



ARPAT

Agenzia regionale
per la protezione ambientale
della Toscana

collana ambiente

scheda
informativa

15

settembre 2013

Microinquinanti organici

Regione Toscana



© ARPAT 2013



Microinquinanti organici

settembre 2013

15

A cura di	ARPAT, <i>Settore Comunicazione, informazione e documentazione</i>
Testi	Giorgio Croce - ARPAT, <i>Laboratorio Chimica 2, Area Vasta Centro</i>
Si ringrazia	Danila Scala - ARPAT, <i>Direzione tecnica</i>
Coordinamento editoriale	Silvia Angiolucci - ARPAT, <i>Settore Comunicazione, informazione e documentazione</i>
Redazione, progetto e realizzazione grafica	Silvia Angiolucci, Francesca Baldi, Gabriele Rossi - ARPAT, <i>Settore Comunicazione, informazione e documentazione</i>
Foto	ARPAT
Stampa	Tipolitografia Contini, <i>Sesto Fiorentino (FI)</i>

Per suggerimenti e informazioni:

Settore Comunicazione, informazione e documentazione
ARPAT, via Nicola Porpora, 22 - 50144 Firenze
tel. 055.32061 - fax 055.3206324
urp@arpat.toscana.it

Stampato su carta che ha ottenuto il marchio di qualità ecologica dell'Unione Europea - Ecolabel

Indice

Cosa sono e quali sono i microinquinanti organici	pag. 2
Le diossine (PCDD-DF)	pag. 2
Gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA)	pag. 3
I policlorobifenili (PCB)	pag. 4
Le sorgenti dei microinquinanti organici	pag. 5
Come si formano le diossine	pag. 5
Come si formano gli IPA	pag. 6
Come si formano i PCB	pag. 7
Dove si trovano	pag. 8
Esposizione	pag. 9
Come si misurano	pag. 10
Cosa fa ARPAT	pag. 11
Per chi vuole approfondire	pag. 13

Introduzione

Alcune sostanze chimiche, come le Policlorodibenzodiossine (PCDD), i Policlorodibenzofurani (PCDF), i Policlorobifenili (PCB), gli Idrocarburi policiclici aromatici (IPA) e i Polibromodifenil eteri (PBDE), vengono indicate col nome di microinquinanti organici a causa della loro elevata tossicità potenziale anche a bassissime concentrazioni. In particolare PCDD, PCDF e PCB fanno parte di quelle sostanze definite come inquinanti organici persistenti (POPs Persistent Organic Pollutants) banditi dalla Convenzione di Stoccolma tenutasi dal 22 al 23 maggio 2001. I microinquinanti organici sono composti chimici con proprietà nocive per la salute umana e per l'ambiente. Si propagano nell'aria, nell'acqua o nel terreno e, a causa della loro scarsa degradabilità, risiedono nell'ambiente per lungo tempo. L'inquinamento che provocano è un problema che oltrepassa le frontiere nazionali, rendendo indispensabile un intervento a livello internazionale.

La presenza di queste sostanze è legata a fonti di vario tipo, in particolare in quegli impianti in cui la combustione o le elevate temperature sono parte integrante del processo produttivo (fonderie, termovalorizzatori, cementifici), senza trascurare il forte contributo dato dalla combustione domestica.

L'attività di controllo ambientale delle emissioni degli impianti industriali, che rientra tra quelle principali svolte da ARPAT, è molto complessa e richiede l'impiego di attrezzature dedicate e personale specializzato.

Lo scopo di questa scheda è quello di dare una visione generale, in un linguaggio che si propone di essere comprensibile per tutti, dei principali tra questi contaminanti, che interessano tutte le matrici ambientali: cosa sono, come si formano, dove si trovano, come può avvenire l'esposizione, cosa fa ARPAT, alcuni riferimenti su normativa, studi e rapporti.

