

Atti del Congresso

**PFAS e Rifiuti: Abbiamo un Problema! Un Focus
per una Gestione Responsabile e Sostenibile**

Atti del Congresso

PFAS e Rifiuti: Abbiamo un Problema! Un Focus per una Gestione Responsabile e Sostenibile

Campobasso

13-14 giugno 2024

<https://www.congresso-sciplanet.org>

PFAS e Rifiuti: Abbiamo un Problema! Un Focus per una Gestione Responsabile e Sostenibile

Convegno Nazionale sulle Scienze Ambientali

A cura di Pasquale Avino, Fabiana Carriera, Cristina Di Fiore

È autorizzata la riproduzione dell'informazione e dei dati pubblicati, purché sia indicata la fonte.

©Università degli Studi del Molise Via F. De Sanctis, 1
86100 Campobasso CB

www.unimol.it

Come citare: Cognome1 N., Cognome2 N.,... . Titolo del contributo, in: Abstracts Convegno Nazionale Dalle Emissioni alle Immissioni (Eds. Avino P., Carriera F., Di Fiore C.); Università del Molise: Campobasso, Italy, 2024; pp. XX-XX.

I edizione – giugno 2024

Comitato Scientifico

Francesco Maria Bucarelli	(FOSAN, Osservatorio PFAS)
Antonio De Cristofaro	(Università del Molise)
Vincenzo De Felice	(Università del Molise)
Emilio Germano	(OTA Molise)
Federica Ianieri	(Albo Tecnici della Prevenzione)
Corrado Ievoli	(Università del Molise)
Alberto Manfredi Selvaggi	(ARPA Molise)
Domenico Monci	(Università del Molise)
Giuseppe Palumbo	(Ordine dei Dottori Agronomi Forestali)
Elena Sorrentino	(Università del Molise)

Comitato Organizzatore

Pasquale Avino	(Università del Molise)
Angelo Belliggiano	(Università del Molise)
Sonia Ganassi	(Università del Molise)
Giuseppe Ianiri	(Università del Molise)
Francesco Lopez	(Università del Molise)
Laura Paganini	(FOSAN, Osservatorio PFAS)

Con il Patrocinio di:



ORDINE
DEI DOTTORI AGRONOMI
E DEI DOTTORI FORESTALI
DELLA PROVINCIA
DI CAMPOBASSO E ISERNIA



Ministero della Giustizia



Ordine dei
**TECNOLOGI
ALIMENTARI**
REGIONE MOLISE



**Società
Chimica
Italiana**

Con lo sponsor di:



Sezione Lazio





I BAMBINI DELLE FATE
per l'inclusione sociale



Presentazione

In seguito al successo di *Science for the Planet*, l'Università del Molise è lieta di organizzare un'iniziativa focalizzata su due tematiche di rilievo nel settore alimentare e ambientale. La contaminazione da sostanze perfluoroalchiliche (PFAS) in queste matrici è, da diversi anni, una questione di grande interesse scientifico, vista l'incidenza che tali sostanze chimiche sembrano avere sugli organismi viventi. Allo stesso modo, la gestione dei rifiuti è una questione cruciale per la tutela ambientale.

Con queste premesse, il Dipartimento di Agricoltura, Ambiente e Alimenti dell'Università del Molise, da sempre attento a queste problematiche, è orgoglioso di riunire diverse personalità, esperti e operatori dei settori ambientale e alimentare per riflettere insieme su punti di forza e debolezza, con l'obiettivo di individuare margini di miglioramento.

Durante le due giornate, si terranno relazioni orali di alto livello, che affronteranno sia aspetti normativi sia tecnici, garantendo un approccio sinergico e integrato.

Il Comitato Scientifico e Organizzatore

Saluti Istituzionali

Ringrazio il comitato scientifico per l'invito e per aver organizzato questo convegno di grande spessore.

Mi dispiace non poter essere con voi, ma sono sicuro che le due giornate di studio saranno forniranno grandi spunti per le strategie future.

Parlare di rifiuti è diventata una vera sfida e una grande opportunità. Inoltre, è un tema che mi appassiona tanto perché è stata la prima grande questione che ho affrontato da assessore.

Appena insediato, c'era da approvare il prima possibile il piano regionale dei rifiuti. Lo abbiamo fatto e adesso è in procedura VAS.

Abbiamo costruito la nostra strategia attorno ad una serie di obiettivi:

- Riduzione del conferimento in discarica al 10% dei rifiuti nel 2035;
- Divieto di discarica della totalità di rifiuti riciclabili entro il 2030;
- Specifiche azioni per contenere gli scarti alimentari e per la gestione dei rifiuti derivanti da cantiere, che sono la maggior parte di quelli molisani;
- Incentivazione dell'economia circolare;
- Realizzazione di un sistema di monitoraggio.

Il nostro scopo è quello di sostenere un'economia circolare che consenta di generare ricchezza attraverso la corretta gestione dei rifiuti. Non sono solamente pattume da gettare via, ma una possibilità di sviluppo per le aziende e i nuclei industriali, di aumento del benessere e vivibilità per l'ambiente.

Per fare questo, abbiamo deciso di avviare un dialogo più ampio con i soggetti privati, portatori di innovazioni e di stimoli.

Tanto farà la comunicazione: se i cittadini non conoscono bene come avviene la gestione del rifiuto e quali sono i vantaggi che genera, non potranno mai essere realmente coinvolti nel processo. Si devono sentire parte integrante dell'intero processo per poterne essere ambasciatori a loro volta.

Tanto può fare l'università con la vocazione alla ricerca che ha e con le competenze attraverso le quali può sostenere il decisore politico.

Auguro a tutti una proficua mattinata di studio, nella speranza di replicare il prima possibile con un altro incontro sul tema

Assessore Dott. Andrea Di Lucente

Buongiorno a tutti,

Un saluto a tutti i colleghi Tecnici della Prevenzione presenti in questa giornata formativa.

La *PREVENZIONE AMBIENTALE* è un'importante tematica che rientra nell'ambito delle competenze dei Tecnici della Prevenzione, sia nella libera professione che nelle attività di vigilanza delle ASL e delle ARPA. Il convegno si aprirà con l'interessante argomento dei *PFAS*, sostanze chimiche artificiali dotate di molteplici caratteristiche che ne hanno agevolato la diffusione in tutto il mondo in vari settori industriali (*ad es.: TESSILE, ALIMENTARE, EDILE, ELETTRONICO, AUTOMOBILISTICO, PRODOTTI PER LA CASA, PRODOTTI ANTINCENDIO, ecc.*). *Il problema legato a queste sostanze è la persistenza estremamente elevata nell'ambiente e nell'organismo umano, infatti, insieme alle micro e nano plastiche, rappresentano UNA DELLE PIU' GRAVI MINACCE PER LA SALUTE DEL PIANETA E ANCHE UMANA.* Pertanto, è doveroso informarci sulla pericolosità e sulle caratteristiche di queste sostanze, per prendere le precauzioni necessarie a tutelare la nostra salute ma anche l'ambiente che ci circonda. Nella seconda giornata si parlerà invece dei *RIFIUTI*, altro importantissimo tema di salute pubblica. In Italia la produzione annua di rifiuti risulta essere di circa 30 milioni di tonnellate, questa cifra, da sola, fa comprendere *l'importanza di una corretta gestione dei rifiuti SIA PER L'AMBIENTE che PER LA SALUTE UMANA E ANIMALE.* Oltre a problemi sanitari e ambientali, lo smaltimento dei rifiuti ha anche un impatto sociale (fonte di preoccupazioni e tensioni nella popolazione che abita vicino a discariche e impianti di trattamento) ed effetti economici, legali e illegali, come quelli legati al traffico illecito di rifiuti e alla realizzazione di discariche abusive che possono mettere a rischio la nostra salute. A tal proposito, tutte le fasi di raccolta, trasporto, trattamento, deposito e smaltimento dei rifiuti dovrebbero essere eseguite sempre nel *RISPETTO E NELLA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA E DELL'AMBIENTE*, come previsto dalla normativa vigente di settore, tutte tematiche inerenti e riguardanti il nostro profilo professionale. Grazie al prof. Avino per questo importante contributo e all'Unimol attenta a questi temi.

