati considerati:

- il rapporto tra la percentuale relativa di diossine rispetto ai furani, indice di una sorgente combustiva in caso di un contributo a favore dei furani;
- il rapporto tra congenere 4 e gli altri congeneri esavalenti, indice, quando superiore a 1, di una possibile contaminazione da pentaclorofenolo (PCP) (Gaus et al., 2001; Petrlik et al., 2022); il rapporto tra il congenere 6 e il congenere 7 come indicatore di contaminazione da parte di veicoli diesel: in questo caso la quota dei 2 congeneri dovrebbe essere simile con un rapporto pari a 1.

Infine, sono stati utilizzati per opportuni confronti, i valori di concentrazione di diossine, furani e DL-PCB di campioni di uova provenienti da due siti di interesse nazionale, Basse di Stura in provincia di Torino e Serravalle Scrivia in provincia di Alessandria, oggetto di una campagna dedicata di controlli svolta nel 2013 (piano SIN13).

## 3. RISULTATI

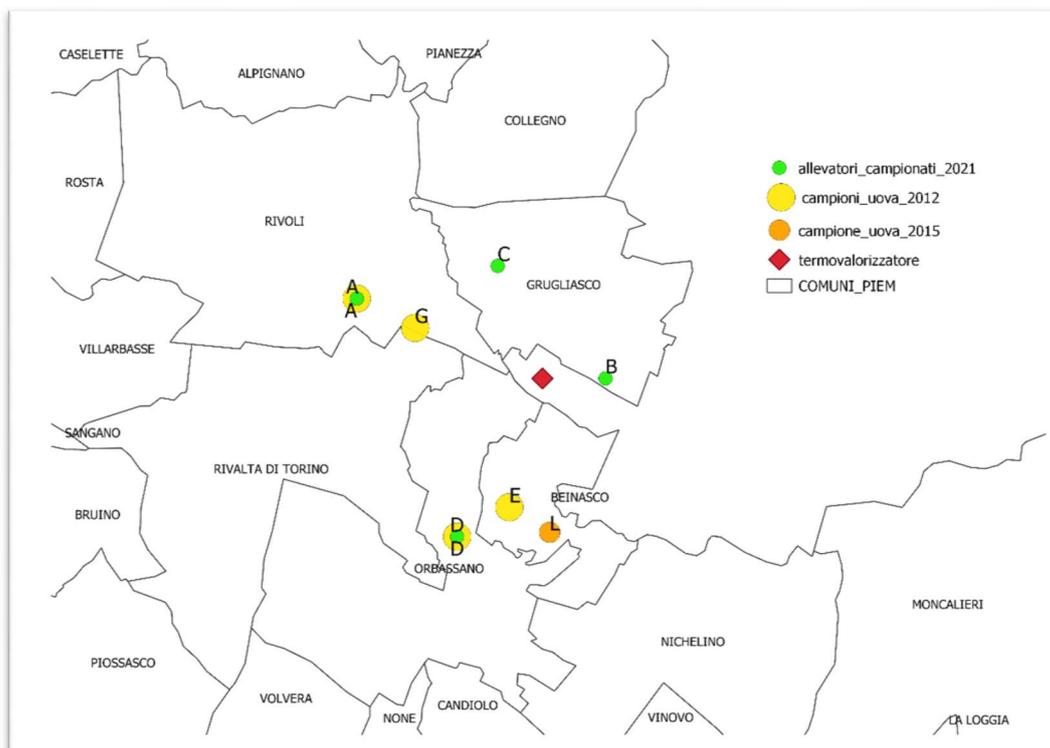
### 3.1. Uova

I campioni di uova prelevati nel 2012 utili a definire il bianco ambientale, provenienti da 4 allevamenti selezionati nei pressi del termovalorizzatore di Torino (figura 3.1, aziende A, D, E, G), per quanto riguarda le diossine e i furani presentavano valori di concentrazione entro i limiti previsti dalla normativa e al di sotto dei livelli di azione. I livelli di concentrazione per i DL-PCB erano, invece, piuttosto elevati, determinando il superamento dei limiti di 5 pg/g stabiliti dalla normativa comunitaria per la sommatoria di PCDD/F e DL-PCB in 2 campioni (14.40 pg/g e 9.65 pg/g).