La normativa nazionale (D.Lgs. 152/2006 e s.m.i) prevede valori limite per PCDD/PCDF e PCB nei suoli soggetti a bonifica, mentre non li prevede per l'aria. Per effettuare confronti e valutazioni possono essere utilizzati i valori di riferimento proposti dalla Commissione Consultiva Tossicologica Nazionale. Il Regolamento (UE) n. 1259/2011 della Commissione del 2 dicembre 2011 definisce i tenori massimi di diossine e PCB diossine simili per alcune derrate alimentari e quelli di Benzo(a)pirene in numerose matrici alimentari. La Raccomandazione della Commissione Europea 2011/516/UE fissa le soglie di azione per diossine e PCB diossina simili, al fine di favorire la riduzione di tali sostanze negli alimenti, sia ad uso umano che zootecnico. Il Regolamento 277/UE/2012 stabilisce limiti per le concentrazioni di PCDD e PCDF, somma di diossine e PCB diossina simili e per PCB non diossina simili per i prodotti destinati all'alimentazione animale.

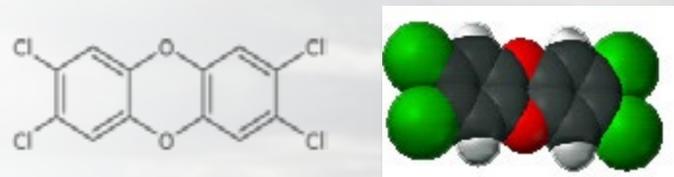
Cosa sono e quali sono i microinquinanti organici

Diossine, policlorobifenili (PCB), idrocarburi policiclici aromatici (IPA) e polibromodifenileteri (PBDE), sono sostanze chimiche che vengono indicate come microinquinanti organici a causa della loro elevata tossicità potenziale anche a bassissime concentrazioni. Possiamo suddividere queste sostanze in due sottofamiglie:

- 1) quelle provenienti da risultati indesiderati di processi di produzione e da attività antropica di altro genere: diossine e idrocarburi policiclici aromatici (IPA);
 - 2) quelle prodotte industrialmente, cioè appositamente, anche se alcune possono essere sottoprodotti di lavorazioni industriali: policlorobifenili (PCB) e polibromodifenileteri (PBDE).
- Pur rientrando nella famiglia dei microinquinanti, i PBDE saranno trattati in una successiva, specifica pubblicazione.

Le diossine (PCDD-DF)

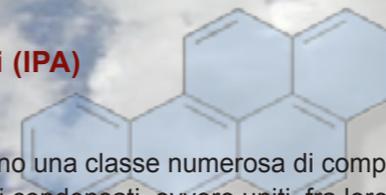
Le diossine non sono sostanze di produzione industriale, ma sottoprodotti indesiderati di alcune reazioni, per lo più di combustione. Conosciute per la loro tossicità anche ad esposizioni molto basse sono contaminanti ambientali persistenti. A causa della loro liposolubilità (cioè capacità di sciogliersi ed essere assorbite nei grassi) e della relativa resistenza alla degradazione metabolica, una volta entrate in una catena alimentare sono in grado di persistervi a lungo.



Formula chimica e rappresentazione tridimensionale della tetraclorodibenzodiossina (in grigio atomi di carbonio, in bianco atomi di idrogeno, in verde atomi di cloro, in rosso atomi di ossigeno)



Gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA)



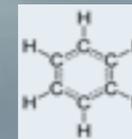
Gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) sono una classe numerosa di composti organici tutti caratterizzati strutturalmente dalla presenza di due o più anelli aromatici condensati, ovvero uniti, fra loro.

Gli anelli aromatici sono composti da molecole disposte ordinatamente in una struttura "circolare".



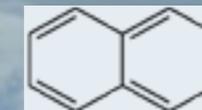
Rappresentazione di un anello aromatico (benzene)

L'unità base di tali anelli è la molecola del Benzene, un idrocarburo aromatico *monociclico*.



