



TESIS DOCTORAL

EVOLUCIÓN DE LOS NIVELES RADIATIVOS/DOSIMÉTRICOS EN
DIFERENTES TIPOLOGÍAS DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES DEL NORTE DE
EXTREMADURA, DESDE LA ARQUITECTURA POPULAR A LA ACTUAL

JORGE GARCÍA PANIAGUA

FÍSICA APLICADA

2017



TESIS DOCTORAL

TÍTULO

EVOLUCIÓN DE LOS NIVELES RADIATIVOS/DOSIMÉTRICOS EN DIFERENTES TIPOLOGÍAS DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES DEL NORTE DE EXTREMADURA, DESDE LA ARQUITECTURA POPULAR A LA ACTUAL.

NOMBRE Y APELLIDOS DEL AUTOR

Jorge García Paniagua

DEPARTAMENTO DE DEFENSA

Física Aplicada

CONFORMIDAD DE LOS DIRECTORES

Fdo:(Dr. D. Antonio Salvador Baeza Espasa) / Fdo:(Dr. D. Francisco Javier Guillén Gerada)

Fdo: (Dra. D^a. María Beatriz Montalbán Pozas)

AÑO DE LECTURA

2017

AGRADECIMIENTOS

Quiero comenzar con estas líneas dando las gracias a todas aquellas instituciones por la ayuda financiera concedida al grupo de investigación LARUEX, gracias a la cual ha sido parcialmente posible la ejecución del presente estudio.

Mi profundo agradecimiento a D. Antonio Baeza, D. Javier Guillén y Dña. Beatriz Montalbán, directores de esta Tesis Doctoral, por su confianza, constancia y dedicación.

Agradecer a los miembros de LARUEX sus consejos y ayuda cuando les he necesitado.

A los propietarios de las viviendas analizadas, por mostrar su confianza poniendo a nuestra disposición su bien máspreciado.

A todos mis amigos, por apoyarme en este duro recorrido.

A mi mujer, Petri, por el tiempo robado.

Y en especial, a mi madre, Carmen, por su apoyo incondicional, y a mi padre, Juan Antonio, por acompañarme en todos los viajes realizados para la toma de muestras y por ayudarme a conseguir todas las viviendas estudiadas en la Tesis.

ÍNDICE

RESUMEN	11
ABSTRACT	12
1. INTRODUCCIÓN	13
1.1. PRESENTACIÓN	13
1.2. ESTADO DE LA CUESTIÓN: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	15
1.3. INTERÉS DE LA TESIS	16
1.4. HIPÓTESIS DE PARTIDA	17
1.5. OBJETIVOS	17
2. ÁMBITO DEL ESTUDIO	19
2.1. ÁMBITO TERRITORIAL	19
2.1.1. Situación	20
2.1.2. Relieve y geomorfología	20
2.1.3. Hidrología	22
2.1.4. Geología	23
2.1.5. Clima	24
2.1.6. Economía y población	25
2.1.7. Urbanismo	25
2.1.8. Municipios estudiados	28
2.2. ÁMBITO TIPOLOGICO	29
2.2.1. La vivienda unifamiliar	29
2.2.2. La arquitectura popular en las comarcas del Valle del Jerte y la Vera	29
2.2.2.1. Casa de entramado de madera	30
2.2.2.2. Casa serrana	35
2.2.3. Evolución en la construcción, salto de la arquitectura popular a la actual	39
2.2.3.1. Evolución de los sistemas constructivos	39
2.2.3.2. Evolución de los materiales de construcción	40
2.2.4. Características de la vivienda unifamiliar actual en las comarcas del Valle del Jerte y la Vera	42
2.2.5. Normativa de edificación española	46

3. ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA	49
3.1. RADIATIVIDAD	49
3.1.1. Radiaciones ionizantes y no ionizantes	49
3.1.2. Radiación natural y artificial	50
3.2. CONTENIDOS RADIACTIVOS NATURALES DE SUELOS Y CONSTRUCCIONES	52
3.2.1. Contenidos radiactivos en suelos	52
3.2.2. Contenidos radiactivos en materiales de construcción	53
3.2.3. Dosis debida a irradiación externa	54
3.3. EL GAS RADÓN	55
3.3.1. Origen, propiedades y efectos sobre la salud	55
3.3.2. Fuentes y movilidad del radón en edificios	58
3.3.3. Dependencia espacio/temporal de los niveles de radón en interior de viviendas	59
3.3.4. El mapa predictivo de exposición al radón en España	62
3.4. NORMATIVA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA	63
3.4.1. Normativa española de protección radiológica	63
3.4.2. Normativa europea de protección radiológica	64
3.4.3. Relación de la normativa de edificación española y la protección radiológica	66
4. MATERIALES Y MÉTODOS	69
4.1. METODOLOGÍA	69
4.2. INSTRUMENTACIÓN	70
4.2.1. Espectrometría gamma	71
4.2.1.1. Preparación de muestras	73
4.2.1.2. Análisis de espectros gamma en laboratorios de baja actividad	74
4.2.1.3. Análisis de espectros gamma medidos in situ	75
4.2.2. Determinación de la tasa de dosis por irradiación externa	76
4.2.2.1. Mediante contador proporcional sellado	77
4.2.3. Método de medida de la concentración de ²²² Rn en interior de viviendas	77
4.2.3.1. Método de medida de la concentración de ²²² Rn en el interior mediante cánister de carbón activo	77

4.2.3.2. Método de medida de la concentración de ^{222}Rn en el interior mediante Alphaguard	86
4.2.3.3. Método de medida de la concentración de ^{222}Rn en el interior mediante electretes	89
4.2.3.4. Comparación entre métodos de medida de concentración de ^{222}Rn en el interior	95
4.2.4. Método de medida de exhalación de ^{222}Rn en suelos	97
4.2.5. Método de medida de concentración de ^{222}Rn en suelos	99
4.3. CRONOGRAMA DE ACTUACIÓN	101
4.4. HOJAS DE TOMA DE DATOS	104
4.5. PROCEDIMIENTOS DE MEDIDA Y TOMA DE DATOS	106
4.5.1. Procedimientos de medida y toma de datos en el interior de las viviendas	106
4.5.1.1. Procedimiento de toma de datos para la medida de radón en el interior de las viviendas	106
4.5.1.2. Procedimiento de toma de datos para la medida de tasa de dosis por irradiación externa en el interior de las viviendas	107
4.5.1.3. Procedimiento de toma de datos para la medida de la actividad que se percibe por irradiación externa, mediante la correspondiente espectrometría y in situ llevado a cabo con un detector portátil de germanio de alta pureza en el interior de las viviendas	108
4.5.2. Procedimiento de toma de datos en los suelos aledaños de los municipios	109
4.5.2.1. Procedimiento de toma de datos para la medida de exhalación de radón en suelos	109
4.5.2.2. Procedimiento de toma de datos para la medida de radón en suelos	110
4.5.2.3. Procedimiento de toma de datos para la medida de actividad en suelos	112
4.5.2.4. Procedimiento de toma de datos para la medida de tasa de dosis por irradiación externa en el exterior	113
4.5.3. Otros procedimientos	114
4.5.3.1. Procedimiento de toma de datos de variables meteorológicas	114
4.5.3.2. Procedimiento de toma de datos de las características constructivas de las viviendas	115

4.5.3.3. Procedimiento de toma de datos para la medida de la concentración anual de radón	115
5. ANÁLISIS DE RESULTADOS	117
5.1. CARACTERIZACIÓN RADIOLÓGICA Y DOSIMÉTRICA DE LOS SUELOS	117
5.1.1. Niveles de actividad en los suelos superficiales del área del estudio	117
5.1.2. Niveles de concentración de radón en suelos	120
5.1.3. Niveles de exhalación de radón desde los suelos	124
5.1.4. Niveles de tasa de dosis por irradiación externa	127
5.2. CARACTERIZACIÓN RADIOLÓGICA Y DOSIMÉTRICA DE LAS VIVIENDAS ANALIZADAS	133
5.2.1. Resultados de las medidas de concentración de radón	133
5.2.2. Análisis de la variabilidad estacional del radón en la vivienda de Plasencia	135
5.2.2.1. Análisis de las causas que producen distinta variabilidad estacional	135
5.2.2.2. Propuesta de modelo de variación estacional de la concentración de radón en Plasencia	136
5.2.3. Fuentes de incertidumbres en la predicción de la concentración media anual de radón	137
5.2.3.1. Método de medida	137
5.2.3.2. Amplitud temporal de la medida	139
5.2.4. Propuesta de concentraciones medias anuales en las viviendas de las comarcas del Valle del Jerte y la Vera	141
5.2.5. Relación entre los niveles de radón en las viviendas y las características del entorno	143
5.2.6. Evolución de la concentración de radón con el tipo arquitectónico	143
5.2.7. Resultados de las medidas de actividades in situ en el interior de las viviendas	146
5.2.8. Resultados de las medidas de tasa de dosis en el interior de las viviendas	148
5.2.9. Evolución de la actividad y de la tasa de dosis con el tipo arquitectónico	150
6. APLICACIÓN DE LAS MEDIDAS DE PROTECCIÓN	153
6.1. ESTUDIO CONSTRUCTIVO DE LAS MEDIDAS EXISTENTES DE PROTECCIÓN FRENTE A LA ENTRADA DE GAS RADÓN EN EL INTERIOR DE LAS VIVIENDAS	156
6.1.1. Medidas de protección por extracción de gas radón	157
6.1.2. Medidas de protección por barrera frente al gas radón	163

6.2. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LAS MEDIDAS DE PROTECCIÓN FRENTE A LA ENTRADA DE GAS RADÓN EN EL INTERIOR DE LAS VIVIENDAS	165
6.2.1. Precios simples de las unidades de obra correspondientes a las medidas de protección frente al radón	165
6.2.2. Presupuesto de ejecución material de las medidas de protección contra el radón	177
7. CONCLUSIONES	185
8. BIBLIOGRAFÍA	187
ANEXOS	199
Anexo I: Fichas de caracterización de los municipios estudiados	199
Anexo II: Fichas de información geográfica y medioambiental de los puntos analizados	211
Anexo III: Fichas de caracterización radiológica de los suelos analizados	223
Anexo IV: Fichas de caracterización arquitectónica y radiológica de las viviendas analizadas	265
Anexo V: Precios unitarios descompuestos, precios complejos y precios complejos descompuestos de las unidades de obra correspondientes a las medidas de protección frente al radón	343
Anexo VI: Presupuestos de ejecución material (PEM) de las medidas de protección frente al radón	373

RESUMEN

En la presente Tesis Doctoral, se muestra el modo en que la evolución temporal de los modelos y métodos constructivos para las viviendas unifamiliares, han condicionado la exposición que experimenta la población que las utiliza, debido a la componente de origen natural de la radiactividad.

Para ello, se ha seleccionado un área en la zona norte de Extremadura con valores de tasa de dosis por irradiación externa desde el suelo relativamente importantes, tal y como queda patente en el Mapa de Radiación Natural de España (MARNA), siendo la principal causa de estos niveles la geología predominante de dicha área.

De cada municipio elegido para la tesis, se han analizado radiactiva y dosimétricamente cinco suelos de sus entornos y tres viviendas unifamiliares, una representativa de la arquitectura popular de la zona, otra del periodo de transición entre la arquitectura popular y la actual, y la última construida recientemente.

Para finalizar, se implementan diversas medidas de protección contra el radón, ya propuestas por otros autores, analizando constructiva y económicamente su ejecución en viviendas nuevas como en existentes, con el objetivo de que permitan mitigar los niveles de dosis detectados, si así fuera aconsejable.

Palabras clave: *Radiactividad, dosis, vivienda unifamiliar, tipología arquitectónica, evolución constructiva, medidas correctoras.*

ABSTRACT

In this Doctoral Thesis, it is shown how the temporal evolution of the models and construction methods for single-family dwellings have conditioned the exposure experienced by the population that uses them, due to the natural component of the radioactivity.

For this purpose, an area in the northern of Extremadura with relatively high dose rate values for external irradiation from the ground has been selected, as can be seen in the Map of Natural Radiation of Spain (MARNA), being the main cause of these levels the predominant geology of this area.

From each municipality chosen for the thesis, five soils of their environments and three single-family dwellings, one representative of the popular architecture of the area, another of the transition period between the popular architecture and the present one and the last one built recently, have been radioactively and dosimetrically analyzed.

Finally, several radon protection measures, already proposed by other authors, are implemented, analyzing their construction and their price in new and existing homes, in order to mitigate the levels of detected doses, if this is advisable.

Key words: Radioactivity, dose, single family dwelling, architectural typology, constructive evolution, corrective measures.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. PRESENTACIÓN

La radiación es la emisión, propagación y transferencia de energía en cualquier medio, en forma de ondas electromagnéticas o partículas, pudiendo clasificarse en radiaciones ionizantes, las que tienen energía suficiente como para producir la ionización de los átomos de la materia que atraviesan o radiaciones no ionizantes, las que no tienen suficiente energía para romper los enlaces de los átomos y producir su ionización (CSN, 2016).

Las radiaciones ionizantes producidas por la desintegración de los isótopos radiactivos de origen natural están presentes en la naturaleza que nos rodea, variando el número de éstas por unidad de tiempo o nivel de radiactividad de un lugar a otro en función, entre otras componentes, de la distribución de los radionucleidos naturales existentes en el suelo, que son principalmente: el uranio-238 y sus descendientes, el torio-232 y sus descendientes y el potasio-40 (Norbani et al, 2014).

El Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas (UNSCEAR, 2000) ha calculado que el promedio mundial de exposición anual de las personas a fuentes naturales de radiación es de 2,4 mSv/año (milisievert por año).

La principal fuente de radiación natural es debida al gas radón. Aproximadamente el 31% de la dosis promedio recibida en un año por una persona cualquiera de la población de España, es atribuida a la inhalación de dicho gas (CSN, 2010). El radón es un gas noble, incoloro, inodoro e insípido, cuyos tres isótopos mayoritariamente se producen en el seno de la corteza terrestre, por pertenecer cada uno de ellos a una de las tres series radiactivas naturales encabezados por ^{235}U , ^{238}U y ^{232}Th , los cuales están presentes en cantidades variables y normalmente pequeñas en las rocas, suelos y en muchos tipos de materiales. Desde todos ellos, el gas migra hacia la atmósfera en donde se dispersa y se desintegra. Dado la comparativamente mayor vida media del ^{222}Rn , este isótopo constituye el mayor porcentaje del gas radón inhalado por las personas, que por idéntico motivo es el mayoritariamente exhalado. El problema radiológico asociado con su inhalación, es debido a sus descendientes de vida media mucho más corta, como el polonio (^{218}Po), con un periodo de semidesintegración ($T_{1/2}$) de 3,05 minutos, que al desintegrarse en el epitelio pulmonar por emisión alfa, una parte de este tejido puede recibir una exposición tal, que es posible desarrolle finalmente un proceso cancerígeno.

De hecho, el radón es considerado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), así como por la International Agency for Research on Cancer (IARC) y la Environmental Protection Agency (EPA) de EE.UU, como un carcinógeno del Grupo 1 y del Grupo A, respectivamente, ocupando el segundo lugar entre las causas principales de cáncer pulmonar, entre un 3% y 14% de los cánceres, solo superado por el tabaquismo (OMS, 2011). Al respecto, se estableció en el pasado que concentraciones de radón a partir de 400 Bq/m³ (becquerelio por metro cúbico de aire) podrían constituir un riesgo para la salud, sin embargo, los hallazgos epidemiológicos más recientes demuestran que el

riesgo de contraer un cáncer de pulmón por exposición al radón, puede llegar a observarse para niveles a partir de 100 Bq/m³ (Pacheco, 2012).

La principal fuente de radón en un edificio es el suelo sobre el que se asienta, seguido de los materiales empleados en su construcción y en mucha menor medida, su incorporación con el agua de suministro, con el gas de uso doméstico, etcétera. Al tratarse de un gas, su concentración en un ambiente interior, depende no sólo de los precitados parámetros, sino también de determinadas prácticas y hábitos que favorecen su acumulación, especialmente la falta de ventilación, acompañada de la hermeticidad en la construcción, impulsada normalmente por políticas de ahorro energético.

En Europa, se ha creado la Directiva 2013/59/EURATOM del Consejo de 5 de diciembre de 2013 (Directiva, 2013/59), por la que se establecen normas de seguridad básicas para la protección contra los peligros derivados de la exposición a radiaciones ionizantes. En su artículo 12 dice que “Los Estados Miembros fijarán en 1 mSv/año el límite de la dosis efectiva para la exposición poblacional”. Por su parte, en su artículo 103 sentencia que:

1. “Los Estados miembros establecerán un plan de acción a nivel nacional para hacer frente a los riesgos a largo plazo debidos a las exposiciones al radón en viviendas, edificios de acceso público y lugares de trabajo para cualquier vía de entrada del radón, ya sea el suelo, los materiales de construcción o el agua. El plan de acción tendrá en cuenta las cuestiones expuestas en el anexo XVIII y se actualizará de forma periódica”.
2. “Los Estados miembros garantizarán que se adopten las medidas adecuadas para impedir que el radón entre en los edificios de nueva construcción. Entre estas medidas se podrán incluir requisitos específicos en los códigos de edificación nacionales”.
3. “Los Estados miembros identificarán aquellas zonas en las que se espere que el promedio anual de concentración de radón en un número significativo de edificios supere el nivel de referencia nacional correspondiente”.

Y en su artículo 106, establece que “Los Estados miembros pondrán en vigor las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas necesarias para dar cumplimiento a lo establecido en la presente Directiva a más tardar el 6 de febrero de 2018”.

Por otro lado, la Unión Europea ha creado un borrador, CEN/TC 351 WG-3 (CEN/TC, 2015), para evaluar la emisión de radiaciones ionizantes emitidas por los isótopos radiactivos normalmente, en la mayoría de los casos, de origen natural presentes en los productos de construcción y para evaluar la dosis de radiación gamma emitida a su desintegración, y así, de esta forma, proponer una metodología que permita ayudar a clasificar a dichos productos: como exentos del control reglamentario, que requieren restricciones para su uso o que simplemente desaconsejen su uso. El nivel de referencia que se aplicará en recintos cerrados a la radiación gamma procedente de los materiales de construcción adicionalmente a la exposición externa al aire libre, será de 1 mSv/año.

En España, en lo referente a espacios residenciales, las condiciones de salubridad en la edificación están recogidas en el Código Técnico de la Edificación (RD 314/2006), derivado de la Ley de Ordenación de la Edificación (Ley 38, 1999). En la actualidad, esta normativa no contempla la protección de los usuarios de los edificios frente al riesgo de habitar en espacios con excesiva concentración de radón o construidos con materiales con elevadas concentraciones radiactivas. El Consejo de Seguridad Nuclear, ha elaborado un informe técnico, en el que hace una aproximación a una propuesta de normativa en España para viviendas nuevas, planteando posibles medidas de protección en función de la categoría de exposición al radón (CSN, 2010b).

1.2. ESTADO DE LA CUESTIÓN: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Se han llevado a cabo tanto en nuestro País, como en el extranjero, un significativo número de estudios sobre la presencia de la radiactividad en edificios. Entre los realizados en territorio nacional debe citarse el trabajo llevado a cabo en viviendas de toda la comunidad Autónoma de Extremadura obteniéndose un valor medio geométrico para la concentración de radón de 90 Bq/m^3 , detectándose amplitudes en las variaciones estacionales promedio de dichos niveles del orden del 39% (Baeza et al., 2003). Estos niveles son notoriamente mayores que los recientemente publicados, exclusivamente para dependencias subterráneas de la Universidad de Alicante, en las que la concentración media aritmética es de 30 Bq/m^3 (Piedecausa, 2013). Ambos resultados son en principio coherentes con las previsiones que se obtienen en el mapa predictivo de exposición al radón en España (CSN, 2013), obtenido a partir de los resultados del programa MARNA (Suárez et al, 2000), que muestra los niveles de tasa de dosis que se reciben por irradiación externa a la radiación gamma ambiental en todo el territorio Español, debida a radionucleidos naturales, no siendo este parámetro el único indicador, ya que existen otros como son las características constructivas del edificio que condicionan las concentraciones de radón en el interior.

En Galicia, con el fin de crear un mapa de radón de la zona, se realizó un conjunto de mediciones en el año 2005, en el que se realizaron un total de 300 mediciones de radiación gamma externa, 300 mediciones de contenido de ^{226}Ra , ^{232}Th y ^{40}K en suelos, 300 mediciones de radón a 1m. de profundidad en suelos y se determinó la concentración de radón en el interior de unas 600 viviendas, concluyendo que el contenido de radón en el suelo da predicciones de radón en interiores más precisas que la radiación gamma externa o que la concentración de ^{226}Ra en suelos (Quindós et al, 2008).

Un estudio ha comparado el riesgo existente por la exposición al radón en viviendas en dos zonas propensas a este gas, Stei, Transilvania (Rumanía), cerca de las antiguas minas de uranio rumanas y en la zona granítica de Torreldones, Sierra de Guadarrama (España), midiendo la concentración de radón en el interior de 280 viviendas en Rumanía siendo el valor más alto obtenido de 2650 Bq/m^3 y 91 viviendas en España siendo éste de 366 Bq/m^3 . En Stei se evaluó un total de 233 muertes por cáncer de pulmón en un periodo de 13 años (1994-2006), que es un 116,82% más alto de lo

esperado de las estadísticas nacionales, y para Torrelodones se evaluó un número de 276 muertes causadas por cáncer de pulmón en el mismo periodo de tiempo, siendo 2,09 veces mayor que el número esperado por las autoridades. Estas cifras representan una evidencia significativa de que el riesgo de contraer cáncer de pulmón pueda estar fuertemente asociado con la exposición acumulada a este gas (Sainz et al, 2009).

Entre los estudios desarrollados en diversas partes del mundo puede señalarse a modo de ejemplo el realizado por Przylibski et al. (2011) en el que tras el análisis de la concentración de radón en 129 edificios de Polonia, encuentran una clara relación entre los mismos y las características de los suelos en donde se localizan las viviendas, destacando que los mayores valores, de hasta 845 Bq/m³, se registran en los Sudetes, cuya geología está formada por rocas ígneas (granitos) y rocas metamórficas (ortogénesis). En Turquía, Kapdan et al., (2012) compararon los niveles promedio de radón obtenidos en viviendas y en escuelas ubicadas en lugares similares, dando como resultado mayores niveles en las primeras, debido al mayor factor de ventilación de las escuelas frente a las viviendas. Por su parte, en el mismo país, Kurnaz et al. (2011), establecieron que la concentración media de dicho gas varía notablemente en las 97 viviendas examinadas, obteniendo valores promedios entre los 201 Bq/m³ durante los meses invernales y los 60 Bq/m³ en los de verano.

1.3. INTERÉS DE LA TESIS

Por todo lo anterior, en la presente Tesis se aborda el análisis de las dosis recibidas por los habitantes de viviendas unifamiliares en su integridad, y no ciñéndolo exclusivamente a la presumiblemente componente mayoritaria del radón. Es decir, se ha cuantificado la contribución a la dosis recibida por la población dentro de las viviendas de tipo unifamiliar, debida también a los materiales y métodos utilizados en las diferentes épocas para su construcción. El ámbito del estudio se centra fundamentalmente en la comarca del Valle del Jerte, y se extiende puntualmente a la comarca de la Vera, situadas ambas al norte de la provincia de Cáceres, zona en la que según los resultados obtenidos en el proyecto MARNA (Mapa de Radiación Natural Gamma de España) elaborado por el Consejo de Seguridad Nuclear, es una de las que posee mayores valores de tasa de dosis por irradiación externa causada por la radiación gamma de origen natural, debido al contenido radiactivo natural de los suelos de dicha provincia, cuyo valor medio es 1,13 mSv/a, siendo por ello la cuarta provincia de la España peninsular con mayor valor medio de fondo radiactivo natural (Suárez et al, 2000).

Por tanto, el interés del presente estudio va más allá del ámbito geográfico concreto en el que se ha desarrollado, sino que sus conclusiones son de aplicación para viviendas unifamiliares en las que los niveles de dosis que perciba la población que las habita sean de rangos similares a los aquí registrados, para los que finalmente se exponen y analizan económicamente un conjunto de soluciones, tanto a nivel de reforma sobre obra ya construida, como a nivel de proyecto para las viviendas de nueva construcción, cuya efectividad ha sido probada en la tesis doctoral del arquitecto Borja Frutos Vázquez

(Frutos, 2009), y que de aplicarse, permitirán garantizar una reducción significativa de los niveles radiactivos/dosimétricos en dichas viviendas unifamiliares, por debajo de los niveles de referencia internacionales y de los futuros que establezca la normativa Nacional.

1.4. HIPÓTESIS DE PARTIDA

En esta tesis, se establece la hipótesis de que tradicionalmente, gran parte de los materiales utilizados en la construcción de viviendas unifamiliares provenían de áreas próximas a la localización de las respectivas poblaciones, por lo que es altamente probable que el contenido radioactivo de éstos pueda modificar en el interior de dichas construcciones la tasa de dosis que reciben sus usuarios por irradiación externa.

Por el contrario y en este mismo sentido, se parte de que en épocas más recientes, la exposición que se recibe en el interior de las viviendas puede haber sido modificada con respecto a la experimentada en su exterior de forma diferente a como ocurría en las viviendas más antiguas, a causa de la mayor universalización del origen de los materiales constructivos y a la existencia de normativa de construcción que proporciona una mayor hermeticidad en las viviendas a fin de conseguir mayores aislamientos, pudiendo estos últimos dos hechos ser causantes de concentraciones elevadas de radón en su interior, al tener menos ventilación que las tradicionalmente construidas.

Por último, se plantea la posibilidad de diseñar un procedimiento de estimación de costes, que sirva, para la aplicación de las medidas de protección contra el radón en viviendas de nueva construcción y en viviendas existentes.

1.5. OBJETIVOS

Los objetivos perseguidos en el presente estudio son los siguientes:

- 1.-** Caracterizar radiológica y dosimétricamente los suelos de los entornos de un conjunto amplio de poblaciones del norte de Extremadura, en cuyas viviendas de tipología unifamiliar va a desarrollarse la parte central de este estudio, para conocer los niveles de actividad y dosis que la población percibe debido al fondo radiactivo natural de la zona.
- 2.-** Determinar las características constructivas y arquitectónicas de cada una de las viviendas seleccionadas para el estudio. Así mismo y mediante la aplicación de diferentes técnicas no destructivas, realizar la cuantificación de los niveles radiactivos y de todas las componentes de dosis identificables en interior de las mismas.
- 3.-** Analizar, para el conjunto de poblaciones antes seleccionado, y para el periodo temporal más amplio que sea posible, la influencia que la evolución de las soluciones constructivas para las viviendas unifamiliares han tenido y tienen sobre los niveles radiactivos y dosimétricos basales que reciben sus moradores,

y valorar si dichas soluciones contribuyen positiva o negativamente con respecto de los respectivos niveles del fondo radiactivo natural de cada población.

4.- Analizar las alteraciones de los niveles radiactivos y dosimétricos que las poblaciones estudiadas perciben en sus viviendas y valorarlas en base a la normativa existente a nivel nacional y/o internacional, con el fin de, evaluar la necesidad o no de modificar nuestras actuales y sobre todo futuras normas constructivas.

5.- Analizar constructivamente las posibles medidas de protección contra el radón, para su aplicación en viviendas nuevas y viviendas existentes, y diseñar un procedimiento de estimación de costes para dichas medidas, que permita optimizar lo máximo posible las decisiones que se plantean en fase de proyecto.

2. ÁMBITO DEL ESTUDIO

2.1. ÁMBITO TERRITORIAL

El ámbito territorial del estudio, se centra fundamentalmente en la comarca del Valle del Jerte, y se extiende puntualmente a la comarca de la Vera, situadas ambas al norte de la provincia de Cáceres, zona en la que según los resultados obtenidos en el proyecto MARNA (Mapa de Radiación Natural Gamma de España) elaborado por el Consejo de Seguridad Nuclear, es una de las que posee mayores valores de tasa de dosis por irradiación externa causada por la radiación gamma natural, debido al contenido radiactivo natural de los suelos de dicha provincia, cuyo valor medio es 1,13 mSv/a, siendo por ello la cuarta provincia de la España peninsular con mayor valor medio de fondo radiactivo natural (Suárez et al, 2000).

En este apartado, se describe una serie de parámetros con los que se pretende definir algunas de las características de las comarcas del Valle del Jerte y la Vera.

Los parámetros elegidos para caracterizar dichas comarcas, que son posibles condicionantes de los niveles radiactivos/dosimétricos que una persona percibe por el hecho de vivir en ese lugar, son:

- **Situación:** Se referencia la localización de dichas comarcas con el sentido de dar a conocer dónde están situadas.
- **Relieve y geomorfología:** Se delimita el enclave de dichas comarcas, definiendo los sistemas montañosos y los valles que las forman.
- **Hidrología:** Se definen los ríos, los afluentes de estos y las gargantas que pasan por dichas comarcas.
- **Geología:** Se define de qué minerales está formado el sustrato geológico de dichas comarcas.
- **Clima:** Se especifica la temperatura y la pluviometría con las que se identifican dichas comarcas.

El resto de parámetros elegidos para caracterizar las comarcas del Valle del Jerte y la Vera, no condicionan los niveles radiactivos/dosimétricos del lugar, sino que, expresan singularidades como la economía, la población y el urbanismo, dependientes ellas, de la forma de vida y conocimientos de sus habitantes:

- **Economía y población:** Se especifica la economía predominante de la zona y se hace un estadillo con la variación de población de los municipios analizados del Valle del Jerte y del municipio analizado de la Vera junto con otros de la misma comarca, desde 1900 hasta la actualidad.
- **Urbanismo:** Se definen los estilos de disposición de las calles, las plazas y las viviendas de dichas comarcas.

Por último, se enumeran los municipios estudiados en la presente tesis, haciendo referencia a su situación en las comarcas del Valle del Jerte y la Vera.

2.1.1. Situación

Las comarcas del Valle del Jerte y la Vera, están situadas al noreste de la provincia de Cáceres, Extremadura. (Figura 2.1).

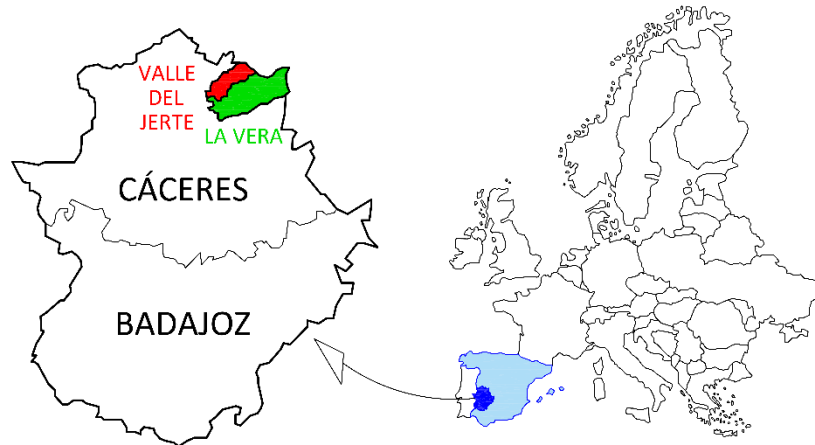


Figura 2.1: Situación de las comarcas del Valle del Jerte y la Vera (Elaboración propia).

2.1.2. Relieve y geomorfología

Ambas comarcas, el Valle del Jerte y la Vera, están enclavadas en el Sistema Central de la Península Ibérica (figura 2.2), “cordillera de 600 kilómetros de longitud y 30 km de ancho, con dirección Noreste-Oeste, que divide la Meseta Central en dos submesetas, norte y sur, y constituye la divisoria entre las cuencas de los ríos Duero y Tago, actuando de barrera topográfica y dificultando históricamente la comunicación entre ambas. Actualmente constituye también, la separación natural entre varias comunidades: Castilla y León al Norte, y Castilla La Mancha, comunidad de Madrid y Extremadura al sur”. (Flores, 1974).



Figura 2.2: Situación del Sistema Central en la Península Ibérica (Guadarramaygredos, 2016).

Entre la parte más occidental de la Sierra de Gredos y la ciudad de Plasencia se encuentra la comarca del Valle del Jerte (figura 2.3), por la cual discurre el río Jerte, afluente del río Alagón, y este a su vez del Tago, aprovechando el accidente tectónico de la falla de Plasencia. Enclavada entre los montes de Tras de Sierra y la Sierra de Tormantos, sierras que superan 1000m. de altitud, en la parte más norte del Valle se encuentra el pico más alto de Extremadura, el Torreón del Calvitero, con 2401m. de altitud. (Carrasco et al, 1991).



Figura 2.3: Mapa del Valle del Jerte (Celtiberia, 2016).

Por otro lado, la comarca de la Vera (figura 2,4), está situada al este del Valle del Jerte, entre la falda sur de la sierra de Gredos y el río Tiétar, con una extensión aproximada de 880 km². Limita al norte y al este con la provincia de Ávila, ligeramente por el sur con la provincia de Toledo, al oeste con Plasencia y al sur con la mancomunidad de Campo Arañuelo. (Amor et al, 1993).

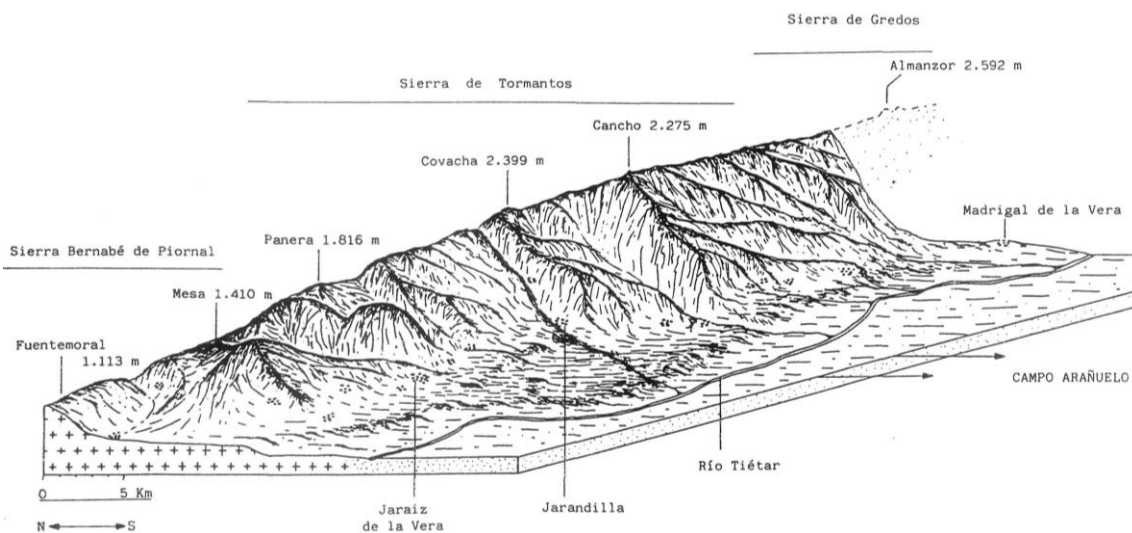


Figura 2.4: Relieve de la comarca de la Vera (Amor et al, 1993).

2.1.3. Hidrología

En la comarca del Valle del Jerte, diversas gargantas que caen de los montes de Tras de Sierra y la Sierra de Tormantos, como son Las Nogaledas; De Marta; Tornadero; Del Bonal; de Los Papúos; de San Pedro; Las Rayuelas; La Serrá; de Los Infiernos; de Los Buitres; del Pilar; de los Tres Cerros; La Puria; de Los Sotillos, y de San Martín forman el río Jerte en las proximidades del núcleo del pueblo de Jerte.

El río Jerte (figura 2.5), tiene una cuenca hidrográfica de 637 km² y un recorrido de 78 km desde su nacimiento hasta la desembocadura en el río Alagón. (Lorenc et al, 1995).



Figura 2.5: Río Jerte en su paso por Cabezuela del Valle (elaboración propia).

Del mismo modo, la comarca de la Vera también es abundante en arroyos y gargantas, transportando éstas el agua procedente del deshielo de las cumbres de la Sierra de Tormantos, hasta el río Tiétar, donde todas desembocan. La comarca cuenta con 46 gargantas, siendo unas de las más importantes por su afluencia de aguas la de Garganta la Olla, de Alardos, Minchones, Gualtaminos, Cuartos, Jaranda y Pedro Chate.

El río Tiétar (figura 2.6), tiene una longitud de 380 km, y una superficie de la cuenca de 4459 km². La altitud en su nacimiento en el extremo oriental de la sierra de Gredos es de 1600m., y en su desembocadura en el río Tago de 219m. (López et al, 1997)



Figura 2.6: Río Tiétar (Valletietar, 2017).

2.1.4. Geología

El Sistema Central está constituido por un gran batolito de composición mineralógica relativamente uniforme, pero con importantes diferencias texturales. (IGME, 2016).

De esta forma, los materiales dominantes de las comarcas del Valle del Jerte y la Vera son los granitos, pudiendo presentarse en forma de leucogranitos, monzogranitos, granitos de dos micas con carácter porfídico variable, granitos de dos micas en facies de grano fino, granitos biotíticos porfídicos y complejo migmatítico-granítico entre otros (figura 2.7). Y en menor medida, en las zonas cercanas a los ríos, se pueden encontrar suelos alterados por procesos fluvio-torrenciales, como son cantos, arenas o arcillas, y diabasas piroxénico-anfibólicas. (IGME, 2016).



Figura 2.7: Monzogranitos y granodioritas biotíticas, porfídicas, de grano medio-grueso con moscovita, \pm cordierita y \pm sillimanita, en las sierras del Valle del Jerte. (IGME, 2016).

A modo de ejemplo, en la figura 2.8. se muestra el mapa geológico de la zona de Cabezuela del Valle, donde se aprecian con distintas tonalidades de azules y de rosas, los diferentes tipos de granitos.

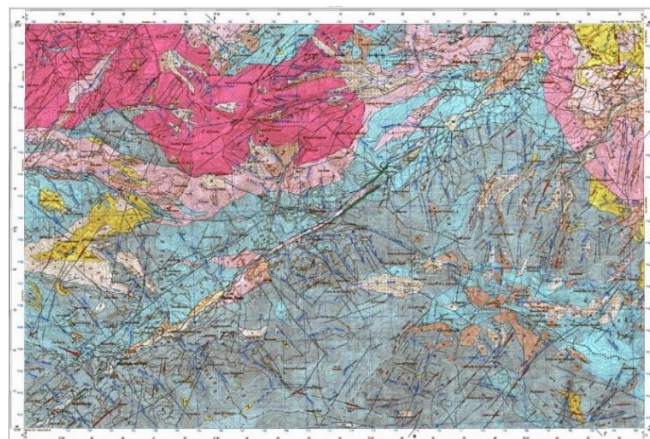


Figura 2.8: Mapa geológico de la zona de Cabezuela del Valle (IGME, 2016).

En el anexo II, se detalla la geología de cada municipio estudiado.

Los factores antes indicados, situación, relieve y geomorfología, hidrología y geología, son condicionantes, en mayor o menor medida, de la tasa de dosis por irradiación externa que recibe una persona en un lugar determinado, por el hecho de vivir en ese lugar.

2.1.5. Clima

La comarca del Valle del Jerte tiene un clima influenciado por su relieve y orientación NE-SW. Los relieves montañosos actúan de barrera e impiden la penetración de corrientes de aire frío procedentes del norte, favoreciendo el incremento de precipitaciones. La diferencia entre la altitud entre los municipios de montaña y los del valle, causa contrastes térmicos y pluviométricos. Las precipitaciones medias anuales superan los 1000mm. Y la temperatura media varía en función de la altitud, tomando como ejemplo los 11,89°C de media anual registrados en Piornal en una serie temporal superior a 15 años, frente a los 14,25°C registrados en Jerte para el mismo periodo de tiempo. (Ninyerola et al, 2005).

Del mismo modo, la comarca de la Vera tiene un clima marcado por la influencia atlántica, causando abundantes precipitaciones en los meses de otoño e invierno. Las temperaturas máximas y mínimas son más suaves de lo que correspondería por su altitud, debido este hecho a que en invierno la sierra de Gredos actúa de barrera ante los vientos del norte, y en verano suaviza la fuerte insolación diurna con suaves brisas. Las precipitaciones medias anuales también superan los 1000mm, y en cuanto a la temperatura, la media registrada, a modo de ejemplo, para el municipio de Guijo de Santa Bárbara es de 12,49 °C en una serie temporal superior a 15 años, estando la mínima por debajo de 0°C en invierno y la máxima llegando a 34 °C en verano. (Ninyerola et al, 2005).

En la figura 2.9., se puede apreciar que las precipitaciones más altas anuales de Extremadura se dan en la zona de las comarcas del Valle del Jerte y La Vera (rodeado en rojo), y en las zonas de la comarca de Las Hurdes y sierra de Gata.

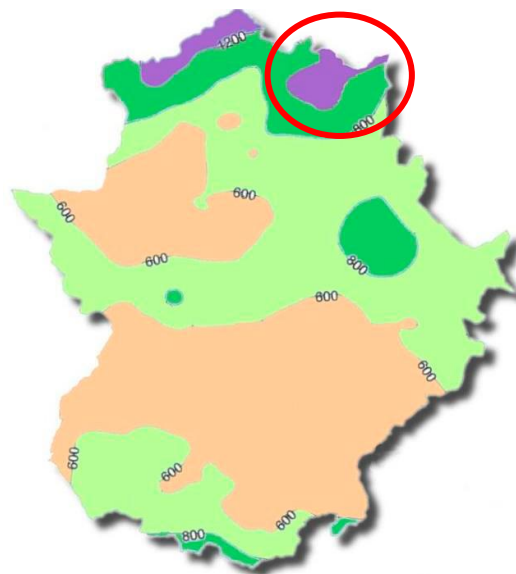


Figura 2.9: Mapa de precipitaciones medias anuales en Extremadura (Núñez et al, 1999).

El clima, es uno de los factores que influye directamente en las concentraciones de gas radón en el interior de las viviendas. Pudiendo variar los niveles de este gas a lo largo del año, debido a las estaciones, y a lo largo del día, debido a la diferencia de temperatura máxima y mínima diaria.

En el anexo I, se detalla el clima de cada municipio estudiado.

2.1.6. Economía y población

La potencia económica principal de las comarcas del Valle del Jerte y la Vera es la agricultura, siendo sus principales recursos, la cereza y la castaña en el Jerte, y el pimentón y el tabaco en la Vera. Todos los municipios tienen pequeños comercios, y puntualmente, en algunas zonas existen industrias para el procesado de la recolecta agrícola y su posterior exportación. (Nieto et al, 2005).

En las dos comarcas, se pueden encontrar municipios con una diferencia de habitantes considerable. A modo de ejemplo, en la comarca del Valle del Jerte, el municipio más habitado en 2015 es Cabezuela del Valle con 2267 habitantes, y el menos poblado es Rebollar, con 219 habitantes. En la Comarca de la Vera, el municipio más habitado en 2015 es Jaraíz de la Vera, con 6481 habitantes, siendo Viandar de la Vera con 272 habitantes, o Guijo de Santa Bárbara con 431 habitantes, unos de los menos poblados. (INE, 2016).

En la última década, ha habido variación de población en los núcleos de ambas comarcas. En la tabla 2.1. se muestra la evolución de la población desde el año 1900 hasta el 2015, de los municipios estudiados del Valle del Jerte y del municipio estudiado de la Vera, junto con otros de la misma comarca.

Municipio/año	2015	1991	1970	1950	1930	1900
Piornal	1555	1497	1822	2263	1728	1174
El Torno	956	1047	1315	1846	1512	1209
Rebollar	219	253	313	413	308	-
Casas del Castañar	604	694	1042	1353	1036	859
Jerte	1282	1215	1494	1980	1735	1297
Cabezuela del Valle	2267	2308	2484	2820	2493	1820
Tornavacas	1144	1367	1547	2292	1747	1554
Jaraíz de la Vera	6481	7263	6379	6538	4897	3438
Guijo de Santa Bárbara	431	542	774	1039	839	840
Losar de la Vera	2833	2855	3264	3430	2439	1873

Tabla 2.1. Evolución de la población desde 1900 hasta 2015 en municipios de las comarcas del Valle del Jerte y la Vera (datos obtenidos en INE, 2016)

De los datos observados en la tabla 2.1., se puede apreciar que, en la mayoría de los municipios, la máxima población se da en el año 1950, descendiendo paulatinamente hasta la actualidad. En algunos municipios, como son Jerte y Piornal, la población ha incrementado en los últimos veinticinco años, entre el 4 y el 6%.

2.1.7. Urbanismo

En la comarca del Valle del Jerte, se pueden dar dos tipos de estructura de tejido urbano según dos disposiciones características, fruto del urbanismo tradicional de esta comarca. Actualmente, estas disposiciones conviven con trazados más actuales, producto de la aplicación de planes generares municipales o normas subsidiarias vigentes en los municipios.

Disposición lineal: Todos los núcleos con disposición lineal como urbanismo tradicional, buscan el recorrido del río para su emplazamiento, su casco viejo se dispone siguiendo usualmente el trazado fluvial, con un urbanismo por tanto longitudinal (pueblo-calle), en el que abundan las fachadas pequeñas con las mismas dos orientaciones predominantes y gran fondo de parcela. La calle principal coincide con la cañada real, lugar de itinerancia del ganado trashumante. Las calles laterales, que establecen la conexión con el río, o la sierra, tienen muy poco desarrollo y un ancho de entre dos y tres metros. Las manzanas son grandes y compactas, en muchos casos se trazan túneles o callejones entre ellas. Estos pueblos se sitúan en zonas con pendientes muy bajas, en torno al 2%, por lo que las calles son casi siempre llanas, (Pizarro, 1983). En la figura 2.10., se muestra el plano de catastro del municipio de Jerte, claro ejemplo de urbanismo tradicional con disposición lineal. Se señala en rojo una zona con disposición lineal tradicional, y en negro una zona con una disposición más actual.

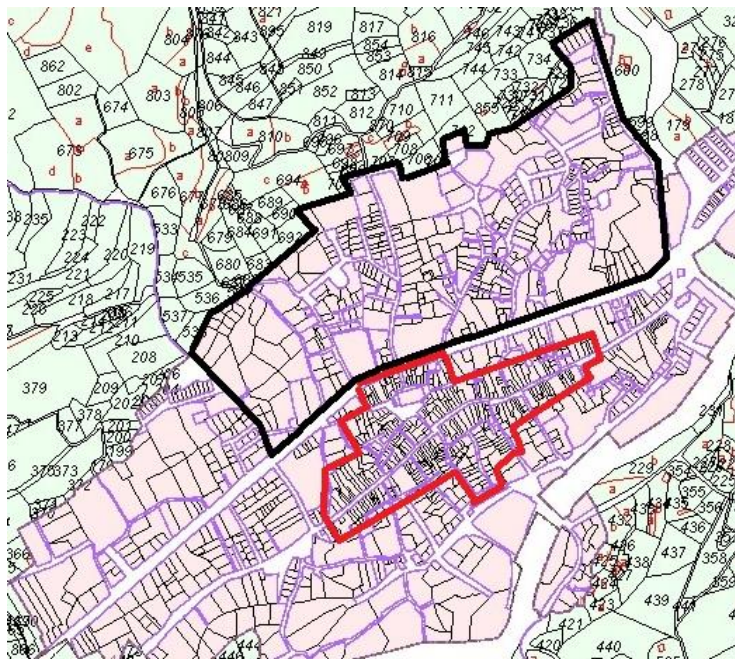


Figura 2.10: Diferenciación del trazado urbanístico lineal tradicional (en rojo) con un trazado actual (en negro), en el plano de catastro del municipio de Jerte (Catastro, 2016).

Disposición según las curvas de nivel: Tienen esta disposición tradicional, todos aquellos núcleos emplazados en laderas, y no sobre el valle (pendientes del 10% como media), cuya adaptación al terreno decide el trazado del asentamiento, que se dispone en bancales paralelos a las curvas de nivel para facilitar la disposición de las manzanas y de las construcciones de las mismas. Las calles que se trazan siguiendo las curvas de nivel no tienen mucha pendiente (menos del 6%), pero las perpendiculares a ellas sí (más del 10%), por lo que en algunos casos se deben construir pasos para salvar los grandes desniveles. Las manzanas que siguen siendo cerradas y compactas, están más sueltas y son más pequeñas debido a los accidentes topográficos. (Pizarro, 1983). En la figura 2.11., se muestra el plano de catastro del municipio de Piornal, claro ejemplo de urbanismo tradicional con disposición según las curvas de nivel. Se señala en rojo una zona con disposición tradicional según curvas de nivel, y en negro una zona con una disposición más actual.

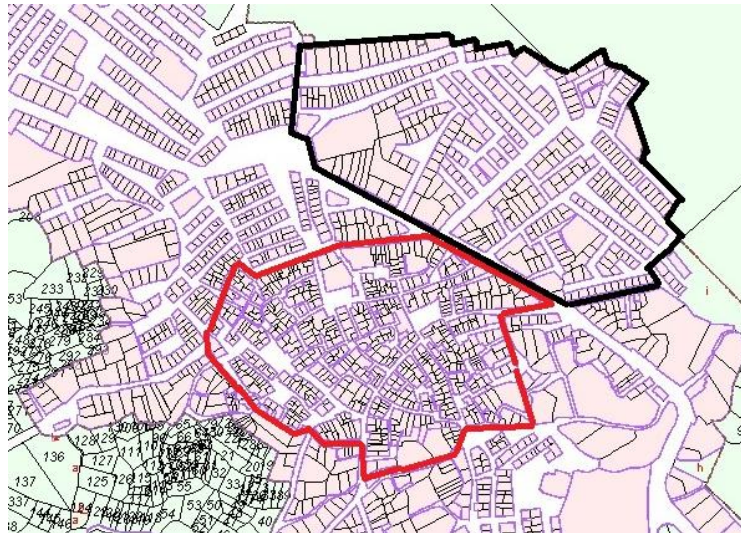


Figura 2.11: Diferenciación del trazado urbanístico según curvas de nivel tradicional (en rojo) con un trazado actual (en negro), en el plano de catastro del municipio de Piornal (Catastro, 2016).

En cuanto a la comarca de la Vera, los municipios por los que transcurre la EX-203, pueden presentar un urbanismo tradicional con disposición lineal, buscando el recorrido de la carretera, similar al descrito para la comarca del Valle del Jerte, al igual que, los pueblos de montaña tienen un urbanismo tradicional que se acomoda según las curvas de nivel, similar al descrito para la comarca del Valle del Jerte, coexistiendo junto a un urbanismo actual. En la figura 2.12., se muestra el plano de catastro del municipio de Guijo de Santa Bárbara, ejemplo de urbanismo tradicional con disposición según las curvas de nivel para la comarca de la Vera. Se señala en rojo una zona con disposición según curvas de nivel tradicional, y en negro una zona con una disposición más actual.

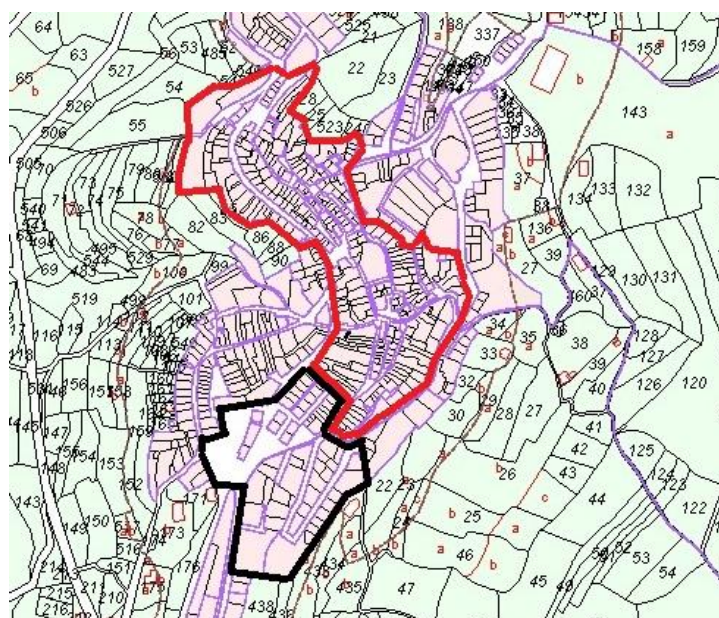


Figura 2.12: Diferenciación del trazado urbanístico según curvas de nivel tradicional (en rojo) con un trazado actual (en negro), en el plano de catastro del municipio de Guijo de Santa Bárbara. (Catastro, 2016).

Los modelos de urbanismo tradicional descritos por Francisco Javier Pizarro Gómez (Pizarro, 1983), son actualizados en la Tesis Doctoral de Beatriz Montalbán Pozas (Montalbán, 2015).

2.1.8. Municipios estudiados

Los municipios estudiados en la presente tesis, pertenecientes a las comarcas del Valle del Jerte y la Vera, han sido elegidos por estar situados en zonas donde es probable que los niveles radiactivos/dosimétricos sean representativos de dicha área y por la gran amplitud de viviendas que poseen, desde la arquitectura popular a la actual:

- Municipios situados en la comarca del Valle del Jerte: Piornal, El Torno, Casas del Castañar, Rebollar, Jerte, Cabezuela del Valle y Tornavacas.
- Municipio situado en la comarca de La Vera: Guijo de Santa Bárbara.

En la figura 2.13., se muestra la situación de los municipios estudiados en la comarca del Valle del Jerte.

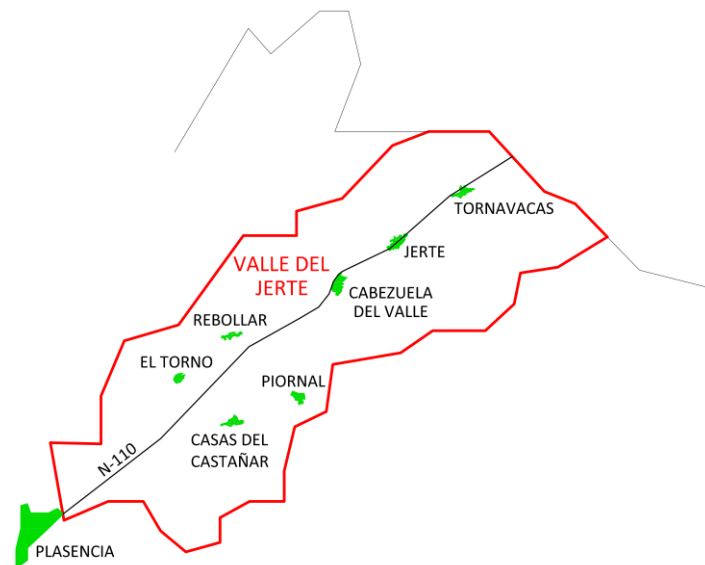


Figura 2.13: Situación de los municipios estudiados en la comarca del Valle del Jerte (elaboración propia).

En la figura 2.14., se muestra la situación del municipio estudiado en la comarca de la Vera.



Figura 2.14: Situación del municipio estudiado en la comarca de la Vera (elaboración propia).

En el anexo I, se caracterizan los municipios estudiados.

2.2. ÁMBITO TIPOLÓGICO

2.2.1. La vivienda unifamiliar

La tipología de vivienda elegida para el estudio es la unifamiliar. Esta elección se basa en dos factores. En primer lugar, es un tipo constructivo claramente desarrollado en los Valles del Jerte y la Vera durante al menos los últimos 300 años. En segundo lugar, y como queda patente en las fichas realizadas para cada una de las poblaciones seleccionadas en el presente estudio, véase anexo I, porcentualmente es el tipo constructivo que actualmente compone la vivienda utilizada en dichos municipios.

Así, el $70,6 \pm 16,6$ (SD) % de las viviendas totales existentes en dichas poblaciones, con un rango entre el 43,6% y el 94,5%, pueden catalogarse de unifamiliares.

Para cada población, se estudian tres viviendas unifamiliares, una representativa de la arquitectura popular de la zona, otra construida dentro del periodo de transición entre la arquitectura popular y la actual, y la última construida lo más recientemente posible, a fin de abarcar la más amplia gama posible de técnicas constructivas y materiales de construcción.

A continuación, se describen los estilos arquitectónicos y características constructivas que poseen dichas viviendas unifamiliares, desde la arquitectura identificada como popular, hasta la arquitectura actual de las citadas viviendas unifamiliares, dentro del ámbito de las dos comarcas objeto del estudio.

2.2.2. La arquitectura popular en las comarcas del Valle del Jerte y la Vera.

La principal característica de la arquitectura popular viene dada por su gran dependencia del entorno. En ese sentido, los inmuebles se adaptan al contexto ecológico, actuando éste como factor limitante fundamental. (Junta de Extremadura, arquitectura vernácula, tomo II).

Los materiales comúnmente utilizados serán propios del sustrato ecológico, con lo cual, las llamativas diferencias en el uso de los mismos en poblaciones muy próximas, obedecerán a menudo a esta circunstancia.

Este tipo de viviendas, no es fruto de planes urbanísticos elaborados y ejecutados por técnicos, sino de la progresiva ocupación de entornos y paisajes de forma intuitiva haciendo uso de los recursos y materiales disponibles.

Las técnicas arquitectónicas utilizadas están relacionadas con el conocimiento local, que engloba saberes con una lógica diferente a la de instituciones como universidades y centros de enseñanza oficiales, los cuales se basan en el lenguaje de la ciencia, definido por su carácter analítico y universal. (Acosta et al, 2001).

Otra de las características que se repite en la arquitectura popular, es el predominio de lo volumétrico sobre lo espacial, de ahí el grosor de los muros de carga y paredes de distintos inmuebles, lo cual es responsable de la capacidad de aislamiento térmico del exterior en este tipo de viviendas.

Cuando se habla de arquitectura popular, suele producirse un arduo debate en torno a los límites cronológicos que habría que acotar. En este sentido, el presente estudio se desarrolla dentro de un espacio temporal que grosso modo abarca desde mediados y finales del siglo XIX a los años setenta del siglo XX, momento este último en el que el éxodo rural de estos pueblos, motivado por la reconversión agrícola y estimulado por la demanda de mano de obra en los centros industriales del Estado y Europa central, significó el abandono de muchas infraestructuras que quedaron obsoletas y en buena parte, de este tipo de vivienda.

Las tipologías de viviendas de la arquitectura popular, referentes en las comarcas del Valle del Jerte y La Vera, pueden ser las siguientes: casa de entramado de madera y casa serrana.

A continuación, se hace un desglose, indicando la disposición, materiales empleados, características constructivas, etc., de cada uno de los tipos antes indicados.

2.2.2.1. Casa de entramado de madera

Ubicación

En el Valle del Jerte, el entramado es característico de todos los pueblos de la ribera del Jerte: Navaconcejo, Cabezuela, Jerte y Tornavacas; las condiciones climáticas invernales suaves en el valle permiten la situación de los municipios en este lugar. Todos estos núcleos se caracterizan por ser los más grandes de la comarca y con más actividad económica, con poblaciones en 1900 de entre mil y dos mil habitantes. Pero, también aparecen con profusión en núcleos de ladera como Casas del Castañar, Rebollar y Valdastillas, o en otros como Cabrero, Barrado o el Torno, coexistiendo con la arquitectura serrana. De igual forma, este estilo arquitectónico puede apreciarse en todos los pueblos de la comarca de la Vera.

Forma de la parcela

La parcela de la casa de entramado es en general rectangular alargada.

En pueblos con grandes manzanas como Navaconcejo, Cabezuela del Valle, Jerte o Tornavacas presentan un largo fondo que ocupa el ancho de manzana sin patio interior (hasta 30 m con unos 4 o 5 m de ancho, así la relación fondo/fachada llega hasta valores de 1/7); suelen ser parcelas grandes (hasta 120 m²) (Pizarro, 1983) con dos fachadas: una a la calle principal y otra a la calle posterior, corral, patio trasero, o río, es poco frecuente la vivienda de esquina. Estos núcleos que tienen una topografía bastante llana presentan el mismo número de plantas en las dos fachadas (suelen ser dos o tres), con excepción de Cabezuela, en la que puede haber una planta más de una fachada a otra por la diferencia de nivel entre calles.

En los municipios junto al río Jerte, la calle predominante en todos los casos se dispone paralela al río con orientación Noreste-Suroeste, por lo que las fachadas tienen dos únicas orientaciones: Sureste y Noroeste. La única calle larga no enfrentada al oeste y la casi ausencia de callejas perpendiculares que existen evitan enfrentarse a la exposición de los vientos predominantes del río, las grandes

manzanas, formadas por la secuencia de solares alargados se protegen de las infiltraciones de aire, así la envolvente también se reduce. (Montalbán, 2015).

En los pueblos de ladera, como Casas del Castañar, Valdastillas, Rebollar, El Torno, Cabrero, o Barrado, debido a las condiciones del terreno, la parcela tiende a ser menos alargada y la relación entre la fachada y el fondo no supera 1/3, (siendo los fondos como mucho de 8 m, con 60 m² de parcela) (Pizarro, 1983). En estos casos la vivienda puede dar a dos frentes o no, siendo habitual que exista diferencia de nivel entre los dos lados de la manzana.

Descripción constructiva

En general se puede describir la construcción de la casa de entramado de madera como aquella que se ejecuta con muros de mampostería en la planta baja (para aislar de la humedad del suelo), y muros entramados en las restantes plantas (una o dos más, usualmente), realizados con un armazón de madera y un relleno de adobe. (Montalbán, 2015). Este armazón se compone de elementos verticales de madera de pequeñas escuadrías, muy numerosos y próximos, reforzados con riostras, horizontales e inclinadas, y macizados generalmente con adobe; en ocasiones se utiliza también tapial o ladrillo. Como protección exterior puede usarse un revoco o un chapado de tablazón de madera. Los forjados son entrevigados de madera que apoyan sobre los muros de carga y, los pavimentos, sencillas tablas clavadas a las vigas. Las cubiertas suelen construirse a dos aguas y con el caballete paralelo a la fachada. (Figura 2.15, 2.16 y 2.17)



Figura 2.15: Vivienda de entramado de madera en calle Casas del Monte, Rebollar (elaboración propia).



Figura 2.16: Vivienda de entramado de madera en calle Portugal, Guijo de Santa Bárbara (elaboración propia).



Figura 2.17: Vivienda de entramado de madera en calle Real de Arriba, Tornavacas (elaboración propia).

Distribución interior

A modo de ejemplo, se describe la distribución interior de una vivienda unifamiliar tipo de entramado de madera.

A la planta baja, se accede desde la calle por la puerta principal. La primera estancia es el zaguán, con pavimento de tierra, por el que se da paso a la bodega, que carece de aberturas de ventilación ni de iluminación. Por el zaguán también se accede a la cuadra, que puede tener abertura por la fachada posterior para su ventilación. El zaguán sirve como arranque de la escalera que sube a 1ª planta. La altura de la planta baja es de aproximadamente 3m. (Figura 2.18).

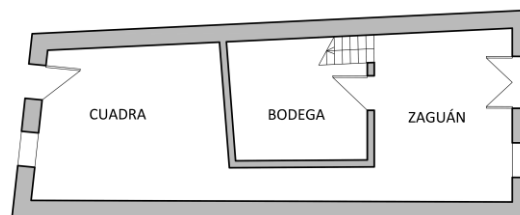


Figura 2.18: Ejemplo de distribución interior de planta baja en vivienda de entramado de madera (elaboración propia).

En la planta primera, el suelo es de tablazón de madera. En ella se encuentra la cocina, sin aberturas hacia el exterior, teniendo como única abertura el entrevigado del techo que da al desván. Las alcobas son pequeñas y cerradas casi totalmente con solo la puerta de acceso que viene de un cuarto de estar o corredor iluminado por ventanas y balcones. (Figura 2.19).

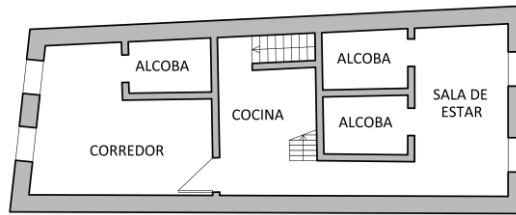


Figura 2.19: Ejemplo de distribución interior de planta primera en vivienda de entramado de madera (elaboración propia).

En la última planta se encuentra el desván, que sirve de sequero de castañas y otros productos. Puede haber particiones interiores para facilitar el cuelgue de las carnes de matanza para su curado. (Figura 2.20).

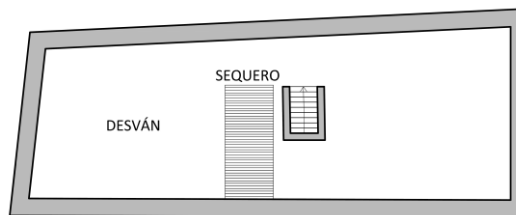


Figura 2.20: Ejemplo de distribución interior de desván en vivienda de entramado de madera (elaboración propia).

Técnica de ejecución

La cimentación se realiza con piedras graníticas de gran tamaño en la base de los futuros muros de carga, acuñándose con pequeños mampuestos.

Los muros de carga de la estructura descansan sobre la cimentación. Sobre su coronación se disponen unas vigas de madera de castaño, que sirven para homogeneizar superficies de contacto y transmisión de esfuerzos, y sobre éstas, descansan las viguetas o canecillos, encima de las cuales se clava una tablazón que sirve de piso del 1^{er} forjado. Los pies derechos, tornapuntas y montantes o travesaños se disponen según el hueco a realizar en la fachada y en su coronación se recogen los pies derechos con otras vigas carrera, en los que se vuelven a apoyar los canecillos del siguiente forjado.

En el desván hay una jácena de madera apoyada en dos pilares, actuando a modo de correa y apoyo intermedio. Los canecillos se convierten en cabrios que sobresalen de la fachada unos 50cm., para formar el vuelo del alero. Sobre los cabrios se clava un tablazón de madera no muy tupido, y sobre éste se tira la teja árabe sin ningún tipo de fijación, excepto en el borde del alero, en cumbre y en medianera.

La puerta de acceso principal suele ser de tres hojas. En la fábrica de mampostería se realizan jambas y dinteles con listones de madera de castaño. Se suele poner un enrejado con hierro dulce.

El relleno entre las distintas piezas del entramado estructural (de madera) es de adobe (barro y paja) crudo. El ladrillo crudo puede verse en algunas fachadas.

Las particiones interiores son de 15 a 20 cm. y se realizan por clavazón de pies derechos cada 2-2,50m. de distancia, y posterior relleno de espacios intermedios con piezas de adobe.

Tanto en el interior como en el exterior, el revestimiento se hace con mortero de barro, paja y cal.

Puntos singulares

Solana o balcón secadero: son galerías que se disponen en primera o segunda planta, o en ambas, retranqueadas de la fachada principal, y que ofrecen un espacio protegido de las inclemencias del tiempo, para el secadero de los productos del campo. (Figura 2.21 y 2.22).



Figura 2.21: Vivienda con solana en la calle Coronel Golfín en el municipio de Jerte. (elaboración propia).



Figura 2.22: Vivienda con solana en calle Portugal, El Torno (elaboración propia).

Soportal: cuando el cuerpo volado se amplía hasta entre dos y tres metros es necesaria la colocación de postes de madera o de granito para el sustento de la estructura. No hay una planificación previa, las casas se van adosando con este elemento, configurando paseos a cubierto, aunque en ocasiones se configura como un espacio privado que impide continuar el paso. A veces, su situación coincide con las calles principales o las plazas. (Figura 2.23 y 2.24).



Figura 2.23: Vivienda con soportal y columnas de granito en la calle Real de Arriba, Tornavacas. (elaboración propia).



Figura 2.24: Soportales con postes de madera en Plaza de Independencia, Jerte, (elaboración propia).

El hecho de que una vivienda tenga solana o soportal, puede incidir en los niveles radiativos y dosimétricos de las estancias aledañas, por ser estos puntos singulares de la arquitectura de entramado de madera, modificadores del cuerpo volumétrico del edificio, exponiendo estas estancias en más frentes al espacio exterior.

2.2.2.2. Casa serrana

Ubicación

En Extremadura las casas de piedra aparecen en núcleos de población diseminados por el Sistema Central: en las zonas más elevadas en torno al Valle del Jerte y en las laderas de la Sierra de Gata. En esta última zona, los pueblos de casas de piedra alternan, sin una norma muy clara, con los pueblos de arquitectura entramada (Rubio, 1985). El pueblo más representativo de esta tipología es Piornal.

Forma de la parcela

Las manzanas son más pequeñas, e incluso se encuentran viviendas aisladas para adaptarse mejor a la topografía. Suelen ser solares de pequeñas dimensiones (30 o 40 m²) (Pizarro, 1983) y formas cuadradas. Las parcelas solo se iluminan y ventilan por una fachada, lo que controla las pérdidas térmicas o infiltraciones de aire, aunque sean solares de esquina. Tampoco existen habitualmente patios ni corrales en el interior de la manzana. Se repiten bastantes edificios en esquina con dos medianeras, por ser muchas manzanas pequeñas.

Descripción constructiva

Los paramentos verticales de la casa serrana del Sistema Central son de gruesos muros de mampostería, generalmente de granito, tanto en las plantas bajas como en las altas. El resto de la construcción es similar a la de entramado, aprovechando la madera de la zona para realizar los forjados, y su entablado, y el armazón de cubierta que se cubre de nuevo con tejas de barro cocidas.

Al situarse en zonas climáticas más rigurosas, y de gran altitud con una topografía más agreste, en general son construcciones bajas, muy compactas y herméticas, sus fachadas son planas, sin vuelos de unas plantas sobre otras o salientes o entrantes como las solanas. No existen soportales. Debido a la técnica constructiva utilizada y al excesivo peso, son de reducida altura, una o dos plantas solamente, lo que no permite abrir grandes huecos, realizar balcones o plantas voladas, por lo que presentan pocas aberturas al exterior y de reducidas dimensiones, para mantener la conservación del calor interno.

La casa serrana se construye a base de muros de mampostería ordinaria de granito, que se dejan a la vista sin revocar (aunque actualmente se encuentran frecuentemente encaladas), reforzándose sus esquinas con grandes piedras de cierta regularidad. La ejecución de la fábrica mampuesta se hace casi a hueso, o con mortero de cal, con piedras pequeñas y abundancia de ripios.

El sistema constructivo empieza con la preparación del solar, el terreno es abrupto, accidentado y lleno de canchales de granito. La planta baja solía presentar pavimento de tierra. Las grandes piedras se utilizan para la construcción de los muros, en ocasiones de hasta un metro de ancho (lo usual es 50 o 60 centímetros), incluso los medianeros, hasta la altura del piso en el que se apoyarán las vigas de madera. La primera planta (que es usualmente la última) se realiza con el mismo sistema, hasta la altura del segundo piso; en ocasiones se eleva por encima para conseguir más altura en el bajo cubierta. La cubierta es a dos aguas, con el caballete paralelo a la

fachada principal, sin chimeneas ni tipo alguno de hueco. En las viviendas serranas no hay solanas, pero sí balcones, en algunos casos cubiertos, que no valen de sequeros, puesto que no están protegidos del agua de lluvia, como en la vivienda entramada. Los huecos son pequeños y escasos: la puerta (de tres hojas) y ventanuco en planta baja (para ventilación de la cuadra), y balcón y ventana en planta alta. (Montalbán, 2015). (Figuras 2.25, 2.26, 2.27 y 2.28)



Figura 2.25: Vivienda serrana en plaza América, Piornal, (elaboración propia).



Figura 2.26: Vivienda serrana con fachada encalada y ejecución de vuelos posteriores a la fecha de construcción real, y fachada vista en calle Montera, Piornal, (elaboración propia).



Figura 2.27: Vivienda serrana en calle el Portal, El Torno, (elaboración propia).



Figura 2.28: Hilera de viviendas serranas en calle El Tejar, Guijo de Santa Bárbara, (elaboración propia).

Distribución interior

A modo de ejemplo, se describe la distribución interior de una vivienda unifamiliar serrana tipo.

El acceso a la planta baja se hace por la puerta principal, conduciendo al zaguán de pequeñas dimensiones, con pavimento de tierra. A partir de este, se entra a una cuadra que sirve también de almacén de aperos de campo y a la bodega. (Figura 2.29).

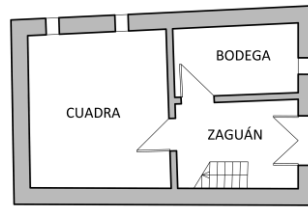


Figura 2.29: Ejemplo de distribución interior de planta baja en vivienda serrana (elaboración propia).

Desde el zaguán, por unas escaleras de trazado duro realizadas en madera de castaño, y a veces los primeros peldaños de granito, se sube a la primera planta, donde se encuentran las alcobas y un pequeño cuarto de estar con un balcón sin volar a la fachada principal. La cocina normalmente tiene el techo libre, estando así en contacto con el piso superior (desván). En la cocina se encuentra una pequeña escalera para subir al desván. (Figura 2.30).

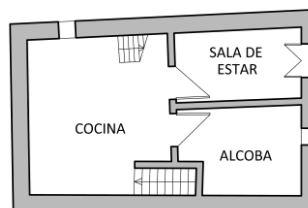


Figura 2.30: Ejemplo de distribución interior de planta primera en vivienda serrana (elaboración propia).

El desván, de pequeñas dimensiones, tiene gran utilidad como almacén, sequero para ahumar y secar las castañas o para curar carnes. (Figura 2.31).

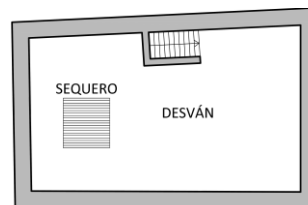


Figura 2.31: Ejemplo de distribución interior de desván en vivienda serrana (elaboración propia).

Técnica de ejecución

Para realizar la cimentación, se utilizan directamente los canchos o moles de piedra graníticos que afloran en el terreno, donde se apoyan los muros de carga del mismo material.

La estructura se basa en muros de carga englobando todas las plantas. La ejecución de la fábrica de mampostería se hace casi a hueso, sin apenas morteros, que pueden ser de cal. Se colocan sillares o mampuestos de gran tamaño en las esquinas y remates de pared en las medianeras, también en remates de coronación de muros o en soluciones de huecos de fachada. El resto de la fachada está realizado de mampostería con abundancia de ripios. Los forjados se realizan con canecillos separados unos 20 cm, apoyados en los muros de carga sin traspasarlos. Los espesores de los muros pueden ser de grosores de 50 a 70cm.

La cubierta es normalmente a dos aguas. Se realizan primero los hastiales, de piedra mampuesta, perpendiculares a la fachada, apoyando sobre éstos las carreras, y

perpendicular a ellas los cabrios, de sección circular, sobre los que se coloca una hilera de tejas que sirve de base y remate de la teja que se va a colocar.

La puerta principal de tres hojas. Las jambas pueden ser de una sola piedra labrada como un sillar o bien de varias piedras de gran tamaño a modo de sillarejo. El dintel se puede ejecutar con una gran piedra granítica o con una viga de madera. (Figura 2.32).

Las ventanas son de pequeño tamaño y se resuelven con cuatro piedras de pequeño tamaño, dos piedras de jambas, una de dintel y otra como base o vierteaguas. (Figura 2.33).

Las particiones interiores se procuran que coincidan con las tenidas que realizar para los muros de carga estructurales.



Figura 2.32: Puerta de tres hojas con dintel y jambas de granito, en calle el Portal, El Torno. (elaboración propia).



Figura 2.33: Ventana en vivienda de calle Prrales, Casas del Castañar, (elaboración propia).

2.2.3. Evolución en la construcción, salto de la arquitectura popular a la actual

2.2.3.1. Evolución de los sistemas constructivos

La evolución de los sistemas constructivos de edificios que nos afecta en la actualidad, se inició en el primer cuarto del siglo XX, a partir de la introducción generalizada de dos tipos de técnicas, el abandono de las estructuras murarias para pasar al uso continuado de las estructuras reticulares (pilares y vigas), y el olvido de los sistemas pasivos de acondicionamiento para pasar al uso masivo de los sistemas de acondicionamiento electromecánicos. (Monjo, 2005).

Cambio de los sistemas estructurales:

Los sistemas constructivos en la zona geográfica seleccionada para el presente estudio se han basado casi exclusivamente, hasta principios del siglo XX, en las estructuras de muros de carga con materiales de la zona, como en el caso de las comarcas del Valle del Jerte y la Vera, con granitos, que, al mismo tiempo, hacían la función de cerramientos verticales, tanto de fachada como de partición interior, o muros de entramado de madera con adobe y tapial, siendo los forjados siempre de madera.

A partir de los años 40 del siglo pasado, con la llegada del hormigón armado, se permitió eliminar los cerramientos portantes, más pesados ($>700 \text{ Kg/m}^2$), aligerando el conjunto del edificio, reduciendo su costo y aprovechando más el metro cuadrado de superficie útil. Así, se empezaron a utilizar los forjados de hormigón con bovedilla cerámica u hormigón, y viguetas pretensadas autorresistentes, que se apoyaban sobre muros de carga de fábrica de ladrillo cerámico de 1 pie de espesor. Y posteriormente, forjados de viguetas in situ o pretensadas semirresistentes, empotradas en vigas de hormigón armado que descansan sobre pilares del mismo material. También es corriente, ver en estas comarcas, construcciones recientes con estructuras formadas de acero laminado, o combinando estructuras de hormigón armado con acero laminado.

Cambio de los sistemas de cerramiento de fachada:

En la arquitectura tradicional, las fachadas son los muros de carga antes mencionados de granito, con grandes espesores, o los muros de entramado de madera con adobe y tapial.

Como consecuencia del cambio de sistema estructural, al ir la fachada apoyada en la estructura, se debe aligerar lo más posible. La fachada se construye de fábrica en un alto porcentaje, normalmente de ladrillo. En los primeros pasos (años 40 y 50), se utiliza sobre todo el muro de 1 pie como hoja exterior, actuando de muro de carga, ofreciendo más estabilidad y mejores condiciones físicas, tanto de aislamiento térmico y acústico, como de resistencia a la filtración del agua de lluvia, trasdosándose con tabique de ladrillo hueco sencillo y, en ocasiones, más recientes, manta de fibra de vidrio en la cámara que queda entre ambos.

Sin embargo, cuando se generalizan los sistemas de acondicionamiento electro-mecánico (años 70) se piensa en aligerar definitivamente las fachadas, ejecutando la hoja exterior de ½ pie, no actuando como muro de carga, cargando los elementos horizontales sobre elementos estructurales verticales, los pilares.

Cambio de los sistemas de cerramiento de cubierta:

El cambio más importante ha sido el abandono de los sistemas constructivos de entramado de madera con teja vana, existiendo ventilación directa y abundante de la zona habitable de la vivienda con el exterior, dando paso a sistemas de cubierta inclinada como son los ejecutados sobre forjados de hormigón horizontales, dando la pendiente deseada mediante tabiques aligerados de ladrillo cerámico, y cubrición con rasillón cerámico, mortero de cemento y teja, o sobre forjados inclinados, estando el paquete constructivo de cubrición directamente sobre este. Son menos comunes, en las comarcas del Valle del Jerte y la Vera, las cubiertas planas.

2.2.3.2. Evolución de los materiales de construcción

En la arquitectura popular, los materiales empleados son los hallados en la zona donde se construye. En las comarcas del Valle del Jerte y la Vera, los más abundantes son los granitos, para fabricar los muros de fachada o muros de distribución interior, la madera de castaño o roble, para los forjados o escaleras y el barro para el adobe de los tapias o para la teja vana de las cubiertas.

Durante un periodo de tiempo bastante elevado, han convivido juntos en el mismo edificio, materiales de la zona y técnicas de ejecución propias de la arquitectura popular, con otros más universales e industrializados, representando este periodo la transición entre la arquitectura popular y la actual. Podría enmarcarse este periodo para las comarcas del Valle del Jerte y la Vera, entre 1940 y 1980, según se ha podido observar en las viviendas estudiadas en esta tesis.

En la actualidad, las técnicas de ejecución y los materiales empleados para la ejecución de viviendas, se pueden utilizar en cualquier parte del territorio nacional. Los materiales más utilizados para la estructura y envolvente del edificio son los cementos, hormigón armado y ladrillos cerámicos.

En las figuras 2.34., 2.35., y 2.36, se muestran tres viviendas que representan la época de transición entre la arquitectura popular y la arquitectura actual de las comarcas del Valle del Jerte y la Vera.



Figura 2.34: Vivienda en avenida de la Vera, Piornal, (elaboración propia).



Figura 2.35: Vivienda en calle Ramón Cepeda, Jerte, (elaboración propia).



Figura 2.36: Vivienda en calle Parrales, Casas del Castañar, (elaboración propia).

2.2.4. Características de la vivienda unifamiliar actual en las comarcas del Valle del Jerte y la Vera.

La tipología constructiva predominante en las comarcas del Valle del Jerte y la Vera, y objeto del presente estudio, es la vivienda unifamiliar.

A continuación, se detallan las características de la vivienda unifamiliar construida con la normativa de construcción actual, dentro del ámbito de las comarcas del Valle del Jerte y la Vera.

Ubicación

Se ubican dentro del núcleo urbano de todas las poblaciones de ambas comarcas. Normalmente, alejadas de la zona antigua de la ciudad, cuando se trata de viviendas construidas en solares en bruto, en urbanizaciones creadas para tal fin, o en la zona antigua, cuando se realizan rehabilitaciones integrales o parciales de viviendas ya construidas, impulsado por políticas de regeneración y renovación urbana.

Es frecuente, ver viviendas construidas recientemente a las afueras de las poblaciones, dispersas en la montaña, sin formar agrupaciones que comprendan núcleos de población independientes. Estas viviendas, suelen ser segundas viviendas de personas descendientes de la población aledaña, que no suelen vivir ahí, y la utilizan en épocas de vacaciones.

En las figuras 2.37, 2.38, 2.39 y 2.40 se muestran algunas viviendas unifamiliares recientemente construidas en las comarcas del Valle del Jerte y la Vera.



Figura 2.37: Viviendas unifamiliares en hilera junto al río, Cabezuela del Valle, (elaboración propia).



Figura 2.38: Vivienda unifamiliar aislada en calle Las Limas, Casa del Castañar. (elaboración propia).



Figura 2.39: Vivienda unifamiliar aislada en Urbanización Las Carmenillas, Jaraíz de La Vera, (elaboración propia).



Figura 2.40: Vivienda unifamiliar en el centro del municipio de Casas del Castañar, (elaboración propia).

Forma de la parcela

Si se trata de viviendas construidas a las afueras del núcleo urbano, la parcela tiene normalmente forma irregular y de grandes dimensiones (más de 500 m²), siendo la superficie de la vivienda respecto del total de la parcela muy pequeña. Este tipo de vivienda unifamiliar es de tipo aislado, es decir, no tiene medianeras.

La parcela de las viviendas construidas en urbanizaciones recientes, son rectangulares, dando la posibilidad a la vivienda a tener una única fachada que dé a la calle, dos medianeras y una fachada a patio trasero. Si la parcela es de esquina, la vivienda tendrá dos o tres fachadas a calle. Cabe la posibilidad de que dichas parcelas sean lo suficientemente anchas como para construir viviendas aisladas en ellas. La superficie de estas parcelas es muy variada, dependiendo del trazado urbanístico, pudiendo estar entre los 100 y 500 m².

Si la vivienda construida es fruto de una rehabilitación en la zona antigua de la población, las parcelas son rectangulares estrechas o cuadradas, estando entre medianeras, ya sea a tres lados o a dos. Siendo su superficie pequeña, de hasta 120m².

Las superficies de parcelas antes indicadas, has sido constatadas en la Sede Electrónica de Catastro (Catastro, 2016).

Descripción constructiva

El número de plantas de la vivienda unifamiliar construida recientemente depende de lo que permita el plan general municipal del municipio o de las normas subsidiarias correspondientes, pudiendo haber viviendas desde una sola planta, hasta tres o cuatro sobre rasante. También cabe la posibilidad de que tengan plantas bajo la rasante, siendo estas sótanos o semisótanos.

La estructura de una vivienda puede ser de varios tipos, desde estructuras de hormigón armado, estructura de acero laminado o estructura mixta, siendo lo más común en estas comarcas, el sistema estructural vertical basado en pilares de hormigón armado o muros de carga de 1 pie de ladrillo cerámico perforado, y el sistema estructural horizontal con forjados de hormigón armado.

Si la vivienda se ejecuta en el casco antiguo del municipio, sobre vivienda existente, se puede hacer una rehabilitación parcial, respetando algunos de los sistemas constructivos tales como muros de fachada, o integral de la misma, demoliendo por completo la vivienda y volviendo a construir.

Es muy corriente construir en los municipios del Valle del Jerte o la Vera, Viviendas de Protección Oficial (VPO), siendo estas viviendas de precio limitado y parcialmente subvencionadas, en este caso, por la Comunidad Autónoma de Extremadura.

Los materiales empleados son más universales que los utilizados en la arquitectura popular, pudiendo provenir de cualquier parte de España o del mundo.

Si la vivienda se construye dentro de la legalidad, todos los materiales empleados para su construcción pasan un control reglamentario, y las técnicas de ejecución están perfectamente definidas, tanto en la normativa de construcción como en el proyecto de ejecución realizado por un técnico competente.

Distribución interior

A continuación, se describe, a modo de ejemplo, la posible distribución interior de las viviendas unifamiliares recientemente construidas. Estas distribuciones, no siguen las pautas de una vivienda estándar, ya que, al diseñar una vivienda, su distribución puede tener múltiples soluciones, adaptándose a la superficie y a las necesidades de los propietarios.

Si la vivienda tiene varias plantas sobre rasante:

- La planta baja normalmente está destinada a garaje y almacenamiento. En la fachada principal se suelen situar dos puertas, una de grandes dimensiones que da acceso directo al garaje, y otra, más pequeña, por la que se accede a la planta primera por unas escaleras. El habitáculo principal de esta planta es el del garaje, y desde él, se accede a otras estancias más pequeñas como puede ser un aseo, un almacén o trastero, y, en el caso de estar entre medianeras, al patio trasero, que sirve de patio de luz para las plantas altas. Desde el garaje puede haber acceso a las escaleras que suben a planta primera.
- A la planta primera se accede por las escaleras, desde el exterior, siendo normalmente la primera estancia un distribuidor, por el que se accede directamente al salón, la cocina y al baño. En esta planta puede haber dormitorios. Desde el distribuidor se suele acceder a las escaleras que dan a la segunda planta.
- En la segunda planta, desde un pequeño distribuidor o pasillo, se accede al resto de dormitorios y baños de la vivienda. Normalmente esta planta es destinada al descanso, hallándose en ella de dos a cuatro dormitorios, todos ellos orientados al exterior, ya sea a la fachada principal o al patio si hubiera, y uno o dos baños, pudiendo estar uno de ellos dentro de un dormitorio.
- Cabe la posibilidad de que haya plantas bajo rasante, en forma de sótanos o semisótanos, accediendo a ellos desde la planta baja o desde el exterior.

Si la vivienda es de planta baja, en ella están todas las estancias, salón, cocina, baños, dormitorios y distribuidores, y si tuviera garaje, suele estar anexo a la vivienda, entrando a él desde el exterior e igualmente pudiendo hacerlo desde el interior de la vivienda. También cabe la posibilidad de que haya plantas bajo rasante.

Si los propietarios de las viviendas se dedican a la agricultura, y utilizan la planta baja para guardar maquinaria, tales como tractores, remolques, etc, Esta planta es diáfana, con una o varias puertas de entrada de gran tamaño, y una altura de planta elevada, normalmente superior a 3m.

Técnica de ejecución

A continuación, se describen las técnicas de ejecución más utilizadas para viviendas unifamiliares dentro del ámbito de las comarcas del Valle del Jerte y la Vera.

La cimentación, normalmente se construye mediante zapatas aisladas o de medianería, conectadas por vigas de atado y centradoras, si la estructura vertical está formada por pilares de hormigón armado, o por zaparas corridas, si sobre ellas hay muros de carga

de fábrica de 1 pie de ladrillo cerámico perforado. La cimentación está hecha de hormigón armado con acero corrugado, sobre un lecho de hormigón de limpieza.

El sistema constructivo de suelo de planta baja, puede ser ejecutado de dos formas: la primera es con un encachado de grava directamente sobre el terreno, de espesor variable, film de polietileno que sirve de lámina impermeable, y solera de hormigón armado con malla electrosoldada también de espesor variable, y la segunda es un forjado sanitario ejecutado con viguetas autorresistentes de hormigón pretensado, bovedilla cerámica o de hormigón y capa de compresión de hormigón armado con malla electrosoldada de unos 5 cm. de espesor, todo ello apoyado sobre muretes de 1 pie de ladrillo cerámico perforado, dejando una cámara de aire entre el terreno y el forjado.

La estructura horizontal, normalmente está ejecutada por forjados unidireccionales, con vigueta in situ o semirresistente pretensadas, si la estructura vertical estuviera formada por pilares de hormigón armado, o con viguetas autorresistentes pretensadas si la estructura vertical estuviera formada por muros de carga de 1 pie de ladrillo cerámico perforado. La bovedilla puede ser cerámica o de hormigón, y la capa de compresión de hormigón armado con malla electrosoldada de unos 5 cm de espesor. Junto a los forjados, hay una red de vigas y zunchos de hormigón armado con acero corrugado.

La envolvente vertical del edificio, está formado por cerramientos, que pueden diseñarse con múltiples soluciones, siendo uno de los más comunes, los formados de exterior a interior, por fábricas de 1 pie de ladrillo cerámico perforado si actúa de carga, o de medio pie si no es de carga, recibido con mortero de cemento, embarrado interior con mortero de cemento, cámara de aire, aislamiento térmico y trasdosado interior con tabicón de ladrillo hueco doble recibido con mortero de cemento.

Las divisiones interiores, normalmente están ejecutadas con tabicón de ladrillo hueco doble, recibido con mortero de cemento.

Los revestimientos verticales en el interior, suelen ser ejecutados mediante guarnecido y enlucido de yeso sobre el tabicón de ladrillo hueco doble, y posteriormente pintados. Los paramentos horizontales interiores igual que lo anterior, salvo cuando existen falsos techos, que pueden ser de escayola. En los garajes el revestimiento de las paredes suele ser con un enfoscado de mortero de cemento. En el exterior puede haber revestimiento con mortero monocapa, enfoscado con mortero de cemento, ladrillo visto o piedra natural. Las paredes de los cuartos húmedos están alicatadas, y los suelos de todas las estancias pueden estar soladas con algún material pétreo o cerámico.

El último forjado suele ser horizontal. Sobre él se extiende un aislamiento térmico, y se disponen separados 1 m. aproximadamente los tabiquillos palomeros, ejecutados con ladrillo hueco doble, recibidos con mortero de cemento y aligerados. Estos tabiques dan la pendiente deseada a la cubierta, disponiéndose perpendiculares a los aleros, y sobre ellos se coloca un tablero ejecutado con rasillón cerámico, una capa de compresión de mortero de cemento, lámina impermeable si fuera preciso, y una cubrición con teja. Es menos frecuente que el último forjado sea inclinado y sobre él se coloque una cubrición de teja, y también son poco frecuentes las cubiertas planas, debido al clima de precipitaciones abundantes.

2.2.5. Normativa de edificación española

En el periodo de tiempo donde se desarrollaba la arquitectura denominada como popular, en las comarcas del Valle del Jerte y la Vera, no existía para su ejecución ninguna normativa de construcción que marcara las pautas y criterios necesarios para dar como resultado este tipo de viviendas, sino que las técnicas arquitectónicas utilizadas estaban relacionadas con el conocimiento de la zona, haciendo uso de los recursos y materiales disponibles.

No es hasta 1972, cuando en España, debido a que la seguridad y calidad de la edificación, por su trascendencia social, exige una ordenación específica tanto en su aspecto jurídico como en el tecnológico, el Ministerio de Vivienda crea las Normas Tecnológicas de la Edificación (NTE) (Decreto 3565/1972). Las NTE establecen soluciones técnicas recomendables para los casos prácticos normales en edificación. Estas normas traducen de modo operativo los conceptos generales contenidos en las normas básicas de aplicación general cuando estas existan, desglosando el hecho edificatorio en seis fases o actuaciones distintas que confluyen complementariamente en la edificación y que pueden realizarse por técnicos diversos.

En 1977, el Ministerio de Vivienda establece mediante Real Decreto (RD 1650/1977), las Normas Básicas de Edificación (NBE), que delimitan perfectamente la frontera entre lo obligatorio y lo facultativo, y que tienen como finalidad fundamental defender la seguridad de las personas, establecer las restantes condiciones mínimas para atender las exigencias humanas y proteger la economía de la sociedad. Las NBE son normas de obligado cumplimiento para todos los proyectos y las obras de edificación. A raíz de este Real Decreto, se desarrollan las NBE, que son publicadas paulatinamente y por separado en los años posteriores.

Debido a la necesidad de regular en sus aspectos esenciales el proceso de edificación, en 1999, se crea la Ley de Ordenación de Edificación (LOE) (Ley 38/1999), estableciendo las obligaciones y las responsabilidades de los agentes que intervienen en dicho proceso, así como las garantías necesarias para el adecuado desarrollo del mismo, con el fin de asegurar el medio ambiente, el cumplimiento de los requisitos básicos de los edificios y la adecuada protección de los intereses de los usuarios. La LOE, en su artículo 3, establece los requisitos básicos de la edificación, relativos a funcionalidad, seguridad y habitabilidad.

