

# LA RADIOATTIVITA'

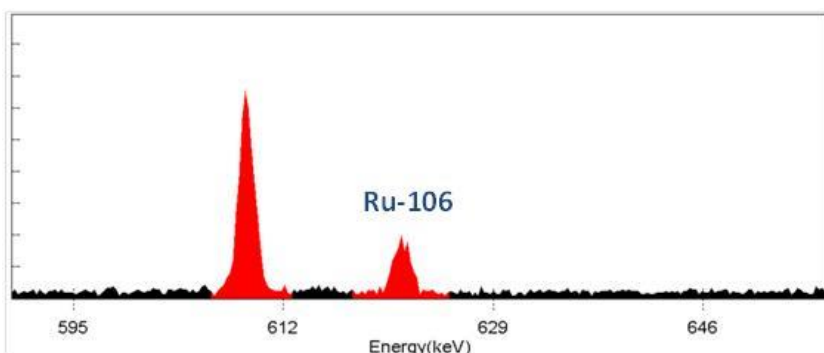
## 5.4 L'aria

- L'aria
- Il particolato sospeso
- Le ricadute atmosferiche (fallout)
- La dose gamma in aria
- In caso di allarme

*a cura del*  
*Centro Regionale Radioprotezione (CRR)*  
*ARPA Lombardia*

## L'ARIA

La misura dei livelli di radioattività in aria è l'indicatore più rapido e la spia più efficace di incidenti nucleari, anche con origine molto lontana dal nostro Paese: per questo motivo questa attività riveste una particolare importanza ed è oggetto nella nostra Agenzia di grande attenzione.



*Spettro gamma di particolato atmosferico totale (PTS) contenente rutenio 106*

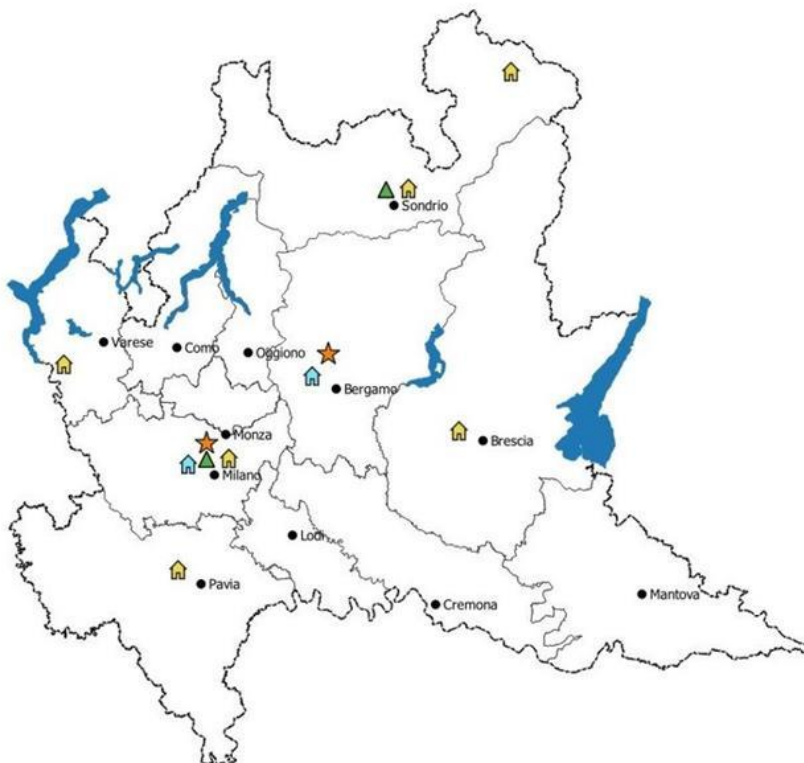
Ci sono tre modi per tenere sotto controllo i livelli di radioattività in aria:

- controllo del particolato e dei gas presenti in atmosfera;
- controllo delle ricadute (pioggia, neve, pulviscolo), il cosiddetto “fallout”;
- controllo della dose gamma.

