

ARTICLE TÈCNIC

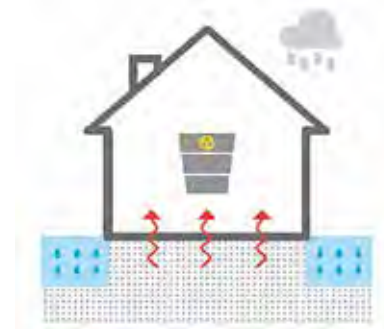
Protecció davant del radó

Adolf Cabañas Egaña
Arquitecte Tècnic

El Radó és un gas radioactiu d'origen natural, indetectable per l'ésser humà pels seus propis mitjans, que prové de la desintegració de el radi; que al seu torn procedeix de la desintegració de l'urani contingut en roques com el granit.

El radó és la font més important de radiació natural. Té la capacitat d'adherir-se a les partícules de pols que graviten en l'aire, podent accedir i acumular-se en els pulmons. Conté partícules alfa radioactives; són les responsables de causar mutacions en les cèl·lules de l'aparell respiratori en cas d'inhalació, podent generar càncer. Segons un estudi de l'Organització Mundial de la Salut (OMS), el gas radó se situa com la segona causa més comuna de càncer de pulmó, després del tabac.





Està present de forma molt escassa en l'aire que respirem, en baixes concentracions. A l'aire lliure, el radó es dilueix ràpidament, de manera que no suposa cap problema. En canvi, en espais tancats, poden registrar-se concentracions elevades, suposant un risc potencial per a la salut. A l'ésser incolor, inodor i insípid, pot acumular-se, sense que ens adonem, a l'interior dels habitatges edificats. Si no hi ha una ventilació suficient, la concentració pot arribar a ser molt alta i perillosa per als habitants de l'edifici.

El gas radó pot accedir a través d'esquerdes o fissures en el formigó dels fonaments d'una casa. A més pot potenciar la seva entrada gràcies a elements que modifiquen la pressió de l'aire, com estufes, extractors de cuina, ventiladors, etc. La situació més habitual és que les parts més afectades siguin les plantes baixes o soterranis, desplaçant-se a la resta de l'habitatge.

Tots els edificis contenen radó en concentracions generalment baixes. No obstant, existeixen zones geogràfiques en les que, degut a la geologia, és més probable trobar edificis amb concentracions elevades.

La unitat de mesura és Bq/m^3 (becquerel¹ per metre cúbic), mesura de l'activitat radioactiva A del Sistema Internacional. Mesura el nombre de desintegracions per segon.

1 - HENRI BECQUEREL 1852-1908 FOU UN FÍSIC FRANCÉS, DESCUBRIDOR DE LA RADIOACTIVITAT I GUARDONAT AMB EL PREMI NOBEL DE FÍSICA L'ANY 1903.

Com arriba el radó als nostres edificis?