El Código Técnico de la Edificación (CTE) (RD 314/2006), es el marco normativo que establece las exigencias básicas de calidad que deben cumplir los edificios, incluidas sus instalaciones, para satisfacer los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad, en desarrollo de lo previsto en la disposición final segunda de la LOE.

Desde la entrada en vigor en España de la LOE y el CTE, se crea para este país un amplio marco normativo que regula el proceso edificatorio en todos los aspectos posibles. A continuación, a modo de ejemplo, se describen algunas de éstas normas, tanto a nivel nacional como autonómico (Extremadura).

Ejemplos de normativa nacional que regula el proceso edificatorio:

- La instrucción para la recepción de cementos (RC-16) (RD 256/2016), tiene por objeto establecer las prescripciones técnicas generales que deben satisfacer los cementos, así como regular su recepción con el fin de que los productos de construcción en cuya composición se incluya cemento permitan que las obras de construcción en que se empleen satisfagan los requisitos esenciales exigibles.
- La instrucción de hormigón estructural (EHE-08) (RD 1247/2008), es el marco reglamentario por el que se establecen las exigencias que deben cumplir las estructuras de hormigón para satisfacer los requisitos de seguridad estructural y seguridad en caso de incendio, además de la protección del medio ambiente, proporcionando procedimientos que permiten demostrar su cumplimiento con suficientes garantías técnicas.
- El Reglamento electrotécnico de baja tensión (REBT-02) (RD 842/2002), establece las condiciones técnicas y garantías que deben cumplir las instalaciones eléctricas conectadas a una fuente de suministro en los límites de baja tensión.
- La Ley 8/2013, de 26 de junio, de rehabilitación, regeneración y renovación urbanas (Ley 8/2013), tiene como objeto regular las condiciones básicas que garanticen un desarrollo sostenible, competitivo y eficiente del medio urbano, mediante el impulso y el fomento de las actuaciones que conduzcan a la rehabilitación de los edificios y a la regeneración y renovación de los tejidos urbanos existentes, cuando sean necesarias para asegurar a los ciudadanos una adecuada calidad de vida y la efectividad de su derecho a disfrutar de una vivienda digna y adecuada.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales (Ley 31/1995), que tiene por objeto promover la seguridad y la salud de los trabajadores mediante la aplicación de medidas y el desarrollo de actividades necesarias para la prevención de riesgos derivados del trabajo.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se aprueban las disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción (RD 1627/1997).

Ejemplos de normativa autonómica (Extremadura) que regula el proceso edificatorio:

- Ley 3/2001, de 26 de abril, de la calidad, promoción y acceso a la vivienda de Extremadura (Ley 3/2001), que tiene por objeto la ordenación de los procesos edificatorios de las viviendas que se promuevan o construyan en la Comunidad Autónoma de Extremadura.

- Decreto 113/2009, de 21 de mayo, por el que se regulan las exigencias básicas que deben reunir las viviendas en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Extremadura, así como el procedimiento para la concesión y control de la cédula de habitabilidad, (Decreto 113/2009).

- Ley 15/2001, de 14 de diciembre, del suelo y ordenación territorial de Extremadura, (Ley 15/2001), tiene por objeto la ordenación territorial y urbanística de la utilización del suelo para su aprovechamiento racional, de acuerdo con su función social, en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Extremadura.

- Decreto 51/2010, de 5 de marzo, por el que se regulan las exigencias básicas que deben reunir las viviendas de protección pública en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Extremadura, (Decreto 51/2010).

3. ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA

3.1. RADIATIVIDAD

La radiación es la emisión, propagación y transferencia de energía en cualquier medio en forma de ondas electromagnéticas o partículas. (CSN, 2016).

Los seres vivos conviven con las radiaciones desde sus orígenes. Sin la radiación del sol no habría existido vida en la tierra y sin la radiación infrarroja no podríamos calentarnos. Además de estas fuentes naturales de radiación, el ser humano ha sido capaz de desarrollar distintos instrumentos que se basan en o utilizan las radiaciones.

3.1.1. Radiaciones ionizantes y no ionizantes

Las ondas o radiaciones electromagnéticas se pueden clasificar en función de su energía en radiaciones ionizantes, las que tienen energía suficiente como para producir la ionización de los átomos de la materia que atraviesan o radiaciones no ionizantes, las que no tienen suficiente energía para romper los enlaces de los átomos y producir su ionización.

La estructura de la materia se compone de moléculas, formadas a su vez por átomos y éstos se componen a su vez de un núcleo y de electrones que giran a su alrededor.

En condiciones normales de equilibrio, las partículas que integran el núcleo del átomo permanecen fuertemente unidas. Sin embargo, un exceso o una falta de neutrones pueden romper ese equilibrio. Estos isótopos son inestables, con tendencia a transformarse en isótopos de otros elementos, emitiendo desde sus núcleos una o varias partículas y radiaciones electromagnéticas. Para que esto ocurra, los enlaces inicialmente existentes tienen que romperse y formar otros nuevos. Todo este mecanismo, que se llama desintegración radiactiva, se produce liberando gran cantidad de energía en forma de ondas electromagnéticas o de partículas subatómicas que llamamos radiaciones ionizantes.

La radiación ionizante, cuando penetra en la materia, y sobre todo en el caso de partículas cargadas alfa, protones, fragmentos de fisión y electrones, fundamentalmente puede arrancar electrones de los átomos circundantes, mediante un proceso que se conoce con el nombre de ionización.

Las radiaciones ionizantes están formadas por partículas o por ondas electromagnéticas de muy alta frecuencia o equivalentemente con la suficiente energía como para producir la ionización de un átomo y romper los enlaces atómicos que mantienen las moléculas unidas en las células. Estas alteraciones pueden ser más o menos graves, cuantificándose en base a la dosis de radiación recibida.

Existen varios tipos de radiaciones ionizantes:

- Las radiaciones alfa son núcleos de helio 4 que se emiten en determinadas desintegraciones nucleares y que están formados por dos neutrones y dos protones. Tienen mucha masa, carga y energía, pero por su alta tasa de

interacción con la materia, son poco penetrantes en la misma: una hoja de papel o la misma piel humana son suficientes para protegernos de sus efectos.

- Las radiaciones beta son flujos de electrones (beta negativas) o de positrones (beta positivas) liberados en determinadas desintegraciones nucleares. Tienen menos masa, carga y energía que las alfa, aunque son algo más penetrantes: pueden traspasar una hoja de papel y entre uno y dos centímetros de tejido vivo, pero no pueden penetrar una lámina de aluminio de unos pocos mm de espesor.
- Las radiaciones gamma proceden de la desintegración de los núcleos inestables de algunos elementos radiactivos y los rayos X proceden de las transiciones electrónicas entre las capas internas de los átomos. Este tipo de radiaciones son bastante penetrantes, atraviesan la hoja de papel e incluso, varias láminas de aluminio. De hecho, para atenuar su actividad o su intensidad se precisa utilizar láminas de plomo de grosor creciente con la energía de las citadas radiaciones.

3.1.2. Radiación natural y artificial

Las radiaciones ionizantes de origen natural están presentes en la naturaleza que nos rodea. Además de la radiación cósmica, se producen radiaciones ionizantes como consecuencia de los materiales radiactivos existentes en la corteza terrestre.

Tres cuartas partes de la radiactividad que hay en el medio ambiente proceden de los elementos radiactivos naturales.

No todos los lugares de la tierra tienen el mismo nivel de radiactividad, variando de un lugar a otro en función de la distribución de los radionucleidos naturales existentes (Norbani et al, 2014). En algunas zonas de la India, por ejemplo, la radiactividad es 10 veces mayor que la media europea. La razón está en la relativamente significativa concentración de torio que poseen algunas de sus arenas, un elemento radiactivo natural. Los Alpes y otras cordilleras también tienen un nivel de radiactividad relativamente elevado, debido a la composición de sus granitos. Además de esta variabilidad geográfica, determinadas actividades como, por ejemplo, la fabricación de cerámica, la producción de fertilizantes, o la extracción de gas y de petróleo, pueden aumentar las dosis debidas a estos radionúclidos de origen natural, no sólo para los trabajadores profesionales de dichas actividades, sino también para el resto de ciudadanos.

A los radionucleidos naturales que primero se les prestó mucha atención en los materiales ambientales fueron el ^{226}Ra , ^{232}Th y ^{40}K , ya que fueron considerados como los principales contribuyentes a la dosis humana, (Anagnostakis, 2015).

Por lo que a la radiación cósmica respecta, ésta se genera en las reacciones nucleares que ocurren en el interior del sol y en las demás estrellas. La atmósfera filtra parcialmente estos rayos y nos protege de sus efectos peligrosos, ya que fuera de la atmósfera, en el espacio, esta componente de la radiactividad es mucho mayor. Cuando se asciende a una montaña, esa protección disminuye y la radiación cósmica es más intensa. Lo mismo ocurre cuando se viaja en avión, estando más expuestos a estas

radiaciones. Los principales componentes de la radiación cósmica en la órbita baja de la Tierra son los rayos cósmicos galácticos (GCR), que consisten principalmente en átomos ionizados, que van desde el hidrógeno hasta otros elementos más pesados, (Bilski et al, 2016).

También existen elementos radiactivos en múltiples alimentos y en el agua potable. Incluso nuestros cuerpos son una fuente de radiación, ya que almacenan entre otros isótopos radiactivos. A modo de ejemplo es preciso señalar las pequeñas cantidades de potasio radiactivo que todos poseemos, ya que es un elemento esencial para el funcionamiento del cuerpo humano.

La principal fuente de radiación natural es debida al gas radón, aproximadamente el 31% de la dosis promedio recibida en un año por una persona cualquiera de la población de España, es atribuida a dicho gas (CSN, 2010), ver figura 3.1. El gas radón procede de la desintegración del uranio, que se encuentra de forma natural en la tierra. En España, la dosis media procedente del radón es de 1,15 mSv por año, pudiendo alcanzar valores superiores, de hasta 40 mSv por año, en áreas concretas. Esta dosis se recibe, fundamentalmente, en el interior de los edificios ya que, en el exterior, el radón se dispersa en el aire con facilidad. Las concentraciones de radón (^{222}Rn) en el interior de las viviendas dependen principalmente de las características geológicas del suelo, y del tipo de vivienda, y en menor medida de los materiales de construcción y de las características del régimen de ventilación de las viviendas.

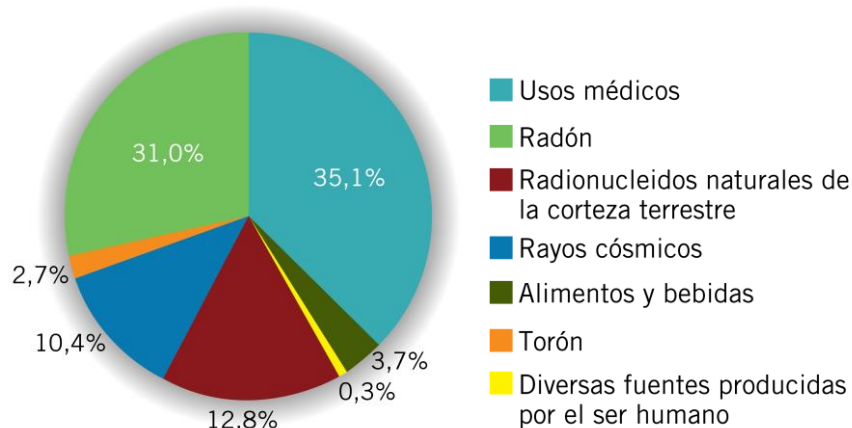


Figura 3.1: Dosis promedio recibida en un año por una persona cualquiera de la población de España (CSN, 2010).

Las radiaciones ionizantes también se pueden producir de forma artificial, En 1895, el físico Roëntgen, cuando experimentaba con rayos catódicos, descubrió el primer tipo de radiación ionizante producida artificialmente que ha utilizado el ser humano: los rayos X. Se trata de ondas electromagnéticas originadas por el choque de electrones con un determinado material, en el interior de un tubo de vacío.

3.2. CONTENIDOS RADIACTIVOS NATURALES DE SUELOS Y CONSTRUCCIONES

3.2.1. Contenidos radiactivos en suelos

La radiación emitida por las rocas y el suelo se debe a la presencia en los mismos de los denominados radionucleidos primordiales, que son principalmente: el uranio y sus descendientes, el torio y sus descendientes y el potasio natural.

Existen también otros elementos naturales primordiales radiactivos, que suponen una contribución insignificante a las dosis recibidas. Entre ellos se encuentran: ^{87}Rb , ^{50}V , ^{138}La , etc. En total unos 60 radionucleidos.

La radiación terrestre ha existido siempre, si bien hoy en día la actividad media de la corteza terrestre es unas cuatro veces menor que hace 4.500 millones de años.

El potasio natural es el séptimo elemento más abundante en la corteza terrestre, representando el 2,1% en peso (Springler et al, 1969). Es uno de los constituyentes fundamentales de los seres vivos y es completamente necesario para la vida humana. En el hombre se encuentra en una proporción próxima a 2g por kg de peso. El potasio natural debe su comportamiento radiactivo al contenido en ^{40}K , que es uno de sus isótopos naturales.

El uranio (^{238}U) se encuentra en los suelos terrestres con una concentración media de 4 partes por millón, formando parte de diferentes tipos de rocas. En la serie de desintegración del uranio, el elemento más significativo por su implicación radiológica en el radio (^{226}Ra) y, por tanto, la referencia se hace a menudo al radio, en vez de uranio. El torio (^{232}Th), al igual que el uranio, se encuentra muy disperso en la naturaleza, puesto que se localiza en los minerales como sustituciones isomórficas de otros elementos. En la tabla 3.1, se presenta la concentración media de uranio y torio que poseen los diferentes tipos de suelo.

Tipo de roca	Concentración (ppm) ^{238}U	Concentración (ppm) ^{232}Th
Basáltica	1,0	4,0
Granítica	5,0	12,0
Arcillas	3,7	11,0
Arenas	0,5	1,7

Tabla3.1: Concentraciones medias de ^{238}U y ^{232}Th en diferentes suelos (Quindós, 2002)

Las concentraciones medias a lo largo de todo el mundo de ^{226}Ra , ^{232}Th y ^{40}K en la corteza terrestre son alrededor de 40 Bq Kg⁻¹, 40 Bq Kg⁻¹ y 400 Bq Kg⁻¹, respectivamente (European Commission, 1999).

3.2.2. Contenidos radiactivos en materiales de construcción

El hombre, en la búsqueda de su confort y en su adaptación en el medio en el que vive, ha desarrollado desde sus orígenes una arquitectura, basada en el desarrollo de materiales y técnicas constructivas.

Los materiales de construcción, como productos que incorporan materias primas naturales (más o menos elaboradas) con diferentes contenidos en elementos radiactivos, provocan una exposición directa de la radiación de origen natural al hombre, como usuario final. La fuente más importante de la exposición externa a la radiación en la construcción se debe a la radiación γ emitida de forma natural por los miembros de las cadenas de desintegración del ^{238}U , ^{232}Th y por el ^{40}K .

Existen diversos trabajos que recogen resultados sobre el contenido radiactivo de materiales de construcción, como los realizados por Mustonen et al (1997), y que se resumen en la tabla 3.2.

Material	Valores normales de concentración de actividad (Bq kg^{-1})			Valores máximos de concentración de actividad (Bq kg^{-1})		
	^{226}Ra	^{232}Th	^{40}K	^{226}Ra	^{232}Th	^{40}K
Materiales de construcción más comunes						
Hormigón	40	30	400	240	190	1600
Hormigón aligerado	60	40	430	2600	190	1600
Ladrillo de arcilla roja	50	50	670	200	200	2000
Ladrillo calizo – arenoso	10	10	330	25	30	700
Piedra natural	60	60	640	500	310	4000
Yeso	10	10	80	70	100	200
Materiales de construcción de subproductos						
Fosfoyesos	390	20	60	1100	160	300
Escorias de horno	270	70	240	2100	340	1000
Cenizas volantes de carbón	180	100	650	1100	300	1500

Tabla 3.2: Valores medios y máximos de actividad de los materiales y subproductos industriales utilizados como materiales de construcción en la UE. (Mustonen et al, 1997)

En Cuba, Brígido et al (2008), realizaron un estudio de las propiedades radiactivas de sus materiales de construcción, obteniendo unos valores medios de ^{226}Ra de 8 Bq kg^{-1} para la madera, y de 140 Bq kg^{-1} para el ladrillo rojo, estando ambos muy por debajo del valor de 370 Bq kg^{-1} , que corresponde a una dosis efectiva anual de 1 mSv .

El ^{238}U , como elemento generador de la cadena radiactiva en la que se genera el radón, se encuentra de forma natural y en cantidades variables en las rocas presentes en la corteza terrestre. Tras diferentes procesos extractivos y transformadores, estos materiales son incorporados al proceso constructivo en forma de diferentes productos, áridos, cementos, hormigón, roca ornamental, etc.

La exposición a la radiación emitida por los materiales de construcción puede ser dividida en exposición interna y externa. La exposición externa es causada

directamente por la radiación procedentes de dichos materiales. La exposición interna es causada, entre otros, por la inhalación de radón.

3.2.3. Dosis debida a irradiación externa

La radiación externa proviene de fuentes de radiación ionizante que se encuentran fuera del cuerpo humano. Estas fuentes pueden ser tanto naturales (cósmica, materiales presentes en la corteza terrestre, materiales de construcción, etc.) como artificiales, pero de origen natural, al ser éstas generadas por la actividad humana (manufactura de abonos, la combustión de carbón en plantas de energía, etc.). Los rayos gamma son el tipo de radiación que presentan el mayor riesgo de exposición a fuentes externas de radiación ionizante, por la energía y la capacidad de penetración que tienen. Otros tipos de radiación ionizante, como las partículas α y β , impactan en el cuerpo, pero normalmente su capacidad de penetración en el organismo puede considerarse despreciable.

Las radiaciones ionizantes procedentes de los materiales radiactivos naturales integran la llamada radiación de fondo, que depende de numerosos factores: el lugar donde se vive, la composición del suelo, los materiales con los que realizamos nuestras construcciones, la estación del año, la latitud y en cierta medida, las condiciones meteorológicas.

El hombre, como todo ser vivo, está en contacto con un ambiente y con los factores que regulan su vida: temperatura, humedad, presión atmosférica, nivel de ruido, etc. Además, está expuesto y adaptado a una cantidad de radiación, que tolera mientras se mantenga dentro de ciertos límites. La cantidad de radiación que se recibe del medio ambiente o del lugar que se habita es muy variable de unos sitios a otros, dependiendo del sustrato rocoso, de la altura sobre el nivel del mar, de la cercanía de yacimientos minerales, etc., y de los propios materiales de construcción que forman parte de los edificios. No hay que olvidar que la radiación ha existido siempre en el medio ambiente, por lo que es inevitable recibir cierta dosis.

El Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas (UNSCEAR, 2000) ha calculado que el promedio mundial de exposición anual de las personas a fuentes naturales de radiación es de 2,4 mSv/año (tabla 3.3).

Fuente	Promedio mundial anual de la dosis efectiva (mSv)	Intervalo típico (mSv)
Exposición externa		
Rayos cósmicos	0,4	0,3 – 1,0
Rayos gamma terrestres (suelo, mat. Construcción)	0,5	0,3 – 0,6
Exposición interna		
Inhalación (radón principalmente)	1,2	0,2 – 10
Ingestión (alimentos y agua de consumo)	0,3	0,2 – 0,8
Total	2,4	1 - 10

Tabla3.3: Valores promedios de dosis de radiación de fuentes naturales (UNSCEAR, 2000)

Son muchos los trabajos destinados a tener un mejor conocimiento de las radiaciones emitidas por materiales radiactivos de origen natural. En España se realizó por el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) y la Empresa Nacional del Uranio (ENUSA) el Mapa Radiométrico de la península a escala 1:1.000.000 dentro del proyecto denominado "Proyecto MARNA" (Suárez et al, 2000), figura 3.2. En estos mapas se pueden ver los valores medios de tasas de exposición gamma natural correspondientes a cada una de las provincias de la España peninsular. Los valores recogidos en este mapa están estrechamente ligados con la geología presente en la zona. Los valores más altos corresponden generalmente a formaciones de rocas graníticas, mientras que los más bajos a formaciones sedimentarias de origen marino.

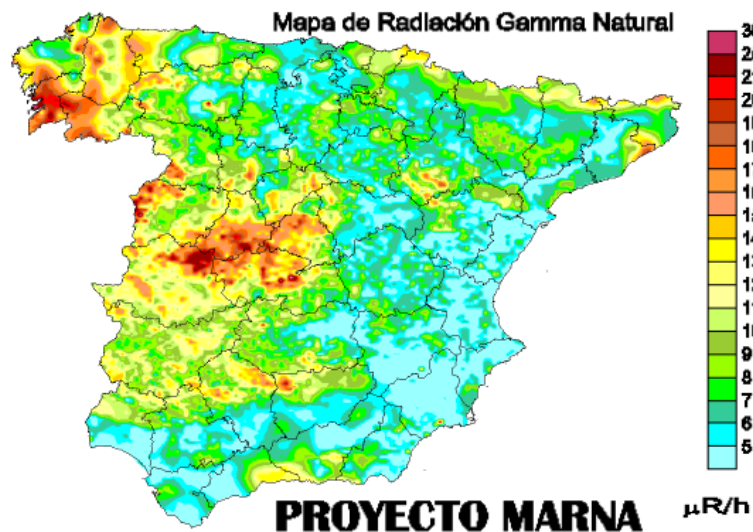


Figura 3.2: Mapa de radiación gamma natural peninsular. Proyecto MARNA (Suárez et al, 2000)

La provincia de Cáceres, posee un valor medio de tasa de dosis debida a la radiación gamma ambiental de 1,13 mSv/año, siendo por ello la cuarta provincia de la España peninsular con mayor valor medio de fondo radiactivo natural.

3.3. EL GAS RADÓN

3.3.1. Origen, propiedades y efectos sobre la salud

Origen del gas radón

El radón es un gas radiactivo de origen natural. Se produce por la desintegración del ^{238}U , que tras sucesivas transformaciones se convierte a su vez en el ^{226}Ra y éste en gas radón ^{222}Rn . Este proceso tiene lugar en el seno de la corteza terrestre, por ser el ^{238}U un elemento presente en cantidades variables y normalmente pequeñas en muchos tipos de rocas, suelos y materiales. Desde estos materiales, el gas radón emigra hacia la atmósfera, y una vez en ésta, se dispersa y se desintegra en sus descendientes (también radiactivos), que se adhieren a las partículas que están siempre presentes en el aire (aerosoles atmosféricos). (NTP 533. INSHT, 1999).

El ^{238}U , tiene una vida media muy larga, de cuatro mil quinientos millones de años, por lo que, en toda la historia de la tierra, sólo una parte de la reserva original ha tenido

posibilidad de desintegrarse. Este isótopo es el origen de una de las series radiactivas naturales, figura 3.3. El ^{238}U , presente en toda la corteza terrestre, tiene una concentración promedio en suelos, del orden de 35 Bq kg^{-1} . El ^{226}Ra , es otro de los elementos radiactivos producto de la desintegración del ^{238}U , y su vida media es algo inferior a mil seiscientos años. El ^{222}Rn , tiene una vida media de 3,82 días. (NTP 728. INSHT, 2006).

$^{232}_{90}\text{Th}$	\rightarrow	$^{224}_{88}\text{Ra}$	\rightarrow	$^{220}_{86}\text{Rn}$	\rightarrow	$^{208}_{82}\text{Pb}$
$^{238}_{92}\text{U}$	\rightarrow	$^{226}_{88}\text{Ra}$	\rightarrow	$^{222}_{86}\text{Rn}$	\rightarrow	$^{206}_{82}\text{Pb}$
$^{235}_{92}\text{U}$	\rightarrow	$^{223}_{88}\text{Ra}$	\rightarrow	$^{219}_{86}\text{Rn}$	\rightarrow	$^{207}_{82}\text{Pb}$

Figura 3.3: Principales isótopos radiactivos de las series radiactivas naturales (NTP 728. INSHT, 2006)

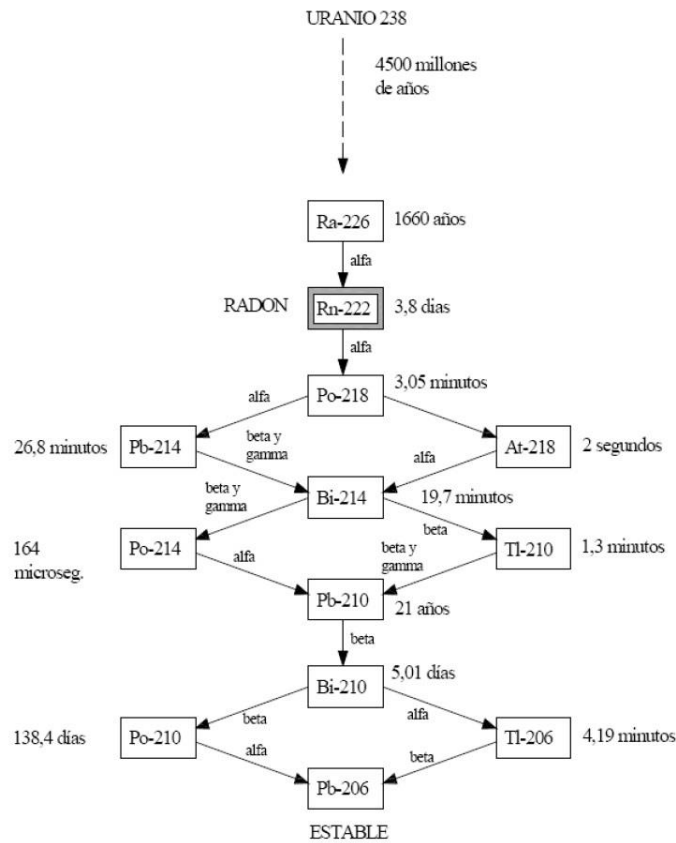


Figura 3.4: Desintegración radiactiva del ^{238}U

Se identifica concretamente como gas radón, al isótopo ^{222}Rn , que forma parte de la cadena radiactiva de origen natural del ^{238}U , aunque también se encuentran isótopos de Rn en las series radiactivas del ^{232}Th y del ^{235}U , concretamente, identificados respectivamente como el ^{220}Rn o torón y el ^{219}Rn o actinón. Todas estas cadenas terminan en la formación de un isótopo estable de plomo, tras producir una serie de elementos radiactivos. En la figura 3.4., se representa la cadena de ^{238}U , y los períodos de semidesintegración de los distintos isótopos que la componen. (NTP 440. INSHT, 2003).

Propiedades del gas radón

Las propiedades del ^{222}Rn son las siguientes: (NTP 440. INSHT, 2003)

- El radón es un gas noble, incoloro, inodoro e insípido con una alta densidad.
- Es soluble en agua y en otros líquidos.
- Sus características básicas se indican a continuación:
 - Densidad (0° C y 1 atm.): 9,73 Kg/m³
 - Coeficiente de difusión en aire: 0,1.10⁻⁵ m²/s
 - Viscosidad (20° C y 1 atm): 229,0 micropoises
 - Solubilidad en varios medios (20° C y 1 atm. de presión parcial):
 - agua: 230.10⁻⁶ m³/kg
 - glicerina: 13,2.10⁻⁶ m³/kg
 - aceite: 29.10⁻⁶ m³/kg
 - alcohol etílico: 7,4.10⁻⁶ m³/kg
- Sus características radiactivas son:
 - Forma de desintegración radiactiva: emisión α
 - Energía de desintegración: 5,590 MeV
 - Periodo de semidesintegración: 3,8235 días

Efectos sobre la salud del gas radón

El radón, es considerado cancerígeno por la Organización Mundial de la Salud (OMS), de acuerdo con la International Agency for Research on Cancer (IARC) y la Environmental Protection Agency (EPA) de EE.UU., que lo clasifican como carcinógeno del Grupo 1 y del Grupo A, respectivamente. Concretamente, el principal efecto adverso derivado de la inhalación de radón y en especial de sus productos de desintegración, es el riesgo de producir cáncer de pulmón, (NTP 440. INSHT, 2003).

Dado la comparativamente mayor vida media del ^{222}Rn ($T \approx 3,82\text{d}$), este isótopo constituye el mayor porcentaje del gas radón inhalado por las personas, que por idéntico motivo es mayoritariamente exhalado. Por lo que, el problema radiológico asociado con su inhalación, es debido a sus descendientes de vida media mucho más corta, como el ^{218}Po ($T \approx 3,05\text{m}$), que, al desintegrarse en el epitelio pulmonar por emisión alfa, una parte de este tejido puede recibir una exposición tal, que es posible desarrolle un proceso cancerígeno.

Se estima que la exposición al radón en interiores causó entre el 3% y el 14% de todos los cánceres de pulmón en 2004, lo que hace de ese factor la segunda causa más importante de cáncer de pulmón en muchos países, superada tan solo por el tabaquismo, (OMS, 2011).

Diversos estudios se han realizado con el fin de analizar la correlación entre la mortalidad de cáncer de pulmón y exposición a radón residencial. A modo de ejemplo, cabe citar el estudio llevado a cabo en viviendas de 192 poblaciones de la comunidad autónoma de Galicia, llegando a la conclusión de que existe asociación entre la concentración de radón residencial en los municipios gallegos y la mortalidad de

cáncer de pulmón en varones, siendo esta asociación estadísticamente menos significativa en las mujeres, (Barbosa et al, 2015).

En Italia también se ha realizado un estudio similar, en el que se estima que la fracción total de muertes por cáncer de pulmón atribuibles al radón en 21 de sus regiones es de aproximadamente del 10%, (Bochicchio et al, 2013).

En el pasado, se estableció que concentraciones de radón a partir de 400 Bq/m^3 podrían constituir un riesgo para la salud, sin embargo, los hallazgos epidemiológicos recientes demuestran que los riesgos de contraer un cáncer de pulmón por exposición al radón pueden llegar a observarse para niveles a partir de 100 Bq/m^3 (Pacheco, 2012).

3.3.2. Fuentes y movilidad del radón en edificios

Fuentes del gas radón

En un edificio, las principales fuentes de radón son, el suelo en el que está asentado y los materiales empleados en su construcción. También puede entrar con el aire de renovación, con el agua de suministro y el gas de uso doméstico, aunque estos últimos, excepto en algunos casos concretos, se consideran fuentes menores. Al tratarse de un gas, su concentración en un ambiente interior depende también de determinadas prácticas y hábitos que favorezcan su acumulación, especialmente la falta de ventilación, acompañada de hermeticidad en la construcción, generadas por políticas de ahorro energético, (NTP 440. INSHT, 2003).

En la figura 3.5. se muestran las principales rutas de entrada del radón proveniente del suelo a la vivienda.

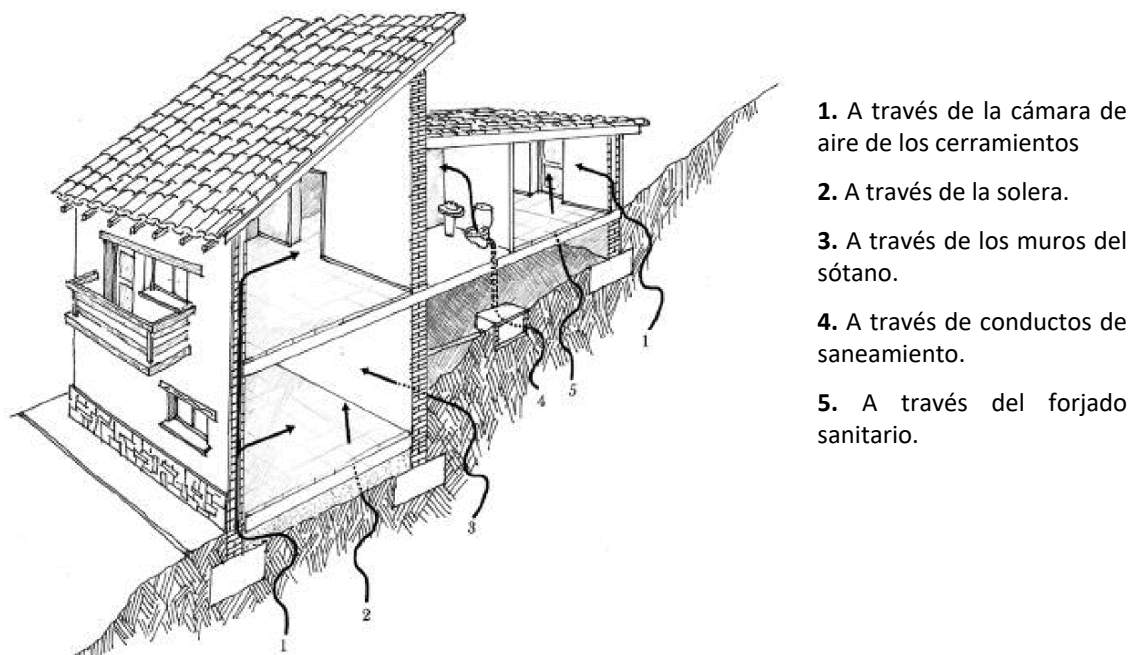


Figura 3.5: Principales rutas de entrada del radón proveniente del suelo a la vivienda (Quindós et al, 2010).

Movilidad del gas radón

El movimiento de un gas en un medio se debe a dos procesos: procesos difusivos y procesos convectivos.

Por difusión se entiende la migración de un soluto desde una zona de alta concentración a una zona de baja concentración, como resultado del movimiento al azar de las moléculas del mismo. La difusión es descrita en general por la Ley de Fick. De acuerdo a ella, la velocidad de difusión, es decir el número de moléculas que atraviesan un área determinada por unidad de tiempo, depende del gradiente de concentración (dC/dx), de la magnitud del área (A), y de un coeficiente característico para cada sistema, conocido como coeficiente de difusión (D). El coeficiente de difusión caracteriza la facilidad con que cada soluto en particular se mueve en el solvente determinado. Este proceso difusivo es poco relevante para el caso del radón, en cuanto a que el flujo que se produce por convección es el que aporta la mayor cantidad de radón al interior, frente al flujo por difusión.

El proceso convectivo se establece por una diferencia de presión entre la existente en el sustrato donde se encuentra el radón tras la desintegración del radio y la que existe en la atmósfera o en el interior de las casas. En general la presión del aire en las casas es algunos Pascales menor que la del gas en el suelo (Hintenlang et al 1994). Este proceso depende lógicamente de la interconexión entre los dos ambientes, por lo que no se dará en rocas con poros cerrados. Depende fundamentalmente de la permeabilidad de los suelos y del gradiente de presión y se modeliza mediante la ley de Darcy.

3.3.3. Dependencia espacio/temporal de los niveles de radón en interior de viviendas

Dependencia con las variables geológicas

Se prevé, que cuanto más contenido de ^{238}U tengan los suelos donde se asientan las viviendas, más concentración de ^{222}Rn habrá en su interior.

En España, se ha llevado a cabo un estudio en viviendas de toda la comunidad Autónoma de Extremadura, obteniéndose un valor medio geométrico para la concentración de radón de 90 Bq/m^3 , (Baeza et al., 2003). Estos niveles son notoriamente mayores que los publicados, exclusivamente para dependencias subterráneas de la Universidad de Alicante, en las que la concentración media aritmética es de 30 Bq/m^3 (Piedecausa, 2013), pudiendo ser debido a que en Extremadura predominan las rocas ígneas y metamórficas, más ricas en ^{238}U , que las arenas y gravas que prevalecen en la zona de Alicante.

Otro estudio, realizado en Polonia, (Przylibski et al. 2011), en el que, tras el análisis de la concentración de radón en 129 edificios, encuentran una clara relación entre los mismos y las características de los suelos en donde se localizan las viviendas, destacando que los mayores valores, de hasta 845 Bq/m^3 , se registran en los Sudetes, cuya geología está formada por rocas ígneas (granitos) y rocas metamórficas (ortogénesis).

Dependencia con la altura respecto del suelo

Los valores de concentración de radón disminuyen con la altura del piso sobre el suelo. La disminución es progresiva hasta la segunda planta. A partir de esta planta se mantienen prácticamente constantes los valores de concentración de radón en el aire de las viviendas (Garzón, 1992).

Sin embargo, algunos autores no encuentran correlación entre los valores de concentración de radón y la altura de la planta. En Hong Kong (Man *et al* 1994) se midieron dichos valores en diferentes plantas de los edificios y no se observaron que las medidas en sótanos ó plantas bajas fueran mayores que en plantas superiores. Esto, según los autores, pudo ser debido a cambios de temperatura (“efecto chimenea”) que hacen que el radón sea succionado desde las partes bajas del edificio y transportado a las plantas altas a través de conductos y ventiladores.

Dependencia con el grado de ventilación

Se prevé, que en cuanto mayor sea el grado de ventilación de una vivienda, menor es la concentración de ^{222}Rn en su interior, debido a la renovación del aire acumulado en su interior.

Kapdan et al., (2012) compararon los niveles promedio de radón obtenidos en viviendas y en escuelas ubicadas en lugares similares. Aun cuando dichos valores son próximos entre sí, obtienen que la concentración de radón promedio de las viviendas fue ligeramente mayor que en las escuelas, debido al mayor factor de ventilación de éstas últimas frente a las viviendas.

Dependencia con las variables meteorológicas

Temperatura

El aumento de la temperatura ambiental (como suele pasar en verano) parece que ocasiona una disminución en el valor de la concentración de radón en el interior de las viviendas (Yu *et al*, 1996). En verano, al aumentar la temperatura exterior, aumenta el intercambio de aire entre el exterior y el interior a través de la ventilación y la infiltración, lo que produce una disminución de la entrada de radón.

Las diferencias de temperatura entre el exterior y el interior de las viviendas (Cavallo *et al*, 1994) dan lugar a cambios de presión. En verano se obtienen valores para la diferencia de presión del orden de 0,5 Pa, mientras que en invierno pueden ser de 4 Pa. En verano se produce una depresurización de la vivienda que disminuye el valor de concentración de radón en el interior.

Las diferencias de temperatura entre el interior y el exterior de la casa son responsables de la existencia de una variación de la concentración de radón a lo largo del día (Quindós, 2002), con un máximo a primeras horas de la mañana.

Precipitación atmosférica

Se han referenciado valores de tasas de exhalación, medidos en viviendas de Grecia (Papastefanou *et al*, 1994), mayores en periodos de lluvias del orden de 133 mm/año que los valores correspondientes en períodos de menos precipitaciones (56 mm/año), obteniendo valores de concentración de radón para los primeros 1,4 veces superiores que para los segundos. La humedad hace que se libere más radón (Man *et al*, 1994). Sin embargo, si se llega al encharcamiento del suelo, la exhalación de radón disminuye.

Presión atmosférica

En Hungría, (Gyula *et al.*, 2015), han investigado los efectos de la variación de la presión atmosférica sobre la concentración de radón en el observatorio Geodinámico de Sopronbánfalva, observándose que el aumento de la presión atmosférica provoca una concentración creciente de radón, obteniendo 5KBq/m³ por cada hPa de presión en verano, época del año en la que se registra mayores valores de presión, y 0,5 KBq/m³ por cada hPa en invierno, época del año en la que se registra menores valores de presión.

Leena (2015), concluye en su estudio realizado en Ghuttu, India, que el 71% de la variabilidad en las concentraciones de radón en el interior provienen de la variación de la temperatura atmosférica, y tan solo el 6% de la variabilidad se le atribuye a la presión atmosférica.

Variaciones estacionales

En Turquía, (Kurnaz *et al.* 2001), establecieron que la concentración media de dicho gas varía notablemente en las 97 viviendas examinadas, obteniendo valores promedios entre los 201Bq/m³ durante los meses invernales y los 60 Bq/m³ en los de verano.

En el distrito de Sri Ganganagar, en Rajasthan, (Vikas *et al*, 2014), se ha llevado a cabo un estudio de concentraciones de ²²²Rn, en el interior de 50 viviendas durante el periodo de un año. Los valores promedios de concentración fueron de 202 Bq/m³ en invierno, de 134 Bq/m³ en primavera, de 127 Bq/m³ en verano y de 158 Bq/m³ en otoño.

En 105 viviendas pertenecientes a 21 aldeas de la región de Malwa, Punjab, (Surinder *et al*, 2005), se ha estudiado la concentración media anual de ²²²Rn, obteniendo como resultado promedio de concentración entre 76 y 145 Bq/m³, mostrando valores en invierno un 46% de media más elevados que en verano.

3.3.4. El mapa predictivo de exposición al radón en España

Mediante el uso del Proyecto MARNA (Suárez et al, 2000), se ha conseguido la elaboración de mapas de presencia de radón en los que se estima la concentración de radón previsible en las viviendas de nueva construcción en el territorio español.

Estos mapas elaborados por el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), representan el territorio español dividido en 3 colores en función de su categoría de riesgo. Es decir, la estimación de concentración de radón en las viviendas o el potencial de riesgo de encontrar una cantidad de radón determinada en una vivienda construida en un lugar del territorio. (Figura 3.6.)

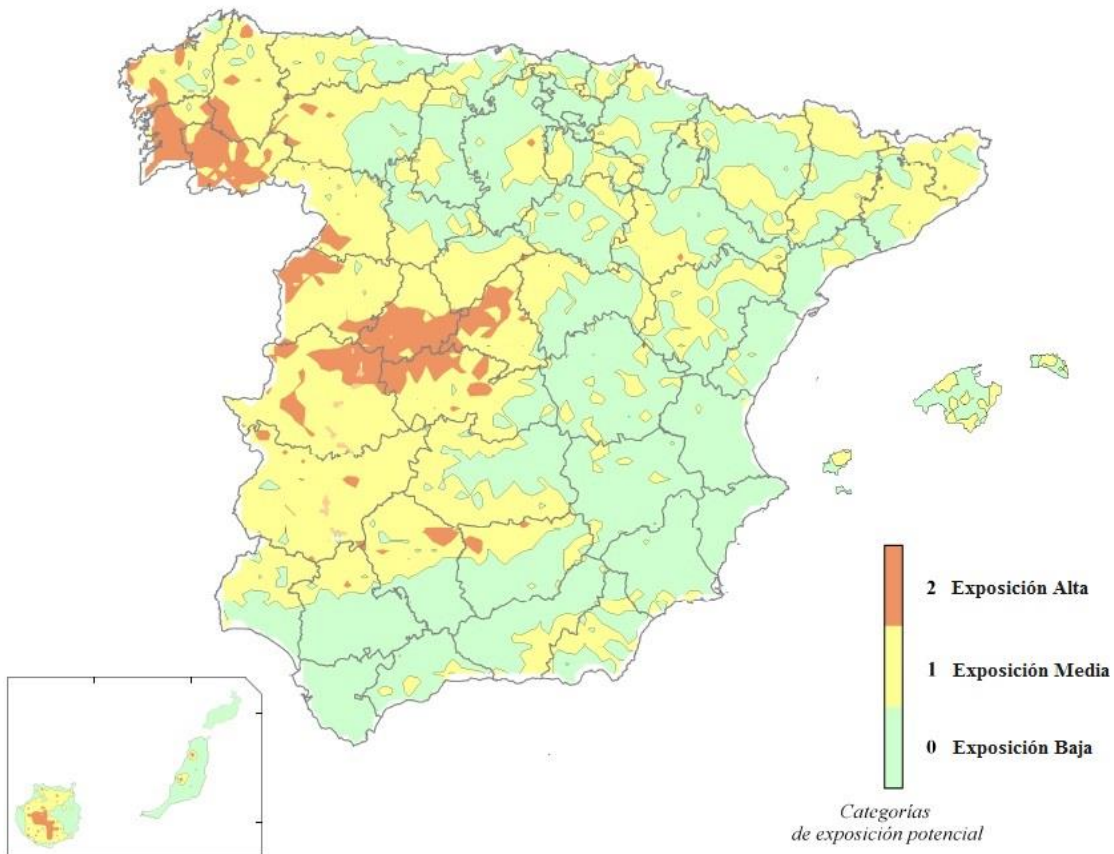


Figura3.6: Mapa nacional de exposición potencial al radón. (García-Talavera et al, 2013)

- Categoría 2: Potencial de riesgo de radón **alto** ($> 400 \text{ Bq/m}^3$)
- Categoría 1: Potencial de riesgo de radón **medio** ($200 - 400 \text{ Bq/m}^3$)
- Categoría 0: Potencial de riesgo de radón **bajo** ($< 200 \text{ Bq/m}^3$)

Para la realización de estos mapas de categorías de riesgo se ha debido relacionar los niveles de radiación gamma obtenidos de mediciones en el terreno, con las características propias de una vivienda tipo en cuanto a ventilaciones y sistemas constructivos, para así poder fijar qué concentración de radón se podría obtener si se realizasen los registros en una vivienda situada en un lugar determinado del territorio.

Los datos obtenidos se han contrastado con mediciones "in situ" en viviendas construidas a través de un proyecto desarrollado por la Universidad de Cantabria y

financiado por el Consejo de Seguridad Nuclear. Ello ha permitido elaborar mapas de riesgo de presencia de radón por provincias donde se concreta con mayor precisión el área de influencia.

En la figura 3.7., se aprecia como en la zona noreste de la provincia de Cáceres, coincidente con las comarcas del Valle del Jerte y La Vera, tienen un potencial de riesgo de radón alto, por pertenecer a la Categoría 2.

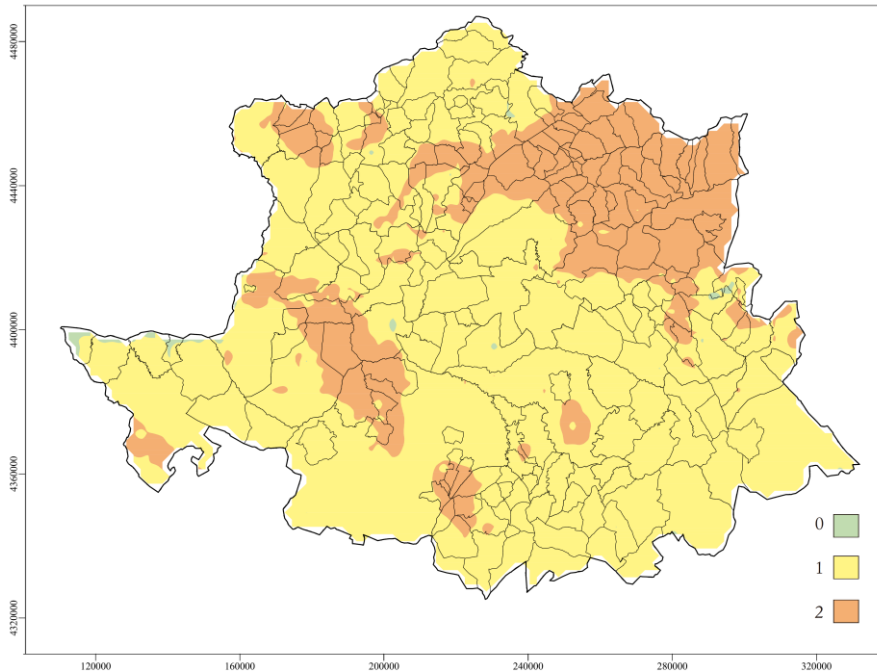


Figura 3.7: Mapa de exposición potencial al radón, provincia de Cáceres. (García-Talavera et al, 2013)

3.4. NORMATIVA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

3.4.1. Normativa Española de protección radiológica

Actualmente, no existe en España ninguna normativa específica de aplicación, que establezca los límites máximos permitidos de tasa de dosis, ni de concentración de radón en el interior de edificios destinados a viviendas.

Si existe normativa, que trate estos aspectos en lugares de trabajo, como lo hace el Reglamento de Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes, (RD 783/2001), y la instrucción IS-33 (CSN, 2011) sobre criterios radiológicos para la protección frente a la exposición a la radiación natural.

El Consejo de Seguridad Nuclear, ha elaborado el informe técnico, de protección frente la inmisión de gas radón en los edificios, (CSN, 2010), en el que hace una aproximación a una propuesta de normativa en España, para viviendas nuevas, a partir de posibles medidas de protección en función de la categoría de exposición al radón.

El Consejo de Seguridad Nuclear, en su guía de seguridad 11.02, control de la exposición a fuentes naturales de radiación (CSN, 2012), establece niveles de referencia para la protección frente a la exposición al ^{222}Rn en viviendas y edificios de

larga permanencia de público, citando que en edificios ya construidos, puede considerarse la iniciación de medidas de remedio sencillas y económicas a partir de concentraciones medias anuales de 100 Bq/m^3 , y en edificios de nueva construcción, en los que es más sencilla y efectiva la introducción de medidas destinadas a la reducción de los niveles de radón, se recomienda un nivel objetivo de diseño de 100 Bq/m^3 de concentración media anual de radón.

3.4.2. Normativa Europea de protección radiológica

La Directiva, 2013/59/EURATOM, del Consejo, de 5 de diciembre de 2013 (Directiva, 2013/59), por la que se establecen normas de seguridad básicas para la protección contra los peligros derivados de la exposición a radiaciones ionizantes, establece:

Artículo 12: “Los Estados Miembros fijarán en 1 mSv/año el límite de la dosis efectiva para la exposición poblacional”.

Artículo 74:

1. “Los Estados Miembros establecerán niveles nacionales de referencia para las concentraciones de radón en recintos cerrados. El nivel de referencia para el promedio anual de concentración de actividad en el aire no superará los 300 Bq/m^3 ”.
2. “Los Estados Miembros fomentarán la adopción de medidas para identificar aquellas viviendas donde el promedio anual de concentraciones de radón supere el nivel de referencia y fomentarán, cuando proceda, la adopción de medidas para reducir la concentración de radón en dichas viviendas por medios técnicos o de otro tipo”.
3. “Los Estados miembros garantizarán que se facilite la información local y nacional relativa a la exposición al radón en recintos cerrados y a los riesgos asociados para la salud, así como sobre la importancia de efectuar medidas de radón y sobre los medios técnicos disponibles para reducir las concentraciones de radón existentes”.

Artículo 103:

1. “Los Estados miembros establecerán un plan de acción a nivel nacional para hacer frente a los riesgos a largo plazo debidos a las exposiciones al radón en viviendas, edificios de acceso público y lugares de trabajo para cualquier vía de entrada del radón, ya sea el suelo, los materiales de construcción o el agua. El plan de acción tendrá en cuenta las cuestiones expuestas en el anexo XVIII y se actualizará de forma periódica”.
2. “Los Estados miembros garantizarán que se adopten las medidas adecuadas para impedir que el radón entre en los edificios de nueva construcción. Entre estas medidas se podrán incluir requisitos específicos en los códigos de edificación nacionales”.
3. “Los Estados miembros identificarán aquellas zonas en las que se espere que el promedio anual de concentración de radón en un número significativo de edificios supere el nivel de referencia nacional correspondiente”.

Los Estados miembros pondrán en vigor las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas necesarias para dar cumplimiento a lo establecido en dicha Directiva a más tardar el 6 de febrero de 2018.

La Unión Europea ha creado un borrador, CEN/TC 351 WG-3, (CEN/TC, 2015), para evaluar la emisión de radiaciones ionizantes por los productos de construcción y para evaluar la dosis de radiación gamma emitida, y así, de esta forma proponer una metodología y ayudar a clasificar dichos productos como exentos de control reglamentario, que requieren restricciones para su uso o que deben evitarse su uso. El nivel de referencia que se aplicará en recintos cerrados a la radiación gamma procedente de los materiales de construcción adicionalmente a la exposición externa al aire libre, será de 1 mSv por año.

El sistema de control, para determinar la exposición gamma en interiores, debido a los materiales de construcción, se establece de la siguiente manera:

1. Se determina el índice de concentración de actividad anual, debida a los radionucleidos naturales más relevantes en materiales de construcción (^{226}Ra , ^{232}Th y ^{40}K), con la siguiente fórmula:

$$I = \frac{C_{^{226}\text{Ra}}}{300} + \frac{C_{^{232}\text{Th}}}{200} + \frac{C_{^{40}\text{K}}}{3000}$$

(Ecuación 3.1)

Ecuación 3.1: Índice de concentración de actividad anual, de los radionucleidos naturales ^{226}Ra , ^{232}Th y ^{40}K en materiales de construcción (CEN/TC, 2015)

- Si $I \leq 1$: La tasa de dosis será ≤ 1 mSv/año: El material de construcción debe ser clasificado como A y exento de control reglamentario.

- Si $I > 1$: La tasa de dosis será > 1 mSv/año: se hará una estimación de la dosis gamma más precisa teniendo en cuenta el espesor y la densidad del material utilizado de revestimiento interior.

2. Si $I > 1$: Para materiales utilizados como revestimiento interior con espesor ≤ 3 cm., se calcula la tasa de dosis con la siguiente fórmula:

$$D = \left[\begin{array}{l} [281 + 16,3\rho d - 0,0161(\rho d)^2] \times C_{\text{Rn}} \\ + [319 + 18,5\rho d - 0,0178(\rho d)^2] \times C_{\text{Th}} \\ + [22,3 + 1,28\rho d - 0,00114(\rho d)^2] \times C_{\text{K}} \end{array} \right] \times 10^{-6} - 0,29\text{mSv}$$

(Ecuación 3.2)

Ecuación 3.2: Dosis gamma anual recibida de materiales de construcción teniendo en cuenta el espesor y la densidad (CEN/TC, 2015)

- Se estima que detrás de la capa de revestimiento, hay una capa de hormigón, que equivale a 0,19 mSv/año, con las siguientes características (tabla 3.4):

^{226}Ra	40 Bq/kg
^{232}Th	30 Bq/kg
^{40}K	400 Bq/kg
Densidad	2350 kg/m ³
Espesor	20 cm

Tabla 3.4: Características del hormigón de referencia en Europa (CEN/TC, 2015)

- Aplicada la ecuación 3.2:

- Si la dosis anual ≤ 1 mSv/año: El material de construcción debe ser clasificado como A y exento de control reglamentario.
- Si la dosis anual > 1 mSv/año: El material de construcción debe ser clasificado como B y debe requerir restricciones para el uso.

3.4.2. Relación de la normativa de edificación española y la protección radiológica

Anteriormente a lo que hoy conocemos como Código Técnico de la Edificación (CTE), la normativa del sector estaba dispersa en un conjunto de normas básicas de la edificación y otras normas de distinta índole, que pretendían garantizar el proceso constructivo, la seguridad y la habitabilidad de los edificios. Parte de esta normativa quedaba obsoleta en el avance de la técnica y, fundamentalmente, de las nuevas necesidades sociales. Se vio oportuno, por tanto, aprovechando la Ley de Ordenación de la Edificación (Ley 38/1999), realizar una unificación normativa que sirviera como referente de los agentes participantes en el proceso constructivo.

El Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, aprobó el Código Técnico de la Edificación (RD 314/2006). En el primer artículo del texto de la primera parte se establece el objeto del mismo:

Artículo 1: Objeto. “El Código Técnico de la Edificación, en adelante CTE, es el marco normativo por el que se regulan las exigencias básicas de calidad que deben cumplir los edificios, incluidas sus instalaciones, para satisfacer los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad, en desarrollo de lo previsto en la disposición adicional segunda de la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación, en adelante LOE”, (Ley 38/1999).

En el artículo 2 se establece el ámbito de aplicación, siendo obligatorio para todo tipo de edificación, pública o privada, de nueva planta o de rehabilitación.

En el artículo 13, en el primer requisito básico de habitabilidad, se establecen las exigencias básicas de salubridad:

1. “Los edificios dispondrán de medios para que sus recintos puedan ventilar adecuadamente, eliminando los contaminantes que se produzcan de forma habitual durante el uso normal de los edificios, de forma que se aporte un caudal suficiente de aire exterior y se garantice la extracción y expulsión de aire viciado por los contaminantes”.

2. “Para limitar el riesgo de contaminación del aire interior de los edificios y del entorno exterior en fachadas y patios, la evacuación de productos de combustión de las instalaciones térmicas se producirá, con carácter general, por la cubierta del edificio, con independencia del tipo de combustible y del aparato que se utilice, de acuerdo con la reglamentación específica sobre instalaciones térmicas”.

Según esta exigencia, los contaminantes contemplados proceden del hábitat interior sin tener en cuenta la inmisión de agentes externos. Dentro de estos agentes externos, que pueden proceder de la contaminación del aire exterior o provenir de aguas de suministro, nos encontramos con el gas radón que principalmente proviene del terreno de asiento del edificio.

Falta por el momento que se introduzca en el CTE, provisiones normativas, que contemplen la exigencia de prevención a la inmisión de gas radón.

Así mismo, el CTE, en su Parte I, dice en el artículo 5.2: Conformidad con el CTE de los productos, equipos y materiales.

1. “Los productos de construcción que se incorporen con carácter permanente a los edificios, en función de su uso previsto, llevarán el marcado CE, de conformidad con la Directiva 89/106/CEE de productos de construcción, traspuesta por el real decreto 1630/1992 de 29 de diciembre, modificado por el Real Decreto 1329/1995 de 28 de julio, y disposiciones de desarrollo, u otras Directivas europeas que les sean de aplicación”.

2. “En determinados casos, y con el fin de asegurar su suficiencia, los Documentos Básicos del CTE establecen las características técnicas de los productos, equipos y sistemas que se incorporen a los edificios, sin perjuicio del marcado CE que les sea aplicable de acuerdo con las correspondientes Directivas Europeas”.

Según esta exigencia y la normativa asociada, no existe para España, restricciones relativas al contenido radiactivo de los productos y materiales empleados en la construcción.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

Como se ha citado con anterioridad, el principal objetivo del presente estudio es conocer en las zonas seleccionadas del norte de la provincia de Cáceres, cómo a lo largo del tiempo las diferentes técnicas constructivas empleadas para las viviendas unifamiliares han actuado incrementando o reduciendo tanto los niveles de concentración de radón inhalados y los de dosis recibidos por irradiación externa gamma de sus habitantes, frente a los valores que éstos mismos reciben en sus exteriores.

4.1. METODOLOGÍA

Para ello y en el ámbito de las comarcas del Valle del Jerte y la Vera, y en los municipios elegidos para tal fin, se han analizado en cada municipio tres viviendas unifamiliares: una representativa de la arquitectura popular de la zona, otra construida en del periodo de transición entre la arquitectura popular y la actual, y la última construida recientemente. También, se han analizado los suelos de los entornos de los citados municipios, eligiendo para ello, cinco suelos a las afueras de cada núcleo urbano, repartidos por todo su perímetro.

En cada vivienda, se ha elegido para llevar a cabo las mediciones una estancia en la planta más próxima al suelo. A tal fin, las medidas radiactivas/dosimétricas realizadas en su interior, se han llevado a cabo utilizando diversas técnicas no destructivas, entre otras:

- a) La determinación de la concentración del radón, captado mediante cánister de carbón activo, con electretes, y su medida en tiempo real y de forma puntual, mediante una cámara de ionización portátil, Alphaguard.
- b) La cuantificación de la dosis que se recibe por irradiación externa se ha llevado a cabo mediante un contador proporcional sellado de alto volumen trabajando éste como monitor de tasa de dosis.
- c) La determinación espectrométrica gamma *in situ* del contenido radiactivo de las paredes y suelo de las mismas, mediante un detector portátil de germanio de alta pureza.

Para la caracterización radiactiva/dosimétrica de los suelos de los entornos de cada una de las poblaciones en el que se asientan las viviendas, se ha llevado a cabo las siguientes mediciones:

- a) La de exhalación de ^{222}Rn mediante el uso de la cámara de ionización portátil, Alphaguard.
- b) La de concentración de ^{222}Rn en el interior de los suelos mediante el uso de la cámara de ionización portátil, Alphaguard.
- c) El análisis por espectrometría gamma de muestras de suelo superficial.

d) La de tasa de dosis por irradiación externa, mediante el uso del contador proporcional de alto volumen trabajando como monitor de tasa de dosis.

Dada la complejidad del proceso de toma de muestras, desde la medida *in situ*, hasta el procesado de datos y preparación de los diferentes equipos de medida, el tiempo preciso para llevarlo a cabo en una vivienda y en dos de los cinco suelos seleccionados por municipio, es de dos semanas.

Simultáneamente, a lo largo de todo el estudio y de manera paralela a las precitadas medidas, temporalmente puntuales, se ha llevado a cabo también el estudio de la variación temporal de los niveles de la concentración de ^{222}Rn en una vivienda unifamiliar de Plasencia. De esta forma se pretende valorar la influencia que sobre los valores temporalmente puntuales que se obtengan de las medidas en las otras viviendas, objeto primordial del estudio, tienen las variables meteorológicas sobre las concentraciones de ^{222}Rn , ya que es conocido que éste varía a lo largo del día y del año, en función de entre otras variables con: la temperatura (Yuet *al*, 1996) (Quindós, 2002), la precipitación atmosférica (Papastefanou *al*, 1994), la presión atmosférica (Gyula *et al.*, 2015), etcétera.

Por ello, y durante un año completo se ha medido el ^{222}Rn en la vivienda de Plasencia con distintos tipos de detectores, tanto pasivos como activos, para analizar la influencia que las variaciones estacionales realmente producidas puedan tener en la estimación de la concentración media anual.

Durante todo el periodo de toma de datos se ha recogido información complementaria sumamente valiosa para la interpretación de los resultados: la temperatura y la precipitación atmosférica facilitados por la AEMET (AEMET, 2016).

4.2. INSTRUMENTACIÓN

El desarrollo del presente estudio se fundamenta, aun cuando no es su objetivo, en el uso de una instrumentación sumamente sofisticada que permite cuantificar la presencia de radiaciones ionizantes en el ambiente o en diferentes materiales.

Es por ello que, para poder llevar a cabo el estudio aquí planteado, ha sido necesario satisfacer al menos dos objetivos puntuales, con los que obtener la información necesaria para su desarrollo.

- El primero, ha sido el conocer, al menos a nivel de usuario, el funcionamiento de toda la instrumentación utilizada, para entender el significado de la información que proporciona, para operar con ella de modo seguro y para poder obtener unos resultados de una calidad constatable.
- El segundo, ha sido el utilizar hasta donde ha sido posible, los procedimientos puestos a punto por el Laboratorio de Radiactividad Ambiental de la Universidad de Extremadura, LARUEX, propietaria de la instrumentación nuclear utilizada. Esto último tiene la ventaja de que gran parte de los precitados procedimientos están integrados dentro del alcance de la acreditación que el citado Laboratorio posee en base a la Norma

Internacional UNE-EN-ISO-17025(ISO/IEC 17025, 2005), nº acreditación = 628/LE1260, con lo cual se refuerza en lo que cabe, todas las medidas tendentes a garantizar la calidad de los resultados aquí obtenidos.

No obstante lo anterior, en lo que sigue se realiza una breve descripción de las principales técnicas y equipos utilizados.

4.2.1. Espectrometría gamma

Muy frecuentemente los isótopos radiactivos, tras su desintegración alfa y/o beta emiten después muy rápidamente fotones con distintas intensidades y de una o varias energías, catalogables como rayos X y/o rayos gamma.

El método actualmente más ampliamente utilizado para determinar la actividad del material o de la muestra analizada a partir de la cuantificación de la radiación gamma por ésta emitida, se basa en el uso de un espectrómetro gamma integrado básicamente por:

A) Un detector (normalmente de germanio intrínseco, características P o N, disposición y eficiencia relativa) acorde al tipo de radiación gamma a detectar. Este equipo puede estar refrigerado por nitrógeno líquido o mediante un compresor que le aporte la misma temperatura de trabajo (77 °K). En la figura 4.1., se muestra la sala de espectrómetros gamma del LARUEX, y en la figura 4.2., se muestra el detector concretamente utilizado, dentro de su blindaje compuesto exteriormente por una capa de hierro de baja actividad, en su interior por aproximadamente 10 cm de plomo de baja actividad y recubierto internamente por una capa fina (5 mm) de cobre electrolítico. Concretamente, el detector de Germanio más frecuentemente usado es de tipo P, de una eficiencia relativa del 43% para la energía de 1332 keV del ^{60}Co .



Figura 4.1: Sala de espectrómetros gamma del LARUEX (elaboración propia).



Figura 4.2: Detector de germanio nº 5 (elaboración propia).

B) Una cadena electrónica, integrada por una fuente de alta tensión, un preamplificador, un amplificador, un convertidor analógico-digital y un analizador multicanal. En la actualidad todos estos elementos, menos el preamplificador que se localiza muy próximo al cristal de Ge(HP), se integran dentro de un módulo controlado desde software. En la figura 4.3., se muestra la instrumentación digital que gestiona al detector de germanio y la información que éste proporciona, para finalmente almacenarla en su memoria.



Figura 4.3: Instrumentación digital que gestiona al detector de germanio (elaboración propia).

C) Un software de adquisición y análisis de espectros. Éste debe permitir realizar fundamentalmente las operaciones de calibración en energías y en eficiencias, así como el calcular, a partir de las áreas de los fotopicos registrados en el espectro, las actividades de los isótopos radiactivos identificados y medidos. En la figura 4.4., se muestra, una imagen de uno de los dos softwares comerciales utilizados en el presente estudio, GENIE 2K y GAMMAVISION, registrando en el primero de ellos un espectro gamma correspondiente a la

medida de una cánister de carbón activo utilizada para medir la concentración de radón en aire y cuyo funcionamiento se describirá más adelante, mientras que en el segundo se visualiza uno de los espectros de suelo superficial analizados en el presente estudio.

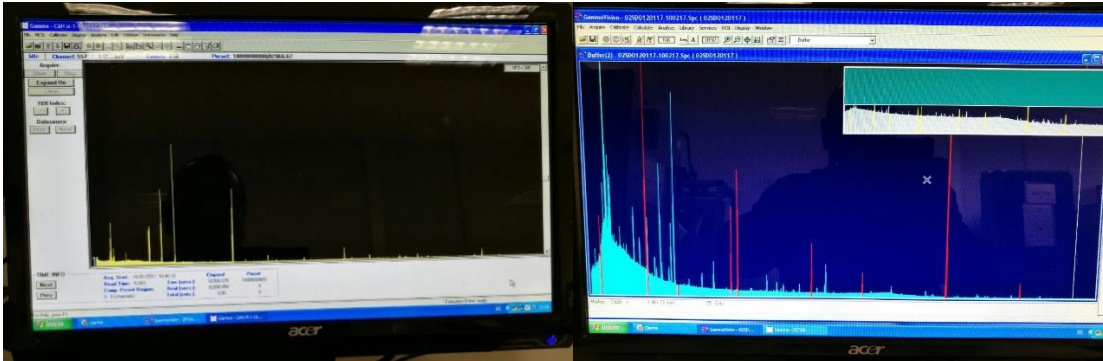


Figura 4.4: A la izquierda espectro gamma mediante software GENIE 2K, y a la derecha espectro gamma mediante software GAMMAVISION (elaboración propia).

Se recopilan en la bibliografía que se aporta en esta monografía los procedimientos del LARUEX y acreditados por ENAC utilizados para llevar a cabo los análisis espectrométricos gamma de las muestras recolectadas para el presente estudio. En estos se detallan el modo de trabajar con espectrómetros gamma y con módulos multicanales digitales ORTEC y CANBERRA, PL-80 y PL-88, el cómo determinar la actividad que posee la muestra, su incertidumbre asociada debida al conteo y la mínima actividad detectable, PL-61, los controles de calidad sistemáticamente aplicados para garantizar la validez de los resultados de los análisis espectrométricos gamma efectuados, PL-81, y la forma de salvar e integrar en la base de datos de espectrometría gamma los resultados obtenidos, PL-60.

4.2.1.1. Preparación de muestras

Las únicas muestras de las que se adquieren alícuotas que precisan una preparación previa a su análisis espectrométrico gamma, son las muestras de suelo superficial. El tratamiento que a éstas se aplica se describe detalladamente en el procedimiento PL-19 del LARUEX (PL-19, 2016).

Básicamente éste consiste en eliminar en primer lugar de la muestra de suelo todos los objetos extraños a la misma, entendiendo como tales, piedras de tamaño superior a 2 mm, plantas, pequeños insectos, etc. Posteriormente, se le elimina la humedad mediante calentamiento a 100 °C hasta peso constante. Tras lograrlo, se disgrega y tamiza, seleccionando para el suelo superficial utilizado en este estudio la fracción de grano ≤ 2 mm. Se introduce en el contenedor adecuado, normalmente un recipiente cilíndrico tipo placa Petri de aproximadamente 200 cm³ de capacidad, que ha sido previamente pesado, por diferencia de masa con respecto a cuando está lleno, para determinar la densidad aparente del suelo a analizar. Esta densidad permite seleccionar la curva de calibrado en eficiencia del detector de germanio a utilizar, más adecuada para las características del suelo a analizar.

Tras el sellado del recipiente, se esperan más de 27 días, para garantizar que se reestablece el equilibrio secular entre los isótopos de la serie del Uranio. Momento en el cual se procede a la obtención del espectro, para lo cual normalmente este tipo de muestras se miden en torno a 82600 s.

4.2.1.2. Análisis de espectros gamma en laboratorios de baja actividad

En tres tipos de determinaciones de la actividad gamma que se efectúan en el presente estudio se utiliza esta técnica espectrométrica, dos de ellas en el laboratorio de baja actividad y una tercera in situ en el interior de las viviendas.

Por lo que a las medidas realizadas en condiciones controladas de un laboratorio de baja actividad se refiere, una vez se posee la muestra en las condiciones requeridas para su medida (básicamente el momento adecuado para realizarla, con la cantidad de muestra y en la geometría adecuada), se introduce sobre el detector de Germanio(figura 4.2.), se cierra el blindaje para disminuir en lo posible la interacción sobre dicho detector de los fotones gamma procedentes del exterior de la muestra y se programa el tiempo de recolección del espectro (normalmente 1 día tanto en las muestras de suelo, como en las cánister para la medida de radón).

Como se ha comentado, el LARUEX posee dos softwares comerciales de CANBERRA y de ORTEC, que se utilizan cada uno de ellos dependiendo del multicanal asociado al detector de germanio utilizado para llevar a cabo el análisis de los espectros. En cada uno de ellos y con las características propias de los respectivos softwares, básicamente debe introducirse una serie de informaciones y realizar una serie de operaciones, que se detallan en los procedimientos PL-60, PL-61, PL-80, PL-81 y PL-88:

- Aportar todos los datos precisos de la muestra: fecha de toma de la misma, material que la compone, geometría que posee, identificación unívoca, etc.
- Informar de la curva de calibración en eficiencias que el precitado material y geometría posee para el detector utilizado. Como se indicará más adelante, esta información no se aplica para la medida de la actividad del radón a partir de cánister de carbón activo, dado que en este caso el cálculo de la actividad se lleva a cabo por la comparación directa de las áreas obtenidas en los espectros producidos por el patrón de calibrado (cánister de carbón activo a la que se ha incorporado una actividad bien conocida de ^{226}Ra) y por la cánister expuesta.
- Realizar el calibrado en energías y en anchuras, FWHM, del espectro, a fin de obtener la posición energética de cada fotopico del espectro, posibilitando de esta forma la correcta identificación de los mismos y por tanto la correcta aplicación de las librerías de sus softwares, a fin de calcular las actividades.
- Llevar a cabo dichos cálculos de actividad, incertidumbre asociada y actividad mínima detectable, guardando convenientemente el fichero producido con entre otras estas informaciones.

- En cualquier caso, es preciso realizar la supervisión sistemática del espectro y de los resultados producidos tras su análisis por el correspondiente analista, a fin de evitar falsos positivos de actividad en algunos isótopos inexistentes en el espectro o admitir como buenos resultados ilógicos.

4.2.1.3. Análisis de espectros gamma medidos in situ.

Para ello se ha utilizado el espectrómetro gamma portátil que posee el LARUEX y cuya calibración y puesta a punto en general fue uno de los objetivos de la Tesis Doctoral de J.A. Corbacho (Corbacho, 2007). No obstante lo cual, se realiza a continuación una breve descripción de sus características y del modo de obtener los niveles de actividad gamma medidos con dicho equipamiento en el interior de las viviendas.

El detector de germanio utilizado es de alta pureza, tipo P y de una eficiencia relativa del 43.1% para el fotopico de 1332.5 keV del ^{60}Co , para el que posee una resolución de 2.0 keV. Este posee para su refrigeración un dewar para nitrógeno líquido, de 7 litros de capacidad, que tras 8 horas después de su llenado permite el funcionamiento del detector correctamente refrigerado durante 5 días. Su cadena electrónica, idéntica a la ya descrita con anterioridad para los espectrómetros gamma, está integrada en un módulo portátil denominado INSPECTOR 120-MCA de la marca Canberra. Este se gobierna a su vez mediante el software GENIE instalado en un ordenador portátil, con el que se conecta a la precitada electrónica mediante un conector RS-232.

El modo de operación para la captura de los espectros ya ha sido descrito con anterioridad, de forma que con el uso del precitado software Genie se obtiene el correspondiente espectro gamma, del cual se puede conocer las condiciones en que se ha recolectado in situ cada espectro, los tiempos de medida y finalizada ésta calcular las áreas e integrales de todos los fotopicos de interés para el estudio, concretamente los emitidos por el ^{214}Pb , ^{214}Bi , ^{228}Ac , ^{40}K y ^{137}Cs . A partir de los dos primeros ^{214}Pb y ^{214}Bi , se determina la actividad del ^{226}Ra asumiendo la existencia de equilibrio secular entre los citados tres isótopos, dado la gran cantidad de material mineral que integran las paredes y suelos en cada una de las estancias en donde se efectúa las medidas y la penetración a través de las mismas de la radiación gamma. Por su parte, con la medida del ^{228}Ac , se posibilita la medida de la actividad de ^{232}Th en los precitados elementos del habitáculo.

El problema crucial para el cálculo de dichas actividades se resuelve mediante un modelo semiempírico desarrollado en la precitada Tesis Doctoral (Corbacho, 2007) y empleado con éxito en diversas aplicaciones (Cancio, 2007), (Baeza, 2010), (Baeza, 2016). Este se basa en conocer la distancia que posee el detector de germanio frente al objeto a medir, en el que se supone que es una fuente radiactiva de tamaño infinito y como presumiblemente ocurre en el caso que nos ocupa, con una actividad constante con la profundidad del material, en nuestro caso paredes y suelo. En dicho modelo es crucial el introducir la dependencia energética del coeficiente de atenuación másica de

la radiación gamma emitida por las paredes y suelo de cada habitación, y en mucho menor medida por el aire.

Como se demostró en la citada Tesis (Corbacho, 2007) citando estudios previos del comité ICRU (ICRU, 1994), los mencionados coeficientes son muy dependientes de las características físico-químicas y por lo tanto, de las densidades de las paredes y suelos cuyas actividades promedio se desean conocer.

Basado en todo lo anterior y para llevar a cabo el presente estudio, con el fin de establecer unas curvas de calibración en eficiencia que permitieran de forma al menos aproximada conocer la actividad que reciben por irradiación externas los habitantes de cada vivienda, se adoptaron una serie de simplificaciones drásticas en el modelo, debido fundamentalmente a la siguiente limitación del estudio. En éste es imposible tomar muestras en los habitáculos a analizar, dado que el compromiso establecido con todos sus propietarios fue que exclusivamente se llevarían a cabo medidas no destructivas en los mismos. En caso contrario, se habría limitado drásticamente la disponibilidad de puntos experimentales para llevar a cabo el estudio. En consecuencia, se asumió para cada estancia que:

1. Se ha utilizado una distancia promedio desde el detector a la fuente, entendida ésta como el conjunto de sus paredes, techo y suelo, cuyas dimensiones y distancia perpendicular al detector eran conocidas, al situar éste lo más centrado posible en cada estancia
2. Se asume una concentración radiactiva homogénea de paredes, suelo y techo para los radionucleidos de interés, así como una composición, es decir, un coeficiente de autoabsorción idéntico para todos esos elementos de cada estancia e igual al del suelo tipo promedio de los 5 identificados en el estudio ICRU (ICRU, 1994).

4.2.2. Determinación de tasa de dosis por irradiación externa

Desde el punto de vista de la protección radiológica, la magnitud legalmente establecida para delimitar los riesgos sobre las personas expuestas a radiaciones ionizantes es la dosis que éstas reciben por todas las vías posibles (RD783, 2001). Así, los límites de dosis se aplican a la suma de las dosis procedentes de las exposiciones externas en el período especificado y de las dosis comprometidas a cincuenta años (hasta setenta años en el caso de niños) a causa de las incorporaciones producidas en el mismo período. Su cómputo se lleva a cabo mediante:

$$E = E_{external} + \sum_j h(g)_{j.ing} J_{j.ing} + \sum_j h(g)_{j.inh} J_{j.inh} \quad (\text{Ecuación 4.1})$$

Dónde: E = dosis total recibida

$E_{external}$ = dosis recibida por irradiación de materiales en el exterior del organismo (aire, suelo,...)

$J_{j.ing}$ = actividad ingerida por el radionucleido j

$h(g)_{j.ing}$ = factor de paso de actividad a dosis por ingesta para el radionucleido

j , en un individuo del grupo de edad g

$J_{j.inh}$ = actividad inhalada por el radionucleido j

$h(g)_{j.inh}$ = factor de paso de actividad a dosis por inhalación para el radionucleido j , en un individuo del grupo de edad g

Dadas las características del presente estudio, sólo se tendrán en cuenta la contribución a la dosis debida a la irradiación externa.

En este apartado se va a describir brevemente la metodología experimental seguida para la cuantificación de las tasas de dosis percibidas por irradiación externa.

4.2.2.1. Mediante contador proporcional sellado

El sistema monitor de tasa de dosis gamma empleado en el estudio es de la marca FAG, consistente en un contador proporcional sellado, modelo FHZ 600^a y un contador digital de los recuentos producidos por el detector, modelo FHT 1100, al que además alimenta con su módulo de alta tensión.

Este monitor, debido fundamentalmente a su relativamente gran volumen, unos 6,2 litros, permite efectuar medidas de tasa de dosis desde $5 \cdot 10^{-3} \mu\text{Sv/h}$ a 1 mSv/h , en el rango de energías de 33 keV a 1,3 MeV. Su puesta a punto fue altamente cuidadosa (Corbacho, 2007) determinando la variación de sus registros con el tiempo de medida, con la altura frente al suelo, con la altura de éste frente al nivel del mar, etc.

Así mismo, dado que los dos monitores de este tipo existentes en el LARUEX están integrados en la verificación y en la ejecución de los controles de calidad de los monitores de tasa de dosis ambientales que se poseen en la Red de Alerta Radiológica de Extremadura, la cual está dentro de la actual acreditación que el laboratorio posee en ENAC, estos equipos están sometidos a un riguroso programa de control de calidad que entre otros aspectos incluye su recalibración periódica en irradiadores con capacidad de emitir tales certificados.

4.2.3. Método de medida de la concentración de ^{222}Rn en el interior de viviendas

Dado que, salvo estudios puntuales, no se han llevado a cabo con anterioridad este tipo de medidas en el LARUEX, en lo que sigue se describe en algún mayor detalle el método seguido en las mismas.

4.2.3.1. Método de medida de la concentración de ^{222}Rn en el interior mediante cánister de carbón activo

Principio de funcionamiento

La medida de radón en aire con cánister de carbón activo se basa en la gran capacidad de este material para adsorber a través de sus descendientes el radón presente en el aire. Este método, está dentro de los llamados integradores, pudiendo obtenerse las

concentraciones medias de radón en periodos de media desde un día a una semana (CSN, 2013).

Al finalizar el periodo de exposición, el radón acumulado en la cánister se determina en el laboratorio por espectrometría gamma, en nuestro caso utilizando un detector de HPGe. En este estudio se ha optado por este tipo de detector a fin de optimizar la perfecta resolución en energía de los fotopicos de interés, pudiendo así mismo ser aplicable el uso de detectores NaI(Tl).

Equipo

Para medir concentraciones de radón en aire utilizando cánister de carbón activo y posterior análisis por espectrometría gamma, se requiere el siguiente equipo (CSN, 2013):

- Un cartucho de carbón activo dotado de una barrera de difusión (figura 4.5).
- Un contenedor hermético al radón, debidamente etiquetado, provisto de tapa, que evite o minimice exposiciones al radón previas a su colocación o posteriores a su recogida (figura 4.5).
- Una hoja de instrucciones para el usuario.
- Un espectrómetro gamma (HPGe) con la correspondiente electrónica asociada.
- Una estufa para el reciclado de las cánister.



Figura 4.5: Cánister de carbón activo (elaboración propia).

Exposición

Consideraciones previas a la exposición

Si la duración de las exposiciones es inferior a una semana, las ventanas y las puertas exteriores deben permanecer cerradas durante al menos las doce horas previas a la colocación de los detectores, pudiéndose llevar a cabo únicamente las actividades habituales de entrada y salida de la vivienda o edificio, procurando tener abierta la puerta el menor tiempo posible (CSN, 2010c).

Estas condiciones de edificio cerrado deben mantenerse durante toda la exposición.

Si existen sistemas de remedio activos (ventiladores o renovadores de aire), deben estar en funcionamiento desde al menos doce horas antes de que se inicie la exposición.

Debe evitarse, en la medida de lo posible, realizar las exposiciones durante periodos de condiciones meteorológicas adversas, como tormentas fuertes y vientos intensos, que pueden provocar modificaciones sustanciales en los niveles habituales de radón.

Colocación del detector

Los detectores se sitúan a una altura de 100 cm sobre el nivel del suelo, a una distancia de más de 30 cm de paredes exteriores y 10 cm de otros objetos, y nunca dentro de armarios. No pueden situarse próximos a corrientes de aire, ni exponerse directamente al sol o a otras fuentes de calor (CSN, 2010c). (Se anota la fecha de inicio de exposición).

Recogida de detectores

Los detectores se recogerán aproximadamente a las 48h. del inicio de la exposición. (Se anota la fecha de fin de exposición)

A su recogida y en el lugar de la exposición, el detector debe ser inspeccionado visualmente para comprobar que no se ha dañado y cerrarse, colocando la tapadera y sellándola con la cinta adhesiva de tal forma que quede totalmente hermético (CSN, 2010c). En este momento finaliza el periodo de exposición.

Registro de la exposición

Al realizar una exposición con un detector de este tipo, se registrará la siguiente información (CSN, 2010c):

- Código de la cánister empleada.
- Fecha y hora de comienzo y fin de exposición.
- Masa de la cánister al comienzo y a la finalización de la exposición.
- Dirección completa del lugar de medida.
- Tipo de edificio, año de construcción, sistema de calefacción y/o aire acondicionado, existencia de sótanos o plantas subterráneas, presencia de humidificadores o filtros de aire y hábitos de los ocupantes.
- Circunstancias que puedan inducir a valores anómalos en las medidas (concentraciones elevadas de radón, condiciones meteorológicas atípicas).
- Esquema gráfico indicando la ubicación de las cánister y que permita conocer el volumen de la habitación.

Lectura

Consideraciones previas a la lectura

Las cánister se enviarán al laboratorio y se analizarán a la mayor brevedad posible, pero nunca antes de las tres horas desde el fin de la exposición, que es el tiempo mínimo necesario que debe transcurrir para que el radón alcance el equilibrio secular con sus descendientes de vida corta (CSN, 2013).

Requisitos del análisis

El carbón activado debe medirse en el detector de HPGe, dentro del contenedor de protección, con la tapa cerrada y debidamente sellado (CSN, 2013).

Generalmente se utilizan para el análisis las emisiones γ con las siguientes energías: 295 y 352 keV del ^{214}Pb y 609 keV del ^{214}Bi (CSN, 2013) (figura 4.6). Suele marcarse como R.O.I (región de interés), cada uno de los fotopicos de las energías antes mencionadas (figura 4.7).

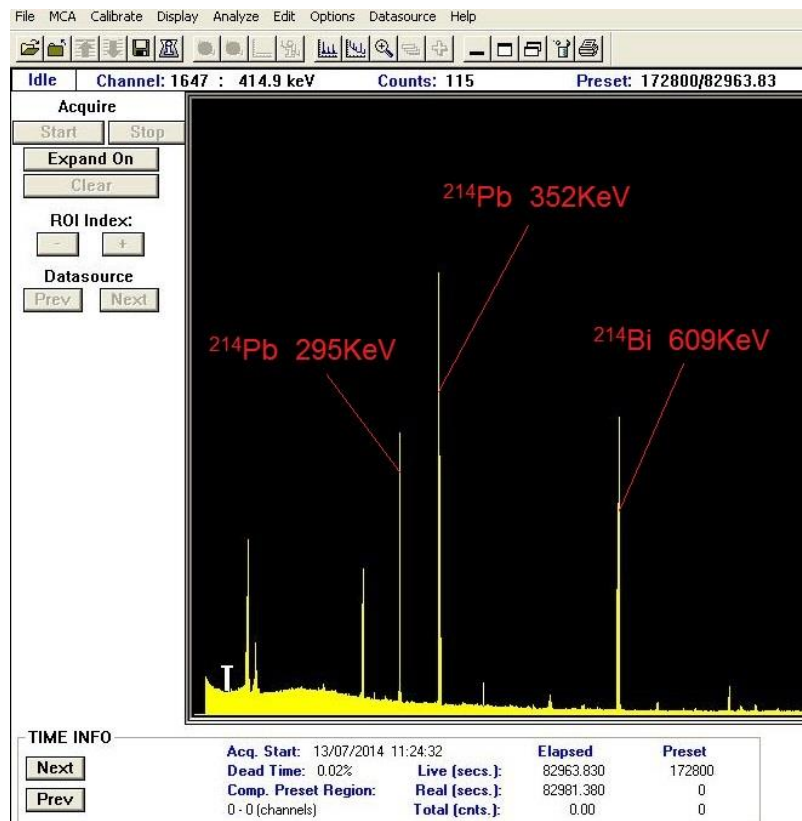


Figura 4.6: Fotopicos del ^{214}Pb y ^{214}Bi (elaboración propia).

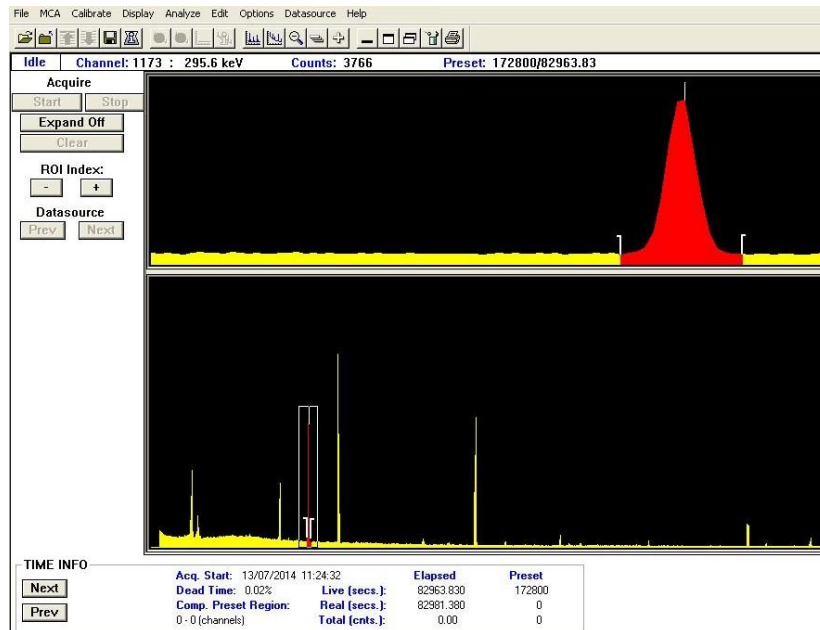


Figura 4.7: R.O.I del ^{214}Pb a 295 KeV (elaboración propia).

La actividad de ^{222}Rn (A_C) presente en la cánister de carbón activo en el momento de inicio de la medida en una R.O.I. puede estimarse como (CSN, 2013):

$$A_C = \frac{N_{NET}}{\epsilon_{ROI} \cdot f_D} \quad (\text{Ecuación 4.2})$$

Siendo: N_{NET} = Número de cuentas netas por segundo en la R.O.I.

ϵ_{ROI} = Número de cuentas registradas en la ROI por cada desintegración del ^{222}Rn .

f_D = Factor de corrección debido al decaimiento del ^{222}Rn presente en el cartucho durante la medida.

$$\epsilon_{ROI} = \frac{N_{NETPatrón}}{T_{mPatrón} \cdot I \cdot A_{Patrón}} \quad (\text{Ecuación 4.3})$$

Dónde: $N_{NETPatrón}$, $T_{mPatrón}$ y $A_{Patrón}$ son, respectivamente, el número de cuentas netas, el tiempo de medida y la actividad del patrón de calibración.

I = Intensidad de las distintas energías (0,193 para 295 keV; 0,376 para 352 keV; 0,461 para 609 keV)

$$f_D = \frac{\lambda T_m}{1 - e^{-\lambda T_m}} \quad (\text{Ecuación 4.4})$$

Dónde: λ = constante de desintegración del ^{222}Rn .

T_m = Tiempo de medida del cartucho.

La concentración de radón en aire promedio (\bar{C}) asociada al periodo de muestreo se determina como (CSN, 2013):

$$\bar{C} = \frac{A_C}{FC * T_e * FD} \quad \text{(Ecuación 4.5)}$$

Dónde: FC = Factor de calibración que relaciona la concentración de radón retenida en el cartucho, con la concentración de radón en aire durante la exposición.

T_e = El tiempo de exposición del cartucho.

FD = Factor de corrección temporal debido a la desintegración del ^{222}Rn durante

el periodo T_i , que va de la mitad del periodo de exposición hasta el inicio de la medida.

$$FD = \exp.(-\lambda.T_i) \quad \text{(Ecuación 4.6)}$$

Expresión de resultados

Los valores medidos se presentarán como concentraciones medias de radón (Bq/m^3) durante el periodo de medida, junto con el valor de la incertidumbre expandida (CSN, 2013).

La incertidumbre asociada a la concentración de radón se calculará de acuerdo a los criterios de la *Guía para la Expresión de la Incertidumbre de medida* (Guía, 2008) y teniendo en cuenta al menos las siguientes contribuciones:

- Incertidumbre asociada al factor de calibración FC , teniendo en cuenta su variabilidad con el periodo de exposición y con las condiciones ambientales.
- Incertidumbre asociada al proceso de medida (incluyendo la incertidumbre en los contajes del cartucho, y la incertidumbre asociada a la eficiencia de detección y al fondo)

En base a ello, la incertidumbre estándar asociada a \bar{C} puede obtenerse según la siguiente fórmula (CSN, 2013):

$$u(\bar{C}) = \sqrt{\frac{\omega^2}{T_e} u^2\left(\frac{N_{NET}}{\epsilon_{ROI}}\right) + \bar{C}^2 u_{rel}^2(\omega)} \quad \text{(Ecuación 4.7)}$$

$$\omega = \frac{1}{FC.FD.f_D} \quad \text{(Ecuación 4.8)}$$

Dónde: $u_{rel}^2(\omega) = u_{rel}^2(FC)$

Control de calidad interno

El garantizar la calidad de los resultados de los niveles de actividad de radón obtenidos a partir de la medida de cánister de carbón activo expuestas, es algo esencial, dado la gran cantidad de variables que pueden influir sobre la validez de dichos valores.

Por ello, es imprescindible establecer un programa de control de calidad de los procedimientos y equipamientos utilizados, que al menos tenga en cuenta los siguientes aspectos (CSN, 2010c):

a) Comprobaciones periódicas de los instrumentos de medida

El personal que realice las medidas debe efectuar comprobaciones del correcto funcionamiento de los instrumentos de medida antes de realizarlas. Estas comprobaciones se realizarán adicionalmente, al menos una vez al año, utilizando una cánister con una concentración conocida de ^{226}Ra , procedente de la calibración en eficiencia del equipo.

b) Realización de medidas duplicadas

Al menos para un 5% de las canister expuestas se realizarán medidas duplicadas, consistiendo esto en efectuar dos medidas con canister situadas en puntos adyacentes, durante el mismo periodo de exposición.

La precisión del método de medida se evaluará a partir de dichas medidas duplicadas, considerándose el duplicado satisfactorio cuando los valores obtenidos solapen entre sí, teniendo en cuenta la incertidumbre asociada a cada una de las medidas.

En el presente estudio, más del 50% de las medidas se han hecho duplicadas, superando ampliamente el límite preestablecido. En la tabla 4.1., se muestran a modo de ejemplo los resultados de algunas de las medidas duplicadas efectuadas en el presente estudio.

ANÁLISIS DE LAS MEDIDAS DUPLICADAS REALIZADAS CON CANISTER DE CARBÓN ACTIVO		
V_1 (Bq/m ³)	V_2 (Bq/m ³)	¿Solapan?
161 ± 18	152 ± 9	SI
251 ± 16	255 ± 15	SI
911 ± 54	904 ± 55	SI
201 ± 11	223 ± 15	SI
449 ± 10	468 ± 17	SI
301 ± 17	303 ± 19	SI
619 ± 37	637 ± 45	SI
110±9	109 ±7	SI
881±44	904 ± 46	SI
48 ± 3	47 ± 3	SI
207 ± 11	205 ± 11	SI
2462 ± 125	2364 ± 119	SI
201 ± 12	207 ± 13	SI
346 ± 20	363 ± 21	SI

Tabla 4.1: Análisis de medidas duplicadas realizadas con cánister de carbón activo

D) Calibración del detector de HPGe para la medida de radón en carbón activo

Cuando se utilizan cartuchos de carbón activo, en primer lugar, debe calibrarse el espectrómetro gamma para obtener el factor \mathcal{E}_{ROI} , o eficiencia con que se detectan los fotopicos de interés, del ^{214}Pb y ^{214}Bi para la geometría y sustrato utilizado (CSN, 2013).

