

M<sup>a</sup> José Berenguer Subils Llicenciada en Ciències Químiques

## CENTRE NACIONAL DE CONDICIONS DE TREBALL

Als països industrialitzats l'home urbà passa al voltant del 75% del temps en ambients tancats i en certs casos (nens, malalts crònics i ancians) aquesta xifra s'eleva al 90%. Això explica el creixent interès que aquesta adquirent el coneixement i estudi dels contaminants ambientals presents en interiors, especialment d'aquells que poden tenir efectes significatius sobre la salut.

Des del punt de vista de la contaminació radioactiva, en els últims anys ha augmentat la preocupació pel perill que l'acumulació de gas Radó a l'interior d'edificis pot representar per a les persones que els ocupen.

En aquesta nota tècnica es descriuen aquelles característiques i propietats del Radó que faciliten la seva entrada en un edifici i s'indiquen mesures per, si és necessari, reduir el seu nivell en interiors.

Durant molt temps va existir l'opinió que la radiació natural no tenia un efecte significatiu des del punt de vista de danys per a la salut del públic en general, però aquesta idea va canviar totalment quan en els anys 70 i 80 es va evidenciar que a l'interior d'algunes cases i en diferents països el nivell de Radó existent significava concentracions de diverses desenes i fins i tot milers de Bq/m<sup>3</sup>, la qual cosa indicava que les dosis rebudes pels seus ocupants eren d'algunes desenes de mSv a l'any. El principal causant d'aquesta situació és el Radó, que és l'únic element gasós de les cadenes de desintegració radioactives, per la qual cosa es desplaça amb facilitat a partir del punt en què es genera i entra als edificis.

### Propietats

El Radó és un gas noble, incolor, inodor i insípid amb una alta densitat. És soluble en aigua i en altres líquids. S'identifica concretament com Radó a l'isòtop <sup>222</sup>Rn que forma part de la cadena radioactiva d'origen natural de l'urani-238, encara que també es troben isòtops de Rn en la del tori-232 i de l'urani-235, concretament i respectivament el <sup>220</sup>Rn o torón i el <sup>219</sup>Rn o actinón. Totes aquestes cadenes acaben en la formació d'un isòtop estable de plom, després de produir una sèrie de elements

### Efectes sobre la salut

El Radó és considerat cancerígen per l'Organització Mundial de la Salut (OMS), d'acord amb la International Agency for Research on Cancer (IARC) i la Environmental Protection Agency (EPA) d'EUA, que ho classifiquen com carcinógeno del Grup 1 i del Grup A, respectivament. Concretament, el principal efecte advers derivat de la inhalació de Radó i especialment dels seus productes de desintegració és el risc de càncer de pulmó.

El Radó, com a gas, no és retingut de forma significativa en el tracte respiratori. No obstant això, un 90% dels seus descendents pot estar unit a partícules d'aerosols presents en l'aire, les quals, en funció de la seva grandària, poden ser retingudes a diferents nivells del sistema respiratori. Les més petites, la fracció respirable, aconseguirà les zones més sensibles del teixit bronquial i pulmonar, dipositant-se allí, juntament amb el 10% restant dels productes de desintegració. La deposició d'aquestes partícules, juntament amb aquests productes genera una font d'emissió de partícules a de alta densitat. En conseqüència, una part d'aquest teixit rep una exposició elevada, augmentant la possibilitat de desenvolupar un procés cancerígen. La dosi rebuda en el pulmó per radiació Beta o Gamma és menyspreable enfront de la deguda a les partícules Alfa.

En un edifici, les principals fonts de Radó són el sòl en el qual està assentat i els materials emprats en la seva construcció. També pot entrar amb l'aire de renovació, amb l'aigua de subministrament i el gas d'ús domèstic, encara que aquests últims, excepte en alguns casos concrets, es consideren fonts menors. En tractar-se d'un gas, la seva concentració en un ambient interior depèn també de determinades pràctiques i hàbits que afavoreixin la seva acumulació, especialment la falta de

ventilació, acompanyada de hermeticidad en la construcció, generades per polítiques d'estalvi energètic.