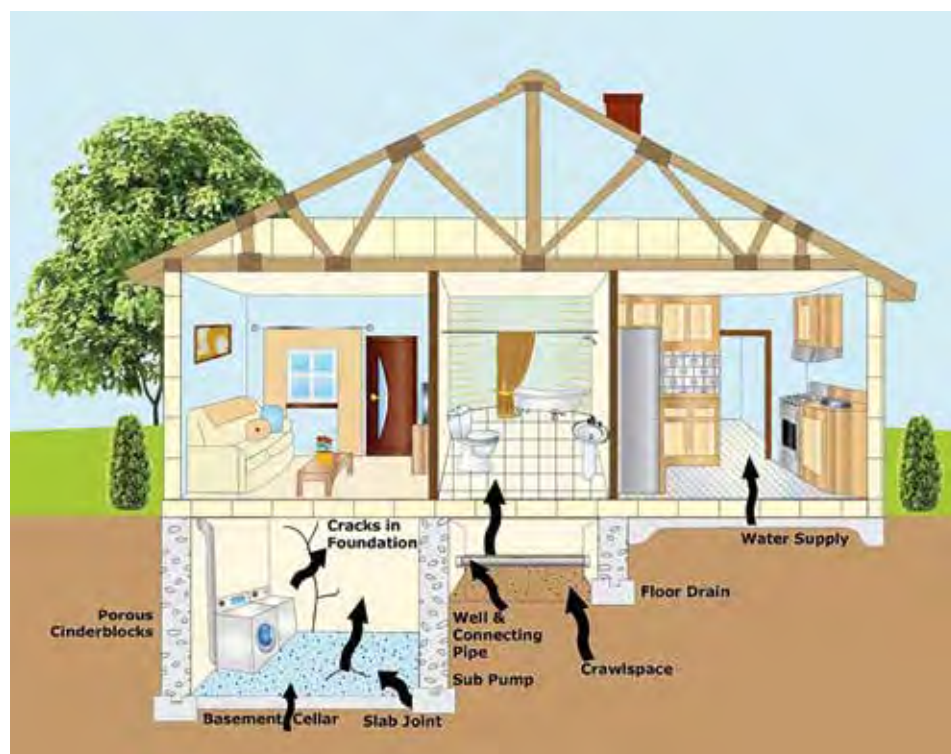
Provinent del terreny principalment i a través de les fissures i juntes de l'edifici penetra a l'interior. Per això les majors concentracions es localitzen en les parts en contacte amb el terreny com poden ser els soterranis, les plantes baixes, soleres i càmeres d'aire. Cal tenir en compte que la densitat del radó és superior a la del aire.

Quan el radó arriba a l'ambient exterior es dilueix ràpidament em l'aire, al contrari de quan està en un espai tancat i poc ventilat, que pot concentrar-se en quantitats importants.

Hi ha tipus de terreny que per la seva composició geològica produeixen gran quantitat de radó com és el cas de les roques ígnies (granet) i metamòrfiques (pissarres i esquistes).

Varia en funció de la permeabilitat del terreny. A major permeabilitat, li dona més facilitat de moviment. Així un massís rocós sense fractura, encara que la concentració sigui alta, li serà difícil que s'escapi de la roca.

El grau de saturació de l'aigua també és un factor a tenir en compte: a major saturació, menys facilitat de moviment té. No obstant si la capa superficial del terreny està saturada per aigua de pluja i per sota la edificació el terreny està sec, l'efecte és desfavorable al dificultar la sortida del gas radó.



Punts per on penetra el radó a l'interior dels edificis.

La normativa Europea

En l'àmbit europeu, el 5 de desembre de 2013 s'aprova la Directiva 2013/59/EURATOM pel que s'estableixen les normes de seguretat bàsiques per la protecció contra els perills derivats de la exposició a radiacions ionitzants. En ella s'obliga als estats membres a establir nivells de referència per a les concentracions de radó en recintes tancats i adoptar les mesures per limitar la penetració del mateix en els edificis.

Com a conseqüència s'introdueix una nova exigència bàsica de salubritat HS-6, de protecció enfront el radó, que redundarà en la millora de les condicions de seguretat i habitabilitat.

La recomanació de la Comissió Europea als estats membres estableix el nivell de referència de radó en els habitatges en 300 Bq/m³. Tot i així alguns països han adoptat un valor més baix de 200 Bq/m³ i fins i tot 100 Bq/m³. A títol d'exemple, als EE.UU. el nivell és de 148 Bq/m³.

Finalment considerar que la OMS recomana que la exposició no hauria de superar els 100 Bq/m³.

El nou DB HS-6 Protecció dels edificis davant la exposició al gas radó

La Directiva 2010/31/UE de eficiència energètica dels edificis, estableix la obligació de revisar i actualitzar els requisits mínims periòdicament, a intervals no superiors als cinc anys amb la finalitat d'adaptar-los als avanços tècnics del sector de la construcció.

El Codi Tècnic de l'Edificació (CTE) és el marc normatiu que estableix les exigències que han de complir els edificis en relació amb els requisits bàsics de seguretat i habitabilitat establerts en la Llei d'Ordenació de la Edificació.

Fins ara no ha tingut en compte un aspecte fonamental en els edificis: la qualitat de l'aire interior.