Para ello, se recomienda utilizar una fuente de idénticas características a los cartuchos en cuanto a geometría y densidad y con una concentración certificada de ^{226}Ra .

El patrón de ^{226}Ra que se ha utilizado en el presente estudio tiene una actividad total de $175,9 \pm 0,7$ Bq.

Para la calibración se utilizan tres cánister a las que adicionan a una cantidad conocida de dicha solución patrón (aproximadamente 1g). Posteriormente, se miden las tres cánister por espectrometría gamma, y se obtienen las integrales y áreas de los fotopicos de ^{214}Pb (295 y 352 Kev) y ^{214}Bi (609 Kev), obteniendo también $T_{mPatrón}$, que es el tiempo que la cánister se ha estado midiendo en el detector de HPGe.

Para obtener \mathcal{E}_{ROI} y su incertidumbre se realiza de la siguiente manera: (esta operación se realiza con cada cánister para cada energía).

$$\mathcal{E}_{ROI} = \frac{N_{NETPatrón}}{T_{mPatrón} \cdot I \cdot A_{Patrón}} \quad (\text{Ecuación 4.3})$$

Dónde: $N_{NETPatrón}$, $T_{mPatrón}$ y $A_{Patrón}$ son, respectivamente, el número de cuentas netas, el tiempo de medida y la actividad del patrón de calibración.

I = Intensidad de las distintas energías (0,193 para 295 keV; 0,376 para 352 keV; 0,461 para 609 keV)

$$\text{Error } \mathcal{E}_{ROI} = \mathcal{E}_{ROI} \cdot \sqrt{\left(\frac{\text{Error} N_{NETPatrón}}{N_{NETPatrón}}\right)^2 + \left(\frac{\text{Error} A_{Patrón}}{A_{Patrón}}\right)^2} \quad (\text{Ecuación 4.10})$$

Dónde: Error \mathcal{E}_{ROI} = Incertidumbre de \mathcal{E}_{ROI} .

$\text{Error } N_{NETPatrón}$ = Incertidumbre del área obtenida del espectro.

$\text{Error } A_{Patrón}$ = Incertidumbre de la actividad de ^{226}Ra de la cánister en Bq.

Una vez obtenido \mathcal{E}_{ROI} y Error \mathcal{E}_{ROI} de cada una de las cánister para las tres energías, se calcularán las siguientes variables:

V.M. = Valor medio de \mathcal{E}_{ROI} de las tres cánister para cada una de las tres energías.

S.D. = Desviación estándar de ε_{ROI} de las tres cánister para cada una de las tres energías.

Error = Valor máximo entre S.D. y las incertidumbres de cada una de las cánister para las tres energías.

C.V (%) = Coeficiente de variación para cada una de las energías.

$$C.V (\%) = \frac{Error \cdot 100}{V.M} \quad \text{(Ecuación 4.11)}$$

Reciclado de las cánister

Una vez utilizada la cánister y tras su correcta medida, se recicla en una estufa (figura 4.10.), durante 24h. a 80 C, a fin de facilitar la eliminación de la humedad y el radón adsorbido en ella.



Figura 4.10: Estufa utilizada para el reciclado de las cánister (elaboración propia).

Para ello, la cánister se introduce en el interior de la estufa sin la tapadera y hacia arriba.

Para garantizar el proceso de reciclado, la estufa se verifica periódicamente con el termómetro HI93530N, para comprobar que se obtiene la temperatura deseada con el termostato de la estufa.

Normas ISO

Como complemento y apoyo para realizar las medidas de ^{222}Rn con cánister de carbón activo, se ha consultado las siguientes normas ISO:

- ISO/FDIS 11665-1. Origin of radon and its short-lived decay products and associated measurement methods. (ISO/FDIS 11665-1, 2012).

- ISO/FDIS 11665-2. Integrated measurement method for determining average potential alpha energy concentration of its short-lived decay products. (ISO/FDIS 11665-2, 2012).
- ISO/FDIS 11665-3. Spot measurement method of the potential energy concentration of its short-lived decay products. (ISO/FDIS 11665-3, 2012).
- ISO/FDIS 11665-4. Integrated measurement method for determining average activity concentration using passive sampling and delayed analysis. (ISO/FDIS 11665-4, 2012).

4.2.3.2. Método de medida de la concentración de ^{222}Rn en el interior mediante Alphaguard

Principio de funcionamiento

El Alphaguard, es un instrumento de medidas de concentraciones de ^{222}Rn en continuo. El procedimiento de medida se basa en la detección del radón y sus descendientes, del aire que ha entrado en el volumen de detección de la cámara de ionización que posee el equipo (figura 4.11).

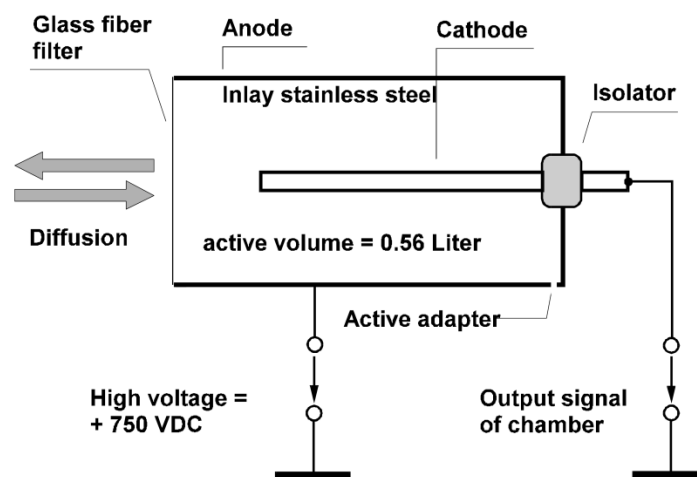


Figura 4.11: Esquema de funcionamiento del Alphaguard(Alphaguard manual, 2010).

El Alphaguard, es el único equipo que utiliza un mecanismo de difusión para la entrada del aire en la cámara. Esto lo hace especialmente utilizable, para la medida de gas radón en interiores, por su bajo nivel acústico y consumo eléctrico.

Equipo

Para medir concentraciones de radón en aire utilizando el método de lectura continua Alphaguard, se requiere el siguiente equipo:

- Instrumento de lectura de medida en continuo, Alphaguard(figura 4.12).
- Software dataExpert(DataExpert, 2007), para el procesado de datos.
- Cable de conexión, Alphaguard-PC.



Figura 4.12: Instrumento de lectura continua de ^{222}Rn , Alphaguard (elaboración propia).

Exposición

Consideraciones previas a la exposición

Si la duración de las exposiciones es inferior a una semana, las ventanas y las puertas exteriores deben permanecer cerradas durante al menos las doce horas previas a la colocación de los detectores, pudiéndose llevar a cabo únicamente las actividades habituales de entrada y salida de la vivienda o edificio procurando tener abierta la puerta el menor tiempo posible (CSN, 2010c).

Estas condiciones de edificio cerrado deben mantenerse durante toda la exposición.

Si existen sistemas de remedio activos (ventiladores o renovadores de aire), deben estar en funcionamiento desde doce horas antes de que se inicie la exposición.

Debe evitarse, en la medida de lo posible, realizar las exposiciones durante periodos de condiciones meteorológicas adversas, como tormentas fuertes y vientos intensos, que pueden provocar modificaciones sustanciales en los niveles habituales de radón.

Colocación del Alphaguard

El Alphaguard se situará a una altura de 100 cm sobre nivel del suelo, a una distancia de más de 30 cm de paredes exteriores y 10 cm de otros objetos, y nunca dentro de armarios. No pueden situarse próximos a corrientes de aire, ni exponerse directamente al sol o a otras fuentes de calor (CSN, 2010c).

Configuración del Alphaguard

Para la medida de concentración de ^{222}Rn en el interior de las viviendas, el Alphaguard, se configurará en "DIFF 60", si se desea recolectar datos cada hora, o "DIFF 10", si se desea recolectar datos cada 10 minutos.

Tiempo de exposición

Como es un método de lectura continua, puede estar expuesto el tiempo que se desee. Normalmente, para la medida de concentraciones de ^{222}Rn en interiores, los tiempos de exposición varían entre 2 días y un año.

Recogida del Alphaguard

El Alphaguard se recogerá una vez terminado el periodo de exposición.

Registro de la exposición

Al realizar una medida de radón con el Alphaguard, se registrará la siguiente información:

- Fecha y hora de comienzo y fin de exposición.
- Dirección completa del lugar de medida.
- Tipo de edificio, año de construcción, sistema de calefacción y/o aire acondicionado, existencia de sótanos o plantas subterráneas, presencia de humidificadores o filtros de aire y hábitos de los ocupantes.
- Circunstancias que puedan inducir a valores anómalos en las medidas (concentraciones elevadas de radón, condiciones meteorológicas atípicas).
- Esquema gráfico indicando la ubicación del Alphaguard.

Lectura

Para la lectura de la concentración de ^{222}Rn obtenido con el Alphaguard, se necesita el software dataexpert (DataExpert, 2007) y un PC.

Los datos se pueden exportar del Alphaguard al PC de dos formas: en tiempo real mientras se está realizando la medición, o una vez acabada ésta, se vuelcan al PC mediante un cable.

El Alphaguard proporciona las concentraciones medias de ^{222}Rn cada hora o cada 10 minutos, en función de la configuración establecida.

Los valores medidos se presentan como concentraciones medias de radón (Bq/m^3) durante el periodo de medida, junto con el valor de la incertidumbre expandida.

Normas ISO

Como complemento y apoyo para realizar las medidas de ^{222}Rn con Alphaguard, se ha consultado la siguiente norma ISO:

- ISO/FDIS 11665-5. Continuous measurement method of the activity concentration. (ISO/FDIS 11665-5, 2012).

Participación en ejercicios de Intercomparación

Para verificar la precisión del equipo de medida AlphaGuard, se ha participado en una intercomparación de monitores de gas radón en condiciones de campo, en el laboratorio de radiación natural de la mina de uranio de Saelices el Chico (Gutiérrez-Villanueva et al., 2016)., participando en la misma 52 equipos.

Durante el ejercicio de intercomparación, los equipos de medida se colocaron todos juntos en una sala con los parámetros ambientales controlados, del 11 al 15 de mayo de 2015. Los valores de cada uno de los equipos se compararon con los proporcionados por un equipo de referencia ATMOS12 calibrado en 2014 en las instalaciones de la agencia sueca de protección radiológica. Se realizaron exposiciones de 60 minutos a dos concentraciones de radón, calificadas de alta y baja por la organización.

En la tabla 4.2 se muestran los datos obtenidos con nuestro equipo AlphaGuard frente a los del equipo de referencia. Se observa en ambos casos una desviación estándar elevada debido a la variación diaria del radón.

Exposición	Equipo de Referencia (ATMOS12)	AlphaGuard (AG)	AG/ATMOS
Exposición 1 (baja)	163 ± 191	182 ± 112	1.12
Exposición 2 (alta)	9967 ± 8615	11510 ± 9014	1.15

Tabla 4.2. Valores medios y desviación estándar de los resultados proporcionados por el equipo de referencia (ATMOS12) y el nuestro (AlphaGuard), ambos en Bq/m³, en las exposiciones 1 (baja) y 2 (alta).

El cociente entre nuestro equipo y el de referencia es 1.12 y 1.15 respectivamente. De modo que se puede afirmar que nuestro equipo proporciona valores de actividad de radón entre 12-15 % por encima del valor de referencia, siendo este factor calificable de aceptable por nuestro laboratorio para la medida de radón.

Además, en este mismo ejercicio de intercomparación se realizó una correlación lineal entre los resultados proporcionados por cada equipo y los del equipo de referencia. Nuestro equipo presentó el mejor comportamiento lineal en ambas exposiciones, siendo el factor de corrección propuesto por los organizadores de 0.94490 para la exposición baja y 0.90875 para la exposición alta.

4.2.3.3. Método de medida de la concentración de ²²²Rn en el interior mediante electretes

Principio de funcionamiento

Los detectores de tipo electrete funcionan como sistemas integradores pasivos, dando una estimación de la concentración de radón en el aire promediada durante todo el periodo de exposición.

El sistema de detección consiste en una cámara que contiene un disco de un material dieléctrico (electrete), generalmente teflón, que previamente se ha cargado electrostáticamente. Cuando se expone el dispositivo al aire, el radón se difunde en la cámara a través de diversas aperturas provistas de filtros que impiden el paso de los aerosoles en suspensión y, por tanto, el de los descendientes de gas asociados a ellos.

Los iones generados de manera continua por la desintegración del gas radón que penetra en la cámara y de sus descendientes generados en el interior de ésta, se adhieren a la superficie del disco disminuyendo su potencial electrostático. Esta

reducción de potencial, que se mide mediante un voltímetro adaptado, es directamente proporcional a la concentración promedio de radón en el aire y a la duración del periodo de exposición. No obstante, los detectores son también sensibles a la radiación gamma de fondo. Por tanto, debe sustraerse a la reducción de potencial medida, una contribución de radón de fondo equivalente a la radiación gamma ambiental (CSN, 2013).

Tipos de electretes, cámaras y periodos de integración

Existen diversas combinaciones entre el tipo de electrete y la cámara donde va alojado para que sea su uso adecuado en tiempos de integración que varían de un día a un año.

Tipos de electretes(Manual E-Perm):

- Electretes de corto plazo (ST), tienen una alta sensibilidad, se usan principalmente para mediciones a corto plazo y se identifican con etiquetas azules(figura 4.14).



Figura 4.14:Electrete de corto plazo (ST) (elaboración propia).

- Electretes de largo plazo (LT), son menos sensibles que los de corto plazo, usados para mediciones de largo plazo y se identifican con etiquetas rojas (figura 4.15).



Figura 4.15: Electrete de largo plazo (LT) (elaboración propia).

Tipos de cámaras:

- La cámara estándar o S “S-Chamber”, es una cámara de 210ml de volumen interior, dotada de un mecanismo de “ON/OFF” (figura 4.16).



Figura 4.16: Cámara S-Chamber (elaboración propia).

- Cámara de bajo volumen “L-OO Chamber”, es una cámara de 53 ml de volumen interior, dotada de un mecanismo de “ON/OFF”(figura 4.17).



Figura 4.17: Cámara L-OO Chamber (elaboración propia).

Combinaciones entre electretes y cámaras y tiempos de integración (Manual E-Perm):

- SST: Electrete ST y cámara S. Tiempo de integración de 2 a 7 días.
- SLT: Electrete LT y cámara S. Tiempo de integración de 30 a 120 días.
- LST-OO: Electrete ST y cámara L-OO. Tiempo de integración de 30 a 91 días.
- LLT-OO: Electrete LT y cámara L-OO. Tiempo de integración de 91 a 365 días.

Equipo

Para medir concentraciones de radón en aire utilizando electretes en configuración cerrada, se requiere el siguiente equipo (CSN, 2013):

- Un sistema de detección cámara-electrete en función del periodo de exposición.
- Un voltímetro especialmente adaptado para medir la tensión de la superficie del electrete sin tocarlo (figura 4.18).

- Un dispositivo de almacenamiento de datos.
- Un contador proporcional sellado trabajando como dosímetro para la medida de la tasa de radiación gamma ambiental (ver apartado 4.2.2.1).



Figura 4.18: Voltímetro para medir la tensión de la superficie (elaboración propia).

Exposición

Consideraciones previas a la exposición

Si la duración de las exposiciones es inferior a una semana, las ventanas y las puertas exteriores deben permanecer cerradas durante al menos las doce horas previas a la colocación de los detectores, pudiéndose llevar a cabo únicamente las actividades habituales de entrada y salida de la vivienda o edificio procurando tener abierta la puerta el menor tiempo posible (CSN, 2010c).

Estas condiciones de edificio cerrado deben mantenerse durante toda la exposición.

Si existen sistemas de remedio activos (ventiladores o renovadores de aire), deben estar en funcionamiento desde doce horas antes de que se inicie la exposición.

Debe evitarse, en la medida de lo posible, realizar las exposiciones durante periodos de condiciones meteorológicas adversas como tormentas fuertes y vientos intensos, que pueden provocar modificaciones sustanciales en los niveles habituales de radón.

No se recomienda la utilización de electretes con un voltaje inferior a 200V (CSN, 2013).

Colocación del detector

Los detectores se situarán a una altura de 100 cm sobre nivel del suelo, a una distancia de más de 30 cm de paredes exteriores y 10 cm de otros objetos, y nunca dentro de armarios. No pueden situarse próximos a corrientes de aire, ni exponerse directamente al sol o a otras fuentes de calor (CSN, 2010c).

Recogida de detectores

Los detectores se recogerán al finalizar su periodo de exposición previsto.

Registro de la exposición

Al realizar una exposición con un detector, se registrará la siguiente información (CSN, 2010c):

- Código del electrete.
- Fecha y hora de comienzo y fin de exposición.
- Voltaje al inicio y al final de la exposición.
- Nivel de radiación gamma al comienzo o al final de la exposición.
- Dirección completa del lugar de medida.
- Tipo de edificio, año de construcción, sistema de calefacción y/o aire acondicionado, existencia de sótanos o plantas subterráneas, presencia de humidificadores o filtros de aire y hábitos de los ocupantes.
- Circunstancias que puedan inducir a valores anómalos en las medidas (concentraciones elevadas de radón, condiciones meteorológicas atípicas).
- Esquema gráfico indicando la ubicación los electretes.

Lectura

Consideraciones previas a la lectura

Los detectores deben ser analizados in situ o en el laboratorio, a la mayor brevedad posible tras su recogida, una vez finalizado el periodo de exposición.

Requisitos del análisis

Para determinar la concentración promedio (\bar{C}) durante el periodo de muestreo, la diferencia entre los potenciales del electrete medidos antes y después de la exposición (ΔV) debe dividirse por un factor de calibración (F) y por el tiempo de exposición (T). Al efectuar el cálculo, es necesario realizar, además, una corrección de fondo (B) debida a la sensibilidad de los electretes a la radiación gamma a la que están expuestos (CSN, 2013):

$$\bar{C} = \frac{\Delta V}{F.T} - B \quad (\text{Ecuación 4.12})$$

La corrección de fondo suele ser del orden de unos 30-40 Bq/m³. El nivel de radiación gamma debe estimarse a partir del promedio de varias medidas directas tomadas en el mismo recinto en el que se haya colocado el detector. Para convertir el nivel de radiación gamma en concentración de radón equivalente, puede aplicarse el factor facilitado por el fabricante ($f\gamma$) (CSN, 2013).

Expresión de resultados

Los valores medidos se presentan como concentraciones medias de radón (Bq/m^3) durante el periodo de medida, junto con el valor de la incertidumbre expandida.

La incertidumbre asociada a la concentración de radón se calculará de acuerdo a los criterios de la *Guía para la Expresión de la Incertidumbre de medida* (Guía, 2008) y teniendo en cuenta al menos las siguientes contribuciones:

- Incertidumbre asociada al factor de calibración FC, teniendo en cuenta su variabilidad con el periodo de exposición y con las condiciones ambientales.
- Incertidumbre asociada al proceso de medida (incluyendo la incertidumbre en los contajes del cartucho, y la incertidumbre asociada a la eficiencia de detección y al fondo)

En base a ello, la incertidumbre estándar asociada a \bar{C} puede obtenerse según la siguiente fórmula (CSN, 2013):

$$u(\bar{C}) = \sqrt{\frac{1}{(F.T)^2} u^2(\Delta V) + u^2(B) + (\bar{C} + B)^2 u^2(F)} \quad (\text{Ecuación 4.13})$$

Siendo: $u(X)$ = incertidumbre estándar asociada al resultado de la medida de la magnitud X.

La incertidumbre asociada a la lectura de la tensión puede obtenerse a partir de la siguiente fórmula (CSN, 2013):

$$u^2(\Delta V) = u^2(V_i) + u^2(V_f) = 2u^2(V) = 1/6 \quad (\text{Ecuación 4.14})$$

Control de calidad

Se recomienda que los laboratorios implicados en la realización de las medidas se adapten a los principios de la Norma ISO/IEC 17025 y de la Guía del CSN 11.01.

En particular para medidas de radón con electretes (CSN, 2013):

-Las comprobaciones rutinarias de los instrumentos que forman parte del control de calidad interno deben incluir el ajuste del voltímetro a 0, y el chequeo con un electrete especial de potencial constante al menos una vez por semana mientras que el voltímetro esté en uso. En la figura 4.19., se muestra el electrete utilizado para ajustar el voltímetro a 0 y los dos electretes de control.



Figura 4.19: Electrete utilizado para ajustar el voltímetro a 0 (arriba), y los dos electretes de control (debajo), (elaboración propia).

-En cuanto a los detectores de control, deberán investigarse las pérdidas de voltaje superiores a 1V por semana detectadas en las comprobaciones periódicas.

-El dispositivo experimental para medir la radiación gamma (el contador proporcional sellado actuando como dosímetro) también debe calibrarse periódicamente (ver apartado 4.2.2.1).

Normas ISO

Como complemento y apoyo para realizar las medidas de ^{222}Rn con electretes, se ha consultado las siguientes normas ISO:

- ISO/FDIS 11665-1. Origin of radon and its short-lived decay products and associated measurement methods. (ISO/FDIS 11665-1, 2012).
- ISO/FDIS 11665-2. Integrated measurement method for determining average potential alpha energy concentration of its short-lived decay products. (ISO/FDIS 11665-2, 2012).
- ISO/FDIS 11665-3. Spot measurement method of the potential energy concentration of its short-lived decay products. (ISO/FDIS 11665-3, 2012).
- ISO/FDIS 11665-4. Integrated measurement method for determining average activity concentration using passive sampling and delayed analysis. (ISO/FDIS 11665-4, 2012).

4.2.3.4. Comparación entre métodos de medida de concentración de ^{222}Rn en el interior

Para el presente estudio, se han utilizado técnicas pasivas, cánister de carbón activo y electretes, y una técnica de medida activa en continuo con el Alphaguard.

En la tabla 4.3., se muestran criterios aplicables a la elección del tipo de detector, para electretes y canister de carbón activo.

CONDICIONES	ELECTRETES	CÁNISTER
Para estimar concentraciones medias anuales se recomienda realizar medidas con periodos de exposición de al menos 3 meses.	X	
Medidas de unos pocos días de duración para evaluar con urgencia la situación.		X
Muestran una respuesta adecuada a variaciones de humedad, pero en condiciones extremas pueden afectar los resultados.	X	
Si la humedad ambiental llega a producir saturación, los resultados obtenidos no serían fiables.		X
En cuanto a temperatura, la respuesta es satisfactoria.	X	
Proporcionan resultados más representativos de la concentración de radón durante la última parte de la exposición.		X
Las concentraciones de partículas de polvo pueden falsear los resultados.	X	
Una concentración elevada de torón puede introducir errores.	X	

Tabla 4.3: Criterios aplicables para la elección del tipo de detector pasivo (CSN, 2013b).

El departamento de energía de los Estados Unidos, en 1995 publicó una intercomparación de los distintos métodos de medida, cuyos resultados se muestran en la figura 4.20.

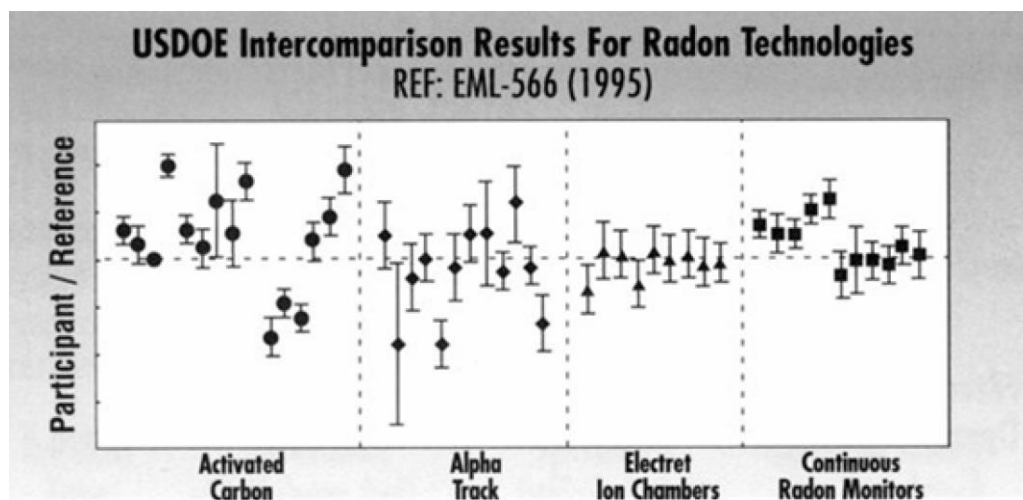


Figura 4.20: Intercomparación de los distintos métodos de medida de concentración de ^{222}Rn , publicado por el departamento de energía de Estados Unidos en 1995, (USDOE, 1995).

De su observación puede deducirse que los electretes constituyen el método de medida de ^{222}Rn con la tasa de éxito más elevada, aun cuando no parece que puede considerarse como inadecuado ninguno de estos procedimientos para el propósito con el que se usa en el presente estudio.

4.2.4. Método de medida de exhalación de ^{222}Rn en suelos

Principio de funcionamiento

Este método se basa en la estimación de la tasa de exhalación de ^{222}Rn de un suelo, en función de tres parámetros principales, la acumulación de ^{222}Rn en un recipiente durante un tiempo determinado, el volumen de dicho recipiente y la superficie del recipiente en contacto con el suelo.

Equipo

Para medir la exhalación de radón de un suelo mediante el método de lectura continua Alphaguard, se requiere el siguiente equipo (Alphaguard manual, 2010)(figura 4.21):

- Instrumento de lectura de medida en continuo, Alphaguard.
- Accesorio Alphapump (AlphaPUMP, 2001), para la extracción de gas del suelo.
- Conductos de goma y filtros para que fluya el gas.
- Recipiente de dimensiones conocidas para que se acumule el gas.
- Software dataExpert (DataExpert, 2007), para el procesamiento de datos.
- Cable de conexión, Alphaguard-PC.

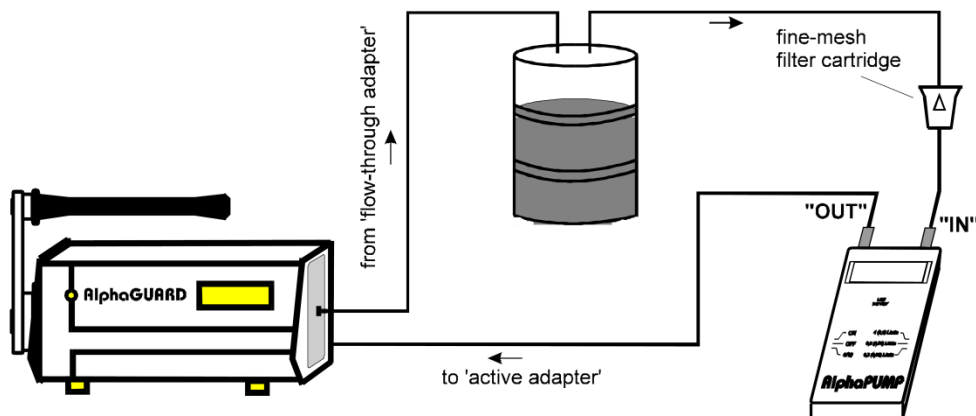


Figura 4.21: Disposición de la instrumentación para la medida de exhalación de ^{222}Rn mediante Alphaguard(Alphaguard manual, 2010).

Medición

Consideraciones previas a la medición

La cara abierta del recipiente se coloca en contacto con el suelo. La superficie del suelo se intentará que sea plana. Antes de medir, el alphaguard se purga con aire libre de radón para asegurar que la concentración de la actividad de radón es cercana a cero al inicio de la exposición.

Configuración del Alphaguard

Para la medida de exhalación de ^{222}Rn en suelos, el Alphaguard se configurará en "FLOW 10" para recolectar datos cada 10 minutos. En AlphaPump se configurará en 0,05 l/min.

Tiempo de medida

Como es un método de lectura continua, puede estar expuesto el tiempo que se desee. Normalmente los tiempos de medida varían entre una y tres horas.

Recogida de la instrumentación

La instrumentación se recogerá una vez terminado el periodo de exposición.

Registro de la exposición

Al realizar una exposición con el Alphaguard, se registra la siguiente información:

- Fecha y hora de comienzo y fin de exposición.
- Coordenadas del lugar de medida.
- Circunstancias que puedan inducir a valores anómalos en las medidas (concentraciones elevadas de radón, condiciones meteorológicas atípicas).

Lectura

El Alphaguard proporciona las concentraciones medias de ^{222}Rn cada 10 minutos.

Para la lectura de dichas concentraciones de ^{222}Rn obtenido con el Alphaguard, se necesita el software dataexpert (DataExpert, 2007) y un PC.

Los datos se exportan del Alphaguard al PC.

Para la estimación de la tasa de exhalación de la superficie, se utiliza la siguiente fórmula (ISO/FDIS 11665-6, 2012), que considera la zona lineal de la curva de saturación:

$$\phi = \frac{C(t) \cdot V}{S \cdot t} \quad \text{(Ecuación 4.15)}$$

Dónde: ϕ = Tasa de exhalación de la superficie ($\text{Bq}/\text{m}^2 \cdot \text{hora}$).

$C(t)$ = Concentración de ^{222}Rn en el tiempo de medida considerado (10 min).

V = Volumen efectivo del recipiente (m^3).

S = Superficie efectiva del recipiente (m^2).

t = Tiempo transcurrido desde el inicio del proceso de acumulación.

Los valores medidos se presentan como concentraciones medias de radón (Bq/m^3) durante el periodo de medida, junto con el valor de la incertidumbre expandida.

4.2.5. Método de medida de concentración de ^{222}Rn en suelos

Principio de funcionamiento

Este método se basa en la estimación de la concentración de ^{222}Rn de los suelos, a una profundidad concreta, utilizando el método de lectura Alphaguard y los accesorios necesarios para tal fin.

Equipo

Para medir la concentración de radón de un suelo a una profundidad concreta, mediante el método de lectura continua Alphaguard, se requiere el siguiente equipo (Alphaguard manual, 2010) (figura 4.22):

- Instrumento de lectura de medida en continuo, Alphaguard.
- Accesorio Alphapump (AlphaPUMP, 2001), para la extracción de gas del suelo.
- Conductos de goma y filtros para que fluya el gas.
- Sonda con accesorios para penetrar en el terreno.
- Maza para golpear la sonda.
- Metro.
- Software dataExpert (DataExpert, 2007), para el procesado de datos.
- Cable de conexión, Alphaguard-PC.

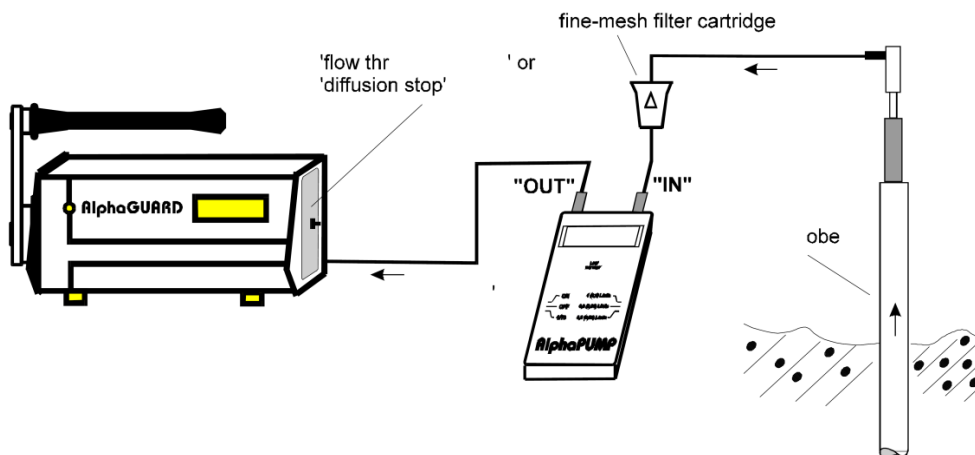


Figura 4.22: Disposición de la instrumentación para la medida de concentración de ^{222}Rn en suelos mediante Alphaguard (Alphaguard manual, 2010).

Medición

Consideraciones previas a la medición

El suelo a medir estará libre de rocas superficiales para asegurar la penetración de la sonda. Antes de medir, el Alphaguard se purga con aire libre de radón para asegurar que la concentración de la actividad de radón es cercana a cero al inicio de la exposición.

Configuración del Alphaguard

Para la medida de concentración de ^{222}Rn en suelos, el Alphaguard se configurará en "FLOW 1" para recolectar datos cada 1 minuto. En AlphaPump se configurará en 0,05 l/min.

Tiempo de medida

Como es un método de lectura continua, puede estar expuesto el tiempo que se desee. Normalmente por cada medida se emplea un tiempo aproximado de 10 minutos, con el fin de recolectar 10 datos.

Recogida de la instrumentación

La instrumentación se recogerá una vez terminado el periodo de medida.

Registro de la exposición

Al realizar una exposición con el Alphaguard, se registrará la siguiente información:

- Fecha y hora de comienzo y fin de exposición.
- Coordenadas del lugar de medida.
- Profundidad de la sonda.
- Circunstancias que puedan inducir a valores anómalos en las medidas (concentraciones elevadas de radón, condiciones meteorológicas atípicas).

Lectura

Para la lectura de la concentración de ^{222}Rn en un suelo a una profundidad concreta, obtenido con el Alphaguard, se necesita el software dataexpert (DataExpert, 2007) y un PC.

Los datos se pueden exportar del Alphaguard al PC.

El Alphaguard proporciona las concentraciones medias de ^{222}Rn cada minuto.

Los valores medidos se presentarán como concentraciones medias de radón (Bq/m^3) durante el periodo de medida, junto con el valor de la incertidumbre expandida.

4.3. CRONOGRAMA DE ACTUACIÓN

Cronograma de actuación de una vivienda y dos suelos.

En cada municipio se han medido sistemáticamente diversos parámetros radiológicos/dosimétricos en cinco suelos y tres viviendas. El tiempo transcurrido entre la preparación de la instrumentación, la toma de datos, y procesado de información para una vivienda y dos suelos es de aproximadamente dos semanas. En simultaneo a las medidas de radón en las poblaciones elegidas de las comarcas del Valle del Jerte y La Vera, se ha medido la concentración de dicho gas en una estancia de una vivienda de Plasencia, que se ha tomado como referencia para poder evaluarla dependencia estacional de los niveles del radón.

Días anteriores a la medición

Se organiza y prepara toda la instrumentación: se cargan las baterías, se carga de nitrógeno líquido el detector de HPGe, se reciclan las canister usadas y se pesan, se purga el Alphaguard con aire libre de radón, para asegurar que la concentración de la actividad de radón es cercana a cero al inicio de la exposición, se limpia de tierra la instrumentación de toma de muestras de suelo, y se hace un recuento de toda la instrumentación antes de salir de viaje.

Dos días antes al inicio de la medición en el interior de las viviendas, se cierran las puertas y ventanas de la estancia elegida para el análisis, y las de la estancia de Plasencia.

1º Día de medición

Se recoge en el laboratorio toda la instrumentación y se sale hacia Plasencia. Se colocan dos canister en la estancia de Plasencia que se utiliza de referencia y se sale hacia la población elegida del Valle del Jerte o la Vera. Se llega a un terreno aledaño a la población y se comienza midiendo la exhalación con la cámara de ionización, Alphaguard, y mientras, se mide la tasa de dosis debido a la radiación gamma ambiental con el contador proporcional sellado y se recogen las muestras de suelo. Cuando se termina de medir la exhalación, se mide la concentración de radón a una profundidad concreta, de nuevo con el Alphaguard. Al terminar de medir en el terreno se sale hacia la vivienda, donde se colocan simultáneamente dos canister y el Alphaguard, dejándolos expuestos durante 48h aproximadamente. Se mide la tasa de dosis a la radiación gamma ambiental con el contador proporcional sellado y se parte hacia el laboratorio para dejar la instrumentación.

2º Día de medición

Se recoge en el laboratorio toda la instrumentación y se sale hacia Plasencia. Se recogen las dos canister de la estancia de Plasencia y se sale hacia la población elegida del Valle del Jerte o la Vera. En la vivienda se recogen las dos canister y el Alphaguard, se coloca el detector de HPGe y se deja midiendo. Se va hacia un terreno aledaño a la población para repetir el proceso de medida antes descrito en el día de medida 1 (medida de exhalación, tasa de dosis, recogida de

muestra de suelo y medida de radón a una profundidad concreta). Al terminar, se sale hacia la vivienda, se recoge el detector de HPGe, se mide la tasa de dosis a la radiación gamma ambiental con el contador proporcional sellado y se croquiza la estancia tomando nota de las dimensiones, características constructivas, posición de los instrumentos, y fotos de la vivienda. Se parte hacia el laboratorio para dejar la instrumentación.

Días posteriores a la medición

Una vez realizada la medición *in situ*, se realiza en el laboratorio la medida por espectrometría gamma de las cánister y de las muestras de suelo, se recaba la información contenida en el Alphaguard y en el espectrómetro gamma asociado al detector de HPGe, y se lleva a cabo el análisis y la organización de los datos obtenidos.

Durante todo el periodo de toma de datos se ha recogido información complementaria sumamente valiosa para la interpretación de los resultados, relativa a la temperatura, precipitación y presión atmosférica de los municipios objeto del presente estudio facilitados por la AEMET (AEMET, 2016).

Cronograma de actuación de la medida de concentración de ^{222}Rn en un año

Durante un año completo se ha medido periódicamente la concentración de ^{222}Rn en la estancia seleccionada en una vivienda unifamiliar de Plasencia con electretes y cánister. Uno de los objetivos perseguidos con esta medida es el de poder diseñar el protocolo de medidas más adecuado que facilite, con la mayor precisión que sea razonablemente aconsejable obtener, la concentración media anual.

Medida de un año con electretes

Durante un año completo se ha expuesto en la estancia de Plasencia dos electretes, en configuración LLT-OO (Electrete LT y cámara L-OO). Estando comprendido el periodo de exposición del 1 de marzo de 2016 al 28 de febrero de 2017.

Medida de cuatro meses con electretes

Durante periodos de cuatro meses, a lo largo de un año completo, se han expuesto en la estancia de Plasencia dos electretes, en configuración SLT (Electrete LT y cámara S).

Los periodos de exposición han sido los siguientes:

- 1º: del 1 de marzo de 2016 al 30 de junio de 2016.
- 2º: del 30 de junio de 2016 al 31 de octubre de 2016.
- 3º: del 31 de octubre de 2016 al 28 de febrero de 2017.

Medida de tres meses con electretes

Durante periodos de tres meses, a lo largo de un año completo, se han expuesto en la estancia de Plasencia dos electretes, en configuración LST-OO (Electrete ST y cámara L-OO).

Los periodos de exposición han sido los siguientes:

- 1º: del 1 de marzo de 2016 al 31 de mayo de 2016.
- 2º: del 31 de mayo de 2016 al 31 de agosto de 2016.
- 3º: del 31 de agosto de 2016 al 30 de noviembre de 2016.
- 4º: del 30 de noviembre de 2016 al 28 de febrero 2017.

Medida de dos días al mes con electretes y cánister

Durante periodos de dos días al mes, a lo largo de un año completo, se han expuesto en la estancia de Plasencia dos electretes, en configuración SST (Electrete ST y cámara S), y dos canister en simultaneo.

Los periodos de exposición han sido los siguientes:

- 1º: del 16 al 18 de marzo de 2016.
- 2º: del 13 al 15 de abril de 2016.
- 3º: del 11 al 13 de mayo de 2016.
- 4º: del 20 al 22 de junio de 2016.
- 5º: del 15 al 17 de julio de 2016.
- 6º: del 16 al 18 de agosto de 2016.
- 7º: del 9 al 11 de septiembre de 2016.
- 8º: del 12 al 14 de Octubre de 2016.
- 9º: del 18 al 20 de noviembre de 2016.
- 10º: del 16 al 18 de diciembre de 2016.
- 11º: del 13 al 15 de enero de 2017.
- 12º: del 10 al 12 de febrero de 2017.

Durante todo el periodo de toma de datos se ha recogido información complementaria sumamente valiosa para la interpretación de los resultados, de temperatura, precipitación y presión atmosférica facilitados por la AEMET (AEMET, 2016).

4.4. HOJAS DE TOMA DE DATOS

Con el fin de ordenar los datos obtenidos en la toma de muestras, se han creado tres tablas: una para la toma de los datos recabados en las viviendas, otra para la toma de los datos recogidos de los suelos y la última para la toma de los datos necesarios en la medida de radón con electretes durante el periodo de un año en la estancia de la vivienda unifamiliar de Plasencia.

En la tabla 4.4., se muestra la hoja de toma de datos utilizada por cada vivienda.

HOJA DE TOMA DE DATOS POR VIVIENDA					
TOMA DE DATOS DE LA VIVIENDA – ESTANCIA ELEGIDA PARA EL ANÁLISIS					
Municipio		Dirección vivienda		Año de construcción	
Situación estancia		Uso estancia		Año de rehabilitación y tipo	
TOMA DE DATOS PARA LA MEDIDA DE ²²² Rn CON CANISTER DE CARBÓN ACTIVO					
Situación	Código	Masa _o (gr)	Masa _f (gr)	Fecha/hora inicio exposición	Fecha/hora fin exposición
TOMA DE DATOS PARA LA MEDIDA DE ²²² Rn CON ALPHAGUARD					
Situación	Configuración		Fecha/hora inicio exposición	Fecha/hora fin exposición	
TOMA DE DATOS PARA LA MEDIDA TASA DE DOSIS CON DOSÍMETRO					
Situación	Nº de medida	Tiempo por medida	Fecha/hora de medida	Tasa de dosis (µsv/h)	
	1				
	2				
	3				
	1				
	2				
	3				
TOMA DE DATOS PARA LA MEDIDA CON DETECTOR HPGE					
Situación	Código de archivo/carpeta		Fecha/hora inicio exposición	Fecha/hora fin exposición	
CROQUIS DE LA ESTANCIA – DIMENSIONES – SITUACIÓN DE INSTRUMENTACIÓN					
DESCRIPCIÓN CONSTRUCTIVA DE LA ESTANCIA					

Tabla 4.4: Hoja de toma de datos por cada vivienda

En la tabla 4.5., se muestra la hoja de toma de datos utilizada por cada suelo.

HOJA DE TOMA DE DATOS POR SUELO				
TOMA DE DATOS DEL SUELO ELEGIDO PARA EL ANÁLISIS				
Municipio	Nombre del suelo (cod)		Coordenadas	
TOMA DE DATOS PARA LA MEDIDA DE EXHALACIÓN DE ²²² Rn CON ALPHAGUARD				
Configuración	Fecha/hora inicio medida		Fecha/hora fin medida	
TOMA DE DATOS PARA LA MEDIDA DE ²²² Rn CON ALPHAGUARD				
Configuración	Nº de medida	Profundidad sonda (cm)	Fecha/hora inicio medida	Fecha/hora fin medida
	1			
	2			
	3			
TOMA DE DATOS PARA LA MEDIDA TASA DE DOSIS CON DOSÍMETRO				
Fecha/hora de medida	Nº de medida	Tiempo por medida (min)	Tasa de dosis (μ sv/h)	
	1			
	2			
	3			
TOMA DE DATOS PARA LA RECOGIDA DE MUESTRA DE SUELO				
Código de la muestra		Fecha/hora recogida de la muestra		

Tabla 4.5: Hoja de toma de datos utilizada por cada suelo

En la tabla 4.6., se muestra la hoja de toma de datos para la medida de ²²²Rn con electretes.

HOJA DE TOMA DE DATOS PARA MEDIDA DE ²²² Rn - ELECTRETES					
TOMA DE DATOS DE LA VIVIENDA – ESTANCIA ELEGIDA PARA EL ANÁLISIS					
Municipio		Dirección vivienda		Año de construcción	
Situación estancia		Uso estancia		Año de rehabilitación y tipo	
TOMA DE DATOS PARA LA MEDIDA DE ²²² Rn CON ELECTRETES					
Código	Configuración	V ₀	V _f	Fecha/hora inicio exposición	Fecha/hora fin exposición

Tabla 4.6: Hoja de toma de datos utilizada para la medida de ²²²Rn con electretes

4.5. PROCEDIMIENTOS DE MEDIDA Y TOMA DE DATOS

4.5.1. Procedimientos de medida y toma de datos en el interior de las viviendas

4.5.1.1. Procedimiento de toma de datos para la medida de radón en el interior de las viviendas

Para realizar una medida de concentración de ^{222}Rn en el interior de las estancias, se utilizan dos cánister de carbón activo para la estancia elegida como de referencia en Plasencia, y otras dos junto con el método de lectura continua Alphaguard, en la estancia de la vivienda elegida en un municipio de las comarcas del Valle del Jerte o La Vera.

Dos días antes del inicio de la medición, se cierran las puertas y ventanas de las estancias a medir, para evitar flujos de aire, y que de esta forma se propicie la acumulación de radón en su interior. Previo al inicio de la exposición, las cánister de carbón activo se pesan en una balanza para obtener la masa, y el detector Alphaguard, se purga con aire libre de radón para asegurar que la concentración de la actividad de radón es cercana a cero al inicio de la exposición.

En la estancia de Plasencia, se colocan las dos cánister, abiertas con la parte expuesta hacia arriba, a una altura del suelo de 1m, anotándose la fecha y hora de inicio de exposición. La situación de las cánister en esta estancia, es siempre en el centro de la misma.

En la figura 4.23., se muestran dos canister en su periodo de exposición.



Figura 4.23: Cánister expuestas (elaboración propia).

En la estancia del municipio de la comarca del Valle del Jerte o La Vera, se colocan las dos cánister, abiertas con la parte expuesta hacia arriba, a una altura del suelo de 1m, anotándose la fecha y hora de inicio de exposición y su situación en la estancia. En simultaneo con las canister y junto a ellas, se coloca el Alphaguard, configurado en “difusión 60 minutos”.

Una vez transcurrido el periodo de exposición, de aproximadamente 48h., se cierran y precintan las cánister, y se apaga el Alphaguard, anotando la fecha y hora de fin de exposición.

En el laboratorio, se pesan las canister en la misma balanza para obtener su masa final, se miden por espectrometría gamma y se obtienen los resultados de la concentración de radón.

Para recolectar los datos de concentración de ^{222}Rn almacenados en el Alphaguard, se conecta éste al PC mediante su correspondiente cableado, pudiendo visualizar dichos datos a través del software dataExpert.

4.5.1.2. Procedimiento de toma de datos para la medida de tasa de dosis por irradiación externa en el interior de las viviendas

En el interior de la estancia a medir, se coloca el trípode, y sobre él el contador proporcional sellado, véase apartado 4.2.2.1., de tal forma que quede a una altura de 1m. del suelo.

Se conecta el contador proporcional sellado a una escala mediante un cable. Se enciende la escala, que está programada para realizar medidas de 3 minutos y obtener datos en $\mu\text{sv/h}$.

Se realizan tres medidas seguidas de tres minutos cada una, anotando los resultados obtenidos y la situación del contador proporcional sellado en la estancia.

En la figura 4.24., se muestran el contador proporcional sellado y la escala midiendo en el interior.



Figura 4.24: Contador proporcional sellado midiendo en interior (elaboración propia).

4.5.1.3. Procedimiento de toma de datos para la medida de la actividad que se percibe por irradiación externa, mediante la correspondiente espectrometría y in situ llevado a cabo con un detector portátil de germanio de alta pureza en el interior de las viviendas.

Dos días antes del inicio de las medidas, se carga de nitrógeno líquido el detector de germanio hiperpuro (HPGe).

En el interior de la estancia a medir, se coloca el trípode, y sobre él el detector HPGe, con el sensor hacia el suelo, de tal forma que quede a una altura de 1m.

Se conecta el detector al inspector, y este a su vez a un ordenador portátil. Se abre el programa "Genie 2000", se polariza y se comienza la medición.

Al transcurso de tres horas aproximadamente, se para la medición, se despolariza y se guarda el espectro conseguido. Se recoge la instrumentación.

En el laboratorio, se procesan los datos obtenidos, ver apartado 4.2.1.3.

En la figura 4.25., se muestra el detector de HPGe midiendo en el interior de una vivienda.



Figura 4.25: Detector de HPGe midiendo en el interior de una vivienda (elaboración propia).

4.5.2. Procedimiento de toma de datos en los suelos aledaños de los municipios

4.5.2.1. Procedimiento de toma de datos para la medida de exhalación de radón en suelos

Previo al inicio de la medida, el Alphaguard se purga con aire que puede considerarse libre de radón, para asegurar que la concentración de la actividad de radón que entonces registrasea cercana a cero.

Se limpia el suelo de maleza consiguiendo una superficie plana, donde se coloca el recipiente, que tiene una superficie en contacto con el suelo de $0,04374 \text{ m}^2$, y un volumen de $0,00588 \text{ m}^3$ (figura 4.26), cuidando que no existan huecos de entrada de aire libre que falsee la exhalación desde el suelo.



Figura 4.26: Recipiente utilizado para la medida de exhalación de ^{222}Rn en suelos (elaboración propia).

Una vez colocado el recipiente, se conecta al Alphaguard y al Alphapump, mediante unas gomas y filtros. Se configura el Alphaguard en "flow 10 minutos", y el Alphapump en $0,05 \text{ l/min}$ (figura 4.27).



Figura 4.27: Colocación de la instrumentación para medida de exhalación de ^{222}Rn en suelos (elaboración propia).

Se inicia la medición, y el gas radón que exhala del suelo se va acumulando en el recipiente. Este proceso dura de una a tres horas.

Cuando la medida de concentración de radón que marca el Alphaguard sea constante en al menos tres medidas consecutivas, quiere decir que el recipiente está saturado y que se ha llegado al equilibrio con la exhalación de radón desde el suelo, pudiendo dar por finalizada la medida. Se apaga el Alphaguard y el Alphapump y se recoge la instrumentación.

Para recolectar los datos de concentración de ^{222}Rn , referentes a su exhalación en suelos, almacenados en el Alphaguard, se conecta éste al PC mediante su correspondiente cableado, pudiendo visualizar dichos datos a través del software dataExpert.

4.5.2.2. Procedimientos de toma de datos para la medida de radón en suelos.

Previo al inicio de la medida, el Alphaguard se purga con aire que pueda considerarse como libre de radón para asegurar que la concentración de la actividad de radón que en ese momento se registra sea cercana a cero.

Se limpia el suelo de maleza consiguiendo una superficie plana, donde se coloca la sonda (figura 4.28), que se golpea con una maza hasta llegar a una profundidad concreta. Normalmente, las profundidades utilizadas en el estudio varían de 10 a 50cm, dependiendo de las características del suelo, generalmente granítico que impide con frecuencia alcanzar una misma profundidad en todos los puntos de muestreo planificados.



Figura 4.28: Sonda utilizada para la medida de ^{222}Rn en suelos (elaboración propia).

Una vez colocada la sonda, se conecta al Alphaguard y al Alphapump, mediante las correspondientes gomas y filtros. Se configura el Alphaguard en “flow 1 minuto”, y el Alphapump en 0,05 l/min.(figura 4.29).



Figura 4.29: Colocación de la instrumentación para la medida de ^{222}Rn en suelos (elaboración propia).

Se inicia la medición, y se van obteniendo datos cada minuto, siendo la duración total de cada medición, de aproximadamente 10 minutos. Se realiza esta operación dos veces más en puntos de suelo separados entre sí una distancia de 15-20 cm del anterior, con el fin de a partir de los correspondientes valores medios, obtener valores mínimamente representativos de la concentración de radón en cada uno de los suelos seleccionados para el estudio.

Se anotan las profundidades obtenidas en los tres puntos (se intenta que en las tres medidas la sonda quede a la misma profundidad).

Para recolectar los datos de concentración de ^{222}Rn almacenados en el Alphaguard, se conecta éste al PC mediante su correspondiente cableado, pudiendo visualizar dichos datos a través del software dataExpert.

4.5.2.3. Procedimiento de toma de datos para la medida de actividad en suelos

Previo al inicio de la recogida de muestras, se limpia el suelo elegido de maleza, quedando la superficie plana al descubierto.

Se coloca un perfil metálico cuadrado, de superficie 850cm^2 y altura $4,5\text{cm.}$, hincado en el suelo ayudado de un martillo (figura 4.30).



Figura 4.30: Perfil metálico colocado en suelo y martillo (elaboración propia).

Se recoge la muestra de suelo que queda en el interior del perfil en una bolsa hermética. Se anota la fecha y hora de recogida de la muestra (figura 4.31).



Figura 4.31: Instrumentación para la recogida de muestras de suelo (elaboración propia).

Esta operación se repite 3 o 5 veces, tomando en el primer caso los suelos en línea recta y en el siguiente en los vértices de un cuadrado y en el centro, siendo la separación entre dichos lados del cuadrado o de los puntos alineados entre 40 a 75

cm., para formar con todos ellos una muestra representativa de los suelos superficiales de la zona seleccionada. La geometría seleccionada y la distancia entre los puntos depende de las características concretas de cada zona a muestrear.

Una descripción detallada del procedimiento antes descrito se realiza en el procedimiento interno del LARUEX PL-22 (PL-22, 2015).

Se lleva la muestra al laboratorio, donde se procesa, se mide por espectrometría gamma y se obtienen los resultados.

4.5.2.4. Procedimiento de toma de datos para la medida de tasa de dosis por irradiación externa en el exterior.

En el suelo a medir, se coloca el trípode y se nivela, y sobre éste el contador proporcional sellado, de tal forma que quede a una altura de 1m. del suelo.

Se conecta el dosímetro a una escala mediante el cable que le proporciona la tensión y permite la recogida de las señales de carga que genera. Se enciende la escala, que está programada y calibrada para realizar medidas de 3 minutos y obtener los resultados de la tasa de dosis en $\mu\text{sv/h}$.

En cada punto, se realizan tres medidas seguidas de tres minutos cada una, anotando los resultados obtenidos, así como indicar para la situación sus coordenadas.

En la figura 4.32., se muestra la instrumentación para la medida de tasa de dosis por irradiación externa.



Figura 4.32: Instrumentación para la medida de tasa de dosis por irradiación externa (elaboración propia).

4.5.3. Otros procedimientos

4.5.3.1. Procedimiento de toma de datos de variables meteorológicas

Cada semana, se ha recabado información referente a temperatura y precipitación atmosférica de la estación meteorológica de Plasencia.

Estos datos se han obtenido de la web de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET, 2016)(figura 4.33).

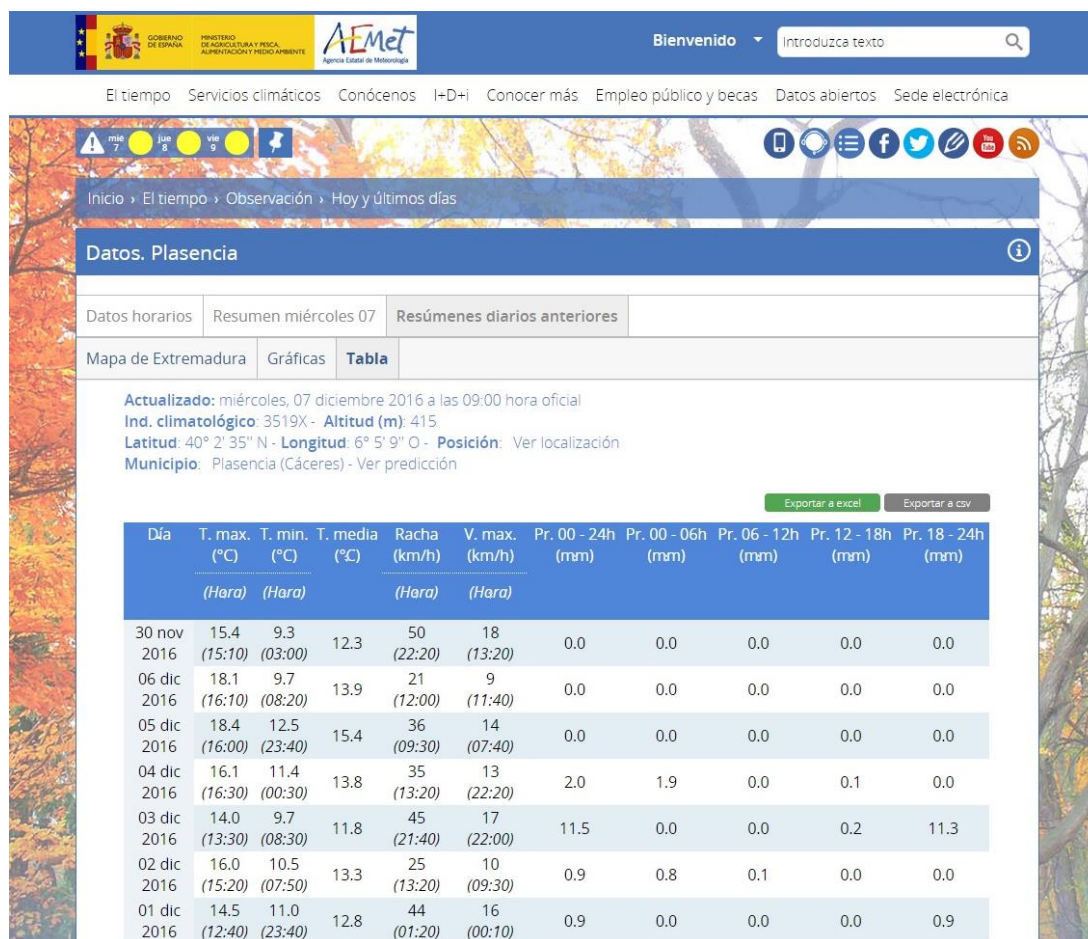


Figura 4.33: Web de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET, 2016). Recolección de datos climáticos de la estación meteorológica de Plasencia.

4.5.3.2. Procedimiento de toma de datos de las características constructivas de las viviendas

Los datos recabados referentes a las viviendas en donde se sitúa la estancia analizada son:

- **Municipio y comarca:** tomado in situ
- **Dirección:** tomado in situ y contrastado con sede electrónica de catastro.
- **Año de construcción:** Tomado de la sede electrónica de catastro y contrastado con información obtenida del propietario de la vivienda.
- **Año de rehabilitación y tipo si hubiera:** Tomado de la sede electrónica de catastro y contrastado con información obtenida del propietario de la vivienda.
- **Nº de plantas:** tomado in situ y contrastado con sede electrónica de catastro.

Los datos recabados referentes a la estancia analizada son:

- **Ubicación dentro de la vivienda:** tomado in situ.
- **Dimensiones (Superficie, altura y volumen):** tomado in situ mediante láser métrico
- **Uso:** tomado in situ y contrastado con información obtenida del propietario de la vivienda.
- **Características constructivas de la envolvente de la estancia:** tomadas in situ y contrastadas con dos documentos elaborados por la Consejería de Fomento, Vivienda, Ordenación del Territorio y Turismo del Gobierno de Extremadura, (ProyectoEdea, 2014) y (ProyectoEdea, 2014b)

4.5.3.3. Procedimiento de toma de datos para la medida de la concentración anual de radón.

Para realizar la medida de la concentración de ^{222}Rn durante un año completo en la estancia seleccionada de la vivienda de Plasencia, empleada como referencia a lo largo del estudio, se han utilizado diferentes captadores tipo electrete, ver apartado 4.2.3.3., utilizando a efectos de comparación entre ellos y con las otras técnicas de medida empleadas.

Para poder acotar experimentalmente la variabilidad de los resultados que se obtienen, cada una de las estrategias de medida seleccionadas que se detallan a continuación, se llevan a cabo colocando y posteriormente leyendo los resultados de parejas de electretes colocados simultáneamente en el mismo punto de la estancia a analizar y a 1m. de altura sobre su suelo. Es decir:

1. Un par de electretes expuestos durante un año completo.
2. Tres pares de estos equipos expuestos cada uno de ellos durante cuatro meses.
3. Cuatro pares de electretes expuestos cada uno de ellos durante tres meses.

4. Finalmente doce pares de electretes expuestos cada uno durante dos días por mes.

Simultáneamente, a la medida de dos días, se han colocado dos cánister de carbón activo como se describe en el apartado 4.5.1.1. de la tesis.

Concretamente, la configuración electrete/cámara utilizada para la medida de un año es LLT-OO (es decir, electrete LT y cámara L-OO), para las medidas de cuatro meses es SLT (es decir, electrete LT y cámara S), para las medidas de tres meses es LST-OO (es decir, electrete ST y cámara L-OO) y para las medidas de dos días es SST (es decir, electrete ST y cámara S).

Al inicio y al final de la exposición se ha anotado el voltaje y la fecha/hora.

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1. CARACTERIZACIÓN RADIOLÓGICA Y DOSIMÉTRICA DE LOS SUELOS

5.1.1. Niveles de actividad en los suelos superficiales del área de estudio

Suelo	Fecha de medida	²²⁶ Ra (Bq/kg)	²³² Th (Bq/kg)	⁴⁰ K (Bq/kg)	¹³⁷ Cs (Bq/kg)
Piornal 1	30/04/2014	124 ± 8	110 ± 9	950 ± 68	43 ± 3
Piornal 2	02/05/2014	115 ± 8	117 ± 8	1010 ± 72	43 ± 3
Piornal 3	14/05/2014	107 ± 7	101 ± 6	935 ± 67	39 ± 3
Piornal 4	16/05/2014	140 ± 10	75 ± 6	1130 ± 80	1 ± 1
Piornal 5	28/05/2014	124 ± 8	83 ± 6	946 ± 68	17 ± 1
El Torno 1	11/06/2014	165 ± 10	63 ± 6	1360 ± 97	1 ± 1
El Torno 2	13/06/2014	139 ± 11	95 ± 7	1078 ± 84	12 ± 1
El Torno 3	25/06/2014	99 ± 8	76 ± 6	1107 ± 87	8 ± 1
El Torno 4	27/06/2014	93 ± 8	71 ± 6	1233 ± 97	2 ± 1
El Torno 5	09/07/2014	121 ± 8	60 ± 4	1180 ± 84	10 ± 1
Casas del Castañar 1	06/02/2015	130 ± 8	113 ± 8	1220 ± 87	3 ± 1
Casas del Castañar 2	18/02/2015	103 ± 7	110 ± 8	877 ± 63	11 ± 1
Casas del Castañar 3	20/02/2015	121 ± 8	105 ± 8	1200 ± 86	10 ± 1
Casas del Castañar 4	28/02/2015	119 ± 8	107 ± 8	927 ± 66	6 ± 1
Casas del Castañar 5	01/03/2015	131 ± 8	72 ± 6	1300 ± 93	9 ± 1
Rebollar 1	04/03/2015	115 ± 8	85 ± 6	1240 ± 89	17 ± 1
Rebollar 2	06/03/2015	149 ± 10	137 ± 9	1030 ± 73	5 ± 1
Rebollar 3	20/03/2015	160 ± 10	68 ± 5	1200 ± 87	1 ± 1
Rebollar 4	17/04/2015	114 ± 9	96 ± 7	1171 ± 92	3 ± 1
Jerte 1	16/03/2016	93 ± 7	78 ± 6	1076 ± 84	13 ± 1
Jerte 2	18/03/2016	130 ± 11	93 ± 7	1202 ± 94	11 ± 1
Jerte 3	30/03/2016	61 ± 5	61 ± 6	1058 ± 83	2 ± 1
Jerte 4	01/04/2016	76 ± 6	61 ± 6	1126 ± 88	3 ± 1
Jerte 5	15/04/2016	98 ± 8	116 ± 8	1088 ± 85	10 ± 1
Cabezuela del Valle 1	27/04/2016	166 ± 13	124 ± 10	1242 ± 97	2 ± 1
Cabezuela del Valle 2	29/04/2016	101 ± 8	93 ± 7	938 ± 74	5 ± 1
Cabezuela del Valle 3	13/05/2016	77 ± 6	93 ± 7	1011 ± 71	4 ± 1
Cabezuela del Valle 4	23/05/2016	127 ± 11	108 ± 9	1087 ± 85	14 ± 1
Cabezuela del Valle 5	25/05/2016	80 ± 7	69 ± 5	1067 ± 83	2 ± 1
Tornavacas 1	06/06/2016	104 ± 9	99 ± 7	1455 ± 114	4 ± 1
Tornavacas 2	08/06/2016	88 ± 7	86 ± 7	1294 ± 101	11 ± 1
Tornavacas 3	22/06/2016	83 ± 7	87 ± 7	989 ± 77	10 ± 1
Tornavacas 4	04/07/2016	84 ± 7	78 ± 6	991 ± 77	42 ± 3
Tornavacas 5	06/07/2016	60 ± 5	56 ± 5	955 ± 75	2 ± 1
Guijo Sta. Bárbara 1	01/08/2016	68 ± 6	114 ± 9	1128 ± 88	23 ± 2
Guijo Sta. Bárbara 2	03/08/2016	61 ± 5	114 ± 9	1192 ± 93	5 ± 1
Guijo Sta. Bárbara 3	03/08/2016	75 ± 6	104 ± 8	1019 ± 80	15 ± 2
Guijo Sta. Bárbara 4	09/08/2016	77 ± 7	172 ± 14	1049 ± 82	2 ± 1
Guijo Sta. Bárbara 5	09/08/2016	68 ± 6	118 ± 10	1209 ± 95	11 ± 1

Tabla 5.1: Relación de los niveles de actividad obtenidos en los 5 suelos superficiales elegidos en los entornos de cada una de las poblaciones cuyas viviendas han sido sometidas a estudio.

En primer lugar, en la tabla 5.1 se muestran los niveles de actividad que poseen los 5 suelos superficiales captados en los entornos de todas las poblaciones (salvo en la de

Rebollar, en la que por las dificultades de dichos terrenos sólo fue posible obtener 4 muestras de suelo) cuyas viviendas son objeto del presente estudio. Estos niveles se obtienen a partir de los correspondientes análisis de los espectros gamma realizados en el laboratorio de baja actividad del LARUEX, de los que se deduce la actividad del ^{226}Ra (a partir de las que poseen el ^{214}Bi y el ^{214}Pb tras reestablecerse su equilibrio secular), la del ^{232}Th (a partir de la medida del ^{228}Ac y del ^{208}Tl tras corregir el resultado por su razón de ramificación) y las del ^{40}K y ^{137}Cs , tras la medida de los correspondientes fotopicos en cada espectro.

Con el fin de facilitar el análisis conjunto de dichos resultados, en la tabla 5.2 se presentan para cada población y para todas ellas en conjunto, los valores medios de los mismos (en las de Jerte y Cabezuela del Valle al pertenecer los suelos a 2 diferentes geologías, se aportan los valores medios para cada una de ellas) y la dispersión estándar, expresada ésta en tantos por cien.

Municipio	Geología	^{226}Ra (Bq/kg) A \pm SD(%)	^{232}Th (Bq/kg) A \pm SD(%)	^{40}K (Bq/kg) A \pm SD(%)	^{137}Cs (Bq/kg) A \pm SD(%)
Piornal	Granítica	122 \pm 9	97 \pm 16	994 \pm 7	29 \pm 59
El Torno	Granítica	123 \pm 21	73 \pm 16	1192 \pm 8	7 \pm 57
Casas del Castañar	Granítica	120 \pm 8	101 \pm 15	1105 \pm 15	8 \pm 37
Rebollar	Granítica	134 \pm 7	97 \pm 26	1160 \pm 7	7 \pm 85
Jerte	Granítica	114 \pm 14	105 \pm 11	1145 \pm 5	11 \pm 9
	Sedimentaria	77 \pm 17	67 \pm 12	1086 \pm 3	6 \pm 83
	Ambas	92 \pm 25	82 \pm 26	1110 \pm 5	8 \pm 50
Cabezuela del Valle	Granítica	123 \pm 29	108 \pm 12	1113 \pm 7	7 \pm 71
	Sedimentaria	91 \pm 12	81 \pm 15	1002 \pm 6	4 \pm 50
	Ambas	110 \pm 30	97 \pm 19	1069 \pm 9	5 \pm 80
Tornavacas	Granítica	84 \pm 17	81 \pm 17	1136 \pm 17	14 \pm 100
Guijo de Santa Bárbara	Granítica	70 \pm 9	124 \pm 19	1119 \pm 7	11 \pm 63
Todas las Poblaciones	Granítica y sedimentaria	107 \pm 21	94 \pm 15	1111 \pm 56	11 \pm 7

Tabla 5.2: características geológicas y valores promedios de las actividades de los suelos superficiales analizados de los entornos de los municipios de interés para el estudio.

Del análisis de los mismos se puede deducir en primer lugar que la característica geológica dominante en el área de estudio es el suelo de tipo granítico (IGME, 2016), lo cual teniendo en cuenta la conocida relación existente entre la composición litológica de los suelos y su contenido radiactivo natural (Baeza, 1994), permite predecir que los niveles que se obtengan para los radionucleídos naturales sistemáticamente analizados deben ser relativamente homogéneos. Este hecho puede verificarse al comprobar cómo la dispersión estándar de los valores medios interpoblacional para el ^{226}Ra , ^{232}Th y ^{40}K , es decir, el 21%, 18% y 5% respectivamente, son inferiores a la dispersión estándar asociada a los resultados obtenidos en los suelos del entorno de cada población, incluso en las que éstos sólo son mayoritariamente de origen granítico.

En segundo lugar y por lo que a las actividades de los radionucleidos naturales se refiere, debe destacarse que los niveles obtenidos son prácticamente algo más del doble de los valores que se asignan como niveles medios a nivel mundial (European Commission, 1999), que son del orden de 40, 40 y 400 Bq/kg para el ^{226}Ra , ^{232}Th y ^{40}K respectivamente. Sin embargo, los valores recopilados en las tablas 5.1 y 5.2, son perfectamente

coherentes con los mostrados de forma resumida en la tabla 5.3, consecuencia de diferentes estudios realizados en suelos y granitos de España, Extremadura y Cáceres. Así, cabe señalar que los valores medios interprovinciales de la tabla 5.2 para el ^{226}Ra , ^{232}Th y ^{40}K son mayores que los valores respectivos medios de la tabla 5.3, salvo para el estudio realizado con 41 muestras de granitos recolectadas en diversos puntos de Extremadura (Guillén, 2014). Por su parte, los valores máximos de actividad de los recopilados en la tabla 5.1 para los tres ya citados radionucleidos naturales son sistemáticamente inferiores a la práctica total de valores máximos recopilados para los mismos radionucleidos en la tabla 5.3.

Área que abarca los resultados	^{226}Ra (Bq/kg)		^{232}Th (Bq/kg)		^{40}K (Bq/kg)		Referencias
	Act.	Rango	Act.	Rango	Act.	Rango	
Suelos de España	38,9	8 - 310	41	5 - 258	578	31 - 2040	(Suárez, 2000)
Suelos de Extremadura	49,5	11 - 240	56,8	9 - 258	712	118 - 1840	(Suárez, 2000)
Granitos de Cáceres	78,2	37,4 - 103,6	43,9	8,7 - 132,6	997	629 - 1236	(Martin, 2004)
Suelos de Cáceres	38,3	13 - 165	41	7 - 204	653	48 - 1586	(Baeza, 1994)
Granitos de Extremadura	120	5,1 - 170	45,8	5,6 - 122	1414	37 - 12769	(Guillén, 2014)

Tabla 5.3: Relación de actividades de radionucleidos naturales obtenidos por diferentes autores en suelos y en granitos de España, Extremadura y Cáceres

Por otro lado, y por lo que respecta a los niveles de actividad superficial de los suelos para el radionucleído artificial ^{137}Cs , éstos son comparativamente muy inferiores a los niveles de los radionucleidos naturales para los mismos suelos. Este hecho es debido a que como se demuestra en trabajos previos a partir de la ratio $^{137}\text{Cs}/^{90}\text{Sr}$ calculada para diversos suelos de la provincia de Cáceres (Baeza 1993), prácticamente la única fuente de aporte de dicha contaminación se produjo como consecuencia de las explosiones nucleares atmosféricas habidas durante las décadas de los años 1950-1960. Así mismo y transformando los valores de la actividad para el radiocésio de las tablas 5.1 y 5.2, que vienen expresadas en Bq/kg a Bq/m² (teniendo en cuenta para ello el tamaño de la muestra de suelo, su humedad relativa y la superficie muestreada), se obtiene que el valor medio interestacional para el ^{137}Cs en los suelos superficiales para el área aquí estudiada es de 856 Bq/m² y su rango de valores oscila entre 78 y 3348 Bq/m². En principio, puede llamar la atención que este valor medio es más del doble del valor medio que se obtiene para suelos no cultivados y cultivados de la provincia de Cáceres (Baeza 1993), respectivamente 464 y 334 Bq/m², mientras que el anterior rango de valores si está contemplado en los resultados aportados por el estudio antes citado, de 23 a 4853 Bq/m². El motivo es que la zona geográfica aquí estudiada posee una relativamente mayor pluviometría que el resto de la provincia de Cáceres (Nuñez et al, 1999), por lo que durante los años en que se produjo el depósito global tras las explosiones nucleares atmosféricas, en esta zona la atmósfera se limpiaba más

eficientemente y, por lo tanto, el depósito radiactivo artificial en dichos suelos fue superior al depósito promedio habido en el global de la provincia de Cáceres. La validez de este razonamiento se comprueba al comparar los niveles de actividad superficial aquí obtenidos, con la distribución geográfica que se muestra en la figura 5.1. En ella puede verse que en la zona objeto del presente estudio, el depósito debe encontrarse mayoritariamente entre 700 y 1400 Bq/m², pudiendo superarse localmente estos valores.

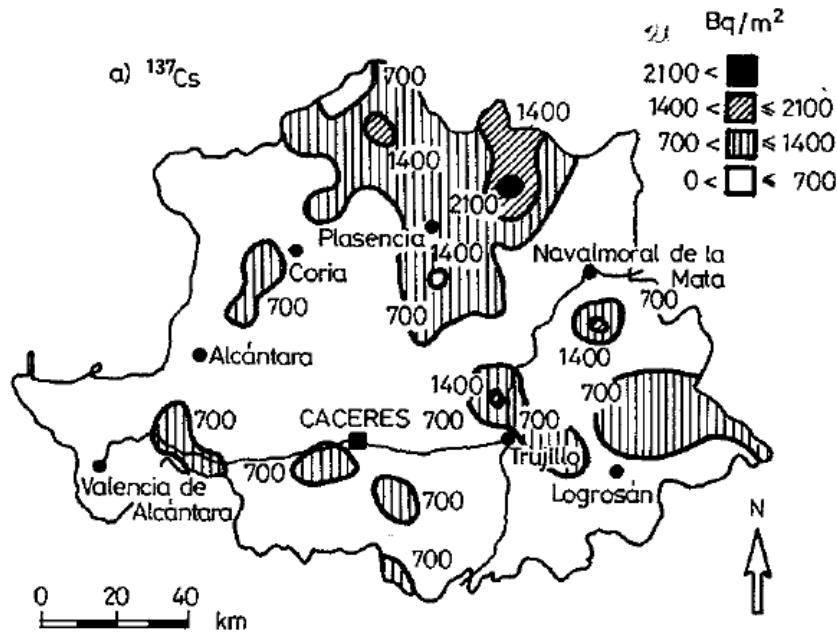


Figura 5.1: Distribución de la actividad del ¹³⁷Cs en suelos superficiales de la provincia de Cáceres (Baeza, 1993)

5.1.2. Niveles de concentración de radón en suelos

En los mismos puntos de suelos alrededor de las poblaciones objeto del presente estudio, en donde se realizaron la toma de muestras de suelo superficial, se llevaron a cabo en las mismas fechas, la medida de la concentración de gas radón en el interior de los mismos. Estas determinaciones se efectuaron con el equipo Alphaguard, tal y como se ha detallado en el apartado 4.5.2.2 de esta memoria.

Los resultados de concentración de actividad obtenidos en cada uno de los puntos de medida y para cada suelo se recopilan en la tabla 5.4. En ésta, además de los antes mencionados resultados, se aporta para cada punto de medida, la fecha a la que se llevó a cabo la medida del suelo, la profundidad del mismo a la que se pudo introducir la sonda para captar el gas radón, y la humedad relativa de cada suelo en dicho momento, dado que estos dos últimos parámetros condicionan en gran medida los resultados que pueden obtenerse en la medida de la concentración de radón en un suelo dado. A pesar de ser conscientes de ello, ninguna de estas dos condiciones de trabajo han sido posibles el fijarlas en este estudio. En cuanto a la humedad relativa, ésta ha venido condicionada por las fechas en las que se ha podido llevar a cabo la toma de muestras, que si bien se intentaron evitar las correspondientes a condiciones climáticas (pluviometría y

temperaturas) extremas, estaban ineludiblemente condicionadas por la disponibilidad que nos ofertaban los propietarios de las viviendas objetivo principal del estudio. En cuanto a la profundidad de medida de la concentración de radón en el suelo, ésta ha venido condicionada por la presencia de rocas no penetrables con la sonda, con frecuencia a profundidades muy próximas a la superficie del suelo a estudiar.

Suelo	Fecha de medida	Profundidad (m)	²²² Rn (kBq/m ³)	Humedad relativa (%)
Piornal 1	30/04/2014	0,15	29,5 ± 1,7	15 ± 2,2 (SD)
Piornal 2	02/05/2014	0,38	47,4 ± 2,3	13 ± 8 (SD)
Piornal 3	14/05/2014	0,14	26,4 ± 1,5	8,2 ± 1,7 (SD)
Piornal 4	16/05/2014	0,12	49 ± 2,3	6,2 ± 1 (SD)
Piornal 5	28/05/2014	0,13	22 ± 1,3	22 ± 3 (SD)
El Torno 1	11/06/2014	0,10	19 ± 1,2	1,8 ± 1,5 (SD)
El Torno 2	13/06/2014	0,66	102 ± 5	5,1 ± 0,8 (SD)
El Torno 3	25/06/2014	0,33	47 ± 2,3	13 ± 8 (SD)
El Torno 4	27/06/2014	0,92	64 ± 3	6,3 ± 4 (SD)
El Torno 5	09/07/2014	0,33	57,6 ± 2,8	6,3 ± 2,1 (SD)
Casas del Castañar 1	06/02/2015	0,26	279 ± 11	34 ± 2,4 (SD)
Casas del Castañar 2	18/02/2015	0,32	115 ± 4,3	18 ± 2,5 (SD)
Casas del Castañar 3	20/02/2015	0,60	155 ± 6,1	32 ± 6,5 (SD)
Casas del Castañar 4	28/02/2015	0,46	106 ± 4,3	27 ± 1,6 (SD)
Casas del Castañar 5	01/03/2015	0,50	116 ± 4,6	19 ± 1,2 (SD)
Rebollar 1	04/03/2015	0,57	46 ± 2,6	11 ± 0,7 (SD)
Rebollar 2	06/03/2015	0,50	85 ± 3,3	4 ± 2,4 (SD)
Rebollar 3	20/03/2015	0,40	65 ± 2,5	19 ± 5,3 (SD)
Rebollar 4	17/04/2015	0,30	97 ± 3,7	42 ± 5,7 (SD)
Jerte 1	16/03/2016	0,50	43 ± 2,6	14 ± 2,6 (SD)
Jerte 2	18/03/2016	0,50	147 ± 5,5	36 ± 9,6 (SD)
Jerte 3	30/03/2016	0,25	16 ± 2,5	65 ± 5,4 (SD)
Jerte 4	01/04/2016	0,30	25 ± 3,4	34 ± 3,1 (SD)
Jerte 5	15/04/2016	0,50	192 ± 7,4	57 ± 4,2 (SD)
Cabezuela del Valle 1	27/04/2016	0,50	232 ± 8,9	30 ± 3,5 (SD)
Cabezuela del Valle 2	29/04/2016	0,40	39 ± 3,1	20 ± 2,8 (SD)
Cabezuela del Valle 3	13/05/2016	0,50	142 ± 4,8	24 ± 3,5 (SD)
Cabezuela del Valle 4	23/05/2016	0,50	94 ± 3,6	34 ± 6,9 (SD)
Cabezuela del Valle 5	25/05/2016	0,35	49 ± 1,9	43 ± 8,7 (SD)
Tornavacas 1	06/06/2016	0,50	69 ± 2,5	18 ± 4,2 (SD)
Tornavacas 2	08/06/2016	0,50	49 ± 2,0	7 ± 2,3 (SD)
Tornavacas 3	22/06/2016	0,25	32 ± 3,4	26 ± 5,1 (SD)
Tornavacas 4	04/07/2016	0,30	80 ± 3	28 ± 5,5 (SD)
Tornavacas 5	06/07/2016	0,30	79 ± 3	20 ± 3,2 (SD)
Guijo Sta. Bárbara 1	01/08/2016	0,40	82,5 ± 3	57 ± 9,1 (SD)
Guijo Sta. Bárbara 2	03/08/2016	0,40	78 ± 2,9	11 ± 2,5 (SD)
Guijo Sta. Bárbara 3	03/08/2016	0,40	65 ± 2,4	5 ± 1,7 (SD)
Guijo Sta. Bárbara 4	09/08/2016	0,30	48 ± 2,3	24 ± 5,3 (SD)
Guijo Sta. Bárbara 5	09/08/2016	0,40	129 ± 4,6	12 ± 3,2 (SD)

Tabla 5.4: Niveles de actividad de radón en los suelos que se indican medidos en las fechas, a las profundidades y con las humedades relativas que se especifican en la tabla

De hecho, el parámetro profundidad a la que realizan la medida de la concentración de radón en el suelo, es una variable que en gran número de estudios pretenden dejarla

fijada. A modo de ejemplo, J. Vaupoti et al. (2010) determinan este parámetro en 18 puntos de una falla en Slovenia sistemáticamente a 1 m de profundidad, por su parte E. Lara et al. (2011) realizan un amplio estudio de la concentración del radón en 45 puntos de una región Brasileña, todos ellos a 70 cm de profundidad. El motivo para fijar la profundidad de realización de la medida es para facilitar la comparación entre las concentraciones obtenidas para dos suelos distintos. De hecho, otros autores analizan cómo varía la concentración del radón en un suelo con la profundidad de la sonda en éste. Así W.R. Alharbi et al. (2013) y K.A. Korani et al. (2013) entre otros, ponen de manifiesto que los citados niveles aumentan sistemáticamente con la profundidad. Es más, estos últimos autores señalan también la existencia de una dependencia entre las citadas concentraciones de radón en los suelos y la época del año en que se llevan a cabo las medidas, encontrando que obtienen valores sistemáticamente mayores en verano que en invierno.

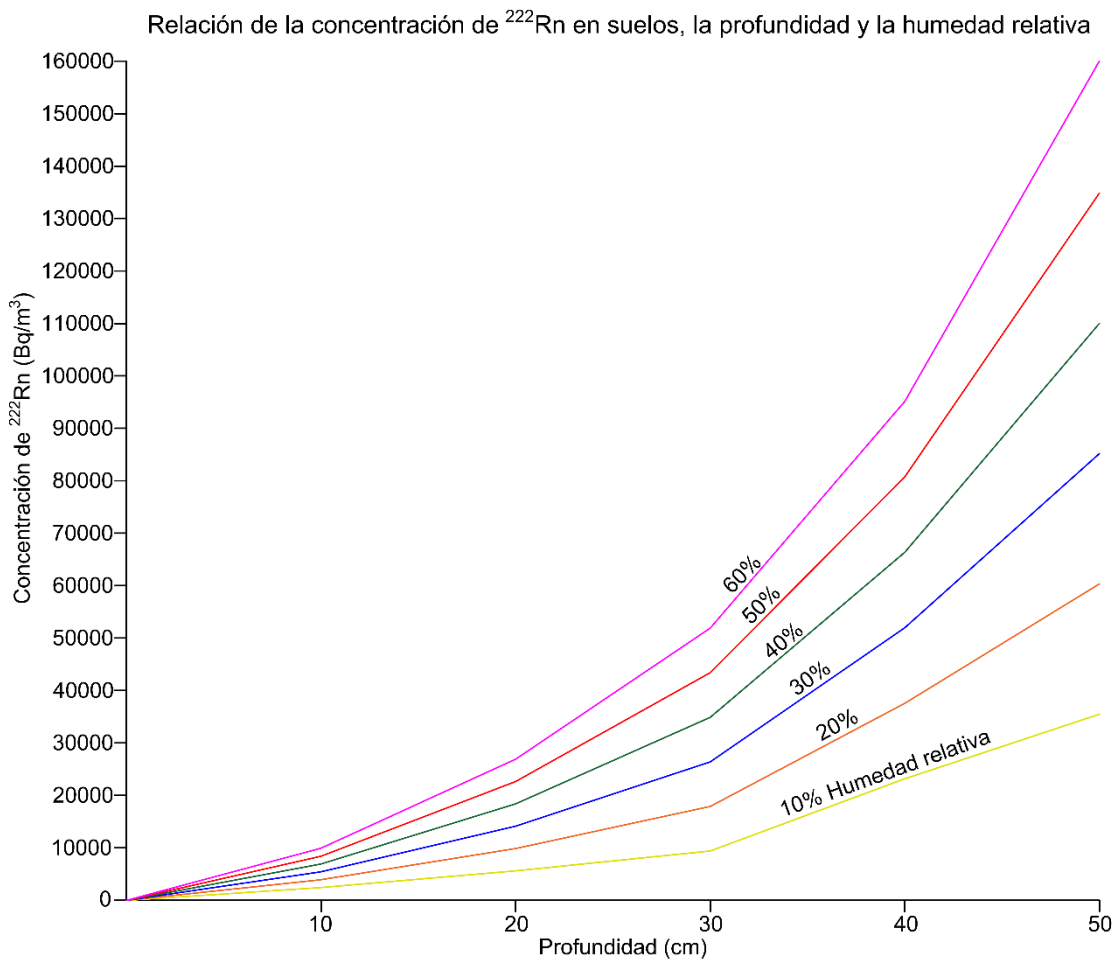


Figura 5.2: Evolución de la concentración de radón en un suelo con la profundidad a la que éste se determina para distintas condiciones de humedades relativas.

Teniendo en cuenta todos estos resultados y con el fin de intentar cuantificar en qué medida pueden afectar dichas variabilidades a las concentraciones de radón en suelos recopiladas en la tabla 5.4, se ha medido en otro suelo testigo su concentración del radón en diferentes épocas del año, para poder así registrar cómo varían dichas concentraciones con la humedad relativa del suelo y a diferentes profundidades, para

de esta forma intentar cuantificar la dependencia de dichas concentraciones con la profundidad del testigo en el suelo. Los resultados obtenidos se muestran de forma resumida en la figura 5.2.

En ella se observa como predijeron otros autores (Alharbi, 2013) y (Korani, 2013), que la concentración del gas se incrementa notablemente conforme aumenta la profundidad a la que se realiza la medida, al menos para las profundidades comprendidas entre 10 y 50 cm. Por ello, es muy importante el fijar este parámetro cuando se desea realizar comparaciones entre resultados obtenidos para diferentes suelos. Así mismo se observa que a medida que aumenta la humedad relativa del suelo, dentro del rango del 10 al 60%, también lo hace la concentración del radón en el suelo. Este resultado que en principio parece contradice los de (Korani 2013), tiene en el caso aquí estudiado plena lógica, ya que, al aumentar la humedad relativa del suelo, disminuye el número de poros libres por los que el radón pueda ser exhalado desde éste a la atmósfera y, por lo tanto, debe aumentar su concentración en el mismo.

Municipio	^{226}Ra (Bq/kg) A \pm SD(%)	^{222}Rn (1) (KBq/m ³) A \pm SD	^{222}Rn (2) (KBq/m ³) A \pm e	^{222}Rn (3) (KBq/m ³) A \pm SD
Piornal	122 \pm 9	35 \pm 11	47,4 \pm 2,3	411 \pm 383
El Torno	123 \pm 21	58 \pm 27	47,0 \pm 2,3	538 \pm 700
Casas del Castañar	120 \pm 8	154 \pm 65	106 \pm 4	199 \pm 171
Rebollar	134 \pm 7	73 \pm 19	65,0 \pm 2,5	172 \pm 160
Jerte	92 \pm 25	85 \pm 71	25 \pm 3	42 \pm 19
Cabezuela del Valle	110 \pm 30	111 \pm 71	39 \pm 3	70 \pm 32
Tornavacas	84 \pm 17	62 \pm 18	80 \pm 3	116 \pm 49
Guijo de Santa Bárbara	70 \pm 9	81 \pm 27	48,0 \pm 2,3	113 \pm 86
Todas las Poblaciones	107 \pm 21	79 \pm 58	57 \pm 24 (S.D.)	207 \pm 164 (SD)

Tabla 5.5: Comparación entre los niveles de actividad promedios del ^{226}Ra y del ^{222}Rn , determinado éstos últimos valores mediante tres diferentes aproximaciones, para los suelos de los entornos de las poblaciones objeto de estudio.

En cualquier caso, las concentraciones obtenidas y recopiladas en la tabla 5.4 van desde 12 a 279 KBq/m³, valores fácilmente identificables como relativamente elevados, si se comparan con los niveles aportados por otros autores en la bibliografía. A modo de ejemplo señalar que W.R. Alharbi et al. (2013) utilizando el mismo equipo de medida que en este trabajo y determinan la concentración de radón en 12 suelos, desde la superficie a 60 cm de profundidad, obteniendo el siguiente rango de niveles es de 26 \pm 5 Bq/m³ para un suelo superficial a 340 \pm 22 Bq/m³ para otro a 60 cm de profundidad. J. Vaupoti et al. (2010) hacen lo propio en 18 puntos de Slovenia, también con un Alphaguard y obtienen resultados para la concentración de radón entre 0.9 y 32.9 kBq/m³, señalando que estos valores son inferiores al valor medio obtenido por este mismo autor para la globalidad de Slovenia. Por último, indicar que M. Neznal and M. Neznal (2005) miden la concentración de radón en 4 puntos de Checoslovaquia a profundidades entre 0,4 y 1,1 m. y obtienen valores entre 11.7 y 104 kBq/m³. Por último, en el noreste de Cataluña, Moreno et al (2015) determinan la concentración de radón en 27 suelos, desde la superficie a 1m. de profundidad, obteniendo un rango entre 0,2 -

151,6 KBq/m³. Así pues, la razón de que las concentraciones aquí obtenidas se encuentren en el rango alto de los antes citados resultados es debido sin duda a los también relativamente altos niveles de radio detectados en la capa superficial de los mismos suelos, ver tabla 5.1.

Con el fin de cuantificar de alguna forma la precitada relación que debe existir entre contenido en ²²⁶Ra en los suelos y presencia del gas ²²²Rn en los mismos, en la tabla 5.5 se comparan ambos conjuntos de valores medios o representativos de cada uno de los entornos de las poblaciones estudiadas. Concretamente, la columna (1) de concentraciones de radón se corresponde con el valor medio registrado en los suelos de cada uno de los citados entornos de las poblaciones que se especifican, sin tener en cuenta las condiciones de profundidad y humedad relativa a la que se obtuvieron dichos valores. Los valores de radón de la columna (2) se corresponden al nivel de concentración de radón obtenido en cada entorno de población que cumple la condición de que su profundidad de medida y su humedad relativa del suelo en dicho momento están simultáneamente lo más próximas posible a los valores medios de dichos dos parámetros para la totalidad de las medidas recopiladas en la tabla 5.4, es decir, profundidad = 40 cm y humedad relativa = 25%. Las concentraciones de radón de la columna (3) se han obtenido como el valor medio para cada entorno de transformar mediante la figura 5.2 cada una de las concentraciones recopiladas en la tabla 5.4 a las antes citadas condiciones más frecuentes de ejecución de las medidas, profundidad = 40 cm y humedad relativa = 25%.

De la observación de los resultados recopilados en la tabla 5.5 no se puede deducir que exista una relación sencilla entre ambas variables, concentración de ²²⁶Ra en el suelo y del gas ²²²Rn en el interior del mismo, ya que la dinámica de éste último en los suelos viene condicionada por variables complementarias (profundidad del muestreo y humedad relativa) aquí consideradas, así como por otras que deben ser también importantes y que aquí no se han tenido en cuenta (permeabilidad y granulometría del terreno,...).

En cualquier caso, teniendo en cuenta las concentraciones aquí registradas y cualquiera de las clasificaciones que diferentes Países tienen (Suecia, Alemania, Chequia,...) para clasificar el potencial geogénico del radón, es decir, el nivel de riesgo en los edificios a partir de la medida de la concentración de radón en suelos sobre los que van a construirse (García-Talavera 2013), permite concluir que éste será ineludiblemente alto en todas las poblaciones seleccionadas para el estudio.

5.1.3. Niveles de exhalación de radón desde los suelos

Lógicamente, la existencia de relativamente elevadas concentraciones medidas de emisores radiactivos naturales en general y de radón más concretamente en los suelos estudiados y la naturaleza gaseosa de este último, debe provocar ineludiblemente que sea exhalado desde el suelo y se incorpore finalmente al aire. Por ello, se ha medido en cada uno de los suelos seleccionados de los entornos de las poblaciones objeto del presente estudio, el coeficiente de exhalación del radón, tal y como se detalla en el apartado 4.5.2.1., de esta memoria. En la tabla 5.6 se recopilan resumidamente los resultados obtenidos para la citada exhalación del radón, junto la fecha en que se efectuó cada medida y la humedad relativa existente en dicho momento.