En construccions aïllades o en les plantes baixes d'edificis sense soterrani, la font més important de Radó és el radi present en el terreny. La concentració de radi en el sòl es troba generalment entre 10 i 50 Bq/kg, encara que pot aconseguir valors molt superiors. El valor mitjana és d'al voltant de 40 Bq/kg. Les concentracions de Radó en sòls varien entre 10000 i 50000 Bq/m<sup>3</sup>. En alguns casos, la presència de Radó pot venir, a més, augmentada per l'existència a la zona de materials de deixalla procedents d'operacions realitzades en mines d'urani o de fosfats.

La quantitat de Radó que entra en un interior a partir del sòl depèn principalment de la concentració de radi-226 en el subsòl i de la permeabilitat d'aquest.

El Radó procedent del terreny i dels materials passa a l'aire interior per difusió molecular. En una fase inicial, per desintegració del radi existent, es forma una fracció de Radó que emana del mitjà sòlid i ocupa els porus existents podent, a partir d'ells, desplaçar-se fins a aconseguir la superfície i passar a l'aire. Aquest mecanisme vindrà afectat per la distància (longitud de difusió) que el Radó pot recórrer abans de desintegrar-se i que per a un sòl normal és d'al voltant d'1 m. Aquest procés pot ser accelerat per les diferències de pressió existents entre el gas del sòl i l'interior de la casa. Sovint l'existència de mecanismes extractors de ventilació o bescanviadors d'aire per a calefacció fa que a les habitacions es generin corrents d'aire i depressions que afavoreixen el pas de Radó des del sòl i des de la pròpia estructura a través dels porus i fissures existents, passant a l'aire en quantitats importants, la qual cosa explica les elevades concentracions que s'han trobat en alguns interiors.

## Materials de construcció

Els materials de construcció són, en general, la segona font en importància de Radó en interiors. L'emissió de Radó a partir dels materials de construcció depèn no només de la concentració de radi en els mateixos sinó també de factors tals com la fracció de Radó produït que és alliberat del material, la porositat del material i la preparació de la superfície i l'acabat de les parets. És freqüent trobar entre els materials de construcció productes amb un contingut en radi i tori de fins a 50 Bq/kg. Alguns, contenint subproductes de guix i formigó amb alum bituminoso, poden presentar, fins i tot, concentracions superiors. També pot ser alta la concentració en maons i formigó si els materials bàsics s'han extret de zones amb elevades concentracions de radiació natural. Exemples d'alguns materials naturals utilitzats en construcció són les tobas volcàniques i la puzolana.

## Metodologia per al mesurament del Radó en interiors

Per determinar la concentració de Radó i dels seus descendents en aire poden utilitzar-se diferents mètodes. L'elecció entre uns o uns altres vindrà condicionada per l'instrumental disponible, pel cost i per la durada de la mesura a efectuar. En general la mesura de la concentració de Radó present en un ambient determinat es basa en el recompte de partícules a emeses tant per ell com pels seus descendents de vida curta. Uns pocs mètodes es basen en la detecció de rajos Gamma i també existeixen algunes tècniques que detecten radiacions Beta.

És important en la pràctica distingir si el mètode utilitzat mesura la concentració de gas Radó o mesura la concentració o alguna altra característica dels productes descendents de Radó. En tots dos casos les tècniques poden classificar-se com a actives o passives segons s'emperi o no aire forçat per a la captació de la mostra.

És possible distingir, en funció del temps de mostreig, entre les tres metodologies següents:

### Mètodes instantanis

Las determinacions es realitzen a partir de mostres d'aire recollides durant curts períodes de temps, generalment entre 1 segon i 20 minutos. Permeten utilitzar instrumental senzill de baix cost i s'obtenen resultats ràpids. No obstant això, donat el caràcter puntual de la mesura cal ser acurat en triar les condicions perquè els resultats obtinguts siguin representatius d'una situació mitjana dins de l'estudi a realitzar. En general aquests mètodes s'utilitzen per realitzar escombratges generals, estudis per identificar rutes d'entrada de Radó a partir del sòl o per comprovar l'eficàcia d'accions correctores.