Il **controllo del particolato e dei gas presenti in atmosfera** è il metodo in assoluto più sensibile: il particolato ed i gas presenti in atmosfera sono continuamente raccolti su filtri appositi mediante pompe che aspirano ogni giorno migliaia di metri cubi d'aria. Questi sistemi funzionano in continuo, H24, 365 giorni all'anno; ogni giorno i filtri sono sostituiti ed analizzati in laboratorio mediante spettrometria gamma ad alta risoluzione, una tecnica di misura che consente di individuare e quantificare tutte le specie radioattive presenti. In Lombardia sono attivi due sistemi di questo tipo, uno a Bergamo ed uno a Milano. Il sistema di Milano è attivo dal 1988 è uno dei più sensibili ed efficienti d'Europa, in grado di rilevare anche minime tracce di radioattività molto al di sotto delle concentrazioni che potrebbero costituire un pericolo per la salute. Grazie alla elevatissima efficienza del sistema di misura di ARPA Lombardia, la stazione di Milano è stata scelta come punto di riferimento per il nord Italia della rete europea ad alta sensibilità (rete diradata). In caso di emergenza la densità dei punti di controllo del particolato verrebbe immediatamente aumentata con l'aggiunta di almeno un punto per provincia così da avere una copertura puntuale di tutto il territorio.

Il **controllo delle ricadute (fallout)** si effettua raccogliendo tutte le ricadute atmosferiche (pioggia, neve, pulviscolo) in vasche di grandi dimensioni poste in luoghi aperti. Ogni mese i campioni sono portati in laboratorio ed evaporati per essere poi misurati mediante spettrometria gamma ad alta risoluzione, la stessa tecnica utilizzata per particolato e gas; su questi campioni sono impiegate anche tecniche speciali (radiochimiche) per misurare alcuni isotopi radioattivi non facilmente individuabili (ad esempio il plutonio). In caso di fallout radioattivo questo tipo di controllo è importante perché permette di quantificare direttamente la contaminazione che si è depositata sul foraggio, sui vegetali e sugli alberi da frutto. In Lombardia sono sempre attivi due punti di controllo del fallout, uno a Milano ed uno a Sondrio. In caso di emergenza verrebbe immediatamente attivato il prelievo del fallout presso tutte le sedi dipartimentali dell'Agenzia, così da avere una copertura puntuale di tutto il territorio.

Il **controllo della dose gamma in aria** viene effettuato in modo completamente automatico da rivelatori dislocati sul territorio che misurano e trasmettono con continuità i valori di radioattività totale presente in ambiente, senza distinguere tra radioattività naturale ed artificiale. Questo tipo di controllo, in senso assoluto, è meno sensibile di quello che si effettua in laboratorio con le misure sul particolato ed è in grado di “vedere” solo incidenti di una certa importanza; per contro, ha il vantaggio di essere completamente automatizzato e di avere tempi di risposta immediati.



*Punti di misura della dose gamma in aria sia per le centraline gestite da ARPA che da ISIN. Sono inoltre indicati i punti di campionamento del particolato atmosferico (PTS) che delle ricadute (fallout).*

**LEGENDA:**

- Dose Gamma
- ISIN
- ARPA
- Ricadute
- Particolato

## IL PARTICOLATO SOSPESO

La misura del particolato totale sospeso (PTS) viene effettuata in continuo tramite il prelievo del particolato presente in aria e la successiva analisi di laboratorio mediante spettrometria gamma ad alta risoluzione. In Lombardia sono attive due stazioni di prelievo del particolato presso le sedi ARPA di Milano e Bergamo. Questo tipo di controllo è il più **rapido ed efficace indicatore di incidenti nucleari**.

La stazione di Milano è attiva dal 1988 ed è stata la prima stazione a livello nazionale per il controllo ad alta sensibilità della radiocontaminazione del particolato atmosferico: ogni giorno, nella stazione di Milano, vengono aspirati e filtrati 2.000 metri cubi di aria.