Suelo	Fecha de medida	Coefficiente de exhalación (Bq/m ² .h)	Humedad relativa (%)
Piornal 1	30/04/2014	238 ± 24	22 ± 4,1 (SD)
Piornal 2	02/05/2014	236 ± 24	19 ± 9,9 (SD)
Piornal 3	14/05/2014	148 ± 18	10 ± 3 (SD)
Piornal 4	16/05/2014	310 ± 30	19 ± 5 (SD)
Piornal 5	28/05/2014	226 ± 24	28 ± 5 (SD)
El Torno 1	11/06/2014	117 ± 18	16 ± 5,4 (SD)
El Torno 2	13/06/2014	166 ± 18	14 ± 3,8 (SD)
El Torno 3	25/06/2014	229 ± 24	19 ± 8,7 (SD)
El Torno 4	27/06/2014	347 ± 30	30 ± 14 (SD)
El Torno 5	09/07/2014	322 ± 30	12 ± 4,8 (SD)
Casas del Castañar 1	06/02/2015	69 ± 12	38 ± 4,5 (SD)
Casas del Castañar 2	18/02/2015	173 ± 18	12 ± 4,7 (SD)
Casas del Castañar 3	20/02/2015	297 ± 30	33 ± 6,5 (SD)
Casas del Castañar 4	28/02/2015	172 ± 18	29 ± 7,2 (SD)
Casas del Castañar 5	01/03/2015	163 ± 18	25 ± 7,6 (SD)
Rebollar 1	04/03/2015	209 ± 18	18 ± 9,5 (SD)
Rebollar 2	06/03/2015	148 ± 18	10 ± 7,2 (SD)
Rebollar 3	20/03/2015	369 ± 36	36 ± 9,6 (SD)
Rebollar 4	17/04/2015	577 ± 36	50 ± 12,3 (SD)
Jerte 1	16/03/2016	209 ± 24	29 ± 8,9 (SD)
Jerte 2	18/03/2016	333 ± 24	38 ± 7,5 (SD)
Jerte 3	30/03/2016	32 ± 6	50 ± 10,8 (SD)
Jerte 4	01/04/2016	71 ± 12	37 ± 8,7 (SD)
Jerte 5	15/04/2016	325 ± 18	65 ± 12,1 (SD)
Cabezuela del Valle 1	27/04/2016	577 ± 30	40 ± 6,3 (SD)
Cabezuela del Valle 2	29/04/2016	49 ± 6	42 ± 7,4 (SD)
Cabezuela del Valle 3	13/05/2016	78 ± 12	44 ± 8,6 (SD)
Cabezuela del Valle 4	23/05/2016	205 ± 18	31 ± 5,2 (SD)
Cabezuela del Valle 5	25/05/2016	170 ± 18	40 ± 7,1 (SD)
Tornavacas 1	06/06/2016	334 ± 24	22 ± 4,7 (SD)
Tornavacas 2	08/06/2016	287 ± 24	19 ± 5,5 (SD)
Tornavacas 3	22/06/2016	290 ± 24	32 ± 6,8 (SD)
Tornavacas 4	04/07/2016	326 ± 24	38 ± 8,6 (SD)
Tornavacas 5	06/07/2016	315 ± 24	38 ± 7,4 (SD)
Guijo Sta. Bárbara 1	01/08/2016	216 ± 24	43 ± 6,6 (SD)
Guijo Sta. Bárbara 2	03/08/2016	91 ± 12	22 ± 3,6 (SD)
Guijo Sta. Bárbara 3	03/08/2016	226 ± 18	6 ± 2,2 (SD)
Guijo Sta. Bárbara 4	09/08/2016	152 ± 18	25 ± 5,2 (SD)
Guijo Sta. Bárbara 5	09/08/2016	307 ± 24	19 ± 3,3 (SD)

Tabla 5.6.- Relación de los valores de los coeficientes de exhalación para todos los puntos de suelos de los alrededores de las poblaciones objeto del presente estudio

En el sur de Egipto, Sroor et al (2001), obtienen como resultado valores de exhalación de radón de sus suelos con un rango de 14 a 59 Bq/m².h, estando por debajo que los obtenidos en este estudio, que varían de 32 a 577 Bq/m².h, siendo estos resultados coherentes con los resultados de actividad de suelos obtenidos en ambos estudios .

El realizar simultáneamente a la medida del coeficiente de exhalación de radón desde cada uno de los suelos considerados en este estudio y su humedad relativa, es porque al igual que sucede con la concentración del gas radón en el interior de los suelos, muy

probablemente el valor de esta variable podría condicionar en gran medida los resultados que se obtuvieran para la exhalación en cada punto. Por ello y paralelamente al anterior estudio, se midió en un suelo piloto y en diferentes momentos, correspondientes a distintos valores de la humedad relativa, el nivel de exhalación de radón que éste producía. Los resultados obtenidos se muestran resumidamente en la figura 5.3.

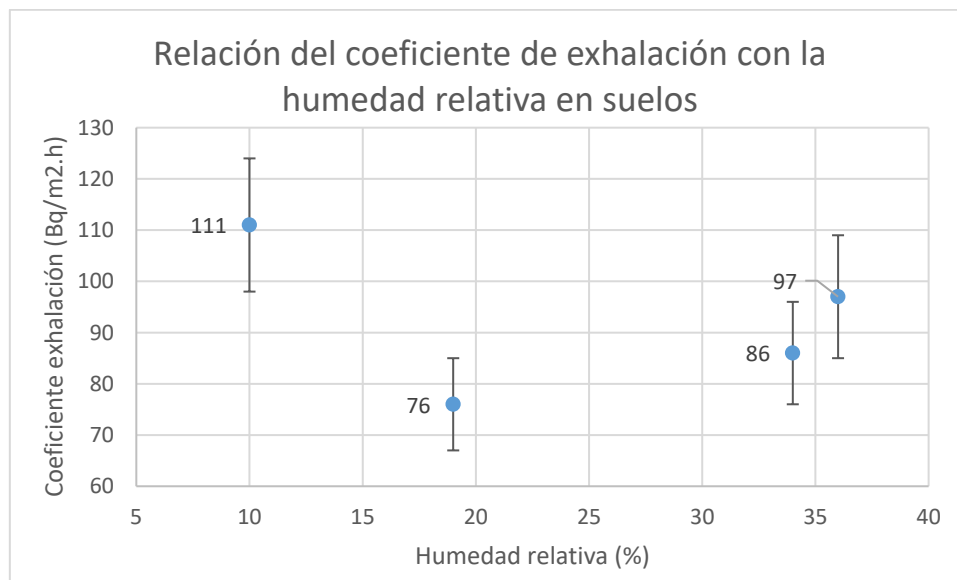


Figura 5.3: Relación del coeficiente de exhalación del radón con la humedad relativa de un suelo piloto.

Como puede verse en la figura, a pesar del relativamente amplio rango de valores de la humedad relativa para el que se han efectuado las medidas, del 10 al 37%, éstas no presentan ninguna tendencia definida con su evolución. Esto debe significar que o el método utilizado no es lo suficientemente sensible para ponerla de manifiesto, o es preciso para ello un mayor número de valores y de rango de humedades. Por tanto, con la información experimental que se posee puede concluirse que los coeficientes de exhalación recopilados en la tabla 5.6 pueden analizarse conjuntamente, independientemente del valor de la humedad relativa que tuviera el suelo en el momento en que se midieron, eso sí teniendo en cuenta que el resultado que caracterice el valor de exhalación desde cada suelo no puede definirse con una precisión mejor que el 15%, que la dispersión adicional en la medida que introduce la humedad relativa, como se deduce de la figura 5.3.

Así pues, en la tabla 5.7 se presentan los valores medios representativos de los coeficientes de exhalación del radón desde los suelos que rodean cada una de las poblaciones objeto del estudio, en el caso de que éstos sean de la misma geología y en los dos entornos en que se midieron, tanto sobre geología granítica, como sedimentaria, se presentan los valores medios para cada una de ellas y para el conjunto de las dos.

Municipio	Geología	Exhalación de ^{222}Rn (Bq/m ² .h)	^{226}Ra (Bq/kg) A ± SD(%)	^{222}Rn (1) (KBq/m ³) A ± SD
Piornal	Granítica	234 ± 54 (SD)	122 ± 9	35 ± 11
El Torno	Granítica	234 ± 84 (SD)	123 ± 21	58 ± 27
Casas del Castañar	Granítica	174 ± 72 (SD)	120 ± 8	154 ± 65
Rebollar	Granítica	324 ± 168 (SD)	134 ± 7	73 ± 19
Jerte	Granítica	330 ± 6 (SD)	114 ± 14	170 ± 23
	Sedimentaria	96 ± 60 (SD)	77 ± 17	28 ± 11
	Ambas	186 ± 120 (SD)	92 ± 25	85 ± 71
Cabezuela del Valle	Granítica	288 ± 210 (SD)	123 ± 29	156 ± 57
	Sedimentaria	108 ± 60 (SD)	91 ± 12	44 ± 5
	Ambas	216 ± 186 (SD)	110 ± 30	111 ± 71
Tornavacas	Granítica	312 ± 18 (SD)	84 ± 17	62 ± 18
Guijo de Santa Bárbara	Granítica	198 ± 72 (SD)	70 ± 9	81 ± 27
Todas las poblaciones	Granítica y Sedimentaria	235 ± 54 (SD)	107 ± 21	79 ± 58

Tabla 5.7: Valores promedios de los coeficientes de exhalación para cada uno de los entornos del estudio y su comparación con la Geología, el contenido en ^{226}Ra y en ^{222}Rn en los suelos

De la observación de la tabla 5.7 se deduce que los niveles del coeficiente de exhalación del radón desde los suelos estudiados son, al igual como ocurría con el contenido en ^{226}Ra en su capa superficial, relativamente homogéneos en la globalidad de la zona sometida a estudio, siendo su desviación estándar global del 23% y mucho menor que la dispersión de resultados que se obtuvieron para la concentración de dicho gas en el interior de los mismos suelos. Sin embargo, a pesar de presentar un grado de homogeneidad similar al exhibido por el ^{226}Ra en la superficie de los suelos y tener los coeficientes de exhalación que estar ligados ineludiblemente a las anteriores actividades, no se observa una clara dependencia entre ambas variables, sin duda debido a las distorsiones que introducen otras variables medidas o no en este estudio (humedad relativa, temperatura ambiente, tamaño de grano, porosidad del suelo,...) que impiden establecer una relación causa (actividad del ^{226}Ra), efecto (exhalación a la atmósfera del ^{222}Rn). Quizás merezca la pena señalar la sistemática observada de menores valores de la exhalación detectada en los suelos sedimentarios, que en los de naturaleza granítica del mismo entorno, aunque para poder afirmarla con una mayor rotundidad sería preciso realizar muchas más medidas en tales tipos de entornos.

5.1.4. Niveles de tasa de dosis por irradiación externa

Otra de las consecuencias de la presencia radiactiva antes cuantificada en los suelos de los entornos de las poblaciones objeto del presente estudio, es la tasa de dosis que por irradiación externa se recibe al encontrarse sobre los mismos. Como se indica en el apartado 4.5.2.4., se cuantificaron las mismas mediante un contador proporcional sellado de alto volumen situado sistemáticamente a 1 m de altura de cada uno de los suelos analizados. Un resumen de los niveles de tasa dosis equivalente ambiental obtenidos se presentan en la tabla 5.8.

Suelo	Fecha de medida	Tasa de dosis ($\mu\text{Sv/h}$) (SD)
Piornal 1	30/04/2014	0,287 \pm 0,003
Piornal 2	02/05/2014	0,287 \pm 0,002
Piornal 3	14/05/2014	0,273 \pm 0,003
Piornal 4	16/05/2014	0,252 \pm 0,004
Piornal 5	28/05/2014	0,268 \pm 0,003
El Torno 1	11/06/2014	0,233 \pm 0,002
El Torno 2	13/06/2014	0,271 \pm 0,004
El Torno 3	25/06/2014	0,270 \pm 0,004
El Torno 4	27/06/2014	0,297 \pm 0,004
El Torno 5	09/07/2014	0,270 \pm 0,003
Casas del Castañar 1	06/02/2015	0,278 \pm 0,003
Casas del Castañar 2	18/02/2015	0,277 \pm 0,003
Casas del Castañar 3	20/02/2015	0,293 \pm 0,004
Casas del Castañar 4	28/02/2015	0,271 \pm 0,003
Casas del Castañar 5	01/03/2015	0,268 \pm 0,003
Rebollar 1	04/03/2015	0,278 \pm 0,003
Rebollar 2	06/03/2015	0,285 \pm 0,004
Rebollar 3	20/03/2015	0,291 \pm 0,004
Rebollar 4	17/04/2015	0,277 \pm 0,003
Jerte 1	16/03/2016	0,219 \pm 0,003
Jerte 2	18/03/2016	0,293 \pm 0,004
Jerte 3	30/03/2016	0,210 \pm 0,003
Jerte 4	01/04/2016	0,215 \pm 0,003
Jerte 5	15/04/2016	0,232 \pm 0,003
Cabezuela del Valle 1	27/04/2016	0,298 \pm 0,004
Cabezuela del Valle 2	29/04/2016	0,247 \pm 0,003
Cabezuela del Valle 3	13/05/2016	0,247 \pm 0,003
Cabezuela del Valle 4	23/05/2016	0,272 \pm 0,003
Cabezuela del Valle 5	25/05/2016	0,221 \pm 0,002
Tornavacas 1	06/06/2016	0,274 \pm 0,004
Tornavacas 2	08/06/2016	0,246 \pm 0,003
Tornavacas 3	22/06/2016	0,277 \pm 0,004
Tornavacas 4	04/07/2016	0,236 \pm 0,003
Tornavacas 5	06/07/2016	0,246 \pm 0,003
Guijo Sta. Bárbara 1	01/08/2016	0,305 \pm 0,004
Guijo Sta. Bárbara 2	03/08/2016	0,280 \pm 0,004
Guijo Sta. Bárbara 3	03/08/2016	0,289 \pm 0,005
Guijo Sta. Bárbara 4	09/08/2016	0,295 \pm 0,004
Guijo Sta. Bárbara 5	09/08/2016	0,279 \pm 0,004

Tabla 5.8: Niveles de tasa de dosis equivalente ambiental registrados a 1 m de altura sobre cada uno de los suelos considerados en este estudio

Evidentemente los anteriores registros de tasa de dosis son la integración de todas las radiaciones que inciden en el sistema de detección, básicamente de origen primordial, debido al contenido radiactivo de los suelos sobre los que se mide y dada la altura con respecto al nivel del mar a la que se realizan las medidas, a la radiación de dicho origen cósmico. Para evidenciar la importancia o no de la primera de las citadas componentes, en la tabla 5.9 se muestra el valor medio de tasa de dosis equivalente ambiental para cada uno de los entornos de las poblaciones estudiadas, frente a la naturaleza geológica dominante del terreno y a la actividad promedio del ^{226}Ra en los mismos.

Municipio	Geología	Tasa de dosis \pm SD ($\mu\text{Sv/h}$)	^{226}Ra (Bq/kg) A \pm SD (%)
Piornal	Granítica	0,273 \pm 0,013	122 \pm 9
El Torno	Granítica	0,268 \pm 0,020	123 \pm 21
Casas del Castañar	Granítica	0,277 \pm 0,009	120 \pm 8
Rebollar	Granítica	0,283 \pm 0,006	134 \pm 7
Jerte	Granítica	0,262 \pm 0,031	114 \pm 14
	Sedimentaria	0,215 \pm 0,004	77 \pm 17
	Ambas	0,234 \pm 0,030	92 \pm 25
Cabezuela del Valle	Granítica	0,272 \pm 0,021	123 \pm 29
	Sedimentaria	0,234 \pm 0,013	91 \pm 12
	Ambas	0,257 \pm 0,026	110 \pm 30
Tornavacas	Granítica	0,256 \pm 0,016	84 \pm 17
Guijo de Santa Bárbara	Granítica	0,290 \pm 0,010	70 \pm 9
Todas las poblaciones	Granítica y sedimentaria	0,267 \pm 0,016	107 \pm 21

Tabla 5.9.- Niveles promedios de tasa de dosis equivalente ambiental, composición geológica y contenido en ^{226}Ra para cada uno de los suelos considerados en este estudio.

De la observación de la tabla debe en primer lugar el destacarse dos resultados. El primero es la relativamente elevada homogeneidad que poseen los niveles de tasa de dosis medidos dentro del entorno de cada población, así como en el conjunto de todos los entornos analizados. De hecho, la dispersión estándar de este último valor es del 6%, que es en todo comparable con la incertidumbre asociada a cada medida, que para las condiciones de trabajo (tiempo de medida 3 minutos) se ha verificado es del 1,9% (Baeza 2013). Esto sin duda tiene que ver, por lo que a la componente primordial de la radiación que aquí se está analizando, con la también gran homogeneidad existente en la geología de la zona. De hecho, ya se ha señalado que ésta es mayoritariamente granítica y en los suelos de Jerte y Cabezuela del Valle, que son parcialmente de origen sedimentario, se observa que los niveles de tasa de dosis son sobre dichas zonas sedimentarias también los menores de la tabla 5.9, concretamente de 0,215 y 0,234 $\mu\text{Sv/h}$ respectivamente. Por tanto y en segundo lugar, estas dosis deben ser reflejo en gran medida del contenido radiactivo de los suelos estudiados. En la tabla 5.9 se muestra así mismo las actividades de los suelos para el ^{226}Ra . De su simple observación se visualiza que a mayor actividad del ^{226}Ra , mayor es también la tasa de dosis equivalente ambiental que se registra, salvo para el entorno de Guijo de Santa Bárbara, entorno para el cual son los únicos suelos del estudio que poseen una actividad superior para los isótopos de la serie del ^{232}Th que para la subserie del ^{226}Ra . Concretamente, la correlación existente entre tasa de dosis y actividad del radio, descontada el área de Guijo de Santa Bárbara es de $r = 0,696$.

Esta primera aproximación causa / efecto establecida para el origen de los niveles de tasa de dosis equivalente ambiental medidos en los entornos de las poblaciones objeto del presente estudio, son los que se van a validar considerando el contenido global radiactivo natural (ya que el de origen artificial es comparativamente despreciable) de los suelos analizados, tabla 5.1. Para ello, ha de calcularse en primer lugar a partir de las actividades de los radionucleídos naturales en los suelos, la tasa de dosis absorbida en aire ADA(nGy/h). A tal fin diversos Organismos (ICRU 1994), (UNSCEAR 1988) y autores

(Quindós, 2004) han propuesto diversas ecuaciones muy similares entre sí, utilizando en lo que sigue la propuesta por este último autor:

$$ADA(nGy/h) = 0,4551.C_{Ra226}(Bq/kg) + 0,5835.C_{Th232}(Bq/kg) + 0,0429.C_{K40}(Bq/kg)$$

(Ecuación 5.1)

En la tabla 5.10 se recopilan los valores de la tasa de dosis absorbida en aire calculados a partir de los niveles de radiactividad medidos en los suelos. El valor medio de los mismos es de 150 ± 21 nGy/h y un rango de valores comprendido entre los 101 y 201 nGy/h. Puede verse que estos niveles son como era de esperar significativamente superiores al valor medio de la tasa de dosis absorbida en aire asignado para Extremadura (Martín 2004), obtenido a partir de 105 puntos repartidos por toda la comunidad, que es de 48,6 nGy/h, consecuencia de los ya mencionados relativamente elevados contenidos radiactivos de los suelos aquí analizados.

Con estos últimos valores, y multiplicándolos por el factor 0,7 Sv/Gy propuesto por el Comité de las Naciones Unidas sobre los efectos de las radiaciones atómicas (UNSCEAR 1988) permite obtener la dosis equivalente efectiva aplicable a un amplio conjunto de situaciones, desde descargas rutinarias, impacto de accidentes o radiación de origen terrestre, que es el caso que se analiza en el presente estudio.

En la tabla 5.11 se recopilan para cada uno de los entornos estudiados, en primer lugar, el valor medio de las tasas de dosis equivalentes efectivas debidas al contenido radiactivo de los suelos y recopilados individualmente en la tabla 5.10. Con el fin de contrastar estos niveles con los que se registran directamente con el monitor de tasa de dosis y cuyos valores medios se recopilan en la tabla 5.9, debe en primer lugar detraerse a estos últimos la tasa de dosis equivalente debida a la componente cósmica que registra dicho detector. Para ello se aplica el factor correctivo, dependiente de la altura respecto del nivel de mar a la que se efectúa la medida z (km) que se ha deducido en la Tesis Doctoral de J. Corbacho (2007):

$$T.D.(c\acute{o}smicaFHZ) = -2.4 + 62.7 \cdot \exp(0.388z)$$

(Ecuación 5.2)

Suelo	²²⁶ Ra (Bq/kg)	²³² Th (Bq/kg)	⁴⁰ K (Bq/kg)	Tasa dosis absorbida en aire (nGy/h)
Piornal 1	124 ± 8	110 ± 9	950 ± 68	160 ± 7
Piornal 2	115 ± 8	117 ± 8	1010 ± 72	164 ± 7
Piornal 3	107 ± 7	101 ± 6	935 ± 67	148 ± 6
Piornal 4	140 ± 10	75 ± 6	1130 ± 80	156 ± 7
Piornal 5	124 ± 8	83 ± 6	946 ± 68	145 ± 7
El Torno 1	165 ± 10	63 ± 6	1360 ± 97	170 ± 7
El Torno 2	139 ± 11	95 ± 7	1078 ± 84	165 ± 7
El Torno 3	99 ± 8	76 ± 6	1107 ± 87	137 ± 6
El Torno 4	93 ± 8	71 ± 6	1233 ± 97	137 ± 7
El Torno 5	121 ± 8	60 ± 4	1180 ± 84	141 ± 6
Casas del Castañar 1	130 ± 8	113 ± 8	1220 ± 87	177 ± 7
Casas del Castañar 2	103 ± 7	110 ± 8	877 ± 63	149 ± 6
Casas del Castañar 3	121 ± 8	105 ± 8	1200 ± 86	168 ± 7
Casas del Castañar 4	119 ± 8	107 ± 8	927 ± 66	156 ± 7
Casas del Castañar 5	131 ± 8	72 ± 6	1300 ± 93	157 ± 6
Rebollar 1	115 ± 8	85 ± 6	1240 ± 89	155 ± 6
Rebollar 2	149 ± 10	137 ± 9	1030 ± 73	192 ± 8
Rebollar 3	160 ± 10	68 ± 5	1200 ± 87	164 ± 7
Rebollar 4	114 ± 9	96 ± 7	1171 ± 92	158 ± 7
Jerte 1	93 ± 7	78 ± 6	1076 ± 84	134 ± 6
Jerte 2	130 ± 11	93 ± 7	1202 ± 94	165 ± 8
Jerte 3	61 ± 5	61 ± 6	1058 ± 83	109 ± 5
Jerte 4	76 ± 6	61 ± 6	1126 ± 88	118 ± 6
Jerte 5	98 ± 8	116 ± 8	1088 ± 85	159 ± 7
Cabezuela del Valle 1	166 ± 13	124 ± 10	1242 ± 97	201 ± 9
Cabezuela del Valle 2	101 ± 8	93 ± 7	938 ± 74	140 ± 6
Cabezuela del Valle 3	77 ± 6	93 ± 7	1011 ± 71	133 ± 6
Cabezuela del Valle 4	127 ± 7	108 ± 9	1087 ± 85	167 ± 7
Cabezuela del Valle 5	80 ± 7	69 ± 5	1067 ± 83	122 ± 6
Tornavacas 1	104 ± 9	99 ± 7	1455 ± 114	168 ± 8
Tornavacas 2	88 ± 7	86 ± 7	1294 ± 101	146 ± 7
Tornavacas 3	83 ± 7	87 ± 7	989 ± 77	131 ± 6
Tornavacas 4	84 ± 7	78 ± 6	991 ± 77	126 ± 6
Tornavacas 5	60 ± 5	56 ± 5	955 ± 75	101 ± 5
Guijo Sta. Bárbara 1	68 ± 6	114 ± 9	1128 ± 88	146 ± 7
Guijo Sta. Bárbara 2	61 ± 5	114 ± 9	1192 ± 93	145 ± 7
Guijo Sta. Bárbara 3	75 ± 6	104 ± 8	1019 ± 80	139 ± 6
Guijo Sta. Bárbara 4	77 ± 7	172 ± 14	1049 ± 82	180 ± 9
Guijo Sta. Bárbara 5	68 ± 6	118 ± 10	1209 ± 95	152 ± 8

Tabla 5.10.- Niveles de tasa de dosis absorbida debidos a los contenidos radiactivos medidos en cada uno de los suelos que se indican.

Al resultado de la diferencia anterior, se le aplica el denominado factor de corrección promedio ponderado total (Corbacho, 2007). Este tiene en cuenta las distintas respuestas que el monitor de tasa de dosis tiene con la energía y el muy diferente espectro energético que poseen las fuentes de ⁶⁰Co y ¹³⁷Cs con que dicho monitor fue calibrado y la composición estándar de los suelos, con emisiones energéticamente significativas hasta los 1765 keV. Por ello, en el precitado estudio y asumiendo que en la mayor parte de las situaciones en las que se mide la tasa de dosis equivalente ambiental

con estos monitores, se desconoce la composición radiactiva de los suelos, se propuso aplicar un factor promedio de $f = 0,75 \pm 0,04$.

Evidentemente, en el presente estudio sí se conoce el contenido radiactivo de los suelos, pudiendo obtener para cada uno de ellos el factor más adecuado. No obstante, no se hace esto ya que se quiere verificar el grado de concordancia entre los resultados de tasa de dosis obtenidos por dos diferentes vías, a partir de la medida de la actividad de los suelos y a partir de la medida directa con monitores de tasa de dosis como el FAG FHZ.

Municipio	Tasa de dosis 1 \pm SD (μ Sv/h)	Tasa de dosis 2 \pm SD (μ Sv/h)
Piornal	0,109 \pm 0,005	0,162 \pm 0,006
El Torno	0,105 \pm 0,010	0,186 \pm 0,014
Casas del Castañar	0,113 \pm 0,007	0,198 \pm 0,006
Rebollar	0,117 \pm 0,011	0,206 \pm 0,004
Jerte	0,096 \pm 0,015	0,157 \pm 0,020
Cabezuela del Valle	0,107 \pm 0,020	0,183 \pm 0,019
Tornavacas	0,094 \pm 0,015	0,151 \pm 0,011
Guijo de Santa Bárbara	0,106 \pm 0,010	0,204 \pm 0,007
Todas las poblaciones	0,106 \pm 0,007	0,180 \pm 0,024

Tabla 5.11.- Niveles de tasa de dosis equivalente ambiental debido al contenido radiactivo de los suelos, (PRIMERA COLUMNA) calculado a partir de dichas actividades y (SEGUNDA COLUMNA) obtenido a partir de las medidas de tasa de dosis in situ.

De esta forma, en la última columna de la tabla 5.11 se presentan los valores de tasa de dosis equivalente ambiental de origen terrestre deducidos a partir de las medidas directas del monitor. Al comparar ambos juegos de parámetros se observa que lógicamente siguen la misma tendencia, de forma que los menores valores se registran en Tornavacas y los mayores en Rebollar, aun cuando la correlación entre ambos conjuntos de niveles no es significativa. Este hecho, unido a que los niveles que resultan de las medidas efectuadas por el monitor de tasa de dosis son significativamente superiores a los deducidos a partir de las actividades en los suelos, permite concluir la existencia de una componente no despreciable registrada por el monitor de tasa de dosis diferente de la cósmica, que fue eliminada y de la terrestre. Muy probablemente se deba a la dosis producida por la radiactividad atmosférica alrededor del monitor, debida tanto a la resuspensión de material desde los suelos, como a la exhalación de radón desde los mismos.

A modo de resumen de los niveles de actividad y de dosis registrados en estos dos apartados en los suelos que rodean cada una de las poblaciones en las que se va a desarrollar el estudio, puede concluirse que todos ellos son relativamente elevados frente a lo que puede considerarse como valores promedios existentes y que por lo tanto, estos van a provocar que los niveles de actividad y dosis que se experimenten dentro de las viviendas sean presumiblemente a su vez también significativos, pero en todos los casos alterados por las características concretas de las mismas.

5.2. CARACTERIZACIÓN RADIOLÓGICA Y DOSIMÉTRICA DE LAS VIVIENDAS

De todas las vías de impacto de las radiaciones ionizantes en las personas en el interior de sus viviendas, en lo que sigue se van a considerar las dos siguientes: La debida a la inhalación de la concentración de radón existente en la misma y la que reciben externamente debido a la concentración de actividad existente en los elementos constructivos. En este apartado se van a considerar separadamente ambas vías.

5.2.1. Resultados de las medidas de concentración de radón

La concentración de radón en el interior de viviendas de las ocho poblaciones de las comarcas del Valle y de la Vera que han sido objeto del estudio se han medido sistemáticamente con el depósito en las mismas de parejas de cánister de carbón activo, que fueron expuestas en su interior durante aproximadamente 48 horas. Las viviendas seleccionadas para el estudio fueron todas del tipo unifamiliar y su fecha de construcción era tal que fácilmente se les podía encuadrar dentro de lo definido en esta memoria como: 1.- arquitectura popular, 2.- arquitectura de transición y 3.- arquitectura actual.

Vivienda	Fecha media de la medida	Año de construc.	²²² Rn en los distintos Pueblos (Bq/m ³)	²²² Rn en Plasencia (Bq/m ³)
Piornal 1	15/05/2014	1820	156 ± 10	177 ± 16
Piornal 2	01/05/2014	1955	253 ± 8	252 ± 6
Piornal 3	29/05/2014	2009	908 ± 30	216 ± 6
El Torno 1	27/06/2014	1850	212 ± 8	273 ± 8
El Torno 2	12/06/2014	1997	459 ± 13	233 ± 10
El Torno 3	10/07/2014	2007	302 ± 10	127 ± 4
Casas del Castañar 1	19/02/2015	1780	45 ± 2	327 ± 13
Casas del Castañar 2	27/11/2014	1930	628 ± 25	992 ± 25
Casas del Castañar 3	05/02/2015	2007	1585 ± 35	438 ± 18
Rebollar 1	19/03/2015	1750 *	535 ± 10	253 ± 11
Rebollar 2	05/03/2015	1895	110 ± 6	357 ± 16
Rebollar 3	16/04/2015	2014	892 ± 7	293 ± 3
Jerte 1	14/04/2016	1815 **	426 ± 4	143 ± 3
Jerte 2	31/03/2016	1981	47 ± 2	342 ± 4
Jerte 3	17/03/2016	1994	105 ± 2	380 ± 4
Cabezuela del Valle 1	28/04/2016	1775	220 ± 3	281 ± 3
Cabezuela del Valle 2	24/05/2016	1998	197 ± 4	144 ± 3
Cabezuela del Valle 3	12/05/2016	2010	275 ± 4	189 ± 3
Tornavacas 1	21/06/2016	1729	206 ± 4	142 ± 3
Tornavacas 2	05/07/2016	1990	340 ± 5	180 ± 3
Tornavacas 3	07/06/2016	1997	2413 ± 19	168 ± 4
Guijo Sta. Bárbara 1	02/08/2016	1840	112 ± 4	125 ± 5
Guijo Sta. Bárbara 2	02/08/2016	1975	204 ± 8	125 ± 5
Guijo Sta. Bárbara 3	02/08/2016	2000	355 ± 10	125 ± 5

Tabla 5.12.- Poblaciones en las que se ha medido la concentración de radón en su interior, con indicación de la fecha media de la exposición de las cánister, del tipo de construcción unifamiliar (1.- arquitectura popular, 2.- arquitectura de transición y 3.- arquitectura actual), comparados con los niveles registrados en una vivienda de referencia en Plasencia del tipo de arquitectura actual.

NOTAS: * Rebollar 1 – Año de construcción 1750 y año de posterior rehabilitación de envoltente 1986.

**Jerte 1 – Año de construcción 1815 y año de posterior rehabilitación de envoltente 1990.

Un primer análisis de los resultados recopilados en la tabla 5.12 permite destacar que en general, las concentraciones de radón en el interior de las viviendas sometidas a estudio pueden clasificarse de altas, ya que el valor medio para todas ellas durante las fechas en las que se realizó la exposición de las cánister fue de 458 ± 530 S.D. Bq/m³, con un rango de valores entre 45 y 2413 Bq/m³. Debe notarse que este valor medio es superior a los 300 Bq/m³ que la actual legislación Europea (Directiva, 2013/59) fija como nivel de referencia de la actividad promedio anual que no debe superarse en las viviendas. Por otra parte, el 91,7 % de las concentraciones registradas en las fechas en que se midieron, son superiores a los 100 Bq/m³ que el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN, 2012) establece como actividad media anual de referencia para adoptar medidas de remedio sencillas y económicas.

Realmente los anteriores valores eran en principio esperables, dado los relativamente elevados niveles de actividad de los suelos, los de concentración y exhalación del radón desde los mismos y los de niveles dosimétricos recopilados en el apartado 5.1 de esta memoria. Por este mismo motivo, parece lógico que las concentraciones medidas para los niveles de radón en las poblaciones objeto del presente estudio, sean mayores que los valores asignados para la globalidad de Extremadura, valor medio = 90 Bq/m³ y rango = LID – 1258 Bq/m³ (Martín, 2004). Sin embargo, también es lógico que sean perfectamente homologables a las concentraciones registradas en viviendas gallegas construidas sobre suelos de categoría 2, valor medio = 280,3 Bq/m³ y rango = 49 – 1330 Bq/m³ (García-Talavera, 2013).

Aun cuando la importancia de las concentraciones registradas en las viviendas estudiadas está fuera de toda discusión, es conocido que el valor medio registrado durante el periodo de exposición de las cánister dentro de las viviendas (2 días) no tiene por qué coincidir con el valor medio anual de concentración de radón en las mismas, que es el parámetro sistemáticamente mencionado en las leyes y normas (Directiva, 2013/59) y (CSN, 2012). El motivo es la bien conocida evolución a lo largo del año de la concentración del radón en los edificios (Kurnaz 2001), (Vikas 2014) y (Surinder 2005), que además se pone claramente de manifiesto en la tabla 5.12 de este estudio. Concretamente, en la última columna de dicha tabla se registra los valores promedios de concentración de radón que sistemáticamente se obtuvieron para una misma ubicación (planta baja) de una vivienda unifamiliar utilizada de referencia, perteneciente al tipo arquitectónico actual, en las mismas fechas en que se estaban realizando las medidas en las otras viviendas y poblaciones objeto del estudio.

Como puede verse en la tabla, las concentraciones de radón en dicha vivienda de referencia distan mucho de ser constantes en el tiempo, de hecho, su valor medio es de 262 Bq/m³ y su desviación estándar es del 67% del precitado valor medio. Lo cual lleva a concluir que es muy probable que el valor medio estimado durante el periodo de medida de la concentración del radón en cada vivienda de las poblaciones de interés, no se corresponda con su valor medio anual, razón por la que se va a intentar profundizar en dichas evoluciones temporales.

5.2.2. Análisis de la variabilidad estacional del radón en la vivienda de Plasencia.

5.2.2.1. Análisis de las causas que producen distinta variabilidad estacional

Como se ha citado en el capítulo 3 de la presente tesis y en el apartado 5.2.1. de la misma, la concentración de radón en el interior de las viviendas tiene una dependencia directa con las variables meteorológicas (Kurnaz 2001), (Vikas 2014) y (Surinder 2005). En la tabla 5.13. se presentan los datos de temperatura máxima y mínima, y el día y hora en que se producen, temperatura media y precipitación atmosférica recolectados de la AEMET (AEMET, 2016), para un periodo de tiempo de 1 año (marzo 2016 a febrero 2017), en Plasencia.

Fecha	Temperatura máxima (°C)	Temperatura mínima (°C)	Temperatura media (°C)	Precipitación (mm)
1-10 marzo 2016	16,0 (4 marzo 15:20h.)	3,2 (5 marzo 8:20h.)	9,8	1,5
11-20 marzo 2016	18,9 (16 marzo 16:10h.)	1,3 (17 marzo 6:40h.)	10	25
21-31 marzo 2016	21,8 (24 marzo 17:10h.)	3,6 (25 marzo 7:40h.)	11,6	17,1
1-10 abril 2016	23,5 (7 abril 17:30h.)	4,5 (1 abril 7:20h.)	12,6	49,7
11-20 abril 2016	22,2 (18 abril 18:10h.)	2,9 (11 abril 3:00h.)	11,4	114,3
21-30 abril 2016	23,5 (26 abril 16:50h.)	8,7 (28 abril 7:30h.)	15,8	9,7
1-10 mayo 2016	28,9 (3 mayo 17:50h.)	9,0 (1 mayo 7:40h.)	16	68,9
11-20 mayo 2016	30 (20 mayo 17:50h.)	9,2 (14 mayo 7:00h.)	18	32,4
21-31 mayo 2016	28,1 (21 mayo 15:40h.)	11,0 (23 mayo 7:40h.)	18,3	7,5
1-10 junio 2016	35,3 (8 junio 18:50h.)	10,9 (4 junio 7:50h.)	23,1	0
11-20 junio 2016	35,2 (20 junio 17:40h.)	10,0 (16 junio 6:50)	21,8	1,1
21-30 junio 2016	37,7 (28 junio 17:00h.)	18,2 (25 junio 7:50h.)	28	0
1-10 julio 2016	38,7 (10 julio 16:50h.)	20 (8 julio 7:10h.)	29	47,9
11-20 julio 2016	39,9 (19 julio 18:40h.)	17,7 (13 julio 7:30h.)	28,8	0,1
21-31 julio 2016	40,5 (28 julio 16:30h.)	17,3 (31 julio 8:30h)	30	0,3
1-10 agosto 2016	40,1 (7 agosto 18:00h.)	19,9 (10 agosto 8:30h.)	30,3	0,3
11-20 agosto 2016	38,1 (14 agosto 18:10h.)	17,0 (17 agosto 7:40h.)	28,1	0,1
21-31 agosto 2016	40,5 (22 agosto 17:40h.)	18,9 (30 agosto 8:40h.)	29,9	10,2
1-10 sept. 2016	42,9 (6 sept. 17:10h.)	17,0 (9 sept. 8:00h.)	29,8	0,1
11-20 sept. 2016	36,1 (12 sept. 17:20h.)	11,9 (15 sept. 6:20h.)	23,5	15,3
21-30 sept. 2016	32,2 (27 sept. 16:30h.)	13,1 (23 sept. 7:40h.)	23,15	0,9
1-10 octubre 2016	30,9 (3 octubre 17:50h.)	12,3 (2 octubre 8:50h.)	21,3	0,1
11-20 octubre 2016	25,3 (20 oct. 17:40h.)	9,9 (15 octubre 8:40h.)	17,5	44,5
21-31 octubre 2016	26,9 (27 oct.17:50h.)	11,6 (30 octubre 8:30h.)	18,6	27
1-10 nov. 2016	23,6 (2 nov. 16:20h.)	5,3 (7 nov. 5:50h.)	13,3	26,8
11-20 nov. 2016	22,0 (13 nov. 16:00h.)	5,4 (15 nov. 8:40h.)	12,5	40,3
21-30 nov. 2016	16,3 (28 nov. 16:30h.)	5,1 (22 nov. 8:30h.)	10,0	77,8
1-10 dic. 2016	18,4 (5 dic. 16:00h.)	8,0 (9 dic. 6:50h.)	13,1	15,3
11-20 dic. 2016	16,9 (17 dic. 16:30h.)	3,1 (13 dic. 5:40h.)	9,3	26,7
21-31 dic. 2016	17,5 (28 dic. 15:50h.)	-1,9 (31 dic. 23:50h.)	8,5	0
1-10 enero 2017	15,8 (9 enero 16:20h.)	-2,4 (1 enero 9:20h.)	8,1	0,8
11-20 enero 2017	19,7 (11 enero 15:10h.)	-3,2 (19 enero 9:40h.)	8,4	0
21-31 enero 2017	16,9 (31 enero 16:10h.)	-0,2 (25 enero 9:00h.)	8,6	43,7
1-10 febrero 2017	15,8 (7 febrero 17:20h.)	3,1 (9 febrero 7:20h.)	10,5	57
11-20 febrero 2017	18,1 (17 febrero 16:40h.)	5,1 (18 febrero 8:20h.)	11,2	96,1
21-28 febrero 2017	20,7 (24 febrero 16:00h.)	7,3 (24 febrero 7:50h.)	13,1	0,2

Tabla 5.13: Datos de temperatura máxima, mínima y media, y precipitación atmosférica recolectados (AEMET, 2016) durante el periodo de tiempo de 1 año en el municipio de Plasencia

En la figura 5.4., se representan los datos de temperatura media y precipitación citados en la tabla 5.13., para el periodo de 1 año en el municipio de Plasencia, junto al valor de la concentración de radón medido con electretes durante el periodo de dos días, realizando una medición cada mes.

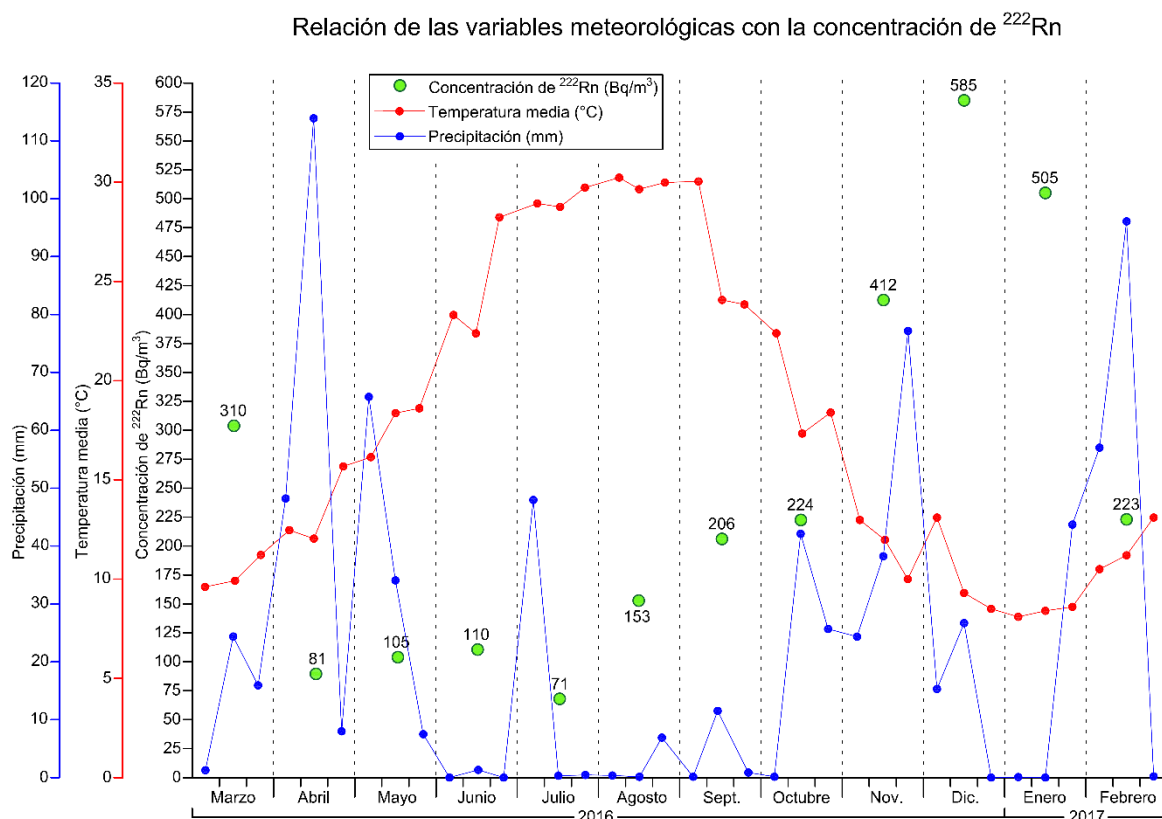


Figura 5.4: Relación de las variables meteorológicas con la concentración de ^{222}Rn

En la figura 5.4., se puede observar, que las concentraciones de radón en el interior de la vivienda de Plasencia, están estrechamente ligadas a la temperatura exterior, siendo las concentraciones de radón más bajas cuando la temperatura es mayor, y más altas cuando la temperatura es menor.

En mucha menor medida se aprecia esta dependencia con la precipitación atmosférica, debiendo haber concentraciones más bajas de radón en épocas secas, y más altas en épocas lluviosas, debido esto a que, al estar el suelo húmedo en el exterior, el radón tiene más facilidad de exhalar por las zonas secas, es decir, por las viviendas (Papastefanou *et al*, 1994).

5.2.2.2. Propuesta de modelo de variación estacional de la concentración de radón en Plasencia

Dado que las concentraciones de radón en interiores muestran variaciones estacionales relacionadas con las condiciones climáticas, es necesario corregir las concentraciones de radón detectadas por la cánister de carbón activo en las viviendas de los municipios estudiados, representadas en la tabla 5.12.

Por lo tanto, y simultáneamente con la medición de la concentración de radón en los lugares seleccionados, la concentración de radón en la vivienda de control también se determinó usando la misma metodología.

La figura 5.5., muestra la variación estacional del radón en el interior de la vivienda de referencia durante la duración de las mediciones. Se observa que la concentración de radón en su interior varía entre 110 - 730 Bq/m³, mostrando una variación estacional, con un máximo en invierno y un mínimo en verano.

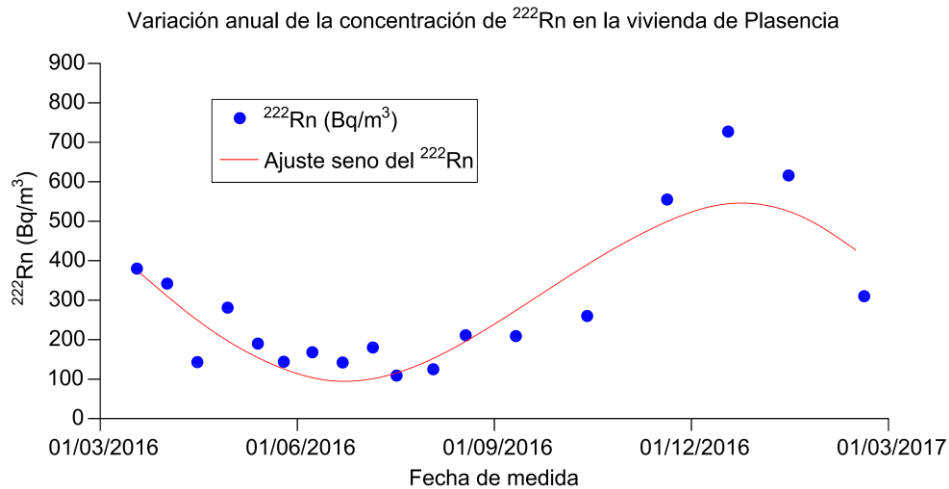


Figura 5.5: Variación anual de la concentración de ²²²Rn en la vivienda de Plasencia.

La concentración anual de radón en el interior se determinó ajustando los datos experimentales a la ecuación 5.3.

$$Rn(t) = Rn(anual) + A \cdot \sin \frac{2\pi}{T} (t - t_0) \quad (\text{Ecuación 5.3})$$

Dónde: $Rn(t)$ es la concentración de radón en el tiempo t , expresada en Bq/m³.

$Rn(anual)$ es la concentración anual de radón en interiores, expresada en Bq/m³.

A es la amplitud de las variaciones estacionales, expresadas en Bq/m³.

t es el tiempo, expresado en días.

T es el período, expresado en días.

t_0 es la fase inicial, también expresada en días.

Para fines del ajuste realizado, el origen del tiempo se fijó a principios de 2016. La concentración anual de radón en el interior de la vivienda de referencia fue de (332 ± 24) Bq/m³, lo que está ligeramente por encima del nivel de referencia de 300 Bq/m³ utilizado en el mapa predictivo del radón (García-Talavera et al, 2013) y de los 100 Bq/m³ establecidos por el CSN (CSN, 2012).

5.2.3. Fuentes de incertidumbres en la predicción de la concentración media anual de radón

5.2.3.1. Método de medida

Durante el periodo de toma de muestras, se han hecho mediciones en simultaneo con cánister y electretes, y con cánister y Alphaguard.

En la figura 5.6., se muestra la relación entre las concentraciones de radón halladas mediante cánister de carbón activo y electretes, observándose una relación lineal de las

concentraciones de radón obtenidas con ambos métodos, siendo siempre mayor la concentración hallada con las cánister que con los electretes.

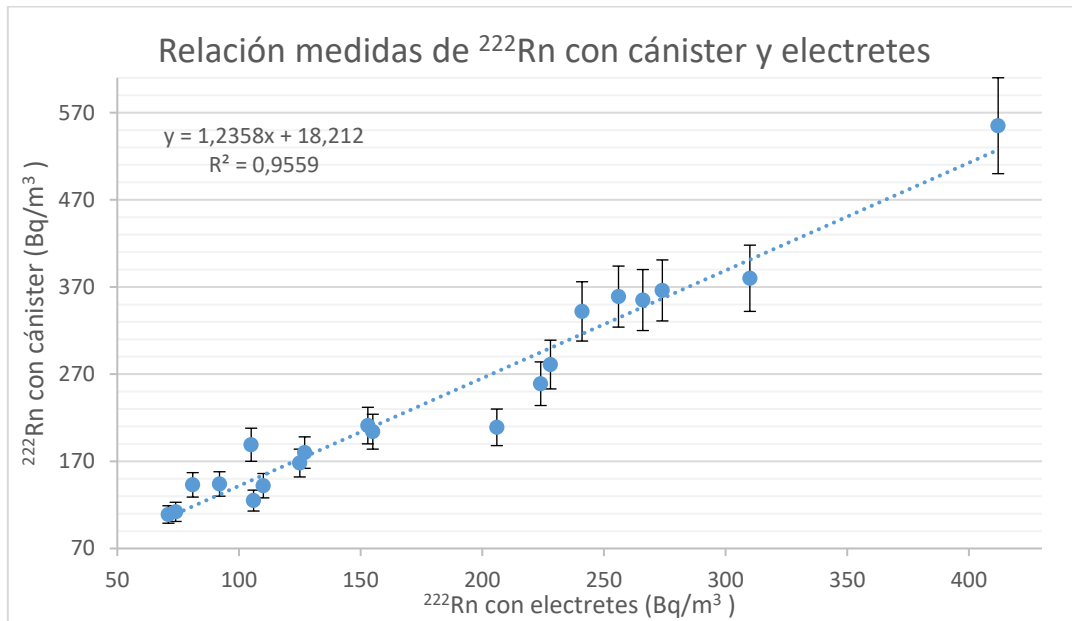


Figura 5.6: Relación de medidas de concentración de ^{222}Rn con cánister de carbón activo y electretes.

En la figura 5.7., se muestra la relación entre las concentraciones de radón halladas mediante cánister de carbón activo y el método de lectura continuo Alphaguard, observándose una relación lineal de las concentraciones de radón obtenidas con ambos métodos, siendo mayor la obtenida con el Alphaguard para concentraciones menores de 500 Bq/m³, y viceversa para las mayores a dicho valor.

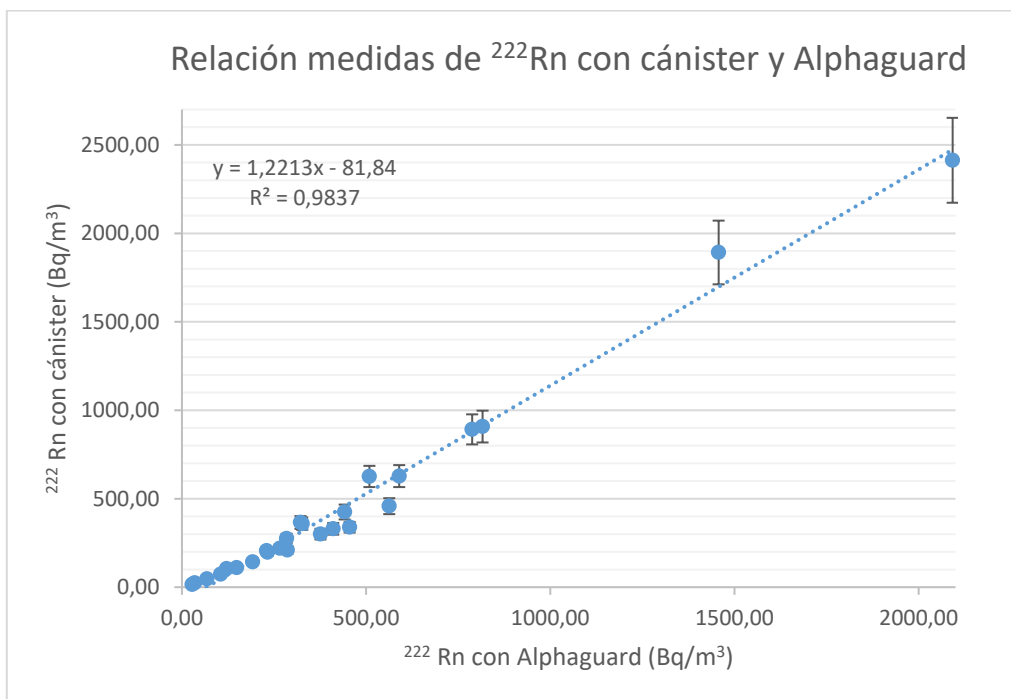


Figura 5.7: Relación de medidas de concentración de ^{222}Rn con cánister de carbón activo y Alphaguard.

5.2.3.2. Amplitud temporal de la medida

A continuación, se muestran cuatro tablas con los resultados de concentración de radón obtenidos en la estancia de la vivienda de Plasencia. Se han realizado medidas de dos días, una por mes durante un año completo utilizando electretes y cánister de carbón activo (tabla 5.14), medidas de tres meses (tabla 5.15) y cuatro meses durante un año completo (tabla 5.16) utilizando electretes, y una medida de un año (tabla 5.17), utilizando también electretes.

RESULTADOS DE MEDIDAS DE DOS DÍAS – UNA MEDIDA AL MES		
Fecha de las medidas	²²² Rn electrete (Bq/m ³)	²²² Rn cánister (Bq/m ³)
16-18 marzo 2016	310 ± 18	380 ± 4
13-15 abril 2016	81 ± 7	143 ± 3
11-13 mayo 2016	105 ± 8	189 ± 3
20-22 junio 2016	110 ± 9	142 ± 3
15-17 julio 2016	71 ± 6	109 ± 3
16-18 agosto 2016	153 ± 11	211 ± 6
09-11 septiembre 2016	206 ± 13	209 ± 3
12-14 octubre 2016	224 ± 15	259 ± 6
18-20 noviembre 2016	412 ± 22	555 ± 5
16-18 diciembre 2016	585 ± 32	727 ± 6
13-15 enero 2017	505 ± 28	616 ± 6
10-12 febrero 2017	223 ± 15	310 ± 4

Tabla 5.14: Concentración de ²²²Rn medida mediante cánister de carbón activo y mediante electretes durante dos días, una medida cada mes durante un año completo en la vivienda de referencia.

RESULTADO DE MEDIDAS DE TRES MESES	
Fecha de las medidas	²²² Rn electrete (Bq/m ³)
1 marzo 2016 – 31 mayo 2016	235 ± 12
31 mayo 2016 – 31 agosto 2016	165 ± 8
31 agosto 2016 – 30 noviembre 2016	305 ± 15
30 noviembre 2016 - 28 febrero 2017	364 ± 18

Tabla 5.15: Concentración de ²²²Rn medida mediante electretes durante tres meses, cuatro medidas realizadas durante un año completo en la vivienda de referencia.

RESULTADO DE MEDIDAS DE CUATRO MESES	
Fecha de las medidas	²²² Rn electrete (Bq/m ³)
1 marzo 2016 – 30 junio 2016	196 ± 10
30 junio 2016 – 31 octubre 2016	185 ± 10
31 octubre 2016 - 28 febrero 2017	369 ± 19

Tabla 5.16: Concentración de ²²²Rn medida mediante electretes durante cuatro meses, tres medidas realizadas durante un año completo en la vivienda de referencia.

RESULTADO DE MEDIDA DE UN AÑO	
Fecha de las medidas	²²² Rn electrete (Bq/m ³)
1 marzo 2016 - 28 febrero 2017	245 ± 13

Tabla 5.17: Concentración de ²²²Rn medida mediante electretes durante un año completo en la vivienda de referencia.

En la figura 5.8., se muestran los resultados de concentración de radón en la vivienda de Plasencia medida mediante electretes durante un año completo.

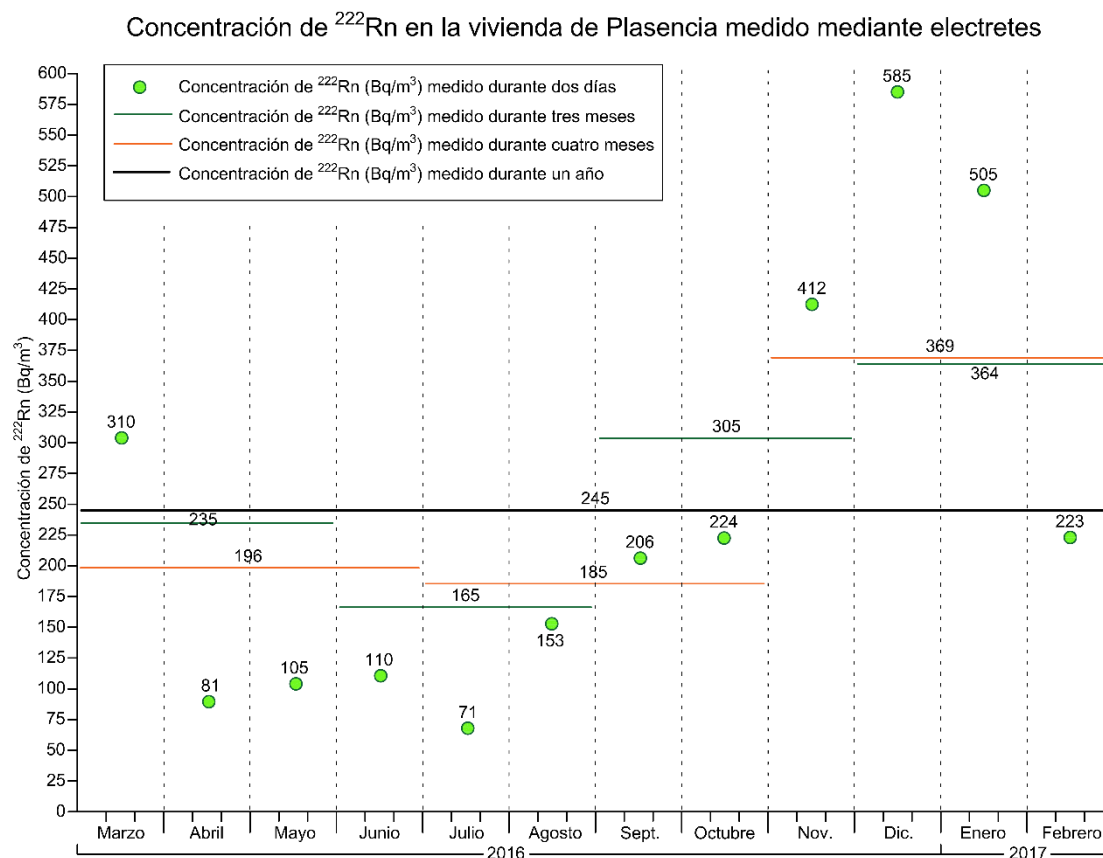


Figura 5.8: Concentración de ^{222}Rn en la vivienda de Plasencia medido mediante electretes.

Del mismo modo, en la figura 5.9., se muestran los resultados de concentración de radón en la vivienda de Plasencia medida mediante cánister de carbón activo durante un año completo. Para poder comparar estos resultados con los valores obtenidos en los electretes, se ha hecho la media anual, la media cada tres meses y cada cuatro meses tomando como referencia los resultados obtenidos con las cánister en el periodo de medida de dos días.

En las figuras 5.8. y 5.9., se observa que, para valores más amplios de la medida de concentración de radón, se aproximan más al valor medio obtenido. Sin embargo, los valores puntuales medidos durante un periodo de dos días presentan amplitudes mayores.

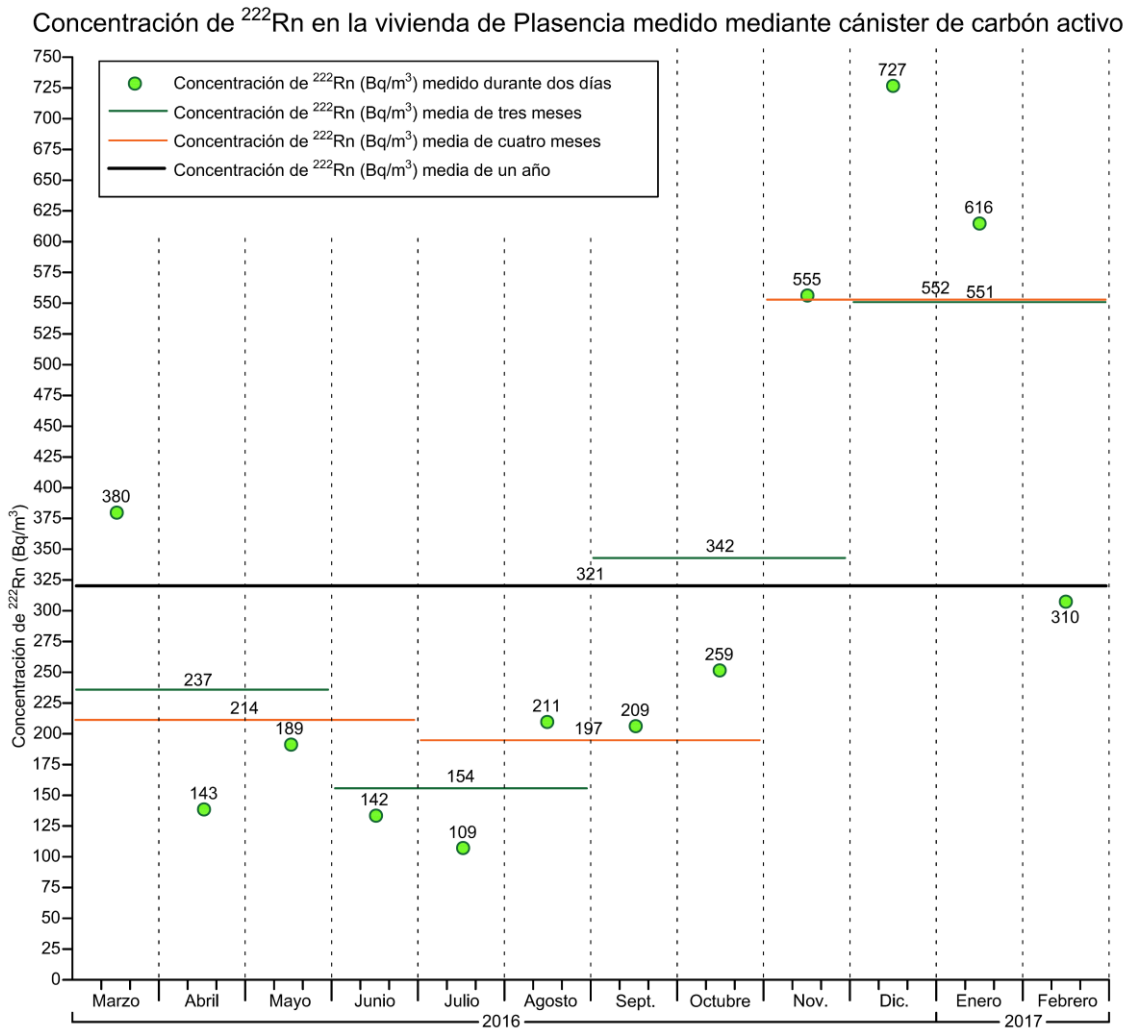


Figura 5.9: Concentración de ^{222}Rn en la vivienda de Plasencia medido mediante canister de carbón activo.

5.2.4. Propuesta de concentraciones medias anuales en las viviendas de las comarcas del Valle del Jerte y la Vera

La concentración de radón en el interior de las diferentes viviendas estudiadas se determinó en diferentes momentos, ya que su disponibilidad y accesibilidad también fue diferente (determinada por los propietarios). Por lo tanto, se requiere una normalización de su concentración para eliminar la variabilidad estacional. La concentración media anual de radón para las precitadas viviendas se calcula mediante la ecuación 5.4.

$$Rn_{norm}(i) = Rn(t, i) * \frac{Rn(anual, referencia)}{Rn(t, referencia)} \quad (\text{Ecuación 5.4})$$

Dónde: $Rn(t, i)$ es la concentración de radón en el tiempo t y la posición i , expresada en Bq/m^3 ;

$Rn(anual, referencia)$ es la concentración anual en el interior en la vivienda de referencia, $(332 \pm 24) \text{ Bq/m}^3$.

$Rn(t, referencia)$ es la concentración de radón en el interior de la vivienda de referencia al mismo tiempo t , expresada en Bq/m^3 .

Los valores de Rn_{norm} (i) serían equivalentes a una estimación del valor medio anual del radón en el interior en estos lugares. Cabe señalar que en la ecuación 5.4, se asumió una variación estacional similar en el radón del interior en la vivienda de referencia y en los diferentes lugares, ya que todos ellos se encuentran en la misma área.

En la tabla 5.18., se muestra la concentración media anual en las viviendas estudiadas obtenida mediante la ecuación 5.4.

Vivienda	Fecha de medida	^{222}Rn Pueblo (Bq/m ³)	Concentración media anual de ^{222}Rn Pueblo (Bq/m ³)
Piornal 1	15/05/2014	156 ± 10	292 ± 19
Piornal 2	01/05/2014	253 ± 8	333 ± 11
Piornal 3	29/05/2014	908 ± 30	1395 ± 46
El Torno 1	27/06/2014	212 ± 8	258 ± 10
El Torno 2	12/06/2014	459 ± 13	654 ± 19
El Torno 3	10/07/2014	302 ± 10	789 ± 24
Casas del Castañar 1	19/02/2015	45 ± 2	46 ± 2
Casas del Castañar 2	27/11/2014	628 ± 25	210 ± 8
Casas del Castañar 3	05/02/2015	1585 ± 35	1201 ± 27
Rebollar 1	19/03/2015	535 ± 10	702 ± 13
Rebollar 2	05/03/2015	110 ± 6	102 ± 6
Rebollar 3	16/04/2015	892 ± 7	1011 ± 8
Jerte 1	14/04/2016	426 ± 4	989 ± 9
Jerte 2	31/03/2016	47 ± 2	45 ± 2
Jerte 3	17/03/2016	105 ± 2	92 ± 2
Cabezuela del Valle 1	28/04/2016	220 ± 3	260 ± 4
Cabezuela del Valle 2	24/05/2016	197 ± 4	454 ± 9
Cabezuela del Valle 3	12/05/2016	275 ± 4	483 ± 7
Tornavacas 1	21/06/2016	206 ± 4	482 ± 9
Tornavacas 2	05/07/2016	340 ± 5	627 ± 9
Tornavacas 3	07/06/2016	2413 ± 19	4625 ± 36
Guijo Sta. Bárbara 1	02/08/2016	112 ± 4	297 ± 11
Guijo Sta. Bárbara 2	02/08/2016	204 ± 8	542 ± 21
Guijo Sta. Bárbara 3	02/08/2016	355 ± 10	943 ± 26

Tabla 5.18: concentración media anual en las viviendas estudiadas obtenida mediante la ecuación 5.4.

5.2.5. Relación entre los niveles de radón en las viviendas y las características del entorno

En la tabla 5.19., se muestra la concentración de radón media anual de las tres viviendas estudiadas en cada población y las características radiactivas medias de los entornos de los municipios.

Municipio	Concentración media anual de ^{222}Rn Pueblo \pm SD (Bq/m^3)	Tasa de dosis \pm SD ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	^{226}Ra (Bq/kg) A \pm SD(%)
Piornal	673 \pm 511	0,273 \pm 0,013	122 \pm 9
El Torno	567 \pm 225	0,268 \pm 0,020	123 \pm 21
Casas del Castañar	486 \pm 510	0,277 \pm 0,009	120 \pm 8
Rebollar	605 \pm 377	0,283 \pm 0,006	134 \pm 7
Jerte	375 \pm 434	0,234 \pm 0,030	92 \pm 25
Cabezuela del Valle	399 \pm 98	0,257 \pm 0,026	110 \pm 30
Tornavacas	1911 \pm 1919	0,256 \pm 0,016	84 \pm 17
Guijo de Santa Bárbara	594 \pm 266	0,290 \pm 0,010	70 \pm 9

Tabla 5.19: Resultados de concentración de radón media anual de las tres viviendas estudiadas en cada población y las características radiactivas medias de los entornos de los municipios.

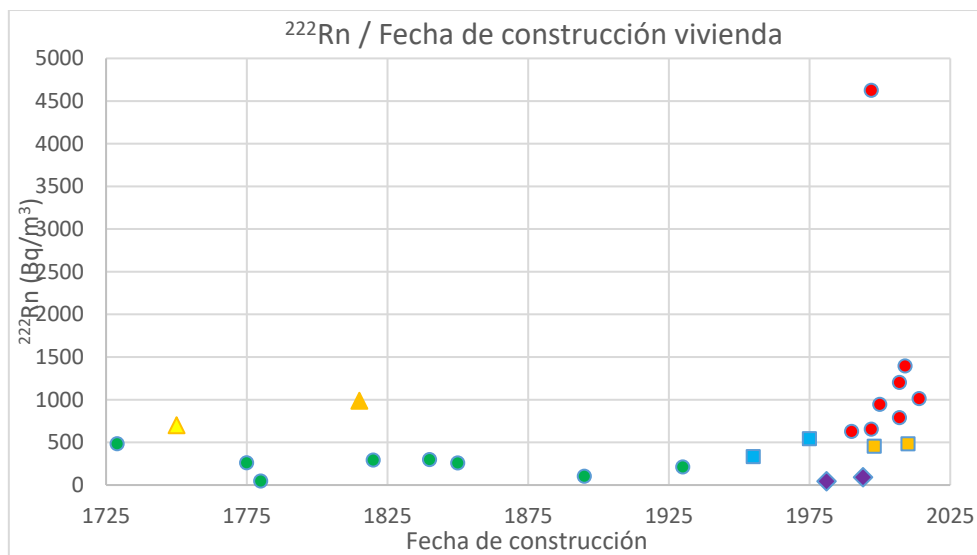
Como puede observarse en la tabla 5.19, no existe una relación directa entre la concentración media anual de ^{222}Rn medida en los municipios estudiados con la tasa de dosis o con la actividad de ^{226}Ra de los suelos de los entornos, debido a que, existen más factores que intervienen en la medida de radón, como son las características constructivas de las viviendas.

Del mismo modo, se observa que las desviaciones estándar asociadas a las concentraciones medias de radón son muy elevadas, ya que estas se obtuvieron de las tres viviendas elegidas para el estudio, con un amplio rango en la fecha de construcción, por lo que, sus características constructivas son distintas.

5.2.6. Evolución de la concentración de radón con el tipo arquitectónico

Se ha hecho un análisis, relacionando la concentración de ^{222}Rn media anual y la fecha de construcción de las viviendas, para comprobar si la evolución de los modelos constructivos, desde la arquitectura popular hasta la actual condiciona las concentraciones de dicho gas en el interior.

En la figura 5.10., se muestra la relación de la concentración de ^{222}Rn de las viviendas estudiadas y la fecha de construcción.



Vivienda en suelo granítico, construida entre 1700 y 1940, no rehabilitada	●
Vivienda en suelo granítico, construida entre 1700 y 1940, rehabilitada (rehabilitación integral de envolvente en 1986, solo hay una vivienda en este tipo)	▲
Vivienda en suelo sedimentario, construida entre 1700 y 1940, si rehabilitada (rehabilitación integral de envolvente en 1990, solo hay una vivienda en este tipo)	▲
Vivienda en suelo granítico, construida entre 1940 y 1980, no rehabilitada	■
Vivienda en suelo granítico, próximo a suelo sedimentario, construida entre 1980 y 2014, no rehabilitada.	■
Vivienda en suelo sedimentario, construida entre 1980 y 2014, no rehabilitada.	◆
Vivienda en suelo granítico, construida entre 1980 y 2014, no rehabilitada.	●

Figura 5.10: Relación de la concentración de ^{222}Rn y la fecha de construcción.

En la figura 5.10., se puede apreciar que, para viviendas construidas en zonas graníticas, las concentraciones de radón en su interior, son mayores en cuanto más reciente es la fecha de construcción. Esto puede ser debido a que los sistemas constructivos más recientes, inducen a una menor ventilación del interior de la vivienda, mientras que las viviendas representativas de la arquitectura popular de la zona, presentan una ventilación directa y persistente al no ser estancas.

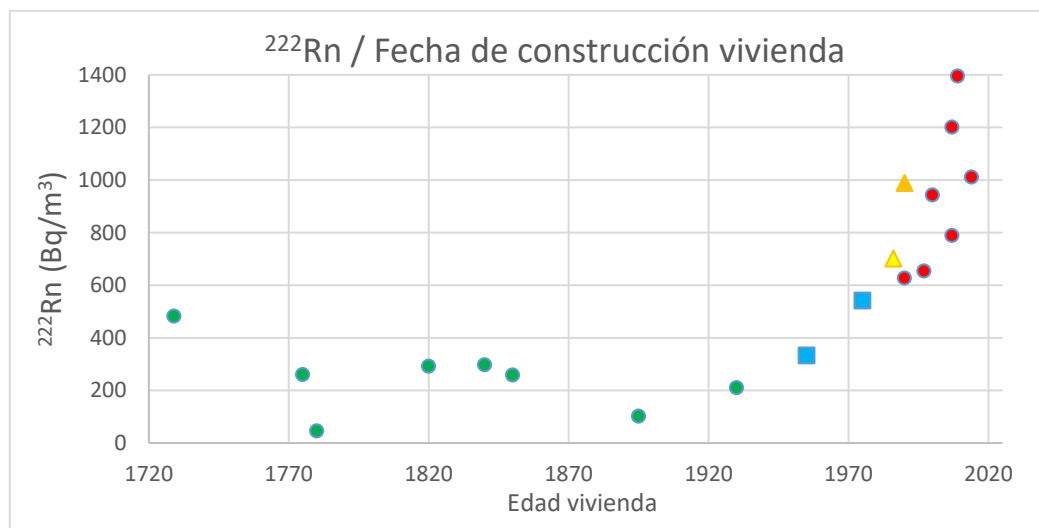
Las viviendas construidas entre 1700 y 1940, pero que fue su envolvente rehabilitada recientemente, presentan concentraciones de radón en su interior, muy superiores que las viviendas construidas en ese intervalo de tiempo y no fueron rehabilitadas. Esto puede ser debido a que la rehabilitación practicada en estas viviendas fue solo de la envolvente, es decir, de las fachadas y cubierta, de tal modo que con los sistemas constructivos de la época en que fueron rehabilitadas, han dado mayor hermeticidad a las viviendas.

Las viviendas construidas a partir de 1980, en suelos sedimentarios, presentan concentraciones de radón en su interior muy por debajo de las construidas en fechas similares en zonas graníticas, pudiendo observarse, que, para viviendas construidas con similares sistemas constructivos, es factor determinante de las concentraciones de radón halladas en su interior, el suelo en que se asientan. De igual manera, puede observarse que las concentraciones de radón en el interior de viviendas en suelos

graníticos, pero próximas a suelos sedimentarios, son mayores que las construidas en suelos sedimentarios, pero inferiores que las hechas en suelos graníticos.

En la misma figura, se observa un valor muy por encima que el resto de valores, correspondiente a una vivienda construida entre 1997, en suelo granítico, pudiendo ser debido este valor, a que la planta en la que se midió, está semienterrada dándose un uso de sala de estar-cocina, con unas carpinterías totalmente herméticas. Siendo lo habitual, en las plantas bajas de las viviendas unifamiliares de estas comarcas, tener uso de garajes o trasteros, y con un grado de ventilación reducido.

En la figura 5.11., se muestra lo mismo que lo representado en la figura 5.10., eliminando los valores de las viviendas construidas en suelos sedimentarios, o graníticos próximos a sedimentarios, eliminando el valor de la vivienda construida en 1997, y situando las viviendas rehabilitadas, en la fecha en que se hizo tal rehabilitación.



Vivienda en suelo granítico, construida entre 1700 y 1940, no rehabilitada	●
Vivienda en suelo granítico, construida entre 1700 y 1940, rehabilitada (rehabilitación integral de envolvente en 1986, solo hay una vivienda en este tipo)	▲
Vivienda en suelo sedimentario, construida entre 1700 y 1940, si rehabilitada (rehabilitación integral de envolvente en 1990, solo hay una vivienda en este tipo)	▲
Vivienda en suelo granítico, construida entre 1940 y 1980, no rehabilitada	■
Vivienda en suelo granítico, construida entre 1980 y 2014, no rehabilitada.	●

Figura 5.11: Relación de la concentración de ^{222}Rn y la fecha de construcción, eliminando los valores de las viviendas construidas en suelos sedimentarios, o graníticos próximos a sedimentarios, eliminando el valor de la vivienda construida en 1997, y situando las viviendas rehabilitadas, en la fecha en que se hizo tal rehabilitación.

En la figura 5.11., se observa como las viviendas construidas entre 1700 y 1940, y rehabilitadas recientemente, se integran perfectamente con las viviendas construidas en fechas próximas a la que se hicieron tales rehabilitaciones.

Las concentraciones de radón halladas en las viviendas construidas entre 1700 y 1940, no siguen un orden lógico, estando principalmente condicionadas por el grado de ventilación existente en dichas viviendas.

5.2.7. Resultados de las medidas de actividades in situ en el interior de las viviendas

En la tabla 5.20., se muestran los resultados de las medidas de actividades in situ en el interior de las viviendas estudiadas.

Vivienda	Fecha de medida	Año de construc.	²²⁶ Ra (Bq/kg)	²³² Th (Bq/kg)	⁴⁰ K (Bq/kg)	¹³⁷ Cs (Bq/kg)
Piornal 1	15/05/2014	1820	177 ± 20	141 ± 15	1664 ± 190	7 ± 1
Piornal 2	01/05/2014	1955	170 ± 20	120 ± 14	1508 ± 170	7 ± 1
Piornal 3	29/05/2014	2009	123 ± 14	83 ± 10	1539 ± 170	3 ± 1
El Torno 1	27/06/2014	1850	194 ± 22	135 ± 16	2227 ± 250	3 ± 1
El Torno 2	12/06/2014	1997	124 ± 15	90 ± 10	1520 ± 170	2 ± 1
El Torno 3	10/07/2014	2007	64 ± 7	56 ± 7	915 ± 102	1 ± 1
Casas del Castañar 1	19/02/2015	1780	173 ± 20	170 ± 19	2009 ± 220	6 ± 1
Casas del Castañar 2	27/11/2014	1930	146 ± 17	106 ± 12	1646 ± 180	3 ± 1
Casas del Castañar 3	05/02/2015	2007	87 ± 10	61 ± 7	1238 ± 140	3 ± 1
Rebollar 1	19/03/2015	1750 *	131 ± 16	107 ± 12	1291 ± 140	1 ± 1
Rebollar 2	05/03/2015	1895	125 ± 14	110 ± 13	1427 ± 160	1 ± 1
Rebollar 3	16/04/2015	2014	48 ± 6	51 ± 6	1245 ± 140	1 ± 1
Jerte 1	14/04/2016	1815 **	112 ± 13	108 ± 12	1568 ± 180	3 ± 1
Jerte 2	31/03/2016	1981	102 ± 12	82 ± 10	1285 ± 140	1 ± 1
Jerte 3	17/03/2016	1994	100 ± 12	74 ± 9	1393 ± 160	2 ± 1
Cabezuela del Valle 1	28/04/2016	1775	108 ± 13	129 ± 15	1711 ± 190	11 ± 2
Cabezuela del Valle 2	24/05/2016	1998	99 ± 11	67 ± 8	1304 ± 150	3 ± 1
Cabezuela del Valle 3	12/05/2016	2010	111 ± 13	91 ± 10	1396 ± 160	3 ± 1
Tornavacas 1	21/06/2016	1729	93 ± 11	87 ± 10	1697 ± 190	7 ± 1
Tornavacas 2	05/07/2016	1990	138 ± 16	127 ± 15	1822 ± 200	6 ± 1
Tornavacas 3	07/06/2016	1997	169 ± 20	73 ± 8	1492 ± 170	6 ± 1
Guijo Sta. Bárbara 1	02/08/2016	1840	112 ± 13	193 ± 22	1981 ± 220	5 ± 1
Guijo Sta. Bárbara 2	02/08/2016	1975	75 ± 9	85 ± 10	1422 ± 160	4 ± 1
Guijo Sta. Bárbara 3	02/08/2016	2000	90 ± 11	86 ± 10	1507 ± 170	5 ± 1

Tabla 5.20: Resultados de las medidas de actividades in situ en el interior de las viviendas estudiadas.

NOTAS: * Rebollar 1 – Año de construcción 1750 y año de posterior rehabilitación de envoltente 1986.

**Jerte 1 – Año de construcción 1815 y año de posterior rehabilitación de envoltente 1990.

Se ha hecho una comparativa de la actividad del radio medido mediante un detector portátil en el interior de las viviendas objeto del estudio, con la actividad media del radio obtenido de las muestras de los suelos aledaños de los municipios estudiados.

En la figura 5.12., se representa la relación existente entre la actividad de ²²⁶Ra en el interior de las viviendas analizadas y la actividad media de ²²⁶Ra en los suelos de la población.

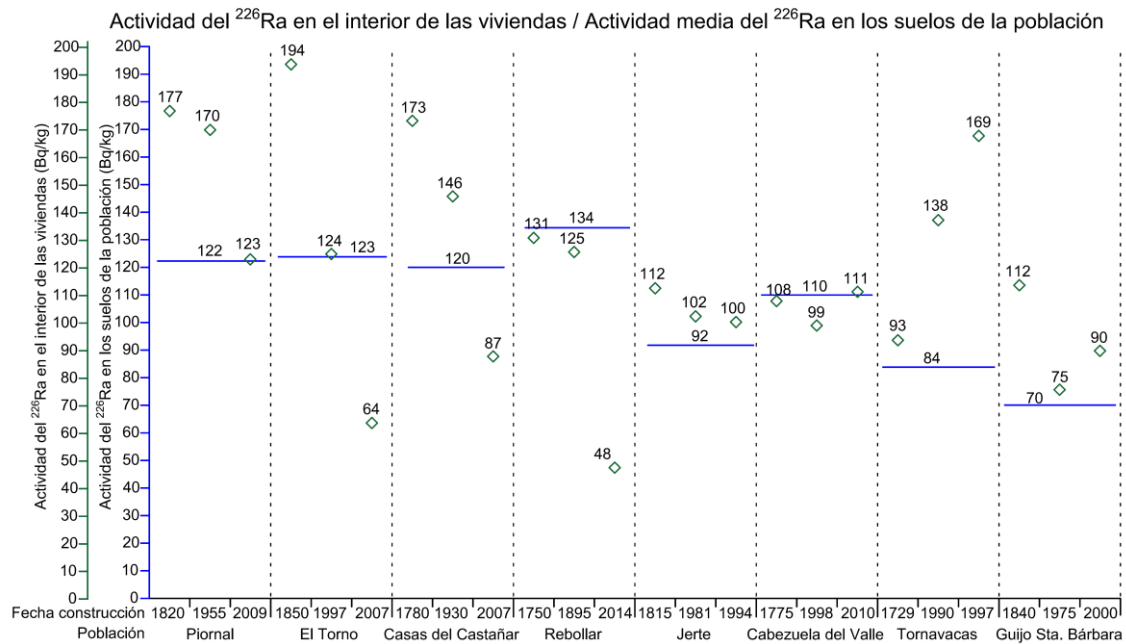


Figura 5.12: Relación entre la actividad de ^{226}Ra en el interior de las viviendas y la actividad media de ^{226}Ra en los suelos de la población

En la figura 5.12., se puede observar que la actividad media del radio de los municipios enclavados en zonas graníticas, como son Piornal, El Torno, Casas del Castañar, Rebollar, son mayores que las de los municipios enclavados en zonas mixtas, graníticas y sedimentarias, como son Jerte, Cabezuela del Valle y Tornavacas.

Independientemente de la zona en la que se enclaven los municipios, normalmente, la actividad del radio en el interior de las viviendas, va disminuyendo conforme la fecha de construcción es más próxima, incluso, obteniendo valores más bajos que los basales del municipio en las viviendas más recientes, pudiendo deberse esto, a que la propia vivienda actúa de barrera frente a la dosis recibida del exterior, y que se construyen con materiales más universales y menos ricos en uranio, siendo factor predominante al obtener los valores de tasas de dosis en interior, la dosis recibida de los materiales de construcción.

Lo contrario ocurre en las viviendas más antiguas, siendo la actividad de radio en el interior, mayor que la basal del municipio, pudiendo deberse esto, a que se construyen con materiales de la zona, ricos en uranio, y al medir la tasa de dosis en el interior de estas, son factores predominantes, la dosis recibida de dichos materiales de construcción, y la del suelo del municipio, ya que muchas de las viviendas antiguas, en sus plantas bajas carecen de solución constructiva de suelo que actúe como barrera ante la dosis recibida del exterior.

5.2.8. Resultados de las medidas de tasa de dosis en el interior de las viviendas

En la tabla 5.21., se muestran los resultados de las medidas de tasa de dosis en el interior de las viviendas estudiadas.

Vivienda	Fecha de medida	Año de construc.	Tasa de dosis ($\mu\text{sv/h}$)
Piornal 1	15/05/2014	1820	0,392 \pm 0,014 (SD)
Piornal 2	01/05/2014	1955	0,333 \pm 0,009 (SD)
Piornal 3	29/05/2014	2009	0,273 \pm 0,005 (SD)
El Torno 1	27/06/2014	1850	0,385 \pm 0,005 (SD)
El Torno 2	12/06/2014	1997	0,283 \pm 0,005 (SD)
El Torno 3	10/07/2014	2007	0,197 \pm 0,004 (SD)
Casas del Castañar 1	19/02/2015	1780	0,424 \pm 0,007 (SD)
Casas del Castañar 2	27/11/2014	1930	0,348 \pm 0,006 (SD)
Casas del Castañar 3	05/02/2015	2007	0,214 \pm 0,003 (SD)
Rebollar 1	19/03/2015	1750 *	0,385 \pm 0,009 (SD)
Rebollar 2	05/03/2015	1895	0,337 \pm 0,008 (SD)
Rebollar 3	16/04/2015	2014	0,268 \pm 0,006 (SD)
Jerte 1	14/04/2016	1815 **	0,298 \pm 0,006 (SD)
Jerte 2	31/03/2016	1981	0,253 \pm 0,005 (SD)
Jerte 3	17/03/2016	1994	0,242 \pm 0,005 (SD)
Cabezuela del Valle 1	28/04/2016	1775	0,359 \pm 0,010 (SD)
Cabezuela del Valle 2	24/05/2016	1998	0,254 \pm 0,006 (SD)
Cabezuela del Valle 3	12/05/2016	2010	0,245 \pm 0,005 (SD)
Tornavacas 1	21/06/2016	1729	0,306 \pm 0,004 (SD)
Tornavacas 2	05/07/2016	1990	0,322 \pm 0,005 (SD)
Tornavacas 3	07/06/2016	1997	0,263 \pm 0,007 (SD)
Guijo Sta. Bárbara 1	02/08/2016	1840	0,396 \pm 0,008 (SD)
Guijo Sta. Bárbara 2	02/08/2016	1975	0,256 \pm 0,005 (SD)
Guijo Sta. Bárbara 3	02/08/2016	2000	0,276 \pm 0,004 (SD)

Tabla 5.21: Resultados de tasa de dosis en el interior de las viviendas.

NOTAS: * Rebollar 1 – Año de construcción 1750 y año de posterior rehabilitación de envoltante 1986.

**Jerte 1 – Año de construcción 1815 y año de posterior rehabilitación de envoltante 1990.

Se ha hecho una comparativa de la tasa de dosis recibida por irradiación externa en el interior de las viviendas objeto del estudio, con la tasa de dosis recibida por irradiación externa en los suelos aledaños de los municipios estudiados, medidas ambas con un contador proporcional sellado de alto voltaje.

En la figura 5.13., se representa la relación existente entre la tasa de dosis recibida en el interior de las viviendas analizadas y la basal de la población.

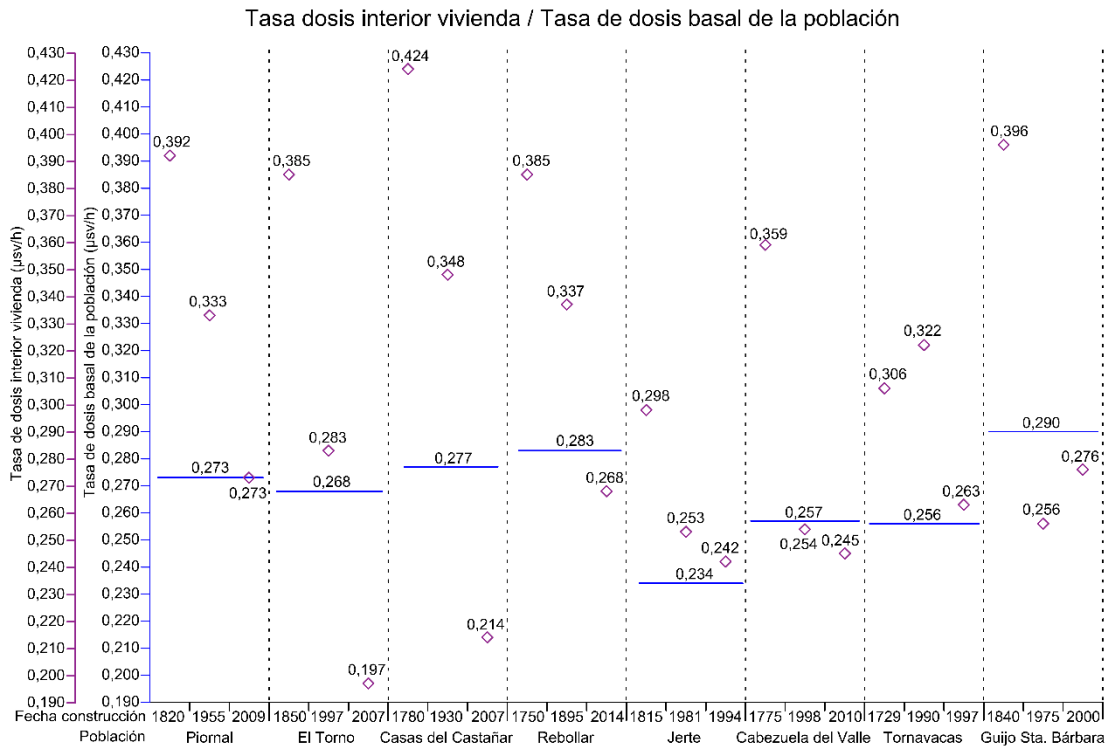


Figura 5.13: Relación entre la tasa de dosis recibida en el interior de las viviendas y la basal de la población

En la figura 5.13., se puede observar que la tasa de dosis basal de los municipios enclavados en zonas graníticas, como son Piornal, El Torno, Casas del Castañar, Rebollar y Guijo de Santa Bárbara, son mayores que las de los municipios enclavados en zonas mixtas, graníticas y sedimentarias, como son Jerte, Cabezuela del Valle y Tornavacas.

Independientemente de la zona en la que se enclaven los municipios, normalmente, la tasa de dosis recibida en el interior de las viviendas, va disminuyendo conforme la fecha de construcción es más próxima, incluso, obteniendo valores más bajos que los basales del municipio en las viviendas más recientes, pudiendo deberse esto, a que la propia vivienda actúa de barrera frente a la dosis recibida del exterior, y que se construyen con materiales más universales y menos ricos en uranio, siendo factor predominante al obtener los valores de tasas de dosis en interior, la dosis recibida de los materiales de construcción.

Lo contrario ocurre en las viviendas más antiguas, siendo la tasa de dosis recibida en el interior, mayor que la basal del municipio, pudiendo deberse esto, a que se construyen con materiales de la zona, ricos en uranio, y al medir la tasa de dosis en el interior de estas, son factores predominantes, la dosis recibida de dichos materiales de construcción, y la del suelo del municipio, ya que muchas de las viviendas antiguas, en sus plantas bajas carecen de solución constructiva de suelo que actúe como barrera ante la dosis recibida del exterior.

5.2.9. Evolución de la actividad y de la tasa de dosis con el tipo arquitectónico

En la figura 5.14., se muestra la relación entre la tasa de dosis por irradiación externa en el interior de las viviendas con la fecha de construcción de dichas viviendas.