Auguro un buon convegno a tutti!

Dott.ssa Federica Ianieri

Presidente Commissione D'albo Tecnici Delle Prevenzione Cb

Giornata 13/06/2024

PROGRAMMA

08.30 Registrazione dei partecipanti

09.00 Saluti Istituzionali

Moderatore: **Antonio De Cristofaro**

09.30-10.10 *Lectio Magistralis*
Piergiorgio Boscagin
Legambiente Veneto

10.10-10.30 Legislazione PFAS nei settori ambiente e alimenti
Alessia Iannone
Università degli Studi del Molise

10.30-11.10 Sostanze Per- e PoliFluoroAlchiliche (PFAS) nella filiera alimentare: fonti di contaminazione e panoramica sulla presenza degli alimenti
Simone Moretti
Università degli Studi di Perugia

11.10-11.40 *Coffee break*

Moderatore: **Pasquale Avino**

11.40-12.20 PFAS: un caso studio nei settori agroambientale e alimentare
Giorgio Donegani
Consiglio Nazionale Tecnologi Alimentari

12.20-13.00 PFAS negli alimenti: criticità e opportunità nell'ambito dei controlli ufficiali
Gianfranco Diletti
Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Abruzzo e del Molise "G. Caporale"

13.00 *Lunch*

Moderatore: **Gianfranco Diletti**

14.30-15.10 Il dibattito sui fluoropolimeri in ambito OCSE
Gianfranco Brambilla
Istituto Superiore di Sanità

15.10-15.50 PFAS Bioaccumulo nelle piante: stato dell'arte e tecniche analitiche
Francesco Maria Bucarelli
FOSAN

15.50-16.30 Coffee break

Moderatore: **Francesco Maria Bucarelli**

- 16.30-17.10 Bioaccumulo dei PFAS negli organismi
Antonio De Cristofaro
Università degli Studi del Molise
- 17.10-17.50 Determinazione di New e Legacy PFAS in un bacino idrografico del centro Italia: variazione temporale e valutazione del rischio per la salute umana ed ambientale
Matteo Vitali
Università degli Studi di Roma Sapienza
- 17.50-18.30 Metodi di rimozione e degradazione dei composti organici fluorurati in differenti matrici acquose
Sergio Passarella
Università degli Studi del Molise

II Giornata: 14/06/2024

PROGRAMMA

8.30 Registrazione dei partecipanti

9.00 Saluti Istituzionali

Moderatore: **Angelo Belliggiano**

9.30-10.10 Ambiente e Impresa nella gestione dei rifiuti tra regole giuridiche e regole tecniche

Domenico Monci

Università degli Studi del Molise

10.10-10.50 La programmazione nella gestione dei rifiuti, una sfida per la Regione Molise nell'ottica dell'economia circolare

Alessandra Mazzuto

Regione Molise

10.50-11.30 *Coffee break*

11.30-12.10 Catasto dei rifiuti nella regione Molise

Giovanni Sardella

ARPA Molise

12.10-12.50 Il campionamento dei rifiuti per la caratterizzazione chimica e chimico-fisica

Giovanni Ciceri

RSE Milano

13.00 *Lunch*

Moderatore: **Giovanni Sardella**

14.00-14.40 I controlli ambientali legati alla gestione integrata dei rifiuti: dalla raccolta differenziata all'incenerimento, dai TMB alla discarica

Gaetano Settimo

Istituto Superiore di Sanità

14.40-15.20 Applicazione della metodologia *Life Cycle Assessment* (LCA) al compostaggio aziendale

Maria Pergola

Università degli Studi di Salerno

15.20-16.00 Rifiuti: l'impatto dell'agricoltura

Giuseppe Giuliano

Agronomo, Agri-Regenerative (spin off)

16.00-16.40 *Coffee break*

Moderatore: **Gaetano Settimo**

16.40-18.00 **Tavola Rotonda**

Regione Molise, ARPA Molise, Legambiente, Associazioni locali e Operatori del settore

Abstract

Legislazione PFAS nei settori ambiente e alimenti

Alessia Iannone¹, Fabiana Carriera¹, Cristina Di Fiore¹, Sergio Passerella¹, Pasquale Avino^{1,2}

¹Dipartimento di Agricoltura, Ambiente e Alimenti, Università degli Studi del Molise, Campobasso, Italia

²Istituto sull'Inquinamento Atmosferico, c/o Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, Roma, Italia

alessia.iannone@unimol.it

L'ubiquitaria presenza di sostanze poli- e perfluoroalchiliche (PFAS) in ambiente ha suscitato una notevole attenzione da parte delle comunità scientifiche e politiche, a causa dei loro potenziali effetti avversi sull'uomo e sull'intero ecosistema.

Caratteristiche chimico-fisiche quali idrofobicità, lipofilicità, elevata stabilità termica legate alla presenza di forti legami C-F, rende i PFAS estremamente resistenti alla degradazione determinando il loro facile rilascio, accumulo ed elevata persistenza in ambiente [1].

L'esposizione dell'uomo ai PFAS attraverso l'inalazione di aria e polvere contaminata, così come l'ingestione di acqua e cibi contaminanti può favorire il trasporto di PFAS all'interno dell'organismo con conseguenti effetti tossici e deleteri sulla salute. Differenti studi epidemiologici e tossicologici riportano la presenza in tracce di PFAS (PFOA e PFOS) all'interno del circolo sanguigno, del fegato, dei reni e del sistema respiratorio evidenziando effetti avversi quali, disturbi della tiroide, del fegato, cancro dei reni e dei testicoli, malattie cardiovascolari, colesterolo alto, disturbi vascolari, asma, allergie e disturbi neurologici [2].