Formula di struttura del benzene

Per ottenere il primo degli idrocarburi aromatici *policiclici* (cioè costituiti da due o più anelli) è necessaria la condensazione di due anelli benzenici. Si ottiene così il naftalene, il primo componente di questa famiglia.



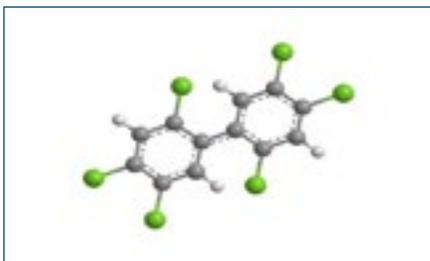
Naftalene

Gli IPA costituiti da tre a cinque anelli possono essere presenti in atmosfera sia come gas che come particolato (minuscole particelle disperse), mentre quelli caratterizzati da cinque o più anelli tendono a presentarsi per lo più in forma solida. Solitamente nell'aria non si ritrovano come composti singoli, ma come miscele nelle quali sono presenti molte decine di IPA diversi e in proporzioni differenti a seconda del processo che li ha generati.

I policlorobifenili (PCB)

I policlorobifenili (PCB) sono una famiglia di 209 composti chimici, detti congeneri. Dodici di questi presentano proprietà tossicologiche analoghe a quelle delle diossine e sono denominati PCB diossina-simili.

Sono liquidi o solidi oleosi, incolori, prodotti in differenti miscele con nomi industriali quali Aroclor, Fenclor ecc. Alcuni sono volatili e possono esistere nell'aria allo stato di vapore. Per le loro proprietà chimiche risultano non infiammabili, stabili chimicamente, con alto punto di ebollizione e isolanti; per questo motivo sono stati impiegati in molteplici applicazioni industriali come fluidi per trasformatori elettrici, condensatori, plasticizzanti, inchiostri, adesivi, carte copiatriche ecc. I PCB sono anche frutto di processi di altre attività umane e, come per le diossine, la fonte principale è la combustione.



Esaclorobifenile: (in grigio atomi di carbonio, in bianco atomi di idrogeno, in verde atomi di cloro)



I rifiuti sono costituiti per lo più da sostanza organica, quindi in essi sono presenti molti ingredienti che in determinate condizioni possono trasformarsi e/o reagire chimicamente; tra i prodotti di reazione si può così trovare una grande varietà di sostanze che inizialmente non erano presenti nel rifiuto. Tra questi, e in particolar modo quando i rifiuti vengono bruciati, possiamo trovare PCB, IPA e diossine.

Le sorgenti dei microinquinanti organici

Come si formano le diossine

Le diossine sono una famiglia di 210 sostanze, dette congeneri. A seconda di quali sostanze (precursori) e quali processi entrano in gioco, il prodotto finale non è quasi mai lo stesso: un incenerimento di rifiuti produce diossine in maniera diversa da un processo di fonderia. I congeneri presenti nella miscela finale saranno cioè diversi a seconda del processo che le ha generate. Questa è quella che si chiama **impronta caratteristica di contaminazione** o profilo analitico.

Dall'esame di queste impronte caratteristiche è possibile, in alcuni casi - e in particolare quando vi è un'unica fonte principale di rilascio - identificare la sorgente di un inquinamento ambientale.

Attualmente le **fonti principali** d'immissione nell'ambiente sono i **processi di combustione di materiale organico** in presenza di quantità, anche minime, di cloro.

In misura minore, anche le **combustioni naturali** sono responsabili della presenza ambientale di diossine.

I processi di combustione che producono diossine:

NATURALI

- incendi boschivi per la combustione di lignina e cellulosa;
- eruzioni vulcaniche con meccanismo di produzione di diossine analogo agli incendi boschivi.