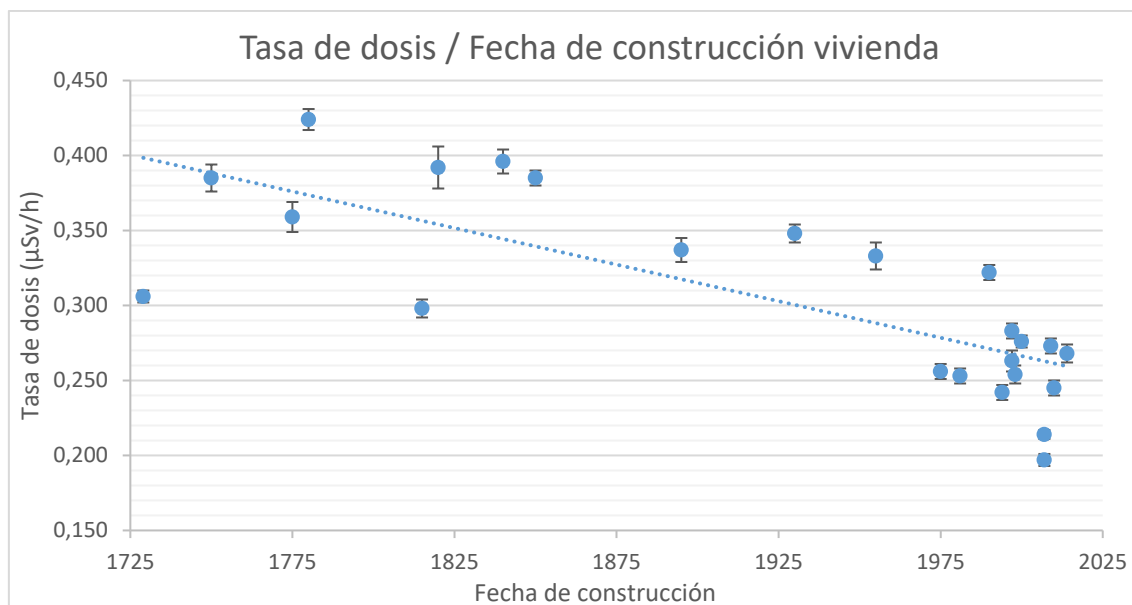


Figura 5.14: Relación entre la tasa de dosis por irradiación externa en el interior de las viviendas con la fecha de construcción de dichas viviendas

La tasa de dosis recibida en el interior de las viviendas, si se mide en la planta más próxima al suelo, se basa principalmente en la geología del lugar donde se asienten dichas viviendas y en la naturaleza de los materiales empleados en su construcción.

En la figura 5.14., se puede observar, que la tasa de dosis recibida en el interior de las viviendas, va disminuyendo conforme la fecha de construcción es más próxima. Esto puede ser debido, a que los materiales empleados en las viviendas tradicionales, son los hallados en el lugar donde se asientan, tales como granitos ricos en uranio. Y las viviendas construidas recientemente, utilizan para su construcción, materiales más universales, como son los ladrillos, cerámicos, yesos, morteros de cemento, hormigón, hechos normalmente de materias primas menos ricas en uranio, y que proceden de cualquier lugar de España.

En la figura 5.14., se observan dos puntos, que desobedecen la tónica general, y son los correspondientes a la vivienda 1 del municipio de Jerte construida en el año 1815, con 0,298 µsv/h, y a la vivienda 1 de Tornavacas construida en el año 1729, con 0,306 µsv/h. Ambas viviendas son representativas de la arquitectura popular y construidas con materiales de la zona. Dichos valores, están por debajo de los valores obtenidos para viviendas construidas en fechas próximas y con similares materiales de construcción, pudiendo deberse esto a que en los entornos de los municipios de Jerte y Tornavacas, aparte de suelos graníticos, hay suelos sedimentarios, menos ricos en uranio, y los muros empleados para su construcción e incluso el suelo en el que se asientan, pueden estar constituidos de estos materiales.

En la figura 5.15., se muestra la relación de la actividad del ^{226}Ra en el interior de las viviendas estudiadas con su fecha de construcción.

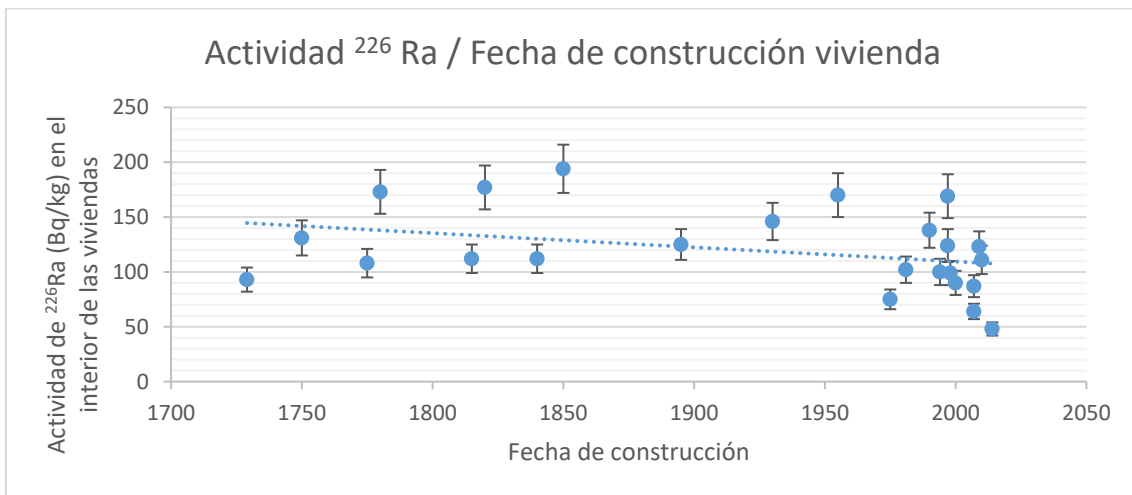


Figura 5.15: Relación entre la actividad del ^{226}Ra en el interior de las viviendas con la fecha de construcción de dichas viviendas

En la figura 5.15., no se aprecia una relación tan clara como la obtenida en la tabla 5.14 para la tasa de dosis. Para un mismo rango de fecha de construcción de viviendas pueden observarse valores de actividad de radio con una amplitud considerable.

6. APLICACIÓN DE LAS MEDIDAS DE PROTECCIÓN

En España, en lo referente a espacios residenciales, las condiciones de salubridad en la edificación están recogidas en el Código Técnico de la Edificación (RD 314/2006), derivado de la Ley de Ordenación de la Edificación (Ley 38, 1999). En la actualidad, esta normativa no contempla la protección de los usuarios de los edificios frente al riesgo de habitar en espacios con excesiva concentración de radón.

Frente a la necesidad de establecer unos criterios o diseños constructivos que ayuden a eliminar casi en su totalidad las concentraciones de radón en el interior de las viviendas, el arquitecto Borja Frutos Vázquez, en su tesis doctoral (Frutos, 2009), realiza un estudio experimental sobre la efectividad y la viabilidad de distintas soluciones constructivas para reducir la concentración de gas radón en edificaciones.

Dichas soluciones constructivas, junto a otras empleadas en otros países, son las que el Consejo de Seguridad Nuclear establece en su informe técnico 24.2010 (CSN, 2010b), con el fin de hacer una aproximación a una propuesta de normativa en España, para su ejecución en las viviendas nuevas.

Asimismo, el Consejo de Seguridad Nuclear, en su guía de seguridad 11.2 (CSN, 2012), establece que:

- “Para edificios ya construidos, el nivel de referencia para iniciar acciones de remedio será el recomendado por la Unión Europea de 300 Bq/m³ de concentración media anual de radón. No obstante, podría considerarse la iniciación de medidas de remedio sencillas y económicas a partir de concentraciones medias anuales de 100 Bq/m³”.
- “Para edificios de nueva construcción, en los que es más sencilla y efectiva la introducción de medidas destinadas a la reducción de los niveles de radón, se recomienda un nivel objetivo de diseño de 100 Bq/m³ de concentración media anual de radón.”

En Europa, se ha creado la Directiva 2013/59/EURATOM del Consejo de 5 de diciembre de 2013 (Directiva, 2013/59), por la que se establecen normas de seguridad básicas para la protección contra los peligros derivados de la exposición a radiaciones ionizantes. En su artículo 103 sentencia que:

1. “Los Estados miembros establecerán un plan de acción a nivel nacional para hacer frente a los riesgos a largo plazo debidos a las exposiciones al radón en viviendas, edificios de acceso público y lugares de trabajo para cualquier vía de entrada del radón, ya sea el suelo, los materiales de construcción o el agua. El plan de acción tendrá en cuenta las cuestiones expuestas en el anexo XVIII y se actualizará de forma periódica”.
2. “Los Estados miembros garantizarán que se adopten las medidas adecuadas para impedir que el radón entre en los edificios de nueva construcción. Entre

estas medidas se podrán incluir requisitos específicos en los códigos de edificación nacionales”.

3. “Los Estados miembros identificarán aquellas zonas en las que se espere que el promedio anual de concentración de radón en un número significativo de edificios supere el nivel de referencia nacional correspondiente”.

De su anexo XVIII, “Lista de aspectos que deberán considerarse para la preparación del plan de acción nacional destinado a hacer frente a los riesgos a largo plazo derivados de las exposiciones al radón”, debe mencionarse lo señalado en sus apartados 11 y 12:

11. “Orientación sobre los métodos y técnicas de medida y aplicación de medidas correctoras. También deberán considerarse los criterios de acreditación de los servicios de realización de medidas y rehabilitación”.

12. “Si procede, prestación de apoyo financiero para realizar campañas de medida de radón y para la aplicación de medidas correctoras, en particular para viviendas privadas con concentraciones de radón muy elevadas”.

Y en su artículo 106, establece que, “Los Estados miembros pondrán en vigor las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas necesarias para dar cumplimiento a lo establecido en la presente Directiva a más tardar el 6 de febrero de 2018”.

Por todo lo anterior, y considerando que los mayores niveles de concentración de radón obtenidos en las viviendas unifamiliares analizadas en esta tesis, son registrados en las plantas más próximas al suelo de las viviendas recientemente construidas, cuya solución constructiva de suelo para la planta baja, está hecha mediante encachado de grava y solera de hormigón, en este apartado de la tesis:

- Se exponen las medidas de protección frente al radón propuestas en la tesis de Borja Frutos Vázquez (Frutos, 2009), cuya efectividad es mayor al 95% en la planta más próxima al suelo, indicando su efectividad, base de funcionamiento, componentes básicos y criterios de ejecución para viviendas nuevas y viviendas ya existentes.

- Se detallan los precios simples, obtenidos a partir de los precios unitarios descompuestos, complejos descompuestos o complejos, de las unidades de obra correspondientes a las medidas de protección antes mencionadas, para el máximo número de situaciones posibles dentro del rango de viviendas construidas recientemente, como son, espesores de solera, tipo de solado, altura de planta, etc. Tomando como referencia la base de precios de la construcción actual de la Junta de Extremadura (Base de Precios construcción, 2012) y los criterios de medición y presupuestos señalados en el libro Presupuestación de obras (Ramírez, 2010).

- Se realiza el presupuesto detallado, de las medidas de protección frente al radón, aplicado a algunos de los casos reales de vivienda unifamiliar

recientemente construida, cuyos niveles de concentración de radón media anual han sido analizados en la presente tesis, y que están por encima de los 100 Bq/m³. Suponiendo para la realización de los presupuestos dos casos: que las acciones de remedio se ejecutan de forma simultánea con la construcción de la vivienda nueva, o que se ejecutan a posteriori mediante una rehabilitación.

6.1. ESTUDIO CONSTRUCTIVO DE LAS MEDIDAS EXISTENTES DE PROTECCIÓN FRENTE A LA ENTRADA DE GAS RADÓN EN EL INTERIOR DE LAS VIVIENDAS

El arquitecto Borja Frutos, en su tesis doctoral (Frutos, 2009), realiza un estudio sobre la efectividad y la viabilidad de distintas soluciones constructivas para reducir la concentración de gas radón en edificaciones. Para ello, se construye un módulo experimental de vivienda, de 25m² de superficie construida en planta baja, en el término municipal de Saélices el Chico (Salamanca).

Las medidas de protección frente al radón, se pueden dividir en dos grupos: extracción de gas radón y barrera de protección frente al radón.

Las medidas de protección elegidas para desarrollar en la presente tesis, tomadas de la tesis de Borja Frutos, cuya efectividad es superior al 95% en la planta más próxima al suelo, se muestran en la tabla 6.1.

EFECTIVIDAD DE LAS MEDIDAS DE PROTECCIÓN FRENTE AL RADÓN EN LA PLANTA MÁS PRÓXIMA AL SUELO	
Medida de protección frente al radón	Efectividad (%)
Extracción natural por arquetas enterradas interiores	96
Extracción forzada por arquetas enterradas interiores	99
Presurización forzada por arquetas enterradas interiores	99
Extracción forzada por arquetas enterradas exteriores	99
Membrana elastomérica como barrera anti radón	96

Tabla 6.1: Efectividad de las medidas de protección frente al radón en la planta más próxima al suelo, experimentadas en la tesis de Borja Frutos Vázquez (Frutos, 2009)

A continuación, se indica la base de funcionamiento, componentes básicos y los criterios de ejecución para viviendas nuevas y viviendas ya existentes, de las medidas de protección frente al radón antes señaladas.

6.1.1 Medidas de protección por extracción de gas radón.

Estas medidas de protección son:

- Extracción natural por arquetas enterradas interiores.
- Extracción forzada por arquetas enterradas interiores.
- Presurización forzada por arquetas enterradas interiores.
- Extracción forzada por arquetas enterradas exteriores.

Base de funcionamiento

El desarrollo de este apartado, está basado en la tesis de Borja Frutos (Frutos, 2009).

Extracción natural por arquetas enterradas interiores

La base de funcionamiento de este sistema está en la conexión del aire de los poros del terreno con el aire exterior. Debido a la generación constante de radón por la desintegración de radio en el terreno, se crea una presión de gas que induce un movimiento del mismo en el sentido de mayor a menor presión. El flujo de radón se da, por tanto, de los poros del terreno al espacio interior de la vivienda, pero con esta solución se crea una vía preferente para que el radón del terreno sea expulsado al exterior por el conducto de evacuación.

En este caso se trata de un tiro pasivo, por lo que el gradiente de presiones que induzca el flujo se deberá establecer entre la presión en el interior del terreno y la presión del ambiente exterior (presión atmosférica). Este gradiente puede aumentar si se instala, en la salida del tubo, los mecanismos necesarios para que se produzca un tiro pasivo inducido por el efecto Venturi (succión por viento).

Extracción forzada por arquetas enterradas interiores o exteriores

La base de funcionamiento es extraer el aire contaminado de radón del terreno bajo la vivienda (interior) o del terreno aledaño a la vivienda (exterior), para evitar que penetre en el interior de la misma. La succión se realiza a través de la depresión generada por un extractor mecánico colocado en la salida del tubo. Se independiza de las condiciones climatológicas para conseguir una buena efectividad que se basa en la succión del extractor.

Presurización forzada por arquetas enterradas interiores

Esta medida invierte el funcionamiento de la medida correctora descrita en el apartado anterior. En este caso no se trata de extraer aire de la arqueta, sino de lo contrario, insuflar aire desde el exterior a través del tubo de conexión con la arqueta mediante el extractor colocado de forma inversa. De esta manera, lo que se crea en la arqueta no es una depresión que capte el gas del terreno y lo expulse fuera, sino un bulbo de presiones positivas a su alrededor que obliga al gas a recorrer otros caminos para alcanzar la atmósfera.

Componentes básicos

El desarrollo de este apartado, está basado en la tesis de Borja Frutos (Frutos, 2009).

Estos sistemas tienen tres componentes básicos:

- Arqueta porosa enterrada que permite el paso de radón existente en el terreno hacia su interior. Para facilitar la movilidad del radón bajo la solución constructiva de suelo de planta baja de la vivienda, se realiza un relleno de grava a modo de enchado. De esta manera se consigue aumentar la permeabilidad del terreno de asiento y conseguir que el radón alcance la arqueta porosa con mayor facilidad. Dichas arquetas, llamadas "SUMP" en la literatura referente a radón, están construidas con ladrillos perforados con los ejes de los orificios en sentido perpendicular a la pared de la misma. De este modo se permite el paso de radón al interior de la arqueta.
- El segundo componente del sistema es la conexión de la arqueta captadora (SUMP) con el ambiente exterior a través de un tubo de PVC.
- El último componente es un mecanismo de tiro pasivo para extracción natural, conectado a la boca de salida del tubo por cubierta en la coronación del tubo, o un extractor mecánico de tipo helico-centrífugo de 80W de potencia para extracción forzada, conectado en la parte final del tubo (siempre en interior del edificio, protegido de la intemperie), necesitando un elemento de protección contra la lluvia en la coronación del tubo.

Ejecución de la medida para viviendas nuevas

El desarrollo de este apartado, está basado en la tesis de Borja Frutos (Frutos, 2009). Las dimensiones concretas de la arqueta y alguno de los materiales que no se definen en la tesis de Borja Frutos, se han definido en esta tesis.

Las arquetas de captación (SUMP), tienen unas dimensiones interiores de 1,02 x 1,02 x 0,38 m., ejecutada sobre solera de hormigón en masa HM-10/B/32 de 10cm. de espesor, fábrica de ladrillo perforado (0,24 x 0,115 x 0,10 m.) colocado de canto y separados 5cm. para formación de huecos, recibido con mortero de cemento 1/6 (M-5) y tapa de hormigón armado prefabricado de 1,20 x 1,20 x 0,05m. colocada sobre la fábrica de ladrillo perforado. (Figura 6.1).

La solución constructiva para el suelo de la planta baja, tanto para el interior como para el exterior de las viviendas, puede ser muy diversa. El más utilizado es el realizado mediante enchado de grava, film de polietileno y solera de hormigón armado. Encima de esta solución constructiva puede ir un paquete constructivo de solado. Para el mejor funcionamiento de la arqueta, en el caso de existir, se colocará bajo un film de polietileno, así éste actúa como barrera contra el radón, quedando la arqueta expuesta a la capa de enchado de grava y al terreno. (Figura 6.2)

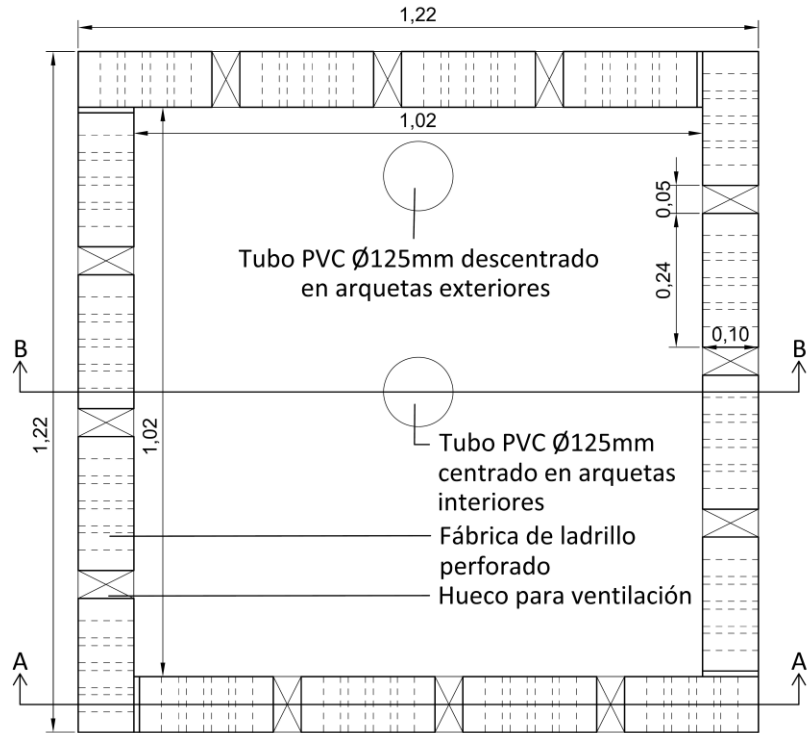


Figura 6.1: Detalle en planta de la arqueta de captación (SUMP), cotas en metros y escala 1:15. (Elaboración propia).

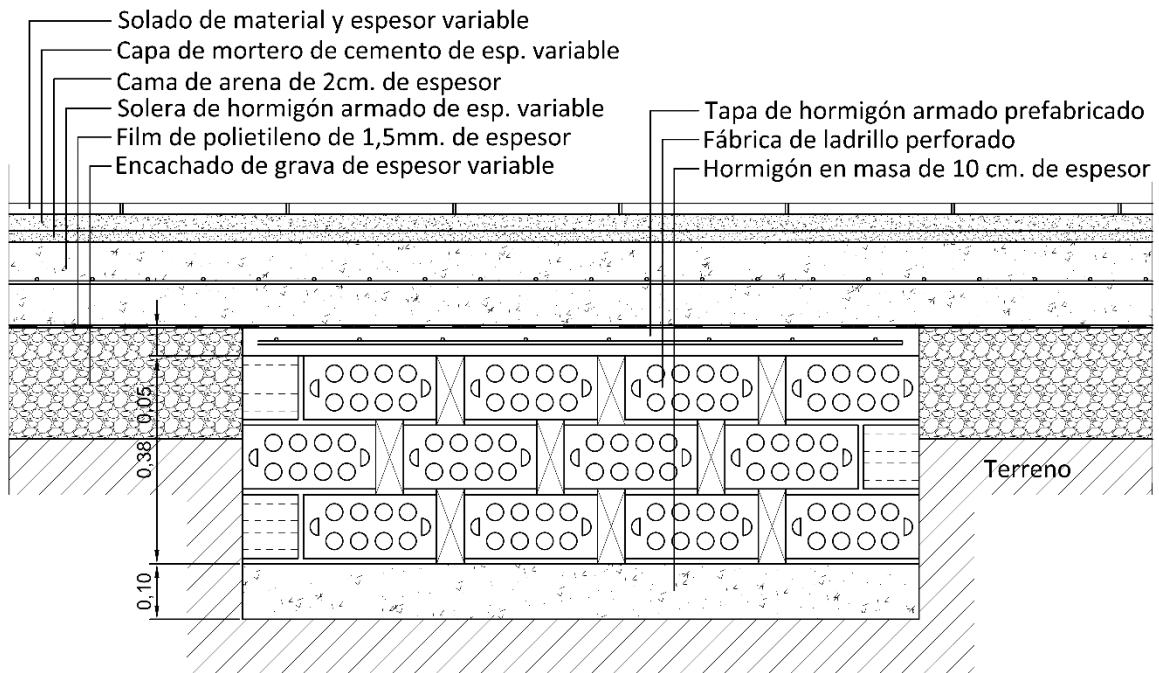


Figura 6.2: Sección A-A', detalle de arqueta de captación (SUMP) colocada bajo la solera de hormigón, cotas en metros y escala 1:15. (Elaboración propia).

Previo a la ejecución de la solución constructiva para el suelo de la planta baja y de la arqueta SUMP, el terreno puede situarse a cota inferior del futuro encachado de grava, debiendo realizar con una mini excavadora, el hueco de 1,22 x 1,22 x 0,32m. para poder ejecutar la arqueta, de tal forma, que, con las medidas especificadas en la figura 6.2., la coronación de ésta se sitúe bajo un film de polietileno, si este existiera, o bajo la solera de hormigón.

La conexión entre la arqueta y el ambiente exterior se realiza a través de un tubo de PVC, de diámetro interior 125mm. La unión entre los tubos se realizará con cola adhesiva, y el paso del tubo por la arqueta, solado y los forjados mediante masilla elastomérica de poliuretano+alquitrán (figura 6.3). En los casos en que el tubo atraviese zonas habitables de la vivienda, se emparchará para protegerlo con ladrillo hueco doble recibido con mortero de cemento.

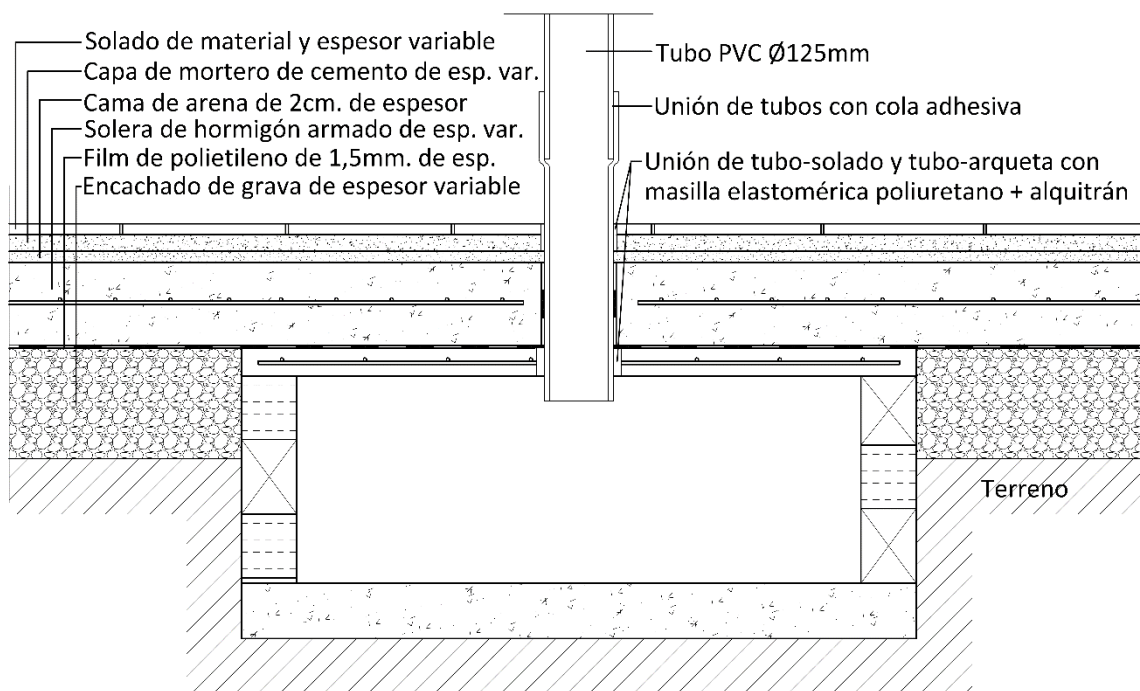


Figura 6.3: Sección B-B', detalle de arqueta de captación (SUMP) colocada bajo la solera de hormigón, cotas en metros y escala 1:15. (Elaboración propia).

En el caso de arquetas exteriores, el tubo de PVC irá adosado al exterior de la fachada mediante grapas metálicas (figura 6.4).



Figura 6.4: Grapa metálica.

El paso del tubo por el faldón, se realizará mediante masilla elastomérica de epóxi + caucho y se ejecutará un refuerzo de membrana impermeabilizante de caucho sintético EPDM de 1,35mm. de espesor, cumpliendo los requisitos establecidos en el CTE DB HS-1 (CTE DB HS-1, 2006). (Figuras 6.5. y 6.6)

En la coronación del tubo de PVC se coloca un remate giratorio pasivo de chapa galvanizada, recibido al tubo con masilla elastomérica de epoxi+caucho, y quedando al menos a 1m. de altura respecto la superficie exterior de la cubierta, (figura 6.5). Cuando la medida de protección sea por extracción mecánica, se colocará un extractor mecánico de tipo helico-centrífugo de 80W, conectado en la parte final del tubo (siempre en interior del edificio, protegido de la intemperie), adherido mediante masilla

elastomérica de poliuretano+alquitrán, necesitando un elemento de protección contra la lluvia en la coronación del tubo, recibido a él con masilla elastomérica epóxi+caucho, (figura 6.6).

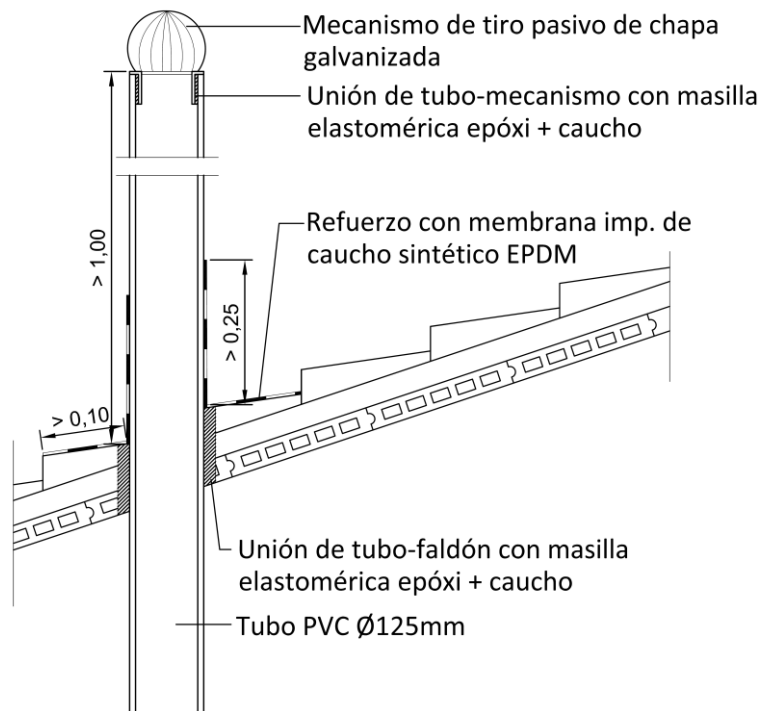


Figura 6.5: Detalle de paso de tubo de PVC por faldón y remate de tiro pasivo. Cotas en metros y escala 1:15. (Elaboración propia).

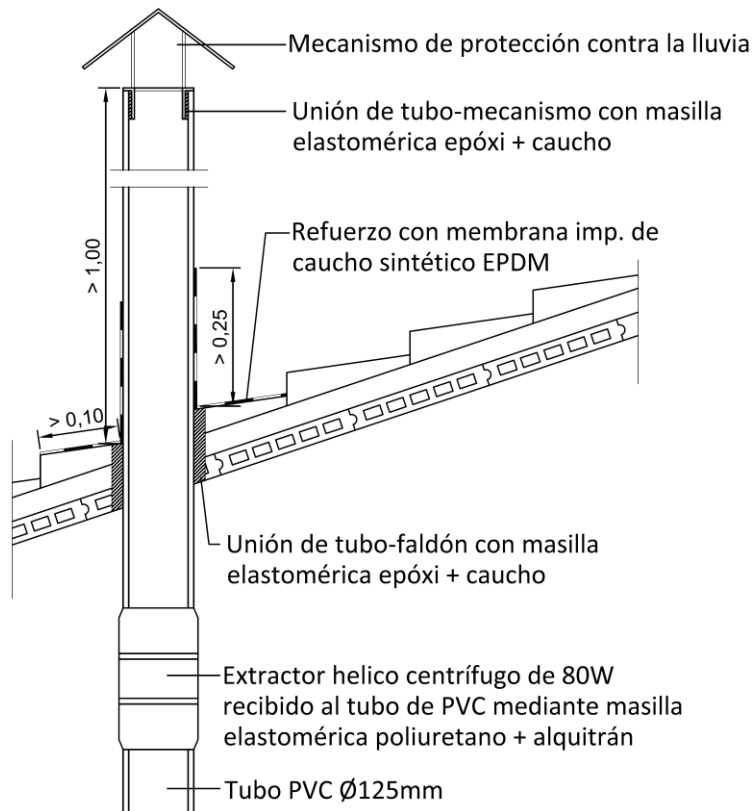


Figura 6.6: Detalle de paso de tubo de PVC por faldón, extractor helico-centrífugo de 80W y mecanismo de protección contra la lluvia. Cotas en metros y escala 1:15. (Elaboración propia).

Ejecución de la medida para viviendas ya existentes

El desarrollo de este apartado, está basado en la tesis de Borja Frutos (Frutos, 2009). Las dimensiones y alguno de los materiales que no se definen en la tesis de Borja Frutos, se han definido en esta tesis.

Para la ejecución de esta medida, suponiendo que la vivienda ya se ha construido, se debe demoler el solado y la solera, si estas existieran, con una superficie de 2,22 x 2,22 m., igual a las medidas exteriores de la arqueta en planta más 50cm. a cada lado, se retira el film de polietileno y la grava, si existieran, con una superficie de 1,22 x 1,22m., igual a las medidas exteriores de la arqueta, y se excava el terreno de tal forma, que, con las medidas especificadas en la figura 6.2., la coronación de ésta se sitúe bajo el film de polietileno o bajo la solera de hormigón.

Se ejecuta la arqueta con las características descritas en el apartado de ejecución para vivienda nueva, se coloca sobre la arqueta el film de polietileno, solapando los 50cm. que se dejaron a cada lado de la arqueta, se reconstruye la solera de hormigón y el solado.

Para la ejecución del tubo de PVC de 125mm de diámetro interior, que sirve de conexión entre la arqueta y el ambiente exterior, se siguen las directrices marcadas en el apartado de ejecución para vivienda nueva, con la única diferencia de la demolición que hay que practicar en los entrevigados de los forjados y en la cubierta de 20 x 20 cm. de superficie, en el caso de arquetas interiores, para poder pasar el tubo, y la posterior reconstrucción del hueco resultante entre el tubo y dichos elementos con masilla elástica (poliuretano + alquitrán en el paso por forjados, y epóxi + caucho en el paso por cubierta). En el encuentro del tubo con la cubierta se ejecuta un refuerzo de membrana impermeabilizante de caucho sintético EPDM, de 1,35mm. de espesor, cumpliendo los requisitos establecidos en el CTE DB HS-1 (CTE DB HS-1, 2006).

La coronación del tubo de PVC, se ejecutará según lo descrito en el apartado de ejecución para viviendas nuevas.

Al ejecutar estas medidas de protección en viviendas existentes, la existencia de vigas de cimentación o la propia distribución de la vivienda, pueden condicionar la situación en planta de las arquetas de captación, incluso necesitando realizar codos en el tubo de PVC para salvar obstáculos.

6.1.2 Medida de protección por barrera frente al gas radón.

Esta medida de protección consiste en la:

- Membrana elastomérica como barrera anti radón.

El desarrollo de este apartado, está basado en la tesis de Borja Frutos (Frutos, 2009).

Base de funcionamiento

Esta medida es de las consideradas pasivas, al no hacer uso de ningún mecanismo que necesite algún tipo de energía.

Como barrera de protección frente al gas se ha escogido un tipo que no se encuentra entre las habituales en la literatura. Se trata de una membrana elastomérica de poliuretano, a base de polioli e isocianato (marca Urespray F-75), que se proyecta en líquido sobre la superficie interior de las paredes y solera de la planta baja de las viviendas, y que, al entrar en contacto con el aire, cataliza y solidifica creando una membrana continua de un espesor medio de 3mm., adherida completamente a las superficies sobre las que se ha proyectado. El material plástico usado, es impermeable al paso del gas, por lo que se consigue una barrera que frena en parte el flujo hacia el interior. La principal ventaja de esta medida, es que constituye un revestimiento integral, sin juntas ni solapes.

Ejecución de la medida para viviendas nuevas

Para la ejecución de esta medida en viviendas nuevas, una vez se haya hecho la solera de hormigón se proyectará el producto a base de polioli e isocianato sobre ésta, y una vez solidificado, se ejecutará la solución constructiva de solado, si este existiera, sin dañarla para mantener su efectividad.

Para dar más estanqueidad a la entrada de radón al interior, se proyectará el producto sobre los paramentos verticales de la planta baja, de tal forma que quede a una altura superior a la rasante exterior de la vivienda.

Para evitar discontinuidades en la medida de protección, se proyectará el producto en simultáneo sobre la solera y sobre los paramentos verticales.

Ejecución de la medida para viviendas existentes

Suponiendo que la vivienda se ha construido con anterioridad a la ejecución de la medida de protección, dicha medida se realizará igual que se ha descrito en el apartado anterior “ejecución de la medida para viviendas nuevas”, añadiendo la demolición de la solución constructiva de solado de planta baja y de revestimiento de paramento vertical, y su posterior reconstrucción.

A tener en cuenta

La ficha técnica de la membrana de poliuretano (Urespray F-75), cita que, las principales aplicaciones del Urespray F-75 se hallan en el campo de la construcción, fundamentalmente como recubrimiento de materiales para el aislamiento térmico,

necesitando ensayar la adherencia para ser aplicado en otras superficies. En la tesis de Borja Frutos, se aplicó en horizontal sobre un suelo de terrazo y en vertical sobre un revestimiento de mortero de cemento, quedando perfectamente adherido.

No se ha probado, si sobre la superficie proyectada de la membrana, se adhieren bien los materiales de revestimiento, tales como son, morteros de cemento, guarnecidos de yeso o alicatados, siendo estos ejecutados en posición vertical. No obstante, no se prevé ningún problema al ejecutar sobre la membrana en posición horizontal, una solución constructiva de solado.

Dicho esto, se recomienda el uso de esta medida de protección en posición horizontal, sobre solera de hormigón, si fuese revestido posteriormente con un solado, y en posición horizontal y vertical, si no fuese revestido posteriormente, dándose este posible caso en sótanos o semisótanos. Con independencia de esto, al realizar los presupuestos de las medidas de protección en los apartados siguientes de la tesis, se considerará que se lleva a cabo el revestimiento de la membrana en posición vertical, en los casos de vivienda que así lo precisen, a falta de probar su adherencia.

Al ejecutar la membrana, hay que tener especial cuidado de no perforarla o dañarla, puesto que cualquier fisura bajaría su efectividad.

6.2. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LAS MEDIDAS DE PROTECCIÓN FRENTE A LA ENTRADA DE GAS RADÓN EN EL INTERIOR DE LAS VIVIENDAS

6.2.1. Precios simples de las unidades de obra correspondientes a las medidas de protección frente al radón.

En este apartado, se hace un desglose de las diferentes unidades de obra que forman las distintas medidas de protección frente al radón, para el máximo número de situaciones que se puedan dar en obra, como son, espesor de soleras, tipo de solados, altura de planta, tipo de remate del tubo, demolición de los distintos elementos, gestión de distintos residuos generados en obra, etc. De esta forma se facilita el uso de estas unidades de obra, como base de los futuros presupuestos de obras que se realicen, en viviendas de características similares a las aquí analizadas.

Para todas estas unidades de obra, se especifica su precio simple, obtenido a partir de los precios unitarios descompuestos, precios complejos descompuestos y precios complejos, según sea su caso, cuyo desglose de detalla en el anexo V de la tesis.

Para realizar los distintos precios, se ha tomado como referencia la base de precios actual de la Junta de Extremadura (Base de Precios construcción, 2012), sin aplicar el IPC para actualizarla. La base de precios actualizada se publicará en breve, aunque aún no hay fecha concreta. Estos precios se pueden extrapolar a otros lados de España, puesto que, el precio de los materiales, de la maquinaria y el rendimiento de la mano de obra es prácticamente el mismo. Lo único que podría variar de una provincia a otra es el precio simple de la mano de obra, que depende de lo dispuesto es los convenios colectivos de la construcción de cada provincia.

Las unidades de obra consideradas para formar los presupuestos de las medidas de protección frente la entrada del gas radón, se han asociado en distintos grupos:

- A: Arqueta de captación tipo SUMP
- B: Conducto de conexión arqueta-exterior
 - B.1: Conducto de PVC
 - B.2: Emparchado de conducto de PVC
- C: Mecanismo de tiro pasivo/extractor mecánico
 - C.1: Mecanismo de tiro pasivo
 - C.2: Extractor mecánico
- D: Membrana elastomérica
- E: Demolición
 - E.1: Demolición de pavimento
 - E.2: Demolición de alicatado
 - E.3: Demolición de solera de hormigón
 - E.4: Demolición de entrevigado de forjado
 - E.5: Demolición de cubierta

- E.6: Levantado de rodapiés
- E.7: Picado de revestimiento continuo
- E.8: Retirada de film/encachado de grava
- F: Reconstrucción
 - F.1: Reconstrucción de solado
 - F.2: Reconstrucción de rodapiés
 - F.3: Reconstrucción de alicatado
 - F.4: Reconstrucción de solera de hormigón armado
 - F.5: Reconstrucción de revestimiento continuo
 - F.6: Reconstrucción de impermeabilización
 - F.7: Reconstrucción de encuentro de tubo de PVC con cubierta
- G: Gestión de residuos
 - G.1: Retirada de tierras
 - G.2: Retirada de residuos áridos y piedras
- H: Seguridad y salud
 - H.1: Equipos de protección individual
 - H.2: Protecciones colectivas
 - H.3: Medicina preventiva y primeros auxilios
 - H.4: Señalización.
- I: Control de calidad

A continuación, se exponen los precios simples de las diferentes unidades de obra de los grupos antes considerados.

A: Arqueta de captación tipo SUMP

En la tabla 6.2., se detallan las diferentes unidades de obra y sus precios simples, referentes a la arqueta de captación tipo SUMP.

La arqueta es de dimensiones y materiales fijos. Por lo tanto, se desglosan unidades de obra atendiendo al tipo de excavación que hay que hacer para poder ejecutar la arqueta (manual o mecánica), al tipo de terreno (flojo o compacto), y al volumen de excavación (menor o mayor a 0,500m³).

Teniendo en cuenta, que, la cara superior de la arqueta se enrasa con la cara inferior de la solera o lámina, si hubiera, y que las dimensiones en planta de la arqueta son fijas, se considera una excavación $\leq 0,500 \text{ m}^3$ cuando haya existencia de encachado de grava debajo de la solera de hormigón, y $> 0,500 \text{ m}^3$ cuando no exista encachado de grava.

PRECIOS SIMPLES GRUPO A: ARQUETA DE CAPTACIÓN TIPO SUMP			
Tipo	Ud	Epígrafe	Precio simple (€/ud)
A	Ud	Arqueta de captación SUMP de medidas interiores 1,02x1,02x0,38m. ejecutada sobre solera de hormigón en masa HM-10/B/32 central de 10 cm. de espesor, fábrica de ladrillo perforado colocado de canto separados 5cm. para formación de huecos, recibido con mortero de cemento 1/ de central (M-5) y tapa de hormigón armado prefabricado colocada sobre la fábrica de ladrillo perforado, incluso excavación por medios mecánicos/manual en terreno flojo/compacto para un volumen de excavación $\leq 0,500 / > 0,500 \text{ m}^3$	
A.1.1.1	Ud	Excavación por medios mecánicos, terreno flojo, volumen $\leq 0,500 \text{ m}^3$	143,04
A.1.1.2	Ud	Excavación por medios mecánicos, terreno flojo, volumen $> 0,500 \text{ m}^3$	146,09
A.1.2.1	Ud	Excavación por medios mecánicos, terreno compacto, volumen $\leq 0,500 \text{ m}^3$	144,15
A.1.2.2	Ud	Excavación por medios mecánicos, terreno compacto, volumen $> 0,500 \text{ m}^3$	147,93
A.2.1.1	Ud	Excavación por medios manuales, terreno flojo, volumen $\leq 0,500 \text{ m}^3$	148,84
A.2.1.2	Ud	Excavación por medios manuales, terreno flojo, volumen $> 0,500 \text{ m}^3$	155,70
A.2.2.1	Ud	Excavación por medios manuales, terreno compacto, volumen $\leq 0,500 \text{ m}^3$	151,68
A.2.2.2	Ud	Excavación por medios manuales, terreno compacto, volumen $> 0,500 \text{ m}^3$	160,42

Tabla 6.2: Precios simples de las diferentes variantes de la unidad de obra: ud. de arqueta de captación tipo SUMP

B: Conducto de conexión arqueta-exterior

B.1: Conducto de PVC

En la tabla 6.3., se detallan las diferentes unidades de obra y sus precios simples, referentes al conducto de PVC de conexión de la arqueta con el exterior.

El tubo será siempre de PVC de diámetro interior 125mm. Por lo tanto, se desglosan unidades de obra en función de si el tubo transcurre por el interior o el exterior de la vivienda y del número de pasos de forjado que ha de atravesar.

PRECIOS SIMPLES GRUPO B.1: CONDUCTO DE PVC			
Tipo	Ud	Epígrafe	Precio simple (€/m)
B.1	m.	Conducto de PVC de diámetro interior 125mm. Unión entre tubos con adhesivo y unión del tubo con la arqueta mediante masilla elastomérica poliuretano+alquitran. En caso de transcurrir por el interior de la vivienda, los pasos del forjado se resuelven mediante masilla elastomérica poliuretano+alquitran, y los pasos por el faldón de la cubierta mediante masilla elastomérica epoxi+caucho. En caso de transcurrir por el exterior se incluirán codos de PVC de 90° para salvar obstáculos, y abrazaderas cada metro para sujeción del tubo a la fachada.	
B.1.1	m.	Conducto que transcurra por el interior de la vivienda con 1 paso de forjado	38,29
B.1.2	m.	Conducto que transcurra por el interior de la vivienda con 2 pasos de forjado	35,21
B.1.3	m.	Conducto que transcurra por el interior de la vivienda con 3 pasos de forjado	33,59
B.1.4	m.	Conducto que transcurra por el interior de la vivienda con 4 pasos de forjado	32,51
B.1.5	m.	Conducto que transcurra por el exterior de la vivienda con 1 paso de forjado	30,19
B.1.6	m.	Conducto que transcurra por el ext. de la vivienda con 2 pasos de forjado	26,62
B.1.7	m.	Conducto que transcurra por el ext. de la vivienda con 3 pasos de forjado	24,58
B.1.8	m.	Conducto que transcurra por el ext. de la vivienda con 4 pasos de forjado	23,08

Tabla 6.3: Precios simples de las diferentes variantes de la unidad de obra: m. de conducto de PVC de diámetro 125mm.

B.2: Emparchado de conducto de PVC

En la tabla 6.4., se detalla la unidad de obra y su precio simple referente al emparchado del conducto de PVC.

PRECIO SIMPLE GRUPO B.2: EMPARCHADO DE CONDUCTO DE PVC			
Tipo	Ud	Epígrafe	Precio simple (€/m ²)
B.2	m ²	Emparchado de conducto de PVC con ladrillo hueco doble de 24 x 11,5 x 7 cm. recibido con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de río 1/6, replanteo, aplomado, humedecido de las piezas, limpieza y medios auxiliares, s/DB-SE-F y RC-08.	13,05

Tabla 6.4: Precio simple de la unidad de obra: m² de emparchado de conducto de PVC

C: Mecanismo de tiro pasivo/extractor mecánico

C.1: Mecanismo de tiro pasivo

En la tabla 6.5., se detallan las diferentes unidades de obra y sus precios simples, referentes al mecanismo de tiro pasivo colocado en la coronación del conducto de PVC.

PRECIOS SIMPLES C.1: MECANISMO DE TIRO PASIVO			
Tipo	Ud	Epígrafe	Precio simple (€/ud)
C.1	Ud	Mecanismo de tiro pasivo, tal como, remate giratorio de chapa galvanizada D=15cm, en el caso de extracción natural, y aspirador estático de acero D=15cm, para proteger contra la intemperie en caso de coexistir un extractor mecánico, recibidos al conducto de PVC mediante masilla elastómera epóxi+caucho	
C.1.1	Ud	Remate giratorio de chapa galvanizada D=15cm.	27,49
C.1.2	Ud	Aspirador estático de acero D=15cm.	94,03

Tabla 6.5: Precios simples de las diferentes variantes de la unidad de obra: ud. de mecanismos de tiro pasivo.

C.2: Extractor mecánico

En la tabla 6.6., se detallan las diferentes unidades de obra y sus precios simples, referentes al extractor mecánico adosado al conducto de PVC.

PRECIOS SIMPLES C.2: EXTRACTOR MECÁNICO			
Tipo	Ud	Epígrafe	Precio simple (€/ud)
C.2	Ud	Extractor mecánico helico centrífugo de 80W, adosado al conducto de PVC mediante masilla elastomérica de poliuretano + alquitrán, incluso toma de corriente 32A, 2P+TT y mecanismo de encendido y apagado desde el interior de la vivienda incluido en el precio en caso de presupuestarse en rehabilitación	
C.2.1	Ud	Extractor mecánico helico centrífugo 80W	90,55
C.2.2	Ud	Extractor mecánico helico centrífugo 80W con toma de corriente y mecanismo de encendido y apagado desde el interior de la vivienda	177,58

Tabla 6.6: Precios simples de las diferentes variantes de la unidad de obra: ud. de extractor mecánico

D: Membrana elastomérica

En la tabla 6.7., se detalla la unidad de obra y su precio simple, referente a la membrana elastomérica, de la medida de protección por barrera contra el gas radón.

PRECIO SIMPLE GRUPO D: MEMBRANA ELASTOMÉRICA			
Tipo	Ud	Epígrafe	Precio simple (€/m ²)
D	m ²	Membrana elastomérica a base de polioli e isocianato de 3 mm., proyectada sobre solera y paramentos verticales con tres capas de 1mm. cada una, incluso limpieza previa del soporte	29,08

Tabla 6.7: Precio simple de la unidad de obra: m² de membrana elastomérica a base de polioli e isocianato

E: Demolición

E.1: Demolición de pavimento

En la tabla 6.8., se detallan las unidades de obra y sus precios simples, referente a las diferentes demoliciones de pavimento.

PRECIOS SIMPLES GRUPO E.1: DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO			
Tipo	Ud	Epígrafe	Precio simple (€/m ²)
E.1	m ²	Demolición de pavimento de losas de piedra/baldosas hidráulicas o terrazo/cerámicas o gres/parqué, corcho, PVC, goma o tarima, con compresor o con martillo eléctrico, según el caso, incluso limpieza y retirada de escombros a pie de carga, sin transporte a vertedero y con p.p. medios auxiliares	Precio simple (€/m ²)
E.1.1	m ²	Demolición de pavimentos de losas de piedra	3,12
E.1.2	m ²	Demolición de pavimentos de baldosas hidráulicas o terrazo	2,45
E.1.3	m ²	Demolición de pavimentos de baldosas cerámicas o grés	2,11
E.1.4	m ²	Demolición de pavimentos de parquet, corcho, PVC, goma o tarima	4,35

Tabla 6.8: Precios simples de las diferentes variantes de la unidad de obra: m² de demolición de pavimento

E.2: Demolición de alicatado

En la tabla 6.9., se detalla la unidad de obra y su precio simple, referente a la demolición de alicatado.

PRECIO SIMPLE GRUPO E.2: DEMOLICIÓN DE ALICATADO			
Tipo	Ud	Epígrafe	Precio simple (€/m ²)
E.2	m ²	Demolición de alicatados de losas de piedras naturales o artificiales, recibidas con pegamento o mortero de cemento, por medios mecánicos, incluso limpieza y retirada de escombros a pie de carga, sin transporte a vertedero y con p.p. medios auxiliares	5,12

Tabla 6.9: Precio simple de la unidad de obra: m² de demolición de alicatado de losa de piedras naturales o artificiales

E.3. Demolición de solera de hormigón

En la tabla 6.10., se detallan las unidades de obra y sus precios simples, referente a las diferentes demoliciones de solera de hormigón.

PRECIOS SIMPLES GRUPO E.3: DEMOLICIÓN DE SOLERA DE HORMIGÓN			
Tipo	Ud	Epígrafe	Precio simple (€/m ²)
E.3	m ²	Demolición de soleras de hormigón ligeramente armado con mallazo, hasta 15 cm. o hasta 25 cm. de espesor, con compresor, incluso limpieza y retirada de escombros a pie de carga, sin transporte a vertedero y con p.p. medios auxiliares	
E.3.1	m ²	Demolición de soleras de hormigón ligeramente armado con mallazo, hasta 15 cm. de espesor	7,54
E.3.2	m ²	Demolición de soleras de hormigón ligeramente armado con mallazo, hasta 25 cm. de espesor	10,66

Tabla 6.10: Precios simples de las diferentes variantes de la unidad de obra: m² de demolición de solera de hormigón

E.4. Demolición de entrevigado de forjado

En la tabla 6.11., se detalla la unidad de obra y su precio simple, referente a la demolición de entrevigado de forjado.

PRECIO SIMPLE GRUPO E.4: DEMOLICIÓN DE ENTREVIGADO DE FORJADO			
Tipo	Ud	Epígrafe	Precio simple (€/m ²)
E.4	m ²	Demolición de entrevigado de forjado, correspondiente a la bovedilla de cualquier material y a la capa de compresión de hormigón, con compresor, incluso limpieza y retirada de escombros a pie de carga, sin transporte a vertedero y con p.p. medios auxiliares	6,44

Tabla 6.11: Precio simple de la unidad de obra: m² de demolición de entrevigado de forjado

E.5. Demolición de cubierta

En la tabla 6.12., se detallan las unidades de obra y sus precios simples, referente a las diferentes demoliciones cubierta.

PRECIOS SIMPLES GRUPO E.5: DEMOLICIÓN DE CUBIERTA			
Tipo	Ud	Epígrafe	Precio simple (€/m ²)
E.5	m ²	Demolición de cubrición de teja cerámica curvo/plana, incluso tablero de rasillón y capa de compresión o de cubierta plana con todos sus componentes, mediante martillo eléctrico, incluso limpieza y retirada de escombros a pie de carga, sin transporte a vertedero y con p.p. medios auxiliares	
E.5.1	m ²	Demolición de cubrición de teja cerámica curvo	9,77
E.5.2	m ²	Demolición de cubrición de teja cerámica plana	8,90
E.5.3	m ²	Demolición cubierta plana	14,68

Tabla 6.12: Precios simples de las diferentes variantes de la unidad de obra: m² de demolición de cubierta

E.6. Levantado de rodapiés

En la tabla 6.13., se detalla la unidad de obra y su precio simple, referente al levantado de rodapiés.

PRECIO SIMPLE GRUPO E.6: LEVANTADO DE RODAPIES			
Tipo	Ud	Epígrafe	Precio simple (€/m)
E.6	m	Levantado de rodapiés de cualquier tipo, por medios manuales, sin recuperación de material, incluso limpieza y retirada de escombros a pie de carga, sin transporte a vertedero y con p.p. medios auxiliares	2,02

Tabla 6.13: Precio simple de la unidad de obra: m² de levantado de rodapiés

E.7. Picado de revestimiento continuo

En la tabla 6.14., se detallan las unidades de obra y sus precios simples, referente a los diferentes picados de revestimientos continuos.

PRECIOS SIMPLES GRUPO E.7: PICADO DE REVESTIMIENTO CONTINUO			
Tipo	Ud	Epígrafe	Precio simple (€/m ²)
E.7	m ²	Picado de guarnecido y enlucido de yeso / enfoscado de cemento en paramentos verticales, con martillo eléctrico, dejando la fábrica al descubierto, incluso limpieza y retirada de escombros a pie de carga, sin transporte a vertedero y con p.p. medios auxiliares	
E.7.1	m ²	Picado de guarnecido y enlucido de yeso	6,01
E.7.2	m ²	Picado de enfoscado de cemento	7,59

Tabla 6.14: Precios simples de las diferentes variantes de la unidad de obra: m² de picado de revestimiento continuo

E.8. Retirada de film/encachado de grava

En la tabla 6.15., se detallan las unidades de obra y sus precios simples, referente a las diferentes retiradas de elementos.

PRECIOS SIMPLES GRUPO E.8: RETIRADA DE FILM/ENCACHADO DE GRAVA			
Tipo	Ud	Epígrafe	Precio simple (€/m ²)
E.8	m ²	Retirada de film de polietileno/encachado de grava, por medios manuales, incluso limpieza y retirada de escombros a pie de carga, sin transporte a vertedero y con p.p. medios auxiliares	
E.8.1	m ²	Retirada de film de polietileno	1,33
E.8.2	m ³	Retirada de encachado de grava	10,63

Tabla 6.15: Precios simples de las diferentes variantes de la unidad de obra: m² de retirada de elementos

F. Reconstrucción

F.1. Reconstrucción de solado

En la tabla 6.16., se detallan las unidades de obra y sus precios simples, referente a las diferentes reconstrucciones de solado.

PRECIOS SIMPLES GRUPO F.1: RECONSTRUCCIÓN DE SOLADO			
Tipo	Ud	Epígrafe	Precio simple (€/m ²)
F.1	m ²	Solado de piedra/terrazo/cerámico o gres, marca, modelo o similar, cama de arena de río de 2cm. de espesor, recibido con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5R y arena de río 1/6, i/rejuntado con lechada de cemento blanco BL-V 22,5 y limpieza, o de madera, marca, modelo o similar colocado con pegamento, i/solera de mortero de cemento CEM II/B-M 32,5R y arena de río ½ de 5 cm. de espesor, acuchillado, lijado y y tres manos de barniz.	
F.1.1	m ²	Solado de piedra (granito, mármol...)	64,95
F.1.2	m ²	Solado de terrazo	23,13
F.1.3	m ²	Solado cerámico o gres	33,70
F.1.4	m ²	Solado de madera	45,21

Tabla 6.16: Precios simples de las diferentes variantes de la unidad de obra: m² de solado

F.2. Reconstrucción de rodapié

En la tabla 6.17., se detallan las unidades de obra y sus precios simples, referente a las diferentes reconstrucciones de rodapié.

PRECIOS SIMPLES GRUPO F.2: RECONSTRUCCIÓN DE RODAPIE			
Tipo	Ud	Epígrafe	Precio simple (€/m)
F.2	m	Rodapié de piedra/terrazo/cerámico o gres, marca, modelo o similar, recibido con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5R y arena de río 1/6, i/rejuntado con lechada de cemento blanco y limpieza, o de madera, marca, modelo o similar, barnizado de fábrica, clavado en paramentos.	
F.2.1	m	Rodapié de piedra (granito, mármol...)	6,65
F.2.2	m	Rodapié de terrazo	6,47
F.2.3	m	Rodapié cerámico o gres	4,24
F.2.4	m	Rodapié de madera	2,76

Tabla 6.17: Precios simples de las diferentes variantes de la unidad de obra: m de rodapié.

F.3. Reconstrucción de alicatado

En la tabla 6.18., se detalla la unidad de obra y su precio simple, referente a la reconstrucción de alicatado.

PRECIO SIMPLE GRUPO F.3: RECONSTRUCCIÓN DE ALICATADO			
Tipo	Ud	Epígrafe	Precio simple (€/m ²)
F.3	m ²	Alicatado con azulejo cerámico o gres, marca, modelo o similar, recibido con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5R y arena miga 1/6, i/p.p. de cortes, ingleses, piezas especiales, rejuntado con lechada de cemento blanco y limpieza.	22,88

Tabla 6.18: Precio simple de la unidad de obra: m² de alicatado

F.4. Reconstrucción de solera de hormigón armado

En la tabla 6.19., se detallan las unidades de obra y sus precios simples, referente a las diferentes reconstrucciones de solera de hormigón armado.

PRECIOS SIMPLES GRUPO F.4: RECONSTRUCCIÓN DE SOLERA DE HORMIGÓN ARMADO			
Tipo	Ud	Epígrafe	Precio simple (€/m ²)
F.4	m ²	Solera de hormigón armado de 10/15/20 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25/B/16/IIa, de central, i/vertido, curado, colocación y armado con # 15x15/6, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado.	
F.4.1	m ²	Solera de hormigón armado de 10 cm. de espesor	12,49
F.4.2	m ²	Solera de hormigón armado de 15 cm. de espesor	16,75
F.4.3	m ²	Solera de hormigón armado de 20 cm. de espesor	21,02

Tabla 6.19: Precios simples de las diferentes variantes de la unidad de obra: m² de solera de hormigón armado

F.5. Reconstrucción de revestimiento continuo

En la tabla 6.20., se detallan las unidades de obra y sus precios simples, referente a las diferentes reconstrucciones de revestimiento continuo.

PRECIOS SIMPLES GRUPO F.5: RECONSTRUCCIÓN DE REVESTIMIENTO CONTINUO			
Tipo	Ud	Epígrafe	Precio simple (€/m ²)
F.5	m ²	Guarnecido maestreado con yeso negro y enlucido con yeso blanco de 15mm. de espesor, con maestras cada 1,50m., incluso formación de rincones, guarniciones de huecos, remates con pavimento, p.p. de guardavivos de plástico y metal / Enfoscado maestreado y fratasado con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de río, de 20mm. de espesor, i/regleado, sacado de aristas y rincones. / Pintura plástica lisa mate en blanco/color, lavable, dos manos, incluso mano de imprimación de fondo, plastecido y mano de acabado. Sobre paramentos verticales.	
F.5.1	m ²	Guarnecido maestreado con yeso negro y enlucido con yeso blanco	6,56
F.5.2	m ²	Enfoscado maestreado y fratasado con mortero de cemento	11,46
F.5.3	m ²	Pintura plástica lisa mate en blanco/color	8,10

Tabla 6.20: Precios simples de las diferentes variantes de la unidad de obra: m² de reconstrucción de revestimiento continuo

F.6. Reconstrucción de impermeabilización

En la tabla 6.21., se detalla la unidad de obra y su precio simple, referente a la reconstrucción de impermeabilización.

PRECIO SIMPLE GRUPO F.6: RECONSTRUCCIÓN DE IMPERMEABILIZACIÓN			
Tipo	Ud	Epígrafe	Precio simple (€/m ²)
F.6	m ²	Impermeabilización con lámina sintética de polietileno clorado, con armaduras de poliéster de alta densidad y espesor de 1,5mm., soldada con soplete.	14,10

Tabla 6.21: Precio simple de la unidad de obra: m² de impermeabilización

F.7. Reconstrucción de encuentro de tubo de PVC con cubierta

En la tabla 6.22., se detalla la unidad de obra y su precio simple, referente a la reconstrucción de encuentro de tubo de PVC con cubierta.

PRECIO SIMPLE GRUPO F.7: RECONSTRUCCIÓN DE ENCUENTRO DE TUBO DE PVC CON CUBIERTA			
Tipo	Ud	Epígrafe	Precio simple (€/ud)
F.7	ud	Encuentro de tubo de PVC de 125mm. con cubierta, mediante membrana impermeabilizante de caucho sintético EPDM, de 1,35mm. de espesor. La membrana se fija al soporte mediante adhesivo de contacto, apta para intemperie.	11,92

Tabla 6.22: Precio simple de la unidad de obra: ud de encuentro de tubo de PVC con cubierta

G: Gestión de residuos

G.1. Retirada de tierras

En la tabla 6.23., se detalla la unidad de obra y su precio simple, referente a la retirada de tierras.

PRECIO SIMPLE GRUPO G.1: RETIRADA DE TIERRAS			
Tipo	Ud	Epígrafe	Precio simple (€/m ³)
G.1	m ³	Retirada de tierras a vertedero autorizado situado a una distancia máxima de 10 Km, formada por: carga a mano, transporte, descarga y canon de vertido	7,74

Tabla 6.23: Precio simple de la unidad de obra: m³ de retirada de tierras

G.2. Retirada de residuos áridos y piedras

En la tabla 6.24., se detalla la unidad de obra y su precio simple, referente a la retirada de residuos áridos y piedras.

PRECIO SIMPLE GRUPO G.1: RETIRADA DE TIERRAS			
Tipo	Ud	Epígrafe	Precio simple (€/m ³)
G.2	m ³	Retirada de residuos de áridos y piedras a planta de valorización situada a una distancia máxima de 10 Km, formada por: selección, carga a mano, transporte a planta, descarga y canon de gestión.	15,30

Tabla 6.24: Precio simple de la unidad de obra: m³ de residuos áridos y piedras

H: Seguridad y salud

H.1. Equipos de protección individual

En la tabla 6.25., se detallan las unidades de obra y sus precios simples, referente a equipos de protección individual.

PRECIOS SIMPLES GRUPO H.1: EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL			
Tipo	Ud	Epígrafe	Precio simple (€/ud, m)
H.1	Ud, m.	Equipos de protección individual tales como casco de seguridad, gafas contra impacto, cascos protectores auditivos, mono de trabajo, guantes de uso general, botas con puntera de metal, arnés de amarre dorsal + cinta subglútea y línea horizontal de seguridad	Precio simple (€/ud, m)
H.1.1	ud	Casco de seguridad	2,50
H.1.2	ud	Gafas contra impactos	0,83
H.1.3	ud	Cascos protectores auditivos	2,49
H.1.4	ud	Mono de trabajo	13,75
H.1.5	ud	Par de guantes de uso general	1,25
H.1.6	ud	Par de botas con puntera de metal	7,49
H.1.7	ud	Arnés amarre dorsal + cinta subglútea	6,36
H.1.8	m	Línea horizontal de seguridad	13,75

Tabla 6.25: Precios simples de las diferentes variantes de la unidad de obra: ud/m. de equipos de protección individual.

H.2. Protecciones colectivas

En la tabla 6.26., se detallan las unidades de obra y sus precios simples, referente a protecciones colectivas.

PRECIOS SIMPLES GRUPO H.2: PROTECCIONES COLECTIVAS			
Tipo	Ud	Epígrafe	Precio simple (€/ud, m ²)
H.2	Ud, m ²	Protecciones colectivas tales como tapa provisional de arqueta de 1,20 x 1,20 y alquiler mensual, montaje y desmontaje de andamio metálico tubular de acero de 3,25 mm. de espesor de pared tipo europeo.	Precio simple (€/ud, m ²)
H.2.1	ud	Tapa provisional de arqueta 1,20 x 1,20m.	33,84
H.2.2	m ²	Alquiler e instalación de andamio metálico tubular h<12m. europeo.	9,44

Tabla 6.26: Precios simples de las diferentes variantes de la unidad de obra: ud/m². de protecciones colectivas.

H.3. Medicina preventiva y primeros auxilios

En la tabla 6.27., se detalla la unidad de obra y su precio simple, referente a medicina preventiva y primeros auxilios.

PRECIO SIMPLE GRUPO H.3: MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS			
Tipo	Ud	Epígrafe	Precio simple (€/ud)
H.3	ud	Botiquín de urgencia para obra con contenidos mínimos obligatorio, colocado.	101,86

Tabla 6.27: Precio simple de la unidad de obra: ud de botiquín de urgencia.

H.4. Señalización

En la tabla 6.28., se detalla la unidad de obra y su precio simple, referente a señalización.

PRECIO SIMPLE GRUPO H.4: SEÑALIZACIÓN			
Tipo	Ud	Epígrafe	Precio simple (€/ud)
H.4	ud	Placa señalización-información de riesgo en PVC serigrafiado de 50x30 cm., fijada mecánicamente, amortizable en 3 usos, incluso colocación y desmontaje según R.D. 485/97.	4,16

Tabla 6.28: Precio simple de la unidad de obra: ud de placa señalización - información.

I: Control de calidad

En la tabla 6.29., se detallan las unidades de obra y sus precios simples, referentes a control de calidad.

PRECIOS SIMPLES GRUPO I: CONTROL DE CALIDAD			
Tipo	Ud	Epígrafe	Precio simple (€/ud)
I	Ud	Realización de ensayos para el control de calidad de puntos singulares de las medidas de protección, tales como, estanqueidad al aire de tubos de PVC, estanqueidad al agua de encuentro de tubo de PVC con cubierta y comprobación de continuidad y uniformidad de la membrana elastomérica.	
I.1	ud	Ensayo de estanqueidad al aire de tubos de PVC	149,46
I.2	ud	Ensayo de estanqueidad al agua de encuentro de tubo de PVC con cubierta	131,06
I.3	ud	Ensayo de comprobación de continuidad y uniformidad de membrana elast.	85,83

Tabla 6.29: Precios simples de las diferentes variantes de la unidad de obra: ud de ensayo para control de calidad

6.2.2. Presupuesto de ejecución material de las medidas de protección contra el radón

Se ha realizado, el presupuesto de ejecución material (en adelante PEM), de las distintas medidas de protección contra el radón descritas en el apartado 6.1., en las viviendas cuya concentración media anual de radón ha sido analizado en la presente tesis, estando por encima de los 100 Bq/m³ recomendados por el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN, 2012), y cuyo año de construcción es posterior o igual a 1990, siendo viviendas cuyos sistemas constructivos son similares, aunque con diferentes acabados, superficies y situaciones de ejecución para las medidas de protección contra el radón.

De esta forma, se pueden extrapolar los resultados obtenidos en los presupuestos, para diferentes situaciones, dentro del mismo rango de vivienda unifamiliar, que es la recientemente construida, cuyas concentraciones medias de radón anual sean similares a las aquí analizadas, y poder decidir, antes de realizar la obra, cual es la medida de protección más óptima.

La simulación de la aplicación de las medidas de protección frente al radón, se hará en la estancia de planta baja de las viviendas, cuyos niveles radiactivos/dosimétricos han sido analizados en esta tesis. Para lo cual, se eligen las viviendas, dentro del rango especificado en párrafos anteriores, cuya estancia analizada ocupa la mayor parte de superficie de la planta baja.

En la tabla 6.30., se identifican las viviendas elegidas para realizar el PEM de las medidas de protección frente al radón, junto a su año de construcción, la concentración de radón media anual antes de aplicar dichas medidas, la superficie en planta de la estancia analizada y el número de plantas de la vivienda.

IDENTIFICACIÓN DE VIVIENDAS ELEGIDAS PARA REALIZAR EL PEM DE LAS MEDIDAS DE PROTECCIÓN FRENTE AL RADÓN				
Identificación	Año de construcción	Concentración de ²²² Rn media anual (Bq/m ³)	Superficie en planta de la estancia analizada (m ²)	Nº de plantas
Vivienda 3 - Piornal	2009	1395 ± 46	70,15	3
Vivienda 2 – El Torno	1997	654 ± 19	56,55	3
Vivienda 3 – El Torno	2007	789 ± 24	94,24	2
Vivienda 3 - Rebollar	2014	1011 ± 8	28,58	3
Vivienda 3 – Cab. Valle	2010	483 ± 7	69,08	3
Vivienda 2 - Tornavacas	1990	627 ± 9	80,16	3
Vivienda 3 - Tornavacas	1997	4625 ± 36	39,18	4

Tabla 6.30: Identificación de las viviendas elegidas para realizar el PEM de las medidas de protección frente al radón

En el Anexo VI de la presente tesis, se desglosa el PEM de las diferentes medidas de protección contra el radón de las viviendas elegidas.

A efectos del PEM, las medidas de protección de extracción forzada y de presurización forzada por arquetas enterradas interiores, son iguales, puesto que, la única diferencia es el sentido de colocación del extractor mecánico.

En la tabla 6.31., se muestra el resumen del PEM de las diferentes medidas de protección (medida 1: extracción natural por arquetas enterradas interiores; medida 2: extracción/presurización forzada por arquetas enterradas interiores; medida 3: extracción forzada por arquetas enterradas exteriores; medida 4: membrana elastomérica como barrera anti radón) , aplicado en las viviendas identificadas en la tabla 6.30, considerando dos supuestos: que las viviendas se están ejecutando de forma simultánea con la implantación de la medida de protección (nueva), y que dicha medida se ejecuta sobre las viviendas ya construidas (existente).

RESUMEN DEL PEM (€)					
Vivienda	Nueva/exist.	Medida de protección frente al radón			
		Medida 1	Medida 2	Medida 3	Medida 4
Viv. 3 - Piornal	Nueva	2747,27	3220,25	2676,11	2508,24
	Existente	4437,90	5171,97	3364,31	5416,85
Viv. 2 – El Torno	Nueva	2679,42	3151,40	-	2420,13
	Existente	4382,05	5116,12	-	5113,45
Viv. 3 – El Torno	Nueva	2986,98	3617,62	3074,56	4323,41
	Existente	4291,79	5270,55	3422,68	8200,15
Viv. 3 - Rebollar	Nueva	2098,18	2413,50	-	1074,59
	Existente	3276,01	3765,39	-	2198,64
Viv. 3 – Cab. Valle	Nueva	2772,61	3245,59	-	2827,83
	Existente	4534,68	5268,75	-	6029,17
Viv. 2 - Tornavacas	Nueva	3427,90	4058,54	-	3085,77
	Existente	4971,01	5949,77	-	6586,87
Viv. 3 - Tornavacas	Nueva	2341,89	2657,21	2186,80	1639,62
	Existente	3515,25	4004,63	2360,86	3428,07

Tabla 6.31: Resumen del PEM (€) de las diferentes medidas de protección frente al radón, en las viviendas elegidas

En la tabla 6.31., se puede observar lo siguiente:

- El PEM de las medidas de protección para viviendas ya existentes es más caro que para viviendas nuevas, debido a que, se incluyen en el mismo, las unidades de obra referentes a demoliciones y reconstrucciones necesarias para realizar dichas medidas.
- La medida de protección de extracción forzada por arquetas enterradas exteriores, no se puede ejecutar en todas las viviendas, ya que necesitan un terreno aledaño perteneciente a éstas.
- De las medidas de protección por extracción de gas radón en viviendas nuevas, la menos económica es la de extracción/presurización forzada por arquetas enterradas interiores.

Para poder comprobar la repercusión que tienen los PEM de las medidas de protección aplicadas en las viviendas elegidas frente al PEM total de las viviendas, se han calculado estos últimos conforme el criterio establecido en la Orden 19 de diciembre de 2016 (Orden, 2016), en el que se aprueban los precios medios de mercado para estimar el valor real de coste de obra nueva de determinados inmuebles radicados en la Comunidad Autónoma de Extremadura.

La fórmula utilizada para calcular el Precio Medio de Mercado de Obra Nueva (PMMON), es la siguiente (Orden, 2016):

$$\text{PMMON} = C_p \times Q \times U_T \quad (\text{Ecuación 6.1})$$

Dónde: PMMON = Precio medio en el mercado de coste de obra nueva para el año 2017 (€/m² construidos).

C_p = Coste medio regional en el año 2013 (463,05 €/m²) del Presupuesto de Referencia de Ejecución Material del Colegio Oficial de Arquitectos de Extremadura.

Q = Coeficiente corrector en función del nivel de calidad de la edificación.

- Nivel estándar = 1,00 (para municipios cuya población sea mayor o igual de 2500 habitantes).
- Nivel de calidad en medio rural = 0,95 (para municipios cuya población sea menor de 2500 habitantes y para edificaciones situadas en suelos de naturaleza rústica).

U_T = Coeficiente corrector en función del uso y la tipología de la edificación.

- Vivienda unifamiliar en hilera (3 o más viviendas) = 1,00.
- Vivienda unifamiliar aislada o pareada = 1,40.

Dado que los municipios estudiados en la presente tesis tienen menos de 2500 habitantes, Q = 0,95, y dado que las viviendas elegidas para calcular el PEM de las medidas de protección (ver tabla 6.30 y anexo IV) son viviendas en hilera, U_T = 1,00, el precio medio de mercado de obra nueva (PMMON) es 439,89 €/m² construidos.

Para calcular el PEM de las viviendas estudiadas, se ha multiplicado el PMMON resultante (439,89 €/m² construidos) por la superficie construida de la vivienda, facilitada por catastro (Catastro, 2016). En el anexo IV de la presente tesis se hace referencia a los datos catastrales de cada vivienda estudiada.

En la tabla 6.32., se muestra la repercusión que tiene el PEM de las medidas de protección frente al radón (medida 1: extracción natural por arquetas enterradas interiores; medida 2: extracción/presurización forzada por arquetas enterradas interiores; medida 3: extracción forzada por arquetas enterradas exteriores; medida 4: membrana elastomérica como barrera anti radón), respecto del PEM total de cada vivienda elegida en el estudio, suponiendo que se están ejecutando de forma simultánea con la implantación de la medida de protección (nueva), y que dicha medida se ejecuta sobre las viviendas ya construidas (existente).

REPERCUSIÓN (%) DEL PEM DE LAS MEDIDAS DE PROTECCIÓN RESPECTO DEL PEM TOTAL						
Vivienda	PEM total de la vivienda (€)	Nueva/exist.	Medida de protección frente al radón			
			Medida 1	Medida 2	Medida 3	Medida 4
Viv. 3 - Piornal	105575,40	Nueva	2,60	3,05	2,53	2,37
		Existente	4,20	4,89	3,18	5,13
Viv. 2 – El Torno	122291,50	Nueva	2,19	2,57	-	1,97
		Existente	3,58	4,18	-	4,18
Viv. 3 – El Torno	95897,65	Nueva	3,11	3,77	3,20	4,50
		Existente	4,47	5,49	3,56	8,55
Viv. 3 - Rebollar	62905,34	Nueva	3,33	3,83	-	1,70
		Existente	5,20	5,98	-	3,49
Viv. 3 – Cab. Valle	98537,04	Nueva	2,81	3,29	-	2,86
		Existente	4,60	5,34	-	6,11
Viv. 2 - Tornavacas	138127,81	Nueva	2,48	2,93	-	2,23
		Existente	3,59	4,30	-	4,76
Viv. 3 - Tornavacas	114813,24	Nueva	2,04	2,31	1,90	1,43
		Existente	3,06	3,48	2,05	2,98

Tabla 6.32: Repercusión (%) que representa el PEM de las medidas de protección respecto del PEM total, en las viviendas elegidas para el estudio.

De los resultados obtenidos en la tabla 6.32., se puede deducir que la repercusión del Presupuesto de Ejecución Material (PEM) de dichas medidas de protección, aplicadas teóricamente en las viviendas estudiadas en la tesis y elegidas para tal fin, frente al PEM total de cada vivienda, es del $2,70 \pm 0,52$ (SD) % para viviendas nuevas y del $4,46 \pm 0,83$ (SD) % para viviendas existentes.

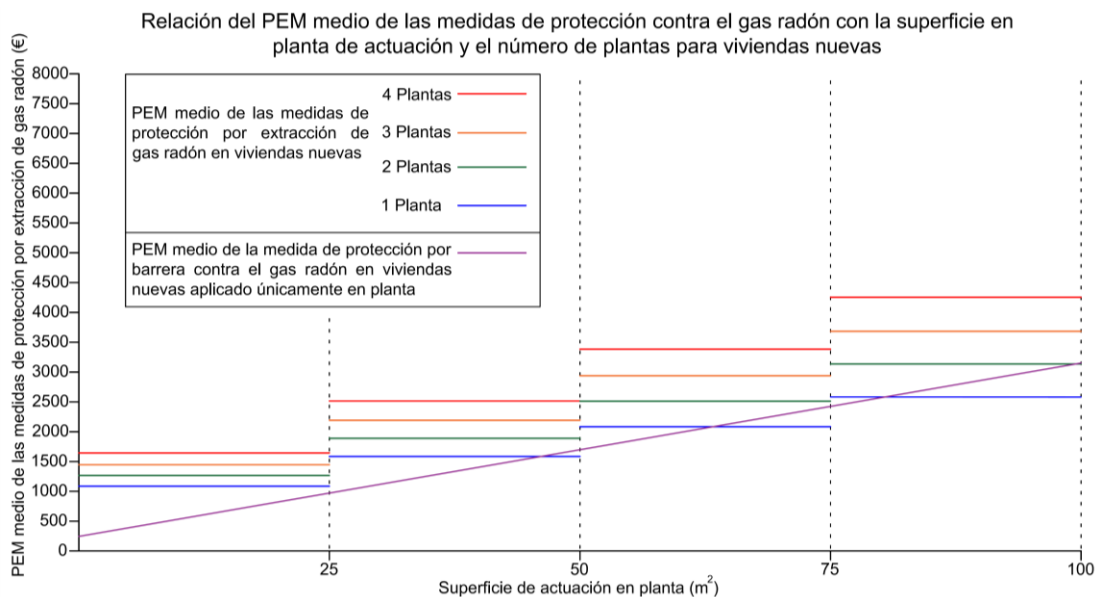
No obstante, los resultados obtenidos en la tabla 6.32., varían si las viviendas en las que se ejecutan dichas medidas de protección estuvieran situadas en un municipio de más de 2500 habitantes o si la vivienda fuera aislada o pareada, según los coeficientes marcados por la Orden 19 de diciembre de 2016 (Orden, 2016). Ver ecuación 6.1.

Por ello, en la tabla 6.33, se muestra la repercusión media del PEM de las medidas de protección estudiadas frente al PEM total de la vivienda, aplicado teóricamente a las viviendas elegidas para tal fin, suponiendo que se están ejecutando de forma simultánea con la implantación de la medida de protección (nueva), y que dicha medida se ejecuta sobre las viviendas ya construidas (existente), para todos los casos establecidos en la Orden (Orden, 2016) para viviendas unifamiliares.

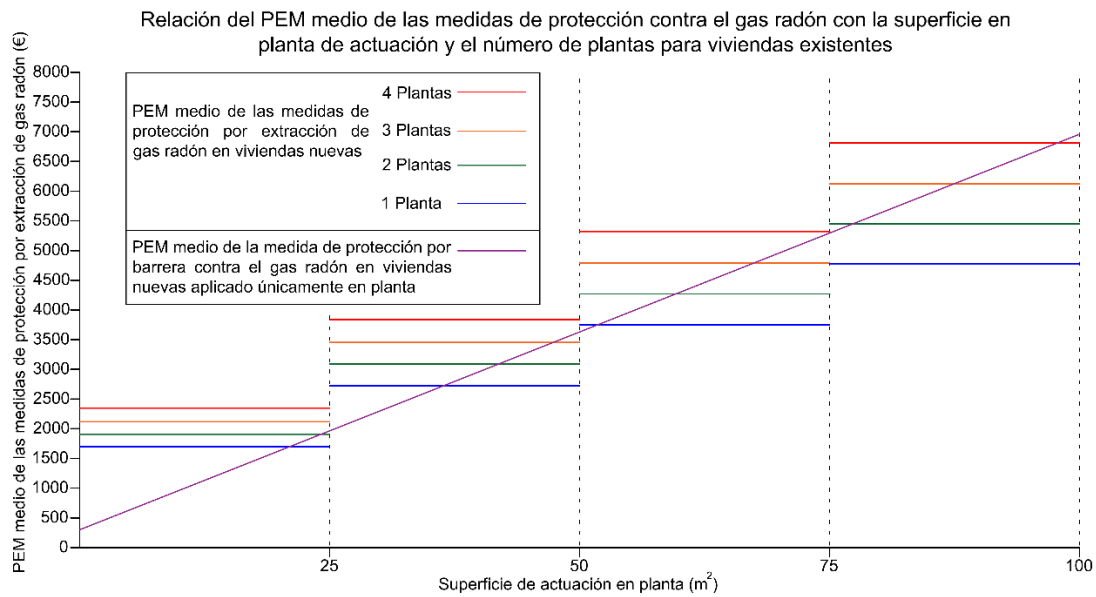
REPERCUSIÓN MEDIA (%) DEL PEM DE LAS MEDIDAS DE PROTECCIÓN RESPECTO DEL PEM TOTAL PARA TODOS LOS CASOS ESTABLECIDOS EN LA ORDEN (Orden, 2016) PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES		
Caso establecidos por la Orden (Orden, 2016)	Nueva/exist.	Repercusión media (%)
Vivienda unifamiliar en hilera en municipio de menos de 2500 habitantes	Nueva	2,70 ± 0,52 (SD) %
	Existente	4,46 ± 0,83 (SD) %
Vivienda unifamiliar en hilera en municipio de más de 2500 habitantes	Nueva	2,57 ± 0,49 (SD) %
	Existente	4,24 ± 0,79 (SD) %
Vivienda unifamiliar aislada o pareada en municipio de menos de 2500 habitantes	Nueva	1,94 ± 0,37 (SD) %
	Existente	3,19 ± 0,59 (SD) %
Vivienda unifamiliar aislada o pareada en municipio de más de 2500 habitantes	Nueva	1,84 ± 0,35 (SD) %
	Existente	3,03 ± 0,56 (SD) %

Tabla 6.33: Repercusión media (%) del PEM de las medidas de protección respecto del PEM total para todos los casos establecidos en la Orden (Orden, 2016) para viviendas unifamiliares.

En base al amplio desglose de precios simples descritos en el apartado 6.2.1. de la presente tesis, referente a las unidades de obra que forman las distintas medidas de protección frente al radón, para el máximo número de situaciones que se puedan dar en obra, en la gráfica 6.1. para viviendas nuevas y en la gráfica 6.2 para viviendas existentes, se muestra la relación del PEM medio de las medidas de protección por extracción de gas radón con la superficie en planta de actuación y el número de plantas, y la relación del PEM medio de la medida de barrera contra el gas radón, aplicada únicamente en planta (sin considerar su aplicación en paramentos verticales, pues este supuesto no se aplica a todas las viviendas, mientras que en planta sí), con la superficie en planta de actuación.



Gráfica 6.1: Relación del PEM medio de las medidas de protección contra el gas radón con la superficie en planta de actuación y el número de plantas, para viviendas nuevas.



Gráfica 6.2: Relación del PEM medio de las medidas de protección contra el gas radón con la superficie en planta de actuación y el número de plantas, para viviendas ya existentes.

De las gráficas 6.1. y 6.2., se puede observar que:

- Existe relación una directa entre el PEM de las medidas de protección por extracción de gas radón y el área de actuación en planta, con intervalos de 25m², debido a que, según lo indicado en la tesis de Borja Frutos (Frutos, 2009) y mantenido en esta tesis, se ha dispuesto un sistema de arqueta, conducto y mecanismo exterior cada 25 m². De este modo, el PEM no varía si el área de actuación está en uno de los intervalos comprendidos en las gráficas.
- Existe una relación directa entre el PEM de las medidas de protección por extracción de gas radón y el número de plantas, siendo éste mayor cuantas más plantas tenga el edificio. Debido a que, conforme más plantas haya, más longitud tendrá el conducto de evacuación y más superficie de andamio se necesitará para subir a cubierta.
- Existe una relación directa entre el PEM de la medida de protección de barrera contra el radón y la superficie de actuación, y no existe esta relación con el número de plantas.
- En todas las medidas de protección contra el radón, existen una serie de costes fijos relativos a seguridad y salud y control de calidad, por lo cual, si la superficie de actuación es próxima a cero, el PEM no lo será.
- En la medida de protección con barrera contra radón, el PEM se puede incrementar más que lo señalado en las gráficas anteriores, debido a que, la superficie de actuación no tiene por qué ser necesariamente en planta, sino que, puede aplicarse a la superficie de los muros.
- En viviendas nuevas, con superficie de actuación en planta menor que 45 m², es más económico aplicar la medida de protección por barrera contra el radón, si se aplica solo en planta, que cualquiera de las medidas de extracción. Sin

embargo, para superficies de actuación mayor que 45 m² los PEM de las medidas de protección son similares.

- En viviendas existentes, con superficie de actuación en planta menor que 20 m² y entre 25 y 35 m², es más económico aplicar la medida de protección por barrera contra el radón, si se aplica solo en planta, que cualquiera de las medidas de extracción. Sin embargo, para superficies de actuación de 20 a 25 m² y de 35 a 100 m² los PEM de las medidas de protección son similares.

En la tabla 6.34., se muestra la efectividad de las medidas de protección probada en la tesis de Borja Frutos (Frutos, 2009), (medida 1: extracción natural por arquetas enterradas interiores; medida 2: extracción/presurización forzada por arquetas enterradas interiores; medida 3: extracción forzada por arquetas enterradas exteriores; medida 4: membrana elastomérica como barrera anti radón), y la concentración de radón medio anual teórico, resultante tras aplicar dichas medidas de protección en las viviendas elegidas para el análisis.

CONCENTRACIÓN DE RADÓN MEDIA ANUAL TEÓRICO (Bq/m³) TRAS APLICAR LAS MEDIDAS DE PROTECCIÓN EN LAS VIVIENDAS ELEGIDAS				
Vivienda	Medida de protección frente al radón			
	Medida 1	Medida 2	Medida 3	Medida 4
	Efectividad 96%	Efectividad 99%	Efectividad 99%	Efectividad 96%
Viv. 3 - Piornal	56 ± 2	14 ± 1	14 ± 1	56 ± 2
Viv. 2 – El Torno	26 ± 1	7 ± 1	7 ± 1	26 ± 1
Viv. 3 – El Torno	32 ± 1	8 ± 1	8 ± 1	32 ± 1
Viv. 3 - Rebollar	40 ± 1	10 ± 1	10 ± 1	40 ± 1
Viv. 3 – Cab. Valle	19 ± 1	5 ± 1	5 ± 1	19 ± 1
Viv. 2 - Tornavacas	25 ± 1	6 ± 1	6 ± 1	25 ± 1
Viv. 3 - Tornavacas	185 ± 2	46 ± 1	46 ± 1	185 ± 2

Tabla 6.34: Concentración de radón media anual teórico (Bq/m³) tras aplicar las medidas de protección en las viviendas elegidas

En la tabla 6.34., se puede observar que, una vez aplicadas teóricamente todas las medidas de protección en las viviendas analizadas, las concentraciones de radón resultantes son menores que los 100 Bq/m³ establecidos por el CSN (CSN, 2012), según las efectividades comprobadas en la tesis de Borja Frutos (Frutos, 2009), salvo en la vivienda 3 de Tornavacas, que no descienden de los 185 Bq/m³, para extracción natural de arquetas enterradas interiores y para la barrera de protección.

Con los resultados obtenidos, se pretende optimizar lo máximo posible las decisiones que se plantean en la fase de proyecto, al plantearse ejecutar una de las medidas de protección aquí descritas, para vivienda nueva o ya existente, eligiendo para ello la más sencilla y económica, y consiguiendo concentraciones de radón por debajo de los niveles de referencia establecidos. No obstante, antes de la ejecución de una medida concreta de protección en una vivienda real, es recomendable hacer un estudio radiológico para conocer la concentración de radón media anual existente en su interior, y un estudio económico y constructivo detallado de la medida de protección contra el radón a realizar.

7. CONCLUSIONES

Las conclusiones obtenidas en la presente Tesis Doctoral se mencionan a continuación:

- Los suelos analizados son prácticamente monogeológicos –granito- y por tanto con elevados contenidos radiactivos y relativamente homogéneos, que predicen un alto riesgo de concentración de ^{222}Rn en el interior de las viviendas.
- Se observan elevadas concentraciones de ^{222}Rn en los suelos con dificultades para su caracterización debido a la imposibilidad de medir dicha concentración a una profundidad suficiente e igual en todos ellos, por inexistencia de suelo.
- Se obtienen elevados coeficientes de exhalación en los suelos analizados, siendo de destacar la homogeneidad espacial en toda la zona de estudio.
- La tasa de dosis equivalente ambiental de origen terrestre medida in situ con un contador proporcional sellado de alto volumen, aporta valores directamente proporcionales a los obtenidos a partir de la medida de la actividad superficial de origen natural de los suelos, aunque ligeramente mayores a éstas medidas.
- La gran mayoría de las concentraciones de ^{222}Rn en las viviendas analizadas son superiores al valor de referencia de la Directiva Europea de 300 Bq/m^3 , siendo el 91,7% de las concentraciones de radón superiores a los 100 Bq/m^3 que el CSN establece como valor a partir del que realizar actuaciones.
- A partir del estudio de la evolución temporal de los niveles de ^{222}Rn analizado en una vivienda de referencia tipo se ha establecido un modelo teórico para darle evolución y estimar la amplitud de la variabilidad estacional sobre el valor medio, que es del 69%.
- Se ha verificado la validez de los resultados utilizando diferentes técnicas de medida, tanto activas como pasivas y para muy diferentes periodos de exposición.
- Los niveles y su homogeneidad para los coeficientes de exhalación medidos en espacios abiertos no logran justificar la variabilidad de los niveles encontrados en el interior de las viviendas.
- El tipo arquitectónico condiciona notablemente la concentración de ^{222}Rn en el interior de las viviendas observándose que de forma sistemática las viviendas catalogadas como actuales poseen las mayores concentraciones registradas en cada población.

- La rehabilitación de la envolvente llevada a cabo en algunas viviendas catalogadas como tradicionales incrementa significativamente los niveles de ^{222}Rn en dichas viviendas.
- El tipo arquitectónico condiciona notablemente la tasa de dosis por irradiación externa en el interior de las viviendas, observándose que de forma sistemática las viviendas catalogadas como actuales poseen los menores niveles de irradiación.
- Con el amplio desglose de unidades de obra previstas en la presente tesis, es posible realizar una estimación del coste de las medidas de protección frente al radón estudiadas para el máximo número de situaciones que se puedan dar en obra, optimizando así las decisiones que se planteen en fase de proyecto al tratar de ejecutarlas tanto en viviendas nuevas como en viviendas existentes
- La repercusión del Presupuesto de Ejecución Material (PEM) de las medidas de protección frente al radón, aplicadas teóricamente en las viviendas estudiadas en la tesis y elegidas para tal fin, frente al PEM total de cada vivienda, del $2,70 \pm 0,52$ (SD) % en viviendas nuevas y del $4,46 \pm 0,83$ (SD) % en viviendas existentes.

8. BIBLIOGRAFÍA

Acosta Naranjo, R., Amaya Corchuelo, S., Díaz Aguilar, A.L. 2001. Memoria de la tierra, campos de la memoria. Los agroecosistemas tradicionales de tentudía. Vol. 1: Dehesa y tierras calmas, Centro de Desarrollo Comarcal de Tentudía. 2001, 552 páginas.

AEMET, 2016. Agencia Estatal de Meteorología. <http://www.aemet.es/es/portada>

Alhabi, W.R., Abbady, A.G.E. 2013. Measurement of radon concentrations in soil and the extent of their impact on the environment from Al-Qassim, Saudi Arabia. *Natural Science* 5(2013)93-98.

Alphaguard manual, 2010. User Manual Portable Radon Monitor "AlphaGUARD" 10/2010. Saphymo GmbH.

AlphaPUMP, 2001. Technical description 05/2001. AlphaPUMP. Saphymo GmbH.

Amor, M., Ladero, M., Valle, C.J. 1993. Flora y vegetación vascular de la comarca de La Vera y laderas meridionales de la sierra de Tormantos (Cáceres, España). *Studia Botanica*, 11 (1993) 11-207.

Anagnostakis, M. 2015. Environmental radioactivity measurements and applications – Difficulties, current status and future trends. *Radiation Physics and Chemistry*, 116 (2015) 3-7.

Baeza, A., del Río, M., Miró, C., Paniagua, J.M. 1993. Surface and Depth fallout Distribution of ^{137}Cs and ^{90}Sr in Soils of Cáceres (Spain). Dose Commitments due to External Irradiation. *Journal of Radioanalytical Nuclear Chemistry letters* 20(1993)297-316

Baeza, A., del Río, L.M., Miró, C., Paniagua, J. 1994. Natural radionuclide distribution in soils of Cáceres (Spain): Dosimetry implications. *Journal of Environmental Radioactivity* 23(1994)19-37.

Baeza, A., Guillén, F.J., Corbacho, J.A., Navarro, E., Roldán, C., Ferrero, J.L., Juanes, D., 2003. Indoor radon levels in buildings in the Autonomous Community of Extremadura (Spain). *Radiation Protection Dosimetry*, 103 (2003) 263-268.

