

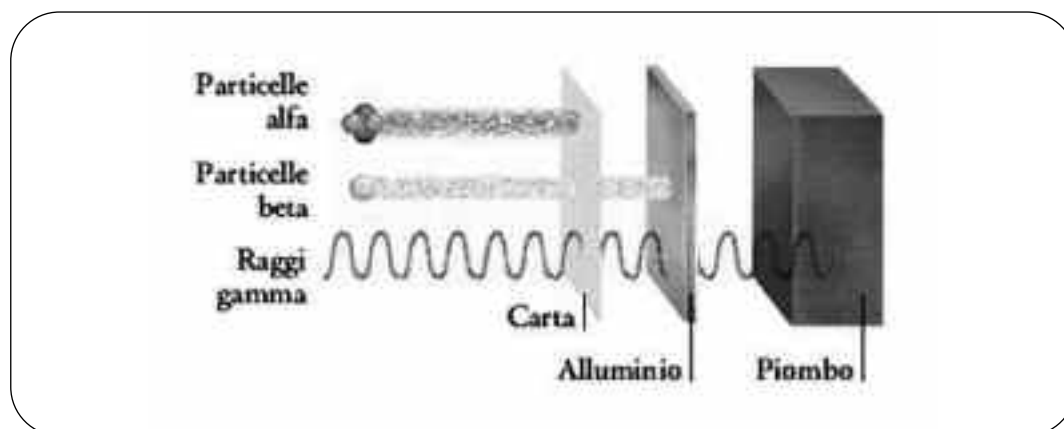
Radioprotezione

Con il termine *radioprotezione* si intende un insieme di azioni e di interventi che si verificano nelle fasi di progetto, di installazione, di esercizio e di emergenza, atte a proteggere gli individui (in particolare i lavoratori) dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti.

La radiazione si dice *ionizzante* quando ha la capacità di produrre *ioni* all'interno di un mezzo da questa attraversato. La ionizzazione può avvenire quando l'energia trasportata dalla radiazione è superiore a certi limiti che sono propri dell'energia di legame degli elettroni negli atomi.

L'emissione di radiazioni ionizzanti da un radioisotopo può avvenire in seguito a quattro processi principali: *decadimento alfa*, *decadimento beta* (+ o -) ed *emissione gamma*. Nel primo caso, il nucleo emette una particella alfa formata da due protoni e da due neutroni (nucleo dell'elio); nel secondo si ha la trasformazione di un protone (neutrone) del nucleo in neutrone (protone) con l'emissione di un elettrone positivo (negativo) e di un neutrino (antineutrino); l'emissione gamma infine è successiva ad altri decadimenti e consiste nell'emissione di una radiazione *non corpuscolata*.

Ogni nucleo di un radioisotopo si trasforma, in seguito all'emissione di radiazione, nel nucleo di un altro elemento o comunque si porta in un diverso stato dal quale non è più in grado di emettere la stessa radiazione emessa in precedenza. Si dice pertanto che nel tempo si ha un *decadimento radioattivo* ed il numero dei nuclei relativi al radioisotopo iniziale diminuisce gradualmente. Riducendosi il numero di emissioni o decadimenti nell'unità di tempo, diminuisce corrispondentemente l'*attività* (A) della massa radioattiva. Il tempo necessario affinché l'attività si dimezzi è detto *tempo di dimezzamento* ($T_{1/2}$) ed è caratteristico dell'isotopo considerato. L'unità di misura dell'attività è il *becquerel*.



Le particelle alfa sono normalmente fermate da sottili spessori di carta a causa dell'elevata ionizzazione per unità di percorso. Per questa loro caratteristica, generalmente non superano lo strato morto della pelle e non costituiscono quindi un pericolo per l'irradiazione esterna del corpo.

Le particelle beta - gli elettroni - percorrono spazi maggiori a parità di energia e di mezzo attraversato rispetto alle altre particelle cariche. Normalmente, i beta non percorrono che pochi millimetri in acqua e qualche metro in aria, prima di fermarsi. La radiazione gamma è invece assorbita quasi per intero da spessori di materiali densi. Un particolare tipo di radiazione è costituita da un *fascio di neutroni*. Questi ultimi possono essere emessi da particolari sorgenti radioisotopiche, da elementi che subiscono *fissione* (frammentazione del nucleo con produzione di energia e di neutroni) o da miscele di materiali nelle quali si realizzano reazioni tali da produrre l'emissione di neutroni.