Al fine di intensificare le misure di protezione della salute umana e dell'ambiente dall'esposizione ai PFAS, sono stati adottati diversi provvedimenti normativi a livello nazionale ed internazionale. Ad esempio, nel 2016 l'US-EPA (US Environmental Protection Agency) ha fissato un livello di 70 ng L⁻¹ per l'acido perfluorooctanoico (PFOA) e perfluorottano sulfonato (PFOS) nell'acqua potabile. Per la stessa matrice, sono stati fissati differenti limiti di PFOA e PFOS dalla Cina (80 e 40 ng L⁻¹, rispettivamente), Minnesota (35 e 27 ng L⁻¹), New Jersey (14 ng e 13 ng L⁻¹), Canada (0.030 ng L⁻¹), Australia (560 e 70 ng L⁻¹ (PFOS e PFHxS)) e Italia (≤ 500 e ≤ 30 ng L⁻¹) [3]. Nel regolamento (UE) 2022/2388 della Commissione del 7 dicembre 2022, l'Europa ha fissato i tenori massimi di PFOS, PFOA, PFNA e PFHxS e la loro somma in alimenti come uova (1.7 $\mu\text{g kg}^{-1}$), carne di pesce (2.0 $\mu\text{g kg}^{-1}$), carne di bovini, suini e pollame (1.3 $\mu\text{g kg}^{-1}$), crostacei e molluschi bivalvi (5 $\mu\text{g kg}^{-1}$), frattaglie di varie specie (bovini, ovini, suini, pollame) (8.0 $\mu\text{g kg}^{-1}$) modificando i tenori di PFAS stabiliti nel regolamento (CE) 1881/2006 [4]. Inoltre, il 13 gennaio 2023, le autorità nazionali della Germania, Danimarca, Paesi Bassi, Norvegia e Svezia hanno presentato all'ECHA (European Chemicals

Agency) una proposta di restrizione dell'uso di PFAS al fine di ridurre le emissioni di PFAS in ambiente e rendere i prodotti e i processi più sicuri per le persone esposte [5].

Referenze

- [1] Cara, B.; Lies, T.; Thimo, G.; Robin, L.; Lieven, B. Bioaccumulation and Trophic Transfer of Perfluorinated Alkyl Substances (PFAS) in Marine Biota from the Belgian North Sea: Distribution and Human Health Risk Implications. *Environ. Pollut.* 2022, 311, 119907. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.119907>
- [2] Iannone, A., Carriera, F., Passarella, S., Fratianni, A., Avino, P. There's Something in What We Eat: An Overview on the Extraction Techniques and Chromatographic Analysis for PFAS Identification in Agri-Food Products. *Foods* 2024, 13(7), 1085. <https://doi.org/10.3390/foods13071085>
- [3] Abunada, Z., Alazaiza, M. Y., Bashir, M. J. An overview of per-and polyfluoroalkyl substances (PFAS) in the environment: Source, fate, risk and regulations. *Water* 2020, 12(12), 3590. <https://doi.org/10.3390/w12123590>
- [4] Commission Regulation (EU). Regulation 2022/2388 of 7 December 2022 amending Regulation (EC) No 1881/2006 as regards maximum levels of perfluoroalkyl substances in certain foodstuffs. *Off. J. Eur. Union* 2022, L316, 38–41. Available online: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2022/2388/oj> (accessed on 8 December 2022).
- [5] ECHA. PFASs Restriction Proposal from Five National Authorities (ECHA/NR/23/01). January 2023. Available online: <https://echa.europa.eu/it/-/echa-publishes-pfas-restriction-proposal> (accessed on 7 February 2023).

Sostanze Per- e PoliFluoroAlchiliche (PFAS) nella filiera alimentare: fonti di contaminazione e panoramica sulla contaminazione degli alimenti

Simone Moretti

Università degli Studi di Perugia

L'elevata produzione negli ultimi anni, le caratteristiche di persistenza ambientale e l'elevata mobilità tra i vari comparti naturali (aria, terra e acqua) delle sostanze Per- e PoliFluoroAlchiliche (PFAS), hanno fatto sì che questi POPs siano diventati incontrovertibilmente ubiquitari. Ne consegue che la loro presenza è oramai stata rilevata in qualsiasi tipo di matrice investigata tra cui, chiaramente, gli alimenti. Le fonti di contaminazione nella filiera alimentare sono molteplici come ad esempio: emissione in aria e sversamento nelle fonti idriche direttamente dalle aziende produttrici con conseguente contaminazione dei suoli e delle falde acquifere utilizzate per irrigazione o abbeveraggio degli animali; utilizzo di dispositivi (es. schiume antincendio o lubrificanti) e smaltimento errato di oggetti di suo comune (es. padelle antiaderenti, giacchetti antipioggia..) contenenti PFAS che ne hanno causato la diffusione nei terreni; utilizzo diretto negli imballaggi o contenitori alimentari. La presenza di PFAS è stata rilevata in praticamente tutti gli alimenti investigati: latte, uova, frattaglie, vegetali, acqua, miele. Le concentrazioni maggiori sono state rilevate nelle frattaglie, in particolare nella matrice fegato (naturali bioaccumulatori) i cui i livelli riscontrati stanno destando preoccupazione. Contrariamente, la matrice miele ha mostrato livelli di contaminazione rassicuranti anche se tra le varie tipologie, ci sono differenze nei livelli di PFAS riscontrati. Vista la loro diffusione, focus fondamentale diventa l'espandere la ricerca di questi composti anche alle matrici alimentari non ancora investigate ma che ricoprono un ruolo importante nella vita di tutti i giorni.

PFAS negli alimenti: criticità e opportunità nell'ambito dei controlli ufficiali

Gianfranco Diletti (g.diletti@izs.it)

Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Abruzzo e del Molise "G. Caporale"

Laboratorio Nazionale di Riferimento per gli Inquinanti Organici Persistenti Alogenati negli Alimenti e nei Mangimi

Nel 2020, l'autorità europea per la sicurezza alimentare (EFSA) ha adottato un parere sul rischio per la salute umana connesso alla presenza di sostanze perfluoroalchiliche (PFAS) negli alimenti nel quale ha concluso che il PFOS, il PFOA, il PFNA e il PFHxS, possono provocare effetti avversi nella fase di sviluppo e possono avere effetti negativi sul colesterolo sierico, sul fegato nonché sul sistema immunitario e sul peso alla nascita. Al fine di garantire un elevato livello di protezione della salute umana, la Commissione UE, nel 2022, ha pubblicato i regolamenti che stabiliscono regole e modalità pratiche armonizzate per l'esecuzione dei controlli ufficiali per quanto riguarda i contaminanti negli alimenti, nonché i limiti massimi dei quattro PFAS in alcuni prodotti alimentari. La Commissione ha tuttavia osservato che, per molti alimenti, manca ancora una serie rappresentativa di dati di occorrenza e ha pertanto raccomandato di raccogliere tali dati per un'ampia gamma di PFAS in un'ampia gamma di alimenti di largo consumo.

Il quadro normativo dunque, impone la determinazione di diverse sostanze perfluoroalchiliche a concentrazioni molto basse in matrici biologiche complesse e occorre concentrare gli sforzi per sviluppare metodi affidabili altamente sensibili e selettivi. Il rapido miglioramento delle tecniche analitiche basate sulla cromatografia liquida abbinata alla spettrometria di massa e la crescente disponibilità di standard marcati, hanno determinato un significativo progresso nella determinazione dei PFAS negli alimenti con conseguente possibilità di individuare i prodotti alimentari che maggiormente contribuiscono all'esposizione umana attraverso la dieta. Ciò è fondamentale per una reale caratterizzazione del rischio per il consumatore.