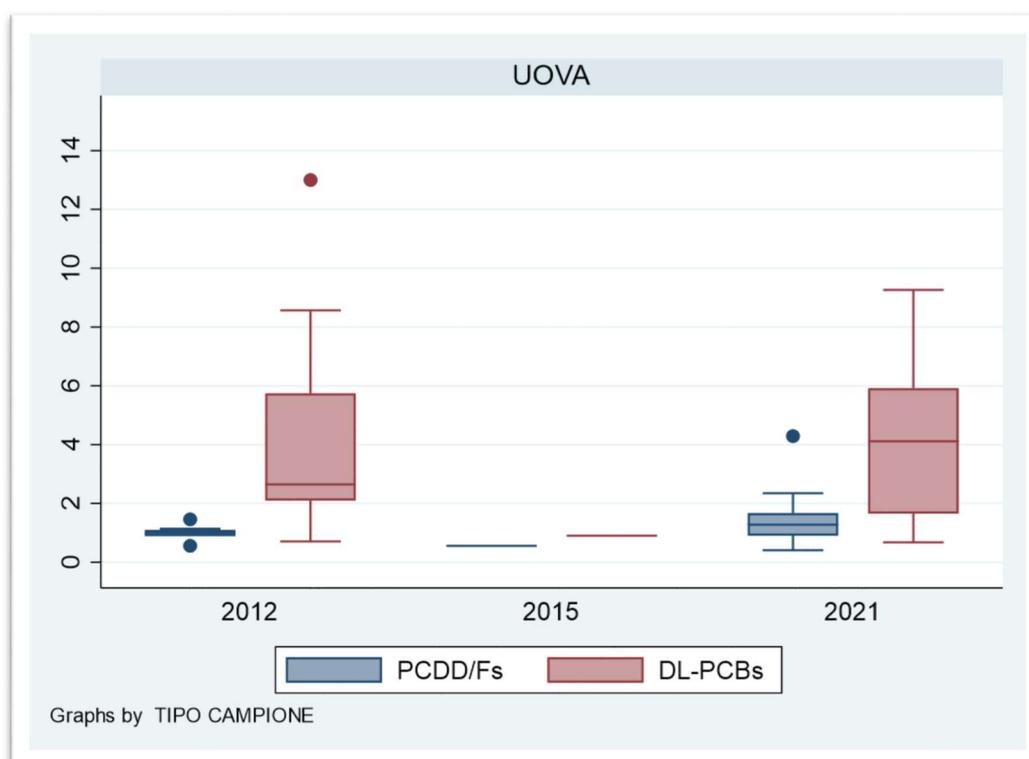
Un ulteriore campione di uova, prelevato nel 2015 (figura 3.1, azienda L) da un allevatore non facente parte né della prima campagna del 2012 né del progetto SpoTT del 2021, risultava conforme sia per i limiti massimi sia per i livelli di azione (PCDD/F 0.56 pg/g; DL-PCB 0.90 pg/g; sommatoria 1.54 pg/g).

Nel 2021, nell'ambito del progetto SpoTT, la campagna di campionamento ha interessato 4 cascine, ma soltanto due di queste (denominate A e D) erano già state incluse nei precedenti monitoraggi con il prelievo della matrice uova (figura 3.1). Dal confronto dei valori ottenuti lungo il periodo 2012-2021 sulle uova è evidente, come mostrato dal box plot in figura 3.2, che il contributo maggiore è associato ai DL-PCB, con alcuni valori che superano i limiti massimi ammessi dalla normativa per sommatoria (2 campioni nel 2012 provenienti entrambi dall'allevamento G e 5 campioni del 2021, di cui 2 provenienti dall'allevamento A e 3 dall'allevamento B). Inoltre, 13 campioni (7 nel 2012 e 6 nel 2021) superavano i livelli di azione per i DL-PCB.

Tra i campioni del 2021, un solo campione (allevatore A nel comune di Rivoli con valori di concentrazione di PCDD/F pari a 4.29 pg/g di grasso) superava i valori massimi di diossine e furani consentiti dalla normativa e, di conseguenza i livelli di azione e anche i livelli massimi per sommatoria (13.55 pg/g di grasso). Altri 4 campioni superavano il limite per sommatoria e appartenevano agli allevatori A e B nei comuni di Rivoli e Grugliasco con valori di concentrazione pari a 7.36 pg/g di grasso per A, 8.43, 6.3 e 5,20 pg/g di grasso per B).



**Figura 3.1.** Localizzazione degli allevamenti in cui sono stati prelevati campioni di uova nel 2012 (in giallo), 2015 (in arancione) e 2021 (in verde). Con le lettere A-D sono indicate le 4 aziende individuate per le campagne di controllo delle uova di SpoTT2.



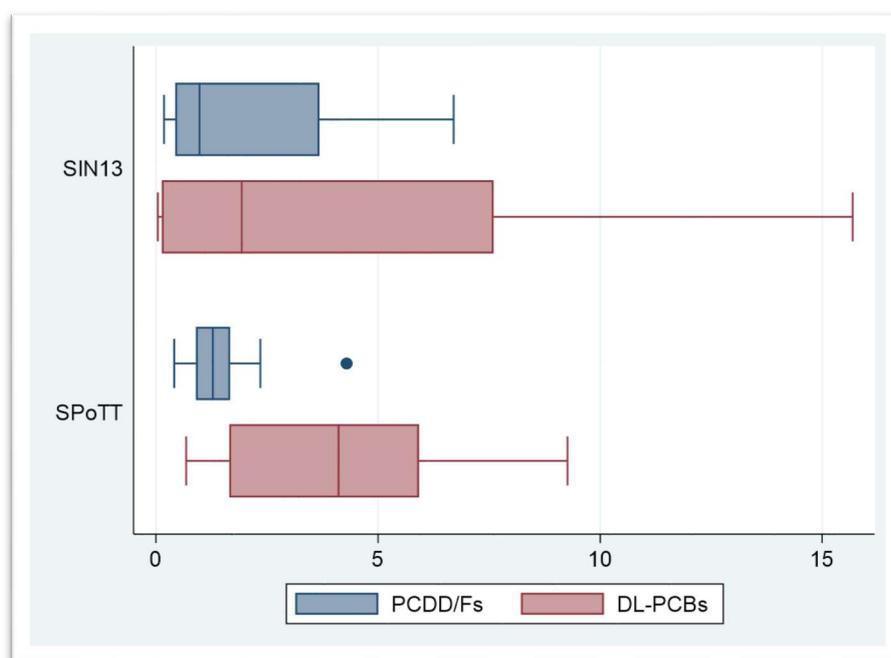
**Figura 3.2.** Box plot con valori di concentrazione di diossine, furani e PCB diossina-simili nelle uova campionate nel periodo 2012-2021 (N=8 nel 2012 nelle aziende A, D, E, G; N=1 nel 2015 nell'azienda L; N=9 nel 2021 nelle aziende A, B, C, D).

