

Cs-137 nei suoli boschivi in Ticino a 30 anni dall'incidente di Chernobyl

Valentina Togni, Simona Pancera e Nicola Solcà

Divisione dell'ambiente, Sezione della protezione dell'aria, dell'acqua e del suolo
Ufficio della gestione dei rischi ambientali e del suolo - Aprile 2016

Introduzione

30 anni orsono, a seguito del noto incidente presso la centrale nucleare sovietica di Chernobyl fu emessa nell'ambiente una notevole quantità di radionuclidi. Parte della radioattività si spinse verso occidente raggiungendo la Svizzera il 30 aprile 1986. Date le forti piogge che si ebbero in Ticino al passaggio della nuvola radioattiva, il nostro cantone raccolse all'interno della Svizzera i maggiori depositi di radioattività sul terreno e sulle piante. La Figura 1 illustra qualitativamente la distribuzione delle deposizioni di Cs-137, il radionuclide artificiale più persistente giunto alle nostre latitudini.

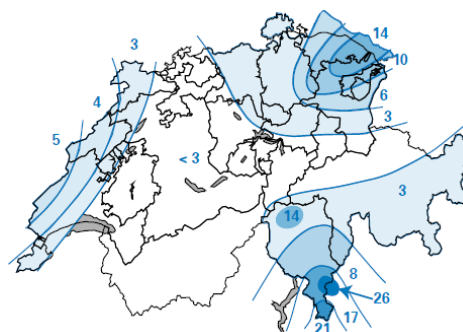


Figura 1: Illustrazione delle deposizioni di Cs-137 in Svizzera a seguito di Chernobyl. (maggiore colore corrisponde a maggiore deposizione, dalla ref. [1])

Data un'emivita di 30.17 anni, circa la metà del Cs-137 rilasciato 30 anni orsono dall'incidente è oggi decaduto. La distribuzione del quantitativo residuo in Ticino può variare considerevolmente in funzione di diversi fattori. Per esempio, il trasferimento dal suolo alla vegetazione e alle piante dipende tra gli altri dal tipo di vegetazione, dalla tessitura e dalle caratteristiche del suolo (pH, concentrazioni di metalli alcalini e alcalino – terrosi) e la sua microflora, così come da fattori climatici e meteorologici. Pertanto, a 30 anni di distanza, la distribuzione del radiocesio residuo in singoli comparti ambientali non rispecchia necessariamente oggi la carta delle deposizioni raffigurata nella Figura 1.

Un parametro rilevante a monte del ritrovamento di radiocesio in diversi campioni ambientali è sicuramente lo stato della migrazione in profondità nel suolo, che viene generalmente riconosciuto come un processo lento. Proprio per questo motivo, peraltro, i numerosi dati di monitoraggio disponibili a livello federale sul suolo sono tipicamente riferiti ad una profondità di 0-5 cm, assumendo che nei terreni non lavorati il radiocesio depositato a seguito dell'incidente sia tutt'ora raccolto prevalentemente nello strato superficiale.[2]

La migrazione verticale del radiocesio sarebbe particolarmente lenta per i suoli boschivi allo stato naturale. I quantitativi più rilevanti rimarrebbero infatti nello strato di humus superficiale (composto dal decadimento del materiale organico come foglie, legname o fauna morta in diversi stadi di decadimento), che copre gli strati minerali sottostanti, con la possibilità di essere assorbiti efficacemente da piante e funghi. Considerando un semplice modello, il bosco forma un ciclo chiuso dove il radionuclide può venire (parzialmente) assorbito dalle piante del bosco e nuovamente rilasciato al suolo superficiale sotto forma di materiale organico contaminato, che a sua volta per decomposizione viene trasformato dai microorganismi in humus (Figura 2).