Baeza, A., Corbacho, J.A. 2010. In situ determination of low-level concentrations of ^{137}Cs in soils. *Applied Radiation and Isotopes*, 68(2010)812-815.

Baeza, A., Corbacho, J.A., Miranda, J. 2013. Design and Implementation of a Mobile Radiological Emergency Unit Integrated in a Radiation Monitoring Network. *IEEE TRANSACTIONS ON NUCLEAR SCIENCE*, VOL. 60(2013)1400-1407.

Baeza, A., Corbacho, J.A., Guillén, J. 2016. Accuracy associated with the activity determination by in situ gamma spectrometry of naturally occurring radionuclides in soils. *Journal of Environmental Radioactivity*, 162(2016)219-224.

Barbosa, R., Ruano, A., Cerdeira, S., Barros, J.M. 2015. Radón residencial y cáncer de pulmón. Un estudio ecológico en Galicia. *Medicina Clínica*, 144 (2015) 304-308.

Base de Precios de la Construcción, 2012. Consejería de Fomento, Vivienda, Ordenación del Territorio y Turismo, Junta de Extremadura.

Bilski, P., Matthiä, D., Berger, T. 2016. Influence of cosmic radiation spectrum and its variation on the relative efficiency of LiF thermoluminescent detectors e Calculations and measurements. *Radiation measurement*, 88 (2016) 33- 40.

Bochicchio, F., Antignani, S., Venoso, G., Forastiere, F. 2013. Quantitative evaluation of the lung cancer deaths attributable to residential radon: A simple method and results for all the 21 Italian Regions. *Radiation Measurements*, 50 (2013) 121-126.

Brígido, O., Montalván, A., Rosa, R., Tomás, J., Hernández, A. 2008. Natural radionuclide content in building materials and gamma dose rate in dwellings in Cuba. *Journal of Environmental Radioactivity*, 99 (2008) 1834 - 1837.

Calibration, 04/95. Emanation and Calibration Container. Technical Description 04/95. Genitron Instruments GmbH.

Cancio, D., Baeza, A., Robles, B., Corbacho, J.A., Suárez, A., Guillén, J., Mora, J.C., Vasco, J., Miralles, Y. 2007. Estudio del Impacto radiológico de las Centrales Térmicas de Carbón sobre sus entornos. Unidad de Producción Térmica de Teruel. Publicaciones Técnicas CIEMAT. 2007, 96 páginas. ISBN: 978-7834-545-8.

Carrasco, R.M., Pedraza, J., Rubio, J.C. 1991. Actividad neotectónica cuaternaria del Valle del Jerte. *Cuaternario y geomorfología*, 5 (1991) 15-25.

Catastro, 2016. Sede electrónica de Catastro. Ministerio de Hacienda y Función Pública. Gobierno de España. <https://www.sedecatastro.gob.es>.

Cavallo, A., Gadsby, K., Reddy, T. 1994. The use of computed radon entry rates to understand radon concentration in buildings. *Health Phys*, 66 (1994) 178-184.

Celtiberia, 2016. <http://www.celtiberia.net/es/poblamientos> (diciembre, 2016).

CEN/TC 351 WG-3, 2015. Productos de construcción: Evaluación de la liberación de sustancias peligrosas - La radiación de los productos de construcción.

Corbacho, J.A. 2007. Evaluación Radiactiva Dosimétrica de suelos mediante técnicas convencionales e in situ. Tesis Doctoral. Universidad de Extremadura. 2007.

CSN, 2010. Consejo de Seguridad Nuclear. Dosis de radiación. Referencia: SBD-04.07.

CSN, 2010b. Consejo de Seguridad Nuclear. Informe técnico 24.2010, protección frente la inmisión de gas radón en los edificios. Referencia INT-04.20.

CSN, 2010c. Consejo de Seguridad Nuclear. Guía de Seguridad 11.01. Directrices sobre la competencia de los laboratorios y servicios de medidas de radón en aire, de 27 de enero de 2010. Madrid.

CSN, 2011. Consejo de Seguridad Nuclear. Instrucción IS-33, de 21 de diciembre de 2011, sobre criterios radiológicos para la protección frente a la exposición a la radiación natural. Boletín Oficial del Estado n.º 22. España, de 26 de enero de 2012, páginas 6833-6838.

CSN, 2012. Consejo de Seguridad Nuclear. Guía de Seguridad 11.02. control de la exposición a fuentes naturales de radiación, de 18 de enero de 2012. Madrid.

CSN, 2013. Consejo de Seguridad Nuclear. NOR/11-016, Proyecto guía de seguridad: medida de la concentración de radón en aire utilizando detectores pasivos: electretes, trazas nucleares y carbón activo. Borrador 1. Septiembre 2013.

CSN, 2016. Consejo de Seguridad Nuclear. Monografías. Las radiaciones. <https://www.csn.es/las-radiaciones>.

CTE DB HS-1, 2006. Exigencia Básica HS-1: Protección frente a la humedad. Documento Básico HS de Salubridad. Código Técnico de la Edificación.

DataEXPERT, 2007. Basic short description. Genitron 08/2007. Instruments GmbH.

Decreto 3565/1972, de 23 de diciembre, por el que se establecen las Normas Tecnológicas de Edificación, NTE. Boletín Oficial del Estado nº 13. España, de 15 enero 1973, páginas 752-756.

Decreto 113/2009, de 21 de mayo, por el que se regulan las exigencias básicas que deben reunir las viviendas en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Extremadura, así como el procedimiento para la concesión y control de la cédula de habitabilidad. Diario Oficial de Extremadura nº 101. España, de 28 de mayo de 2009, páginas 15248-15287.

Decreto 51/2010, de 5 de marzo, por el que se regulan las exigencias básicas que deben reunir las viviendas de protección pública en el ámbito de la Comunidad

Autónoma de Extremadura. Diario Oficial de Extremadura nº 48. España, de 11 de marzo de 2010, páginas 5801-5808.

DIRECTIVA 2013/59/EURATOM DEL CONSEJO, de 5 de diciembre de 2013, por la que se establecen normas de seguridad básicas para la protección contra los peligros derivados de la exposición a radiaciones ionizantes. Diario Oficial de la Unión Europea, de 17 de enero de 2014, páginas 13/1-13/73.

European Commission, 1999. Radiological Protection Principles Concerning the Natural Radioactivity of Building Materials, Radiation Protection Report RP-112, EC, European Commission, Luxembourg, 1999.

Flores, C. 1974. Arquitectura popular Española. Volumen 1. Colección imagen de España. Ed. Aguilar. 1974.

Frutos Vázquez, B. 2009. Estudio experimental sobre la efectividad y la viabilidad de distintas soluciones constructivas para reducir la concentración de gas radón en edificaciones. Tesis Doctoral. Departamento de Construcción y Tecnologías Arquitectónicas. Universidad Politécnica de Madrid.

García-Talavera, M., Martín, J.L., Gil, R., García, J.P., Suárez, E. 2013. El mapa predictivo de exposición al radón en España. Consejo de Seguridad Nuclear. Colección Informes Técnicos 38/2013

Garzón, L. 1992. El radón y sus riesgos. Universidad de Oviedo. Servicio de Publicaciones. 1992, 351 páginas. ISBN: 84-7468-513-3.

Google Earth, 2016. <http://www.google.es/intl/es/earth> (noviembre, 2016).

Guadarramaygredos, 2016. <http://www.guadarramaygredos.com> (enero, 2017).

Guía, 2008. Guía para la expresión de la incertidumbre de medida. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Gobierno de España. Edición Digital 1:706-10-001-0.

Guillén, J., Tejado, J.J., Baeza., Corbacho, J.A., Muñoz., G. 2014. Assessment of radiological hazard of commercial granites from Extremadura (Spain). Journal of Environmental Radioactivity 132(2014)81-88

Gutiérrez-Villanueva J.L., Sainz S., fuente I., Quindós J., Quindós L., Celaya S., Fernández A., López D., Fernández E., Quindós L.S. 2016. Intercomparación de monitores de gas radón en condiciones de campo. Saelices el Chico (España), Ed. Universidad de Cantabria, Santander, Spain, 2016, ISBN: 978-84-86116-97-2.

Gyula, M., Ildikó, E.P. 2015. Investigation of temperatura and barometric pressure variation effects on radón concentration in the Sopronbánfalva Geodynamic Observatory, Hungary. *Journal of Environmental Radioactivity*, 149 (2015) 64-72.

Hintenlang, D., Al Ahmady, K. 1994. Influence of ventilation strategies on indoor radon concentration based on a semiempirical model for Florida-style houses *Health Phys*, 66 (1994) 427-432.

ICRU, 1994. *Gamma-ray spectrometry in the Environment*. International Commission on Radiation Units and Measurements. ICRU REPORT nº 53. Bethesda, Maryland. EEUU. 1994

IGME, 2016. Instituto Geológico y Minero de España. Ministerio de Economía, Industria y Competitividad. Gobierno de España. <http://www.igme.es> (noviembre, 2016).

INE, 2016. Instituto Nacional de Estadística. Ministerio de Economía, Industria y Competitividad. Gobierno de España. <http://www.ine.es> (noviembre, 2016).

ISO/FDIS 11665-1:2012. Measurement of radioactivity in the environment, air: radon 222. Part 1: Origin of radon and its short-lived decay products and associated measurement methods.

ISO/FDIS 11665-2:2012. Measurement of radioactivity in the environment, air: radon 222. Part 2: Integrated measurement method for determining average potencial alpha energy concentration of its short-lived decay products.

ISO/FDIS 11665-3:2012. Measurement of radioactivity in the environment, air: radon 222. Part 3: Spot measurement method of the potential energy concentration of its short-lived decay products.

ISO/FDIS 11665-4:2012. Measurement of radioactivity in the environment, air: radon 222. Part 4: Integrated measurement method for determining average activity concentration using passive sampling and delayed analysis.

ISO/FDIS 11665-5:2012. Measurement of radioactivity in the environment, air: radon 222. Part 5: Continuous measurement method of the activity concentration.

ISO/FDIS 11665-6:2012. Measurement of radioactivity in the environment, air: radon 222. Part 6: Accumulation method for estimating surface exhalation rate.

ISO/IEC 17025:2005. Requisitos generales para la competencia de laboratorios de ensayo y calibración.

Junta de Extremadura. *Arquitectura vernácula de Extremadura II: breve recorrido etnológico*. Oficina de patrimonio etnológico. I.S.B.N.: 978-84-9852-310-2.

Kapdan, A., Altinsoy, N. 2012. A comparative study of indoor radon concentrations between dwellings and schools. *Radiation Physics and Chemistry*, 81 (2012) 383–386.

Korany, K.A., Shata, A.E., Hassan, S.F., Nagdy, M.S.E. 2013. Depth and Seasonal Variations for the Soil Radon-Gas Concentration Levels at Wadi Naseib Area, Southwestern Sinai, Egypt. *Physical Chemistry & Biophysics* 3(2013)1-6.

Kurnaz, A., Küçükömeroglu, B., Çevik, U., Çelebi, N. 2011. Radon level and indoor gamma doses in dwellings of Trabzon, Turkey. *Applied Radiation and Isotopes*, 69 (2011) 1554–1559.

Lara, E., Rocha, Z., Santos, T., Miguel, R., Neto, A., Menezes, M.Â., de Oliveira, A. 2011. Distribution of soil gas radon concentration in the Metropolitan region of Belo Horizonte, Brazil and correlations with litologies and pedologies. 2011 International Nuclear Atlantic Conference. INAC 2011

Leena K. 2015. Seasonal emanation of radón at Ghuttu, northwest Himalaya: Differentiation of atmospheric temperatura and pressure influences. *Applied Radiation and Isotopes*, 105 (2015) 170-175.

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales. Boletín Oficial del Estado nº269. España, de 10 de noviembre de 1995, páginas 32590-32611.

Ley 38, 1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de Edificación. Boletín Oficial del Estado nº 266. España de 6 de noviembre de 1999, páginas 38925-38934.

Ley 3/2001, de 26 de abril, de la Calidad, Promoción y Acceso de la Vivienda de Extremadura. Diario Oficial de Extremadura nº61. España, de 29 de mayo de 2001, páginas 5651-5669.

Ley 15/2001, de 14 de diciembre, del suelo y ordenación territorial de Extremadura. Diario Oficial de Extremadura nº1. España, de 3 de enero de 2002, páginas 2-100.

Ley 8/2013, de 26 de junio, de rehabilitación, regeneración y renovación urbanas. Boletín Oficial del Estado nº 153. España, de 27 de junio de 2013, páginas 47964-48023.

López Sáez, J.A., López García, P., Macías Rosado, R. 1997. Acción antrópica y reconstrucción de la vegetación durante el holoceno reciente en el valle del Tiétar, Sierra de Gredos. *Cuaternario y geomorfología*, 11 (1997) 43-54.

Lorenc, M.W., Muñoz Barco, P., Saavedra, J. 1995. Marmitas de gigante en el Valle del río Jerte como ejemplo de erosión fluvial intensiva por remolinos e influencia tectónica en su distribución y morfología. *Cuaternario y geomorfología*, 9 (1995) 17-26.

Man, A., Zheng, Y., Yueng, H. 1994. Radon surveys in the Hong Kong área. *Radiation Protection Dosimetry*, 55 (1994) 219-225.

Manual E-perm system. Rad Elec INC. Versión 2.321.

Martín, J.L., 2004. Concentraciones de radón en viviendas españolas. Consejo de Seguridad Nuclear. Colección de Informes Técnicos nº 13/2004

Monjo Carrió, J., 2005. La evolución de los sistemas constructivos en la edificación. Procedimiento para su industrialización. *Informes de la construcción*, 57 (2005) 499-500.

Montalbán Pozas, B. 2015. Rehabilitación sostenible de la arquitectura tradicional del Valle del Jerte. Tesis Doctoral. Departamento de arte y ciencias del territorio. Universidad de Extremadura.

Moreno, V., Bach, J., Font, Ll., Baixeras, C., Zarroca, M., Linares, R., Roqué, C. 2016. Soil radón dynamics in the Amer fault zone: An example of very high seasonal variations. *Journal of Environmental Radioactivity*, 151 (2016), 293-303.

Mustonen, R., Pennanen, M., Annamäki, M., Oksanen, E. 1997. Enhanced Radioactivity of Building Materials. For the European Commission, Contract No 96-ET-003 (draft final report).

Neznal, M., Neznal, M. 2005. Permeability as an important parameter for radon risk classification of foundation soils. *Annals of Geophysics* 48(2005)175-180

Nieto Masot, A., Gurría Gascón, J.L. 2005. Análisis de la población de los programas de desarrollo rural en Extremadura mediante sistemas de información geográfica. *Cuadernos Geográficos*, 36 (2005) 479-495.

Ninyerola, M., Pons, X., Roure, J.M. 2005. Atlas Climático Digital de la Península Ibérica. Metodología y aplicaciones en bioclimatología y geobotánica. Bellaterra: Universidad Autónoma de Barcelona. <http://www.opengis.uab.es/wms/iberia/> (febrero 2017).

Norbani, N., Abdullah, N., Saat, A., Hamzah, Z., Ramli, A., Rizlan, W., Jaafar, M., Bradley, D., Rahman, A. 2014. Terrestrial gamma radiation dose rates (TGRD) from

surface soil in Negeri Sembilan, Malaysia. *Radiation Physics and Chemistry*, 104 (2014) 112-117.

NTP 440, 2003. Radón en ambientes interiores. Notas técnicas de prevención. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Madrid.

NTP 533, 1999. El radón y sus efectos sobre la salud. Notas técnicas de prevención. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Madrid.

NTP 728, 2006. Exposición laboral a radiación natural. Notas técnicas de prevención. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Madrid.

Núñez Corchero, M., Sosa Cardo, J.A. 1999. Climatología de Extremadura (1961-1999). Serie Monografías. Badajoz: Centro de Publicaciones. Dirección General del Instituto Nacional de Meteorología. Ministerio de Medio Ambiente, 1999.

OMS, 2011. Organización Mundial de la Salud. Cánceres de origen ambiental y ocupacional. Nota descriptiva N° 350. Julio de 2011.

Orden, 2016. Orden de 19 de diciembre de 2016, por la que se aprueban los precios medios en el mercado para estimar el valor real de coste de la obra nueva de determinados bienes inmuebles, radicados en la Comunidad Autónoma de Extremadura, a efectos de la liquidación de impuestos sobre Transmisiones Patrimoniales y Actos Jurídicos Documentados para hechos imponible que se devenguen en el año 2017, se establecen las reglas para su aplicación y se publica la metodología para su obtención. Diario Oficial de Extremadura, nº 245. España de 23 de diciembre de 2016, páginas 33808-34004.

Pacheco-Torgal, F. (2012). Indoor radon: An overview on a perennial problem. *Building and Environment*, 58 (2012) 270-277.

Papastefanou, C., Stoulos, S., Manaloupoulou, M., Ioannidou, A., Charalambous, S. 1994. Indoor radon concentrations in greek apartment dwellings. *Health Phys*, 66 (1994) 270-273.

Piedecausa, B. 2013. Medidas de radón en espacios de trabajo subterráneos del campus de la universidad de Alicante. *Informes de la Construcción*, 65 (2013) 301-310.

Pizarro, F. J. 1983. *Arquitectura popular y urbanismo en el Valle del Jerte*. Los Santos de Maimona, Badajoz: Caja de ahorros de Plasencia.

PL-19.- Procedimiento para la recepción, conservación y preparación de muestras de suelos y sedimentos.- revisión 3, 24/05/16. LARUEX

- PL-22.- Procedimiento para la recogida de suelos. - revisión 1.- 14/10/2015.
LARUEX
- PL-60.- Procedimiento rutinario del programa ASALVO ORTEC.- revisión 3.- 30/3/14.
LARUEX
- PL-61.- Cálculo de la actividad, las incertidumbres y la actividad mínima detectable en la cuantificación radiactiva mediante espectrometría gamma.- Revisión 3.- 03/06/13. LARUEX
- PL-80.- Manual de rutina para medidas y análisis espectrométricos gamma con módulos DSPEC. Revisión 8.- 03/06/13. LARUEX
- PL-81.- Control de calidad en la medida de fondos o blancos por espectrometría gamma.- revisión 9.- 03/06/13. LARUEX
- PL-88.- Proc. Para realizar medidas de espectrometría gamma mediante la aplicación Genie 2K.- Revisión 4.- 03/06/13. LARUEX
- ProyectoEdea, 2014. Catálogos de sistemas constructivos en viviendas de Extremadura. Proyecto Edea Renov. Consejería de Fomento, Vivienda, Ordenación del Territorio y Turismo del Gobierno de Extremadura.
<http://www.renov.proyectoedea.com/es/content/resultados> (diciembre, 2016).
- ProyectoEdea, 2014b. Estudios tipológicos de cerramientos en la comunidad autónoma de Extremadura. Proyecto Edea Renov. Consejería de Fomento, Vivienda, Ordenación del Territorio y Turismo del Gobierno de Extremadura.
<http://www.renov.proyectoedea.com/es/content/resultados> (diciembre, 2016).
- Przylibski, A.T., Zebrowski, A., Karpinska, M., Kapala, J., Kozak, K., Mazur, J., Grzadziel, D., Mamont-Ciesla, K., Stawarz, O., Kozłowska, B., Klos, B., Dorda, J., Wysocka, M., Olszewski, J., Dohojda, M. 2011. Mean annual ^{222}Rn concentration in homes located in different geological regions of Poland e first approach to whole country area. *Journal of Environmental Radioactivity*, 102 (2011) 735-741.
- Quindós, L.S. 2002. Radón, un gas de radiactivo de origen natural en su casa. CSN. Servicio de publicaciones de la Universidad de Cantabria. 2002, 43 páginas. ISBN 84-8102-322-1.
- Quindós, L.S., Fernández, P.L., Ródenas, C., Gómez, J., Arteché, J. 2004. Conversion factors for external gamma dos derived from natural radionuclides in soils. *Journal of Environmental Radioactivity* 71(2004)139-145

Quindós, L.S., Fernández, P.L., Sainz, C., Fuente, I., Nicolás, J., Quindós, L., Arteché, J. 2008. Indoor radón in a Spanish región with different gamma exposure levels. *Journal of Environmental Radioactivity*, 99 (2008) 1544-1547.

Quindós, L.S., Sainz, C., Quindós, L., Fuente, I., Arteché, J.L. 2010. The radón gas. An air pollutant. *Salud Ambiental*, 10 (2010) 32-37.

Ramírez, A. 2010. Presupuestación de obras. Universidad de Sevilla, Secretariado de Publicaciones. 2010, 490 páginas. ISBN: 9788447212057.

RD 1650/1977, de 10 de junio, sobre normativa de la edificación. Ministerio de vivienda, Boletín Oficial del Estado nº 163. España, de 9 de julio de 1977, páginas 15443-15444.

RD 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción. Boletín Oficial del Estado nº256. España, de 25 de octubre de 1997, páginas 30875-30886.

RD 783/2001, de 6 de Julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes. Boletín Oficial del Estado n.º 178. España, de 26 de julio de 2001, páginas 27284-27393

RD 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión. Boletín Oficial del Estado nº 224. España, de 18 de septiembre de 2002, páginas 33084-33086.

RD 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Boletín Oficial del Estado n.º 74. España, de 28 de marzo de 2006, páginas 11816-11831.

RD 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08). Boletín Oficial del Estado nº 203. España, de 22 de agosto de 2008, páginas 35176-35178.

RD 256/2016, de 10 de junio, por el que se aprueba la instrucción para la recepción de cementos (RC-16). Boletín Oficial del Estado nº 153. España, de 25 de junio de 2016, páginas 45755-45824.

Rubio Masa, J. C. 1985. Arquitectura Popular de Extremadura. Cuaderno Popular. Mérida: Editorial regional de Extremadura. 1985. ISBN: 84-505-2469-5.

Sainz, C., Dinu, A., Dicu, T., Szacsvai, K., Cosma, C., Quindós, L.S. 2009. Comparative risk assessment of residential radón exposures in two radón prone áreas, Stei, Romania and Torrelodones, Spain. *Science of the Total Environment*, 407 (2009) 4452-4460.

Sroor, A., El-Bahi, S.M., Ahmed, F., Abdel-Haleem, A.S. 2001. Natural radioactivity and radón exhalation rate of soil in southern Egypt. *Applied Radiation and Isotopes*, 55(2001), 873-879.

Springer, V. 1969. *Handbook of Chemistry and Physics*. New York, 1969.

Suárez, E., Fernández, J.A., Baeza, A., Candelas, M., García, D., Moreno, J., Lanaja, J.M. 2000. Proyecto Marna. Mapa de radiación Gamma Natural. Consejo de Seguridad Nuclear. Colección de Informes Técnicos nº 5/2000

Surinder, S., Rohit, M., Kulwant, S. 2005. Seasonal variation of indoor radón in dwellings of Malwa región, Punjab. *Atmospheric Environment*, 39 (2005) 7761 – 7767.

UNSCEAR, 1988. Sources, effects and risks of ionizing radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. 2000

UNSCEAR, 2000. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Sources and Effects of Ionising Radiation. Report to the General Assembly with Scientific Annexes. United Nations. New York. 2000, 659 páginas. ISBN: 92-1-142238-8.

USDOE, 1995. Intercomparison Results For Radon Technologies. Departamento de energía de los Estados Unidos. REF: EML-566, 1995.

Valletietar, 2017. <http://www.valletietar.com> (febrero, 2017).

Vaupoti, J., Gragori, A., Kobal, I., Zvab, P., Kozak, K., Mazur, J., Kochowska, E., Grzadziel, D. 2010. Radon concentration in soil gas and radon exhalation rate at the Ravne Fault in NW Slovenia. *Natural Hazards and Earth Systems Sciences* 10(2010)895-899.

Vikas, D., Asha, R., Rohit, M. 2014. A study of seasonal variations of radón levels in differents types of dwelling in Sri Ganganagar district, Rajasthan. *Journal of Radiation Research and Applied Sciences*, 7 (2014) 201 – 206.

Yu, K., Youg, E., Li, K., 1996. A study of factors affecting indoor radon properties. *Health Phys*, 71 (1996) 179-184.

**ANEXO I – FICHAS DE CARACTERIZACIÓN DE
LOS MUNICIPIOS ESTUDIADOS**

En este anexo, se muestra una tabla por cada municipio, caracterizando aspectos que pueden ser determinantes al interpretar los datos del estudio en cuanto a los niveles radiactivos/dosimétricos obtenidos, como son el espacio geográfico y el clima:

- **Espacio geográfico:** Identifica la comarca en la que está situado el municipio, su situación, coordenadas geográficas (longitud y latitud) y altitud.

- **Comarca:** La comarca a la que pertenece el municipio. En este estudio puede ser “Valle del Jerte” o “la Vera”.

- **Situación:** Hay cuatro posibles situaciones: cima, ladera sombría, ladera solana o valle.

- **Latitud, Longitud y altitud:** Datos para georreferenciar los municipios. <https://earth.google.es/> (Google Earth, 2016).

- **Clima:** Identifica cuatro parámetros concretos del municipio, como son la pluviometría anual, la temperatura media anual, y las temperaturas medias máximas y mínimas y el mes en que se dan. Estos datos se recogen del Atlas Climático Digital de la Península Ibérica, realizado por Ninyerola, de la Universidad Autónoma de Barcelona, refiriéndose al periodo de 1950 a 1999, considerando series temporales superiores a 15 años para la temperatura y de 20 para las precipitaciones. <http://www.opengis.uab.es/wms/iberia/> (Ninyerola et al, 2005).

Por otra parte, se muestran otros aspectos que ayudan a cuantificar el tamaño de la muestra (viviendas analizadas) con respecto el total, como son los habitantes y viviendas, y el número de viviendas actuales y la fecha de construcción.

- **Habitantes y viviendas:** Identifica el número de habitantes en el año 2015 en el municipio, nº de edificios totales, nº de viviendas totales y nº de viviendas unifamiliares totales. www.ine.es/ (INE, 2016).

- **Nº habitantes en 2015:** Censo de población en el año 2015.

- **Nº de edificios totales:** Es el número total de edificios actuales en el municipio, independientemente de su uso (viviendas unifamiliares, viviendas plurifamiliares, almacenes, garajes, edificios de uso público, etc).

- **Nº de viviendas totales:** Es el número total de viviendas en el municipio. Engloba tanto las viviendas unifamiliares como las viviendas contenidas en un edificio plurifamiliar.

- **Nº de viviendas unifamiliares totales:** Son únicamente el número de viviendas unifamiliares que hay en el municipio.

- **Nº de viviendas actuales – Fecha de construcción:** Dentro del grupo de viviendas, ya sean unifamiliares o contenidas en un edificio plurifamiliar, se ha hecho un desglose para conocer la fecha de construcción de las edificaciones que actualmente se están utilizando como viviendas en los municipios.

Para hacer este desglose, se ha tenido en cuenta los materiales y técnicas utilizadas para la construcción de las viviendas de las comarcas objeto del estudio, analizando las estudiadas en esta tesis, para poder encuadrarlas en un intervalo de tiempo.

Los intervalos de tiempo considerados son los siguientes:


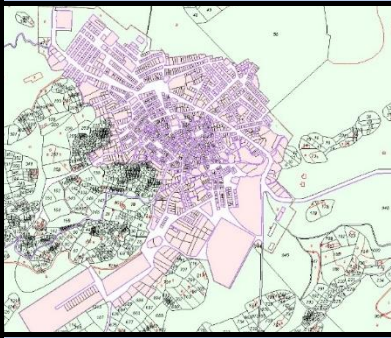






- **Anteriores a 1940:** son viviendas, cuya construcción se ejecuta únicamente con materiales de la zona, tales como piedra y madera. Y cuyas técnicas constructivas corresponden a las de arquitectura popular de la zona.
- **Entre 1940 y 1980:** son viviendas, que alternan en su construcción materiales de la zona con otros más universales e industrializados. Este intervalo de tiempo, representa la transición entre la arquitectura popular y la actual.
- **Posteriores a 1980:** son viviendas cuyas técnicas de ejecución y materiales se pueden utilizar en cualquier parte del territorio nacional. Pudiendo seguir para su construcción, directrices de normativas hechas para tal fin.


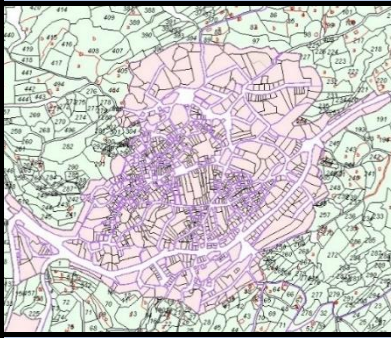






Otros de los aspectos a considerar es una galería fotográfica, en la que se incluye una foto aérea del municipio, foto de catastro y fotos de lugares representativos del municipio.


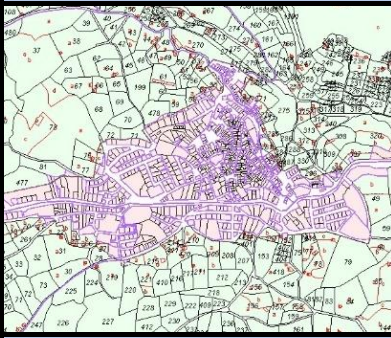






- **Foto del municipio:** <https://earth.google.es/> (Google Earth, 2016).

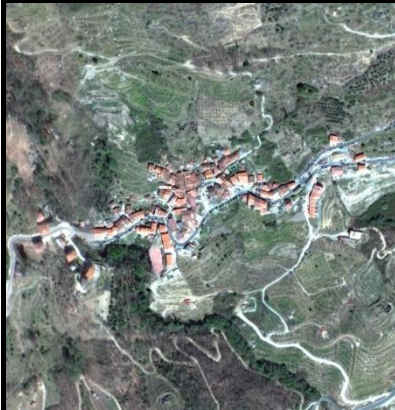
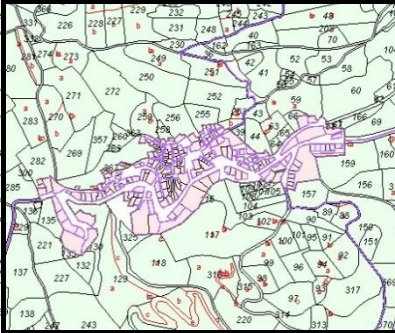






- **Foto de catastro:** www.catastro.meh.es/ (Catastro,2016).


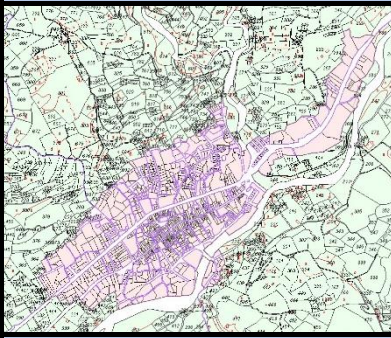






- **Resto de fotos:** fotos de elaboración propia.


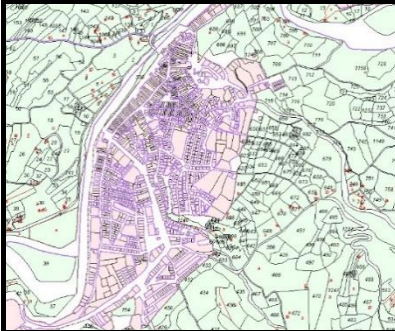






FICHA 1: CARACTERIZACIÓN DEL MUNICIPIO DE PIORNAL		
Foto aérea Piornal	Espacio geográfico	
	Comarca	Valle del Jerte
	Situación	Cima
	Latitud	40°07'01.02''N
	Longitud	5°50'49.85''O
	Altitud	Media (1183 m)
	Clima	
	Pluviometría anual	1628mm
	Tª media anual	11,89°C
	Tª media máxima / mes	30,90°C / julio
	Tª media mínima / mes	-0,8°C / enero
Foto catastro Piornal	Habitantes y viviendas	
	Nº Hab. en 2015	1555
	Nº Edificios Totales	1408
	Nº Viv. Totales	635
	Nº Viv. Unifam. Totales	439
	Nº de viv. actuales – Fecha construcción	
	Anteriores a 1940	2
	Entre 1940 y 1980	300
Posterior a 1980	333	
Avenida de La Vera	Fuente Plaza de las Eras	Estatua del Jarramplas
		
Plaza de la Iglesia	Plaza América	Plaza Lanchas
		


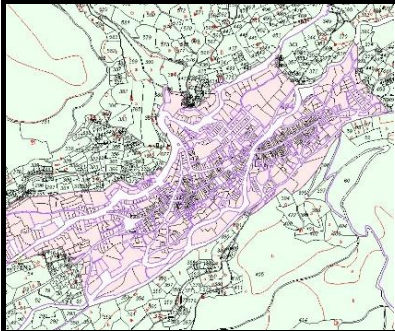






FICHA 2: CARACTERIZACIÓN DEL MUNICIPIO DE EL TORNO		
Foto aérea El Torno	Espacio geográfico	
	Comarca	Valle del Jerte
	Situación	Ladera Solana
	Latitud	40°08'08.40"N
	Longitud	5°56'41.28"O
	Altitud	Media (772 m)
	Clima	
	Pluviometría anual	1405 mm
	Tª media anual	14,12 °C
	Tª media máxima / mes	32,5°C / julio
	Tª media mínima / mes	1,8°C / enero
Foto catastro El Torno	Habitantes y viviendas	
	Nº Hab. en 2015	956
	Nº Edificios Totales	694
	Nº Viv. Totales	409
	Nº Viv. Unifam. Totales	278
	Nº de viv. actuales – Fecha construcción	
	Anteriores a 1940	97
	Entre 1940 y 1980	195
Posterior a 1980	116	
Iglesia y Ayuntamiento	Plaza Eulogio Alonso	Calle Lancha
		
Vista del pueblo	Calle El Castillo	Av. Doctor Aurelio Al.
		









FICHA 3: CARACTERIZACIÓN DEL MUNICIPIO DE CASAS DEL CASTAÑAR		
Foto aérea C. Castañar	Espacio geográfico	
	Comarca	Valle del Jerte
	Situación	Ladera Umbría
	Latitud	40°06'26.32"N
	Longitud	5°54'17.93"O
	Altitud	Media (685 m)
	Clima	
	Pluviometría anual	1336 mm
	Tª media anual	13,98 °C
	Tª media máxima / mes	32°C / julio
	Tª media mínima / mes	1°C / enero
Foto catastro C. Castañar	Habitantes y viviendas	
	Nº Hab. en 2015	604
	Nº Edificios Totales	844
	Nº Viv. Totales	275
	Nº Viv. Unifam. Totales	228
	Nº de viv. actuales – Fecha construcción	
	Anteriores a 1940	68
	Entre 1940 y 1980	90
Posterior a 1980	116	
Avenida Asperillas	Calle del Barrio Bajo	Plaza de San Juan
		
Plaza Mayor	Túnel calle de la Gila	Vista del pueblo
		

FICHA 4: CARACTERIZACIÓN DEL MUNICIPIO DE REBOLLAR		
Foto aérea Rebollar	Espacio geográfico	
	Comarca	Valle del Jerte
	Situación	Ladera Solana
	Latitud	40°09'13.11"N
	Longitud	5°53'56.42"O
	Altitud	Media (620 m)
	Clima	
	Pluviometría anual	1232 mm
	Tª media anual	14,85 °C
	Tª media máxima / mes	32,8°C / julio
	Tª media mínima / mes	2,7°C / enero
Foto catastro Rebollar	Habitantes y viviendas	
	Nº Hab. en 2015	219
	Nº Edificios Totales	157
	Nº Viv. Totales	145
	Nº Viv. Unifam. Totales	137
	Nº de viv. actuales – Fecha construcción	
	Anteriores a 1940	36
	Entre 1940 y 1980	54
Posterior a 1980	55	
Iglesia	Fuente	Calle General Franco
		
Calle los Escaleros	Paseo el Mirador	Calle Leoncio Blanco
		


FICHA 5: CARACTERIZACIÓN DEL MUNICIPIO DE JERTE		
Foto aérea Jerte	Espacio geográfico	
	Comarca	Valle del Jerte
	Situación	Valle
	Latitud	40°13'20.25"N
	Longitud	5°45'03.73"O
	Altitud	Media (612 m)
	Clima	
	Pluviometría anual	1189 mm
	Tª media anual	14,25 °C
	Tª media máxima / mes	32,5°C / julio
	Tª media mínima / mes	1,3°C / enero
Foto catastro Jerte	Habitantes y viviendas	
	Nº Hab. en 2015	1282
	Nº Edificios Totales	892
	Nº Viv. Totales	528
	Nº Viv. Unifam. Totales	380
	Nº de viv. actuales – Fecha construcción	
	Anteriores a 1940	178
	Entre 1940 y 1980	159
Posterior a 1980	191	
Nacional 110	Iglesia	Calle Ramón Cepeda
		
Plaza del Molino	Vista del pueblo	Túnel del Hada
		

FICHA 6: CARACTERIZACIÓN DEL MUNICIPIO DE CABEZUELA DEL VALLE		
Foto aérea Cabez. Valle	Espacio geográfico	
	Comarca	Valle del Jerte
	Situación	Valle
	Latitud	40°11'33.87"N
	Longitud	5°48'23.09"O
	Altitud	Media (518 m)
	Clima	
	Pluviometría anual	1193mm
	Tª media anual	15,02 °C
	Tª media máxima / mes	33°C / julio
	Tª media mínima / mes	2,6°C / enero
Foto catastro Cabez. Valle	Habitantes y viviendas	
	Nº Hab. en 2015	2267
	Nº Edificios Totales	814
	Nº Viv. Totales	893
	Nº Viv. Unifam. Totales	432
	Nº de viv. actuales – Fecha construcción	
	Anteriores a 1940	162
	Entre 1940 y 1980	450
Posterior a 1980	280	
Nacional 110	Ayuntamiento	C/ José María Muñoz
		
Soportales	C/ Castillo del Ayto.	Vista puente río Jerte
		

FICHA 7: CARACTERIZACIÓN DEL MUNICIPIO DE TORNAVACAS		
Foto aérea Tornavacas	Espacio geográfico	
	Comarca	Valle del Jerte
	Situación	Valle
	Latitud	40°15'17.36"N
	Longitud	5°41'20.51"O
	Altitud	Media (890 m)
	Clima	
	Pluviometría anual	1160mm
	Tª media anual	12,69 °C
	Tª media máxima / mes	31,5°C / julio
	Tª media mínima / mes	-0,2°C / enero
Foto catastro Tornavacas	Habitantes y viviendas	
	Nº Hab. en 2015	1144
	Nº Edificios Totales	678
	Nº Viviendas Totales	555
	Nº viv. Unifam. Tot.	242
	Nº de viv. actuales – Fecha construcción	
	Anteriores a 1940	28
	Entre 1940 y 1980	262
Posterior a 1980	264	
Iglesia	Ayuntamiento	Puente de piedra
		
C/ Real de Arriba	Plaza en av. Constitución	Túnel en c/ Real Arriba
		

FICHA 8: CARACTERIZACIÓN DEL MUNICIPIO DE GUIJO DE SANTA BÁRBARA		
Foto aérea Guijo Sta. B.	Espacio geográfico	
	Comarca	La Vera
	Situación	Ladera Umbría
	Latitud	40°09'16.42''N
	Longitud	5°39'15.01''O
	Altitud	Media (885 m)
	Clima	
	Pluviometría anual	1158mm
	Tª media anual	12,49 °C
	Tª media máxima / mes	31,7°C / julio
	Tª media mínima / mes	-0,5°C / enero
Foto catastro Guijo Sta. B.	Habitantes y viviendas	
	Nº Hab. en 2015	431
	Nº Edificios Totales	479
	Nº Viv. Totales	184
	Nº Viv. Unifam. Totales	159
	Nº de viv. actuales – Fecha construcción	
	Anteriores a 1940	80
	Entre 1940 y 1980	75
Posterior a 1980	29	
Ayuntamiento	Estatua de Viriato	Calle de Portugal
		
Plaza de la Fuente	Escalera de granito	Fuente
		

**ANEXO II – FICHAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y MEDIOAMBIENTAL
DE LOS PUNTOS ANALIZADOS**

FICHA 1: INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y MEDIOAMBIENTAL DEL MUNICIPIO DE PIORNAL		
		
DATOS DEL MUNICIPIO		
Municipio	Piornal	
Comarca	Valle del Jerte	
Número de habitantes	1555 hab. (INE, 2015)	
Altitud	1183 m.	
DIRECCIÓN DE LAS VIVIENDAS ANALIZADAS		
Vivienda 1	Travesía Barrionuevo 1	
Vivienda 2	Avenida de la Vera 29	
Vivienda 3	Calle Murillo 3	
COORDENADAS GEOGRÁFICAS DE LOS PUNTOS DE SUELO ANALIZADOS		
Suelo 1	40° 7' 8,18'' N 5° 50' 55,99'' W	
Suelo 2	40° 7' 9,96'' N 5° 50' 42,19'' W	
Suelo 3	40° 7' 0,75'' N 5° 51' 14,85'' W	
Suelo 4	40° 6' 52,12'' N 5° 50' 40,95'' W	
Suelo 5	40° 6' 48,76'' N 5° 51' 7,31'' W	
CARACTERÍSTICAS MEDIOAMBIENTALES		
Geología del entorno del municipio	Granítica	
Tasa de dosis media en exteriores	0,273 ± 0,013 (SD) μsv/h	
Actividades medias de los suelos	²¹⁴ Pb	129 ± 14 (SD) Bq/Kg
	²¹⁴ Bi	118 ± 15 (SD) Bq/Kg
	²²⁸ Ac	97 ± 15 (SD) Bq/Kg
	²⁰⁸ Tl	34 ± 6 (SD) Bq/Kg
	⁴⁰ K	994 ± 73 (SD) Bq/Kg
Coefficiente de exhalación de medio de los suelos	¹³⁷ Cs	28 ± 17 (SD) Bq/Kg
	²²² Rn	234 ± 54 (SD) Bq/m ² * h
²²²Rn medio de los suelos	35 ± 11 (SD) KBq/m ³	

FICHA 2: INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y MEDIOAMBIENTAL DEL MUNICIPIO DE EL TORNO



DATOS DEL MUNICIPIO

Municipio	El Torno
Comarca	Valle del Jerte
Número de habitantes	956 hab. (INE, 2015)
Altitud	772 m.

DIRECCIÓN DE LAS VIVIENDAS ANALIZADAS

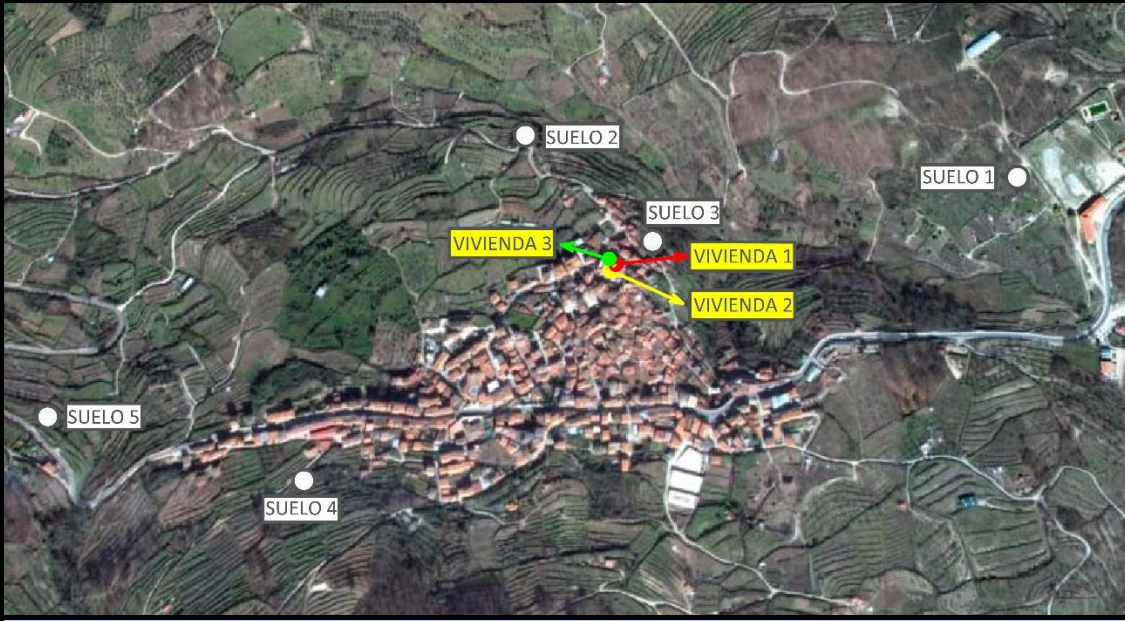
Vivienda 1	Calle Juan de la Cierva 5
Vivienda 2	Travesía Rosal 3
Vivienda 3	Calle Tejera 20

COORDENADAS GEOGRÁFICAS DE LOS PUNTOS DE SUELO ANALIZADOS

Suelo 1	40° 7' 59,88'' N 5° 56' 45,07'' W
Suelo 2	40° 8' 1,92'' N 5° 56' 34,99'' W
Suelo 3	40° 8' 14,29'' N 5° 56' 44,35'' W
Suelo 4	40° 8' 19,58'' N 5° 56' 20,17'' W
Suelo 5	40° 8' 5,20'' N 5° 56' 55,25'' W

CARACTERÍSTICAS MEDIOAMBIENTALES

Geología del entorno del municipio	Granítica	
Tasa de dosis media en exteriores	0,268 ± 0,020 (SD) μsv/h	
Actividades medias de los suelos	²¹⁴ Pb	128 ± 31 (SD) Bq/Kg
	²¹⁴ Bi	118 ± 23 (SD) Bq/Kg
	²²⁸ Ac	72 ± 11 (SD) Bq/Kg
	²⁰⁸ Tl	26 ± 5 (SD) Bq/Kg
	⁴⁰ K	1192 ± 100 (SD) Bq/Kg
	¹³⁷ Cs	7 ± 4 (SD) Bq/Kg
Coefficiente de exhalación de ²²²Rn medio de los suelos	234 ± 84 (SD) Bq/m ² * h	
²²²Rn medio de los suelos	58 ± 27 (SD) KBq/m ³	

FICHA 3: INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y MEDIOAMBIENTAL DEL MUNICIPIO DE CASAS DEL CASTAÑAR		
		
DATOS DEL MUNICIPIO		
Municipio	Casas del Castañar	
Comarca	Valle del Jerte	
Número de habitantes	604 hab. (INE, 2015)	
Altitud	685 m.	
DIRECCIÓN DE LAS VIVIENDAS ANALIZADAS		
Vivienda 1	Calle Parrales 14	
Vivienda 2	Calle Parrales 12	
Vivienda 3	Calle Las Limas 31	
COORDENADAS GEOGRÁFICAS DE LOS PUNTOS DE SUELO ANALIZADOS		
Suelo 1	40° 6' 37,07'' N 5° 53' 53,56'' W	
Suelo 2	40° 6' 38,53'' N 5° 54' 20,73'' W	
Suelo 3	40° 6' 33,44'' N 5° 54' 13,61'' W	
Suelo 4	40° 6' 23,36'' N 5° 54' 31,97'' W	
Suelo 5	40° 6' 25,86'' N 5° 54' 47,24'' W	
CARACTERÍSTICAS MEDIOAMBIENTALES		
Geología del entorno del municipio	Granítica	
Tasa de dosis media en exteriores	0,277 ± 0,009 (SD) μsv/h	
Actividades medias de los suelos	²¹⁴ Pb	128 ± 13 (SD) Bq/Kg
	²¹⁴ Bi	113 ± 7 (SD) Bq/Kg
	²²⁸ Ac	102 ± 15 (SD) Bq/Kg
	²⁰⁸ Tl	35 ± 5 (SD) Bq/Kg
	⁴⁰ K	1105 ± 170 (SD) Bq/Kg
	¹³⁷ Cs	8 ± 3 (SD) Bq/Kg
Coefficiente de exhalación de medio de los suelos	²²² Rn	174 ± 72 (SD) Bq/m ² * h
²²²Rn medio de los suelos		154 ± 65 (SD) KBq/m ³

FICHA 4: INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y MEDIOAMBIENTAL DEL MUNICIPIO DE REBOLLAR



DATOS DEL MUNICIPIO

Municipio	Rebollar
Comarca	Valle del Jerte
Número de habitantes	219 hab. (INE, 2015)
Altitud	620 m.

DIRECCIÓN DE LAS VIVIENDAS ANALIZADAS

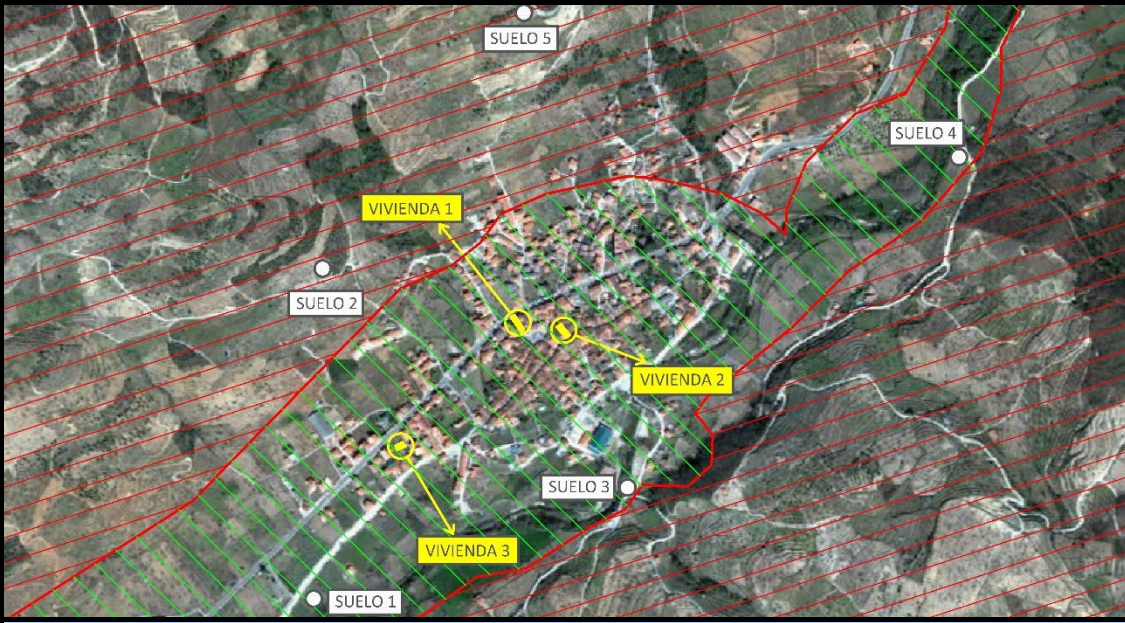


Vivienda 1	Calle Leoncio Blanco 2
Vivienda 2	Calle General Franco 7
Vivienda 3	Calle José Antonio 1

COORDENADAS GEOGRÁFICAS DE LOS PUNTOS DE SUELO ANALIZADOS

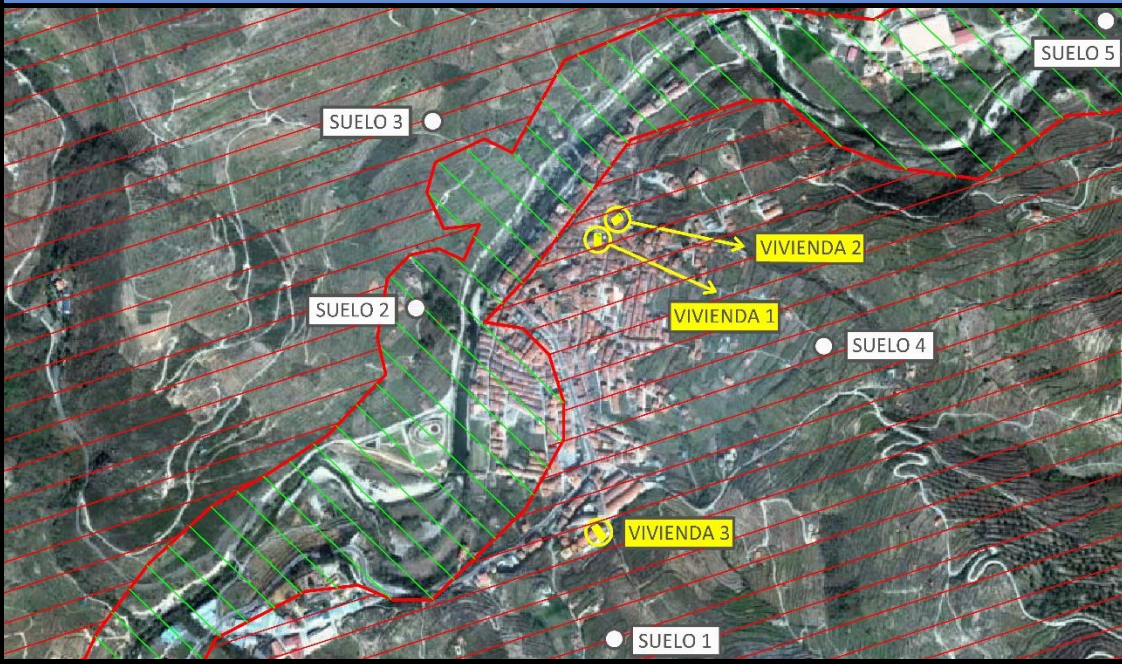


Suelo 1	40° 9' 19,48'' N 5° 53' 39,56'' W
Suelo 2	40° 9' 14,85'' N 5° 53' 58,08'' W
Suelo 3	40° 9' 08,16'' N 5° 54' 10,72'' W
Suelo 4	40° 9' 11,22'' N 5° 53' 48,98'' W

CARACTERÍSTICAS MEDIOAMBIENTALES

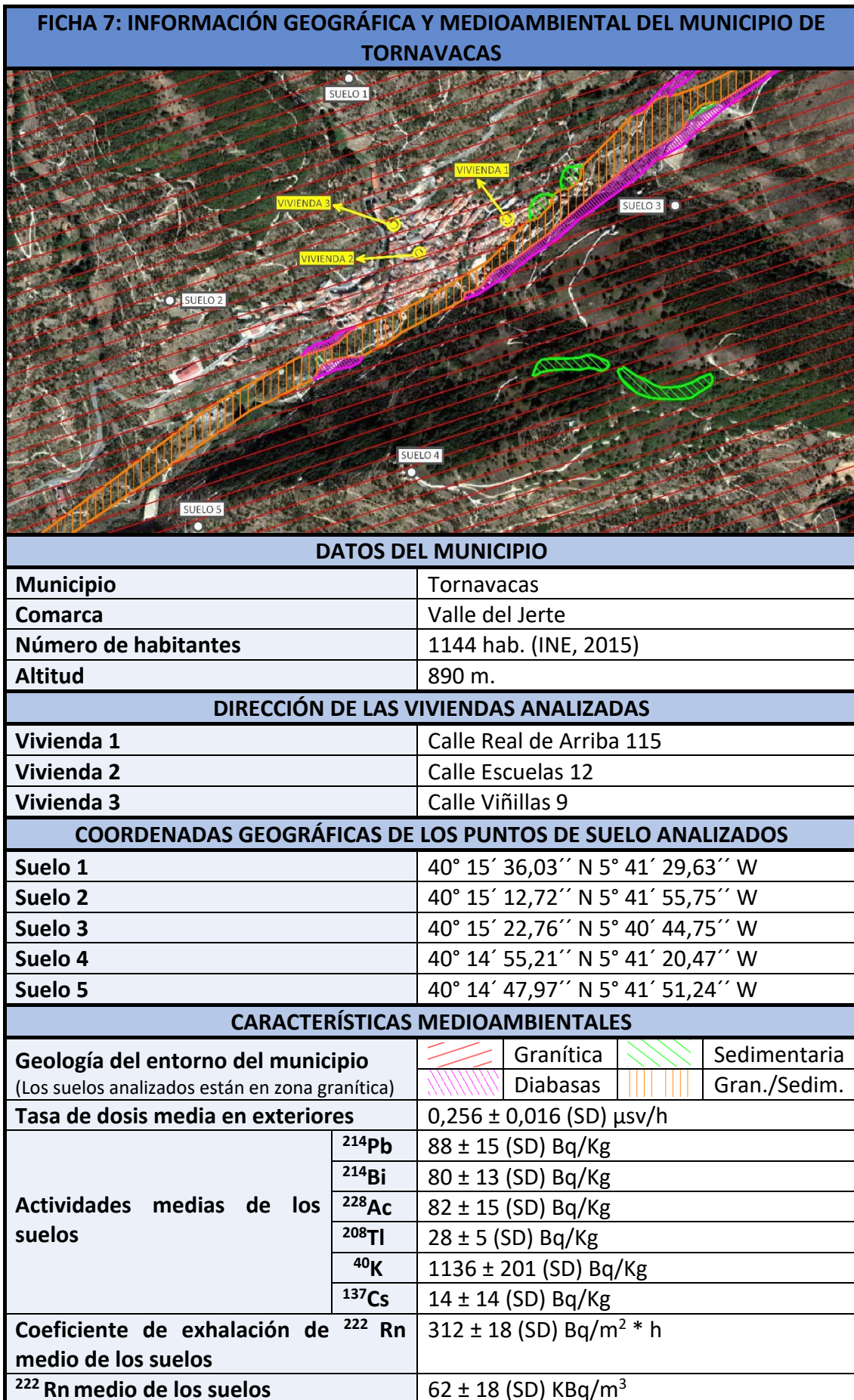
Geología del entorno del municipio	Granítica	
Tasa de dosis media en exteriores	0,283 ± 0,006 (SD) μsv/h	
Actividades medias de los suelos	²¹⁴ Pb	143 ± 20 (SD) Bq/Kg
	²¹⁴ Bi	126 ± 21 (SD) Bq/Kg
	²²⁸ Ac	96 ± 26 (SD) Bq/Kg
	²⁰⁸ Tl	34 ± 9 (SD) Bq/Kg
	⁴⁰ K	1160 ± 79 (SD) Bq/Kg
	¹³⁷ Cs	7 ± 6 (SD) Bq/Kg
Coeficiente de exhalación de medio de los suelos	²²² Rn	324 ± 168 (SD) Bq/m ² * h
²²²Rn medio de los suelos		73 ± 19 (SD) KBq/m ³

FICHA 5: INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y MEDIOAMBIENTAL DEL MUNICIPIO DE JERTE			
			
DATOS DEL MUNICIPIO			
Municipio	Jerte		
Comarca	Valle del Jerte		
Número de habitantes	1282 hab. (INE, 2015)		
Altitud	612 m.		
DIRECCIÓN DE LAS VIVIENDAS ANALIZADAS			
Vivienda 1	Plaza de la Independencia 15		
Vivienda 2	Calle Ramón Cepeda 15		
Vivienda 3	Calle Los Pilonos 2		
COORDENADAS GEOGRÁFICAS DE LOS PUNTOS DE SUELO ANALIZADOS			
Suelo 1	40° 13' 03,62'' N 5° 45' 26,12'' W		
Suelo 2	40° 13' 23,30'' N 5° 45' 22,61'' W		
Suelo 3	40° 13' 09,98'' N 5° 44' 59,74'' W		
Suelo 4	40° 13' 29,46'' N 5° 44' 32,10'' W		
Suelo 5	40° 13' 37,93'' N 5° 45' 05,34'' W		
CARACTERÍSTICAS MEDIOAMBIENTALES			
Geología del entorno del municipio		Granítica	 Sedimentaria
Tasa de dosis media en exteriores	0,234 ± 0,030 (SD) µsv/h		
Tasa de dosis media zona granítica	0,262 ± 0,031 (SD) µsv/h		
Tasa de dosis media zona sediment.	0,215 ± 0,004 (SD) µsv/h		
Actividades medias de los suelos	²¹⁴ Pb	95 ± 24 (SD) Bq/Kg	
	²¹⁴ Bi	88 ± 22 (SD) Bq/Kg	
	²²⁸ Ac	83 ± 21 (SD) Bq/Kg	
	²⁰⁸ Tl	28 ± 7 (SD) Bq/Kg	
	⁴⁰ K	1110 ± 51 (SD) Bq/Kg	
	¹³⁷ Cs	8 ± 4 (SD) Bq/Kg	

FICHA 5: INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y MEDIOAMBIENTAL DEL MUNICIPIO DE JERTE (Continuación)		
Actividades medias de los suelos en zona granítica	²¹⁴ Pb	118 ± 16 (SD) Bq/Kg
	²¹⁴ Bi	109 ± 16 (SD) Bq/Kg
	²²⁸ Ac	107 ± 11 (SD) Bq/Kg
	²⁰⁸ Tl	36 ± 4 (SD) Bq/Kg
	⁴⁰ K	1145 ± 57 (SD) Bq/Kg
	¹³⁷ Cs	11 ± 1 (SD) Bq/Kg
Actividades medias de los suelos en zona sedimentaria	²¹⁴ Pb	80 ± 13 (SD) Bq/Kg
	²¹⁴ Bi	73 ± 13 (SD) Bq/Kg
	²²⁸ Ac	68 ± 8 (SD) Bq/Kg
	²⁰⁸ Tl	23 ± 3 (SD) Bq/Kg
	⁴⁰ K	1086 ± 29 (SD) Bq/Kg
	¹³⁷ Cs	6 ± 5 (SD) Bq/Kg
Coeficiente de exhalación de ²²²Rn medio de los suelos	186 ± 120 (SD) Bq/m ² * h	
Coeficiente de exhalación de ²²²Rn medio en los suelos de zona granítica	330 ± 6 (SD) Bq/m ² * h	
Coeficiente de exhalación de ²²²Rn medio en los suelos de zona sediment.	96 ± 60 (SD) Bq/m ² * h	
²²²Rn medio de los suelos	85 ± 71 (SD) KBq/m ³	
²²²Rn medio de los suelos de zona granítica	169 ± 23 (SD) KBq/m ³	
²²²Rn medio de los suelos de zona sedimentaria	28 ± 11 (SD) KBq/m ³	

FICHA 6: INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y MEDIOAMBIENTAL DEL MUNICIPIO DE CABEZUELA DEL VALLE			
			
DATOS DEL MUNICIPIO			
Municipio	Cabezuela del Valle		
Comarca	Valle del Jerte		
Número de habitantes	2267 hab. (INE, 2015)		
Altitud	518 m.		
DIRECCIÓN DE LAS VIVIENDAS ANALIZADAS			
Vivienda 1	Calle José María Muñoz 32		
Vivienda 2	Calle Saturnino 29		
Vivienda 3	Calle Juan de Ávalos 3		
COORDENADAS GEOGRÁFICAS DE LOS PUNTOS DE SUELO ANALIZADOS			
Suelo 1	40° 11' 13,91'' N 5° 48' 19,90'' W		
Suelo 2	40° 11' 34,41'' N 5° 48' 37,88'' W		
Suelo 3	40° 11' 46,87'' N 5° 48' 37,42'' W		
Suelo 4	40° 11' 33,66'' N 5° 48' 02,27'' W		
Suelo 5	40° 11' 53,91'' N 5° 47' 43,85'' W		
CARACTERÍSTICAS MEDIOAMBIENTALES			
Geología del entorno del municipio		Granítica	 Sedimentaria
Tasa de dosis media en exteriores	0,257 ± 0,026 (SD) μsv/h		
Tasa de dosis media zona granítica	0,272 ± 0,021 (SD) μsv/h		
Tasa de dosis media zona sediment.	0,234 ± 0,013 (SD) μsv/h		
Actividades medias de los suelos	²¹⁴ Pb	115 ± 34 (SD) Bq/Kg	
	²¹⁴ Bi	104 ± 32 (SD) Bq/Kg	
	²²⁸ Ac	99 ± 19 (SD) Bq/Kg	
	²⁰⁸ Tl	33 ± 6 (SD) Bq/Kg	
	⁴⁰ K	1069 ± 101 (SD) Bq/Kg	
	¹³⁷ Cs	5 ± 4 (SD) Bq/Kg	

FICHA 6: INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y MEDIOAMBIENTAL DEL MUNICIPIO DE CABEZUELA DEL VALLE (Continuación)		
Actividades medias de los suelos en zona granítica	²¹⁴ Pb	129 ± 38 (SD) Bq/Kg
	²¹⁴ Bi	116 ± 35 (SD) Bq/Kg
	²²⁸ Ac	110 ± 13 (SD) Bq/Kg
	²⁰⁸ Tl	37 ± 4 (SD) Bq/Kg
	⁴⁰ K	1113 ± 96 (SD) Bq/Kg
	¹³⁷ Cs	7 ± 5 (SD) Bq/Kg
Actividades medias de los suelos en zona sedimentaria	²¹⁴ Pb	95 ± 10 (SD) Bq/Kg
	²¹⁴ Bi	86 ± 12 (SD) Bq/Kg
	²²⁸ Ac	82 ± 13 (SD) Bq/Kg
	²⁰⁸ Tl	28 ± 4 (SD) Bq/Kg
	⁴⁰ K	1002 ± 65 (SD) Bq/Kg
	¹³⁷ Cs	4 ± 2 (SD) Bq/Kg
Coeficiente de exhalación de ²²²Rn medio de los suelos	216 ± 186 (SD) Bq/m ² * h	
Coeficiente de exhalación de ²²²Rn medio en los suelos de zona granítica	288 ± 210 (SD) Bq/m ² * h	
Coeficiente de exhalación de ²²²Rn medio en los suelos de zona sediment.	108 ± 60 (SD) Bq/m ² * h	
²²²Rn medio de los suelos	111 ± 71 (SD) KBq/m ³	
²²²Rn medio de los suelos de zona granítica	156 ± 57 (SD) KBq/m ³	
²²²Rn medio de los suelos de zona sedimentaria	44 ± 5 (SD) KBq/m ³	



FICHA 8: INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y MEDIOAMBIENTAL DEL MUNICIPIO DE GUIJO DE SANTA BÁRBARA



DATOS DEL MUNICIPIO

Municipio	Guijo de Santa Bárbara
Comarca	La Vera
Número de habitantes	431 hab. (INE, 2015)
Altitud	885 m.

DIRECCIÓN DE LAS VIVIENDAS ANALIZADAS

Vivienda 1	Calle del Monje 25
Vivienda 2	Carretera Nueva 10
Vivienda 3	Camino Real Polígono 4 Parcela 173

COORDENADAS GEOGRÁFICAS DE LOS PUNTOS DE SUELO ANALIZADOS

Suelo 1	40° 9' 03,07'' N 5° 39' 15,59'' W
Suelo 2	40° 9' 10,26'' N 5° 39' 21,14'' W
Suelo 3	40° 9' 18,95'' N 5° 39' 19,98'' W
Suelo 4	40° 9' 28,41'' N 5° 39' 09,28'' W
Suelo 5	40° 9' 09,03'' N 5° 38' 57,85'' W

CARACTERÍSTICAS MEDIOAMBIENTALES

Geología del entorno del municipio	Granítica	
Tasa de dosis media en exteriores	0,290 ± 0,010 (SD) μsv/h	
Actividades medias de los suelos	²¹⁴ Pb	71 ± 5 (SD) Bq/Kg
	²¹⁴ Bi	68 ± 6 (SD) Bq/Kg
	²²⁸ Ac	125 ± 24 (SD) Bq/Kg
	²⁰⁸ Tl	43 ± 9 (SD) Bq/Kg
	⁴⁰ K	1119 ± 75 (SD) Bq/Kg
	¹³⁷ Cs	11 ± 7 (SD) Bq/Kg
Coeficiente de exhalación de medio de los suelos	²²² Rn	198 ± 72 (SD) Bq/m ² * h
²²²Rn medio de los suelos		81 ± 27 (SD) KBq/m ³

**ANEXO III – FICHAS DE CARACTERIZACIÓN RADIOLÓGICA
DE LOS SUELOS ANALIZADOS**

FICHA 1: CARACTERIZACIÓN RADIOLÓGICA DEL SUELO 1 DE PIORNAL																		
Coordenadas	40° 7' 8,18'' N 5° 50' 55,99'' W																	
EXHALACIÓN DE RADÓN																		
Fecha de medida	Superficie recipiente (m ²)	Volumen recipiente (m ³)																
30/04/2014 11:10h.	0,04374	0,00588																
Nº Medidas, Δt	Coef. de exhal. (Bq/m ² *h)	Humedad relativa (%)																
N=7, Δt=10min	238 ± 24	22 ± 4,1 (SD)																
Pendiente (m)	Ordenada (n)	Coef. de correlac. (r)																
30 ± 3,6 (SD)	443 ± 195 (SD)	0,96																
<p>Exhalación de ²²²Rn</p> <table border="1"> <caption>Datos extraídos del gráfico de Exhalación de ²²²Rn</caption> <thead> <tr> <th>Tiempo (minutos)</th> <th>²²²Rn (Bq/m³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>18</td><td>900</td></tr> <tr><td>32</td><td>1300</td></tr> <tr><td>42</td><td>1800</td></tr> <tr><td>52</td><td>2000</td></tr> <tr><td>62</td><td>2300</td></tr> <tr><td>72</td><td>2200</td></tr> <tr><td>82</td><td>2800</td></tr> </tbody> </table>			Tiempo (minutos)	²²² Rn (Bq/m ³)	18	900	32	1300	42	1800	52	2000	62	2300	72	2200	82	2800
Tiempo (minutos)	²²² Rn (Bq/m ³)																	
18	900																	
32	1300																	
42	1800																	
52	2000																	
62	2300																	
72	2200																	
82	2800																	
RADÓN EN SUELO																		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	Profundidad (cm)																
30/04/2014 14:00h	N=18, Δt=1min	15																
²²² Rn (Bq/m ³)	Incertidumbre (Bq/m ³)	Humedad relativa (%)																
29500	1700	15 ± 2,2 (SD)																
TASA DE DOSIS A LA RADIACIÓN GAMMA AMBIENTAL																		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	μsv/h																
30/04/2014 11:30h	N=3, Δt=3min	0,287 ± 0,003 (SD)																
MUESTRA DE SUELO																		
Fecha de recogida	Superficie	Tiempo de medida																
30/04/2014 11:40h	0,085 m ²	82698 seg.																
²¹⁴ Pb (Bq/kg)	²¹⁴ Bi (Bq/kg)	²²⁸ Ac (Bq/kg)																
130 ± 8	118 ± 7	109 ± 7																
²⁰⁸ Tl (Bq/kg)	⁴⁰ K (Bq/kg)	¹³⁷ Cs (Bq/kg)																
39 ± 3	950 ± 68	43 ± 3																

FICHA 2: CARACTERIZACIÓN RADIOLÓGICA DEL SUELO 2 DE PIORNAL		
Coordenadas		40° 7' 9,96'' N 5° 50' 42,19'' W
EXHALACIÓN DE RADÓN		
Fecha de medida	Superficie recipiente (m²)	Volumen recipiente (m³)
02/05/2014 12:00h.	0,04374	0,00588
Nº Medidas, Δt	Coef. de exhal. (Bq/m²*h)	Humedad relativa (%)
N=9, Δt=10min	236 ± 24	19 ± 9,9 (SD)
Pendiente (m)	Ordenada (n)	Coef. de correlac. (r)
29 ± 1,7 (SD)	131 ± 109 (SD)	0,99
<p style="text-align: center;">Exhalación de ²²²Rn</p>		
RADÓN EN SUELO		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	Profundidad (cm)
02/05/2014 14:30h.	N=15, Δt=1min	38
²²²Rn (Bq/m³)	Incertidumbre (Bq/m³)	Humedad relativa (%)
47400	2300	13 ± 8 (SD)
TASA DE DOSIS A LA RADIACIÓN GAMMA AMBIENTAL		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	μsv/h
02/05/2014 12:20h.	N=3, Δt=3min	0,287 ± 0,002 (SD)
MUESTRA DE SUELO		
Fecha de recogida	Superficie	Tiempo de medida
02/05/2014 14:10h.	0,085 m ²	85132 seg.
²¹⁴Pb (Bq/kg)	²¹⁴Bi (Bq/kg)	²²⁸Ac (Bq/kg)
121 ± 8	109 ± 7	116 ± 7
²⁰⁸Tl (Bq/kg)	⁴⁰K (Bq/kg)	¹³⁷Cs (Bq/kg)
41 ± 3	1010 ± 72	43 ± 3

FICHA 3: CARACTERIZACIÓN RADIOLÓGICA DEL SUELO 3 DE PIORNAL		
Coordenadas		40° 7' 0,75'' N 5° 51' 14,85'' W
EXHALACIÓN DE RADÓN		
Fecha de medida	Superficie recipiente (m²)	Volumen recipiente (m³)
14/05/2014 11:40h.	0,04374	0,00588
Nº Medidas, Δt	Coef. de exhal. (Bq/m²*h)	Humedad relativa (%)
N=9, Δt=10min	148 ± 18	10 ± 3 (SD)
Pendiente (m)	Ordenada (n)	Coef. de correlac. (r)
18 ± 2,2 (SD)	511 ± 143 (SD)	0,95
<p style="text-align: center;">Exhalación de ²²²Rn</p>		
RADÓN EN SUELO		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	Profundidad (cm)
14/05/2014 14:10h.	N=22, Δt=1min	14
²²²Rn (Bq/m³)	Incertidumbre (Bq/m³)	Humedad relativa (%)
26400	1500	8,2 ± 1,7 (SD)
TASA DE DOSIS A LA RADIACIÓN GAMMA AMBIENTAL		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	μsv/h
14/05/2014 12:00h.	N=3, Δt=3min	0,273 ± 0,003 (SD)
MUESTRA DE SUELO		
Fecha de recogida	Superficie	Tiempo de medida
14/05/2014 12:20h.	0,085 m ²	79369 seg.
²¹⁴Pb (Bq/kg)	²¹⁴Bi (Bq/kg)	²²⁸Ac (Bq/kg)
112 ± 7	102 ± 6	101 ± 6
²⁰⁸Tl (Bq/kg)	⁴⁰K (Bq/kg)	¹³⁷Cs (Bq/kg)
35 ± 2	935 ± 67	39 ± 3

FICHA 4: CARACTERIZACIÓN RADIOLÓGICA DEL SUELO 4 DE PIORNAL		
Coordenadas		40° 6' 52,12" N 5° 50' 40,95" W
EXHALACIÓN DE RADÓN		
Fecha de medida	Superficie recipiente (m²)	Volumen recipiente (m³)
16/05/2014 12:20h.	0,04374	0,00588
Nº Medidas, Δt	Coef. de exhal. (Bq/m²*h)	Humedad relativa (%)
N=9, Δt=10min	310 ± 30	19 ± 5 (SD)
Pendiente (m)	Ordenada (n)	Coef. de correlac. (r)
38 ± 2,8 (SD)	326 ± 182 (SD)	0,98
RADÓN EN SUELO		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	Profundidad (cm)
16/05/2014 14:50h.	N=20, Δt=1min	12
²²²Rn (Bq/m³)	Incertidumbre (Bq/m³)	Humedad relativa (%)
49000	2300	6,2 ± 1 (SD)
TASA DE DOSIS A LA RADIACIÓN GAMMA AMBIENTAL		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	μsv/h
16/05/2014 12:40h.	N=3, Δt=3min	0,252 ± 0,004 (SD)
MUESTRA DE SUELO		
Fecha de recogida	Superficie	Tiempo de medida
16/05/2014 13:00h.	0,085 m ²	76977 seg.
²¹⁴Pb (Bq/kg)	²¹⁴Bi (Bq/kg)	²²⁸Ac (Bq/kg)
155 ± 10	145 ± 9	75 ± 5
²⁰⁸Tl (Bq/kg)	⁴⁰K (Bq/kg)	¹³⁷Cs (Bq/kg)
26 ± 2	1130 ± 80	1 ± 1

FICHA 5: CARACTERIZACIÓN RADIOLÓGICA DEL SUELO 5 DE PIORNAL																		
Coordenadas		40° 6′ 48,76″ N 5° 51′ 7,31″ W																
EXHALACIÓN DE RADÓN																		
Fecha de medida	Superficie recipiente (m ²)	Volumen recipiente (m ³)																
28/05/2014 10:10h.	0,04374	0,00588																
Nº Medidas, Δt	Coef. de exhal. (Bq/m ² *h)	Humedad relativa (%)																
N=7, Δt=10min	226 ± 24	28 ± 5 (SD)																
Pendiente (m)	Ordenada (n)	Coef. de correlac. (r)																
28 ± 1,9 (SD)	-67 ± 100 (SD)	0,99																
<p style="text-align: center;">Exhalación de ²²²Rn</p> <table border="1"> <caption>Datos del gráfico de exhalación de ²²²Rn</caption> <thead> <tr> <th>Tiempo (minutos)</th> <th>²²²Rn (Bq/m³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>20</td><td>~450</td></tr> <tr><td>30</td><td>~750</td></tr> <tr><td>40</td><td>~1100</td></tr> <tr><td>50</td><td>~1450</td></tr> <tr><td>60</td><td>~1450</td></tr> <tr><td>70</td><td>~1900</td></tr> <tr><td>80</td><td>~2200</td></tr> </tbody> </table>			Tiempo (minutos)	²²² Rn (Bq/m ³)	20	~450	30	~750	40	~1100	50	~1450	60	~1450	70	~1900	80	~2200
Tiempo (minutos)	²²² Rn (Bq/m ³)																	
20	~450																	
30	~750																	
40	~1100																	
50	~1450																	
60	~1450																	
70	~1900																	
80	~2200																	
RADÓN EN SUELO																		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	Profundidad (cm)																
28/05/2014 12:50h.	N=24, Δt=1min	13																
²²² Rn (Bq/m ³)	Incertidumbre (Bq/m ³)	Humedad relativa (%)																
22000	1300	22 ± 3 (SD)																
TASA DE DOSIS A LA RADIACIÓN GAMMA AMBIENTAL																		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	μsv/h																
28/05/2014 10:30h.	N=3, Δt=3min	0,268 ± 0,003 (SD)																
MUESTRA DE SUELO																		
Fecha de recogida	Superficie	Tiempo de medida																
28/05/2014 10:50h.	0,085 m ²	87134 seg.																
²¹⁴ Pb (Bq/kg)	²¹⁴ Bi (Bq/kg)	²²⁸ Ac (Bq/kg)																
129 ± 8	118 ± 7	83 ± 5																
²⁰⁸ Tl (Bq/kg)	⁴⁰ K (Bq/kg)	¹³⁷ Cs (Bq/kg)																
29 ± 2	946 ± 68	17 ± 1																

FICHA 6: CARACTERIZACIÓN RADIOLÓGICA DEL SUELO 1 DE EL TORNO		
Coordenadas		40° 7' 59,88" N 5° 56' 45,07" W
EXHALACIÓN DE RADÓN		
Fecha de medida	Superficie recipiente (m²)	Volumen recipiente (m³)
11/06/2014 10:10h.	0,04374	0,00588
Nº Medidas, Δt	Coef. de exhal. (Bq/m²*h)	Humedad relativa (%)
N=8, Δt=10min	117 ± 18	16 ± 5,4 (SD)
Pendiente (m)	Ordenada (n)	Coef. de correlac. (r)
15 ± 2,7 (SD)	503 ± 160 (SD)	0,91
RADÓN EN SUELO		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	Profundidad (cm)
11/06/2014 12:30h.	N=19, Δt=1min	10
²²²Rn (Bq/m³)	Incertidumbre (Bq/m³)	Humedad relativa (%)
19000	1200	1,8 ± 1,5 (SD)
TASA DE DOSIS A LA RADIACIÓN GAMMA AMBIENTAL		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	μsv/h
11/06/2014 10:30h.	N=3, Δt=3min	0,233 ± 0,002 (SD)
MUESTRA DE SUELO		
Fecha de recogida	Superficie	Tiempo de medida
11/06/2014 10:50h.	0,085 m ²	82959 seg.
²¹⁴Pb (Bq/kg)	²¹⁴Bi (Bq/kg)	²²⁸Ac (Bq/kg)
180 ± 11	150 ± 9	63 ± 4
²⁰⁸Tl (Bq/kg)	⁴⁰K (Bq/kg)	¹³⁷Cs (Bq/kg)
22 ± 2	1360 ± 7	1 ± 1

FICHA 7: CARACTERIZACIÓN RADIOLÓGICA DEL SUELO 2 DE EL TORNO		
Coordenadas	40° 8´ 1,92´´ N 5° 56´ 34,99´´ W	
EXHALACIÓN DE RADÓN		
Fecha de medida	Superficie recipiente (m²)	Volumen recipiente (m³)
13/06/2014 11:30h.	0,04374	0,00588
Nº Medidas, Δt	Coef. de exhal. (Bq/m²*h)	Humedad relativa (%)
N=16 , Δt=10min	166 ± 18	14 ± 3,8 (SD)
Pendiente (m)	Ordenada (n)	Coef. de correl. (r)
21 ± 0,9 (SD)	1163 ± 163 (SD)	0,98
RADÓN EN SUELO		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	Profundidad (cm)
13/06/2014 13:50h.	N=21 , Δt=1min	66
²²²Rn (Bq/m³)	Incertidumbre (Bq/m³)	Humedad relativa (%)
102000	5000	5,1 ± 0,8 (SD)
TASA DE DOSIS A LA RADIACIÓN GAMMA AMBIENTAL		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	μsv/h
13/06/2014 10:50h.	N=3 , Δt=3min	0,271 ± 0,004 (SD)
MUESTRA DE SUELO		
Fecha de recogida	Superficie	Tiempo de medida
13/06/2014 11:10h.	0,085 m ²	78446 seg.
²¹⁴Pb (Bq/kg)	²¹⁴Bi (Bq/kg)	²²⁸Ac (Bq/kg)
141 ± 11	137 ± 11	92 ± 7
²⁰⁸Tl (Bq/kg)	⁴⁰K (Bq/kg)	¹³⁷Cs (Bq/kg)
34 ± 2	1078 ± 4	12 ± 1

FICHA 8: CARACTERIZACIÓN RADIOLÓGICA DEL SUELO 3 DE EL TORNO		
Coordenadas		40° 8' 14,29" N 5° 56' 44,35" W
EXHALACIÓN DE RADÓN		
Fecha de medida	Superficie recipiente (m²)	Volumen recipiente (m³)
25/06/2014 10:20h.	0,04374	0,00588
Nº Medidas, Δt	Coef. de exhal. (Bq/m²*h)	Humedad relativa (%)
N=6, Δt=10min	229 ± 24	19 ± 8,7 (SD)
Pendiente (m)	Ordenada (n)	Coef. de correl. (r)
28 ± 3,7 (SD)	176 ± 178 (SD)	0,97
RADÓN EN SUELO		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	Profundidad (cm)
25/06/2014 12:20h.	N=16, Δt=1min	33
²²²Rn (Bq/m³)	Incertidumbre (Bq/m³)	Humedad relativa (%)
47000	2300	13 ± 8 (SD)
TASA DE DOSIS A LA RADIACIÓN GAMMA AMBIENTAL		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	μsv/h
25/06/2014 10:40h.	N=3, Δt=3min	0,270 ± 0,004 (SD)
MUESTRA DE SUELO		
Fecha de recogida	Superficie	Tiempo de medida
25/06/2014 11:00h.	0,085 m ²	97055 seg.
²¹⁴Pb (Bq/kg)	²¹⁴Bi (Bq/kg)	²²⁸Ac (Bq/kg)
99 ± 8	98 ± 8	74 ± 6
²⁰⁸Tl (Bq/kg)	⁴⁰K (Bq/kg)	¹³⁷Cs (Bq/kg)
27 ± 2	1107 ± 7	8 ± 1

FICHA 9: CARACTERIZACIÓN RADIOLÓGICA DEL SUELO 4 DE EL TORNO		
Coordenadas		40° 8' 19,58" N 5° 56' 20,17" W
EXHALACIÓN DE RADÓN		
Fecha de medida	Superficie recipiente (m²)	Volumen recipiente (m³)
27/06/2014 10:40h.	0,04374	0,00588
Nº Medidas, Δt	Coef. de exhal. (Bq/m²*h)	Humedad relativa (%)
N=9, Δt=10min	347 ± 30	30 ± 14 (SD)
Pendiente (m)	Ordenada (n)	Coef. de correl. (r)
43 ± 2,8 (SD)	169 ± 185 (SD)	0,98
RADÓN EN SUELO		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	Profundidad (cm)
27/06/2014 12:50h.	N=20, Δt=1min	92
²²²Rn (Bq/m³)	Incertidumbre (Bq/m³)	Humedad relativa (%)
64000	3000	6,3 ± 4 (SD)
TASA DE DOSIS A LA RADIACIÓN GAMMA AMBIENTAL		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	μsv/h
27/06/2014 11:00h.	N=3, Δt=3min	0,297 ± 0,004 (SD)
MUESTRA DE SUELO		
Fecha de recogida	Superficie	Tiempo de medida
27/06/2014 11:20h.	0,085 m ²	86874 seg.
²¹⁴Pb (Bq/kg)	²¹⁴Bi (Bq/kg)	²²⁸Ac (Bq/kg)
97 ± 8	89 ± 7	70 ± 6
²⁰⁸Tl (Bq/kg)	⁴⁰K (Bq/kg)	¹³⁷Cs (Bq/kg)
25 ± 2	1233 ± 7	2 ± 1

FICHA 10: CARACTERIZACIÓN RADIOLÓGICA DEL SUELO 5 DE EL TORNO		
Coordenadas		40° 8' 5,20'' N 5° 56' 55,25'' W
EXHALACIÓN DE RADÓN		
Fecha de medida	Superficie recipiente (m²)	Volumen recipiente (m³)
09/07/2014 10:50h.	0,04374	0,00588
Nº Medidas, Δt	Coef. de exhal.(Bq/m²*h)	Humedad relativa (%)
N=12, Δt=10min	322 ± 30	12 ± 4,8 (SD)
Pendiente (m)	Ordenada (n)	Coef. de correl. (r)
40 ± 3,7 (SD)	778 ± 305 (SD)	0,96
RADÓN EN SUELO		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	Profundidad (cm)
09/07/2014 13:00h.	N=24, Δt=1min	33
²²²Rn (Bq/m³)	Incertidumbre (Bq/m³)	Humedad relativa (%)
57600	2800	6,3 ± 2,1 (SD)
TASA DE DOSIS A LA RADIACIÓN GAMMA AMBIENTAL		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	μsv/h
09/07/2014 11:10h.	N=3, Δt=3min	0,270 ± 0,003(SD)
MUESTRA DE SUELO		
Fecha de recogida	Superficie	Tiempo de medida
09/07/2014 11:30h.	0,085 m ²	88056 seg.
²¹⁴Pb (Bq/kg)	²¹⁴Bi (Bq/kg)	²²⁸Ac (Bq/kg)
124 ± 8	117 ± 7	60 ± 4
²⁰⁸Tl (Bq/kg)	⁴⁰K (Bq/kg)	¹³⁷Cs (Bq/kg)
21 ± 1	1180 ± 84	10 ± 1

FICHA 11: CARACTERIZACIÓN RADIOLÓGICA DEL SUELO 1 DE CASAS DEL CASTAÑAR		
Coordenadas	40° 6' 37,07'' N 5° 53' 53,56'' W	
EXHALACIÓN DE RADÓN		
Fecha de medida	Superficie recipiente (m²)	Volumen recipiente (m³)
06/02/2015 9:40h.	0,04374	0,00588
Nº Medidas, Δt	Coef. de exhal.(Bq/m²*h)	Humedad relativa (%)
N=9, Δt=10min	69 ± 12	38 ± 4,5 (SD)
Pendiente (m)	Ordenada (n)	Coef. de correl. (r)
8,5 ± 0,7 (SD)	399 ± 45 (SD)	0,98
<p style="text-align: center;">Exhalación ²²²Rn</p>		
RADÓN EN SUELO		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	Profundidad (cm)
06/02/2015 12:00h.	N=24, Δt=1min	26
²²²Rn (Bq/m³)	Incertidumbre (Bq/m³)	Humedad relativa (%)
279000	11000	34 ± 2,4 (SD)
TASA DE DOSIS A LA RADIACIÓN GAMMA AMBIENTAL		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	μsv/h
06/02/2015 10:10h.	N=3, Δt=3min	0,278 ± 0,003 (SD)
MUESTRA DE SUELO		
Fecha de recogida	Superficie	Tiempo de medida
06/02/2015 11:30h.	0,085 m ²	77894 seg.
²¹⁴Pb (Bq/kg)	²¹⁴Bi (Bq/kg)	²²⁸Ac (Bq/kg)
140 ± 9	120 ± 7	115 ± 7
²⁰⁸Tl (Bq/kg)	⁴⁰K (Bq/kg)	¹³⁷Cs (Bq/kg)
39 ± 3	1220 ± 87	3 ± 1

FICHA 12: CARACTERIZACIÓN RADIOLÓGICA DEL SUELO 2 DE CASAS DEL CASTAÑAR		
Coordenadas	40° 6' 38,53'' N 5° 54' 20,73'' W	
EXHALACIÓN DE RADÓN		
Fecha de medida	Superficie recipiente (m²)	Volumen recipiente (m³)
18/02/2015 10:40h.	0,04374	0,00588
Nº Medidas, Δt	Coef. de exhal. (Bq/m²*h)	Humedad relativa (%)
N=19, Δt=10min	173 ± 18	12 ± 4,7 (SD)
Pendiente (m)	Ordenada (n)	Coef. de correl. (r)
21,5 ± 0,3 (SD)	-195 ± 37 (SD)	0,99
<p style="text-align: center;">Exhalación ²²²Rn</p>		
RADÓN EN SUELO		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	Profundidad (cm)
18/02/2015 13:10h.	N=20, Δt=1min	32
²²²Rn (Bq/m³)	Incertidumbre (Bq/m³)	Humedad relativa (%)
115000	4300	18 ± 2,5 (SD)
TASA DE DOSIS A LA RADIACIÓN GAMMA AMBIENTAL		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	μsv/h
18/02/2015 11:00h.	N=3, Δt=3min	0,277 ± 0,003 (SD)
MUESTRA DE SUELO		
Fecha de recogida	Superficie	Tiempo de medida
18/02/2015 11:20h.	0,085 m ²	89731 seg.
²¹⁴Pb (Bq/kg)	²¹⁴Bi (Bq/kg)	²²⁸Ac (Bq/kg)
106 ± 7	101 ± 6	109 ± 7
²⁰⁸Tl (Bq/kg)	⁴⁰K (Bq/kg)	¹³⁷Cs (Bq/kg)
39 ± 3	877 ± 63	11 ± 1

FICHA 13: CARACTERIZACIÓN RADIOLÓGICA DEL SUELO 3 DE CASAS DEL CASTAÑAR		
Coordenadas	40° 6' 33,44'' N 5° 54' 13,61'' W	
EXHALACIÓN DE RADÓN		
Fecha de medida	Superficie recipiente (m²)	Volumen recipiente (m³)
20/02/2015 9:40h.	0,04374	0,00588
Nº Medidas, Δt	Coef. de exhal. (Bq/m²*h)	Humedad relativa (%)
N=13, Δt=10min	297 ± 30	33 ± 6,5 (SD)
Pendiente (m)	Ordenada (n)	Coef. de correl. (r)
36,8 ± 0,8 (SD)	-456 ± 68 (SD)	0,99
<p style="text-align: center;">Exhalación ²²²Rn</p>		
RADÓN EN SUELO		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	Profundidad (cm)
20/02/2015 13:10h.	N=16, Δt=1min	60
²²²Rn (Bq/m³)	Incertidumbre (Bq/m³)	Humedad relativa (%)
155000	6100	32 ± 6,5 (SD)
TASA DE DOSIS A LA RADIACIÓN GAMMA AMBIENTAL		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	μsv/h
20/02/2015 10:00h.	N=3, Δt=3min	0,293 ± 0,004 (SD)
MUESTRA DE SUELO		
Fecha de recogida	Superficie	Tiempo de medida
20/02/2015 10:20h.	0,085 m ²	82566 seg.
²¹⁴Pb (Bq/kg)	²¹⁴Bi (Bq/kg)	²²⁸Ac (Bq/kg)
131 ± 9	111 ± 7	106 ± 7
²⁰⁸Tl (Bq/kg)	⁴⁰K (Bq/kg)	¹³⁷Cs (Bq/kg)
36 ± 3	1200 ± 86	10 ± 1

FICHA 14: CARACTERIZACIÓN RADIOLÓGICA DEL SUELO 4 DE CASAS DEL CASTAÑAR		
Coordenadas	40° 6' 23,36'' N 5° 54' 31,97'' W	
EXHALACIÓN DE RADÓN		
Fecha de medida	Superficie recipiente (m²)	Volumen recipiente (m³)
28/02/2015 9:40h.	0,04374	0,00588
Nº Medidas, Δt	Coef. de exhal. (Bq/m²*h)	Humedad relativa (%)
N=10, Δt=10min	172 ± 18	29 ± 7,2 (SD)
Pendiente (m)	Ordenada (n)	Coef. de correl. (r)
21,3 ± 1,1 (SD)	-186 ± 79 (SD)	0,99
RADÓN EN SUELO		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	Profundidad (cm)
28/02/2015 12:20h.	N=18, Δt=1min	46
²²²Rn (Bq/m³)	Incertidumbre (Bq/m³)	Humedad relativa (%)
106000	4300	27 ± 1,6 (SD)
TASA DE DOSIS A LA RADIACIÓN GAMMA AMBIENTAL		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	μsv/h
28/02/2015 10:00h.	N=3, Δt=3min	0,271 ± 0,003 (SD)
MUESTRA DE SUELO		
Fecha de recogida	Superficie	Tiempo de medida
28/02/2015 10:20h.	0,085 m ²	90324 seg.
²¹⁴Pb (Bq/kg)	²¹⁴Bi (Bq/kg)	²²⁸Ac (Bq/kg)
122 ± 8	115 ± 7	106 ± 7
²⁰⁸Tl (Bq/kg)	⁴⁰K (Bq/kg)	¹³⁷Cs (Bq/kg)
38 ± 3	927 ± 66	6 ± 1