D'aquesta manera s'incorpora una nova exigència bàsica al Codi Tècnic de l'Edificació, Document Bàsic Salubritat HS-6 Protecció enfront a la exposició al radó.

El document pretén limitar el risc d'exposició dels usuaris a

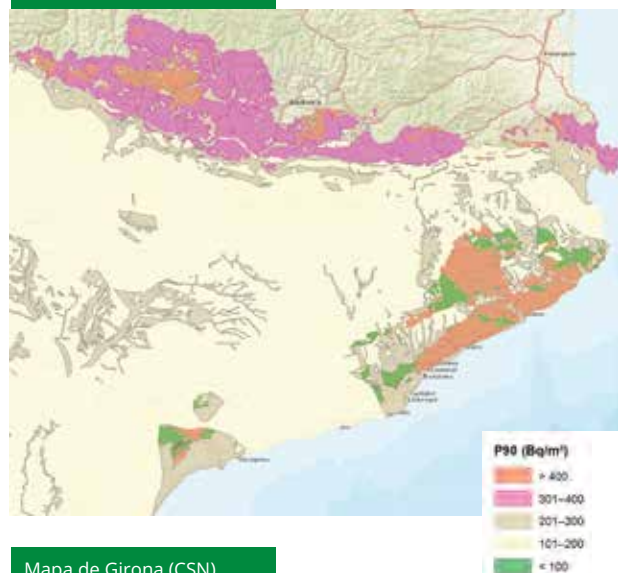
concentracions inadequades de radó provinent del terreny en l'interior dels locals habitables, reduint-lo a uns mínims acceptables.

Aquest s'aplica als edificis situats en les zones geogràfiques I i II, en base a mesures realitzades pel "Consejo de Seguridad Nuclear", ja que la probabilitat de concentració de nivells superiors als de referència és significativa.

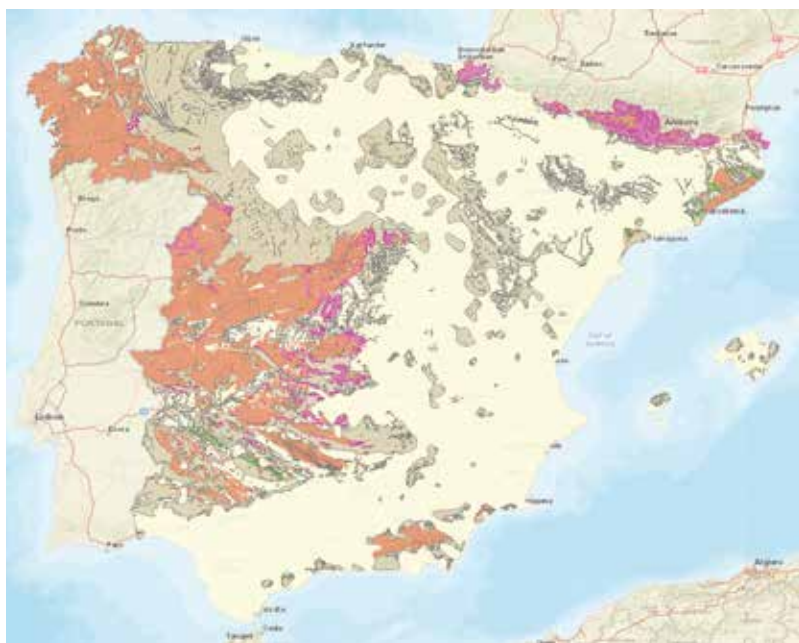
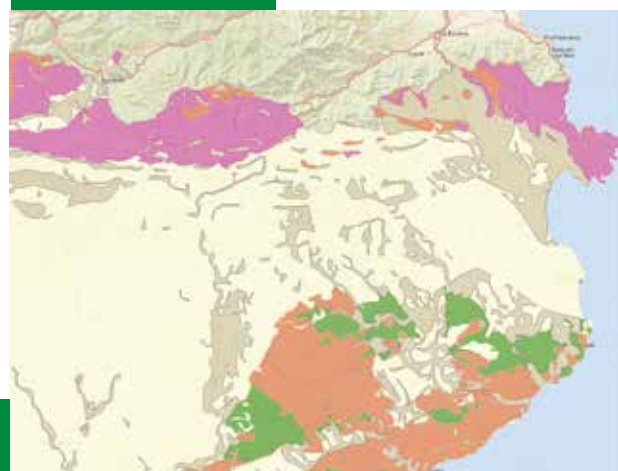
La cartografia del potencial identifica les zones on els edificis residencials presenten concentracions superiors a 300 Bq/m³.