La sezione radioattività ambientale (URA) dell'Ufficio federale della salute pubblica, in collaborazione con i Laboratori cantonali, verifica annualmente e nel tempo le concentrazioni di Cs-137 nell'ambiente e nelle derrate alimentari.[2,3] Complessivamente, i residui sono in continua e lenta diminuzione. Tracce di Cs-137 possono venire misurate soprattutto in matrici strettamente legate ai nostri boschi come la selvaggina, i funghi, le bacche come i mirtilli o nel miele. Questa osservazione è in linea con il meccanismo descritto in precedenza, che suggerisce come proprio all'interno degli ecosistemi boschivi la biodisponibilità di radiocesio sia maggiore. Da un punto di vista radiologico, i residui misurabili oggi si situano a livelli pressoché insignificanti per la salute delle persone e dell'ambiente. Le uniche misure tuttora in vigore riguardano la selvaggina, e in particolare i cinghiali: nonostante nella maggior parte dei casi i valori di radioattività artificiale risultino bassi, in alcuni esemplari può ancora venire superato il valore limite di 1250 Bq/kg.[4]

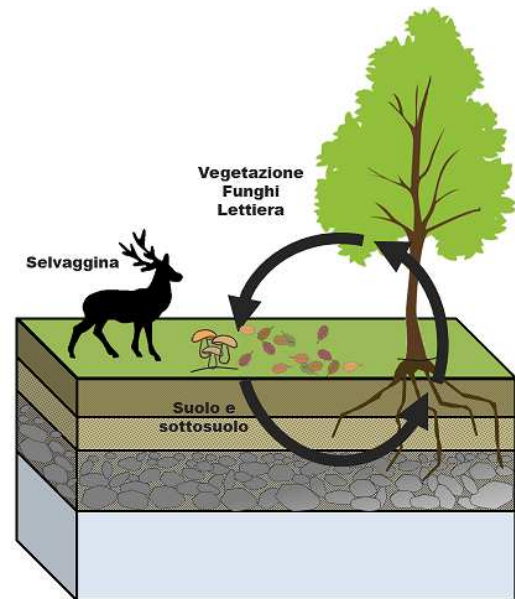


Figura 2: Possibile visione del flusso ciclico di Cs-137 in un ecosistema boschivo

Il presente studio mira principalmente a determinare la distribuzione verticale di radiocesio in diversi terreni boschivi del canton Ticino. Lo scopo è quello di verificare anche per il nostro Cantone l'ipotesi che, in questo tipo di terreni, la migrazione in profondità sia effettivamente pressoché trascurabile. Ulteriore motivo di interesse è rappresentato dal fatto che eventuali differenze possono ripercuotersi sulle modalità di assorbimento radicale, e pertanto sulle concentrazioni residue di Cs-137 misurabili ancora oggi in diversi campioni ambientali strettamente legati all'ecosistema forestale come gli animali, le piante e i funghi (Figura 2).

Campionamenti e misurazione

Sono stati raccolti, utilizzando un carotatore manuale e considerando diversi punti per luogo di campionamento in linea con la procedura standardizzata indicata dall'URA per il monitoraggio della radioattività nel suolo,[5] diversi campioni di terreno provenienti da altrettanti boschi ticinesi in rappresentanza degli 8 distretti del nostro Cantone: Mendrisio, Lugano, Locarno, Bellinzona, Riviera, Vallemaggia, Blenio e Leventina. I prelievi sono stati effettuati in un periodo compreso tra il 2013 e il 2015. Oltre allo strato superficiale di 0-5 cm, tipicamente considerato nel monitoraggio promosso dall'URA, sono stati raccolti ulteriori campioni in intervalli di 5 cm fino a una profondità di 25 cm. La Figura 3 riporta la fotografia di una tipica carota di terreno al momento del campionamento.

Figura 3: Esempio di carotaggio per il prelievo dei campioni di terreno dal bosco. È ben visibile la colorazione scura dello strato organico di humus, riconoscibile in misura decrescente fino a una profondità di circa 10 cm.



I campioni, per un peso di circa 0.5-1 kg ciascuno, sono stati seccati a 60°C e passati in un setaccio con maglia di 2 mm. Il contenuto di acqua è risultato variabile e compreso in un intervallo di ~10-40 %. Con un'aliquota del materiale fine omogeneo è stato riempito un contenitore di 40 ml a geometria definita per la seguente misurazione con spettrometria gamma tra 40-2000 keV, promossa utilizzando un rivelatore NaI appositamente calibrato con la medesima geometria. Il tempo di misura per ogni campione è stato protratto in maniera da ottenere un'incertezza statistica di conteggio in ogni caso inferiore al 20 % e un limite di rivelazione per il Cs-137 ≤ 20 Bq/kg. Tutti i risultati, in Bq per kg di suolo secco, non tengono conto dei possibili effetti di autoassorbimento derivanti dalle diverse densità dei campioni e del riferimento, visto che tali effetti sono trascurabili. Analogamente, in considerazione del lungo tempo di dimezzamento, i risultati grezzi ottenuti entro pochi mesi dal prelievo non sono stati corretti a una data di riferimento particolare.

