

L'inquinamento radioattivo e le centrali nucleari

Che cosa si intende per inquinamento radioattivo?

L'inquinamento radioattivo è una forma di inquinamento dovuta al decadimento degli isotopi radioattivi (radioisotopi) presenti nell'atmosfera, nel sottosuolo, nelle acque o prodotti artificialmente, i quali si trasformano in isotopi differenti emettendo **radiazioni alfa**, **beta** o **gamma**. Le particelle alfa sono costituite da due protoni e due neutroni, le particelle beta possono essere elettroni oppure positroni (cioè elettroni aventi carica positiva) e i raggi gamma sono onde elettromagnetiche altamente energetiche. Le particelle alfa non riescono a penetrare la cute, le particelle beta la penetrano per non più di un cm, mentre i raggi gamma sono in grado di penetrare nell'organismo (**figura 1**). Per questa ragione le particelle alfa e beta sono dannose se i radioisotopi che le emettono vengono ingeriti o inalati, a differenza dei raggi gamma che sono pericolosi anche se emessi da una sorgente esterna all'organismo. Tutti e tre i tipi di radiazioni sono in grado di alterare il DNA contenuto nelle cellule, provocando mutazioni e l'insorgenza di tumori. L'organismo è capace di riparare una modesta quantità di alterazioni generate da una radioattività debole, ma non è in grado di riparare una elevata quantità di lesioni causata da una irradiazione massiccia. Infatti, l'esposizione a ingenti livelli di radiazioni causa la morte entro poche ore o giorni. I danni riportati aumentano all'aumentare della dose di radiazioni assorbite e della durata dell'esposizione, ma esiste un rischio per la salute anche in caso di esposizione a basse dosi.

Quali sono le fonti dell'inquinamento radioattivo?

L'inquinamento radioattivo può avere un'origine naturale oppure essere prodotto artificialmente. Secondo alcune stime, le fonti naturali rappresentano il 60-70% dell'esposizione dell'uomo alla radioattività; le fonti artificiali hanno un peso inferiore, ma possono essere molto pericolose, in quanto più concentrate.

La radioattività naturale si mantiene generalmente ad un livello basso ed è dovuta principalmente al decadimento degli isotopi radioattivi presenti nella crosta terrestre o nell'aria e ai raggi cosmici che penetrano nell'atmosfera. Gli isotopi radioattivi presenti nella crosta terrestre, (ad es. l'uranio-238 e il potassio-40), sono più abbondanti nelle rocce magmatiche e possono passare nelle acque di falda e di sorgente. Un comune isotopo radioattivo pre-

sente nell'aria è il radon-222, che si sprigiona dal sottosuolo. I raggi cosmici, invece, sono particelle ad alta energia, dotate di carica che provengono dallo spazio e che, interagendo con alcuni elementi dell'aria, del suolo e degli esseri viventi, producono isotopi radioattivi. Ad esempio, il carbonio-14, usato anche per le datazioni assolute, deriva dall'interazione fra i raggi cosmici e l'azoto atmosferico. I raggi cosmici vengono schermati in buona parte dall'atmosfera e la loro pericolosità aumenta all'aumentare della quota sul livello del mare.

L'inquinamento radioattivo di origine artificiale è dovuto principalmente alle fonti che esamineremo di seguito.

Esplosione di ordigni atomici

Diversi ordigni atomici sono stati fatti esplodere per scopi bellici, come nel caso delle bombe sganciate su Hiroshima e Nagasaki nel 1945, o per effettuare esperimenti. In particolare, negli anni '50 e '60 del secolo scorso gli USA, l'Unione Sovietica e la Gran Bretagna condussero centinaia di esperimenti nucleari. Nel 1963 gli esperimenti nucleari nell'atmosfera vennero vietati da una convenzione internazionale, ma alcune nazioni hanno continuato a effettuare esperimenti nel sottosuolo.

Lo scoppio di una bomba atomica provoca la formazione di diversi radioisotopi che possono venire trasportati dai venti e ricadere anche a notevoli distanze dal luogo dell'esplosione. La ricaduta dei radioisotopi viene denominata *fall-out radioattivo* ed è estremamente pericolosa in quanto può contaminare suolo e acqua, accumulandosi lungo le catene alimentari.

