

Determinazione dei Naftaleni policlorurati in matrici solide e acquose

I **Naftaleni policlorurati (PCN)** sono classificati come **inquinanti organici persistenti (POP)** - sostanze tossiche caratterizzate da una lunga persistenza ambientale e dalla tendenza al bioaccumulo negli organismi viventi. Di conseguenza, i POP in generale, compresi i PCN, sono regolamentati dal Regolamento UE 2019/1021 sui POP. ALS Laboratories offre servizi analitici per la determinazione di questi composti in vari campioni ambientali.



Figura 1: Immagine illustrativa

Introduzione ai PCN

I PCN sono una classe di composti in cui gli atomi di Idrogeno sono sostituiti da atomi di Cloro negli anelli del Naftalene. In totale, sono stati identificati 75 congeneri in base al numero e alla posizione degli atomi di Cloro (posizioni da 1 a 8), la cui formula generale è $C_{(10)H_{8-n}Cl_n}$. I singoli congeneri differiscono nel grado di clorazione e nelle proprietà fisico-chimiche. A causa della loro persistenza e tossicità, i PCN sono considerati contaminanti ambientali significativi.

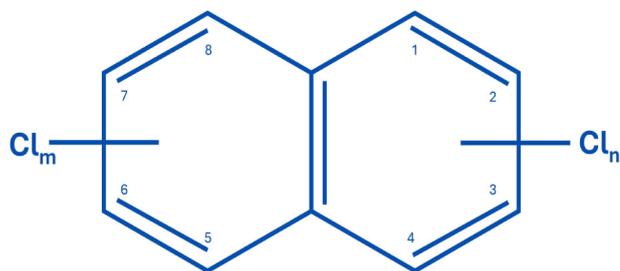


Figura 2: Struttura generale dei Naftaleni policlorurati

I PCN condividono molte proprietà chimiche con i **policlorobifenili (PCB)**, come l'elevata stabilità chimica e termica, la bassa infiammabilità e la lipofilia. Queste caratteristiche hanno reso i PCN interessanti per un'ampia gamma di applicazioni industriali nel corso del XX secolo.

I PCN sono stati sintetizzati per la prima volta nel 1833 e sono stati utilizzati a livello commerciale dai primi anni del 1900 fino agli anni '80.

Grazie alla loro elevata stabilità termica, idrofobia e inerzia, i PCN sono serviti come fluidi dielettrici nei condensatori, materiali isolanti per fili e cavi, conservanti per il legno, ritardanti, additivi per l'olio motore e come materie prime per la produzione di coloranti. La produzione stimata di PCN tecnici è stata di 150.000-400.000 tonnellate. La produzione storica e lo smaltimento improprio rappresentano fonti significative di contaminazione ambientale. Inoltre, i PCN si formano come sottoprodotti non intenzionali in vari processi industriali, come l'incenerimento dei rifiuti solidi urbani, la sinterizzazione dei minerali di ferro, la fusione secondaria del rame e altre operazioni metallurgiche. Anche se la produzione e l'uso dei PCN sono oggi rigorosamente regolamentati o vietati, l'eredità della produzione iniziale e le attuali emissioni non intenzionali hanno portato al loro rilevamento in vari ambienti e negli alimenti.

Poiché i PCN sono altamente resistenti alla degradazione chimica e biologica, persistono nel suolo, nei sedimenti, nell'acqua e nell'atmosfera per decenni. La loro bassa solubilità in acqua e l'elevata affinità per i solventi organici ne consentono il bioaccumulo negli organismi viventi e la biomagnificazione lungo la catena alimentare. I PCN a basso contenuto di cloro (mono- o dicloro-naftaleni) sono tipicamente liquidi oleosi che si trovano nella fase aeriforme, mentre i congeneri altamente clorurati (come gli esacloro-, epta- e ottacloro-naftaleni) sono solidi cerosi che tendono ad aderire alle particelle e ad accumularsi nei sedimenti.

Rischi per la salute umana associati ai PCN

L'esposizione ai PCN è stata collegata a diversi effetti negativi sulla salute, come neurotossicità, epatotossicità, immunosoppressione e alterazione del sistema endocrino, che possono causare problemi riproduttivi e di sviluppo. I PCN più clorurati, in particolare l'esacloronaftalene, sono particolarmente tossici e possono agire in modo simile alle diossine. A causa della loro persistenza, tossicità e bioaccumulo, i PCN sono stati aggiunti alla Convenzione di Stoccolma nel 2015.