Se si considerano gli unici due detentori di animali (A e D) per i quali sono disponibili risultati per entrambi i periodi di confronto (2012 e 2021), si nota per entrambi un aumento dei livelli di DL-PCB (rispettivamente da 2.70 pg/g a 5.92 pg/g per l'allevatore A e da 0.71 pg/g a 1.65 pg/g per l'allevatore D). Questo incremento si nota anche per le diossine e i furani (rispettivamente da 1.44 pg/g a 4.29 pg/g per l'allevatore A; da 0.87 pg/g a 1.28 pg/g per l'allevatore D).

### 3.1.1 Confronto dei campioni di uova con altre aree contaminate (siti di interesse nazionale – piano sin13)

I valori di concentrazione di diossine, furani e DL-PCB dei campioni prelevati nell'area del termovalorizzatore sono stati confrontati con quelli dei campioni di uova prelevati nell'ambito del monitoraggio (piano SIN13) di due siti di interesse nazionale piemontesi (Basse di Stura e Serravalle Scrivia) (fig. 3.5).

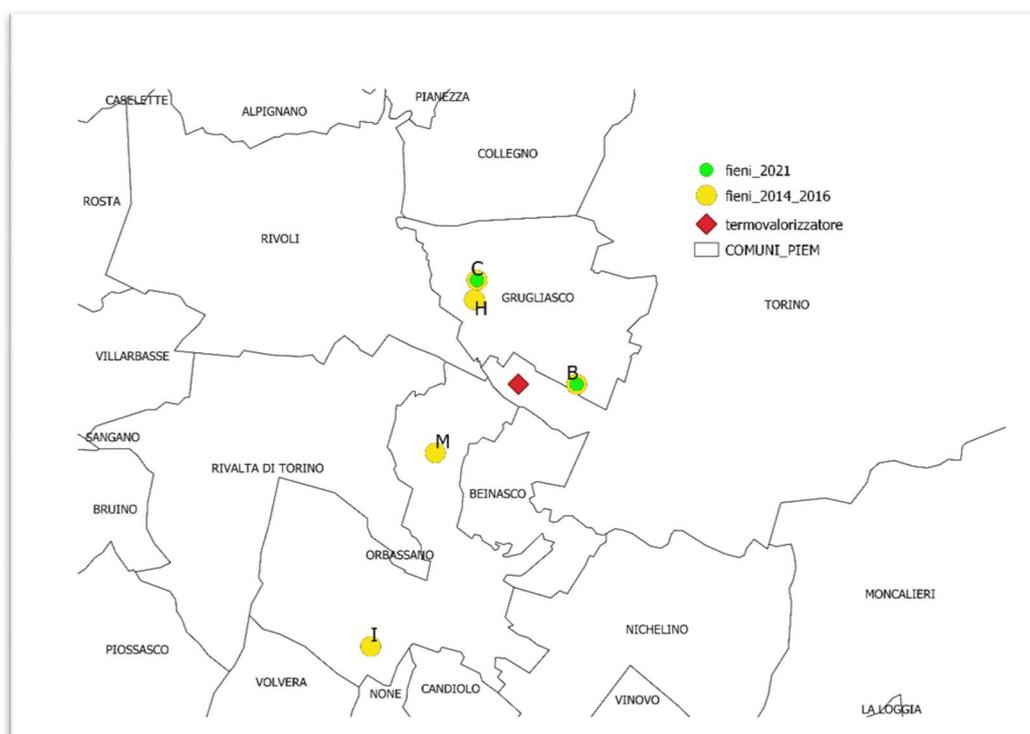
Il test delle mediane di SIN13 vs. SPoTT applicato ai valori di concentrazione non risulta significativo. Per quanto riguarda la quota relativa di diossine e furani, a Basse di Stura e a Serravalle Scrivia i campioni di uova in cui prevalgono i furani erano rispettivamente pari al 25% e al 22% mentre nell'area del Gerbido considerando l'intero periodo dal 2012 al 2021 sono al 39% (25% nel 2012 e 55% nel 2021).