Il dibattito sui fluoropolimeri in ambito OCSE

Gianfranco Brambilla

Istituto Superiore di Sanità

In chiave prospettica e autorizzativa, il dibattito internazionale mostra una maggiore attenzione rispetto al passato, sulla conoscenza e valutazione del ciclo di vita dei polimeri fluorurati (quali PTFE, ETFE, PFPE, PFA, FEVE, FKM), che riconoscono applicazioni high-tech, anche a supporto della decarbonizzazione (si pensi alle membrane per la produzione di idrogeno e alle batterie per alimentazione elettrica delle auto). In tale contesto, l'industria fluorochimica ritiene che la maggiore parte dei polimeri siano essenziali e durevoli – quindi inerti. Tali aspetti secondo l'industria portano ad escludere i polimeri dalla proposta di restrizioni di produzione/uso, quali quelle proposte in ambito europeo – Regolamento REACH. La produzione di polimeri fluorurati è stimata in 500.000 tonnellate all'anno, di cui la Repubblica Popolare Cinese rappresenta per capacità produttiva circa il 50% della produzione. Data l'attuale esclusione dal Regolamento Reach, per la loro classificazione quali sostanze a bassa preoccupazione, non si conoscono attualmente le quantità prodotte annualmente in modo certo. Nell'ambito di una valutazione di processo, il problema della presenza di sostanze organiche fluorurate rilasciate nell'ambiente da produzione ed uso di fluoropolimeri si può schematicamente riassumere:

- Rilascio nell'ambiente dei reagenti fluorurati per la loro sintesi e degli intermedi di reazione (es monomeri non polimerizzati) a livello di impianto.
- Rilascio nell'ambiente di surfattanti fluorurati quali coadiuvanti la polimerizzazione a livello di impianto.
- Rilascio nell'ambiente dei prodotti di degradazione dei fluoropolimeri e dei coadiuvanti la polimerizzazione fluorurati da beni di largo consumo che li contengono, anche tenendo conto dei trattamenti ossidativi che possono rendere meno durevoli e quindi inerti i rifiuti polimerici (quali ad esempio uso di ozono, perossido di idrogeno nel trattamento dei reflui industriali e civili).

L'industria, applicando le BREF (in corso di definizione), sostiene che l'85% del fluoro derivante dal ciclo di vita dei prodotti a base di polimeri possa essere recuperato, e inertizzato. Questo, attraverso un miglioramento degli abbattimenti delle emissioni a livello di impianti industriali, una migliore gestione e raccolta dei rifiuti da prodotti a base di fluoropolimeri e loro smaltimento o in termovalorizzatori, o in discariche per materiali inerti. Tale abbattimento del rilascio ambientale passa anche attraverso la sostituzione di fluorosurfattanti per la polimerizzazione dei monomeri con alternative non fluorurate.

La Commissione Europea, in merito, si riserva di esaminare in maniera specifica per ogni possibile utilizzo dei fluoropolimeri (sono stati identificati 15 differenti usi) se effettivamente sussistano i presupposti di essenzialità o se esistano valide e non deprecabili sostituzioni con composti non fluorurati. Al momento, i fluoropolimeri sono ancora utilizzati nei materiali a contatto con gli alimenti, e nei cosmetici, dando luogo a rilasci in ambiente acquatico, anche sotto forma di micro/nano-plastiche fluorurate che possono rilasciare progressivamente PFAS. Date le importanti quantità di fluoropolimeri prodotti ed utilizzati ogni anno, anche in prodotti non pensati per una lunga durata, un non completo recupero del fluoro dal ciclo di vita pone comunque in prospettiva problemi di tipo ambientale e sanitario.

PFAS Bioaccumulo nelle piante: stato dell'arte e tecniche analitiche

Francesco Maria Bucarelli

FOSAN

Le principali fonti di esposizione ai PFAS per gli animali e gli esseri umani sono l'acqua e l'alimentazione; i PFAS sono presenti in tutte le matrici ambientali e sono stati individuati anche in specie vegetali, nei vari distretti/organi, tra cui frutti, semi, granella dei cereali, nonché in prodotti di origine animale. Se, però, gli enti preposti alla protezione della salute e dell'ambiente sono intervenuti per impedire l'esposizione umana tramite l'acqua potabile e mediante prodotti alimentari di origine animale potenzialmente contaminati, l'esposizione ai prodotti di origine vegetale non è ancora stata presa in considerazione con la dovuta attenzione. Le piante possono assorbire i PFAS dal suolo attraverso l'acqua, in particolare le acque irrigue contaminate, favorendo l'ingresso di questi inquinanti nella catena alimentare; possono assorbire i PFAS anche attraverso suoli contaminati dall'apporto al suolo di prodotti agrochimici e ammendanti quali liquami, compost, fanghi di depurazione; oppure tramite deposizione atmosferica di precursori volatili perfluorurati presenti in atmosfera sulle parti aeree. Ci sono alcuni studi che hanno indagato i fattori che determinano l'assorbimento, l'accumulo, la distribuzione dei PFAS negli organi delle piante. Ad oggi si ritiene che i PFAS vengano assorbiti dalle piante soprattutto a livello radicale ma non solo. Nonostante non siano state definite le principali vie di assorbimento dei PFAS, è chiaro che l'assorbimento avviene in relazione anche alla dimensione della radice, all'estensione della stessa, nonché all'estensione della parte aerea della pianta (fusto, foglie, fiori, frutti). I meccanismi specifici di assorbimento dei PFAS non sono ancora del tutto noti, ma indicano che l'assorbimento è mediato da trasportatori di membrana e sono influenzati dalla salinità del suolo/ambiente, dal pH e dalla lunghezza delle catene del PFAS, ad es: è stato visto che l'assorbimento diminuiva all'aumentare della lunghezza della catena passando da 4 C (PFBA) a 7 C (PFHpA), questo potrebbe spiegarsi con il fatto che, in generale, le molecole più piccole e più apolari si dissolvono più facilmente nella fase lipidica della membrana e la oltrepassano.

Biomonitoraggio dei PFAS con api da miele

Dalila Di Criscio¹, Sonia Ganassi¹, Sergio Passarella¹, Simone Moretti², Cosimo Tedino¹, Pasquale Avino¹, Antonio De Cristofaro¹

Dipartimento Agricoltura, Ambiente e Alimenti, Università degli Studi del Molise

Dipartimento di Chimica, Biologia e Biotecnologie, Università degli Studi di Perugia