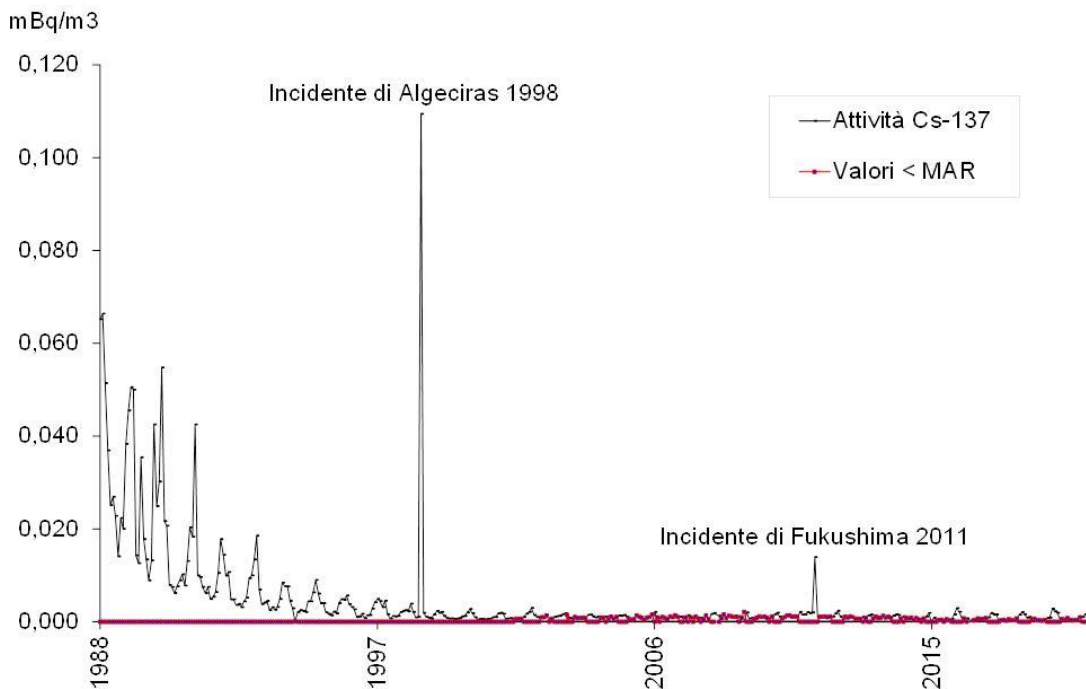
I prelievi sono condotti in continuo e le determinazioni analitiche effettuate giornalmente; ciò consente l'individuazione precoce di eventi incidentali di qualsiasi origine anche di modestissima entità. L'**elevata sensibilità del sistema** (tra le migliori in Europa) ha giustificato l'inserimento della stazione di Milano nella rete di allarme di ISIN per l'individuazione di incidenti nucleari.

Il grafico riporta l'andamento della concentrazione media mensile di cesio 137 nel particolato atmosferico (polveri totali sospese) prelevato nella città di Milano dal 1988 ad oggi. Il cesio 137 presente in aria è ancora conseguenza principalmente dell'incidente di Chernobyl. Le concentrazioni sono diminuite costantemente nel tempo con picchi stagionali nei mesi invernali durante i quali la radioattività in aria si concentra (come succede per gli inquinanti convenzionali) a causa delle condizioni di maggiore stabilità atmosferica.

In due occasioni sono stati rilevati picchi di concentrazione non riconducibili all'incidente di Chernobyl: una prima volta nel mese di giugno 1998 a causa di un incidente presso un'acciaieria spagnola ad Algeciras, nel sud del Paese, in cui è stata involontariamente fusa una sorgente di cesio 137; la seconda volta in occasione dell'incidente di Fukushima del 2011. Attualmente la concentrazione di cesio 137 in aria è dell'ordine del  $\text{microBq/m}^3$ .