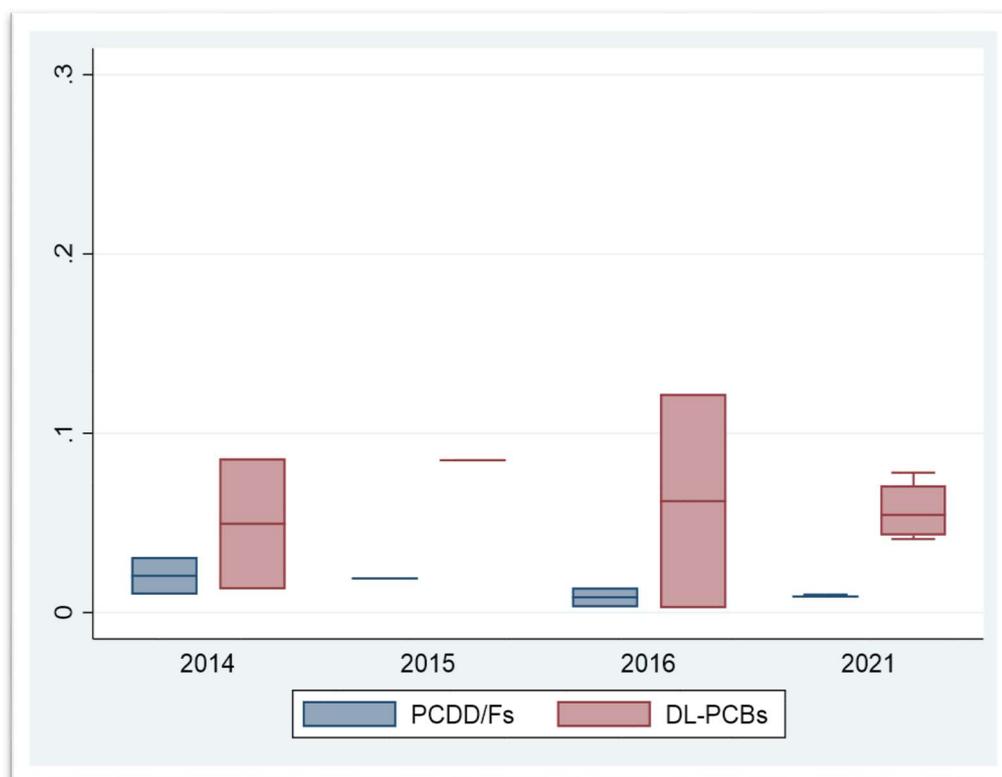
**Figura 3.3.** Valori di concentrazione nelle uova della provincia di Torino, confronto tra il SIN di Basse di Stura e SPoTT (2013 vs 2021)

### 3.2. Fieni.

Per quanto riguarda i fieni, sono stati prelevati 4 campioni nel 2021 dai 4 allevamenti denominati A, B, C, D (fig. 3.1) e 5 nel periodo temporale 2014-2016 (figura 3.4). I risultati dei valori di concentrazione delle singole miscele (PCDD/F, DL-PCB) sono sintetizzati nella figura 3.5: nessuno di questi risultava superare i livelli di azione o i limiti.



**Figura 3.4** Localizzazione degli allevamenti in cui sono stati prelevati campioni di fieno nel 2014-2016 (in giallo), e 2021 (in verde). Con le lettere A-D sono indicate le 4 aziende individuate per le campagne di controllo di fieno di SpoTT2.



**Figura 3.5.** Valori di concentrazione (ng/g) di diossine e furani e PCB diossina-simili nei fieni prelevati nei periodi 2014-2016 (aziende B, C, H, I, M) e nel 2021 (aziende A, B, C, D).

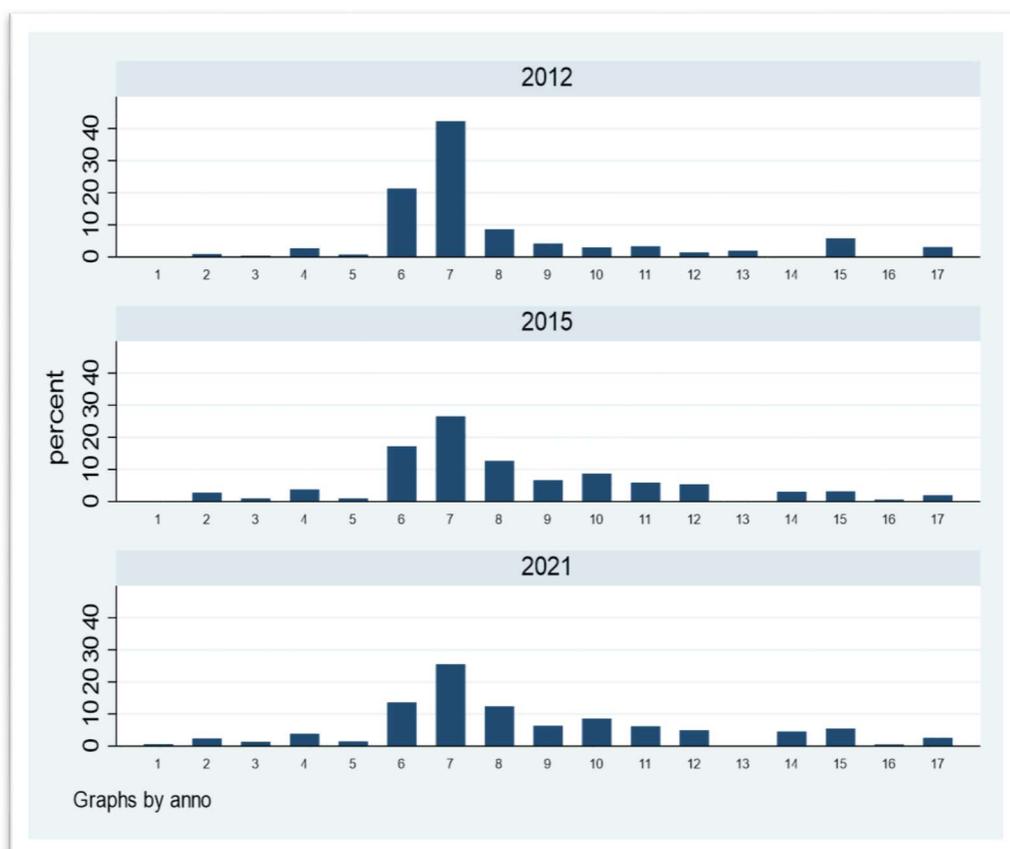
### 3.3. Studio dei congeneri

#### 3.3.1. Uova

Passando alla valutazione dei profili (figura 3.6), in linea generale, i congeneri maggiormente rappresentati nelle uova prelevate nei pressi del termovalorizzatore sono i seguenti: 08CDD (congenere 7), 1.2.3.4.6.7.8-H7CDD (congenere 6), 2.3.7.8-T4CDF (congenere 8), 2.3.4.7.8-P5CDF (congenere 10).