Nel contesto di un approccio One Health alle problematiche sanitarie, l'ambiente dovrebbe essere costantemente monitorato e biomonitorato per verificare variazioni specifiche e/o di massa di sostanze inquinanti di varia origine e natura. *Apis mellifera* L. rappresenta attualmente, insieme ai suoi prodotti, il più completo biosensore (bioindicatore, bioaccumulatore, biocollettore), in grado di fornire numerosi dati sullo stato di salute ambientale in relazione alla presenza di inquinanti chimici. L'attività di biomonitoraggio con le api da miele rispetto alle tecniche analitiche tradizionali, con cui deve opportunamente integrarsi, offre diversi vantaggi: - fornisce stime sugli effetti combinati di più inquinanti sugli esseri viventi, - ha costi di gestione limitati, - copre con relativa facilità vaste zone e territori diversificati, consentendo un'adeguata mappatura del territorio, - indica la frazione biodisponibile di un inquinante in una determinata area, - è un valido mezzo per sensibilizzare e formare l'opinione pubblica sul tema dell'importanza della qualità ambientale. Le stime dei potenziali rischi sono effettuate analizzando la mortalità delle api e la presenza di residui di sostanze varie nel loro corpo o nei prodotti dell'alveare. Da tempo è stato messo a punto, anche presso il Dip. AAA dell'Università del Molise, un protocollo standard per conoscere il percorso, dall'ambiente all'alveare, delle diverse sostanze chimiche, in particolare di quelle ad uso agricolo. La metodologia prevede la predisposizione di una rete di biomonitoraggio con stazioni di rilevamento costituite da 2-3 alveari (condotti con tecniche apistiche compatibili con lo scopo del lavoro), il rilievo periodico della mortalità, la determinazione della contaminazione di nettare, polline, api morte, miele, cera, larve e la valutazione dell'attività di volo e di bottinamento. Nel corso degli anni la validità dell'ape come indicatore biologico è stata dimostrata per rilevare agrofarmaci (inquinamento agricolo), metalli pesanti e idrocarburi policiclici aromatici (inquinamento urbano e industriale), radionuclidi (inquinamento radioattivo), diossine, PCB (inquinamento urbano e industriale), polveri sottili. In tale elenco, nel corso degli anni, sono stati aggiunti altri composti di diversa natura, tra cui le sostanze perfluoroalchiliche (PFAS). Lo scopo di questo studio è stato valutare i livelli di contaminazione da PFAS in campioni di miele provenienti da 6 stazioni selezionate nella regione Molise. Le analisi condotte hanno permesso di rilevare alcuni PFAS (Bistriflimide, 6:2FTS e L-PFOS) solo in 4 campioni, con valori LOD da 0,005 ppb a 0,01 ppb per PFHxS. I valori ottenuti rientrano comunque

nel valore LOD 0,5 µg/l (500 ng/l), per la somma di tutti i PFAS, e di 0,1 µg/l (100 ng/l) come valore di ogni singolo PFAS, raccomandato dal Regolamento della Commissione (UE) 310 2023/915. Anche se il suddetto Regolamento non stabilisce limiti per il miele, i valori di PFAS riscontrati sono ben al di sotto di quelli stabiliti per altri alimenti, e quindi non destano particolari preoccupazioni.

Determinazione di New e Legacy PFAS in un bacino idrografico del centro Italia: variazione temporale e valutazione del rischio per la salute umana ed ambientale

Federica Castellani, Matteo Vitali

1 Dipartimento di Sanità Pubblica e malattie infettive, Università La Sapienza, Roma

Le sostanze Perfluoroalchiliche (PFAS) sono un'eterogenea e vasta classe di composti organici che a causa della loro tossicità destano particolare preoccupazione per la salute umana e per quella dell'ambiente. In questo studio è stato applicato il metodo US EPA 533 (estrazione SPE e analisi HPLC-MS/MS) per investigare la presenza di 23 PFAS in 43 acque sotterranee e 31 acque superficiali appartenenti al bacino idrografico della regione Umbria (Italia centrale). Il monitoraggio è stato articolato in una campagna autunnale e una primaverile, al fine di poter investigare le possibili differenze di concentrazione dei PFAS legate alla stagionalità. I dati di contaminazione ottenuti sono stati poi utilizzati per la stima del rischio per la salute umana e per quella dell'ambiente derivante dall'esposizione potenziale a questi composti.

Metodi di rimozione e degradazione dei composti organici fluorurati in differenti matrici acquose

Sergio Passarella^{1,*}, Pasquale Avino^{1,2}

¹ Department of Agricultural, Environmental and Food Sciences, University of Molise, Via De Sanctis, 86100, Campobasso, Italy;

² Institute of Atmospheric Pollution Research, Division of Rome, c/o Ministry of Environment and Energy Security, Via Cristoforo Colombo 44, 00147, Rome, Italy.

*Corresponding Author: sergio.passarella@studenti.unimol.it

I contaminanti organici mobili persistenti (PMOC) sono caratterizzati da un'elevata mobilità ambientale. Data la loro bassa degradabilità ambientale, essi sono persistenti nel ciclo dell'acqua che utilizzano sia come mezzo di movimento che come strumento di accumulo. Anche le sostanze perfluoroalchiliche (PFAS) rientrano in tale categoria, così come in quella dei contaminanti chimici persistenti (POPs). I PFAS sono globalmente presenti nella biosfera e possono essere un pericolo per la salute di molti organismi viventi come pesci, uccelli e mammiferi, compreso l'uomo. Prodotti a partire dagli anni '40 i PFAS sono rappresentati da oltre 4000 molecole differenti. Le molecole maggiormente investigate sono: l'acido perfluorooctanoico (PFOA), l'acido perfluorooctanoico solforoso (PFOS), l'acido perfluoroesanessolfonico (PFHxS) e l'acido perfluorononanoico (PFNA). La diffusione mondiale dei PFAS è dovuta alle caratteristiche chimico-fisiche date dal legame carbonio-fluoro che contraddistingue le strutture molecolari di questi composti. Essi presentano elevata resistenza al calore, agli agenti chimici e biologici, proprietà dielettriche e tensioattive. Per questo motivo i PFAS sono utilizzati in molti settori industriali e commerciali quali abbigliamento, cosmetica, alimentare e settore tecnologico [1].

Tali sostanze sono diventate una preoccupazione per la comunità scientifica in quanto si sono rivelate dannose per la salute umana e ambientale. In particolare, sono responsabili dell'aumento delle specie ROS che hanno effetti tossici per l'organismo, provocando inattivazione enzimatica, danni al DNA e un aumento della funzione piastrinica che provoca malattie cardiovascolari come trombosi e arteriosclerosi. I ROS sono anche responsabili dell'ossidazione degli acidi grassi che portano alla formazione di composti secondari quali, aldeidi e chetoni, che risultano essere cancerogeni. I PFAS presentano una struttura simile ai lipidi e imitano gli ormoni naturali rientrando nella categoria degli interferenti endocrini. Fra i numerosi effetti avversi vi sono l'infertilità maschile e la sindrome dell'ovaio policistico. I tessuti maggiormente colpiti sono polmoni, fegato, reni e ossa [1] [2]. I primi segnali di allarme sulla tossicità di queste molecole furono riscontrati negli Stati Uniti tra gli anni '50 e 2000, in due impianti chimici di produzione di PFAS presenti in Minnesota e West Virginia. Nel

primo caso venne messa in evidenza la correlazione fra tali sostanze e neoplasie della prostata e del pancreas, nel secondo caso con neoplasie al rene a causa della contaminazione delle falde acquifere da parte del PFOS. In Italia, un caso simile a quello del West Virginia è avvenuto nel 2013 nella regione Veneto in provincia di Vicenza dove è stata scoperta una vasta contaminazione da PFAS. Quest'ultima ha portato all'inquinamento delle falde acquifere e di conseguenza di tutto l'ecosistema circostante. Poiché i metodi convenzionali di trattamento delle acque reflue non rimuovono questi contaminanti, l'acqua potabile potrebbe rappresentare una fonte primaria di esposizione ai PFAS per la popolazione e rappresentare un rischio per la salute pubblica [1].

L'attuale normativa in vigore sulle acque destinate al consumo umano è la Direttiva (UE) 2020/2184 del parlamento europeo e del consiglio del 16 dicembre 2020 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano, recepita dallo Stato Italiano con il Decreto Legislativo n. 18 del 23 febbraio 2023 che abroga il Decreto legislativo 2 febbraio 2001, n. 31. Tale direttiva prevede i limiti di 100 e 500 ng L⁻¹ rispettivamente per la somma e per il totale di PFAS che entreranno in vigore solo dal 12 gennaio 2026.