ACCIDENTALI

- incendi accidentali e all'aperto (rifiuti urbani, plastiche, pneumatici ecc.), il cui contributo risulta di difficile quantificazione e valutazione.

INDUSTRIALI

- incenerimento di rifiuti solidi urbani e fanghi di depurazione;
- combustione nei processi di fusione dei metalli ferrosi e non ferrosi;
- combustione nei processi di produzione del cemento;
- combustione di oli combustibili e di legno trattato (con vernici, prodotti conservanti e simili) per la produzione di energia.

Anche gli impianti di riscaldamento domestico a legna e il traffico veicolare contribuiscono a introdurre diossine nell'ambiente: insieme agli incendi rappresentano infatti circa il 38% delle emissioni.



Per la legna bruciata in caminetti o stufe di casa, fermo restando che la combustione del legno trattato produce più diossina di quella di un legno vergine, si ricorda che molto dipende dalle modalità di combustione.

Nell'uso comune di un caminetto tradizionale, ad esempio, bisognerebbe:

- eliminare sempre i residui di precedenti usi;
- non inserire rifiuti: residui di alimenti, plastiche, giornali, riviste, legni trattati ecc.;
- evitare quanto più possibile la produzione di fumo.

Come si formano gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA)

Gli IPA si formano in tutti i processi che vedono una combustione incompleta di ogni genere di materiale organico: tessuti vegetali, animali o ogni altro tipo di rifiuto.

Considerando il fumo indicatore di una combustione non completa, si può affermare che tanto più è il fumo prodotto, tanti più IPA vengono liberati nell'aria.

Nelle aree urbane le emissioni dovute al **traffico stradale** sono una componente dominante nella emissione di IPA e di benzo(a)pirene B(a)P (una delle prime sostanze per cui è stata accertata la cancerogenicità). Anche i fumi rilasciati dall'asfalto delle strade ne presentano delle quantità notevoli, come pure i vapori liberati dal catrame.

Esistono anche **sorgenti naturali** di IPA particolarmente importanti come **eruzioni vulcaniche e incendi boschivi**; in piccola parte, gli IPA vengono prodotti anche da alcune specie di **batteri e funghi**.

Il fumo di tabacco rappresenta una sorgente particolarmente importante per quanto riguarda l'inquinamento indoor



Le principali **sorgenti industriali** di IPA comprendono

- raffinerie di petrolio,
- impianti per la produzione di carbon coke,
- industrie che realizzano la carta,
- industrie chimiche,
- aziende che lavorano metalli grezzi,
- industrie plastiche.

Per la grande quantità di combustibile fossile utilizzato possono risultare delle fonti rilevanti anche le centrali energetiche. Anche gli inceneritori di rifiuti e i depositi di sostanze tossiche possono rappresentare delle sorgenti di importanza primaria.

Per quanto riguarda i **policlorobifenili (PCB)**

la contaminazione più evidente e massiccia è da attribuirsi al cattivo uso che negli anni è stato fatto di queste sostanze, con sversamenti ingiustificati nel suolo e nelle acque.

Ma i PCB, come del resto anche gli altri microinquinanti, vengono prodotti anche durante i processi di combustione.



La concentrazione degli IPA nell'aria si è notevolmente ridotta nel corso di questi ultimi trent'anni. Questa diminuzione è stata attribuita all'utilizzo dei convertitori catalitici negli autoveicoli e alla riduzione dell'utilizzo del legno e del carbone a favore del petrolio e del gas naturale come fonti energetiche.

Inoltre, si è ridotta di molto la pratica delle combustioni all'aria aperta, soprattutto di tipo agricolo, e c'è stato un miglioramento generale della tecnologia della combustione, anche in seguito agli sforzi per controllare le emissioni fumose. Per alcuni processi industriali risulta infatti quasi impossibile non produrre microinquinanti, e lo sforzo maggiore da parte delle aziende è concentrato nel trattamento al quale vengono sottoposti i fumi prima di essere immessi nell'ambiente.