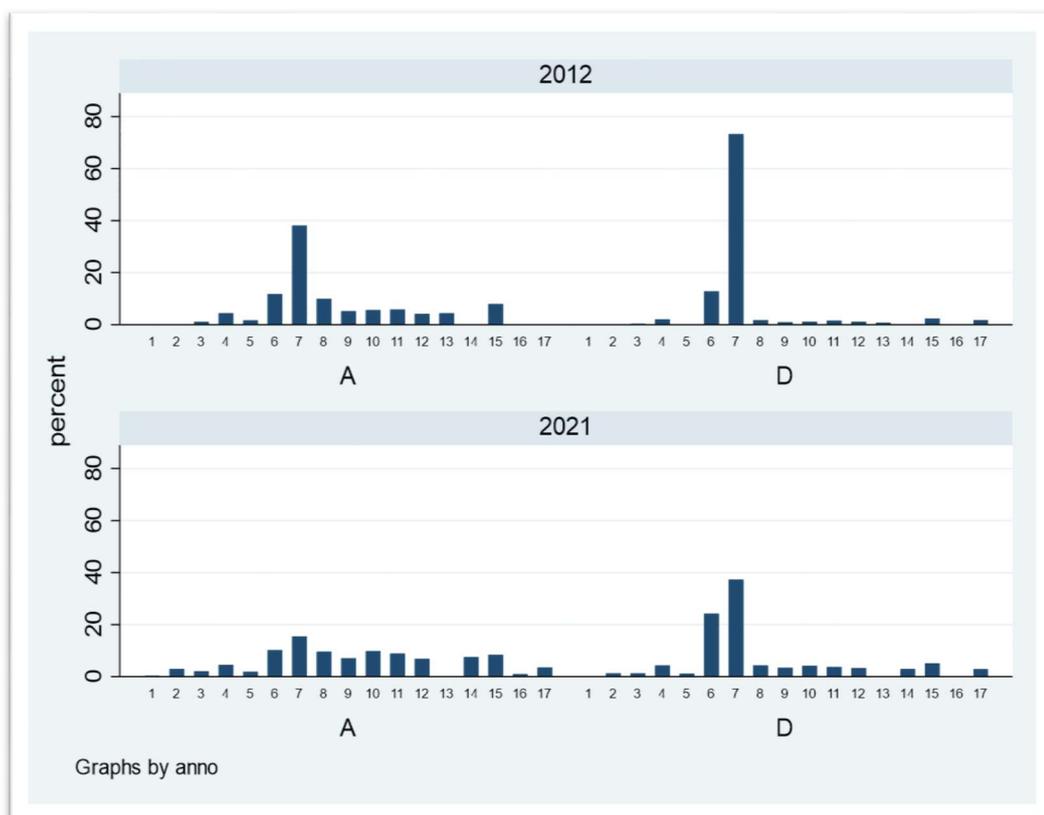
Lungo il tempo la proporzione percentuale di questi congeneri si modifica, con una diminuzione dell'08CDD (congenere 7, che passa da un contributo del 42.33% nel 2012 al 25.46% nel 2021), del 1.2.3.4.6.7.8-H7CDD (congenere 6, che passa dal 21.31% al 13.56%) e un aumento del 2.3.7.8-T4CDF (congenere 8, che passa dal 8.63% al 12.38%) e del 2.3.4.7.8-P5CDF (congenere 10 che passa dal 2.97% al 8.6%).

Inoltre, aumentano alcuni furani quali il 2.3.7.8-T4CDF, 1.2.3.7.8-P5CDF, 2.3.4.7.8-P5CDF, 1.2.3.4.7.8-H6CDF, 1.2.3.6.7.8-H6CDF e compare nel 2015 il congenere 2.3.4.6.7.8-H6CDF (congenere 14).



**Figura 3.6.** Profili di diossine e furani espressi in percentuale sul totale dei valori di concentrazione rilevati nelle uova.

Se si considerano i due allevatori campionati nei due periodi (2012 e 2021), i profili nei campioni di uova presentano una riduzione del contributo del congenere 7 (O8CDD) e l'aumento del contributo degli altri congeneri con la comparsa del congenere 14 (2.3.4.6.7.8 H6CDF) (fig. 3.7).