Nel Corso degli anni sono stati sviluppati vari metodi di rimozione e degradazione di queste sostanze. Ognuno di essi è influenzato da fattori con effetto positivo o negativo. In particolare i metodi di rimozione riguardano tecniche di separazione come adsorbenti a base di carbonio, resine a scambio ionico e membrane ad alta pressione. I metodi di degradazione, invece, si basano su processi fotochimici ed elettrochimici.

Per quanto concerne i processi di separazione, gli adsorbenti come carbone attivo, nanotubi e fibre di carbonio sono stati e sono ampiamente impiegati per la rimozione dei PFAS nelle matrici acquose. Il meccanismo di rimozione di questa tecnica si basa sia sulle interazioni idrofobiche che su quelle elettrostatiche che vanno ad interessare rispettivamente le porzioni idrofobiche e polari delle molecole stesse. I meccanismi di scambio ionico e adsorbimento sono caratteristici delle resine a scambio ionico. A differenza dei metodi di adsorbimento, queste possono essere rigenerate e quindi riutilizzate mediante il passaggio di soluzioni saline concentrate e solventi organici. Anche i sistemi di filtrazione possono essere utilizzati per rimuovere i PFAS dai corpi idrici. Considerate le dimensioni ridotte di queste sostanze (circa 1 nm), solo la nanofiltrazione e l'osmosi inversa si dimostrano tecniche efficaci per raggiungere tale obiettivo. Esclusione dimensionale, repulsione elettrostatica e adsorbimento sono i meccanismi interessati in quest'ultima tecnica di separazione.

Fra i processi degradativi vi sono quelli elettrochimici e fotochimici. La degradazione elettrochimica è caratterizzata da reazioni di ossidoriduzione iniziali che generano la formazione di radicali PFAS altamente reattivi. Nello specifico vi è il passaggio di elettroni dalle molecole di PFAS all'anodo

portando alla formazione di radicali PFAS. Questi ultimi sono soggetti alla scissione del gruppo funzionale e a una serie di reazioni chimiche fino alla completa degradazione a CO₂ e ioni fluoruro. I metodi fotochimici permettono la degradazione delle sostanze recalcitranti per fotolisi diretta o indiretta (mediante l'uso di altri reagenti o fotocatalizzatori). La degradazione dei PFAS è pressoché nulla a lunghezze d'onda maggiori di 220 nm, mentre l'utilizzo di quelle inferiori è impossibilitato a causa dell'assorbimento delle stesse da parte dell'acqua. La degradazione dei PFAS attraverso l'uso di sostanze attive fotogenerate risulta possibile solo con l'uso dei fotocatalizzatori combinati con la radiazione UV. In questo modo le molecole subiscono processi di osmolisi, eterolisi o fotoionizzazione fino alla loro totale degradazione.

Se per i metodi di rimozione la principale sfida è lo smaltimento dei rifiuti finali altamente concentrati in PFAS, i metodi di degradazione incontrano problematiche legate alla composizione della matrice da trattare e alla sua influenza sull'efficienza del processo. L'orientamento attuale è quello di utilizzare entrambe le tecniche con approccio sequenziale (separazione e successiva degradazione) al fine di ottimizzare i costi di gestione delle tecniche di degradazione e ottenere al tempo stesso un rifiuto finale sicuro per l'ambiente [3].

Referenze:

1. Bonato, M.; Corrà, F.; Bellio, M.; Guidolin, L.; Tallandini, L.; Irato, P.; Santovito, G. PFAS Environmental Pollution and Antioxidant Responses: An Overview of the Impact on Human Field. *Int J Environ Res Public Health* **2020**, *17*, 8020, doi:10.3390/ijerph17218020.
2. Iannone, A.; Carriera, F.; Passarella, S.; Fratianni, A.; Avino, P. There's Something in What We Eat: An Overview on the Extraction Techniques and Chromatographic Analysis for PFAS Identification in Agri-Food Products. *Foods* **2024**, *13*, 1085, doi:10.3390/foods13071085.
3. Zeidabadi, F.A.; Esfahani, E.B.; Mohseni, M. Effects of Water Matrix on Per- and Poly-Fluoroalkyl Substances (PFAS) Treatment: Physical-Separation and Degradation Processes – A Review. *Journal of Hazardous Materials Advances* **2023**, *10*, 100322, doi:10.1016/j.hazadv.2023.100322.

Ambiente e Impresa nella Gestione dei Rifiuti tra Regole Giuridiche e Regole Tecniche

Domenico Monci

Università degli Studi del Molise

La gestione dei rifiuti rappresenta indubbiamente il segmento normativo disciplinare di maggior sensibilità in ordine al delicato rapporto che intercorre tra le contrapposte e pur tuttavia paritetiche esigenze emergenti dagli attuali assetti sociali globali, organizzati secondo un modello di domanda improntato ad una congenita e insita incoerenza.

Invero la società postmoderna mentre infatti da un lato incrementa la domanda di beni di consumo con lo scopo evidente di migliorare la propria qualità di vita, in particolare sotto il profilo della facilitazione delle proprie attività esistenziali nel tentativo di condurre tali attività nel mito di una perenne “comfort zone” dall’altro, per le medesime ragioni, rivendica la contrapposta esigenza di garanzia di un elevato livello di tutela dell’ambiente, secondo un approccio ideologico che appare connotato da una radicale e spesso insanabile contraddizione.

La domanda di beni nella realtà produttiva corrisponde ineluttabilmente alla domanda di sfruttamento delle risorse necessarie alla produzione di quei beni. Domanda che di fatti viene poi delegata all’impresa, alla quale viene richiesto di assolvere al compito scomodo, quanto meno sotto il profilo ideologico, di essere “colpevole” di sfruttare quelle risorse per ragioni economiche. I beni domandati altrettanto ineluttabilmente, dopo aver esaurito la propria funzione, in tempi più o meno variabili, ove non destinabili al reimpiego, al riutilizzo e/o al riciclaggio, sono destinati a divenire rifiuti. Ancora una volta, quando quei beni saranno giunti al loro fine vita diventando rifiuti, quella stessa collettività (che ha chiesto all’impresa di produrre i beni sfruttando risorse ambientali) chiede che quei rifiuti siano gestiti, delegando ancora una volta all’impresa la scomoda responsabilità di “dematerializzare” i rifiuti e assumersi di essere “colpevole” degli impatti ambientali che tale gestione genera.

Tale singolare dinamica è passibile di essere definita con il sintagma evocativo di «Questione Ambientale» perché di questo infondo si tratta sebbene spesso, la suadente dialettica comunicativa che accompagna la semantica legislativa ha inteso trasporre il tema sul piano della sostenibilità, ipotizzando che possa esservi uno sviluppo standardizzato garantito da uno sfruttamento omogeneo di risorse che tuttavia sono naturalmente ed irrimediabilmente esauribili.