Els mapes es basen en mesures preses en planta baixa o en el primer pis, cas de que la planta baixa no estigui habitada. Per tant el risc en plantes soterrani és més alt del que reflecteixen els mapes, mentre que en els pisos alts és menor —a raó d'un 20% menys per planta—.

Mapa de Catalunya (CSN).



Mapa de Girona (CSN).



Mapa del potencial del radó d'Espanya. Consejo de Seguridad Nuclear.

La finalitat de la cartografia és facilitar el desenvolupament el Pla Nacional d'Actuació contra el Radó, tal com indica la directiva europea 2013/59/Euratom, així com orientar les Comunitats autònomes i els municipis més exposats a posar en marxa estratègies o polítiques d'intervenció.

La informació proporcionada pels mapes, en cap cas s'ha de considerar substitutiva de les mesures directes en camp, que són l'indicador més fiable del risc al que està exposat cada persona en el seu habitatge.

En els mapes anteriors observem la distribució arreu del territori espanyol i a Catalunya.

Quin és l'àmbit d'aplicació i com sé si el meu edifici està afectat?

El DB HS6 s'aplica a tots els edificis de nova planta que s'hagin de construir en les zones I i II. També als edificis existents en aquestes zones en els que s'intervingui amb obres de reforma que afectin algun element constructiu que influeixi en la concentració de radó; també en les ampliacions i zones de l'edifici afectades per un canvi d'ús.

El CTE distingeix entre dues zones:

- **La zona I**, que té un nivell de radó entre 301 – 400 Bq/m³.
- **La zona II**, amb un nivell de radó > 401 Bq/m³. L'apèndix B d'aquest apartat del CTE inclou els termes municipals afectats. (al final s'inclou el llistat complet)

En funció de la zona on tinguem el nostre edifici, hauré d'adoptar un nivell de protecció o un altre.

- **Els edificis que estiguin en els municipis de la zona I**, hauran de disposar d'una barrera de protecció entre el terreny i les estances habitables, o una càmera d'aire ventilada per tal de limitar el pas dels gasos provinents del terreny.

- **Si l'edifici se situa en un municipi de la zona II**, a més de la barrera de vapor o càmera d'aire, addicionalment disposa d'un espai de contenció ventilat natural o mecànicament, o bé d'un sistema de despressurització.

El CTE indica quines característiques i indicacions han de complir aquests sistemes.

Quines són les solucions de protecció més habituals?

Avui dia trobem moltes cases comercials que ens proposen solucions eficaces mitjançant membranes adherides, flexibles, etc. Aquí proposem algunes d'elles, orientatives i sempre caldrà fer un estudi i mesurar in situ els valors per tal de que siguin efectives. En el cas d'edificis existents es proposen solucions alternatives o complementàries a les de l'obra nova. Es basen en el segellat de tots els tancaments o parts en contacte amb el terreny, una millora de la ventilació o la utilització de portes estanques.