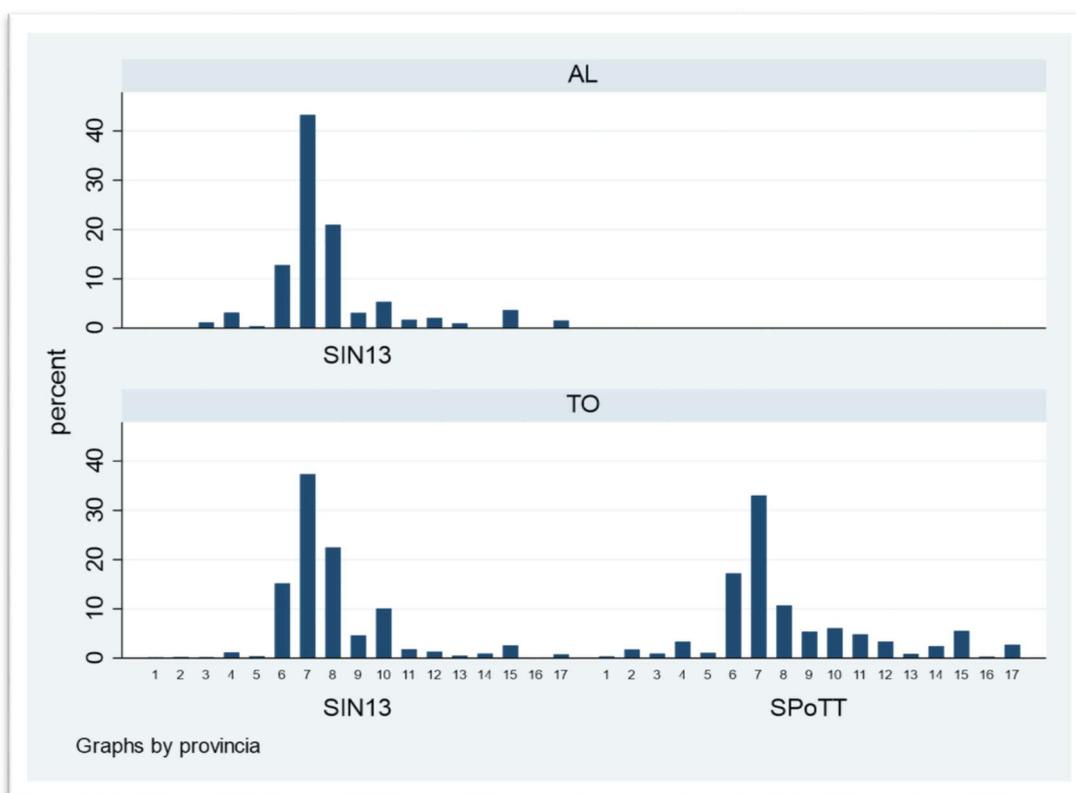
**Figura 3.7.** Profili dei congeneri di diossine e furani nelle uova campionate presso gli allevatori A e D.

Se si confrontano i profili dei congeneri rilevati nelle uova nell'area del termovalorizzatore del Gerbido con quelle riscontrate nella stessa matrice nelle aree SIN, è possibile apprezzare alcune similitudini e alcune differenze (fig. 3.8).

Per quanto riguarda il sito di Basse di Stura i congeneri più rappresentativi nelle uova prelevate sono in ordine decrescente: l'OCDD (congenere 7 che contribuisce per il 33.37% alla miscela), il 2.3.7.8-T4CDF (congenere 8 che contribuisce per il 22.46%), l'1.2.3.4.6.7.8-H7CDD (congenere 6 con il 15.7%) e il 2.3.4.7.8-P5CDF (congenere 10 con il 10%). Gli altri congeneri di diossine e furani sono rappresentati con percentuali inferiori, rendendo il profilo analogo a quello rilevato nelle uova prelevate nell'area del termovalorizzatore del Gerbido nel 2021.

Anche nel sito di interesse nazionale di Serravalle Scrivia (Alessandria) il congenere più abbondante presente nelle uova è l'O8CDD (congenere 7 che contribuisce per il 43.25%), seguito da 2.3.7.8-T4CDF (congenere 8 che contribuisce per il 20.99%), e da 1.2.3.4.6.7.8-H7CDD (congenere 6 che contribuisce per il 12.79%). Risultano non rilevati i congeneri

1.2.3.7.8-P5CDD (congenere 2), 1.2.3.4.7.8.9-H7CDF (congenere 16), 2.3.4.6.7.8-H6CDF (congenere 14) e 2.3.7.8-T4CDD (congenere 1).