Già nel 1972, in un’epoca nella quale iniziava ad echeggiare la consapevolezza generalizzata degli effetti depauperativi della rivoluzione industriale e il timore della non sostenibilità delle attività industriali su larga scala, il rapporto “*Limits to growth*” (Meadows, Randers e Behrens) elaborato dal

System Dynamics Group del Massachusetts Institute of Technology, su incarico del “*Club di Roma*” (una organizzazione no profit per la tutela ambientale), metteva in evidenza che «*per la prima volta da quando esiste l'uomo sulla terra, gli viene richiesto di astenersi dal fare qualcosa che sarebbe nelle sue possibilità; gli si chiede di frenare il suo progresso economico e tecnologico, o almeno di dargli un orientamento diverso da prima; gli si chiede – da parte di tutte le generazioni future della Terra – di dividere la sua fortuna con i meno fortunati – non in uno spirito di carità, ma in uno spirito di necessità. Gli si chiede di preoccuparsi, oggi, della crescita organica del sistema mondiale totale. Può egli, in coscienza, rispondere di no?*». (riportato in G. ROSSI, *Diritto dell'ambiente*, Giappichelli, Torino, 2015, 5).

Dopo mezzo secolo, l'appello indubbiamente persuasivo rivolto dal rapporto c.d. “*Meadows*” a sostenere un modello di sviluppo in grado di rendere compatibile l'utilizzo delle risorse con l'esigenza della loro conservazione per le generazioni future, ha evidentemente mostrato i suoi limiti e evidenziato come esso sia incompatibile con il modello sociale corrente il quale, non solo ha incrementato costantemente la propria domanda di beni ma ha altresì rinunciato ad una cultura ambientale a beneficio di una ideologia ambientalista, dietro la quale mascherare le proprie colpe e alleviare le proprie responsabilità.

Ecco allora che l'impresa, delegata prima a sfruttare le risorse e poi a gestire i residui esausti di quello sfruttamento, diventa il capro espiatorio di una colpa collettiva.

Probabilmente quindi è proprio nel rapporto naturale che intercorre tra ambiente e impresa che occorre individuare gli strumenti utili a governare una tale complessa dinamica sulla quale si svolgono in fondo le sorti dell'umanità ed è questo, invero, lo scopo che il legislatore nazionale ha affidato al codice dell'ambiente. Provvedimento normativo caratterizzato dalla copiosa individuazione di valori soglia, desunti dalla presupposta fornitura di regole tecniche capaci di orientare le regole giuridiche, all'interno delle quali possa lecitamente svolgersi un livello di attività d'impresa accettabile per le esigenze di una tutela che sia realisticamente ambientale piuttosto che radicalmente ambientalista.

Se l'attesa è il giardino dell'Eden incontaminato, allora i suoi abitanti saranno obbligati a nutrirsi di bacche selvatiche e a coprirsi con una foglia di fico, ove in caso contrario essi domanderanno progresso, beni e comfort, la loro idea di ambiente non potrà che essere una singolare forma di ipocrisia collettiva.

La Programmazione nella Gestione dei Rifiuti, una Sfida per la Regione Molise nell'ottica dell'Economia Circolare

Alessandra Mazzuto

Regione Molise

L'economia circolare rappresenta un modello economico innovativo che punta a ridurre al minimo gli sprechi, estendere la vita utile dei prodotti e promuovere il riciclo e il riuso delle risorse. La gestione dei rifiuti in questo contesto assume un ruolo cruciale, poiché diventa fondamentale per chiudere il ciclo di vita dei prodotti e reintegrare i materiali nel sistema produttivo, in linea con i criteri di priorità di cui all'art. 179 D.lgs. 152/2006 e s.m.i.. La programmazione della gestione dei rifiuti nell'ottica dell'economia circolare si concentra su strategie chiave che mirano a trasformare i rifiuti da problema a risorsa. Una prima strategia è rappresentata dalla riduzione alla fonte, che comporta la diminuzione della produzione di rifiuti attraverso una progettazione sostenibile dei prodotti. Questo significa ridurre l'uso di materiali non riciclabili e limitare gli imballaggi, favorendo la creazione di prodotti che generano meno rifiuti fin dall'inizio del loro ciclo di vita.

Un'altra componente fondamentale è il riuso e la riparazione. Promuovere pratiche che estendano la vita utile dei prodotti, come la riparazione, la rigenerazione e il riutilizzo, permette di evitare che i prodotti diventino rifiuti prematuramente. Questo approccio non solo riduce la quantità di rifiuti prodotti, ma conserva anche le risorse e l'energia utilizzate per la produzione iniziale dei beni. Il riciclaggio efficiente richiede l'implementazione di sistemi di raccolta differenziata efficaci e l'uso di tecnologie avanzate per il riciclo dei materiali. Garantire che i rifiuti vengano correttamente separati e trattati è essenziale per massimizzare il recupero delle risorse. In questo modo, materiali che altrimenti finirebbero in discarica possono essere reintegrati nel ciclo produttivo, riducendo la necessità di estrarre nuove risorse.

La responsabilità estesa del produttore (EPR) coinvolge i produttori nella gestione del fine vita dei loro prodotti, incentivandoli a progettare beni più facilmente riciclabili e a creare filiere di recupero. L'EPR responsabilizza i produttori, rendendoli parte attiva nella riduzione dell'impatto ambientale dei loro prodotti. L'innovazione tecnologica e le infrastrutture sono essenziali per supportare un'efficace gestione dei rifiuti. Da un lato, investire in tecnologie avanzate per il trattamento dei rifiuti permette di migliorare l'efficienza e l'efficacia dei processi di riciclo; dall'altro, sviluppare infrastrutture adeguate è fondamentale per garantire che i rifiuti possano essere trattati in modo sostenibile. Infine, l'educazione e la sensibilizzazione svolgono un ruolo cruciale. Informare e sensibilizzare i cittadini e le imprese sull'importanza della riduzione dei rifiuti e del riciclo è fondamentale per promuovere

comportamenti sostenibili e consapevoli. Campagne educative e iniziative di sensibilizzazione, possono incoraggiare la partecipazione attiva di tutti gli attori coinvolti, dal singolo cittadino alle grandi imprese. Attraverso tali strategie, la Regione Molise intende affrontare la programmazione della gestione dei rifiuti, mirando a trasformare il modo in cui i rifiuti sono percepiti e trattati e a realizzare un sistema economico più sostenibile e resiliente, in grado di ridurre l'impatto ambientale e favorire un utilizzo più efficiente delle risorse.

Catasto dei Rifiuti nella regione Molise

Giovanni Sardella

ARPA Molise

Il Catasto dei rifiuti è nato allo scopo di favorire la raccolta in un sistema organico, articolato su scala regionale, di tutti i dati relativi alla produzione dei rifiuti urbani e speciali, nonché alla gestione degli stessi attraverso le diverse imprese di smaltimento presenti sul territorio nazionale.

Esso è articolato in una Sezione Nazionale con sede a Roma presso ISPRA, con compiti di elaborazione e diffusione dei dati aggregati di livello nazionale e in Sezioni Regionali presso le corrispondenti Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente (ARPA) o delle Province Autonome (APPA), con compiti di raccolta, bonifica, certificazione, elaborazione e di supporto informativo qualificato agli altri enti territoriali competenti e a tutti i soggetti istituzionali interessati alle problematiche connesse ai rifiuti.

I dati relativi alla gestione rifiuti vengono pubblicati e messi a disposizione dei cittadini attraverso un Report aggiornato annualmente. Tali report diventano elaborazioni statistiche che consentono di monitorare nel corso degli anni le performance raggiunte nell'ambito della riduzione di produzione dei rifiuti e nella gestione degli stessi in maniera da verificarne la rispondenza rispetto ai dettami della normativa nazionale e comunitaria. Da ciò deriva anche un ruolo essenziale a disposizione degli organi competenti ai fini della pianificazione e programmazione delle attività connesse alla gestione dei rifiuti.