La quantificazione accurata delle emissioni di PCN è essenziale per una politica efficace e per la gestione dei rischi. Sebbene gli inventari globali siano limitati, studi recenti identificano le fonti principali, tra cui la produzione di ferro e acciaio, l'incenerimento dei rifiuti e le industrie dei metalli non ferrosi. Nuovi inventari globali delle emissioni, utilizzando metodi di modellazione e analisi del trasporto atmosferico, sono fondamentali per comprendere la distribuzione dei PCN e guidare strategie di riduzione mirate per ridurre al minimo i rischi per l'ambiente e la salute.

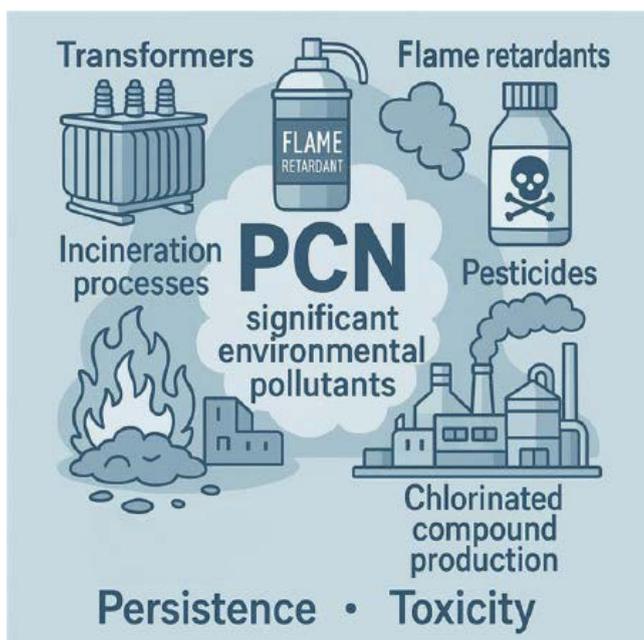


Figura 3: Fonti di PCN nell'ambiente

Riferimenti

[LINK](#) Lee Ha-Hyun, Lee Sunggyu, Lee Jung Suk, Moon Hyo-Bang: Distribution of Polychlorinated Naphthalenes in Sediment From Industrialized Coastal Waters of Korea With the Optimized Cleanup and GC-MS/MS Methods, *Frontiers in Marine Science* 8 (2021) DOI: 10.3389/fmars.2021.754278.

[LINK](#) Specifica tecnica ISO/TS 16780.

[LINK](#) Regolamento UE 2019/1021 sugli inquinanti organici

[LINK](#) Alwyn R. Fernandes, Anna Kilanowicz, Joanna Stragierowicz, Michał Klimczak, Jerzy Falandysz: The toxicological profile of polychlorinated naphthalenes (PCNs), *Science of The Total Environment* 837 (2022) DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.155764.

Determinazione dei PCN nei laboratori ALS

Presso ALS utilizziamo il più moderno metodo analitico per la determinazione dei PCN che copre la determinazione di clorurati gruppi da Monocloronaftaleni a Ottaclorofthaleni e, se necessario, congeneri selezionati (Tabella 1) in rifiuti, matrici acquose e solide.

Tabella 1: Elenco dei composti PCNs analizzati da ALS Laboratories

Analiti target		
Congeneri e sua identificazione		Gruppo cloro-omologico
1-Cloronaftalene	PCN #1	Mono-CN
1,4-Dicloronaftalene	PCN #5	Di-CN
1,4,6-Tricloronaftalene	PCN #24	Tri-CN
2,3,6,7-Tetracloronaftalene	PCN #48	Tetra-CN
1,2,3,6,7-pentacloronaftalene	PCN #54	Penta-CN
1,2,4,5,7,8-esacloronaftalene	PCN #72	Esacloro-CN
1,2,3,4,5,6,7-eptacloronaftalene	PCN #73	Epta-CN
Ottacloronaftalene	PCN #75	Octa-CN

A tal fine, utilizziamo la gascromatografia accoppiata alla spettrometria di massa ad alta risoluzione (GC-HRMS) o la gascromatografia accoppiata alla spettrometria di massa tandem a triplo quadrupolo (GC-MS/MS). Entrambe le tecniche utilizzano la ionizzazione elettronica e si basano sul metodo della diluizione isotopica utilizzando standard a marcatura isotopica, garantendo un'elevata precisione e affidabilità dei risultati. Il metodo sviluppato raggiunge i limiti di quantificazione definiti dal Regolamento UE 2019/1021 sugli inquinanti organici persistenti, rendendolo adatto al confronto dei risultati con i limiti stabiliti a livello legislativo.



Figura 4: Strumentazione GC/MS/MS (QqQ) utilizzata per l'analisi dei PCN.

[SCAN O CLICK](#)