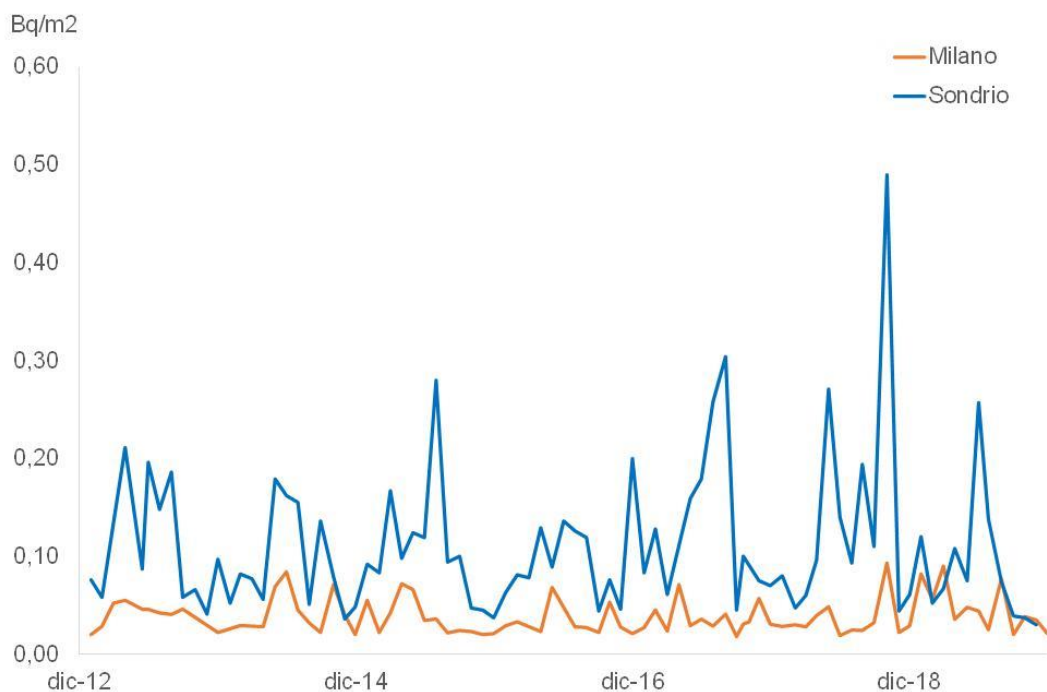
Oltre al controllo del particolato, ARPA esegue in modo sistematico anche il monitoraggio dei gas radioattivi presenti in atmosfera utilizzando una trappola per radioiodio messa a punto nei nostri laboratori. Questo tipo di controllo ha permesso di effettuare una stima molto accurata della concentrazione di iodio 131 in atmosfera durante l'incidente di Fukushima del 2011.



*Concentrazione di cesio 137 in aria (particolato atmosferico) nei campionamenti effettuati in continuo presso il CRR di Milano. Si evidenziano, oltre che il decremento dopo l'incidente di Chernobyl nel 1986 anche le variazioni stagionali e i picchi dovuti a due incidenti a grande distanza che hanno comportato dispersione di cesio in aria.*

## LE RICADUTE ATMOSFERICHE (FALLOUT)

La misura delle deposizioni al suolo (il cosiddetto “fallout”) viene effettuata tramite la raccolta in vasche delle ricadute atmosferiche umide (pioggia e neve) e secche (polveri). Sui campioni raccolti ogni mese a Milano e a Sondrio viene effettuata la ricerca dei radionuclidi gamma emettitori, come il cesio 137, e di altre specie radioattive di più difficile determinazione ma di elevato interesse ambientale e sanitario come lo stronzio 90 e gli isotopi del plutonio (Pu-238, Pu-239 e Pu-240), che sono ancora presenti in ambiente soprattutto come conseguenza dei test nucleari in atmosfera degli anni '60.