FICHA 15: CARACTERIZACIÓN RADIOLÓGICA DEL SUELO 5 DE CASAS DEL CASTAÑAR		
Coordenadas	40° 6' 25,86'' N 5° 54' 47,24'' W	
EXHALACIÓN DE RADÓN		
Fecha de medida	Superficie recipiente (m²)	Volumen recipiente (m³)
01/03/2015 10:50h.	0,04374	0,00588
Nº Medidas, Δt	Coef. de exhal.(Bq/m²*h)	Humedad relativa (%)
N=11, Δt=10min	163 ± 18	25 ± 7,6 (SD)
Pendiente (m)	Ordenada (n)	Coef. de correl. (r)
20,1 ± 1,3 (SD)	-91 ± 98 (SD)	0,98
RADÓN EN SUELO		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	Profundidad (cm)
01/03/2015 12:20h.	N=17, Δt=1min	50
²²²Rn (Bq/m³)	Incertidumbre (Bq/m³)	Humedad relativa (%)
116000	4600	19 ± 1,2 (SD)
TASA DE DOSIS A LA RADIACIÓN GAMMA AMBIENTAL		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	μsv/h
01/03/2015 12:40h.	N=3, Δt=3min	0,268 ± 0,003 (SD)
MUESTRA DE SUELO		
Fecha de recogida	Superficie	Tiempo de medida
01/03/2015 13:00h.	0,085 m ²	81467 seg.
²¹⁴Pb (Bq/kg)	²¹⁴Bi (Bq/kg)	²²⁸Ac (Bq/kg)
141 ± 9	120 ± 7	73 ± 5
²⁰⁸Tl (Bq/kg)	⁴⁰K (Bq/kg)	¹³⁷Cs (Bq/kg)
25 ± 2	1300 ± 93	9 ± 1

FICHA 16: CARACTERIZACIÓN RADIOLÓGICA DEL SUELO 1 DE REBOLLAR		
Coordenadas	40° 9' 19,48" N 5° 53' 39,56" W	
EXHALACIÓN DE RADÓN		
Fecha de medida	Superficie recipiente (m²)	Volumen recipiente (m³)
04/03/2015 10:00h.	0,04374	0,00588
Nº Medidas, Δt	Coef. de exhal. (Bq/m²*h)	Humedad relativa (%)
N=13, Δt=10min	209 ± 18	18 ± 9,5 (SD)
Pendiente (m)	Ordenada (n)	Coef. de correl. (r)
26 ± 1,4 (SD)	341 ± 124 (SD)	0,98
<p style="text-align: center;">Exhalación ²²²Rn</p>		
RADÓN EN SUELO		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	Profundidad (cm)
04/03/2015 12:20h.	N=22, Δt=1min	57
²²²Rn (Bq/m³)	Incertidumbre (Bq/m³)	Humedad relativa (%)
46000	2600	11 ± 0,7 (SD)
TASA DE DOSIS A LA RADIACIÓN GAMMA AMBIENTAL		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	μsv/h
04/03/2015 10:20h.	N=3, Δt=3min	0,278 ± 0,003 (SD)
MUESTRA DE SUELO		
Fecha de recogida	Superficie	Tiempo de medida
04/03/2015 10:40h.	0,085 m ²	77829 seg.
²¹⁴Pb (Bq/kg)	²¹⁴Bi (Bq/kg)	²²⁸Ac (Bq/kg)
129 ± 8	101 ± 8	84 ± 5
²⁰⁸Tl (Bq/kg)	⁴⁰K (Bq/kg)	¹³⁷Cs (Bq/kg)
30 ± 2	1240 ± 89	17 ± 1

FICHA 17: CARACTERIZACIÓN RADIOLÓGICA DEL SUELO 2 DE REBOLLAR		
Coordenadas	40° 9' 14,85'' N 5° 53' 58,08'' W	
EXHALACIÓN DE RADÓN		
Fecha de medida	Superficie recipiente (m²)	Volumen recipiente (m³)
06/03/2015 10:20h.	0,04374	0,00588
Nº Medidas, Δt	Coef. de exhal. (Bq/m²*h)	Humedad relativa (%)
N=12, Δt=10min	148 ± 18	10 ± 7,2 (SD)
Pendiente (m)	Ordenada (n)	Coef. de correl. (r)
18 ± 9,1 (SD)	-35 ± 747 (SD)	0,99
RADÓN EN SUELO		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	Profundidad (cm)
06/03/2015 12:30h.	N=24, Δt=1min	50
²²²Rn (Bq/m³)	Incertidumbre (Bq/m³)	Humedad relativa (%)
85000	3300	4 ± 2,4 (SD)
TASA DE DOSIS A LA RADIACIÓN GAMMA AMBIENTAL		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	μsv/h
06/03/2015 10:40h.	N=3, Δt=3min	0,285 ± 0,004 (SD)
MUESTRA DE SUELO		
Fecha de recogida	Superficie	Tiempo de medida
06/03/2015 11:00h.	0,085 m ²	85672 seg.
²¹⁴Pb (Bq/kg)	²¹⁴Bi (Bq/kg)	²²⁸Ac (Bq/kg)
153 ± 10	144 ± 9	137 ± 8
²⁰⁸Tl (Bq/kg)	⁴⁰K (Bq/kg)	¹³⁷Cs (Bq/kg)
48 ± 3	1030 ± 73	5 ± 1

FICHA 18: CARACTERIZACIÓN RADIOLÓGICA DEL SUELO 3 DE REBOLLAR		
Coordenadas		40° 9' 08,16" N 5° 54' 10,72" W
EXHALACIÓN DE RADÓN		
Fecha de medida	Superficie recipiente (m²)	Volumen recipiente (m³)
20/03/2015 10:40h.	0,04374	0,00588
Nº Medidas, Δt	Coef. de exhal. (Bq/m²*h)	Humedad relativa (%)
N=12, Δt=10min	369 ± 36	36 ± 9,6 (SD)
Pendiente (m)	Ordenada (n)	Coef. de correl. (r)
46 ± 12 (SD)	-96 ± 969 (SD)	0,98
RADÓN EN SUELO		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	Profundidad (cm)
20/03/2015 12:30h.	N=16, Δt=1min	40
²²²Rn (Bq/m³)	Incertidumbre (Bq/m³)	Humedad relativa (%)
65000	2500	19 ± 5,3 (SD)
TASA DE DOSIS A LA RADIACIÓN GAMMA AMBIENTAL		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	μsv/h
20/03/2015 11:00h.	N=3, Δt=3min	0,291 ± 0,004 (SD)
MUESTRA DE SUELO		
Fecha de recogida	Superficie	Tiempo de medida
20/03/2015 11:20h.	0,085 m ²	85403 seg.
²¹⁴Pb (Bq/kg)	²¹⁴Bi (Bq/kg)	²²⁸Ac (Bq/kg)
170 ± 11	150 ± 9	67 ± 4
²⁰⁸Tl (Bq/kg)	⁴⁰K (Bq/kg)	¹³⁷Cs (Bq/kg)
24 ± 2	1200 ± 87	1 ± 1

FICHA 19: CARACTERIZACIÓN RADIOLÓGICA DEL SUELO 4 DE REBOLLAR		
Coordenadas	40° 9' 11,22" N 5° 53' 48,98" W	
EXHALACIÓN DE RADÓN		
Fecha de medida	Superficie recipiente (m²)	Volumen recipiente (m³)
17/04/2015 9:20h.	0,04374	0,00588
Nº Medidas, Δt	Coef. de exhal. (Bq/m²*h)	Humedad relativa (%)
N=12, Δt=10min	577 ± 36	50 ± 12,3 (SD)
Pendiente (m)	Ordenada (n)	Coef. de corr. (r)
72 ± 31 (SD)	-137 ± 2542 (SD)	0,99
RADÓN EN SUELO		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	Profundidad (cm)
17/04/2015 11:10h.	N=18, Δt=1min	30
²²²Rn (Bq/m³)	Incertidumbre (Bq/m³)	Humedad relativa (%)
97000	3700	42 ± 5,7 (SD)
TASA DE DOSIS A LA RADIACIÓN GAMMA AMBIENTAL		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	μsv/h
17/04/2015 9:40h.	N=3, Δt=3min	0,277 ± 0,003 (SD)
MUESTRA DE SUELO		
Fecha de recogida	Superficie	Tiempo de medida
17/04/2015 10:00h.	0,085 m ²	89721 seg.
²¹⁴Pb (Bq/kg)	²¹⁴Bi (Bq/kg)	²²⁸Ac (Bq/kg)
119 ± 9	108 ± 8	97 ± 8
²⁰⁸Tl (Bq/kg)	⁴⁰K (Bq/kg)	¹³⁷Cs (Bq/kg)
33 ± 2	1171 ± 92	3 ± 1

FICHA 20: CARACTERIZACIÓN RADIOLÓGICA DEL SUELO 1 DE JERTE		
Coordenadas	40° 13' 03,62'' N 5° 45' 26,12'' W	
EXHALACIÓN DE RADÓN		
Fecha de medida	Superficie recipiente (m²)	Volumen recipiente (m³)
16/03/2016 10:50h.	0,04374	0,00588
Nº Medidas, Δt	Coef. de exhal. (Bq/m²*h)	Humedad relativa (%)
N=9, Δt=10min	209 ± 24	29 ± 8,9 (SD)
Pendiente (m)	Ordenada (n)	Coef. de correl. (r)
22 ± 1,5 (SD)	-45 ± 98 (SD)	0,98
RADÓN EN SUELO		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	Profundidad (cm)
16/03/2016 12:00h.	N=15, Δt=1min	50
²²²Rn (Bq/m³)	Incertidumbre (Bq/m³)	Humedad relativa (%)
43000	2600	14 ± 2,6 (SD)
TASA DE DOSIS A LA RADIACIÓN GAMMA AMBIENTAL		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	μsv/h
16/03/2016 11:10h.	N=3, Δt=3min	0,219 ± 0,003 (SD)
MUESTRA DE SUELO		
Fecha de recogida	Superficie	Tiempo de medida
16/03/2016 11:30h.	0,085 m ²	72402 seg.
²¹⁴Pb (Bq/kg)	²¹⁴Bi (Bq/kg)	²²⁸Ac (Bq/kg)
97 ± 8	89 ± 7	79 ± 6
²⁰⁸Tl (Bq/kg)	⁴⁰K (Bq/kg)	¹³⁷Cs (Bq/kg)
27 ± 2	1076 ± 84	13 ± 1

FICHA 21: CARACTERIZACIÓN RADIOLÓGICA DEL SUELO 2 DE JERTE		
Coordenadas		40° 13' 23,30'' N 5° 45' 22,61'' W
EXHALACIÓN DE RADÓN		
Fecha de medida	Superficie recipiente (m ²)	Volumen recipiente (m ³)
18/03/2016 11:10h.	0,04374	0,00588
Nº Medidas, Δt	Coef. de exhal. (Bq/m ² *h)	Humedad relativa (%)
N=10, Δt=10min	333 ± 24	38 ± 7,5 (SD)
Pendiente (m)	Ordenada (n)	Coef. de correl. (r)
41 ± 2,1 (SD)	-44 ± 149 (SD)	0,99
<p style="text-align: center;">Exhalación ²²²Rn</p>		
RADÓN EN SUELO		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	Profundidad (cm)
18/03/2016 12:00h.	N=17, Δt=1min	50
²²² Rn (Bq/m ³)	Incertidumbre (Bq/m ³)	Humedad relativa (%)
147000	5500	36 ± 9,6 (SD)
TASA DE DOSIS A LA RADIACIÓN GAMMA AMBIENTAL		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	μsv/h
18/03/2016 11:30h.	N=3, Δt=3min	0,293 ± 0,004 (SD)
MUESTRA DE SUELO		
Fecha de recogida	Superficie	Tiempo de medida
18/03/2016 11:50h.	0,085 m ²	90374 seg.
²¹⁴ Pb (Bq/kg)	²¹⁴ Bi (Bq/kg)	²²⁸ Ac (Bq/kg)
134 ± 11	125 ± 10	96 ± 8
²⁰⁸ Tl (Bq/kg)	⁴⁰ K (Bq/kg)	¹³⁷ Cs (Bq/kg)
32 ± 2	1202 ± 94	11 ± 1

FICHA 22: CARACTERIZACIÓN RADIOLÓGICA DEL SUELO 3 DE JERTE		
Coordenadas	40° 13' 09,98'' N 5° 44' 59,74'' W	
EXHALACIÓN DE RADÓN		
Fecha de medida	Superficie recipiente (m²)	Volumen recipiente (m³)
30/03/2016 11:10h.	0,04374	0,00588
Nº Medidas, Δt	Coef. de exhal. (Bq/m²*h)	Humedad relativa (%)
N=6, Δt=10min	32 ± 6	50 ± 10,8 (SD)
Pendiente (m)	Ordenada (n)	Coef. de correl. (r)
4 ± 0,7 (SD)	76 ± 34 (SD)	0,94
RADÓN EN SUELO		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	Profundidad (cm)
30/03/2016 10:10h.	N=15, Δt=1min	25
²²²Rn (Bq/m³)	Incertidumbre (Bq/m³)	Humedad relativa (%)
16000	2500	65 ± 5,4 (SD)
TASA DE DOSIS A LA RADIACIÓN GAMMA AMBIENTAL		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	μsv/h
18/03/2016 11:30h.	N=3, Δt=3min	0,210 ± 0,003 (SD)
MUESTRA DE SUELO		
Fecha de recogida	Superficie	Tiempo de medida
30/03/2016 9:30h.	0,085 m ²	81317 seg.
²¹⁴Pb (Bq/kg)	²¹⁴Bi (Bq/kg)	²²⁸Ac (Bq/kg)
64 ± 5	58 ± 5	62 ± 5
²⁰⁸Tl (Bq/kg)	⁴⁰K (Bq/kg)	¹³⁷Cs (Bq/kg)
21 ± 2	1058 ± 83	2 ± 1

FICHA 23: CARACTERIZACIÓN RADIOLÓGICA DEL SUELO 4 DE JERTE		
Coordenadas	40° 13' 29,46'' N 5° 44' 32,10'' W	
EXHALACIÓN DE RADÓN		
Fecha de medida	Superficie recipiente (m²)	Volumen recipiente (m³)
01/04/2016 9:30h.	0,04374	0,00588
Nº Medidas, Δt	Coef. de exhal. (Bq/m²*h)	Humedad relativa (%)
N=6, Δt=10min	71 ± 12	37 ± 8,7 (SD)
Pendiente (m)	Ordenada (n)	Coef. de correl. (r)
9 ± 2,5 (SD)	352 ± 119 (SD)	0,87
RADÓN EN SUELO		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	Profundidad (cm)
01/04/2016 10:40h.	N=17, Δt=1min	30
²²²Rn (Bq/m³)	Incertidumbre (Bq/m³)	Humedad relativa (%)
25000	3400	34 ± 3,1 (SD)
TASA DE DOSIS A LA RADIACIÓN GAMMA AMBIENTAL		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	μsv/h
01/04/2016 9:50h.	N=3, Δt=3min	0,215 ± 0,003 (SD)
MUESTRA DE SUELO		
Fecha de recogida	Superficie	Tiempo de medida
01/04/2016 10:10h.	0,085 m ²	91130 seg.
²¹⁴Pb (Bq/kg)	²¹⁴Bi (Bq/kg)	²²⁸Ac (Bq/kg)
79 ± 6	73 ± 6	62 ± 5
²⁰⁸Tl (Bq/kg)	⁴⁰K (Bq/kg)	¹³⁷Cs (Bq/kg)
21 ± 2	1126 ± 88	3 ± 1

FICHA 24: CARACTERIZACIÓN RADIOLÓGICA DEL SUELO 5 DE JERTE		
Coordenadas		40° 13' 37,93'' N 5° 45' 05,34'' W
EXHALACIÓN DE RADÓN		
Fecha de medida	Superficie recipiente (m²)	Volumen recipiente (m³)
15/04/2016 9:10h.	0,04374	0,00588
Nº Medidas, Δt	Coef. de exhal. (Bq/m²*h)	Humedad relativa (%)
N=11, Δt=10min	325 ± 18	65 ± 12,1 (SD)
Pendiente (m)	Ordenada (n)	Coef. de corr. (r)
40 ± 1,5 (SD)	-248 ± 112 (SD)	0,99
RADÓN EN SUELO		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	Profundidad (cm)
15/04/2016 11:20h.	N=19, Δt=1min	50
²²²Rn (Bq/m³)	Incertidumbre (Bq/m³)	Humedad relativa (%)
192000	7400	57 ± 4,2 (SD)
TASA DE DOSIS A LA RADIACIÓN GAMMA AMBIENTAL		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	μsv/h
15/04/2016 9:30h.	N=3, Δt=3min	0,232 ± 0,003 (SD)
MUESTRA DE SUELO		
Fecha de recogida	Superficie	Tiempo de medida
15/04/2016 9:30h.	0,085 m ²	83961 seg.
²¹⁴Pb (Bq/kg)	²¹⁴Bi (Bq/kg)	²²⁸Ac (Bq/kg)
102 ± 8	93 ± 7	117 ± 9
²⁰⁸Tl (Bq/kg)	⁴⁰K (Bq/kg)	¹³⁷Cs (Bq/kg)
40 ± 2	1088 ± 85	10 ± 1

FICHA 25: CARACTERIZACIÓN RADIOLÓGICA DEL SUELO 1 DE CABEZUELA DEL VALLE		
Coordenadas	40° 11' 13,91'' N 5° 48' 19,90'' W	
EXHALACIÓN DE RADÓN		
Fecha de medida	Superficie recipiente (m²)	Volumen recipiente (m³)
27/04/2016 8:50h.	0,04374	0,00588
Nº Medidas, Δt	Coef. de exhal. (Bq/m²*h)	Humedad relativa (%)
N=13, Δt=10min	577 ± 30	40 ± 6,3 (SD)
Pendiente (m)	Ordenada (n)	Coef. de corr. (r)
71 ± 3,3 (SD)	-399 ± 297 (SD)	0,99
RADÓN EN SUELO		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	Profundidad (cm)
27/04/2016 11:20h.	N=15, Δt=1min	50
²²²Rn (Bq/m³)	Incertidumbre (Bq/m³)	Humedad relativa (%)
232000	8900	30 ± 3,5 (SD)
TASA DE DOSIS A LA RADIACIÓN GAMMA AMBIENTAL		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	μsv/h
27/04/2016 9:10h.	N=3, Δt=3min	0,298 ± 0,004 (SD)
MUESTRA DE SUELO		
Fecha de recogida	Superficie	Tiempo de medida
27/04/2016 9:30h.	0,085 m ²	87375 seg.
²¹⁴Pb (Bq/kg)	²¹⁴Bi (Bq/kg)	²²⁸Ac (Bq/kg)
173 ± 14	158 ± 12	127 ± 10
²⁰⁸Tl (Bq/kg)	⁴⁰K (Bq/kg)	¹³⁷Cs (Bq/kg)
42 ± 3	1242 ± 97	2 ± 1

FICHA 26: CARACTERIZACIÓN RADIOLÓGICA DEL SUELO 2 DE CABEZUELA DEL VALLE		
Coordenadas		40° 11' 34,41'' N 5° 48' 37,88'' W
EXHALACIÓN DE RADÓN		
Fecha de medida	Superficie recipiente (m²)	Volumen recipiente (m³)
29/04/2016 10:00h.	0,04374	0,00588
Nº Medidas, Δt	Coef. de exhal. (Bq/m²*h)	Humedad relativa (%)
N=8, Δt=10min	49 ± 6	42 ± 7,4 (SD)
Pendiente (m)	Ordenada (n)	Coef. de correl. (r)
6 ± 0,5 (SD)	297 ± 31 (SD)	0,98
RADÓN EN SUELO		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	Profundidad (cm)
29/04/2016 11:10h.	N=18, Δt=1min	40
²²²Rn (Bq/m³)	Incertidumbre (Bq/m³)	Humedad relativa (%)
39000	3100	20 ± 2,8 (SD)
TASA DE DOSIS A LA RADIACIÓN GAMMA AMBIENTAL		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	μsv/h
29/04/2016 10:20h.	N=3, Δt=3min	0,247 ± 0,003 (SD)
MUESTRA DE SUELO		
Fecha de recogida	Superficie	Tiempo de medida
29/04/2016 10:40h.	0,085 m ²	88294 seg.
²¹⁴Pb (Bq/kg)	²¹⁴Bi (Bq/kg)	²²⁸Ac (Bq/kg)
105 ± 8	97 ± 8	94 ± 7
²⁰⁸Tl (Bq/kg)	⁴⁰K (Bq/kg)	¹³⁷Cs (Bq/kg)
32 ± 2	938 ± 74	5 ± 1

FICHA 27: CARACTERIZACIÓN RADOLÓGICA DEL SUELO 3 DE CABEZUELA DEL VALLE		
Coordenadas	40° 11' 46,87'' N 5° 48' 37,42'' W	
EXHALACIÓN DE RADÓN		
Fecha de medida	Superficie recipiente (m²)	Volumen recipiente (m³)
13/05/2016 9:10h.	0,04374	0,00588
Nº Medidas, Δt	Coef. de exhal. (Bq/m²*h)	Humedad relativa (%)
N=11, Δt=10min	78 ± 12	44 ± 8,6 (SD)
Pendiente (m)	Ordenada (n)	Coef. de correl. (r)
9,6 ± 0,7 (SD)	-1,88 ± 53 (SD)	0,98
<p style="text-align: center;">Exhalación ²²²Rn</p>		
RADÓN EN SUELO		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	Profundidad (cm)
13/05/2016 11:20h.	N=16, Δt=1min	50
²²²Rn (Bq/m³)	Incertidumbre (Bq/m³)	Humedad relativa (%)
142000	4800	24 ± 3,5 (SD)
TASA DE DOSIS A LA RADIACIÓN GAMMA AMBIENTAL		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	μsv/h
13/05/2016 9:30h.	N=3, Δt=3min	0,247 ± 0,003 (SD)
MUESTRA DE SUELO		
Fecha de recogida	Superficie	Tiempo de medida
13/05/2016 9:50h.	0,085 m ²	79788 seg.
²¹⁴Pb (Bq/kg)	²¹⁴Bi (Bq/kg)	²²⁸Ac (Bq/kg)
81 ± 6	72 ± 6	94 ± 7
²⁰⁸Tl (Bq/kg)	⁴⁰K (Bq/kg)	¹³⁷Cs (Bq/kg)
32 ± 2	1011 ± 71	4 ± 1

FICHA 28: CARACTERIZACIÓN RADIOLÓGICA DEL SUELO 4 DE CABEZUELA DEL VALLE		
Coordenadas		40° 11' 33,66'' N 5° 48' 02,27'' W
EXHALACIÓN DE RADÓN		
Fecha de medida	Superficie recipiente (m²)	Volumen recipiente (m³)
23/05/2016 8:40h.	0,04374	0,00588
Nº Medidas, Δt	Coef. de exhal.(Bq/m²*h)	Humedad relativa (%)
N=9, Δt=10min	205 ± 18	31 ± 5,2 (SD)
Pendiente (m)	Ordenada (n)	Coef. de correl. (r)
25 ± 2,2 (SD)	130 ± 146 (SD)	0,97
RADÓN EN SUELO		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	Profundidad (cm)
23/05/2016 10:30h.	N=19, Δt=1min	50
²²²Rn (Bq/m³)	Incertidumbre (Bq/m³)	Humedad relativa (%)
94000	3600	34 ± 6,9 (SD)
TASA DE DOSIS A LA RADIACIÓN GAMMA AMBIENTAL		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	μsv/h
23/05/2016 9:00h.	N=3, Δt=3min	0,272 ± 0,003 (SD)
MUESTRA DE SUELO		
Fecha de recogida	Superficie	Tiempo de medida
23/05/2016 9:20h.	0,085 m ²	75870 seg.
²¹⁴Pb (Bq/kg)	²¹⁴Bi (Bq/kg)	²²⁸Ac (Bq/kg)
134 ± 11	119 ± 10	110 ± 9
²⁰⁸Tl (Bq/kg)	⁴⁰K (Bq/kg)	¹³⁷Cs (Bq/kg)
37 ± 3	1087 ± 85	14 ± 1

FICHA 29: CARACTERIZACIÓN RADIOLÓGICA DEL SUELO 5 DE CABEZUELA DEL VALLE		
Coordenadas	40° 12' 02,79'' N 5° 47' 22,25'' W	
EXHALACIÓN DE RADÓN		
Fecha de medida	Superficie recipiente (m²)	Volumen recipiente (m³)
25/05/2016 10:20h.	0,04374	0,00588
Nº Medidas, Δt	Coef. de exhal. (Bq/m²*h)	Humedad relativa (%)
N=6, Δt=10min	170 ± 18	40 ± 7,1 (SD)
Pendiente (m)	Ordenada (n)	Coef. de correl. (r)
21 ± 3,2 (SD)	736 ± 152 (SD)	0,96
RADÓN EN SUELO		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	Profundidad (cm)
25/05/2016 11:40h.	N=17, Δt=1min	35
²²²Rn (Bq/m³)	Incertidumbre (Bq/m³)	Humedad relativa (%)
49000	1900	43 ± 8,7 (SD)
TASA DE DOSIS A LA RADIACIÓN GAMMA AMBIENTAL		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	μsv/h
25/05/2016 10:40h.	N=3, Δt=3min	0,221 ± 0,002 (SD)
MUESTRA DE SUELO		
Fecha de recogida	Superficie	Tiempo de medida
25/05/2016 11:00h.	0,085 m ²	87121 seg.
²¹⁴Pb (Bq/kg)	²¹⁴Bi (Bq/kg)	²²⁸Ac (Bq/kg)
85 ± 7	74 ± 6	69 ± 5
²⁰⁸Tl (Bq/kg)	⁴⁰K (Bq/kg)	¹³⁷Cs (Bq/kg)
24 ± 2	1067 ± 83	2 ± 1

FICHA 30: CARACTERIZACIÓN RADIOLÓGICA DEL SUELO 1 DE TORNAVACAS		
Coordenadas	40° 15' 36,03'' N 5° 41' 29,63'' W	
EXHALACIÓN DE RADÓN		
Fecha de medida	Superficie recipiente (m²)	Volumen recipiente (m³)
06/06/2016 10:30h.	0,04374	0,00588
Nº Medidas, Δt	Coef. de exhal. (Bq/m²*h)	Humedad relativa (%)
N=11, Δt=10min	334 ± 24	22 ± 4,7 (SD)
Pendiente (m)	Ordenada (n)	Coef. de correl. (r)
41 ± 4,4 (SD)	215 ± 341 (SD)	0,95
RADÓN EN SUELO		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	Profundidad (cm)
06/06/2016 12:30h.	N=14, Δt=1min	50
²²²Rn (Bq/m³)	Incertidumbre (Bq/m³)	Humedad relativa (%)
69000	2500	18 ± 4,2 (SD)
TASA DE DOSIS A LA RADIACIÓN GAMMA AMBIENTAL		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	μsv/h
06/06/2016 10:50h.	N=3, Δt=3min	0,274 ± 0,004 (SD)
MUESTRA DE SUELO		
Fecha de recogida	Superficie	Tiempo de medida
06/06/2016 11:10h.	0,085 m ²	76628 seg.
²¹⁴Pb (Bq/kg)	²¹⁴Bi (Bq/kg)	²²⁸Ac (Bq/kg)
110 ± 9	98 ± 8	101 ± 8
²⁰⁸Tl (Bq/kg)	⁴⁰K (Bq/kg)	¹³⁷Cs (Bq/kg)
34 ± 2	1455 ± 114	4 ± 1

FICHA 31: CARACTERIZACIÓN RADIOLÓGICA DEL SUELO 2 DE TORNAVACAS		
Coordenadas	40° 15' 12,72'' N 5° 41' 55,75'' W	
EXHALACIÓN DE RADÓN		
Fecha de medida	Superficie recipiente (m²)	Volumen recipiente (m³)
08/06/2016 10:40h.	0,04374	0,00588
Nº Medidas, Δt	Coef. de exhal. (Bq/m²*h)	Humedad relativa (%)
N=7, Δt=10min	287 ± 24	19 ± 5,5 (SD)
Pendiente (m)	Ordenada (n)	Coef. de corr. (r)
35 ± 7,1 (SD)	2114 ± 384 (SD)	0,91
RADÓN EN SUELO		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	Profundidad (cm)
08/06/2016 12:10h.	N=21, Δt=1min	50
²²²Rn (Bq/m³)	Incertidumbre (Bq/m³)	Humedad relativa (%)
49000	2000	7 ± 2,3 (SD)
TASA DE DOSIS A LA RADIACIÓN GAMMA AMBIENTAL		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	μsv/h
08/06/2016 11:00h.	N=3, Δt=3min	0,246 ± 0,003 (SD)
MUESTRA DE SUELO		
Fecha de recogida	Superficie	Tiempo de medida
08/06/2016 11:20h.	0,085 m ²	85478 seg.
²¹⁴Pb (Bq/kg)	²¹⁴Bi (Bq/kg)	²²⁸Ac (Bq/kg)
91 ± 7	84 ± 7	86 ± 7
²⁰⁸Tl (Bq/kg)	⁴⁰K (Bq/kg)	¹³⁷Cs (Bq/kg)
30 ± 2	1294 ± 101	11 ± 1

FICHA 32: CARACTERIZACIÓN RADIOLÓGICA DEL SUELO 3 DE TORNAVACAS		
Coordenadas	40° 15' 22,76'' N 5° 40' 44,75'' W	
EXHALACIÓN DE RADÓN		
Fecha de medida	Superficie recipiente (m²)	Volumen recipiente (m³)
22/06/2016 10:20h.	0,04374	0,00588
Nº Medidas, Δt	Coef. de exhal. (Bq/m²*h)	Humedad relativa (%)
N=9, Δt=10min	290 ± 24	32 ± 6,8 (SD)
Pendiente (m)	Ordenada (n)	Coef. de correl. (r)
36 ± 4,9 (SD)	494 ± 322 (SD)	0,94
RADÓN EN SUELO		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	Profundidad (cm)
08/06/2016 12:10h.	N=17, Δt=1min	25
²²²Rn (Bq/m³)	Incertidumbre (Bq/m³)	Humedad relativa (%)
32000	3400	26 ± 5,1 (SD)
TASA DE DOSIS A LA RADIACIÓN GAMMA AMBIENTAL		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	μsv/h
22/06/2016 10:40h.	N=3, Δt=3min	0,277 ± 0,004 (SD)
MUESTRA DE SUELO		
Fecha de recogida	Superficie	Tiempo de medida
22/06/2016 10:40h.	0,085 m ²	85501 seg.
²¹⁴Pb (Bq/kg)	²¹⁴Bi (Bq/kg)	²²⁸Ac (Bq/kg)
88 ± 7	78 ± 6	88 ± 7
²⁰⁸Tl (Bq/kg)	⁴⁰K (Bq/kg)	¹³⁷Cs (Bq/kg)
30 ± 2	989 ± 77	10 ± 1

FICHA 33: CARACTERIZACIÓN RADIOLÓGICA DEL SUELO 4 DE TORNAVACAS		
Coordenadas	40° 14' 55,21'' N 5° 41' 20,47'' W	
EXHALACIÓN DE RADÓN		
Fecha de medida	Superficie recipiente (m²)	Volumen recipiente (m³)
04/07/2016 10:50h.	0,04374	0,00588
Nº Medidas, Δt	Coef. de exhal. (Bq/m²*h)	Humedad relativa (%)
N=8, Δt=10min	326 ± 24	38 ± 8,6 (SD)
Pendiente (m)	Ordenada (n)	Coef. de corr. (r)
40 ± 3,5 (SD)	-308 ± 210 (SD)	0,98
RADÓN EN SUELO		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	Profundidad (cm)
04/07/2016 12:30h.	N=15, Δt=1min	30
²²²Rn (Bq/m³)	Incertidumbre (Bq/m³)	Humedad relativa (%)
80000	3000	28 ± 5,5 (SD)
TASA DE DOSIS A LA RADIACIÓN GAMMA AMBIENTAL		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	μsv/h
04/07/2016 11:10h.	N=3, Δt=3min	0,236 ± 0,003 (SD)
MUESTRA DE SUELO		
Fecha de recogida	Superficie	Tiempo de medida
04/07/2016 11:30h.	0,085 m ²	90320 seg.
²¹⁴Pb (Bq/kg)	²¹⁴Bi (Bq/kg)	²²⁸Ac (Bq/kg)
88 ± 7	80 ± 6	80 ± 6
²⁰⁸Tl (Bq/kg)	⁴⁰K (Bq/kg)	¹³⁷Cs (Bq/kg)
27 ± 2	991 ± 77	42 ± 3

FICHA 34: CARACTERIZACIÓN RADIOLÓGICA DEL SUELO 5 DE TORNAVACAS		
Coordenadas		40° 14' 47,97'' N 5° 41' 51,24'' W
EXHALACIÓN DE RADÓN		
Fecha de medida	Superficie recipiente (m²)	Volumen recipiente (m³)
06/07/2016 10:20h.	0,04374	0,00588
Nº Medidas, Δt	Coef. de exhal. (Bq/m²*h)	Humedad relativa (%)
N=9, Δt=10min	315 ± 24	38 ± 7,4 (SD)
Pendiente (m)	Ordenada (n)	Coef. de corr. (r)
39 ± 2,4 (SD)	-285 ± 169 (SD)	0,98
<p style="text-align: center;">Exhalación ²²²Rn</p>		
RADÓN EN SUELO		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	Profundidad (cm)
06/07/2016 12:20h.	N=16, Δt=1min	30
²²²Rn (Bq/m³)	Incertidumbre (Bq/m³)	Humedad relativa (%)
79000	3000	20 ± 3,2 (SD)
TASA DE DOSIS A LA RADIACIÓN GAMMA AMBIENTAL		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	μsv/h
06/07/2016 10:40h.	N=3, Δt=3min	0,246 ± 0,003 (SD)
MUESTRA DE SUELO		
Fecha de recogida	Superficie	Tiempo de medida
06/07/2016 11:00h.	0,085 m ²	87214 seg.
²¹⁴Pb (Bq/kg)	²¹⁴Bi (Bq/kg)	²²⁸Ac (Bq/kg)
62 ± 5	58 ± 5	54 ± 5
²⁰⁸Tl (Bq/kg)	⁴⁰K (Bq/kg)	¹³⁷Cs (Bq/kg)
20 ± 2	955 ± 75	2 ± 1

FICHA 35: CARACTERIZACIÓN RADIOLÓGICA DEL SUELO 1 DE GUIJO DE SANTA BÁRBARA		
Coordenadas	40° 9' 03,07'' N 5° 39' 15,59'' W	
EXHALACIÓN DE RADÓN		
Fecha de medida	Superficie recipiente (m²)	Volumen recipiente (m³)
01/08/2016 8:50h.	0,04374	0,00588
Nº Medidas, Δt	Coef. de exhal. (Bq/m²*h)	Humedad relativa (%)
N=9, Δt=10min	216 ± 24	43 ± 6,6 (SD)
Pendiente (m)	Ordenada (n)	Coef. de corr. (r)
27 ± 2,8 (SD)	1012 ± 183 (SD)	0,96
<p style="text-align: center;">Exhalación ²²²Rn</p>		
RADÓN EN SUELO		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	Profundidad (cm)
01/08/2016 10:20h.	N=16, Δt=1min	40
²²²Rn (Bq/m³)	Incertidumbre (Bq/m³)	Humedad relativa (%)
82500	3000	57 ± 9,1 (SD)
TASA DE DOSIS A LA RADIACIÓN GAMMA AMBIENTAL		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	μsv/h
01/08/2016 9:10h.	N=3, Δt=3min	0,305 ± 0,004 (SD)
MUESTRA DE SUELO		
Fecha de recogida	Superficie	Tiempo de medida
01/08/2016 9:30h.	0,085 m ²	83135 seg.
²¹⁴Pb (Bq/kg)	²¹⁴Bi (Bq/kg)	²²⁸Ac (Bq/kg)
69 ± 6	66 ± 5	114 ± 9
²⁰⁸Tl (Bq/kg)	⁴⁰K (Bq/kg)	¹³⁷Cs (Bq/kg)
40 ± 2	1128 ± 88	23 ± 2



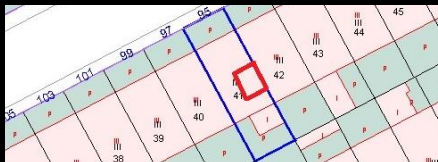
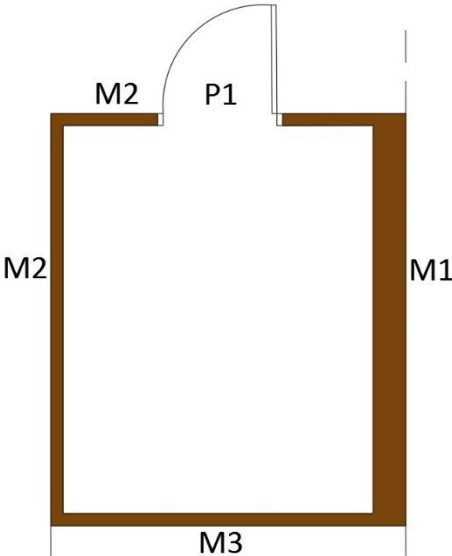
FICHA 36: CARACTERIZACIÓN RADIOLÓGICA DEL SUELO 2 DE GUIJO DE SANTA BÁRBARA		
Coordenadas	40° 9' 10,26'' N 5° 39' 21,14'' W	
EXHALACIÓN DE RADÓN		
Fecha de medida	Superficie recipiente (m²)	Volumen recipiente (m³)
03/08/2016 10:00h.	0,04374	0,00588
Nº Medidas, Δt	Coef. de exhal. (Bq/m²*h)	Humedad relativa (%)
N=7, Δt=10min	91 ± 12	22 ± 3,6 (SD)
Pendiente (m)	Ordenada (n)	Coef. de corr. (r)
11 ± 2,9 (SD)	1808 ± 158 (SD)	0,86
<p style="text-align: center;">Exhalación ²²²Rn</p>		
RADÓN EN SUELO		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	Profundidad (cm)
03/08/2016 11:20h.	N=17, Δt=1min	40
²²²Rn (Bq/m³)	Incertidumbre (Bq/m³)	Humedad relativa (%)
78000	2900	11 ± 2,5 (SD)
TASA DE DOSIS A LA RADIACIÓN GAMMA AMBIENTAL		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	μsv/h
03/08/2016 10:20h.	N=3, Δt=3min	0,280 ± 0,004 (SD)
MUESTRA DE SUELO		
Fecha de recogida	Superficie	Tiempo de medida
03/08/2016 10:40h.	0,085 m ²	75518 seg.
²¹⁴Pb (Bq/kg)	²¹⁴Bi (Bq/kg)	²²⁸Ac (Bq/kg)
64 ± 5	58 ± 5	118 ± 9
²⁰⁸Tl (Bq/kg)	⁴⁰K (Bq/kg)	¹³⁷Cs (Bq/kg)
38 ± 2	1192 ± 93	5 ± 1

FICHA 37: CARACTERIZACIÓN RADIOLÓGICA DEL SUELO 3 DE GUIJO DE SANTA BÁRBARA		
Coordenadas	40° 9' 18,95'' N 5° 39' 19,98'' W	
EXHALACIÓN DE RADÓN		
Fecha de medida	Superficie recipiente (m²)	Volumen recipiente (m³)
03/08/2016 15:10h.	0,04374	0,00588
Nº Medidas, Δt	Coef. de exhal. (Bq/m²*h)	Humedad relativa (%)
N=4, Δt=10min	226 ± 18	6 ± 2,2 (SD)
Pendiente (m)	Ordenada (n)	Coef. de corr. (r)
28 ± 22 (SD)	1343 ± 817 (SD)	0,66
<p style="text-align: center;">Exhalación ²²²Rn</p>		
RADÓN EN SUELO		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	Profundidad (cm)
03/08/2016 16:00h.	N=16, Δt=1min	40
²²²Rn (Bq/m³)	Incertidumbre (Bq/m³)	Humedad relativa (%)
65000	2400	5 ± 1,7 (SD)
TASA DE DOSIS A LA RADIACIÓN GAMMA AMBIENTAL		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	μsv/h
03/08/2016 15:30h.	N=3, Δt=3min	0,289 ± 0,005 (SD)
MUESTRA DE SUELO		
Fecha de recogida	Superficie	Tiempo de medida
03/08/2016 15:50h.	0,085 m ²	98077 seg.
²¹⁴Pb (Bq/kg)	²¹⁴Bi (Bq/kg)	²²⁸Ac (Bq/kg)
76 ± 6	74 ± 6	105 ± 8
²⁰⁸Tl (Bq/kg)	⁴⁰K (Bq/kg)	¹³⁷Cs (Bq/kg)
36 ± 2	1019 ± 80	15 ± 2

FICHA 38: CARACTERIZACIÓN RADIOLÓGICA DEL SUELO 4 DE GUIJO DE SANTA BÁRBARA		
Coordenadas	40° 9' 28,41'' N 5° 39' 09,28'' W	
EXHALACIÓN DE RADÓN		
Fecha de medida	Superficie recipiente (m²)	Volumen recipiente (m³)
09/08/2016 10:00h.	0,04374	0,00588
Nº Medidas, Δt	Coef. de exhal. (Bq/m²*h)	Humedad relativa (%)
N=8, Δt=10min	152 ± 18	25 ± 5,2 (SD)
Pendiente (m)	Ordenada (n)	Coef. de correl. (r)
19 ± 1,6 (SD)	803 ± 96 (SD)	0,98
RADÓN EN SUELO		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	Profundidad (cm)
09/08/2016 11:20h.	N=18, Δt=1min	30
²²²Rn (Bq/m³)	Incertidumbre (Bq/m³)	Humedad relativa (%)
48000	2300	24 ± 5,3 (SD)
TASA DE DOSIS A LA RADIACIÓN GAMMA AMBIENTAL		
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	μsv/h
09/08/2016 10:20h.	N=3, Δt=3min	0,295 ± 0,004 (SD)
MUESTRA DE SUELO		
Fecha de recogida	Superficie	Tiempo de medida
09/08/2016 10:40h.	0,085 m ²	86952 seg.
²¹⁴Pb (Bq/kg)	²¹⁴Bi (Bq/kg)	²²⁸Ac (Bq/kg)
78 ± 7	75 ± 6	172 ± 14
²⁰⁸Tl (Bq/kg)	⁴⁰K (Bq/kg)	¹³⁷Cs (Bq/kg)
60 ± 4	1049 ± 82	2 ± 1




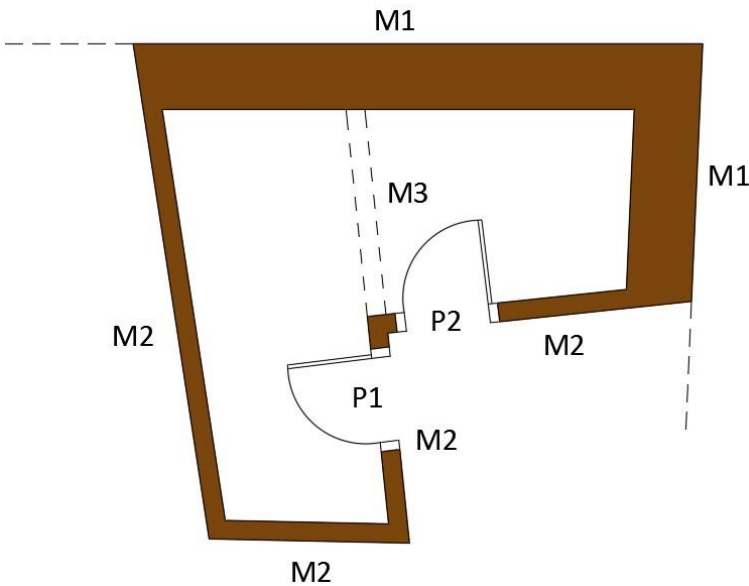
FICHA 39: CARACTERIZACIÓN RADIOLÓGICA DEL SUELO 5 DE GUIJO DE SANTA BÁRBARA																				
Coordenadas	40° 9' 09,03'' N 5° 38' 57,85'' W																			
EXHALACIÓN DE RADÓN																				
Fecha de medida	Superficie recipiente (m ²)	Volumen recipiente (m ³)																		
09/08/2016 12:10h.	0,04374	0,00588																		
Nº Medidas, Δt	Coef. de exhal. (Bq/m ² *h)	Humedad relativa (%)																		
N=8, Δt=10min	307 ± 24	19 ± 3,3 (SD)																		
Pendiente (m)	Ordenada (n)	Coef. de corr. (r)																		
38 ± 3,1 (SD)	-509 ± 183 (SD)	0,95																		
<p>Exhalación ²²²Rn</p> <table border="1"> <caption>Datos del gráfico de Exhalación de Radón</caption> <thead> <tr> <th>Tiempo (minutos)</th> <th>²²²Rn (Bq/m³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>20</td><td>~200</td></tr> <tr><td>30</td><td>~600</td></tr> <tr><td>40</td><td>~1200</td></tr> <tr><td>50</td><td>~1500</td></tr> <tr><td>60</td><td>~2000</td></tr> <tr><td>70</td><td>~1800</td></tr> <tr><td>80</td><td>~2500</td></tr> <tr><td>90</td><td>~2900</td></tr> </tbody> </table>			Tiempo (minutos)	²²² Rn (Bq/m ³)	20	~200	30	~600	40	~1200	50	~1500	60	~2000	70	~1800	80	~2500	90	~2900
Tiempo (minutos)	²²² Rn (Bq/m ³)																			
20	~200																			
30	~600																			
40	~1200																			
50	~1500																			
60	~2000																			
70	~1800																			
80	~2500																			
90	~2900																			
RADÓN EN SUELO																				
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	Profundidad (cm)																		
09/08/2016 13:30h.	N=20, Δt=1min	40																		
²²² Rn (Bq/m ³)	Incertidumbre (Bq/m ³)	Humedad relativa (%)																		
129000	4600	12 ± 3,2 (SD)																		
TASA DE DOSIS A LA RADIACIÓN GAMMA AMBIENTAL																				
Fecha de medida	Nº Medidas, Δt	μsv/h																		
09/08/2016 12:30h.	N=3, Δt=3min	0,279 ± 0,004 (SD)																		
MUESTRA DE SUELO																				
Fecha de recogida	Superficie	Tiempo de medida																		
09/08/2016 12:50h.	0,085 m ²	89046 seg.																		
²¹⁴ Pb (Bq/kg)	²¹⁴ Bi (Bq/kg)	²²⁸ Ac (Bq/kg)																		
69 ± 6	67 ± 6	118 ± 10																		
²⁰⁸ Tl (Bq/kg)	⁴⁰ K (Bq/kg)	¹³⁷ Cs (Bq/kg)																		
41 ± 3	1209 ± 95	11 ± 1																		

**ANEXO IV – FICHAS DE CARACTERIZACIÓN ARQUITECTÓNICA Y
RADIOLÓGICA DE LAS VIVIENDAS ANALIZADAS**

FICHA 1: CARACTERIZACIÓN DE LA VIVIENDA DE REFERENCIA DE PLASENCIA		
	Población	Plasencia
	Dirección	Calle Claudio Coello 48
	Tipo de vivienda	Unifamiliar entre medianeras
	Fecha de construcción	1991
	Fecha de rehabilitación	-
	Tipo de rehabilitación	-
	Número de fachadas	Dos
	Orientación de la fachada	Noroeste
	Uso original	Vivienda
	Uso actual	Vivienda
DATOS CATASTRALES		
	Referencia catastral	8058041QE4385G0001YQ
	Número de plantas	3 sobre rasante, 1 bajo r.
	Superficie parcela	117 m ²
	Superficie construida	153 m ²
	Clase de suelo	Urbano
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTANCIA ELEGIDA PARA EL ANÁLISIS		
	Situación	Planta sótano
	Dimensiones	Superficie: 8,25 m ²
		Altura: 2,90 m
		Volumen: 23,93 m ³
Uso	Almacén	
CROQUIS ESTANCIA		
		

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE LA ESTANCIA
M1 – Muro medianero
De interior a exterior de la estancia: <ul style="list-style-type: none"> - Enfoscado con mortero de cemento pintado en blanco, e=1,5cm - Fábrica 1 pie Ladrillo perforado, recibido con mortero de cemento
M2 – Tabique interior
De interior a exterior de la estancia: <ul style="list-style-type: none"> - Ladrillo gran formato 33 x 18 cm., e=7cm., recibido con mortero de cemento - Enfoscado con mortero de cemento pintado en blanco, e=1,5cm
M3 – Tabique interior
De interior a exterior de la estancia: <ul style="list-style-type: none"> - Enfoscado con mortero de cemento pintado en blanco, e=1,5cm - Ladrillo gran formato 33 x 18 cm., e=7cm., recibido con mortero de cemento - Enfoscado con mortero de cemento pintado en blanco, e=1,5cm
Techo – Forjado unidireccional de hormigón
De interior a exterior de la estancia: <ul style="list-style-type: none"> - Forjado unidireccional de canto 30 cm. con viguetas autorresistentes de hormigón, bovedilla cerámica, malla electrosoldada formada por barras corrugadas y capa de compresión de hormigón armado. - Solado formado por cama de arena e=2cm., capa de mortero de cemento de e=3 cm. y plaqueta de e=2cm.
Suelo
De interior a exterior de la estancia: <ul style="list-style-type: none"> - Solera de hormigón armado pintada en verde, e=15 cm, con mallazo electrosoldado - Film de polietileno, e=1,5mm. - Encachado de grava, e=20cm.
Carpinterías - Puertas
P1: Puerta de madera contrachapada de entrada a estancia, de dimensiones 0,725 x 2,03m.
Carpinterías - Ventanas
La estancia no presenta ventanas






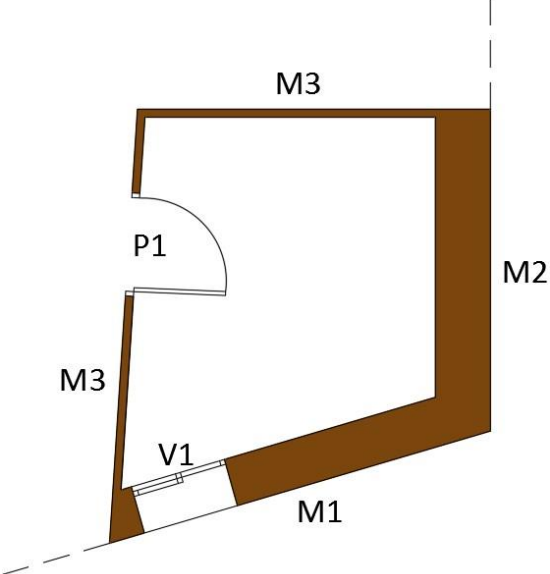
FICHA 2: CARACTERIZACIÓN DE LA VIVIENDA 1 DE PIORNAL			
	Población	Piornal	
	Dirección	Travesía Barrionuevo 1	
	Tipo de vivienda	Unifamiliar entre medianeras	
	Fecha de construcción	1820	
	Fecha de rehabilitación	-	
	Tipo de rehabilitación	-	
	Número de fachadas	Una	
	Orientación de la fachada	Sur	
	Uso original	Vivienda	
	Uso actual	Almacén	
DATOS CATASTRALES			
	Referencia catastral	7547230TK5474N0001PT	
	Número de plantas	2 sobre rasante	
	Superficie parcela	63 m ²	
	Superficie construida	120 m ²	
	Clase de suelo	Urbano	
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTANCIA ELEGIDA PARA EL ANÁLISIS			
	SITUACIÓN ESTANCIA	Situación	
	Dimensiones	Situación	Planta baja
		Superficie: 28,15 m ²	
		Altura: 2,54 m	
Uso	Volumen: 71,50 m ³	Almacén	
CROQUIS ESTANCIA			
			

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE LA ESTANCIA	
M1 – Muro medianero	
Muro de mampostería de granito sin recubrimiento, e=80 cm.	
M2 – Muro interior	
De interior a exterior de la estancia: - Muro de mampostería de granito, e=20cm. - Mortero de cal, e=2cm.	
M3 – Muro interior	
Muro de mampostería de granito, e=20 cm. h=1,60m.	
Techo – Forjado tradicional de madera	
De interior a exterior de la estancia: - Viga de madera de castaño. Sección circular, diámetro 30 cm. - Cabrio de madera de castaño. Sección circular, diámetro 15 cm. - Ripia de madera de castaño. Escuadría 15 x 4 cm	
Suelo – En bruto	
Tierra natural	
Carpinterías - Puertas	
P1: Puerta de madera de castaño de entrada a estancia, de dimensiones 0,88 x 1,70m. No estanca. P2: Puerta de madera de castaño de entrada a estancia, de dimensiones 0,97 x 1,52m. No estanca.	
Carpinterías - Ventanas	
La estancia no presenta ventanas	

RESULTADO DEL ANÁLISIS			
Fecha de medida	14 - 16 mayo 2014		
²²²Rn medido con cánister			
²²² Rn (Bq/m ³)	156 ± 10		
T. de exposición (min)	2856		
Nº cánister usadas	2		
Tasa de dosis a la radiación gamma ambiental			
Tasa de dosis (µsv/h)	0,392 ± 0,014 (SD)		
Nº Medidas, Δt	N=3 , Δt=3min		
Espectrometría gamma in situ			
Tiempo de medida (segundos)	11188		
²¹⁴ Pb (Bq/kg)	180 ± 20	²²⁸ Ac (Bq/kg)	129 ± 14
²¹⁴ Bi (Bq/kg)	177 ± 20	²⁰⁸ Tl (Bq/kg)	53 ± 6
¹³⁷ Cs (Bq/kg)	7 ± 1	⁴⁰ K (Bq/kg)	1664 ± 190








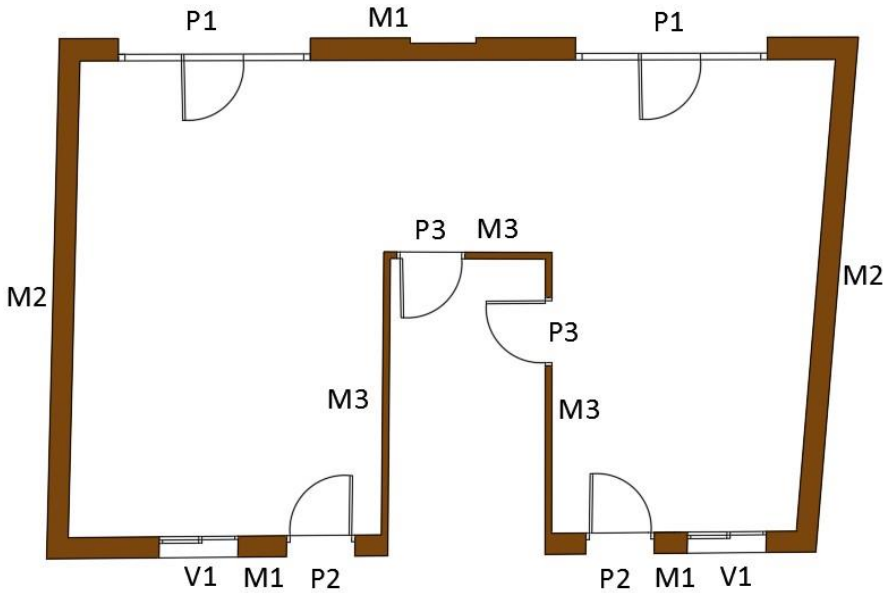
FICHA 3: CARACTERIZACIÓN DE LA VIVIENDA 2 DE PIORNAL		
	Población	Piornal
	Dirección	Av. De la Vera 29
	Tipo de vivienda	Unifamiliar entre medianeras
	Fecha de construcción	1955
	Fecha de rehabilitación	-
	Tipo de rehabilitación	-
	Número de fachadas	Dos
	Orientación de la fachada principal	Suroeste
	Uso original	Vivienda
Uso actual	Vivienda	
DATOS CATASTRALES		
	Referencia catastral	7649510TK5474N0001DT
	Número de plantas	2 sobre rasante
	Superficie parcela	65 m ²
	Superficie construida	102 m ²
	Clase de suelo	Urbano
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTANCIA ELEGIDA PARA EL ANÁLISIS		
	Situación	Planta baja
	Dimensiones	Superficie: 9,82 m ²
		Altura: 2,35 m
		Volumen: 23,08 m ³
Uso	Dormitorio	
CROQUIS ESTANCIA		
		

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE LA ESTANCIA
M1 – Fachada exterior
De interior a exterior de la estancia: <ul style="list-style-type: none"> - Revestimiento interior con papel adherido con adhesivo. - Guarnecido y enlucido de yeso, e=1,5cm. - Muro de mampostería de granito, e=50cm. - Mortero de cal, e=2cm.
M2 – Muro medianero
De interior a exterior de la estancia: <ul style="list-style-type: none"> - Revestimiento interior con papel adherido con adhesivo. - Guarnecido y enlucido de yeso, e=1,5cm. - Muro de mampostería de granito, e=50cm. - Guarnecido y enlucido de yeso pintado en blanco, e=1,5cm.
M3 – Tabique interior
De interior a exterior de la estancia: <ul style="list-style-type: none"> - Revestimiento interior con papel adherido con adhesivo. - Guarnecido y enlucido de yeso, e=1,5cm. - Tabique de Ladrillo Hueco Sencillo, recibido con mortero de cemento, e=4cm. - Guarnecido y enlucido de yeso pintado en blanco, e=1,5cm.
Techo – Forjado de madera
De interior a exterior de la estancia: <ul style="list-style-type: none"> - Viga de madera de roble. Escuadría 20 x 30 cm. - Cabrio de madera de roble. Escuadría 15 x 15 cm. - Ripia de madera de roble. Escuadría 30 x 4 cm. - Capa de mortero de cemento, e=3cm. - Solado de baldosa hidráulica, e=3cm.
Suelo
De interior a exterior de la estancia: <ul style="list-style-type: none"> - Solado de baldosa hidráulica, e=3cm. - Capa de mortero de cemento, e=3cm.
Carpinterías - Puertas
P1: Puerta de entrada a estancia desde pasillo de madera, dimensiones 0,85 x 2,00m.
Carpinterías - Ventanas
V1: Ventana corredera de dos hojas, de dimensiones 1,00 x 1,20m. Marco de aluminio. Acristalada con vidrio sencillo.

RESULTADO DEL ANÁLISIS			
Fecha de medida	30 abril - 2 mayo 2014		
²²²Rn medido con cánister			
²²² Rn (Bq/m ³)	253 ± 8		
T. de exposición (min)	2843		
Nº cánister usadas	2		
Tasa de dosis a la radiación gamma ambiental			
Tasa de dosis (µsv/h)	0,333 ± 0,009 (SD)		
Nº Medidas, Δt	N=3 , Δt=3min		
Espectrometría gamma in situ			
Tiempo de medida (segundos)	11746		
²¹⁴ Pb (Bq/kg)	181 ± 20	²²⁸ Ac (Bq/kg)	112 ± 13
²¹⁴ Bi (Bq/kg)	158 ± 19	²⁰⁸ Tl (Bq/kg)	45 ± 5
¹³⁷ Cs (Bq/kg)	7 ± 1	⁴⁰ K (Bq/kg)	1508 ± 170



GALERÍA FOTOGRÁFICA	
Interior estancia	Puerta de entrada a estancia
	
Forjado de madera	Solado de baldosa hidráulica
	

FICHA 4: CARACTERIZACIÓN DE LA VIVIENDA 3 DE PIORNAL		
FOTO DE FACHADA 	Población	Piornal
	Dirección	Calle Murillo 3
	Tipo de vivienda	Unifamiliar entre medianeras
	Fecha de construcción	2009
	Fecha de rehabilitación	-
	Tipo de rehabilitación	-
	Número de fachadas	Dos
	Orientación de la fachada principal	Noroeste
	Uso original	Vivienda
	Uso actual	Vivienda
DATOS CATASTRALES		
PLANO CATASTRAL 	Referencia catastral	7348809TK5474N0001HT
	Número de plantas	3 sobre rasante
	Superficie parcela	80 m ²
	Superficie construida	240 m ²
	Clase de suelo	Urbano
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTANCIA ELEGIDA PARA EL ANÁLISIS		
SITUACIÓN ESTANCIA 	Situación	Planta baja
	Dimensiones	Superficie: 70,15 m ²
		Altura: 2,86 m
		Volumen: 200,63 m ³
Uso	Garaje	
CROQUIS ESTANCIA		
		

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE LA ESTANCIA
M1 – Fachada exterior
De interior a exterior de la estancia: <ul style="list-style-type: none"> - Guarnecido y enlucido de yeso pintado en blanco, e=1,5cm y zócalo de gres, e=2,5cm, h=1m. - Tabique de Ladrillo Hueco Doble, recibido con mortero de cemento, e=7cm. - Cámara de aire, e=5cm - Enfoscado con mortero de cemento, e=1,5cm - Fábrica ½ pie Ladrillo perforado, recibido con mortero de cemento - Aplacado de granito, e=5cm
M2 – Muro medianero
De interior a exterior de la estancia: <ul style="list-style-type: none"> - Guarnecido y enlucido de yeso pintado en blanco, e=1,5cm y zócalo de gres, e=2,5cm, h=1m. - Tabique de Ladrillo Hueco Doble, recibido con mortero de cemento, e=7cm. - Cámara de aire, e=5cm - Enfoscado con mortero de cemento, e=1,5cm - Fábrica ½ pie Ladrillo perforado, recibido con mortero de cemento
M3 – Tabique interior
De interior a exterior de la estancia: <ul style="list-style-type: none"> - Guarnecido y enlucido de yeso pintado en blanco, e=1,5cm y zócalo de gres, e=2,5cm, h=1m. - Tabique de Ladrillo Hueco Doble, recibido con mortero de cemento, e=7cm. - Guarnecido y enlucido de yeso pintado en blanco, e=1,5cm
Techo – Forjado unidireccional de hormigón
De interior a exterior de la estancia: <ul style="list-style-type: none"> - Guarnecido y enlucido de yeso pintado en blanco, e=2cm - Forjado unidireccional de canto 30 cm. con viguetas semirresistentes de hormigón, bovedilla de hormigón, malla electrosoldada formada por barras corrugadas y capa de compresión de hormigón armado. - Solado formado por cama de arena e=2cm., capa de mortero de cemento de e=3 cm. y plaqueta de e=2cm.
Suelo
De interior a exterior de la estancia: <ul style="list-style-type: none"> - Solado formado por cama de arena e=2cm., capa de mortero de cemento de e=3 cm. y plaqueta de e=2cm. - Solera de hormigón armado, e=15 cm, con mallazo electrosoldado - Film de polietileno, e=1,5mm. - Encachado de grava, e=20cm.
Carpinterías - Puertas
P1: Puerta de entrada a garaje desde el exterior, metálica de dimensiones 2,90 x 2,50m.
P2: Puerta de entrada a garaje desde patio trasero, metálica de dimensiones 0,90 x 2,10m.
P3: Puerta interior de madera, de dimensiones 0,825 x 2,03m

Carpinterías - Ventanas

V1: Ventana corredera de dimensiones 1,20 x 1,20m. Marco metálico. Acristalada con dos vidrios. Sistema monoblock.




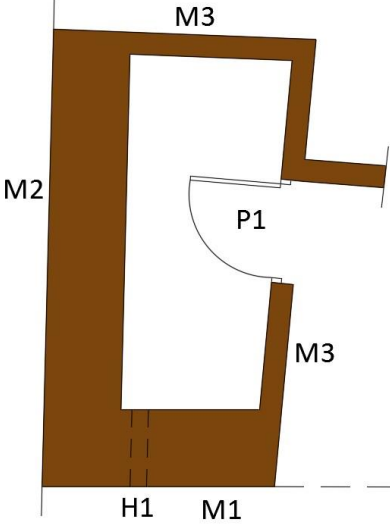
RESULTADO DEL ANÁLISIS

Fecha de medida	28 - 30 mayo 2014		
²²²Rn medido con cánister			
²²² Rn (Bq/m ³)	908 ± 30		
T. de exposición (min)	2674		
Nº cánister usadas	2		
Tasa de dosis a la radiación gamma ambiental			
Tasa de dosis (µsv/h)	0,273 ± 0,005 (SD)		
Nº Medidas, Δt	N=3 , Δt=3min		
Espectrometría gamma in situ			
Tiempo de medida (segundos)	10688		
²¹⁴ Pb (Bq/kg)	135 ± 15	²²⁸ Ac (Bq/kg)	76 ± 9
²¹⁴ Bi (Bq/kg)	111 ± 13	²⁰⁸ Tl (Bq/kg)	32 ± 4
¹³⁷ Cs (Bq/kg)	3 ± 1	⁴⁰ K (Bq/kg)	1539 ± 170



GALERÍA FOTOGRÁFICA






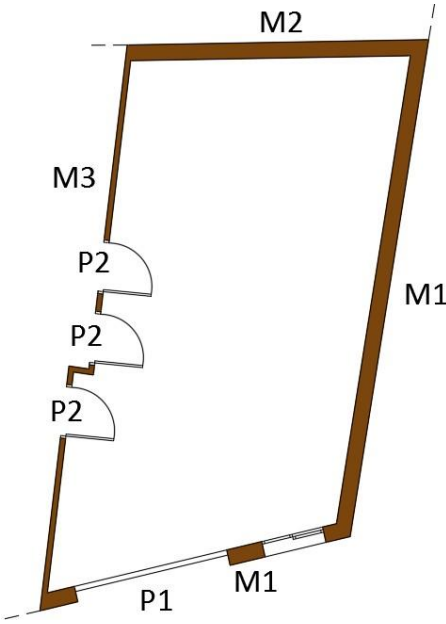
FICHA 5: CARACTERIZACIÓN DE LA VIVIENDA 1 DE EL TORNO		
	Población	El Torno
	Dirección	Calle Juan de la Cierva 5
	Tipo de vivienda	Unifamiliar entre medianeras
	Fecha de construcción	1850
	Fecha de rehabilitación	-
	Tipo de rehabilitación	-
	Número de fachadas	Una
	Orientación de la fachada	Sur este
	Uso original	Vivienda
	Uso actual	Vivienda
DATOS CATASTRALES		
	Referencia catastral	9273604TK4497S0001IF
	Número de plantas	2 sobre rasante
	Superficie parcela	66 m ²
	Superficie construida	130 m ²
	Clase de suelo	Urbano
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTANCIA ELEGIDA PARA EL ANÁLISIS		
	Situación	Planta baja
	Dimensiones	Superficie: 4,40 m ²
		Altura: 2,58 m
		Volumen: 11,35 m ³
Uso	Almacén	
CROQUIS ESTANCIA		
		

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE LA ESTANCIA	
M1 – Muro exterior	
De interior a exterior de la estancia: <ul style="list-style-type: none"> - Mortero de cal, e=2cm. - Muro de mampostería de granito, e=70cm. - Mortero de cal, e=2cm. 	
M2 – Muro medianero	
De interior a exterior de la estancia: <ul style="list-style-type: none"> - Mortero de cal, e=2cm. - Muro de mampostería de granito, e=70cm. 	
M3 – Muro interior	
De interior a exterior de la estancia: <ul style="list-style-type: none"> - Mortero de cal, e=2cm. - Muro de mampostería de granito, e=15cm. - Mortero de cal, e=2cm. 	
Techo – Forjado tradicional de madera	
De interior a exterior de la estancia: <ul style="list-style-type: none"> - Viga de madera de castaño. Sección circular, diámetro 30 cm. - Cabrio de madera de castaño. Sección rectangular, escuadría 15 x 10 cm - Ripia de madera de castaño. Escuadría de 10 x 4 cm a 20 x 4 cm. 	
Suelo – En bruto	
Tierra natural	
Carpinterías - Puertas	
P1: Puerta de madera de castaño de entrada a estancia pintada en verde, de dimensiones 0,85 x 1,76m. No estanca.	
Carpinterías - Ventanas	
H1: La estancia presenta un hueco en M1 de 15 x 15 cm.	

RESULTADO DEL ANÁLISIS			
Fecha de medida	25 - 27 junio 2014		
²²²Rn medido con cánister			
²²² Rn (Bq/m ³)	212 ± 8		
T. de exposición (min)	2867		
Nº cánister usadas	2		
Tasa de dosis a la radiación gamma ambiental			
Tasa de dosis (µsv/h)	0,385 ± 0,005 (SD)		
Nº Medidas, Δt	N=3 , Δt=3min		
Espectrometría gamma in situ			
Tiempo de medida (segundos)	11432		
²¹⁴ Pb (Bq/kg)	204 ± 23	²²⁸ Ac (Bq/kg)	121 ± 14
²¹⁴ Bi (Bq/kg)	183 ± 21	²⁰⁸ Tl (Bq/kg)	52 ± 6
¹³⁷ Cs (Bq/kg)	3 ± 1	⁴⁰ K (Bq/kg)	2227 ± 250

Situación de los instrumentos de medida en la estancia


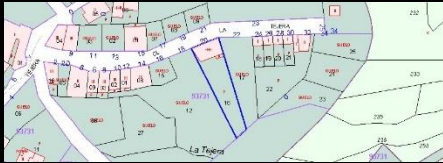
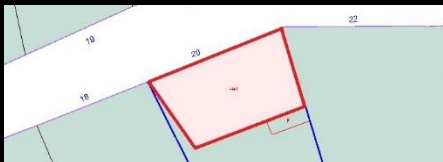
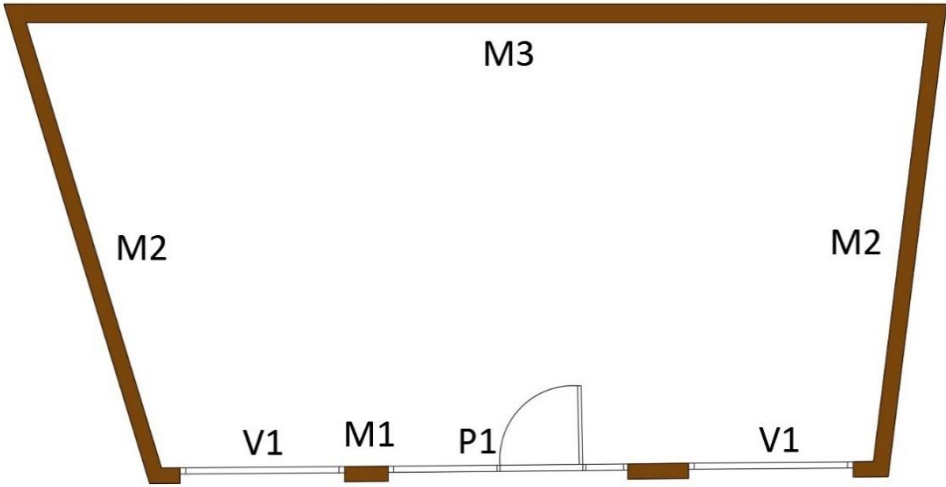


FICHA 6: CARACTERIZACIÓN DE LA VIVIENDA 2 DE EL TORNO		
	Población	El Torno
	Dirección	Travesía Rosal 3
	Tipo de vivienda	Unifamiliar de esquina entre medianeras
	Fecha de construcción	1997
	Fecha de rehabilitación	-
	Tipo de rehabilitación	-
	Número de fachadas	Dos
	Orientación de la fachada principal	Sur este
	Uso original	Vivienda
Uso actual	Vivienda	
DATOS CATASTRALES		
	Referencia catastral	9371002TK4497S0001JF
	Número de plantas	3 sobre rasante
	Superficie parcela	93 m ²
	Superficie construida	278 m ²
	Clase de suelo	Urbano
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTANCIA ELEGIDA PARA EL ANÁLISIS		
	Situación	Planta baja
	Dimensiones	Superficie: 56,55 m ²
		Altura: 2,45 m
		Volumen: 138,54 m ³
Uso	Garaje	
CROQUIS ESTANCIA		
		

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE LA ESTANCIA
M1 – Fachada exterior
De interior a exterior de la estancia: <ul style="list-style-type: none"> - Enfoscado con mortero de cemento pintado en blanco, e=2,0cm y zócalo de gres, e=2,5cm, h=1,5m. - Tabique de Ladrillo Hueco Doble, recibido con mortero de cemento, e=7cm. - Cámara de aire, e=5cm - Enfoscado con mortero de cemento, e=1,5cm - Fábrica ½ pie Ladrillo perforado, recibido con mortero de cemento - Enfoscado con mortero de cemento pintado en blanco, e=2,0cm
M2 – Muro medianero
De interior a exterior de la estancia: <ul style="list-style-type: none"> - Enfoscado con mortero de cemento pintado en blanco, e=2,0cm y zócalo de gres, e=2,5cm, h=1,5m. - Muro de contención de tierras de hormigón, e=30cm. h=1,5m. - Fábrica de 1 pie de LP sobre muro de contención de hormigón. - Enfoscado con mortero de cemento pintado en blanco, e=2,0cm
M3 – Tabique interior
De interior a exterior de la estancia: <ul style="list-style-type: none"> - Enfoscado con mortero de cemento pintado en blanco, e=2,0cm y zócalo de gres, e=2,5cm, h=1,5m. - Tabique de Ladrillo Hueco Doble, recibido con mortero de cemento, e=7cm. - Guarnecido y enlucido de yeso pintado en blanco, e=1,5cm
Techo – Forjado unidireccional de hormigón
De interior a exterior de la estancia: <ul style="list-style-type: none"> - Guarnecido y enlucido de yeso pintado en blanco, e=2cm - Forjado unidireccional de canto 30 cm. con viguetas semirresistentes de hormigón, bovedilla de hormigón, malla electrosoldada formada por barras corrugadas y capa de compresión de hormigón armado. - Solado formado por cama de arena e=2cm., capa de mortero de cemento de e=3 cm. y plaqueta de e=2cm.
Suelo
De interior a exterior de la estancia: <ul style="list-style-type: none"> - Solado formado por cama de arena e=2cm., capa de mortero de cemento de e=3 cm. y plaqueta de e=2cm. - Solera de hormigón armado, e=15 cm, con mallazo electrosoldado - Film de polietileno, e=1,5mm. - Encachado de grava, e=20cm.
Carpinterías - Puertas
P1: Puerta de entrada a garaje desde el exterior, metálica de dimensiones 3,00 x 2,30m. P2: Puerta de paso a garaje de madera, de dimensiones 0,82 x 2,10m.
Carpinterías - Ventanas
V1: Ventana corredera de dimensiones 1,10 x 1,20m. Marco metálico. Acristalada con dos vidrios. Sistema monoblock.

RESULTADO DEL ANÁLISIS			
Fecha de medida	11 - 13 junio 2014		
²²²Rn medido con cánister			
²²² Rn (Bq/m ³)	459 ± 13		
T. de exposición (min)	2855		
Nº cánister usadas	2		
Tasa de dosis a la radiación gamma ambiental			
Tasa de dosis (µsv/h)	0,283 ± 0,005 (SD)		
Nº Medidas, Δt	N=3 , Δt=3min		
Espectrometría gamma in situ			
Tiempo de medida (segundos)	11811		
²¹⁴ Pb (Bq/kg)	134 ± 15	²²⁸ Ac (Bq/kg)	81 ± 9
²¹⁴ Bi (Bq/kg)	114 ± 14	²⁰⁸ Tl (Bq/kg)	34 ± 4
¹³⁷ Cs (Bq/kg)	2 ± 1	⁴⁰ K (Bq/kg)	1520 ± 170




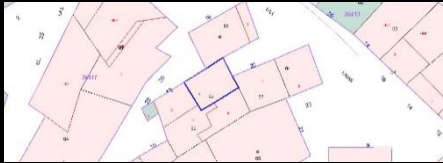
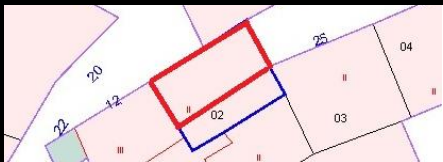
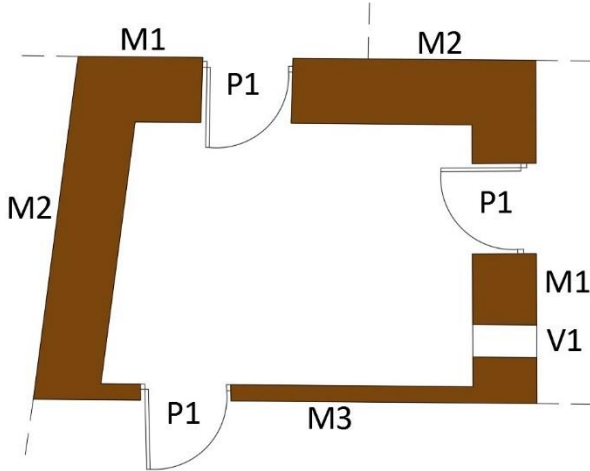
FICHA 7: CARACTERIZACIÓN DE LA VIVIENDA 3 DE EL TORNO		
	Población	El Torno
	Dirección	Calle tejera 20
	Tipo de vivienda	Unifamiliar entre medianeras
	Fecha de construcción	2007
	Fecha de rehabilitación	-
	Tipo de rehabilitación	-
	Número de fachadas	Dos
	Orientación de la fachada principal	Noroeste
	Uso original	Vivienda
	Uso actual	Vivienda
DATOS CATASTRALES		
	Referencia catastral	9373116TK4497S0001GF
	Número de plantas	2 sobre rasante por patio
	Superficie parcela	505 m ²
	Superficie construida	218 m ²
	Clase de suelo	Urbano
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTANCIA ELEGIDA PARA EL ANÁLISIS		
	Situación	Planta baja
	Dimensiones	Superficie: 94,24 m ²
		Altura: 3,14 m
		Volumen: 295,91 m ³
Uso	Garaje	
CROQUIS ESTANCIA		
		

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE LA ESTANCIA
M1 – Muro exterior
Fábrica de ladrillo perforado de 1 pie, recibido con mortero de cemento (sin revestimientos)
M2 – Muro medianero
De interior a exterior de la estancia: <ul style="list-style-type: none"> - Fábrica de ladrillo perforado de 1 pie, recibido con mortero de cemento (sin Revestimiento interior) - Enfoscado con mortero de cemento, e=2,0cm
M3 – Muro de contención
Muro de contención de tierras de hormigón armado, e= 30cm. (sin revestimientos)
Techo – Forjado unidireccional de hormigón
De interior a exterior de la estancia: <ul style="list-style-type: none"> - Forjado unidireccional de canto 30 cm. con viguetas semirresistentes de hormigón, bovedilla de hormigón, malla electrosoldada formada por barras corrugadas y capa de compresión de hormigón armado. - Solado formado por cama de arena e=2cm., capa de mortero de cemento de e=3 cm. y plaqueta de e=2cm.
Suelo
De interior a exterior de la estancia: <ul style="list-style-type: none"> - Solera de hormigón armado, e=15 cm, con mallazo electrosoldado - Film de polietileno, e=1,5mm. - Encachado de grava, e=20cm.
Carpinterías - Puertas
P1: Puerta de entrada a garaje desde el exterior, metálica de dimensiones 3,90 x 3,14m.
Carpinterías - Ventanas
V1: Ventana fija de tres hojas, metálica de dimensiones 2,68 x 0,80m. Situada debajo de esta, ventana abatible de dos hojas de 1,40 x 1,30m. con contraventana metálico.

RESULTADO DEL ANÁLISIS			
Fecha de medida	9 - 11 julio 2014		
²²²Rn medido con cánister			
²²² Rn (Bq/m ³)	302 ± 10		
T. de exposición (min)	2635		
Nº cánister usadas	2		
Tasa de dosis a la radiación gamma ambiental			
Tasa de dosis (µsv/h)	0,197 ± 0,004 (SD)		
Nº Medidas, Δt	N=3 , Δt=3min		
Espectrometría gamma in situ			
Tiempo de medida (segundos)	11296		
²¹⁴ Pb (Bq/kg)	68 ± 7	²²⁸ Ac (Bq/kg)	51 ± 6
²¹⁴ Bi (Bq/kg)	59 ± 7	²⁰⁸ Tl (Bq/kg)	21 ± 3
¹³⁷ Cs (Bq/kg)	1 ± 1	⁴⁰ K (Bq/kg)	915 ± 102


Situación de los instrumentos de medida en la estancia



FICHA 8: CARACTERIZACIÓN DE LA VIVIENDA 1 DE CASAS DEL CASTAÑAR		
FOTO DE FACHADA 	Población	Casas del Castañar
	Dirección	Calle Parrales 14
	Tipo de vivienda	Unifamiliar entre medianeras
	Fecha de construcción	1780
	Fecha de rehabilitación	-
	Tipo de rehabilitación	-
	Número de fachadas	Dos
	Orientación de la fachada	Noroeste
	Uso original	Vivienda
	Uso actual	Almacén
DATOS CATASTRALES		
PLANO CATASTRAL 	Referencia catastral	2640202TK5424S0001UH
	Número de plantas	2 sobre rasante
	Superficie parcela	25 m ²
	Superficie construida	50 m ²
	Clase de suelo	Urbano
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTANCIA ELEGIDA PARA EL ANÁLISIS		
SITUACIÓN ESTANCIA 	Situación	Planta baja
	Dimensiones	Superficie: 14,03 m ²
		Altura: 2,24 m
		Volumen: 31,43 m ³
	Uso	Almacén
CROQUIS ESTANCIA		
		


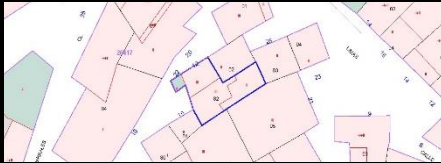

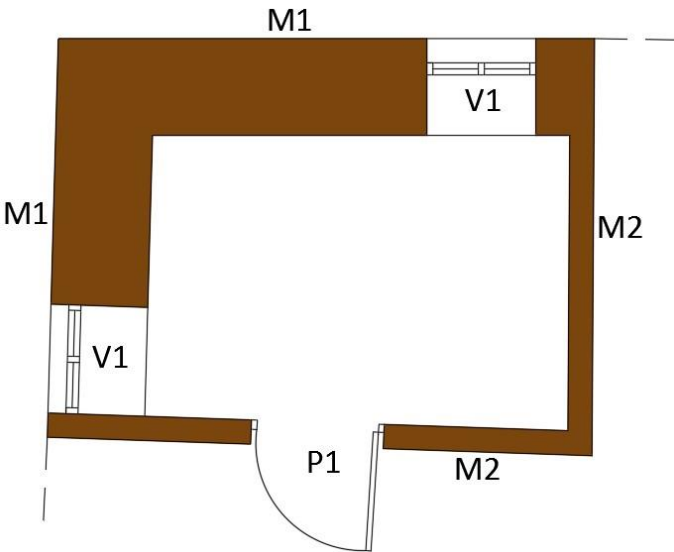
CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE LA ESTANCIA	
M1 – Muro exterior	
Muro de mampostería de granito, e=80cm.	
M2 – Muro medianero	
Muro de mampostería de granito, e=80cm.	
M3 – Muro interior	
Muro de mampostería de granito, e=20cm.	
Techo – Forjado tradicional de madera	
De interior a exterior de la estancia: <ul style="list-style-type: none"> - Viga de madera de castaño. Sección circular, diámetro 25 cm. - Cabrio de madera de castaño. Sección rectangular, escuadría 20 x 15 cm - Ripia de madera de castaño. Escuadría de 10 x 4 cm a 20 x 4 cm. 	
Suelo – En bruto	
Tierra natural	
Carpinterías - Puertas	
P1: Puerta de madera de castaño de entrada y de paso a estancia, de dimensiones 1,10 x 1,60m. No estanca.	
Carpinterías - Ventanas	
V1: La estancia presenta un hueco en forma de ventana sin acristalar, en M1 de 40 x 40 cm.	

RESULTADO DEL ANÁLISIS			
Fecha de medida	18 - 20 febrero 2015		
²²²Rn medido con cánister			
²²² Rn (Bq/m ³)	45 ± 2		
T. de exposición (min)	2885		
Nº cánister usadas	2		
Tasa de dosis a la radiación gamma ambiental			
Tasa de dosis (µsv/h)	0,424 ± 0,007 (SD)		
Nº Medidas, Δt	N=3 , Δt=3min		
Espectrometría gamma in situ			
Tiempo de medida (segundos)	11297		
²¹⁴ Pb (Bq/kg)	176 ± 20	²²⁸ Ac (Bq/kg)	156 ± 17
²¹⁴ Bi (Bq/kg)	170 ± 20	²⁰⁸ Tl (Bq/kg)	64 ± 7
¹³⁷ Cs (Bq/kg)	6 ± 1	⁴⁰ K (Bq/kg)	2009 ± 220




Situación de los instrumentos de medida en la estancia



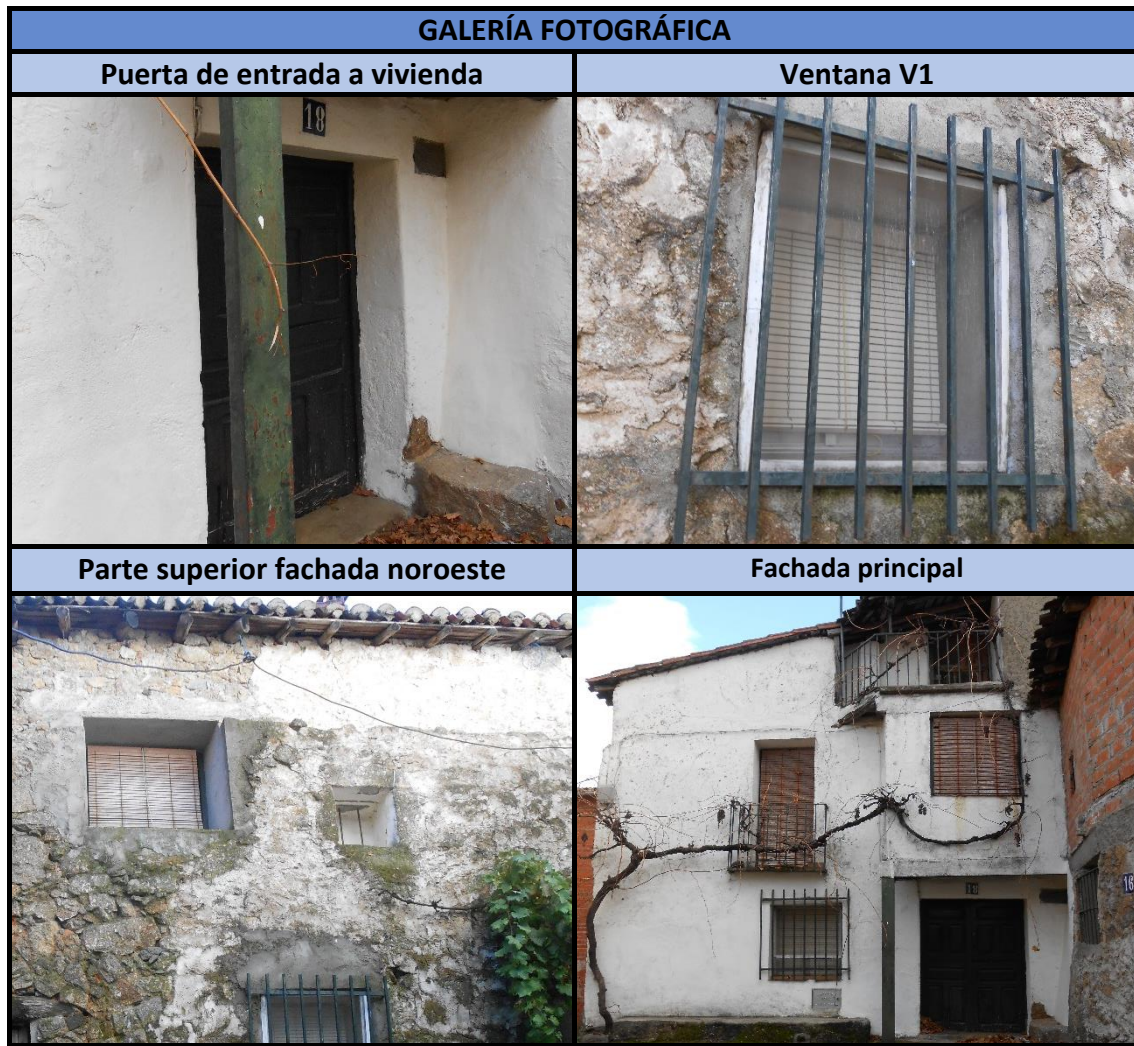
FICHA 9: CARACTERIZACIÓN DE LA VIVIENDA 2 DE CASAS DEL CASTAÑAR		
FOTO DE FACHADA 	Población	Casas del Castañar
	Dirección	Calle Prrales 12
	Tipo de vivienda	Unifamiliar de esquina entre medianeras
	Fecha de construcción	1930
	Fecha de rehabilitación	-
	Tipo de rehabilitación	-
	Número de fachadas	Dos
	Orientación de la fachada	Suroeste
	Uso original	Vivienda
	Uso actual	Vivienda
DATOS CATASTRALES		
PLANO CATASTRAL 	Referencia catastral	2640282TK5424S0001TH
	Número de plantas	2 sobre rasante
	Superficie parcela	64 m ²
	Superficie construida	156 m ²
	Clase de suelo	Urbano
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTANCIA ELEGIDA PARA EL ANÁLISIS		
SITUACIÓN ESTANCIA 	Situación	Planta baja
	Dimensiones	Superficie: 8,26 m ²
		Altura: 1,92 m
		Volumen: 15,86 m ³
Uso	Cocina	
CROQUIS ESTANCIA		
		


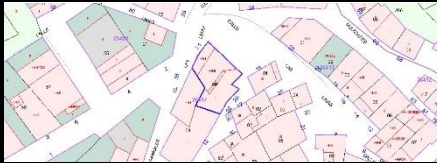

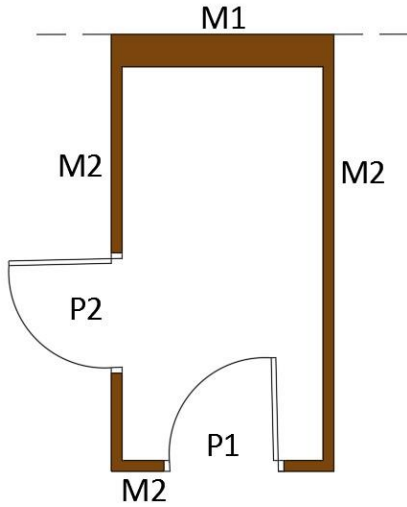
CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE LA ESTANCIA	
M1 – Muro exterior	
De interior a exterior de la estancia:	
<ul style="list-style-type: none"> - Mortero de cal, e=2cm - Muro de mampostería de granito, e=80cm. - Mortero de cal, e=2cm 	
M2 – Muro interior	
De interior a exterior de la estancia:	
<ul style="list-style-type: none"> - Mortero de cal, e=2cm - Muro de mampostería de granito, e=20cm. - Mortero de cal, e=2cm 	
Techo – Forjado tradicional de madera con falso techo	
De interior a exterior de la estancia:	
<ul style="list-style-type: none"> - Falso techo de escayola agarrado al forjado con cañizo. - Viga de madera de castaño. Sección circular, diámetro 30cm. - Cabrio de madera de castaño. Sección circular, diámetro 15cm. - Ripia de madera de castaño. Escuadría de 15 x 4 cm. 	
Suelo – En bruto	
De interior a exterior de la estancia:	
<ul style="list-style-type: none"> - Solado con baldosas hidráulica, e = 5cm. - Capa de mortero de cemento, e = 2 cm. 	
Carpinterías - Puertas	
P1: Puerta de madera de castaño de paso a estancia, de dimensiones 0,82 x 1,83m. No estanca.	
Carpinterías - Ventanas	
V1: Ventana de aluminio de dos hojas abatibles, de dimensiones 0,90 x 0,90m.	