## Mètodes de lectura contínues

Es fa passar un flux constant d'aire a través d'un detector adequat durant llargs períodes de temps, avaluant-se contínuament la concentració. Són mètodes que proporcionen molta informació però resulten cars i estan limitats a tasques de recerca. Són imprescindibles per estudiar les fluctuacions en temps real de les concentracions ja que permeten obtenir informació sobre la relació existent entre les activitats realitzades i l'edifici; per exemple, l'estudi de les variacions de concentració al llarg del dia o segons les estacions.

## Mètodes integrats

Utilitzen dispositius que permeten obtenir informació sobre concentracions mitjana durant un temps que pot arribar a dies, setmanes o mesos. Són els mètodes menys cars i els més utilitzats ja que són els més adequats per a estudis d'inspecció i reconeixement i els que permeten, en molts casos, decidir sobre la conveniència de prendre accions correctores després d'efectuar mesures de, almenys, tres mesos de durada. En general els sistemes utilitzats són de tipus passiu

## Mesures per reduir el nivell de Radó en interiors

És difícil donar regles generals aplicables a totes les situacions en què pugui existir Radó en un interior ja que l'experiència està demostrant que no hi ha dos edificis iguals i que les mesures a prendre dependran del tipus d'edifici, de la seva construcció i de la utilització que se li doni. No obstant això, en línies generals, les principals accions que podrien prendre's per limitar l'entrada i/o el nivell de concentració de Radó serien les següents:

Depresurització de l'espai entre el sòl de l'edifici i el terreny per reduir l'entrada de Radó.

Augment de la taxa de ventilació de l'edifici per facilitar l'eliminació de Radó. Es un dels mètodes més assequibles però cal evitar que es generin depressions a l'edifici que poden tenir un efecte contrari.

Recobriments dels elements (sòl i/o parets) que presentin una emissió de Radó elevada i així reduir l'acumulació de Radó a l'interior de l'edifici.

L'aplicació d'altres procediments generals habitualment utilitzats per reduir la presència d'un contaminant presenta dificultats en el cas del Radó. Per exemple, els sistemes de tractament de l'aire aplicables en mineria i indústria no ho solen ser en aire interior pels elevats volums d'aire a manejar i al tipus d'entorn. Així mateix, respecte a l'eliminació de les fonts, un dels pocs casos podria ser l'actuar sobre l'aigua de subministrament, amb totes les dificultats que això implicaria.

## Guies i valors de referència

Atès que el Radó està present de forma natural en el medi ambient i que, al mateix temps és un cancerígen humà pel qual no existeix un nivell de risc zero, l'establiment de nivells d'acció a partir dels quals prendre mesures correctores és complex i difícil.

Com a resultat d'això, els valors existents en diferents països són conseqüència de la seva problemàtica particular, les seves possibilitats i de la sensibilitat pública existent. Per als edificis de nova construcció la tendència general és recomanar el seguiment de codis o pràctiques de construcció, adaptades a les característiques de cada lloc, que limitin el nivell de Radó.

A Estats Units, la EPA va recomanar en 1986 prendre els 150 Bq/m<sup>3</sup> com el valor a partir del qual han de realitzar-se una sèrie d'intervencions graduals, establint els períodes en què ha d'aconseguir-se la seva reducció (anys, mesos o setmanes).

L'OMS va establir en 1987 la seva recomanació tenint en compte l'exposició a productes descendents de Radó, expressada com a concentració equivalent de Radó (EER), i proposant 100 Bq/m<sup>3</sup> EER de mitjana anual com a valor a reduir i 400 Bq/m<sup>3</sup> EER per a una actuació immediata. Les construccions noves no han de superar els 100 Bq/m<sup>3</sup> EER.