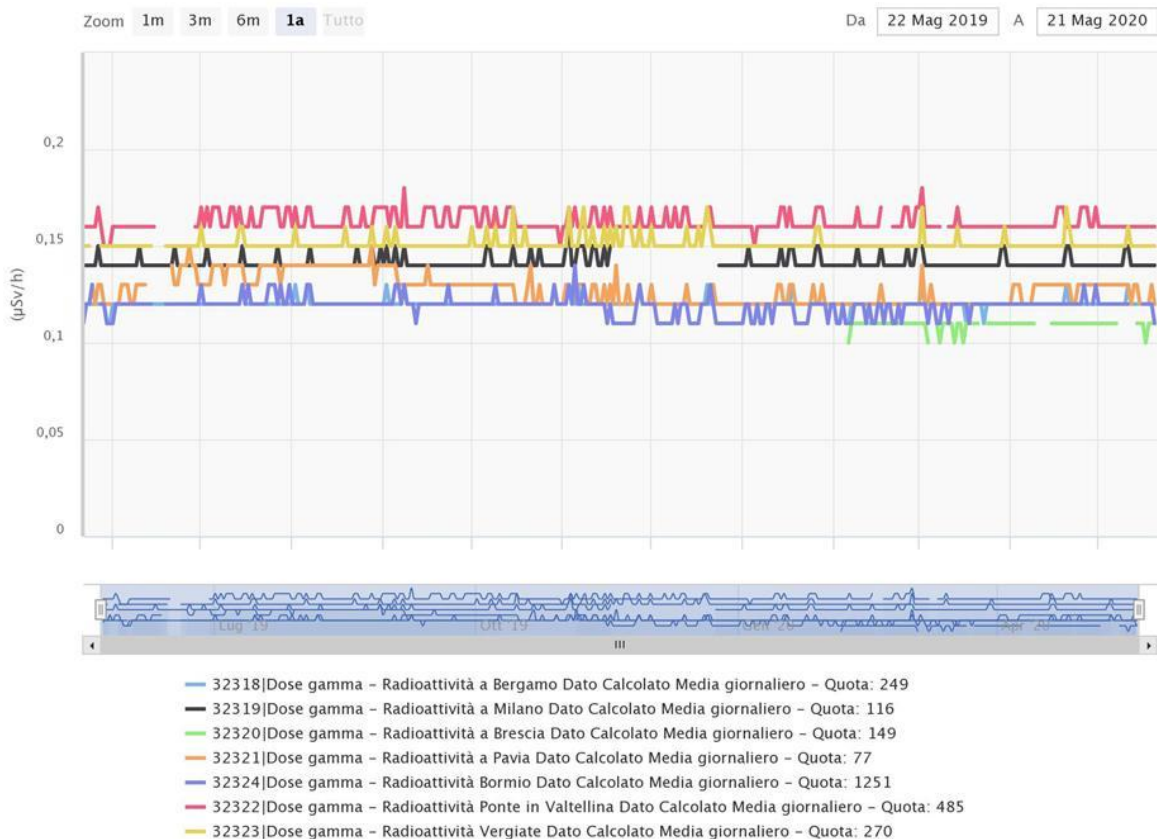
*Confronto delle concentrazioni di cesio 137 per metro quadrato nelle ricadute atmosferiche (fallout) campionati a Milano e a Sondrio*

Anno	Cesio 137	Stronzio 90	Plutonio
2000	1,04	n.d.	n.d.
2001	0,83	n.d.	n.d.
2002	1,51	n.d.	n.d.
2003	0,92	n.d.	n.d.
2004	1,12	n.d.	n.d.
2005	0,89	n.d.	0,019
2006	0,77	0,07	0,010
2007	0,76	< 0,05	0,006
2008	0,78	< 0,10	0,004
2009	0,79	< 0,12	0,003
2010	0,42	< 0,13	< 0,003
2011	0,58	< 0,16	< 0,009
2012	0,53	0,06	0,002
2013	0,45	0,21	< 0,044
2014	0,53	0,15	0,004
2015	0,44	< 0,04	0,009
2016	0,39	< 0,12	< 0,004
2017	0,44	< 0,86	< 0,006
2018	0,42	< 1,12	0,004
2019	0,57	< 0,26	0,004

*Concentrazioni annuali di cesio 137, stronzio 90 e isotopi del plutonio quadrato nelle ricadute atmosferiche (fallout) in Bq/m<sup>2</sup> a Milano dal 2000*