L'esposizione nei luoghi di lavoro può avvenire per irradiazione dall'esterno o per irradiazione dall'interno del corpo, successiva ad introduzione di sostanze radioattive. Per controllare l'esposizione interna è necessario mantenere la pulizia riducendo al minimo la contaminazione in atmosfera, di liquidi e di superfici, in modo da evitare introduzione accidentale di radioisotopi per ingestione, inalazione o per altra via. Occorre tenere presente che, ad esempio, la radiazione alfa, innocua dall'esterno, diventa particolarmente pericolosa se emessa da una sorgente interna in quanto entra subito in contatto con tessuti vitali e quindi sensibili all'effetto delle radiazioni. Negli ultimi anni si è verificata una importante revisione delle unità di misura associate alle grandezze dosimetriche. In particolare, si è passati dai *curie* (Ci) ai *becquerel* (Bq) come unità di misura della radioattività e dai *rem* ai *sievert* (Sv) per misurare la *dose equivalente*. Contemporaneamente, sono cambiate tutte le altre unità e attualmente le nuove dimensioni sono impiegate in quasi tutto il mondo.

Tra le grandezze dosimetriche le più significative sono sicuramente la *dose assorbita* e la *dose equivalente*. La prima si misura in *gray* (Gy) e la seconda in *sievert* (Sv). La *dose assorbita* rappresenta un parametro fisico (energia assorbita per unità di massa) mentre la *dose equivalente* esprime l'effetto biologico della radiazione sul corpo.

Il passaggio dalla *dose assorbita* agli organi alle *dosi equivalenti* negli organi stessi si ottiene valutando i fattori di peso specifici per la radiazione interagente. Applicando poi a questo dato così ottenuto i fattori di peso dei tessuti o organi interessati e quindi sommando, si ottiene la *dose efficace al corpo intero*. Le regole canoniche della protezione dalle radiazioni ionizzanti sono sintetizzate in tre termini: *tempo*, *distanza*, *schermatura*. Infatti, il rischio di esposizione aumenta all'aumentare dei tempi di permanenza in prossimità della sorgente; lo stesso si verifica con il ridursi della distanza dalla sorgente e naturalmente l'esposizione si può ancora ridurre interponendo una schermatura tra sorgente e individuo esposto. La distanza è particolarmente efficace nell'attenuare l'esposizione: la dose infatti dipende dall'*inverso del quadrato della distanza*. In pratica, allontanandosi di 2 metri, la dose si riduce ad un quarto del valore precedente ed allontanandosi di 10 metri il valore si riduce ad un centesimo. Nell'affrontare un intervento radioprotezionistico è però necessario tenere presenti dei principi ancora più generali. La pratica che implica un'esposizione alle radiazioni deve avere una motivazione confrontabile con il rischio che essa comporta: il rischio-beneficio dell'impresa deve essere cioè equilibrato.

La procedura di radioprotezione sono regolate da normative internazionali, europee e nazionali. In Italia sono state recepite le più recenti direttive europee in materia e oggi il decreto legislativo 230 del 1995 con le successive modifiche ed integrazioni è la legge nazionale sovrana nell'impiego pacifico delle radiazioni ionizzanti. Il decreto indica innanzitutto le responsabilità dinanzi alla legge.

I lavoratori potenzialmente esposti a radiazioni ionizzanti vengono suddivisi fra tre tipi di classificazione: *non esposti*; *esposti di categoria B*; *esposti di categoria A*. Sono *non esposti* coloro che non sono sottoposti ad una esposizione che non sia suscettibile di superare uno qualsiasi dei limiti fissati per le persone del pubblico (1 mSv/anno); sono *esposti di cat. B* coloro che possono superare 1 mSv/anno ma che non superano i 6 mSv/anno; infine sono *esposti di cat. A* i lavoratori che possono superare 6 mSv/anno ma che naturalmente non superano il limite per i lavoratori di 20 mSv/anno.

I principi di classificazioni delle aree in base al rischio di esposizione alle radiazioni ionizzanti sono analoghi a quelli indicati per i lavoratori: la zona viene dichiarata *sorvegliata* se vi è la possibilità che sia superato 1 mSv/anno mentre è *controllata* quando vi è la possibilità che siano superati i 6 mSv/anno. Naturalmente in tutti i casi non si devono superare i 20 mSv/anno che rappresentano il limite estremo per i lavoratori esposti.

Emilio Santoro
emilio.santoro@casaccia.enea.it