OBRA NOVA zona I

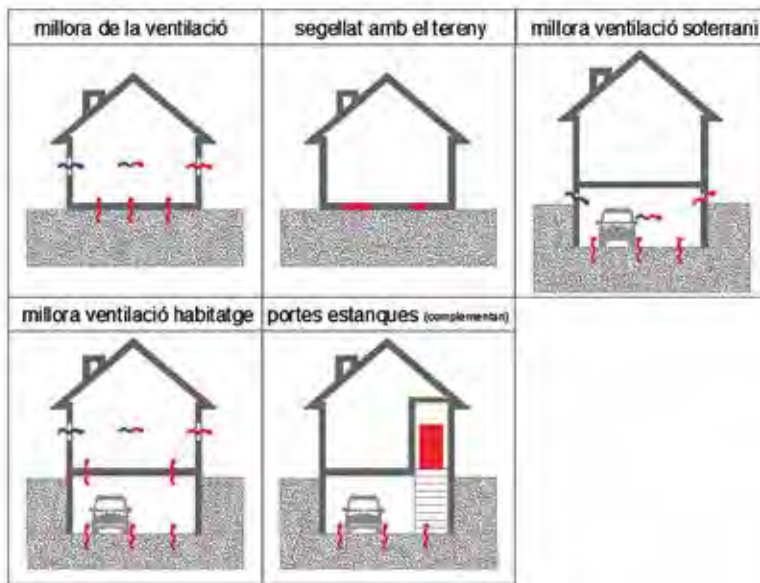


zona II



Protecció en obra nova amb làmina.

EDIFICIS EXISTENTS



L'IETcc (Institut Eduardo Torroja) que pertany al Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), ha editat una guia de Rehabilitació enfront el radó en la que en el darrer apartat hi ha unes fitxes molt completes amb diferents solucions constructives. Les autores d'aquest treball han estat Pilar Linares i Sonia García.

Aquest document el podem trobar i descarregar dins la web del CTE codigotecnico.org, en la pestanya "Guías y otros".



Guía completa con fichas

Rehabilitación frente al radón

Guía rehabilitación frente al radón con fichas incluidas

Descargar

Guía

Rehabilitación frente al radón

Guía rehabilitación frente al radón

Descargar

Fichas

A: Soluciones de aislamiento del edificio

Solución A1. Barrera frente al radón

Descargar

Solución A1-1. Barrera frente al radón. Encuentros

Descargar

Solución A2. Sellado de fisuras, grietas, encuentros y juntas

Descargar

Solución A3. Puertas estancas

Descargar

CLASSIFICACIÓ DELS MUNICIPIS EN FUNCIÓ DEL POTENCIAL DE RADÓ

Municipis zona I		Municipis zona II
Agullana	Pals	Alp
Aiguaviva	Parlavà	Amer
Albanyà	Pau	Anglès
Argelaguer	Pedret i Marçà	Arbúcies
Banyoles	Peralada	Begur
Besalú	Pont de Molins	Biure
Bescanó	Porqueres	Blanes
Beuda	Puigcerdà	Brunyola
Boadella i les Escaules	Quart	Cadaqués
Bolvir	Regencós	Caldes de Malavella
Bordils	Ripoll	Calonge
Breda	Riudaura	Campelles
Cabanelles	Riudellots de la Selva	Camprodon
Cabanes	Riumors	Cassà de la Selva
Camós	Rupià	Castell-Platja d'Aro
Campdevàrol	Salt	Colera
Campllong	Sant Aniol de Finestres	Das
Canet d'Adri	Sant Feliu de Pallerols	El Port de la Selva
Cantallops	Sant Ferriol	Espinelles
Capmany	Sant Gregori	Espolla
Castell d'Empúries	Sant Jaume de Llierca	Fontanals de Cerdanya
Celrà	Sant Joan de les Abadesses	Garriguella
Cervià de Ter	Sant Joan de Mollet	Ger
Cistella	Sant Jordi Desvalls	Guils de Cerdanya
Corçà	Sant Julià de Ramis	Hostalric
Cornellà del Terri	Sant Julià del Llor i Bonmatí	La Jonquera
Cruïlles, Monells i Sant Sadurní de l'Heura	Sant Llorenç de la Muga	La Selva de Mar
Darnius	Sant Martí de Llémena	Llagostera
El Far d'Empordà	Sant Martí Vell	Llanars
Figueres	Sant Miquel de Campmajor	Llançà
Flaçà	Sant Pau de Segúries	Lloret de Mar
Foixà	Sant Pere Pescador	Maçanet de la Selva
Fontcoberta	Santa Pau	Massanes
Forallac	Sarrià de Ter	Meranges
Fortià	Serinyà	Molló
Girona	Siurana	Mont-ras
Gombrèn	Torrent	Ogassa
Isòvol	Torroella de Fluvià	Osor
Juià	Tortellà	Palafrugell
La Bisbal d'Empordà	Ullastret	Palamós
La Cellera de Ter	Vallfogona de Ripollès	Pardines
La Pera	Ventalló	Planoles
La Vajol	Vilabertran	Portbou
La Vall de Bianya	Vilablareix	Queralbs
La Vall d'en Bas	Vilafant	Rabós
L'Armentera	Vilajuïga	Ribes de Freser
Les Llosses	Vilamacolum	Riells i Viabrea
Les Planes d'Hostoles	Vilamalla	Riudarenes
Les Preses	Vilanant	Roses
L'Escala	Vila-sacra	Sant Climent Sescebes
Llambilles	Vilobí d'Onyar	Sant Feliu de Buixalleu
Llers		Sant Feliu de Guíxols
Llívia		Sant Hilari Sacalm
Maçanet de Cabrenys		Santa Coloma de Farners
Madremanya		Santa Cristina d'Aro
Maià de Montcal		Setcases
Masarac		Sils
Mieres		Susqueda
Mollet de Peralada		Toses
Montagut i Oix		Tossa de Mar
Navata		Urús
Olot		Vall-llobrega
Palau-sator		Vidreres
Palau-saverdera		Viladrau
Palol de Revardit		Vilallonga de Ter
		Vilamaniscle