Risultati e discussione

Indipendentemente dal luogo di prelievo, le concentrazioni massime di Cs-137 sono risultate essere presenti nello strato più superficiale di 0-5 cm. La tabella seguente e la Figura 4 riassumono i valori minimi e massimi, così come la media e la mediana, riferiti ai valori riscontrati negli 8 punti di prelievo e alle relative diverse profondità.

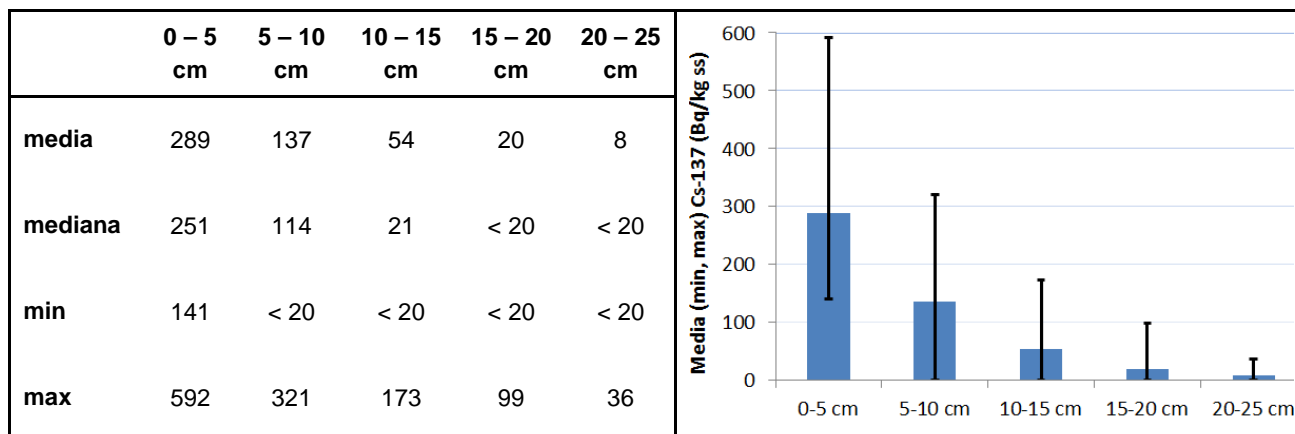


Tabella e Figura 4: Risultati complessivi e mediati per le concentrazioni di Cs-137 in Bq/kg ss misurate a profondità variabili negli otto diversi punti di prelievo.

In valori assoluti, i risultati sono in linea con le concentrazioni tipicamente rivelate nei primi 5 cm di suolo dal monitoraggio dell'URA in Ticino negli ultimi anni. Inoltre, uno studio specifico risalente al 1993 sulla presenza di radiocesio nei suoli delle foreste svizzere, indicava come valori tipici negli strati superficiali a sud delle alpi concentrazioni di Cs-137 comprese tra 500 e 1000 Bq/kg ss, con alcuni dati compresi tra 1000 e 2000 Bq/kg ss.[6] Considerando il dimezzamento del Cs-137 e la sua parziale migrazione sotto i 5 cm di profondità, i risultati presentati nella Tabella e nella Figura 4 sono in linea con le aspettative. Oltre al radiocesio, sono stati misurati in tutti i campioni i tenori di potassio-40, un radionuclide presente naturalmente in misura ubiquitaria nell'ambiente. Con valori minimi, medi e massimi di 421, 811 e 1264 Bq/kg ss, anche i risultati per questo radionuclide rispecchiano le attese.

Mentre la Figura 4 mostra come, mediamente, a 30 anni dall'incidente di Chernobyl la quantità più consistente del radiocesio residuo nei suoli forestali si trovi ancora negli strati più superficiali (il 57 % tra 0-5 cm rispettivamente l'84 % tra 0-10 cm), la Figura 5 raccoglie graficamente i risultati in funzione della profondità per i singoli 8 diversi luoghi di prelievo. Risulta evidente una certa variabilità di penetrazione del cesio nei suoli boschivi: in sei campioni su otto, il 90 % del radiocesio è ancora confinato nei primi 10 cm di profondità, mentre nei campioni dai distretti di Mendrisio e Locarno, il 30-40 % è migrato a profondità maggiori e in parte nello strato minerale.