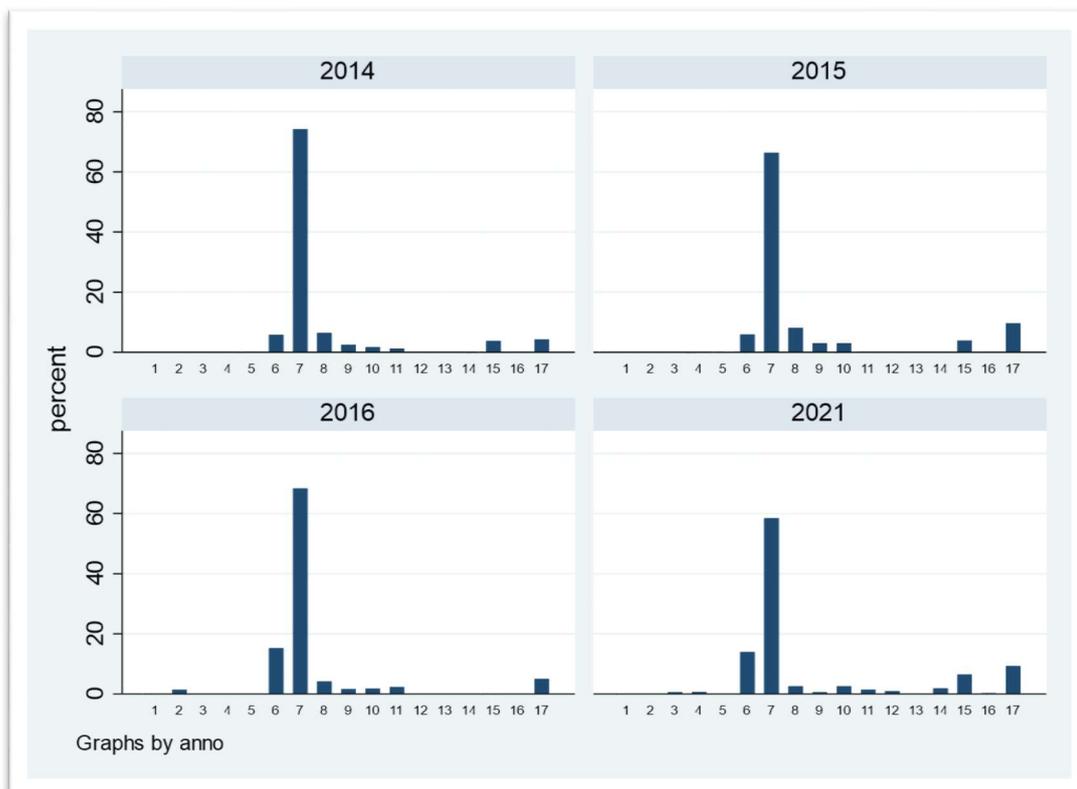


**Figura 3.8.** Confronto dei profili di diossine e furani tra i campioni di uova del piano SIN (Basse di Stura SIN13 TO e Serravalle Scrivia SIN 13 AL) e i campioni del Gerbido (SPoTT).

### 3.3.2 Fieni

Nei campioni di fieno maggengo i profili sono caratterizzati dalla presenza di alcuni congeneri: in particolare, l'OCDD (congenere 7) che contribuisce mediamente per il 67%, 1.2.3.4.6.7.8-H7CDD (congenere 6) con un contributo di circa il 10%, OCDF (congenere 17) con un contributo del 7%.

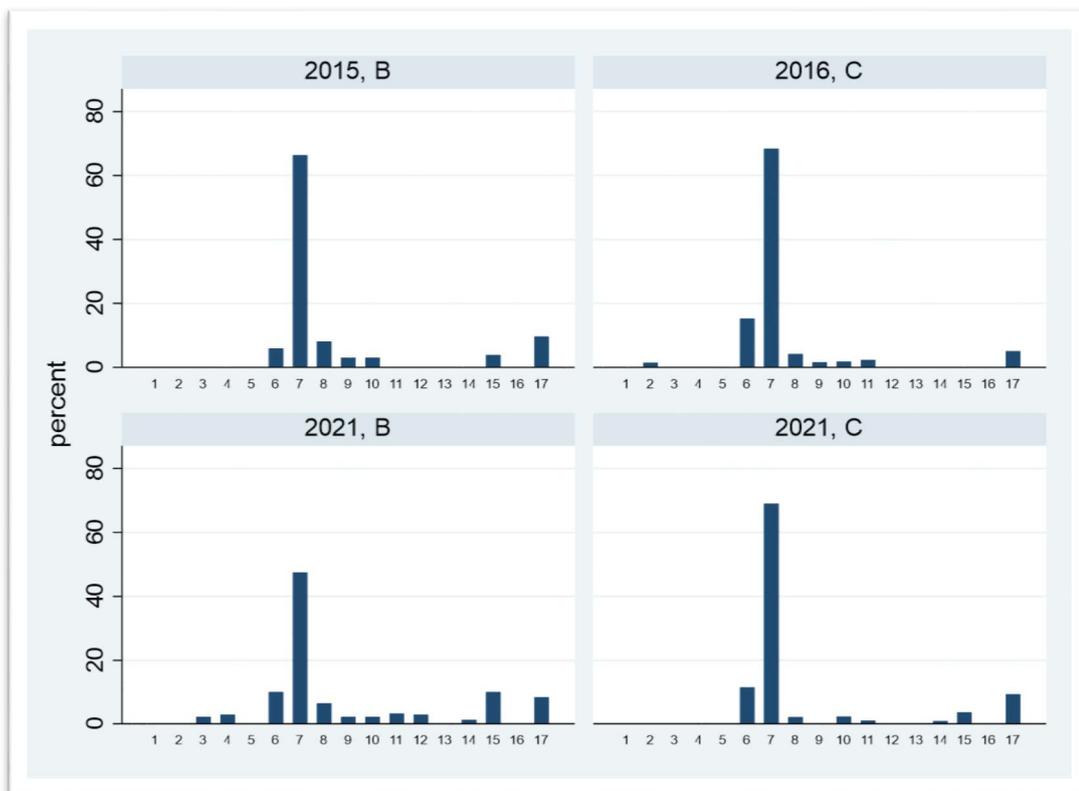
Nei fieni, se si considerano i congeneri di diossine e furani, è evidente che nel 2021 c'è stata una variazione dei profili, con la comparsa di alcuni congeneri di furani esavalenti precedentemente non presenti: 2.3.4.6.7.8-H6CDF (congenere 14), 1.2.3.6.7.8-H6CDF (congenere 12), 1.2.3.4.7.8.9-H7CDF (congenere 16) (figura 3.9). Confrontando i pattern per anno e per detentore, si osserva, anche in questo caso, la comparsa di uno specifico congenere (2.3.4.6.7.8-H6CDF) nel 2021 per gli allevatori B e C (figura 3.10 e 3.11).