E-PERM sistema de càmeres d'electretes

Procediment per a la mesura del flux de gas radó

Des del CECAM es poden fer els assaigs en col·laboració amb dos empreses Xpert Radón que juntament amb el Laboratori de Radioactivitat Ambiental de la Universitat de Cantàbria, són pioners en els mesuraments d'aquest tipus i Radiansa amb seu a Girona.

Procediment per mesurar radó a terra

Xpert Radón: Les mesures es componen de dues parts, una de mesurament de l'activitat de radó a 1 metre de profunditat i una altra de mesurament de permeabilitat del terreny. La distribució de les mateixes per m² de superfície està en funció del tipus de sòl i altres característiques segons recomanacions del CSN o poden estar basades en les necessitats directes del client deixant a la seva elecció el nombre de mostres. El moment idoni per realitzar les mesures és un cop estigui excavat el terra i abans de començar la fonamentació, perquè les dades es corresponguin amb els nivells reals de la zona que va a estar en contacte amb l'edifici. Si es fa a nivell de sòl actual i la fonamentació és profunda, els nivells mesurats poden ser molt diferents als que s'hi hagi més avall en terreny que estigui finalment en contacte amb la construcció.

Radiansa: Es mesura directament la quantitat de radó que surt de la superfície (la "exhalació" de radó). S'utilitza un sistema de càmeres iòniques d'electrets, dissenyats per a aquest tipus de mesura. Es fan les mesures in situ; cal deixar els detectors en els punts de mesurament per un període de 6-8 hores, i després els analitzem al nostre laboratori.

S'ubiquen els mesuradors en diverses posicions a determinar un cop inspeccionat el terreny. La idoneïtat del lloc de mesurament depèn de diversos factors sobretot de l'estat del sòl.

No s'han de fer els mesuraments si hi ha pluja. En obres de construcció és desitjable marcar la posició de mesura amb cons d'alta visibilitat, per protegir els mesuradors contra dany accidental. Per posicionar els mesuradors, s'excava un pou petit a terra (aproximadament a 9cm de profunditat) per a cada mesurador. Dependent de la mida de la parcel·la, podria ser convenient posicionar 2 detectors al mateix lloc.

També cal instal·lar un o dos detectors que mesuren el fons de radiació gamma; bloquegem l'entrada de radó en aquests detectors per una barrera de PVC o alumini.

Després d'un període de 6 hores, es recull els monitors, per a la seva anàlisi i el càlcul de la taxa d'exhalació de radó des del sòl. Radiansa calcula el flux de radó (en unitats de Bq/m²/h), i es classifica el risc de tenir nivells de radó a l'edifici futur damunt de les recomanacions, en una escala baixa-mitjana-alta.



Detector CR-39.

Procediment per mesurar radó en construccions (noves o existents, naus industrials,...)