Il campionamento dei rifiuti per la caratterizzazione chimica e chimico-fisica

Giovanni Ciceri

RSE Milano

Obiettivo della presentazione è fornire le indicazioni a livello teorico e applicativo necessarie per un corretto campionamento dei rifiuti, in dipendenza del loro stato fisico (liquido, solido o pastoso), giacitura (stato in cui sono rinvenuti) e eterogeneità, al fine di una successiva caratterizzazione analitica per la determinazione di parametri chimici e chimico-fisici.

A tal fine si fa principalmente riferimento alla norma UNI 10802: 2023 “Rifiuti -Campionamento manuale, preparazione del campione ed analisi degli eluati”, nella sua ultima revisione e aggiornamento (2023).

In particolare, sono trattati gli aspetti più salienti di un piano di campionamento quali: la selezione degli analiti, il tipo di campionamento (da casuale a sistematico); la determinazione del numero di incrementi e della loro massa minima; l’imballaggio, il trasporto e la conservazione dei campioni; le apparecchiature di campionamento e di riduzione dimensionale e granulometrica; la giacitura e lo stato fisico dei rifiuti; gli aspetti legati alla qualità, compresa la completa tracciabilità dell’intero processo di campionamento.

I controlli ambientali legati alla gestione integrata dei rifiuti: dalla raccolta differenziata all'incenerimento, dai TMB alla discarica

Gaetano Settimo

Dipartimento Ambiente e Salute

Istituto Superiore di Sanità

La complessità del problema della corretta gestione integrata dei rifiuti deriva dalla tipologia dello specifico materiale e dalle quantità prodotte. La produzione di rifiuti urbani (RU) *pro capite* nel territorio nazionale risulta essere di circa 494 kg/anno, con una tendenza ad una leggera diminuzione rispetto all'anno precedente (8 kg rispetto al 2021). Di questi circa il 65% viene raccolto in maniera differenziata, circa il 18% dei RS viene avviato tal quale in discarica e circa il 18% viene trattato mediante incenerimento. Mentre il trattamento meccanico biologico TMB raggiunge circa il 23% (ISPRA 2023).

Per quanto riguarda gli aspetti relativi alle emissioni degli impianti, vanno ricordate: le Direttive 96/61/CE, 2008/1/CE e l'ultima 2010/75 sulla prevenzione e la riduzione integrate dell'inquinamento, nelle quali la definizione di emissione comprende tutto il ciclo tecnologico nel suo complesso, ovvero: *“lo scarico diretto o indiretto da fonti puntiformi o diffuse dell'impianto, di sostanze, vibrazioni, calore o rumore nell'aria, nell'acqua ovvero nel terreno”*. La stessa legislazione definisce poi il valore limite di emissione dell'impianto che deve garantire *“un livello equivalente di protezione dell'ambiente nel suo insieme e di non portare a carichi inquinanti maggiori nell'ambiente”*.

La conoscenza del livello di emissione degli impianti rimane uno degli strumenti essenziali per il controllo della qualità dell'aria e in generale dell'ambiente. Infatti questo consente, oltre alla verifica del rispetto di limiti e di prescrizioni, anche il controllo del corretto funzionamento e la valutazione dell'effettivo carico inquinante degli impianti stessi.

Questo comporta la necessità di una valutazione degli inquinanti, ed in particolare dei microinquinanti inorganici e organici (metalli, diossine, furani, IPA, ecc.) nei diversi comparti ambientali e quindi un loro contenimento in relazione allo specifico ciclo tecnologico, considerando i diversi fattori (es.: mobilità, destino ambientale, ecc.) che concorrono a definire i possibili scenari di esposizione per la popolazione generale.

Applicazione della metodologia Life Cycle Assessment (LCA) al compostaggio aziendale

Maria Pergola

Corso di Agraria

DIFARMA. Università degli studi di Salerno.

La metodologia Life Cycle Assessment (LCA) permette di valutare la sostenibilità ambientale di un prodotto, processo o di una attività, in un'ottica di ciclo di vita (SETAC, 1993), stimando gli impatti ambientali ad esso associato, attraverso l'identificazione e la quantificazione dei consumi di materia, energia ed emissioni nell'ambiente e l'identificazione e la valutazione delle opportunità per diminuire questi impatti. Attraverso un processo standardizzato dalle norme tecniche ISO 14040-44 (2006), che prevedono quattro fasi e la definizione dell'unità funzionale e dei confini del sistema, questo approccio metodologico permette di ricostruire le fasi che caratterizzano il ciclo di vita del prodotto/servizio studiato, dall'approvvigionamento delle materie prime, ai processi di trasformazione, al trasporto e alla distribuzione, fino all'utilizzo e/o consumo e allo smaltimento/dismissione, calcolando per ognuna di esse l'impatto in termini, ad esempio, di gas climalteranti, di eutrofizzazione, di acidificazione, ecc.

È una metodologia molto versatile, ampiamente applicata anche in agricoltura. A tal fine, dopo aver spiegato nel dettaglio le varie fasi di uno studio LCA, saranno presentati casi studio di applicazione di tale metodologia al compostaggio aziendale. In particolare, la filiera del compost, dall'acquisizione delle matrici di partenza alla distribuzione in campo, si può sviluppare nei diversi comparti agricoli contribuendo a risolvere diverse criticità, tra le quali le più importanti sono lo smaltimento degli scarti verdi e delle deiezioni zootecniche. Il compostaggio aziendale, producendo sostanza organica stabilizzata, alimenta cicli virtuosi di recupero dei suoli degradati, ripristina la fertilità degli stessi, contribuisce al sequestro del carbonio nel suolo e - riducendo gli input di fertilizzanti, pesticidi e carburanti - abbassa i costi di produzione e riduce gli impatti negativi delle attività agricole. Al fine di adottare la soluzione più appropriata, è fondamentale 1) fare un'analisi preliminare dell'azienda per determinare i volumi in gioco, le strutture e i macchinari/mezzi disponibili, i tempi di compostaggio e l'entità dell'investimento economico; 2) valutare la sostenibilità ambientale, economica ed energetica dell'intera filiera del compost.

Rifiuti: L'impatto Dell'agricoltura

Giuseppe Giuliano

Agri-Regenerative (Spin off)

I processi di industrializzazione delle attività agricole che hanno riguardato tutto il i processi di produzione agricola a partire dal secondo dopoguerra, il ruolo dell'industria chimica nella produzione di fertilizzanti, e antiparassitari e diserbanti degli ultimi 70 anni, la intensivizzazione delle pratiche agricole e zootecniche hanno stravolto i rapporti millenari tra l'uomo e risorse naturali quali suolo, acqua e aria, utilizzate per il suo sostentamento.

Da un lato i nuovi processi hanno dato un poderoso impulso alla produzione di cibo, dall'altro stanno alterando gli ecosistemi e mettendo a repentaglio la salute degli uomini e la stessa sopravvivenza del mondo vivente.

Partendo da alcuni casi concreti vengono individuati e descritti le dinamiche dei processi, gli interessi in gioco, le responsabilità dei fenomeni, l'impatto dell'agricoltura sul problema dei rifiuti.