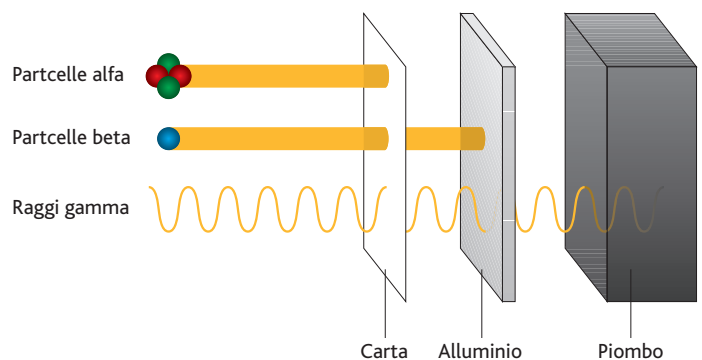


Figura 1 Capacità di penetrazione delle radiazioni alfa, beta e gamma: le particelle gamma vengono bloccate da un foglio di carta; le particelle beta da una lamina di alluminio spessa pochi mm; i raggi gamma vengono fermati da una lastra di piombo abbastanza spessa.

Utilizzo di materiali radioattivi in ambito medico, industriale e nella ricerca scientifica

In ambito sanitario vengono utilizzati materiali radioattivi per effettuare esami diagnostici (ad esempio iniettando traccianti radioattivi nell'organismo) o per trattare forme tumorali (ad esempio la radioterapia per uccidere le cellule malate).

A livello industriale la radioattività viene sfruttata in vari dispositivi, tra cui quelli per il rilevamento di fumi oppure per la sterilizzazione di prodotti e merci.

In vari settori della ricerca scientifica (soprattutto chimico, biologico e medico) vengono effettuate sperimentazioni che prevedono l'utilizzo di sostanze radioattive. Tutte queste attività contribuiscono a produrre rifiuti radioattivi e ad esporre determinate frange della popolazione al rischio di contaminazione. Il contributo all'inquinamento radioattivo associato a queste attività è però limitato.

Attività e incidenti delle centrali nucleari

Le centrali nucleari utilizzano isotopi dell'uranio e del plutonio per produrre energia elettrica. Il nucleo degli isotopi subisce un processo di fissione, cioè si scinde in nuclei più piccoli e durante tale processo si liberano enormi quantitativi di energia. Le centrali nucleari si sono diffuse per fronteggiare il crescente fabbisogno energetico delle nostre società, ma presentano una serie non trascurabile di inconvenienti e rischi.

È dimostrato che una centrale nucleare rilascia durante la sua normale attività una minima dose di radioattività nell'ambiente circostante. Tali emissioni non possono essere considerate innocue, se si considera il principio secondo cui ogni dose di radiazioni comporta un rischio per la salute. A riprova di questo, alcuni studi hanno evidenziato una maggiore incidenza di patologie tumorali in bambini vissuti in zone situate nei pressi di una centrale nucleare.

Un'altra problematica di difficile soluzione è quella relativa allo smaltimento delle scorie radioattive, costituite dai resti del combustibile utilizzato nelle centrali nucleari. Le scorie sono materiali molto più radioattivi del combustibile di partenza e la loro pericolosità si esaurisce solo in migliaia di anni. Per mettere in sicurezza le scorie nucleari occorre stocarle in siti particolari, all'interno di contenitori in grado di sigillarle e contenere le radiazioni. Si tratta di procedure rischiose e molto costose, inoltre non è facile individuare siti adatti. Il problema ha dimensioni preoccupanti, infatti nel mondo sono attive attualmente più di 400 centrali nucleari che producono ogni anno migliaia di tonnellate di scorie da smaltire.

Un aspetto particolarmente allarmante legato alla presenza delle centrali nucleari è l'eventualità di incidenti



Figura 2 Il reattore di Chernobyl dopo il disastro del 26 aprile 1986.

che si possono verificare nelle centrali e comportare fughe radioattive. Ricordiamo il disastro di Fukushima (Giappone) del marzo del 2011. Il più celebre fra questi incidenti è, però, quello occorso alla centrale di Chernobyl, in Ucraina, nel 1986 (figura 2). L'incidente fu provocato essenzialmente da un errore umano e causò nell'immediato la morte di alcuni tecnici della centrale. L'impianto venne sventrato da un'esplosione e fuoriuscì una nube radioattiva che si diffuse, grazie ai venti, su gran parte dell'emisfero nord, interessando anche l'Italia. I radioisotopi ricaddero sulla superficie terrestre contaminando anche il suolo e le acque. Uno dei radioisotopi presente nella nube radioattiva fu lo iodio-131. Poiché lo iodio viene assorbito e utilizzato dalla tiroide, una massiccia presenza di iodio radioattivo nell'aria o nel cibo può causare l'insorgenza di tumori alla tiroide. Nel corso dei decenni successivi all'incidente di Chernobyl è stato registrato un aumento considerevole dell'incidenza dei tumori della tiroide, soprattutto in Bielorussia, la zona maggiormente interessata dalla nube radioattiva. La contaminazione ha causato secondo alcuni studiosi anche altre forme tumorali, aborti e malformazioni fetali. Non è, però, chiaro quale sia il numero complessivo delle persone uccise o danneggiate dall'incidente di Chernobyl, in quanto è difficile determinare con certezza la causa dei tumori.