Dove si trovano

Ambiente Atmosferico

- Composti semivolatili presenti:
- nella fase di vapore
 - come particolato*



Ambiente Terrestre

- Deposizione atmosferica
- Spandimento di fanghi (in agricoltura)
- Dilavamento aree industriali contaminate
- Sversamenti (PCB)



Ambiente Acquatico

- Deposizione atmosferica
- Immissione reflui industriali
- Dilavamento suoli contaminati
- Possono: volatilizzare, sedimentare, bioaccumularsi** in organismi



I microinquinanti vengono emessi in atmosfera da una o più sorgenti, possono essere trasportati per grandi distanze e successivamente depositarsi nell'acqua o nel suolo. Negli strati superficiali del suolo la loro emivita (il tempo necessario, cioè, per ridurne la concentrazione della metà) è stimata intorno ai 9 – 10 anni; per gli strati più profondi si parla di 25 – 100 anni. Nell'acqua il tempo di dimezzamento dei microinquinanti può variare da pochi giorni ad alcuni anni. Nonostante a livello mondiale la produzione industriale dei PCB sia stata interrotta o ridotta di molto fra gli anni '70 e gli anni '90, essi sono ancora presenti in aria, suolo e, soprattutto, acqua. Attraverso l'acqua si è avuto il più consistente transito di PCB dalla matrice ambientale a quella alimentare. Infatti nei pesci, uno dei più importanti anelli della catena alimentare, sono state riscontrate spesso concentrazioni di inquinante che raggiungono livelli anche di molte migliaia di volte superiori a quelli che possono essere presenti nell'acqua.

La contaminazione ha interessato inizialmente il suolo, ma, una volta nel terreno, per infiltrazione o per dilavamento i PCB hanno raggiunto le falde acquifere e i fiumi e quindi i mari. L'evaporazione ha contribuito in maniera più estesa a diffondere l'inquinamento nei più remoti angoli della terra. Le diossine, che hanno lo stesso percorso ambientale dei PCB, possono essere presenti anche nei prodotti per uso zootecnico e umano e sono considerati xenobiotici (cioè composti estranei all'organismo) supertossici.

* particolato = particelle solide e liquide disperse nell'atmosfera, con un diametro che va da pochi nanometri fino ai 500 micron e oltre (cioè da milionesimi di metro a mezzo millimetro).

** Il bioaccumulo è il processo attraverso cui sostanze tossiche persistenti si accumulano all'interno di un organismo in concentrazioni superiori a quelle riscontrate nell'ambiente circostante.

Esposizione

Diossine e policlorobifenili (PCDD-DF e PCB)

L'esposizione ambientale può interessare ampie fasce della popolazione e può avvenire, per lo più, attraverso l'alimentazione con cibo contaminato, anche se vi possono essere altre vie di esposizione quali l'inalazione di polvere o il contatto. Se, ad esempio, animali erbivori mangiano erba contaminata, le diossine trovano ospitalità nei loro tessuti grassi. Tali animali così ci trasmettono attraverso il latte e la carne PCB (policlorobifenili), PCDD (policlorodibenzodiossine) e PCDF (policlorodibenzofurani). Inoltre, essendo l'uomo l'ultimo anello della catena alimentare, le quantità di diossine che si registrano nel suo organismo sono maggiori rispetto a tutti gli altri animali.

Le fonti di esposizione possono essere:

- accidentali (incidenti industriali o incendi che sviluppano, a seconda dei materiali combustibili, una vasta gamma di inquinanti comprese le diossine);
- da ambiente di lavoro, (lavoratori che possono trovarsi inconsapevolmente esposti a diossina e PCB come sottoprodotti di produzioni industriali);
- attraverso alimenti contaminati e, in particolare (nel 90% dei casi), grassi animali.