Xpert Radón utilitza detectors de traces de tipus CR-39, realitzant-se les lectures dels resultats el Laboratori de Radioactivitat Ambiental de la Universitat de Cantàbria (LaRUC), primer laboratori a Espanya amb acreditació ENAC per al mesurament de radó en aire (ISO 17025).

Els detectors són col·locats durant 2 mesos (segons el que estableix l'apartat 3.3 del Apèndix C del RD 732/2019) en els llocs triats a l'efecte per personal d'Xpert (marcats en els plànols annexos), procedint-se amb posterioritat a la seva retirada i corresponent lectura al laboratori de LaRUC.

El mètode pràctic de realització dels mesuraments és:

- 1.- S'avaluaran, els llocs de col·locació idonis dels detectors de traces tipus CR-39.
- 2.- S'instal·laran els detectors als llocs escollits, identificant els detectors per mitjans electrònics mitjançant el seu codi de barres (per evitar fallades humanes a la identificació), així com per coordenades GPS, fotografia i descripció del lloc de instal·lació.
- 3.- Es col·locarà un segell de seguretat per demostrar la permanència dels detectors durant tot el període de mesura en el lloc designat. Qualsevol trencament del segell de seguretat comportarà la invalidació de la mesura, en no poder acreditar la permanència del detector en el designat durant el període de mesura. Aquest segell de seguretat permet la total traçabilitat de la mesura i la seva validesa legal enfront de tercers (propietaris, administració, ...) al garantir la seva exposició en el lloc correcte durant tot el temps de mesurament.



4.- Complert el període de mesurament es retiraran els detectors col·locats als habitatges objecte dels mesuraments, assegurant-hi la permanència mitjançant la retirada del segell de seguretat.

5.- S'enviaran els detectors al Laboratori que emetrà els resultats de lectura, juntament amb les dades d'incertesa de mesura i límit de detecció.

6.- S'emetrà el corresponent informe i certificat.

Per a la realització de l'estimació del nombre de detectors a col·locar en cadascun dels centres de treball, es té en compte el que estableixen els apartats 2 i 3 de l'Apèndix C del RD 732/2019 i els plànols proporcionats.

Nivells de gas radó als edificis

La concentració de gas radó als edificis es mesura en unitats de Becquerels per metre cúbic (Bq/m³). Els nivells de radó màxims recomanats per a edificis en Espanya s'especifiquen pel Consell de Seguretat Nuclear (CSN) que va publicar la Guia de Seguretat 11.2 (GS-11.02), Control de l'exposició a fonts naturals de radiació, on es s'estableixen criteris d'exempció de control radiològic i de gestió de residus, així com criteris recomanats per a la protecció del públic enfront de l'exposició del radó en les habitatges, i segueixen les recomanacions publicades per l'OMS; els nivells recomanats són:

Edificis construïts

- Concentració mitjana anual de radó superior a 300 Bq/m³: inici d'accions de remei (segons la UE).
- Concentracions mitjanes anuals de 100 Bq/m³: iniciació d'accions de remei senzilles.

Edificis de nova construcció:

- Nivell objectiu de disseny de 100 Bq/m³ de concentració mitjana anual de radó.

Nivells de gas radó en el sòl

Quan el gas radó arriba a la superfície, una quantitat de gas aconseguix escapar a l'aire. Aquesta quantitat, per unitat de temps i unitat de superfície es coneix com a taxa superficial de exhalació del radó (Bq/m²/s) i varia en funció de les condicions meteorològiques i de les característiques físiques del sòl. Els valors de la taxa d'exhalació varien entre 1 mBq/m²/s i 100 mBq/m²/s per a espais amb urani (ISO/FDIS 11665-7, 2012)

Els alts nivells de radó a l'interior dels edificis estan causats gairebé sempre per combinació de nivells alts de radó del subsòl, una permeabilitat suficient del sòl per permetre el moviment del radó cap amunt, i vies d'entrada als edificis com a esquerdes o altres obertures en els fonaments. Les mesures de flux de radó a la superfície del sòl serveixen per avaluar de forma directa la taxa d'exhalació del radó generat al sòl, que puja fins a la superfície mitjançant els porus.