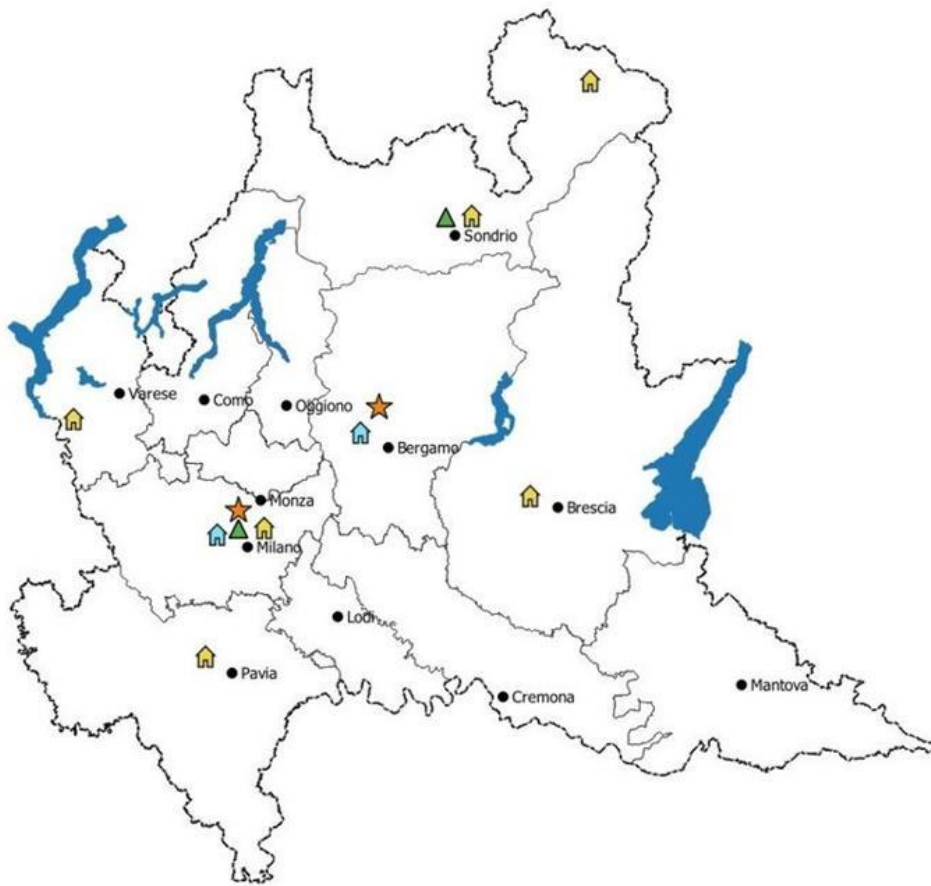
## LA DOSE GAMMA IN ARIA

La misura della dose gamma in aria è un indicatore molto rapido di incrementi di radioattività dovuti a rilasci di sostanze radioattive in atmosfera. Il limite principale di questo tipo di controlli è la sensibilità, che è limitata e consente di individuare solo anomalie importanti: l'incidente di Fukushima, ad esempio, non ha prodotto alcuna variazione dei valori di intensità di dose in aria mentre è stato rilevato dalla rete per la misura del particolato atmosferico. Per contro, in caso di incidente grave la segnalazione di allarme avviene in tempo pressoché reale. Sul territorio nazionale sono presenti anche altre reti per il monitoraggio in continuo dell'intensità di dose gamma in aria, come la Rete Gamma gestita da ISIN (Istituto Superiore per la Sicurezza Nucleare) link esterno (<https://www.isinucleare.it/it/gestione-emergenze>) la Rete di monitoraggio del Ministero dell'Interno, gestita dal Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco.



*Dose gamma in aria. Esempio di andamento medio*





**LEGENDA:**

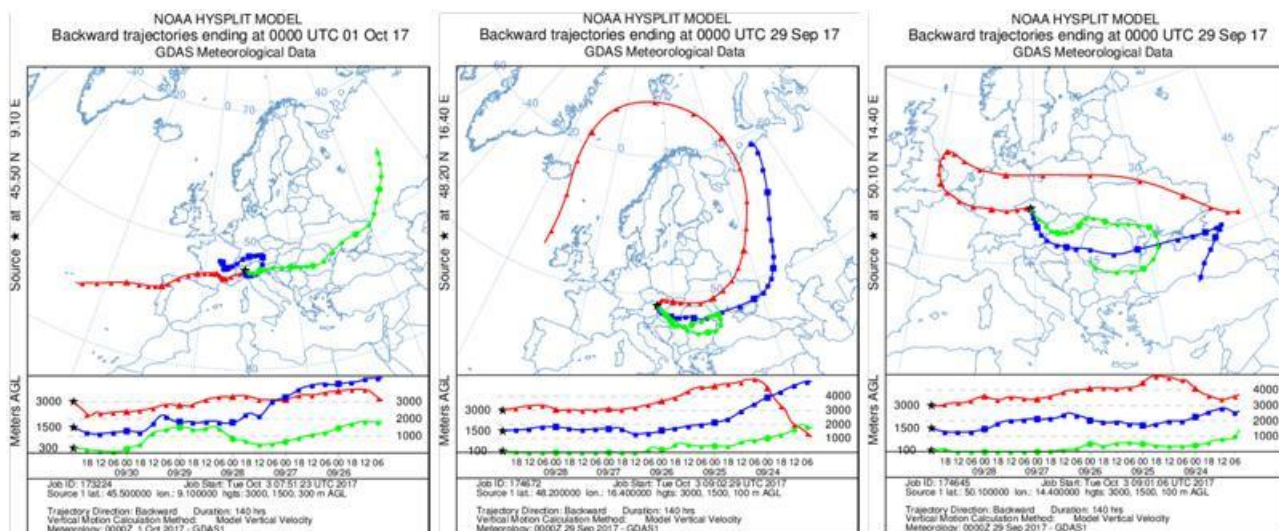
- Dose Gamma      ISIN       ARPA       Ricadute       Particolato 