Per i cibi il contributo maggiore proviene:

- per gli allevamenti a pascolo: dai diversi livelli di inquinamento ambientale (deposizione delle sostanze dall'aria sui vegetali a uso zootecnico);
- nelle aree di produzione delle carni e dei latticini per gli allevamenti chiusi: dai mangimi.

Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)

L'esposizione agli idrocarburi policiclici aromatici può avvenire attraverso l'ingestione di alimenti sottoposti a processi di affumicatura, o di riscaldamento e di essiccazione che comportano un contatto diretto tra gli alimenti e i prodotti della combustione di legno o altri materiali di origine organica (ad esempio la cottura alla brace). Sempre nel caso degli alimenti, l'esposizione può anche essere collegata all'inquinamento ambientale, in particolare dell'acqua, per il pesce e i prodotti della pesca, e a quello atmosferico, a causa della deposizione di IPA su frutta e ortaggi. Ancora, si può essere esposti agli IPA per inalazione (come nel caso di fumo di sigaretta). L'esposizione avviene a una miscela variabile di IPA, fra cui alcuni noti cancerogeni come il benzo(a)pirene e il benzene.

! Riguardo agli aspetti sanitari che conseguono l'esposizione della popolazione ai microinquinanti organici si possono consultare i seguenti indirizzi Web:

WHO - Organizzazione Mondiale della Sanità:

- <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs225/en/>
- <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol92/index.php>

EFSA - Autorità europea per la sicurezza alimentare:

- <http://www.efsa.europa.eu/it/topics/topic/dioxins.htm>
- <http://www.efsa.europa.eu/it/efsajournal/doc/724.pdf>

Come si misurano (metodiche analitiche)

L'analisi delle diossine è un procedimento piuttosto complesso.

Per quanto i livelli nell'ambiente siano generalmente molto bassi, queste sostanze hanno un'elevata tossicità e le analisi vanno condotte da figure professionali specializzate, attraverso strumentazioni sofisticate.

Abitualmente si prelevano campioni delle varie matrici (suolo, rifiuto, acqua, aria ecc.) dalle quali, con appropriati solventi, vengono estratti tutti gli inquinanti da determinare.

Successivamente l'estratto viene purificato allo scopo di separare le sostanze di interesse dai rimanenti inquinanti.

L'estratto finale viene iniettato in strumenti in grado di distinguere e separare le varie sostanze in funzione del loro peso molecolare (massa): gli "spettrometri di massa", che hanno una sensibilità tale da riuscire a rilevare grandezze dell'ordine del picogrammo (10^{-12} grammi), ovvero una quantità pari a un millemillesimo di grammo.

Per il dosaggio dei microinquinanti organici, i laboratori ARPAT applicano di norma metodiche analitiche ufficiali: quando queste non sono sufficienti, si ricorre a metodi interni, messi a punto nel rispetto delle procedure del Sistema di Gestione Qualità applicato alle attività di prova, e conformi alla norma ISO 17025. I laboratori ARPAT sono "accreditati", hanno cioè adottato volontariamente procedure di qualità che garantiscono organizzazione e modalità di lavorare standard e riconosciute valide a livello internazionale. Di tutto ciò è garante un ente terzo (Accredia) che annualmente invia propri ispettori a svolgere visite ispettive di controllo presso ogni laboratorio ARPAT.

!

Grandezze fisiche		
g	grammo	1
mg	milligrammo	10^{-3}
μ g	microgrammo	10^{-6}
ng	nanogrammo	10^{-9}
pg	picogrammo	10^{-12}
fg	femtogrammo	10^{-15}

10^{-3} equivale a 0,001, cioè 1 preceduto da tre zeri, 10^{-6} a 0,000001 cioè 1 preceduto da sei zeri ecc.

Cosa fa ARPAT

L'Agenzia svolge **attività di controllo e monitoraggio** sulle matrici ambientali acqua, aria, suolo con particolare impegno nel controllo delle fonti emissive, in special modo degli inceneritori.