Els valors de taxa superficial d'exhalació de radó estan influïts per diversos factors, principalment la densitat, la permeabilitat, la humitat i temperatura del sòl, i les condicions ambientals (principalment la pressió atmosfèrica).

L'entrada i acumulació posterior d'aquest gas radó edificis depenen de factors com el disseny de l'edifici, els materials de construcció i la renovació de l'aire interior. A causa de tots aquests processos no existeix una relació teòrica entre els nivells de radó a l'interior d'edificis mesurats a Bq/m³ i la taxa d'exhalació de radó en sòl (mBq/

m²/s), amb la qual cosa per al cas de taxa d'exhalació de radó a terra s'indica com a probabilitat d'arribar a superar els nivells de radó recomanats en habitatges.

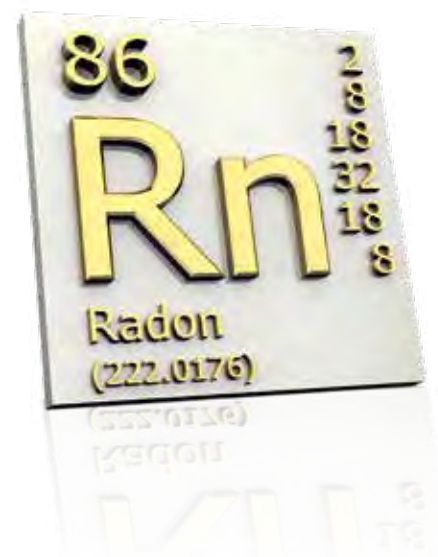
Els factors de risc que s'especifiquen són derivats de dades publicades i que es troben a través de la relació de la taxa d'exhalació, concentracions de radó en sòl i mesures de radó en interiors. La taxa d'exhalació de radó superficial de la Terra s'estima en 20 mBq/m²/s.

Taxa exhalació del radó (mBq/m ² /s)	Nivell de risc
< 5	baix
5 - 10	mitjà
>10	alt

a) Nivell baix: la probabilitat de tenir nivells de radó en interiors per sobre de 100 Bq/m³ és relativament baix, no assoleix l'1%.

b) Nivell mitjà: La probabilitat mitjana de tenir nivells de radó per sobre del nivell de 100 Bq/m³ a les plantes baixes de l'edifici.

c) Nivell alt: Probabilitat elevada que els nivells de radó a les plantes baixes del futur edifici estiguin per sobre de les recomanacions per a edificis nous (100 Bq/m³).





Bibliografia

RD 732/2019 de 20 de desembre. (BOE 311/2019) de modificació del Codi Tècnic de l'Edificació

Document Bàsic CTE Salubritat. HS-6 Protecció enfront a la exposició al radó.
<https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/HS/DccHS.pdf>

Consejo de Seguridad Nuclear. Cartografía del potencial de radón de España.
<https://www.csn.es/ca/mapa-del-potencial-de-radon-en-espana>.

Protecció enfront a la immissió de gas radó en edificis. Col·lecció d'Informes Tècnics 24.2010 IETcc-CSIC. (Instituto de Ciències de la Construcció Eduardo Torroja - Consejo Superior de Investigaciones Científicas)
 Autores: Borja Frutos Vázquez i Manuel Olaya Adán.

Guia de Rehabilitación frente al radón IETcc / CSIC. (Instituto de Ciències de la Construcció Eduardo Torroja - Consejo Superior de Investigaciones Científicas)
 Autoras: Pilar Linares i Sonia García

Radiansa Consulting SL. www.radiansa.com

Manuel Seisdedos Domínguez. UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID FACULTAD DE GEOGRAFÍA E HISTORIA. Treball fi de màster "MAPA DEL RIESGO DE EXPOSICIÓN AL GAS RADÓN EN LAS VIVIENDAS DE LA COMUNIDAD DE MADRID". Febrer 2016.

CECAM. Anna Jiménez. Llicenciada en Ciències Químiques. Responsable de l'Àrea de Química de la Construcció.