*Punti di controllo della radioattività in aria: sono riportate le stazioni per la rilevazione della dose gamma gestite da ARPA e da ISIN, i punti di prelievo delle ricadute (fallout) e quelli del particolato (PTS)*

Tutti i dati prodotti dalle centraline presenti sul territorio nazionale, qualunque sia il gestore, confluiscono nella piattaforma europea EURDEP (European Radiological Data Exchange Platform, <https://eurdep.jrc.ec.europa.eu/Entry/Default.aspx>) che è lo strumento di cui la Comunità Europea si è dotata per garantire il rapido scambio di informazioni in caso di emergenza nucleare, come previsto dalla Decisione del Consiglio 87/600/EURATOM. Questa piattaforma consente di seguire in tempo reale l'evoluzione di una nube radioattiva su tutto il territorio europeo.

## IN CASO DI ALLARME

I livelli di radioattività in aria sono costantemente sotto controllo. Quando i controlli giornalieri sul particolato evidenziano qualche anomalia, anche se piccola, i tecnici del Centro Regionale Radioprotezione informano immediatamente la Sala Operativa del Centro Emergenze Nucleari di ISIN (<https://www.isinucleare.it/it/gestione-emergenze>) che ha il compito di coordinare le attività di controllo sul territorio nazionale ed è punto di contatto dei sistemi internazionali di pronta notifica degli incidenti nucleari ECURIE (European Commission Urgent Radiological Information Exchange, protocollo sottoscritto da tutti i paesi europei) e USIE (Unified System for Information Exchange in Incidents and Emergencies, protocollo adottato dalla Agenzia Internazionale per l'Energia Atomica e sottoscritto anche dai paesi non comunitari). Contemporaneamente, con la collaborazione del Settore Meteo, vengono ricostruite le possibili retro-traiettorie sulla base dell'analisi degli spostamenti delle masse d'aria ed effettuate le prime ipotesi sulla possibile origine dell'evento.



*Esempi di calcolo di retrotraiettorie*

Altre informazioni vengono raccolte attraverso il Ring of Five:

(<https://www.irsn.fr/EN/publications/thematic-radiation-protection/Pages/Ring-of-Five-the-European-network-of-experts.aspx>), una rete informale di esperti, di cui fa parte anche il Centro Regionale Radioprotezione dell'Agenzia, che collega i principali centri europei che svolgono analisi ad alta sensibilità della radioattività in aria e che permette di raccogliere informazioni e riscontri in modo estremamente rapido. Nella maggior parte dei casi si tratta di piccole fluttuazioni non legate ad eventi incidentali ma talvolta, come nel caso della nube di rutenio 106 del 2017 (<https://www.arpalombardia.it/Pages/Rutenio-106-sull%E2%80%99Europa-nel-2017%2C-le-conclusioni-degli-esperti-in-un-articolo-su-PNAS-.aspx>), può trattarsi di un effettivo incidente non ancora scoperto notificato. Le azioni che seguono hanno lo scopo di valutare l'impatto sulla popolazione e stabilire, in accordo con le autorità regionali, le eventuali contromisure.