Come descritto nel capitolo introduttivo, tale migrazione può fortemente dipendere dal tipo di vegetazione presente, dalla tessitura e dalle caratteristiche chimiche del suolo e la sua microflora, così come da altri fattori. Per spiegare le differenze riscontrate nella migrazione del radiocesio dei diversi suoli boschivi, andrebbero verificate e confrontate le numerose possibili variabili citate.

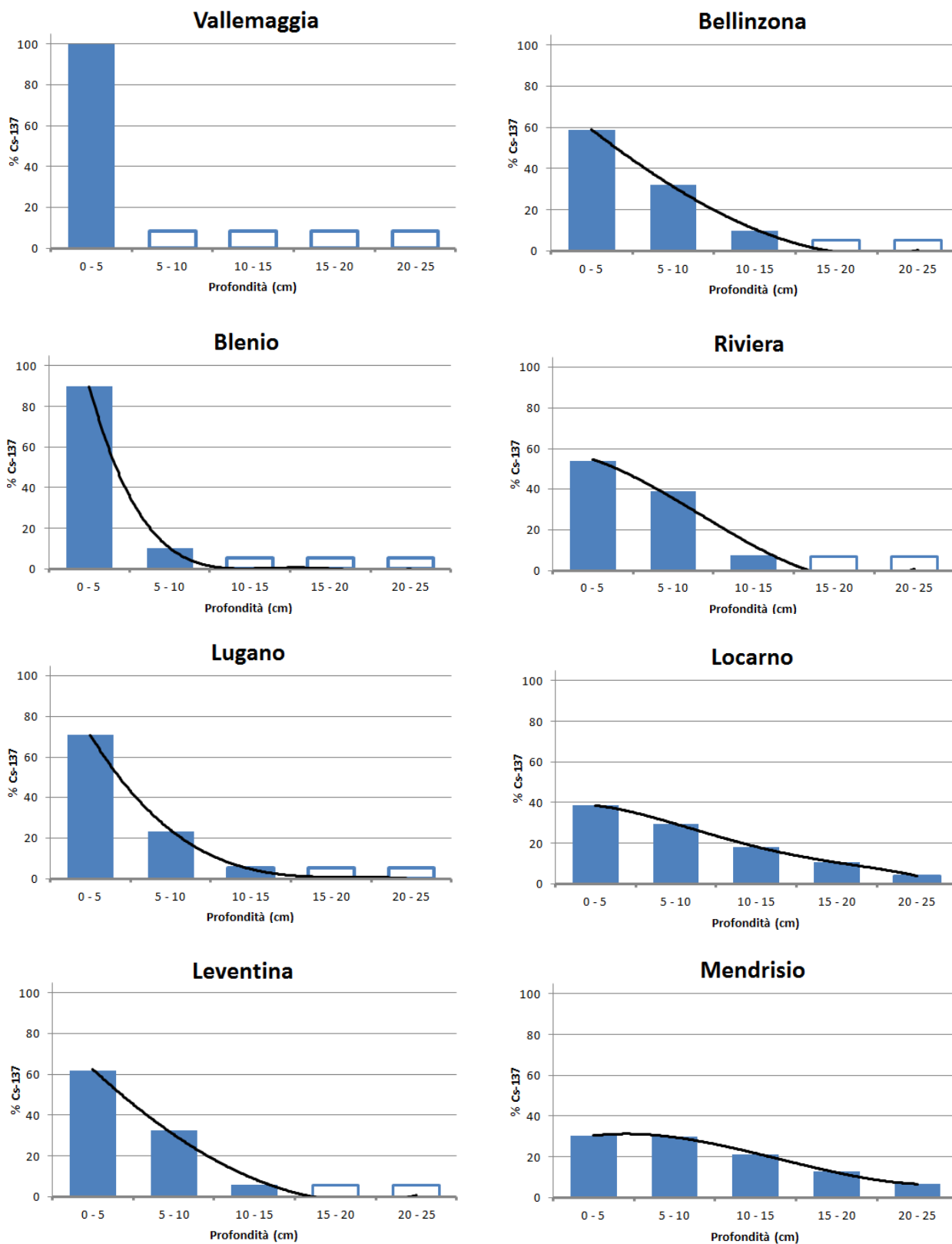


Figura 5: Ripartizione % dei residui di Cs-137 per ogni punto di prelievo e in funzione della profondità. Sono indicati i rispettivi distretti da cui sono stati raccolti i campioni. Le curve simulano i profili di concentrazione. Trattandosi di singoli luoghi di prelievo, i profili non sono rappresentativi dei singoli distretti.

Indipendentemente da tali approfondimenti di dettaglio è possibile concludere, in linea con le aspettative e nonostante differenze locali e puntuali, che anche nei suoli dei boschi ticinesi la migrazione del cesio radioattivo a 30 anni dall'incidente di Chernobyl è estremamente lenta. Pertanto, la diminuzione nel tempo della contaminazione da radiocesio ancora misurabile in diversi campioni ambientali strettamente legati ai nostri boschi (per esempio i funghi) è largamente dominata dal decadimento naturale del radionuclide (emivita di 30.17 anni), piuttosto che dalle differenze di penetrazione verticale nel terreno.

Conclusioni

Sono stati misurati in 8 terreni boschivi del Canton Ticino, uno per distretto, i residui di Cs-137 ancora presenti a 30 anni dall'incidente di Chernobyl, che rappresenta la fonte dominante di questo radionuclide nel nostro ambiente. In valori assoluti, i risultati rientrano nelle attese. Nonostante delle differenze locali, mediamente l'84 % del radiocesio ancora presente è confinato nei primi 10 cm di terreno. Viene pertanto confermato che la migrazione di questo contaminante nei suoli boschivi è estremamente lenta.