Microinquinanti organici: controllo e monitoraggio ambientale di ARPAT

ACQUE: (interne e marino-costiere): monitoraggio sia delle acque superficiali che sotterranee

ARIA: monitoraggio della qualità dell'aria (particolare attenzione verso benzo(a)pirene e altri IPA); controllo delle fonti di emissione per IPA, PCB e diossine

SUOLO (rifiuti e bonifiche dei siti contaminati): controllo degli impianti di smaltimento, trattamento e recupero di rifiuti; indagini sui siti da bonificare, smaltimento e recupero di rifiuti.

Il metodo di riferimento per la determinazione dei microinquinanti organici nelle *emissioni a camino* è costituito dalla norma europea UNI-EN 1948.

Attraverso l'attività analitica svolta presso i propri laboratori di Area Vasta da personale altamente specializzato che utilizza apparecchiature tecnologicamente avanzate, ARPAT è impegnata nella ricerca di eventuali microinquinanti in tutte le matrici ambientali.

ARPAT effettua di norma 1-2 controlli/anno su ciascun impianto svolgendo l'attività con riferimento a due centri specializzati: i laboratori di Area Vasta di Firenze e di Livorno.

L'Agenzia inoltre collabora con il Sistema Sanitario Regionale alla identificazione e valutazione dei rischi per la popolazione toscana in occasione di studi epidemiologici o di emergenze ambientali. Si ricordano ad esempio i report ARPAT sulla stima della dispersione sulle sostanze inquinanti in merito all'impianto di Falascaia a Pietrasanta (LU) e sul controllo della presenza di microinquinanti organici nei terreni circostanti all'impianto di San Zeno (AR), disponibili nella sezione "documentazione" del sito Web di ARPAT (www.arpato.toscana.it).

!

Nel 2012 l'Agenzia ha effettuato controlli di microinquinanti organici alle emissioni di 28 impianti industriali. I controlli vengono effettuati anche in situazioni di emergenza.



Cosa fa ARPAT

Un inceneritore, o termovalorizzatore, è formato da una *camera di combustione*, nella quale bruciano i rifiuti a temperature di almeno 850°, utili a ridurre la possibilità di formazione di diossine, un *postcombustore*, che mantiene le ceneri volatili che si sono formate a una temperatura superiore a 850°C, uno o più *sistemi di abbattimento* (acqua, calce, carboni attivi, filtri a maniche) e una ciminiera (o *camino*), da dove fuoriescono i residui aeriformi della combustione.

Il controllo viene effettuato proprio al camino, su piattaforme che normalmente sono situate a circa 2/3 della sua altezza, con tempi di campionamento compresi tra le 6 e le 8 ore, come previsto dalla normativa vigente.

Attraverso un foro nell'intercapedine del camino viene introdotta una sonda per captare il flusso dei fumi che viene raccolto, mediante un sistema di pompe, filtri e condensatori, nella linea di campionamento utilizzata dai tecnici. Dopo circa 8 ore di campionamento e almeno 10 ore trascorse in piattaforma, gli operatori smontano la linea di campionamento e trasferiscono i campioni in laboratorio.



In applicazione del D.Lgs. 195/2005 sull'informazione ambientale, l'Agenzia assicura la massima trasparenza riguardo ai dati ambientali derivanti dalle attività sopraindicate.

In particolare, nell'*Annuario dei dati ambientali 2013* pubblicato da ARPAT sono diffusi gli esiti dei controlli effettuati nel 2012. Inoltre, ormai da qualche anno, in presenza di superamenti dei limiti delle emissioni di diossine, subito dopo aver trasmesso i risultati alle Amministrazioni competenti l'Agenzia provvede a mettere le stesse informazioni a disposizione di tutti sul proprio sito Web.