**Figura 3.9.** Profilo di diossine e furani espressi in percentuale sul totale nei fieni per anno di prelievo.



**Figura 3.10.** Profilo di diossine e furani espressi in percentuale sul totale nei fieni per anno di prelievo e per detentore.



**Figura 3.11.** Profilo di diossine e furani espressi in percentuale sul totale nei campioni di fieno, per anno di prelievo negli allevatori C e B.

## 4. CONCLUSIONE

La campagna di controlli del 2021 si è conclusa con successo con la raccolta nelle quattro aziende sentinella dei campioni attesi sia di uova sia di fieni. I campioni hanno presentato segni di contaminazione in qualche modo attesa: l'area di campionamento è caratterizzata dalla commistione di insediamenti zootecnici e industriali e da contaminazione storica da microinquinanti testimoniata dai risultati di precedenti campagne di monitoraggio. Anche il confronto dei risultati con quelli ottenuti in passato in altre aree urbane piemontesi non mostra differenze significative.

Nel caso dei risultati ottenuti nelle diverse campagne di controllo che si sono succedute, la quota percentuale di furani supera quella delle diossine nelle matrici prelevate in alcuni campioni: in particolare, le uova campionate presso l'allevatore A e l'allevatore B presentano una componente importante di furani nei campioni di uova prelevati nel 2021, sia nella campagna primaverile sia in quella autunnale. Il rapporto tra diossine e furani, con un contributo a favore di furani, è indice di una sorgente combustiva. In nessuno dei campioni considerati, né di uova, né di fieno, il rapporto tra congenere 4 e gli altri congeneri esavalenti è al di sotto di 1 e in assenza di elevate concentrazioni del congenere 7: ciò serve ad escludere una contaminazione da PCP che contenere le diossine come impurità e che avrebbe segnalato l'esistenza di una contaminazione puntuale da identificare localmente. Infine, in un solo campione (allevamento B, campione autunnale di uova 2021) il rapporto tra congenere 6 e 7 era compatibile con inquinamento da veicoli diesel (rapporto 1.03).

Lo studio dei congeneri basato sui profili delle miscele riscontrate nelle matrici di origine animale e nei fieni nell'area del termovalorizzatore del Gerbido suggerisce l'analogia con quanto identificato precedentemente in aree periurbane ed industriali, come il sito di Basse di Stura. In particolare, è emerso che alcuni congeneri si riscontrano nei campioni prelevati nelle due aree con percentuali di contributo diverse, ma con profilo complessivo simile.

Questo rende plausibile che le uova prelevate nelle cascine nell'area del termovalorizzatore rispecchino un fenomeno di contaminazione di fondo spesso presente sul nostro territorio. La parziale modificazione dei profili di contaminanti già osservata nel 2015 in un campione di uova e nel 2021 in alcuni campioni di uova e fieni meriterà qualche ulteriore approfondimento per identificare eventuali fonti locali. Disponendo al momento dei dati di un solo anno di attività occorre comunque molta cautela nell'avanzare ipotesi interpretative o trarre conclusioni. Allo

scopo, inoltre, potranno rivelarsi utili anche i risultati prodotti da ARPA sulle matrici ambientali.

## **BIBLIOGRAFIA CONSULTATA**

Cleverly, D., J. Schaum, G. Schweer, J. Becker, AND D. Winters. The Congener Profiles Of Anthropogenic Sources Of Chlorinated Dibenzo-P-Dioxins And Chlorinated Dibenzofurans In The U.S. Ecoinforma Press, Bayreuth, GERMANY, 1997.

Dopico M, Gómez A. Review of the current state and main sources of dioxins around the world. *J Air Waste Manag Assoc.* 2015 Sep;65(9):1033-49. doi: 10.1080/10962247.2015.1058869. PMID: 26068294.

Gaus C, Pöpke O, Dennison N, Haynes D, Shaw GR, Connell DW, Müller JF. Evidence for the presence of a widespread PCDD source in coastal sediments and soils from Queensland, Australia. *Chemosphere.* 2001 May-Jun;43(4-7):549-58. doi: 10.1016/s0045-6535(00)00406-9. PMID: 11372838.

Jindrich Petrlik, Lee Bell, Joe DiGangi, Serge Molly Allo'o Allo'o, Gilbert Kuepouo, Griffins Ochieng Ochola, Valeriya Grechko, Nikola Jelinek, Jitka Strakova, Martin Skalsky, Yuyun Ismawati Drwiega, Jonathan N. Hogarh, Eric Akortia, Sam Adu-Kumi, Akarapon Teebthaisong, Maria Carcamo, Bjorn Beeler, Peter Behnisch, Claudia Baitinger, Christine Herold, Roland Weber. Monitoring dioxins and PCBs in eggs as sensitive indicators for environmental pollution and global contaminated sites and recommendations for reducing and controlling releases and exposure, *Emerging Contaminants*, Volume 8, 2022, Pages 254-279, ISSN 2405-6650.