Questo risultato spiega come, ancora oggi, sia possibile misurare residui di Cs-137 in diverse matrici alimentari e ambientali provenienti dai nostri boschi quali i funghi, le bacche o la selvaggina,[2-4] che per il loro sviluppo attingono in buona parte, direttamente o indirettamente, ai nutrienti presenti negli strati più superficiali del terreno. Di conseguenza, anche nei prossimi anni i residui ancora misurabili in tali matrici diminuiranno lentamente e seguendo le leggi fisiche di decadimento del contaminante (tempo di dimezzamento 30.17 anni), piuttosto che grazie ad un'eventuale dissipazione per inabissamento nel terreno.

Da notare in ogni caso come la dose dai residui di Cs-137, derivante dall'assunzione di alimenti o dall'esposizione indiretta, sia oggi di scarsissima rilevanza. Essa rappresenta infatti una frazione minima dell'esposizione media annua per i cittadini svizzeri, per la parte più consistente deriva dal gas radon, riscontrabile in concentrazioni elevate in diverse abitazioni del nostro cantone.[2,3]

Bibliografia e note

- [1] Ufficio federale della sanità pubblica, Unità di direzione protezione dei consumatori, Divisione radioprotezione. 20 anni dopo l'incidente del reattore nucleare di Chernobyl: le conseguenze per la Svizzera. Aprile 2006.
- [2] Ufficio federale della sanità pubblica, Divisione radioprotezione. Radioattività dell'ambiente e dosi d'irradiazione in Svizzera. Rapporti annui disponibili al link: www.ufsp.admin.ch → Temi → Radiazioni, radioattività e suono → Radioattività ambientale.
- [3] Campagne di monitoraggio del Laboratorio cantonale sui residui di Cs-137 in diversi prodotti locali (ad esempio i funghi e il miele). www.ti.ch/laboratorio → Settori di attività → Attività analitiche → Campagne.
- [4] Verifiche dell'Ufficio del Veterinario Cantonale. www.ti.ch/vet → Settori di attività → Protezione del Consumatore → Radioattività nella selvaggina.
- [5] 25. Empfehlungen zur Probenahme von Erde und Gras – UFSP – URA. Ottobre 2010.
- [6] Riesen, T.K.; Zimmermann, S.; Blaser, P. Spatial distribution of Cs-137 in forest soils of Switzerland. Water, Air, and Soil Pollution **114**: 277–285, 1999.