Per chi vuole approfondire

ARPAT, *Studio per la stima di valori di fondo di PCDD (diossine) e PCDF (furani) nei suoli della Toscana*, Report, 2013.
([http://www.arpat.toscana.it/documentazione/report/studio-per-la-stima-di-valori-di-fondo-di-pcdd-diossine-e-pcdf-furani-nei-suoli-della-toscana/?searchterm=studio stima valori di fondo diossine](http://www.arpat.toscana.it/documentazione/report/studio-per-la-stima-di-valori-di-fondo-di-pcdd-diossine-e-pcdf-furani-nei-suoli-della-toscana/?searchterm=studio%20stima%20valori%20di%20fondo%20diossine))

ARPAT, *Uno studio ARPAT per la stima dei valori di fondo delle diossine nei suoli della Toscana*, ARPATNews n.111, 2013.
(<http://www.arpat.toscana.it/notizie/arpatnews/2013/111-13/111-13-uno-studio-arpat-per-la-stima-dei-valori-di-fondo-delle-diossine-nei-suoli-della-toscana/>)

ISPRA, *Emissioni di composti organici persistenti (IPA, Diossine e Furani): Trend e Disaggregazione Settoriale*, 2009.
(http://annuario.isprambiente.it/content/schedaindicatore/?v=7&id_ind=1690&id_area=A01&id_tema=T32)

ISTISAN, *Linee guida per la prevenzione della contaminazione da PCDD, PCDF e sostanze diossina-simili in azienda agricola*, Rapporto ISTISAN 06/5, 2006.
(http://www.iss.it/binary/publ/cont/1123-3117_2006_I_06_5.1144155815.pdf)

ISTISAN, *Microinquinanti organici e inorganici nel comune di Mantova: studio dei livelli ambientali*, Rapporto ISTISAN 06/43, 2006.
(<http://www.iss.it/binary/publ/cont/06-43%20web.1171976095.pdf>)

Science Communication Unit, University of the West of England, *Science for Environment Policy In-depth Report: Soil Contamination: Impacts on Human Health*. Report produced for the European Commission DG Environment; Bristol september 2013.
(<http://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/IR5.pdf>)

Direzione generale via N. Porpora, 22 - 50144 Firenze

Area Vasta Centro

Dipartimento ARPAT di Firenze
via Ponte alle Mosse, 211
50144 Firenze
fax 055.3206218

Dipartimento ARPAT
del Circondario Empolese
via Tripoli, 18
50053 Empoli (FI)
fax 055.5305609

Dipartimento ARPAT di Pistoia
via Baroni, 18
51100 Pistoia
fax 055.5305606

Dipartimento ARPAT di Prato
via Lodi, 20
59100 Prato
fax 055.5305607

Settore Mugello
via Don Sturzo, 29
50032 Borgo San Lorenzo (FI)
fax 055.5305618

Area Vasta Costa

Dipartimento ARPAT di Livorno
via Marradi, 114
57126 Livorno
fax 055.5305615

Dipartimento ARPAT di Lucca
via Vallisneri, 6
55100 Lucca
fax 055.5305608

Dipartimento ARPAT di Massa Carrara
via del Patriota, 2
54100 Massa
fax 055.5305614

Dipartimento ARPAT di Piombino – Elba
via Adige, 12 – Loc. Montegemoli
57025 Piombino (LI)
fax 055.5305610

Dipartimento ARPAT di Pisa
via Vittorio Veneto, 27
56127 Pisa
fax 055.5305605

Settore Versilia – Massaciuccoli
p.zza della Repubblica, 16
55045 Pietrasanta (LU)
fax 055.5305639

Area Vasta Sud

Dipartimento ARPAT di Arezzo
viale Maginardo, 1
52100 Arezzo
fax 055.5305604

Dipartimento ARPAT di Grosseto
via Fiume, 35
58100 Grosseto
fax 055.5305611

Dipartimento ARPAT di Siena
Località Ruffolo
53100 Siena
fax 055.5305612