RESULTADO DEL ANÁLISIS			
Fecha de medida	26 - 28 noviembre 2014		
²²²Rn medido con cánister			
²²² Rn (Bq/m ³)	628 ± 25		
T. de exposición (min)	2830		
Nº cánister usadas	2		
Tasa de dosis a la radiación gamma ambiental			
Tasa de dosis (µsv/h)	0,348 ± 0,006 (SD)		
Nº Medidas, Δt	N=3 , Δt=3min		
Espectrometría gamma in situ			
Tiempo de medida (segundos)	10190		
²¹⁴ Pb (Bq/kg)	151 ± 17	²²⁸ Ac (Bq/kg)	99 ± 11
²¹⁴ Bi (Bq/kg)	141 ± 16	²⁰⁸ Tl (Bq/kg)	39 ± 5
¹³⁷ Cs (Bq/kg)	3 ± 1	⁴⁰ K (Bq/kg)	1646 ± 180



Situación de los instrumentos de medida en la estancia


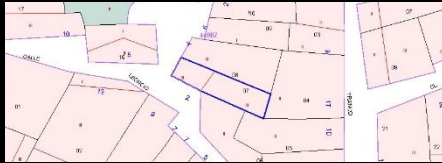
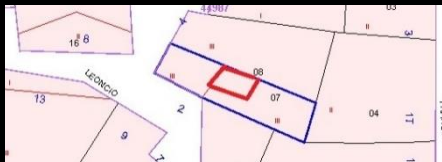
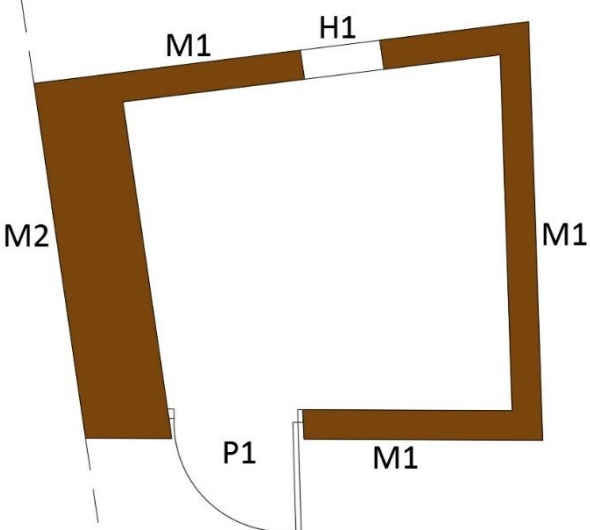


FICHA 10: CARACTERIZACIÓN DE LA VIVIENDA 3 DE CASAS DEL CASTAÑAR		
	Población	Casas del Castañar
	Dirección	Calle las Limas 31
	Tipo de vivienda	Unifamiliar de esquina entre medianeras
	Fecha de construcción	2007
	Fecha de rehabilitación	-
	Tipo de rehabilitación	-
	Número de fachadas	Tres
	Orientación de la fachada principal	Noreste
	Uso original	Vivienda
	Uso actual	Vivienda
DATOS CATASTRALES		
PLANO CATASTRAL	Referencia catastral	2641701TK5424S0001MH
	Número de plantas	4 sobre rasante
	Superficie parcela	141 m ²
	Superficie construida	406 m ²
	Clase de suelo	Urbano
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTANCIA ELEGIDA PARA EL ANÁLISIS		
SITUACIÓN ESTANCIA	Situación	Planta baja
	Dimensiones	Superficie: 6,75 m ²
		Altura: 2,65 m
		Volumen: 17,89 m ³
	Uso	Trastero
CROQUIS ESTANCIA		
		

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE LA ESTANCIA
M1 – Fachada de contención
De interior a exterior de la estancia: <ul style="list-style-type: none"> - Guarnecido y enlucido de yeso pintado en blanco, e=1,5cm. - Muro de contención de tierras de hormigón armado, e= 30cm.
M2 – Muro interior
De interior a exterior de la estancia: <ul style="list-style-type: none"> - Guarnecido y enlucido de yeso pintado en blanco, e=1,5cm. - Tabique de Ladrillo Hueco Doble, recibido con mortero de cemento, e=7cm. - Guarnecido y enlucido de yeso pintado en blanco, e=1,5cm.
Techo – Forjado unidireccional de hormigón
De interior a exterior de la estancia: <ul style="list-style-type: none"> - Guarnecido y enlucido de yeso pintado en blanco, e=2cm - Forjado unidireccional de canto 30 cm. con viguetas semirresistentes de hormigón, bovedilla de hormigón, malla electrosoldada formada por barras corrugadas y capa de compresión de hormigón armado. - Solado formado por cama de arena e=2cm., capa de mortero de cemento de e=3 cm. y plaqueta de e=2cm.
Suelo
De interior a exterior de la estancia: <ul style="list-style-type: none"> - Solado formado por cama de arena e=2cm., capa de mortero de cemento de e=3 cm. y plaqueta de e=2cm. - Solera de hormigón armado, e=15 cm, con mallazo electrosoldado - Film de polietileno, e=1,5mm. - Encachado de grava, e=20cm.
Carpinterías - Puertas
P1: Puerta de entrada a estancia, de madera de dimensiones 0,82 x 2,03 m. P2: Puerta metálica de dimensiones 0,82 x 2,03 m.
Carpinterías - Ventanas
La estancia no presenta ventanas

RESULTADO DEL ANÁLISIS			
Fecha de medida	4 - 6 febrero 2015		
²²²Rn medido con cánister			
²²² Rn (Bq/m ³)	1585 ± 35		
T. de exposición (min)	2856		
Nº cánister usadas	2		
Tasa de dosis a la radiación gamma ambiental			
Tasa de dosis (µsv/h)	0,214 ± 0,003 (SD)		
Nº Medidas, Δt	N=3 , Δt=3min		
Espectrometría gamma in situ			
Tiempo de medida (segundos)	10390		
²¹⁴ Pb (Bq/kg)	95 ± 11	²²⁸ Ac (Bq/kg)	54 ± 6
²¹⁴ Bi (Bq/kg)	79 ± 9	²⁰⁸ Tl (Bq/kg)	23 ± 2
¹³⁷ Cs (Bq/kg)	3 ± 1	⁴⁰ K (Bq/kg)	1238 ± 140




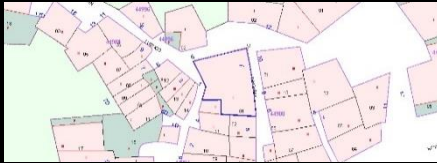

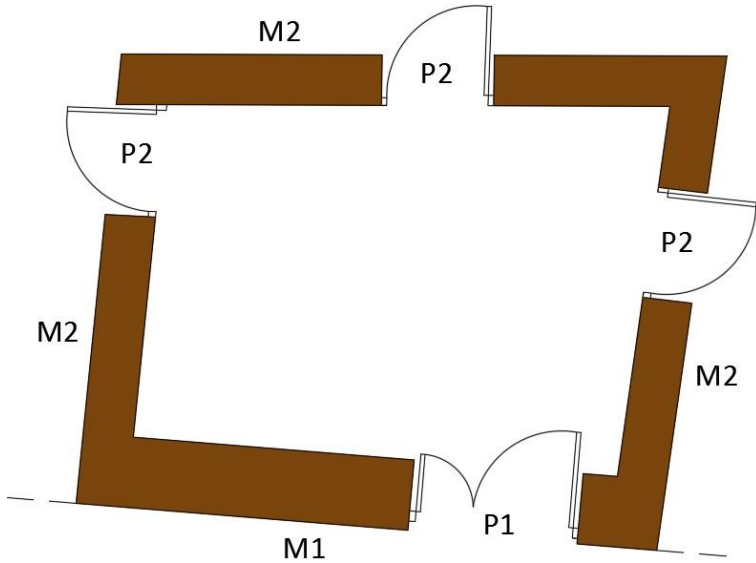
FICHA 11: CARACTERIZACIÓN DE LA VIVIENDA 1 DE REBOLLAR		
	Población	Rebollar
	Dirección	Calle Leoncio blanco 2
	Tipo de vivienda	Unifamiliar de esquina entre medianeras
	Fecha de construcción	1750
	Fecha de rehabilitación	1986
	Tipo de rehabilitación	Integral envolvente
	Número de fachadas	Dos
	Orientación de la fachada	Suroeste
	Uso original	Vivienda
Uso actual	Vivienda	
DATOS CATASTRALES		
	Referencia catastral	4498707TK6449N0001UZ
	Número de plantas	3 sobre rasante
	Superficie parcela	28 m ²
	Superficie construida	69 m ²
	Clase de suelo	Urbano
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTANCIA ELEGIDA PARA EL ANÁLISIS		
	Situación	Planta baja
	Dimensiones	Superficie: 7,93 m ²
		Altura: 2,13 m
		Volumen: 16,89 m ³
Uso	Dormitorio	
CROQUIS ESTANCIA		
		

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE LA ESTANCIA	
M1 – Muro interior	
De interior a exterior de la estancia: - Mortero de cal, e=2cm - Muro de mampostería de granito, e=20cm. - Mortero de cal, e=2cm	
M2 – Muro medianero	
De interior a exterior de la estancia: - Mortero de cal, e=2cm - Muro de mampostería de granito, e=70cm.	
Techo – Forjado tradicional de madera	
De interior a exterior de la estancia: (todo pintado en verde) - Viga de madera de castaño. Sección circular, diámetro 30 cm. - Cabrio de madera de castaño. Sección rectangular, escuadría 15 x 15 cm - Ripia de madera de castaño. Escuadría de 20 x 4 cm.	
Suelo	
De interior a exterior de la estancia: - Solado de baldosa hidráulica, e=3cm. - Capa de mortero de cemento, e=3cm.	
Carpinterías - Puertas	
P1: Puerta de madera de castaño de paso a estancia, pintada en gris, de dimensiones 0,96 x 1,86m. No estanca.	
Carpinterías - Ventanas	
H1: Hueco sin carpintería hacia otra estancia de dimensiones 0,65 x 0,40m.	

RESULTADO DEL ANÁLISIS			
Fecha de medida	18 - 20 marzo 2015		
²²²Rn medido con cánister			
²²² Rn (Bq/m ³)	535 ± 10		
T. de exposición (min)	2779		
Nº cánister usadas	2		
Tasa de dosis a la radiación gamma ambiental			
Tasa de dosis (µsv/h)	0,385 ± 0,009 (SD)		
Nº Medidas, Δt	N=3 , Δt=3min		
Espectrometría gamma in situ			
Tiempo de medida (segundos)	10196		
²¹⁴ Pb (Bq/kg)	139 ± 16	²²⁸ Ac (Bq/kg)	106 ± 12
²¹⁴ Bi (Bq/kg)	122 ± 15	²⁰⁸ Tl (Bq/kg)	37 ± 4
¹³⁷ Cs (Bq/kg)	1 ± 1	⁴⁰ K (Bq/kg)	1292 ± 140







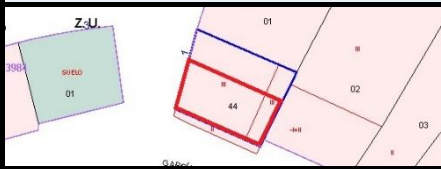
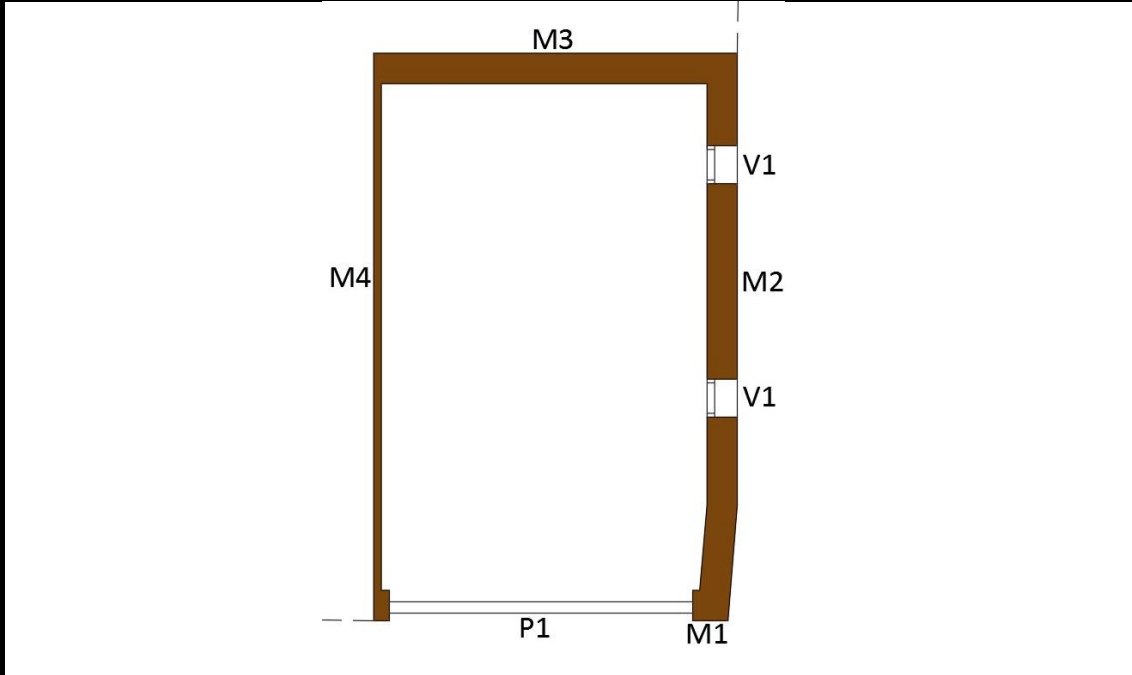
FICHA 12: CARACTERIZACIÓN DE LA VIVIENDA 2 DE REBOLLAR		
	Población	Rebollar
	Dirección	Calle General Franco 7
	Tipo de vivienda	Unifamiliar de esquina entre medianeras
	Fecha de construcción	1895
	Fecha de rehabilitación	-
	Tipo de rehabilitación	-
	Número de fachadas	Tres
	Orientación de la fachada	Este
	Uso original	Vivienda
	Uso actual	Vivienda
DATOS CATASTRALES		
	Referencia catastral	4498701TK6449N0001XZ
	Número de plantas	2 sobre rasante
	Superficie parcela	115 m ²
	Superficie construida	164 m ²
	Clase de suelo	Urbano
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTANCIA ELEGIDA PARA EL ANÁLISIS		
	Situación	Planta baja
	Dimensiones	Superficie: 17,12 m ²
		Altura: 2,63 m
		Volumen: 45,03 m ³
Uso	Estar-comedor	
CROQUIS ESTANCIA		
		

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE LA ESTANCIA	
M1 – Muro exterior	
De interior a exterior de la estancia: <ul style="list-style-type: none"> - Mortero de cal, e=2cm - Muro de mampostería de granito, e=70cm. - Mortero de cal, e=2cm 	
M2 – Muro interior	
De interior a exterior de la estancia: <ul style="list-style-type: none"> - Mortero de cal, e=2cm - Muro de mampostería de granito, e=40cm. - Mortero de cal, e=2cm 	
Techo – Forjado tradicional de madera	
De interior a exterior de la estancia: <ul style="list-style-type: none"> - Viga de madera de castaño. Sección circular, diámetro 35 cm. - Cabrio de madera de castaño. Sección circular, diámetro 20 cm - Ripia de madera de castaño. Escuadría de 20 x 4 cm. 	
Suelo	
Cantos rodados en algunas zonas y en otras, capa de mortero de cemento	
Carpinterías - Puertas	
P1: Puerta de madera de castaño de entrada a vivienda y a estancia, de dos hojas, de dimensiones 1,63 x 1,88m. P2: Puerta de madera de castaño pintada en azul, de paso a estancia, de madera de castaño de una hoja, de dimensiones 0,92 x 1,81 m., no estancia.	
Carpinterías - Ventanas	
La estancia no presenta ventanas	

RESULTADO DEL ANÁLISIS			
Fecha de medida	4 - 6 marzo 2015		
²²²Rn medido con cánister			
²²² Rn (Bq/m ³)	110 ± 6		
T. de exposición (min)	2871		
Nº cánister usadas	2		
Tasa de dosis a la radiación gamma ambiental			
Tasa de dosis (µsv/h)	0,337 ± 0,008 (SD)		
Nº Medidas, Δt	N=3 , Δt=3min		
Espectrometría gamma in situ			
Tiempo de medida (segundos)	10520		
²¹⁴ Pb (Bq/kg)	125 ± 14	²²⁸ Ac (Bq/kg)	106 ± 12
²¹⁴ Bi (Bq/kg)	124 ± 14	²⁰⁸ Tl (Bq/kg)	40 ± 5
¹³⁷ Cs (Bq/kg)	6 ± 1	⁴⁰ K (Bq/kg)	1427 ± 160



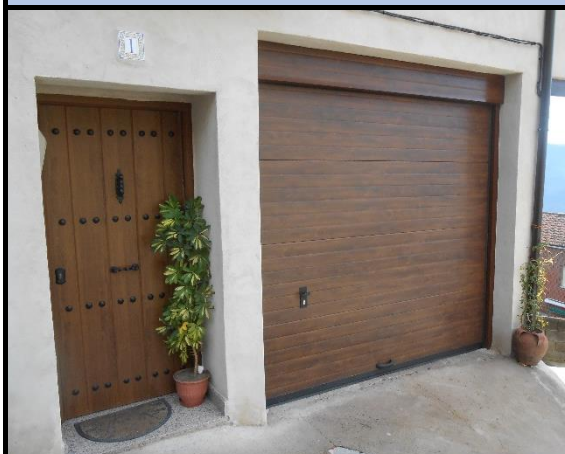





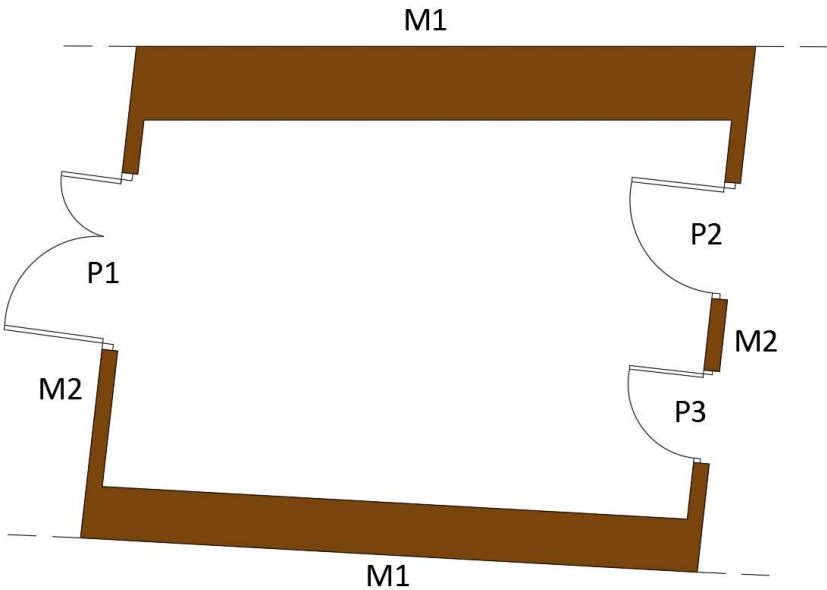
FICHA 13: CARACTERIZACIÓN DE LA VIVIENDA 3 DE REBOLLAR		
	Población	Rebollar
	Dirección	Calle José Antonio 1
	Tipo de vivienda	Unifamiliar de esquina entre medianeras
	Fecha de construcción	2014
	Fecha de rehabilitación	-
	Tipo de rehabilitación	-
	Número de fachadas	Dos
	Orientación de la fachada	Noroeste
	Uso original	Vivienda
	Uso actual	Vivienda
DATOS CATASTRALES		
PLANO CATASTRAL	Referencia catastral	4498644TK6449N0001ZZ
	Número de plantas	3 sobre rasante
	Superficie parcela	45 m ²
	Superficie construida	143 m ²
	Clase de suelo	Urbano
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTANCIA ELEGIDA PARA EL ANÁLISIS		
SITUACIÓN ESTANCIA	Situación	Planta baja
	Dimensiones	Superficie: 28,58 m ²
		Altura: 2,75 m
		Volumen: 78,59 m ³
	Uso	Garaje
CROQUIS ESTANCIA		
		

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE LA ESTANCIA
M1 – Muro exterior
<p>De interior a exterior de la estancia:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Enfoscado de mortero de cemento pintado en blanco, e=2,0 cm. - Tabique de Ladrillo Hueco Doble, recibido con mortero de cemento, e=7cm. - Cámara de aire, e=5cm - Enfoscado con mortero de cemento, e=1,5cm - Fábrica 1 pie Ladrillo perforado, recibido con mortero de cemento - Mortero monocapa, e=2cm
M2 – Muro exterior
<p>De interior a exterior de la estancia:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Enfoscado de mortero de cemento pintado en blanco, e=2,0 cm. - Tabique de Ladrillo Hueco Doble, recibido con mortero de cemento, e=7cm. - Cámara de aire, e=5cm - Enfoscado con mortero de cemento, e=1,5cm - Muro de mampostería de granito, e=20cm.
M3 – Muro medianero
<p>De interior a exterior de la estancia:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Enfoscado de mortero de cemento pintado en blanco, e=2,0 cm. - Tabique de Ladrillo Hueco Doble, recibido con mortero de cemento, e=7cm. - Cámara de aire, e=5cm - Enfoscado con mortero de cemento, e=1,5cm - Fábrica 1 pie Ladrillo perforado, recibido con mortero de cemento
M4 – Muro interior
<p>De interior a exterior de la estancia:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Enfoscado de mortero de cemento pintado en blanco, e=2,0 cm. - Tabique de Ladrillo Hueco Doble, recibido con mortero de cemento, e=7cm. - Guarnecido y enlucido de yeso pintado en blanco, e=1,5cm
Techo – Forjado unidireccional de hormigón
<p>De interior a exterior de la estancia:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Guarnecido y enlucido de yeso pintado en blanco, e=2cm - Forjado unidireccional de canto 30 cm. con viguetas semirresistentes de hormigón, bovedilla de hormigón, malla electrosoldada formada por barras corrugadas y capa de compresión de hormigón armado. - Solado formado por cama de arena e=2cm., capa de mortero de cemento de e=3 cm. y plaqueta de e=2cm.
Suelo
<p>De interior a exterior de la estancia:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Solado formado por cama de arena e=2cm., capa de mortero de cemento de e=3 cm. y plaqueta de e=2cm. - Solera de hormigón armado, e=15 cm, con mallazo electrosoldado - Film de polietileno, e=1,5mm. - Encachado de grava, e=20cm.
Carpinterías - Puertas
<p>P1: Puerta de garaje metálica de dimensiones 4,00 x 2,30 m.</p>

Carpinterías - Ventanas**V1:** Ventana abatible de una hoja de aluminio de 0,50 x 0,50 m.**RESULTADO DEL ANÁLISIS**

Fecha de medida	15 - 17 abril 2015		
²²²Rn medido con cánister			
²²² Rn (Bq/m ³)	892 ± 7		
T. de exposición (min)	2866		
Nº cánister usadas	2		
Tasa de dosis a la radiación gamma ambiental			
Tasa de dosis (µsv/h)	0,268 ± 0,006 (SD)		
Nº Medidas, Δt	N=3 , Δt=3min		
Espectrometría gamma in situ			
Tiempo de medida (segundos)	9874		
²¹⁴ Pb (Bq/kg)	50 ± 6	²²⁸ Ac (Bq/kg)	54 ± 6
²¹⁴ Bi (Bq/kg)	46 ± 5	²⁰⁸ Tl (Bq/kg)	17 ± 2
¹³⁷ Cs (Bq/kg)	1 ± 1	⁴⁰ K (Bq/kg)	1245 ± 140

**GALERÍA FOTOGRÁFICA****Puertas de entrada a vivienda****Ventana del garaje****Alzado suroeste****Canés de madera para vuelo de forjado**



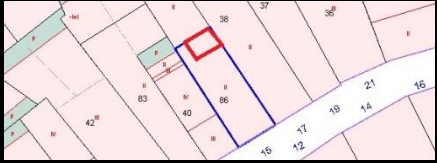
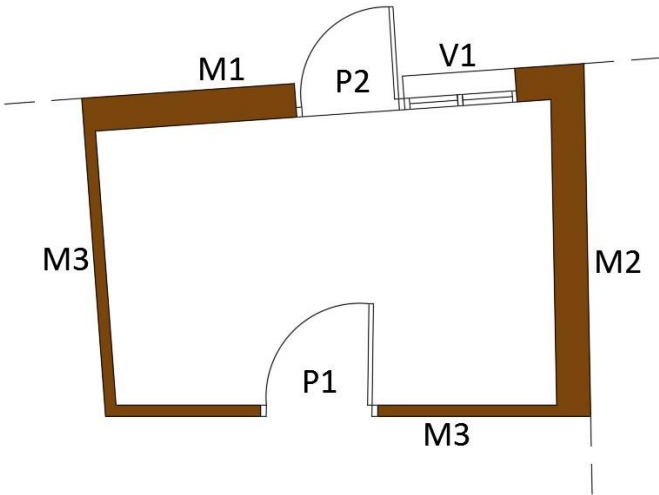
FICHA 14: CARACTERIZACIÓN DE LA VIVIENDA 1 DE JERTE		
FOTO DE FACHADA 	Población	Jerte
	Dirección	Plaza independencia 15
	Tipo de vivienda	Unifamiliar entre medianeras
	Fecha de construcción	1815
	Fecha de rehabilitación	1990
	Tipo de rehabilitación	Integral de envolvente
	Número de fachadas	Dos
	Orientación de la fachada	Noroeste
	Uso original	Vivienda
	Uso actual	Vivienda
DATOS CATASTRALES		
PLANO CATASTRAL 	Referencia catastral	5962210TK6556S00010P
	Número de plantas	3 sobre rasante
	Superficie parcela	107 m ²
	Superficie construida	255 m ²
	Clase de suelo	Urbano
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTANCIA ELEGIDA PARA EL ANÁLISIS		
SITUACIÓN ESTANCIA 	Situación	Planta baja
	Dimensiones	Superficie: 19,19 m ²
		Altura: 2,68 m
		Volumen: 51,43 m ³
Uso	Almacén	
CROQUIS ESTANCIA		
 <p>El croquis muestra un espacio rectangular con paredes gruesas representadas en color marrón. Las paredes superiores e inferiores están etiquetadas como M1. Las paredes laterales están etiquetadas como M2. Hay tres aberturas: P1 en la pared izquierda, P2 en la pared superior derecha y P3 en la pared inferior derecha.</p>		

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE LA ESTANCIA	
M1 – Muro medianero	
De interior a exterior de la estancia: - Mortero de cal, e=2cm - Muro de mampostería de granito, e=70cm.	
M2 – Muro interior	
De interior a exterior de la estancia: - Mortero de cal, e=2cm - Tabique de Ladrillo Huevo Doble, recibido con mortero de cemento, e=7cm. - Mortero de cal, e=2cm	
Techo – Forjado rehabilitado	
De interior a exterior de la estancia: - Viga de madera de castaño. Sección circular, diámetro de 30 a 15 cm. - Abovedado con Ladrillo hueco Doble, recibido con yeso. - Capa de compresión de hormigón con mallazo de reparto, e = 5 cm. - Solado formado por cama de arena e=2cm., capa de mortero de cemento de e=3 cm. y plaqueta de e=2cm.	
Suelo	
Solera de hormigón armado, e 15 cm.	
Carpinterías - Puertas	
<p>P1: Puerta de madera de castaño de paso a estancia, de dos hojas acristaladas dimensiones 1,50 x 1,75m.</p> <p>P2: Puerta de madera de castaño de paso a estancia, de una hoja de dimensiones 1,18 x 1,85m.</p> <p>P3: Puerta de madera de castaño de paso a estancia, de una hoja de dimensiones 0,77 x 1,70m.</p>	
Carpinterías - Ventanas	
La estancia no presenta ventanas.	

RESULTADO DEL ANÁLISIS			
Fecha de medida	13 - 15 abril 2016		
²²²Rn medido con cánister			
²²² Rn (Bq/m ³)	426 ± 4		
T. de exposición (min)	2740		
Nº cánister usadas	2		
Tasa de dosis a la radiación gamma ambiental			
Tasa de dosis (µsv/h)	0,298 ± 0,006 (SD)		
Nº Medidas, Δt	N=3 , Δt=3min		
Espectrometría gamma in situ			
Tiempo de medida (segundos)	10030		
²¹⁴ Pb (Bq/kg)	122 ± 14	²²⁸ Ac (Bq/kg)	100 ± 11
²¹⁴ Bi (Bq/kg)	103 ± 12	²⁰⁸ Tl (Bq/kg)	41 ± 5
¹³⁷ Cs (Bq/kg)	3 ± 1	⁴⁰ K (Bq/kg)	1568 ± 180





FICHA 15: CARACTERIZACIÓN DE LA VIVIENDA 2 DE JERTE		
	Población	Jerte
	Dirección	Calle Ramón Cepeda 15
	Tipo de vivienda	Unifamiliar entre medianeras
	Fecha de construcción	1981
	Fecha de rehabilitación	-
	Tipo de rehabilitación	-
	Número de fachadas	Una
	Orientación de la fachada	Sureste
	Uso original	Vivienda
	Uso actual	Vivienda
DATOS CATASTRALES		
	Referencia catastral	6163086TK6566S0001EF
	Número de plantas	2 sobre rasante
	Superficie parcela	67 m ²
	Superficie construida	132 m ²
	Clase de suelo	Urbano
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTANCIA ELEGIDA PARA EL ANÁLISIS		
	Situación	Planta baja
	Dimensiones	Superficie: 10,28 m ²
		Altura: 2,88 m
		Volumen: 29,61 m ³
Uso	Cocina	
CROQUIS ESTANCIA		
		

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE LA ESTANCIA
M1 – Muro exterior
<p>De interior a exterior de la estancia:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Alicatado con piezas cerámicas lacadas en blanco, e = 3 cm. - Tabique de Ladrillo Hueco Doble, recibido con mortero de cemento, e=7cm. - Cámara de aire, e=5cm - Enfoscado con mortero de cemento, e=1,5cm - Fábrica ½ pie Ladrillo perforado, recibido con mortero de cemento - Enfoscado con mortero monocapa gris, e=2cm.
M2 – Muro medianero
<p>De interior a exterior de la estancia:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Alicatado con piezas cerámicas lacadas en blanco, e = 3 cm. - Tabique de Ladrillo Hueco Doble, recibido con mortero de cemento, e=7cm. - Cámara de aire, e=5cm - Enfoscado con mortero de cemento, e=1,5cm - Fábrica ½ pie Ladrillo perforado, recibido con mortero de cemento
M3 – Muro interior
<p>De interior a exterior de la estancia:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Alicatado con piezas cerámicas lacadas en blanco, e = 3 cm. - Tabique de Ladrillo Hueco Doble, recibido con mortero de cemento, e=7cm. - Guarnecido y enlucido de yeso pintado en blanco, e=1,5cm
Techo – Forjado unidireccional de hormigón
<p>De interior a exterior de la estancia:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Falso techo de escayola recibido al forjado con cañizo. - Forjado unidireccional de canto 30 cm. con viguetas semirresistentes de hormigón, bovedilla de hormigón, malla electrosoldada formada por barras corrugadas y capa de compresión de hormigón armado. - Solado formado por cama de arena e=2cm., capa de mortero de cemento de e=3 cm. y plaqueta de e=2cm..
Suelo
<p>De interior a exterior de la estancia:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Solado formado por cama de arena e=2cm., capa de mortero de cemento de e=3 cm. y plaqueta de e=2cm. - Solera de hormigón armado, e=15 cm, con mallazo electrosoldado - Film de polietileno, e=1,5mm. - Encachado de grava, e=20cm.
Carpinterías - Puertas
<p>P1: Puerta de madera de castaño de paso a estancia, de una hoja de dimensiones 0,82 x 2,03m.</p> <p>P2: Puerta de aluminio acristalada en cerramiento exterior, de una hoja de Dimensiones 0,90 x 2,10m.</p>
Carpinterías - Ventanas
<p>V1: Ventana de aluminio de dos hojas abatibles, de dimensiones 1,00 x 1,20 m.</p>

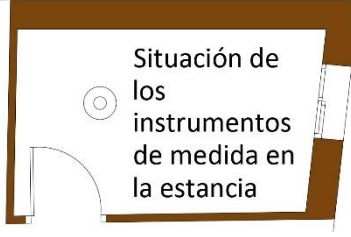
RESULTADO DEL ANÁLISIS			
Fecha de medida	30 marzo - 1 abril 2016		
²²²Rn medido con cánister			
²²² Rn (Bq/m ³)	47 ± 2		
T. de exposición (min)	2798		
Nº cánister usadas	2		
Tasa de dosis a la radiación gamma ambiental			
Tasa de dosis (µsv/h)	0,253 ± 0,005 (SD)		
Nº Medidas, Δt	N=3 , Δt=3min		
Espectrometría gamma in situ			
Tiempo de medida (segundos)	8526		
²¹⁴ Pb (Bq/kg)	107 ± 12	²²⁸ Ac (Bq/kg)	77 ± 9
²¹⁴ Bi (Bq/kg)	97 ± 11	²⁰⁸ Tl (Bq/kg)	30 ± 4
¹³⁷ Cs (Bq/kg)	1 ± 1	⁴⁰ K (Bq/kg)	1285 ± 140



FICHA 16: CARACTERIZACIÓN DE LA VIVIENDA 3 DE JERTE			
	Población	Jerte	
	Dirección	Calle Los Pilones 2	
	Tipo de vivienda	Unifamiliar en esquina entre medianeras	
	Fecha de construcción	1994	
	Fecha de rehabilitación	-	
	Tipo de rehabilitación	-	
	Número de fachadas	Dos	
	Orientación de la fachada	Sureste	
	Uso original	Vivienda	
	Uso actual	Vivienda	
DATOS CATASTRALES			
	PLANO CATASTRAL	Referencia catastral	5660120TK6556S0001DP
	Número de plantas	1 sobre rasante	
	Superficie parcela	100 m ²	
	Superficie construida	50 m ²	
	Clase de suelo	Urbano	
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTANCIA ELEGIDA PARA EL ANÁLISIS			
	SITUACIÓN ESTANCIA	Situación	Planta baja
	Dimensiones	Superficie:	10,01 m ²
		Altura:	2,32 m
		Volumen:	23,22 m ³
Uso	Dormitorio		
CROQUIS ESTANCIA			
			




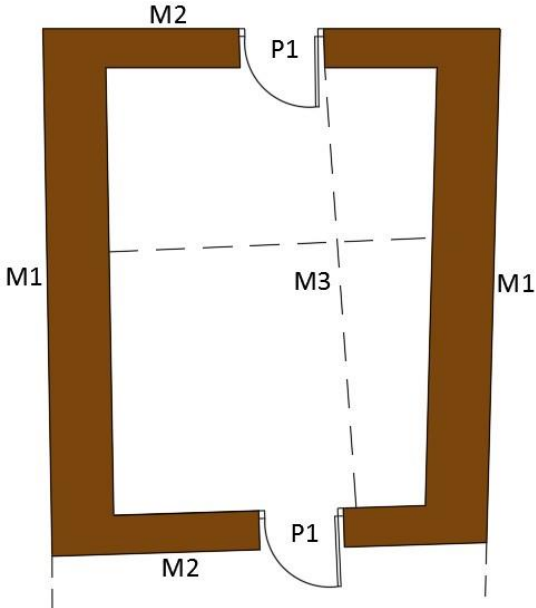
CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE LA ESTANCIA
M1 – Muro exterior
De interior a exterior de la estancia: <ul style="list-style-type: none"> - Guarnecido y enlucido de yeso pintado en blanco, e=1,5cm. - Tabique de Ladrillo Hueco Doble, recibido con mortero de cemento, e=7cm. - Cámara de aire, e=5cm - Enfoscado con mortero de cemento, e=1,5cm - Fábrica 1 pie Ladrillo perforado, recibido con mortero de cemento - Enfoscado con mortero de cemento, y pintado, e = 2 cm.
M2 – Muro interior
De interior a exterior de la estancia: <ul style="list-style-type: none"> - Guarnecido y enlucido de yeso pintado en blanco, e=1,5cm - Tabique de Ladrillo Hueco Doble, recibido con mortero de cemento, e=7cm. - Guarnecido y enlucido de yeso pintado en blanco, e=1,5cm
Techo – Forjado unidireccional de hormigón
De interior a exterior de la estancia: <ul style="list-style-type: none"> - Guarnecido y enlucido de yeso pintado en blanco, e=2cm - Forjado unidireccional de canto 30 cm. con viguetas semirresistentes de hormigón, bovedilla de hormigón, malla electrosoldada formada por barras corrugadas y capa de compresión de hormigón armado. - Solado formado por cama de arena e=2cm., capa de mortero de cemento de e=3 cm. y plaqueta de e=2cm.
Suelo
De interior a exterior de la estancia: <ul style="list-style-type: none"> - Solado formado por cama de arena e=2cm., capa de mortero de cemento de e=3 cm. y plaqueta de e=2cm. - Solera de hormigón armado, e=15 cm, con mallazo electrosoldado - Film de polietileno, e=1,5mm. - Encachado de grava, e=20cm.
Carpinterías - Puertas
P1: Puerta de madera de castaño de paso a estancia, de una hoja, de dimensiones 0,82 x 2,03m.
Carpinterías - Ventanas
V1: Ventana de aluminio de dos hojas corredera, de dimensiones 1,00 x 1,20 m.

RESULTADO DEL ANÁLISIS			
Fecha de medida	16 - 18 marzo 2016		
²²²Rn medido con cánister			
²²² Rn (Bq/m ³)	105 ± 2		
T. de exposición (min)	2882		
Nº cánister usadas	2		
Tasa de dosis a la radiación gamma ambiental			
Tasa de dosis (µsv/h)	0,242 ± 0,005 (SD)		
Nº Medidas, Δt	N=3 , Δt=3min		
Espectrometría gamma in situ			
Tiempo de medida (segundos)	9199		
²¹⁴ Pb (Bq/kg)	110 ± 12	²²⁸ Ac (Bq/kg)	67 ± 8
²¹⁴ Bi (Bq/kg)	91 ± 11	²⁰⁸ Tl (Bq/kg)	28 ± 3
¹³⁷ Cs (Bq/kg)	2 ± 1	⁴⁰ K (Bq/kg)	1393 ± 160



Situación de los instrumentos de medida en la estancia

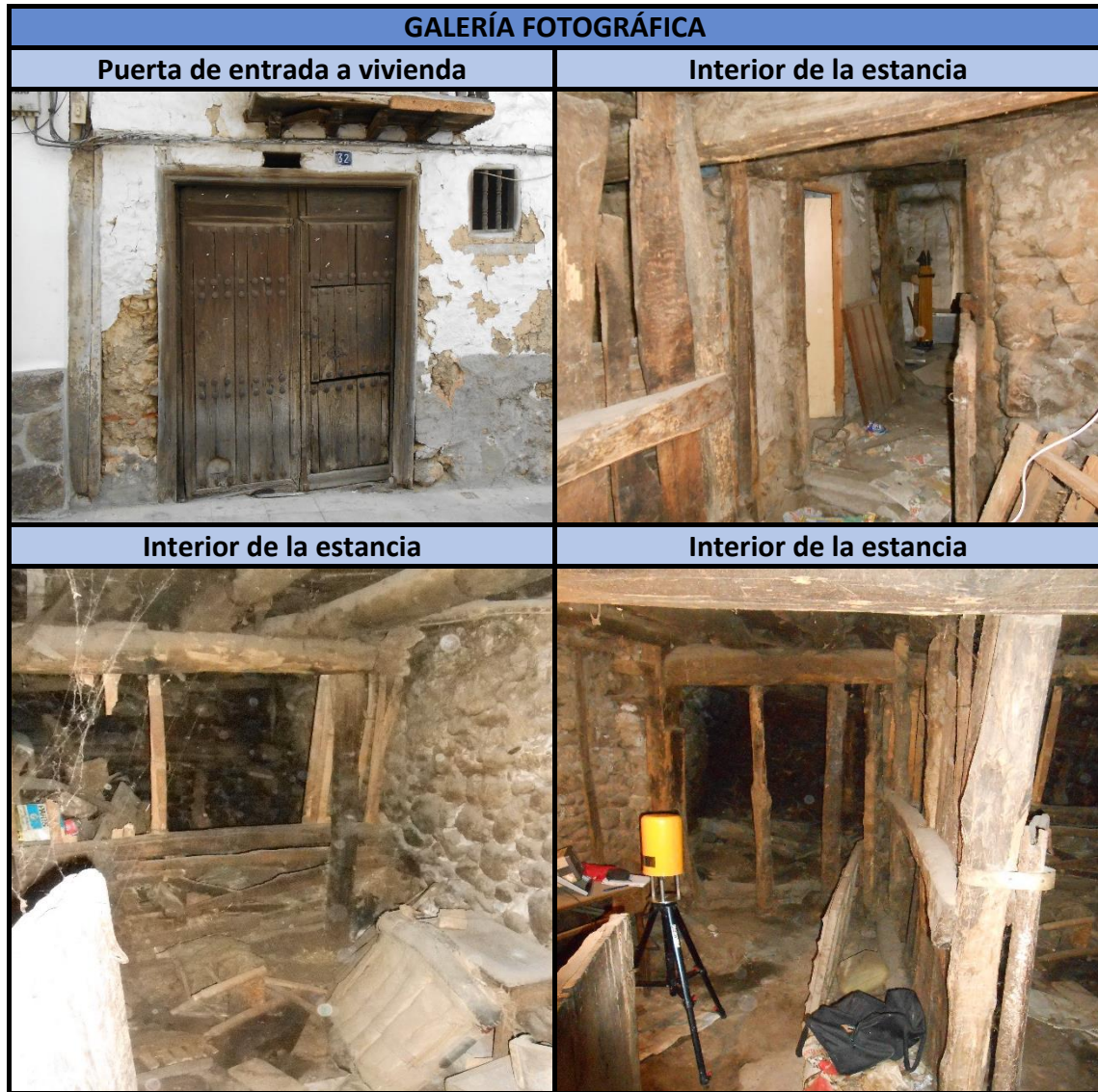





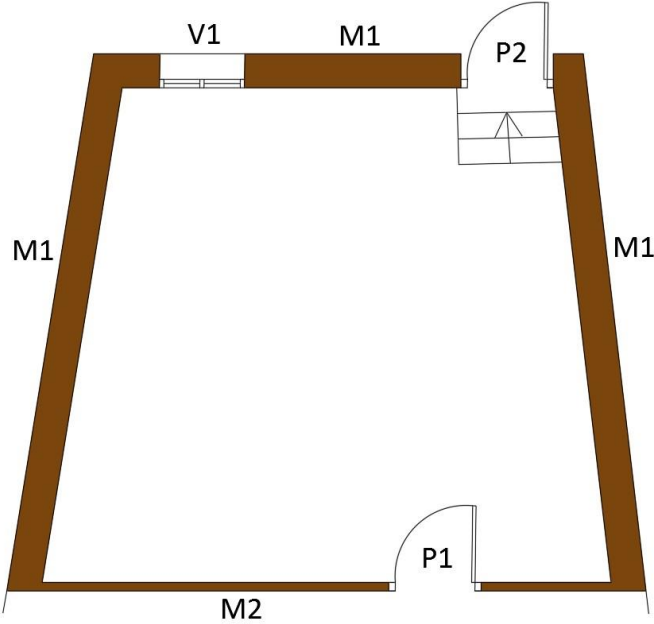
FICHA 17: CARACTERIZACIÓN DE LA VIVIENDA 1 DE CABEZUELA DEL VALLE		
	Población	Cabezuela del Valle
	Dirección	Calle José María Muñoz 32
	Tipo de vivienda	Unifamiliar entre medianeras
	Fecha de construcción	1775
	Fecha de rehabilitación	-
	Tipo de rehabilitación	-
	Número de fachadas	Dos
	Orientación de la fachada	Norte
	Uso original	Vivienda
	Uso actual	Vivienda
DATOS CATASTRALES		
	Referencia catastral	1233007TK6513S0001BS
	Número de plantas	3 sobre rasante
	Superficie parcela	58 m ²
	Superficie construida	111 m ²
	Clase de suelo	Urbano
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTANCIA ELEGIDA PARA EL ANÁLISIS		
	Situación	Planta baja
	Dimensiones	Superficie: 23,49 m ²
		Altura: 2,18 m
		Volumen: 51,21 m ³
Uso	Dormitorio	
CROQUIS ESTANCIA		
		

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE LA ESTANCIA	
M1 – Muro medianero	
Muro de mampostería de granito, e=80cm.	
M2 – Muro interior	
Muro de mampostería de granito, e=50cm.	
M3 – Muro interior de estancia	
Estructura vertical formada por puntales de madera de sección circular de 20 cm de diámetro, separados de 40 a 70 cm, apoyados sobre el suelo y arriostrados en la parte superior a una viga de madera.	
Techo – Forjado tradicional de madera	
De interior a exterior de la estancia: - Viga de madera de castaño. Sección circular, diámetro 40 cm. - Cabrio de madera de castaño. Sección circular, diámetro 30 cm. - Ripia de madera de castaño. Escuadría de 10 x 4 cm a 20 x 4 cm.	
Suelo – En bruto	
Tierra natural	
Carpinterías - Puertas	
P1: Puerta de madera de castaño de paso a estancia, de una hoja de dimensiones 0,90 x 1,72m. No estanca.	
Carpinterías - Ventanas	
La estancia no presenta huecos	

RESULTADO DEL ANÁLISIS			
Fecha de medida	27 - 29 abril 2016		
²²²Rn medido con cánister			
²²² Rn (Bq/m ³)	220 ± 3		
T. de exposición (min)	2762		
Nº cánister usadas	2		
Tasa de dosis a la radiación gamma ambiental			
Tasa de dosis (µsv/h)	0,359 ± 0,010 (SD)		
Nº Medidas, Δt	N=3 , Δt=3min		
Espectrometría gamma in situ			
Tiempo de medida (segundos)	9053		
²¹⁴ Pb (Bq/kg)	106 ± 12	²²⁸ Ac (Bq/kg)	122 ± 14
²¹⁴ Bi (Bq/kg)	109 ± 13	²⁰⁸ Tl (Bq/kg)	47 ± 5
¹³⁷ Cs (Bq/kg)	11 ± 2	⁴⁰ K (Bq/kg)	1711 ± 190








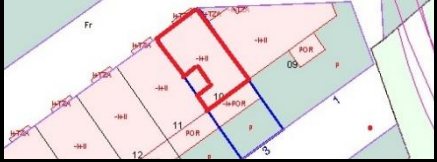
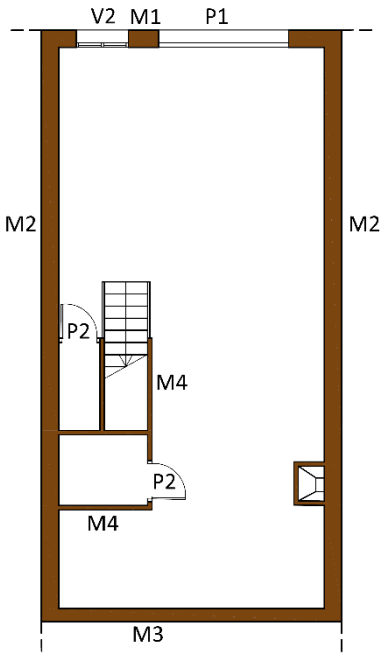
FICHA 18: CARACTERIZACIÓN DE LA VIVIENDA 2 DE CABEZUELA DEL VALLE		
	Población	Cabezuela del Valle
	Dirección	Calle Saturnino 29
	Tipo de vivienda	Unifamiliar entre medianeras
	Fecha de construcción	1998
	Fecha de rehabilitación	-
	Tipo de rehabilitación	-
	Número de fachadas	Dos
	Orientación de la fachada	Suroeste
	Uso original	Vivienda
	Uso actual	Vivienda
DATOS CATASTRALES		
	Referencia catastral	1334524TK6513S0001ZS
	Número de plantas	3 sobre rasante
	Superficie parcela	442 m ²
	Superficie construida	360 m ²
	Clase de suelo	Urbano
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTANCIA ELEGIDA PARA EL ANÁLISIS		
	Situación	Planta baja
	Dimensiones	Superficie: 34,29 m ²
		Altura: 3,13 m
		Volumen: 107,33 m ³
Uso	Dormitorio	
CROQUIS ESTANCIA		
 <p>Diagrama de planta de la estancia seleccionada. Se muestra un espacio rectangular con paredes etiquetadas como M1 (lateral izquierda y lateral derecha) y M2 (inferior). En la parte superior hay una ventana V1 y una puerta P2. En la parte inferior hay una puerta P1.</p>		

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE LA ESTANCIA
M1 – Muro exterior
De interior a exterior de la estancia: <ul style="list-style-type: none"> - Enfoscado con mortero de cemento pintado en blanco, e = 2 cm. - Tabique de Ladrillo Hueco Doble, recibido con mortero de cemento, e=7cm. - Cámara de aire, e=5cm - Enfoscado con mortero de cemento, e=1,5cm - Fábrica 1 pie Ladrillo perforado, recibido con mortero de cemento - Enfoscado con mortero de cemento pintado en blanco, e = 2 cm.
M2 – Muro interior
División interior de madera, formada por montantes y travesaños de madera de escuadría 10x7cm., y hojas interiores de madera de espesor 4 cm.
Techo – Forjado unidireccional de hormigón
De interior a exterior de la estancia: <ul style="list-style-type: none"> - Guarnecido y enlucido de yeso pintado en blanco, e=2cm - Forjado unidireccional de canto 30 cm. con viguetas semirresistentes de hormigón, bovedilla de hormigón, malla electrosoldada formada por barras corrugadas y capa de compresión de hormigón armado. - Solado formado por cama de arena e=2cm., capa de mortero de cemento de e=3 cm. y plaqueta de e=2cm.
Suelo
De interior a exterior de la estancia: <ul style="list-style-type: none"> - Solado formado por cama de arena e=2cm., capa de mortero de cemento de e=3 cm. y plaqueta de e=2cm. - Solera de hormigón armado, e=15 cm, con mallazo electrosoldado - Film de polietileno, e=1,5mm. - Encachado de grava, e=20cm.
Carpinterías - Puertas
P1: Puerta de madera de castaño de entrada y de paso a estancia, de dimensiones 0,82 x 2,03m.
P2: Puerta de madera de castaño de salida al exterior, de dimensiones 0,90 x 2,10m.
Carpinterías - Ventanas
V1: Ventana de madera, abatible de dos hojas de 1,00 x 0,80 m.

RESULTADO DEL ANÁLISIS			
Fecha de medida	23 - 25 mayo 2016		
²²²Rn medido con cánister			
²²² Rn (Bq/m ³)	197 ± 4		
T. de exposición (min)	2800		
Nº cánister usadas	2		
Tasa de dosis a la radiación gamma ambiental			
Tasa de dosis (µsv/h)	0,254 ± 0,006 (SD)		
Nº Medidas, Δt	N=3 , Δt=3min		
Espectrometría gamma in situ			
Tiempo de medida (segundos)	6983		
²¹⁴ Pb (Bq/kg)	105 ± 12	²²⁸ Ac (Bq/kg)	59 ± 7
²¹⁴ Bi (Bq/kg)	93 ± 11	²⁰⁸ Tl (Bq/kg)	26 ± 3
¹³⁷ Cs (Bq/kg)	3 ± 1	⁴⁰ K (Bq/kg)	1304 ± 150






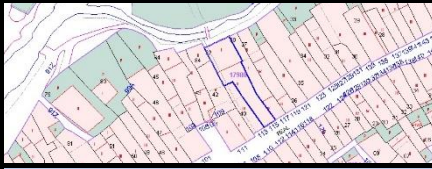

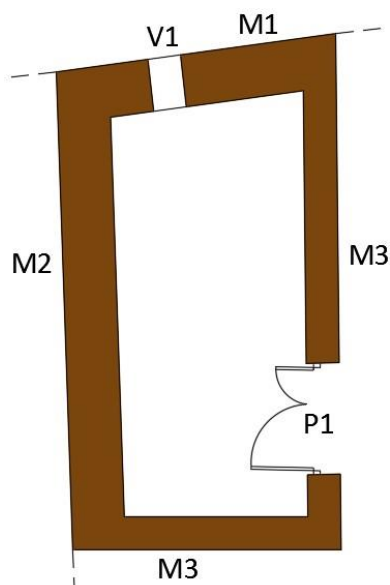
FICHA 19: CARACTERIZACIÓN DE LA VIVIENDA 3 DE CABEZUELA DEL VALLE			
	Población	Cabezuela del Valle	
	Dirección	Calle Juan de Ávalos 3	
	Tipo de vivienda	Unifamiliar entre medianeras	
	Fecha de construcción	2010	
	Fecha de rehabilitación	-	
	Tipo de rehabilitación	-	
	Número de fachadas	Dos	
	Orientación de la fachada	Suroeste	
	Uso original	Vivienda	
	Uso actual	Vivienda	
DATOS CATASTRALES			
	Referencia catastral	1127710TK6512N0001KP	
	Número de plantas	3 sobre rasante	
	Superficie parcela	111 m ²	
	Superficie construida	224 m ²	
	Clase de suelo	Urbano	
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTANCIA ELEGIDA PARA EL ANÁLISIS			
	SITUACIÓN ESTANCIA	Situación	Planta baja
	Dimensiones		Superficie: 69,08 m ²
			Altura: 3,23 m
			Volumen: 223,13 m ³
	Uso	Dormitorio	
CROQUIS ESTANCIA			
			

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE LA ESTANCIA
M1 – Muro exterior
<p>De interior a exterior de la estancia:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Enfoscado de mortero de cemento pintado en blanco, e=2,0cm y zócalo de gres, e=2,5cm, h=1m. - Tabique de Ladrillo Hueco Doble, recibido con mortero de cemento, e=7cm. - Cámara de aire, e=5cm - Enfoscado con mortero de cemento, e=1,5cm - Fábrica 1 pie Ladrillo perforado, recibido con mortero de cemento - Aplacado de pizarra, e=5cm
M2 – Muro medianero
<p>De interior a exterior de la estancia:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Enfoscado de mortero de cemento pintado en blanco, e=2,0cm y zócalo de gres, e=2,5cm, h=1m. - Tabique de Ladrillo Hueco Doble, recibido con mortero de cemento, e=7cm. - Cámara de aire, e=5cm - Enfoscado con mortero de cemento, e=1,5cm - Fábrica 1 pie Ladrillo perforado, recibido con mortero de cemento
M3 – Muro enterrado
<p>De interior a exterior de la estancia:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Enfoscado de mortero de cemento pintado en blanco, e=2,0cm y zócalo de gres, e=2,5cm, h=1m. - Muro de hormigón armado, e = 30cm.
M4 – Muro interior
<p>De interior a exterior de la estancia:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Enfoscado de mortero de cemento pintado en blanco, e=2,0cm y zócalo de gres, e=2,5cm, h=1m. - Tabique de Ladrillo Hueco Doble, recibido con mortero de cemento, e=7cm. - Enfoscado de mortero de cemento pintado en blanco, e=2,0cm.
Techo – Forjado unidireccional de hormigón
<p>De interior a exterior de la estancia:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Guarnecido y enlucido de yeso pintado en blanco, e=2cm - Forjado unidireccional de canto 30 cm. con viguetas semirresistentes de hormigón, bovedilla de hormigón, malla electrosoldada formada por barras corrugadas y capa de compresión de hormigón armado. - Solado formado por cama de arena e=2cm., capa de mortero de cemento de e=3 cm. y plaqueta de e=2cm.
Suelo
<p>De interior a exterior de la estancia:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Solado formado por cama de arena e=2cm., capa de mortero de cemento de e=3 cm. y plaqueta de e=2cm. - Solera de hormigón armado, e=15 cm, con mallazo electrosoldado - Film de polietileno, e=1,5mm. - Encachado de grava, e=20cm.
Carpinterías - Puertas
<p>P1: Puerta garaje metálica, dotada de puerta hombre, de dimensiones 3,00 x 2,50m. P2: Puerta de paso de madera abatible de una hoja de dimensiones 0,82 x 2,03m.</p>

Carpinterías - Ventanas
V1: Ventana de aluminio de dos hojas, de dimensiones 1,20 x 1,20m.

RESULTADO DEL ANÁLISIS			
Fecha de medida	11 - 13 mayo 2016		
²²²Rn medido con cánister			
²²² Rn (Bq/m ³)	275 ± 4		
T. de exposición (min)	2695		
Nº cánister usadas	2		
Tasa de dosis a la radiación gamma ambiental			
Tasa de dosis (µsv/h)	0,245 ± 0,005 (SD)		
Nº Medidas, Δt	N=3 , Δt=3min		
Espectrometría gamma in situ			
Tiempo de medida (segundos)	9512		
²¹⁴ Pb (Bq/kg)	125 ± 14	²²⁸ Ac (Bq/kg)	80 ± 9
²¹⁴ Bi (Bq/kg)	97 ± 12	²⁰⁸ Tl (Bq/kg)	35 ± 4
¹³⁷ Cs (Bq/kg)	3 ± 1	⁴⁰ K (Bq/kg)	1396 ± 160

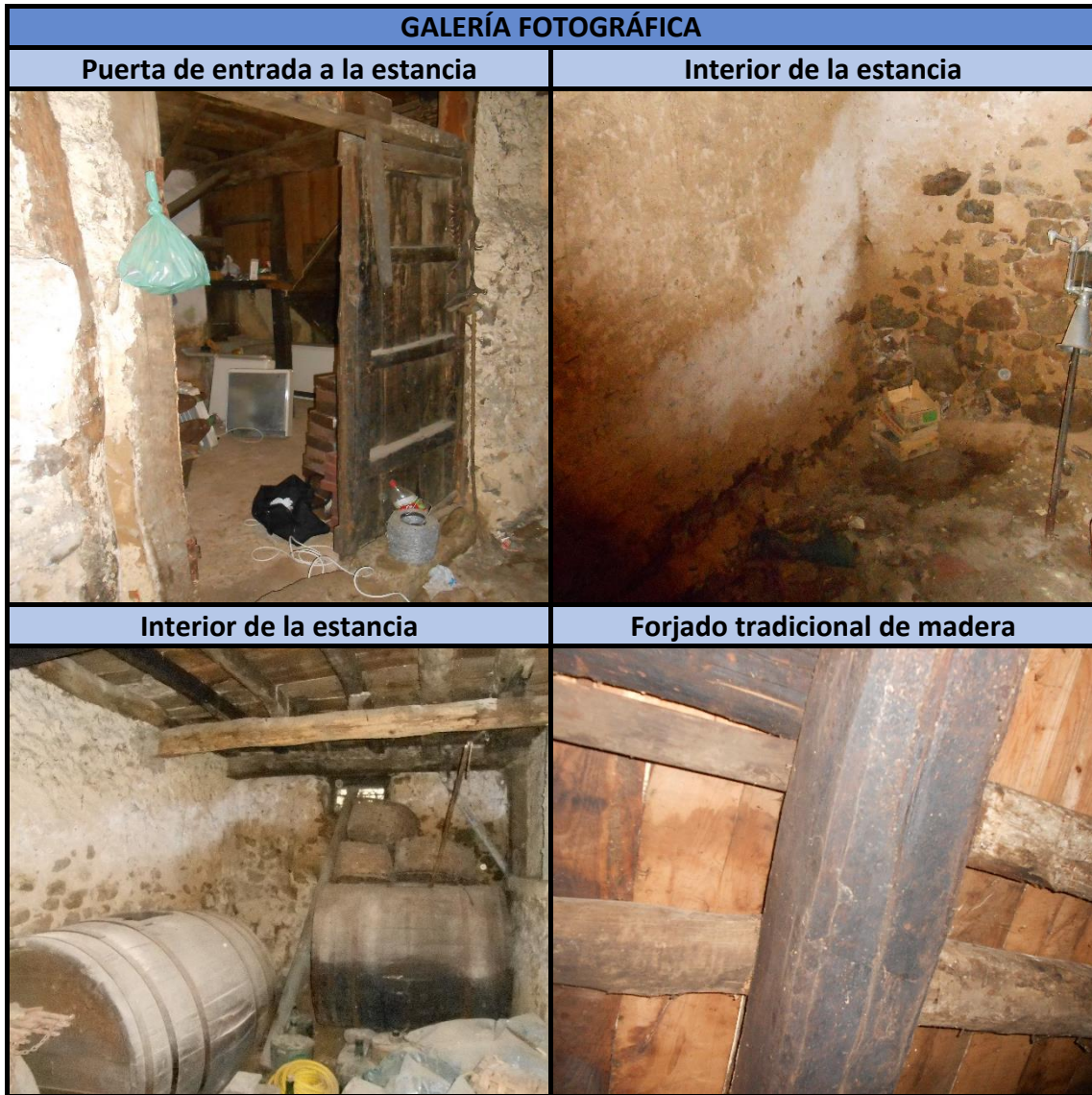




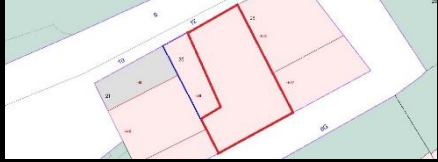
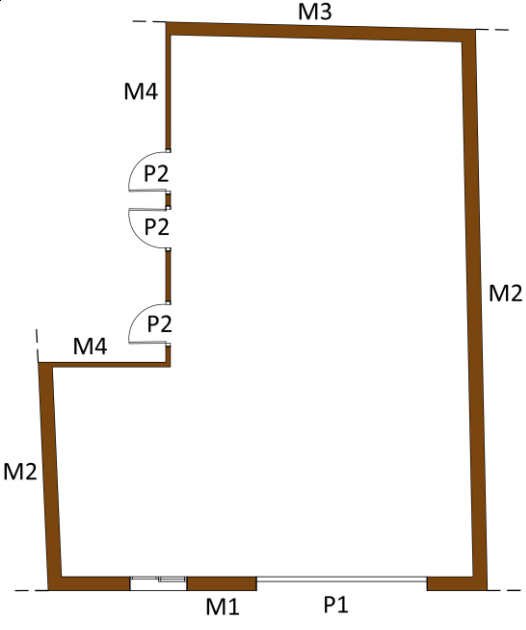
FICHA 20: CARACTERIZACIÓN DE LA VIVIENDA 1 DE TORNAVACAS		
FOTO DE FACHADA 	Población	Tornavacas
	Dirección	Calle Real de Arriba 115
	Tipo de vivienda	Unifamiliar entre medianeras
	Fecha de construcción	1729
	Fecha de rehabilitación	-
	Tipo de rehabilitación	-
	Número de fachadas	Dos
	Orientación de la fachada	Sureste
	Uso original	Vivienda
	Uso actual	Vivienda
DATOS CATASTRALES		
PLANO CATASTRAL 	Referencia catastral	1798039TK7519N0001IE
	Número de plantas	3 sobre rasante
	Superficie parcela	190 m ²
	Superficie construida	393 m ²
	Clase de suelo	Urbano
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTANCIA ELEGIDA PARA EL ANÁLISIS		
SITUACIÓN ESTANCIA 	Situación	Planta baja
	Dimensiones	Superficie: 17,92 m ²
		Altura: 2,88 m
		Volumen: 51,61 m ³
Uso	Dormitorio	
CROQUIS ESTANCIA		
		

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE LA ESTANCIA	
M1 – Muro exterior	
Muro de mampostería de granito, e=80cm.	
M2 – Muro medianero	
Muro de mampostería de granito, e=80cm.	
M3 – Muro interior	
Muro de mampostería de granito, e=50cm.	
Techo – Forjado tradicional de madera	
De interior a exterior de la estancia: <ul style="list-style-type: none"> - Viga de madera de castaño. Sección circular, diámetro 35 cm. - Cabrio de madera de castaño. Sección circular, diámetro 20 cm. - Ripia de madera de castaño. Escuadría de 15 x 4 cm 	
Suelo – En bruto	
Tierra natural	
Carpinterías - Puertas	
P1: Puerta de madera de castaño de paso a estancia, de dos hojas, de dimensiones 1,83 x 2,67m. No estanca.	
Carpinterías - Ventanas	
V1: La estancia presenta un hueco en forma de ventana sin acristalar, en M1 de 50 x 25 cm.	

RESULTADO DEL ANÁLISIS			
Fecha de medida	20 - 22 junio 2016		
²²²Rn medido con cánister			
²²² Rn (Bq/m ³)	206 ± 4		
T. de exposición (min)	2802		
Nº cánister usadas	2		
Tasa de dosis a la radiación gamma ambiental			
Tasa de dosis (µsv/h)	0,306 ± 0,004 (SD)		
Nº Medidas, Δt	N=3 , Δt=3min		
Espectrometría gamma in situ			
Tiempo de medida (segundos)	7715		
²¹⁴ Pb (Bq/kg)	96 ± 11	²²⁸ Ac (Bq/kg)	73 ± 8
²¹⁴ Bi (Bq/kg)	89 ± 10	²⁰⁸ Tl (Bq/kg)	35 ± 4
¹³⁷ Cs (Bq/kg)	7 ± 1	⁴⁰ K (Bq/kg)	1697 ± 190






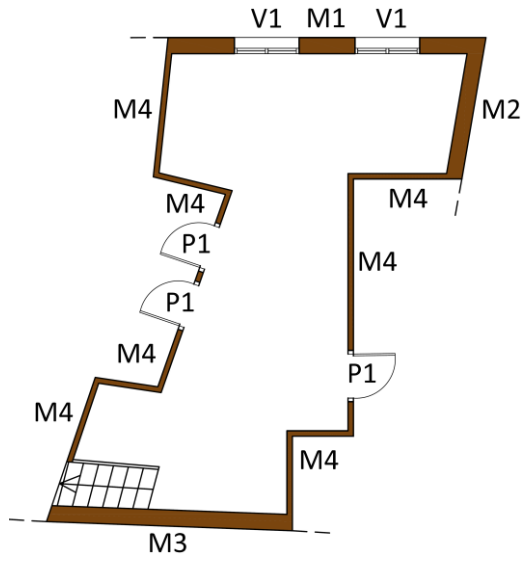


FICHA 21: CARACTERIZACIÓN DE LA VIVIENDA 2 DE TORNAVACAS		
	Población	Tornavacas
	Dirección	Calle Escuelas 12
	Tipo de vivienda	Unifamiliar entre medianeras
	Fecha de construcción	1990
	Fecha de rehabilitación	-
	Tipo de rehabilitación	-
	Número de fachadas	Dos
	Orientación de la fachada	Noroeste
	Uso original	Vivienda
	Uso actual	Vivienda
DATOS CATASTRALES		
	Referencia catastral	1597025TK7519N0001SE
	Número de plantas	3 sobre rasante
	Superficie parcela	118 m ²
	Superficie construida	314 m ²
	Clase de suelo	Urbano
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTANCIA ELEGIDA PARA EL ANÁLISIS		
	Situación	Planta baja
	Dimensiones	Superficie: 80,16 m ²
		Altura: 2,90 m
		Volumen: 232,46 m ³
Uso	Dormitorio	
CROQUIS ESTANCIA		
		

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE LA ESTANCIA
M1 – Muro exterior
De interior a exterior de la estancia: <ul style="list-style-type: none"> - Enfoscado de mortero de cemento pintado en blanco, e=2,0cm - Tabique de Ladrillo Hueco Doble, recibido con mortero de cemento, e=7cm. - Cámara de aire, e=5cm - Enfoscado con mortero de cemento, e=1,5cm - Fábrica 1/2 pie Ladrillo perforado, recibido con mortero de cemento - Mortero monocapa gris, e=2,0cm
M2 – Muro medianero
De interior a exterior de la estancia: <ul style="list-style-type: none"> - Enfoscado de mortero de cemento pintado en blanco, e=2,0cm - Tabique de Ladrillo Hueco Doble, recibido con mortero de cemento, e=7cm. - Cámara de aire, e=5cm - Enfoscado con mortero de cemento, e=1,5cm - Fábrica 1/2 pie Ladrillo perforado, recibido con mortero de cemento
M3 – Muro enterrado
De interior a exterior de la estancia: <ul style="list-style-type: none"> - Enfoscado de mortero de cemento pintado en blanco, e=2,0cm - Muro de hormigón armado, e=30cm.
M4 – Muro interior
De interior a exterior de la estancia: <ul style="list-style-type: none"> - Enfoscado de mortero de cemento pintado en blanco, e=2,0cm - Tabique de Ladrillo Hueco Doble, recibido con mortero de cemento, e=7cm. - Guarnecido y enlucido de yeso pintado en blanco, e = 1,5 cm.
Techo – Forjado unidireccional de hormigón
De interior a exterior de la estancia: <ul style="list-style-type: none"> - Guarnecido y enlucido de yeso pintado en blanco, e=2cm - Forjado unidireccional de canto 30 cm. con viguetas semirresistentes de hormigón, bovedilla de hormigón, malla electrosoldada formada por barras corrugadas y capa de compresión de hormigón armado. - Solado formado por cama de arena e=2cm., capa de mortero de cemento de e=3 cm. y plaqueta de e=2cm.
Suelo
De interior a exterior de la estancia: <ul style="list-style-type: none"> - Solera de hormigón armado, e=15 cm, con mallazo electrosoldado - Film de polietileno, e=1,5mm. - Encachado de grava, e=20cm.
Carpinterías - Puertas
<p>P1: Puerta de entrada a garaje metálica, de dimensiones 3,60 x 2,40m.</p> <p>P2: Puerta de paso a estancia, de madera de una hoja, de dimensiones 0,83 x 2,03m.</p>
Carpinterías - Ventanas
<p>V1: Ventana corredera de dos hojas, de aluminio, de dimensiones 1,20 x 1,10 m.</p>

RESULTADO DEL ANÁLISIS			
Fecha de medida	4 - 6 julio 2016		
²²²Rn medido con cánister			
²²² Rn (Bq/m ³)	340 ± 5		
T. de exposición (min)	2687		
Nº cánister usadas	2		
Tasa de dosis a la radiación gamma ambiental			
Tasa de dosis (µsv/h)	0,322 ± 0,005 (SD)		
Nº Medidas, Δt	N=3 , Δt=3min		
Espectrometría gamma in situ			
Tiempo de medida (segundos)	8729		
²¹⁴ Pb (Bq/kg)	150 ± 17	²²⁸ Ac (Bq/kg)	138 ± 16
²¹⁴ Bi (Bq/kg)	126 ± 15	²⁰⁸ Tl (Bq/kg)	41 ± 6
¹³⁷ Cs (Bq/kg)	6 ± 1	⁴⁰ K (Bq/kg)	1822 ± 200


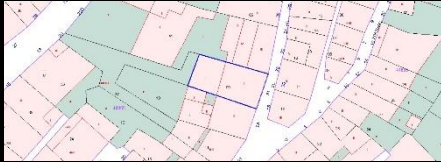

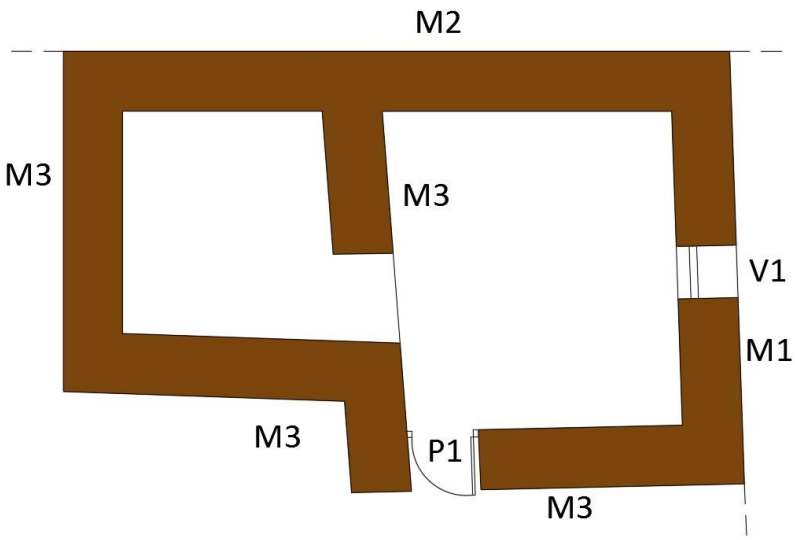


FICHA 22: CARACTERIZACIÓN DE LA VIVIENDA 3 DE TORNAVACAS		
FOTO DE FACHADA 	Población	Tornavacas
	Dirección	Calle Viñillas 9
	Tipo de vivienda	Unifamiliar entre medianeras
	Fecha de construcción	1997
	Fecha de rehabilitación	-
	Tipo de rehabilitación	-
	Número de fachadas	Dos
	Orientación de la fachada	Suroeste
	Uso original	Vivienda
	Uso actual	Vivienda
DATOS CATASTRALES		
PLANO CATASTRAL 	Referencia catastral	1498803TK7519N0001TE
	Número de plantas	4 sobre rasante
	Superficie parcela	77 m ²
	Superficie construida	261 m ²
	Clase de suelo	Urbano
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTANCIA ELEGIDA PARA EL ANÁLISIS		
SITUACIÓN ESTANCIA 	Situación	Planta baja
	Dimensiones	Superficie: 39,18 m ²
		Altura: 2,82 m
		Volumen: 110,49 m ³
Uso	Dormitorio	
CROQUIS ESTANCIA		
 <p>The diagram shows a floor plan of a room with several walls labeled M1, M2, M3, and M4. M1 and M2 are the top walls, M3 is the bottom wall, and M4 represents the remaining walls. There are two windows labeled V1 at the top. There are three door openings labeled P1. A staircase is shown at the bottom left corner.</p>		

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE LA ESTANCIA
M1 – Muro exterior
De interior a exterior de la estancia: <ul style="list-style-type: none"> - Enfoscado de mortero de cemento, e=2,0cm - Tabique de Ladrillo Hueco Doble, recibido con mortero de cemento, e=7cm. - Cámara de aire, e=5cm - Enfoscado con mortero de cemento, e=1,5cm - Fábrica 1/2 pie Ladrillo perforado, recibido con mortero de cemento - Enfoscado de mortero de cemento pintado, e=2,0cm
M2 – Muro medianero
De interior a exterior de la estancia: <ul style="list-style-type: none"> - Enfoscado de mortero de cemento, e=2,0cm - Tabique de Ladrillo Hueco Doble, recibido con mortero de cemento, e=7cm. - Cámara de aire, e=5cm - Enfoscado con mortero de cemento, e=1,5cm - Fábrica 1/2 pie Ladrillo perforado, recibido con mortero de cemento
M3 – Muro enterrado
De interior a exterior de la estancia: <ul style="list-style-type: none"> - Enfoscado de mortero de cemento, e=2,0cm - Muro de hormigón armado, e=30cm.
M4 – Muro interior
De interior a exterior de la estancia: <ul style="list-style-type: none"> - Enfoscado de mortero de cemento, e=2,0cm - Tabique de Ladrillo Hueco Doble, recibido con mortero de cemento, e=7cm. - Enfoscado de mortero de cemento, e=2,0cm
Techo – Forjado unidireccional de hormigón
De interior a exterior de la estancia: <ul style="list-style-type: none"> - Enfoscado de mortero de cemento, e=2,0cm - Forjado unidireccional de canto 30 cm. con viguetas semirresistentes de hormigón, bovedilla de hormigón, malla electrosoldada formada por barras corrugadas y capa de compresión de hormigón armado. - Solado formado por cama de arena e=2cm., capa de mortero de cemento de e=3 cm. y plaqueta de e=2cm.
Suelo
De interior a exterior de la estancia: <ul style="list-style-type: none"> - Solado formado por cama de arena e=2cm., capa de mortero de cemento de e=3 cm. y plaqueta de e=2cm. - Solera de hormigón armado, e=15 cm, con mallazo electrosoldado - Film de polietileno, e=1,5mm. - Encachado de grava, e=20cm.
Carpinterías - Puertas
P1: Puerta de madera de paso a estancia, de dimensiones 0,82 x 2,03m.
Carpinterías - Ventanas
V1: Ventana de aluminio abatible de dos hojas, de dimensiones 1,20 x 1,20m.

RESULTADO DEL ANÁLISIS			
Fecha de medida	6 - 8 junio 2016		
^{222}Rn medido con cánister			
^{222}Rn (Bq/m ³)	2413 ± 19		
T. de exposición (min)	2723		
Nº cánister usadas	2		
Tasa de dosis a la radiación gamma ambiental			
Tasa de dosis (µsv/h)	0,263 ± 0,007 (SD)		
Nº Medidas, Δt	N=3 , Δt=3min		
Espectrometría gamma in situ			
Tiempo de medida (segundos)	7069		
^{214}Pb (Bq/kg)	197 ± 22	^{228}Ac (Bq/kg)	156 ± 17
^{214}Bi (Bq/kg)	140 ± 17	^{208}Tl (Bq/kg)	66 ± 7
^{137}Cs (Bq/kg)	6 ± 1	^{40}K (Bq/kg)	1492 ± 170



FICHA 23: CARACTERIZACIÓN DE LA VIVIENDA 1 DE GUIJO DE SANTA BÁRBARA		
FOTO DE FACHADA 	Población	Guijo de Santa Bárbara
	Dirección	Calle del Monge 25
	Tipo de vivienda	Unifamiliar entre medianeras
	Fecha de construcción	1840
	Fecha de rehabilitación	-
	Tipo de rehabilitación	-
	Número de fachadas	Una
	Orientación de la fachada	Este
	Uso original	Vivienda
	Uso actual	Vivienda
DATOS CATASTRALES		
PLANO CATASTRAL 	Referencia catastral	4085509TK7448N0001XH
	Número de plantas	2 sobre rasante
	Superficie parcela	135 m ²
	Superficie construida	217 m ²
	Clase de suelo	Urbano
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTANCIA ELEGIDA PARA EL ANÁLISIS		
SITUACIÓN ESTANCIA 	Situación	Planta baja
	Dimensiones	Superficie: 25,21 m ²
		Altura: 2,23 m
		Volumen: 56,22 m ³
Uso	Dormitorio	
CROQUIS ESTANCIA		
 <p>The diagram shows a floor plan of a room with several walls labeled M1, M2, and M3. A door is labeled P1 and a window is labeled V1. The room has an irregular shape with a protrusion on the right side.</p>		

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE LA ESTANCIA	
M1 – Muro exterior	
De interior a exterior de la estancia: - Mortero de cal, e=2cm. - Muro de mampostería de granito, e=80cm. - Mortero de cal, e=2cm.	
M2 – Muro medianero	
De interior a exterior de la estancia: - Mortero de cal, e=2cm. - Muro de mampostería de granito, e=80cm.	
M3 – Muro interior	
De interior a exterior de la estancia: - Mortero de cal, e=2cm. - Muro de mampostería de granito, e=80cm. - Mortero de cal, e=2cm.	
Techo – Forjado tradicional de madera	
De interior a exterior de la estancia: - Viga de madera de castaño. Sección circular, diámetro 30 cm. - Cabrio de madera de castaño. Sección rectangular, escuadría 20 x 15 cm - Ripia de madera de castaño. Escuadría de 10 x 4 cm a 20 x 4 cm.	
Suelo – En bruto	
Solera de hormigón, e = 10 cm.	
Carpinterías - Puertas	
P1: Puerta de madera de castaño de paso a estancia, de dimensiones 1,00 x 1,95m.	
Carpinterías - Ventanas	
V1: Ventana de madera, de dimensiones 0,70 x 0,30m.	

RESULTADO DEL ANÁLISIS			
Fecha de medida	1 - 3 agosto 2016		
²²²Rn medido con cánister			
²²² Rn (Bq/m ³)	112 ± 4		
T. de exposición (min)	2995		
Nº cánister usadas	2		
Tasa de dosis a la radiación gamma ambiental			
Tasa de dosis (µsv/h)	0,396 ± 0,008 (SD)		
Nº Medidas, Δt	N=3 , Δt=3min		
Espectrometría gamma in situ			
Tiempo de medida (segundos)	8182		
²¹⁴ Pb (Bq/kg)	120 ± 13	²²⁸ Ac (Bq/kg)	176 ± 20
²¹⁴ Bi (Bq/kg)	104 ± 12	²⁰⁸ Tl (Bq/kg)	73 ± 8
¹³⁷ Cs (Bq/kg)	5 ± 1	⁴⁰ K (Bq/kg)	1981 ± 220







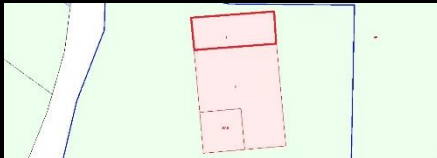
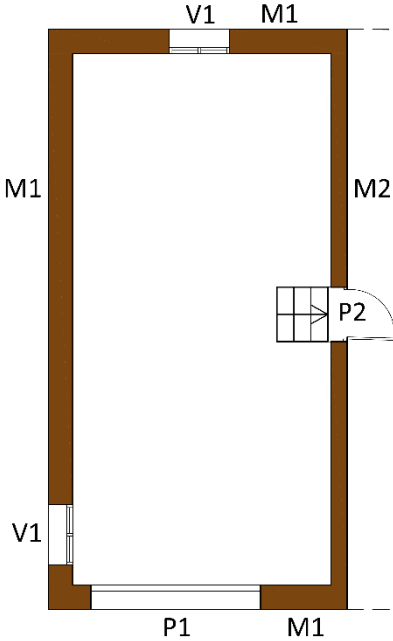
FICHA 24: CARACTERIZACIÓN DE LA VIVIENDA 2 DE GUIJO DE SANTA BÁRBARA		
FOTO DE FACHADA 	Población	Guijo de Santa Bárbara
	Dirección	Carretera Nueva 10
	Tipo de vivienda	Unifamiliar entre medianeras
	Fecha de construcción	1975
	Fecha de rehabilitación	-
	Tipo de rehabilitación	-
	Número de fachadas	Dos
	Orientación de la fachada	Noroeste
	Uso original	Vivienda
Uso actual	Vivienda	
DATOS CATASTRALES		
PLANO CATASTRAL 	Referencia catastral	4085532TK7448N0001PH
	Número de plantas	4 sobre rasante
	Superficie parcela	106 m ²
	Superficie construida	424 m ²
	Clase de suelo	Urbano
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTANCIA ELEGIDA PARA EL ANÁLISIS		
SITUACIÓN ESTANCIA 	Situación	Planta baja
	Dimensiones	Superficie: 9,60 m ²
		Altura: 2,83 m
		Volumen: 27,17 m ³
Uso	Dormitorio	
CROQUIS ESTANCIA		
 <p>El croquis muestra un dormitorio con paredes etiquetadas como M1 y una puerta etiquetada como P1. Hay una entrada secundaria etiquetada como P2.</p>		

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE LA ESTANCIA	
M1 – Muro interior	
De interior a exterior de la estancia: <ul style="list-style-type: none"> - Guarnecido y enlucido de yeso pintado en blanco, e=1,5cm - Tabique de Ladrillo Hueco Sencillo, recibido con mortero de cemento, e=4cm. - Guarnecido y enlucido de yeso pintado en blanco, e=1,5cm 	
Techo – Forjado unidireccional de hormigón	
De interior a exterior de la estancia: <ul style="list-style-type: none"> - Guarnecido y enlucido de yeso pintado, e=2,0cm - Forjado unidireccional de canto 30 cm. con viguetas semirresistentes de hormigón, bovedilla de hormigón, malla electrosoldada formada por barras corrugadas y capa de compresión de hormigón armado. - Solado formado por cama de arena e=2cm., capa de mortero de cemento de e=3 cm. y plaqueta de e=2cm. 	
Suelo	
De interior a exterior de la estancia: <ul style="list-style-type: none"> - Solado formado por cama de arena e=2cm., capa de mortero de cemento de e=3 cm. y plaqueta de e=2cm. - Solera de hormigón armado, e=15 cm, con mallazo electrosoldado - Film de polietileno, e=1,5mm. - Encachado de grava, e=20cm. 	
Carpinterías - Puertas	
P1: Puerta de madera de castaño de paso a estancia, de dimensiones 0,82 x 2,03m. P2: Puerta de sapelli de paso a estancia, de dimensiones 0,72 x 2,03m.	
Carpinterías - Ventanas	
V1: La estancia no presenta ventanas.	


RESULTADO DEL ANÁLISIS			
Fecha de medida	1 - 3 agosto 2016		
²²²Rn medido con cánister			
²²² Rn (Bq/m ³)	204 ± 8		
T. de exposición (min)	3095		
Nº cánister usadas	2		
Tasa de dosis a la radiación gamma ambiental			
Tasa de dosis (µsv/h)	0,256 ± 0,005 (SD)		
Nº Medidas, Δt	N=3 , Δt=3min		
Espectrometría gamma in situ			
Tiempo de medida (segundos)	5277		
²¹⁴ Pb (Bq/kg)	78 ± 9	²²⁸ Ac (Bq/kg)	79 ± 9
²¹⁴ Bi (Bq/kg)	71 ± 8	²⁰⁸ Tl (Bq/kg)	32 ± 4
¹³⁷ Cs (Bq/kg)	4 ± 1	⁴⁰ K (Bq/kg)	1422 ± 160





FICHA 25: CARACTERIZACIÓN DE LA VIVIENDA 3 DE GUIJO DE SANTA BÁRBARA		
	Población	Guijo de Santa Bárbara
	Dirección	Camino Real Polígono 4 Parcela 173
	Tipo de vivienda	Aislada
	Fecha de construcción	2000
	Fecha de rehabilitación	-
	Tipo de rehabilitación	-
	Número de fachadas	Cuatro
	Orientación de la fachada	Oeste
	Uso original	Vivienda
	Uso actual	Vivienda
DATOS CATASTRALES		
	Referencia catastral	10094A004001730001MR
	Número de plantas	2 sobre rasante
	Superficie parcela	2081 m ²
	Superficie construida	253 m ²
	Clase de suelo	Urbano
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTANCIA ELEGIDA PARA EL ANÁLISIS		
	Situación	Planta baja
	Dimensiones	Superficie: 37,47 m ²
		Altura: 3,10 m
		Volumen: 116,16 m ³
Uso	Dormitorio	
CROQUIS ESTANCIA		
		

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE LA ESTANCIA
M1 – Muro exterior
<p>De interior a exterior de la estancia:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Enfoscado de mortero de cemento pintado en amarillo, e=2,0cm - Tabique de Ladrillo Hueco Doble, recibido con mortero de cemento, e=7cm. - Cámara de aire, e=5cm - Enfoscado con mortero de cemento, e=1,5cm - Fábrica 1 pie Ladrillo perforado, recibido con mortero de cemento - Aplacado de granito, e=5cm
M2 – Muro interior
<p>De interior a exterior de la estancia:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Enfoscado de mortero de cemento pintado en amarillo, e=2,0cm - Fábrica 1 pie Ladrillo perforado, recibido con mortero de cemento - Guarnecido y enlucido de yeso pintado, e = 1,5cm.
Techo – Forjado unidireccional de hormigón inclinado
<p>De interior a exterior de la estancia:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Guarnecido y enlucido de yeso pintado en blanco, e=2,0cm - Forjado unidireccional de canto 30 cm. con viguetas semirresistentes de hormigón, bovedilla de hormigón, malla electrosoldada formada por barras corrugadas y capa de compresión de hormigón armado. - Cubrición de teja cerámica sobre capa de mortero de cemento.
Suelo
<p>De interior a exterior de la estancia:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Solera de hormigón armado, e=15 cm, con mallazo electrosoldado - Film de polietileno, e=1,5mm. - Encachado de grava, e=20cm.
Carpinterías - Puertas
<p>P1: Puerta de entrada a garaje, metálica, de dimensiones 2,80 x 2,20m. P2: Puerta de paso a estancia de madera de una hoja, de dimensiones 0,82 x 2,03 m.</p>
Carpinterías - Ventanas
<p>V1: Ventana de aluminio de dos hojas abatibles, de dimensiones 1,00 x 0,80m.</p>

RESULTADO DEL ANÁLISIS			
Fecha de medida	1 - 3 agosto 2016		
²²²Rn medido con cánister			
²²² Rn (Bq/m ³)	355 ± 10		
T. de exposición (min)	2760		
Nº cánister usadas	2		
Tasa de dosis a la radiación gamma ambiental			
Tasa de dosis (µsv/h)	0,276 ± 0,004 (SD)		
Nº Medidas, Δt	N=3 , Δt=3min		
Espectrometría gamma in situ			
Tiempo de medida (segundos)		5880	
²¹⁴ Pb (Bq/kg)	95 ± 11	²²⁸ Ac (Bq/kg)	76 ± 9
²¹⁴ Bi (Bq/kg)	84 ± 10	²⁰⁸ Tl (Bq/kg)	34 ± 4
¹³⁷ Cs (Bq/kg)	5 ± 1	⁴⁰ K (Bq/kg)	1507 ± 170



ANEXO V – PRECIOS UNITARIOS DESCOMPUESTOS, PRECIOS COMPLEJOS Y PRECIOS COMPLEJOS DESCOMPUESTOS DE LAS UNIDADES DE OBRA CORRESPONDIENTES A LAS MEDIDAS DE PROTECCIÓN FRENTE AL RADÓN.

Las unidades de obra consideradas para formar los presupuestos de las medidas de protección frente la entrada del gas radón, se han asociado en distintos grupos:

- A: Arqueta de captación tipo SUMP
- B: Conducto de conexión arqueta-exterior
 - B.1: Conducto de PVC
 - B.2: Emparchado de conducto de PVC
- C: Mecanismo de tiro pasivo/extractor mecánico
 - C.1: Mecanismo de tiro pasivo
 - C.2: Extractor mecánico
- D: Membrana elastomérica
- E: Demolición
 - E.1: Demolición de pavimento
 - E.2: Demolición de alicatado
 - E.3: Demolición de solera de hormigón
 - E.4: Demolición de entrevigado de forjado
 - E.5: Demolición de cubierta
 - E.6: Levantado de rodapiés
 - E.7: Picado de revestimiento continuo
 - E.8: Retirada de film/encachado de grava
- F: Reconstrucción
 - F.1: Reconstrucción de solado
 - F.2: Reconstrucción de rodapiés
 - F.3: Reconstrucción de alicatado
 - F.4: Reconstrucción de solera de hormigón armado
 - F.5: Reconstrucción de revestimiento continuo
 - F.6: Reconstrucción de impermeabilización
 - F.7: Reconstrucción de encuentro de tubo de PVC con cubierta
- G: Gestión de residuos
 - G.1: Retirada de tierras
 - G.2: Retirada de residuos áridos y piedras
- H: Seguridad y salud
 - H.1: Equipos de protección individual
 - H.2: Protecciones colectivas
 - H.3: Medicina preventiva y primeros auxilios
 - H.4: Señalización.
- I: Control de calidad

A cada unidad de obra, se le asocia también un código, comenzando con la letra del grupo al que pertenezca, y seguido de uno o varios números, con el fin de clasificarlas para poder independizar unas de otras.

Para realizar los distintos precios, se ha tomado como referencia la base de precios de la Junta de Extremadura actual (Base de Precios construcción, 2012), sin aplicar el IPC para actualizarla. La base de precios actualizada se publicará en breve, aunque aún no hay fecha concreta. Estos precios se pueden extrapolar a otros lados de España, puesto que, el precio de los materiales, de maquinaria y el rendimiento de la mano de obra es prácticamente el mismo. Lo único que podría variar de una provincia a otra es el precio simple de la mano de obra, que depende de lo dispuesto es los convenios colectivos de la construcción de cada provincia.

A cada unidad de obra, se le añade un porcentaje en concepto de Costes Indirectos, debido a mano de obra indirecta, medios auxiliares indirectos, instalaciones y construcciones a pie de obra, personal técnico y administrativo y consumos corrientes. Cada obra, debido a sus características, tendrá un porcentaje de costes indirectos diferente, por lo cual el 4% aplicado es aproximado.

A continuación, se detallan los precios unitarios descompuestos, precios complejos o precios complejos descompuestos, según sea su naturaleza, de todas las unidades de obra consideradas para poder ejecutar las medidas de protección frente al radón elegidas para esta tesis. En el encabezado de cada tabla, se muestra en código y el resumen con el que se identifica la unidad de obra que se desarrolla.

A. ARQUETA DE CAPTACIÓN TIPO SUMP

A.1.1.1 – ARQ. CAPT. SUMP MEC/T.FLOJO/VOL. ≤ 0,500 m ³						
Código	Ud	Epígrafe				
A.1.1.1	Ud	Arqueta de captación SUMP de medidas interiores 1,02x1,02x0,38m. ejecutada sobre solera de hormigón en masa HM-10/B/32 central de 10 cm. de espesor, fábrica de ladrillo perforado colocado de canto separados 5cm. para formación de huecos, recibido con mortero de cemento 1/ de central (M-5) y tapa de hormigón armado prefabricado colocada sobre la fábrica de ladrillo perforado, incluso excavación por medios mecánicos en terreno flojo para un volumen de excavación ≤ 0,500 m ³				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
O01A030	h.	Oficial de primera	2,400	13,42	32,21	
O01A060	h.	Peón especializado	2,400	12,91	30,98	
P01HD070	m ³	Horm. no res. HM-10/B/32 central	0,150	44,52	6,68	
P01LT020	ud	Ladrillo perfora. Tosco 24x11,5x10	51,00	0,14	7,14	
P01MC040	m ³	Mortero 1/6 de central (M-5)	0,006	48,18	0,29	
P02AC100	ud	Tapa cuad. HA e=5cm 120x120cm	1,000	55,79	55,79	
E02PM020	m ³	EXC. POZOS A MÁQUINA T. FLOJOS	0,476	9,36	4,45	
					Suma la partida	137,54
					Costes indirectos 4%	5,50
					TOTAL PARTIDA	143,04

A.1.1.2 - ARQ. CAPT. SUMP MEC/T.FLOJO/VOL. > 0,500 m ³						
Código	Ud	Epígrafe				
A.1.1.2	Ud	Arqueta de captación SUMP de medidas interiores 1,02x1,02x0,38m. ejecutada sobre solera de hormigón en masa HM-10/B/32 central de 10 cm. de espesor, fábrica de ladrillo perforado colocado de canto separados 5cm. para formación de huecos, recibido con mortero de cemento 1/ de central (M-5) y tapa de hormigón armado prefabricado colocada sobre la fábrica de ladrillo perforado, incluso excavación por medios mecánicos en terreno flojo para un volumen de excavación > 0,500 m ³				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
O01A030	h.	Oficial de primera	2,400	13,42	32,21	
O01A060	h.	Peón especializado	2,400	12,91	30,98	
P01HD070	m ³	Horm. no res. HM-10/B/32 central	0,150	44,52	6,68	
P01LT020	ud	Ladrillo perfora. Tosco 24x11,5x10	51,00	0,14	7,14	
P01MC040	m ³	Mortero 1/6 de central (M-5)	0,006	48,18	0,29	
P02AC100	ud	Tapa cuad. HA e=5cm 120x120cm	1,000	55,79	55,79	
E02PM020	m ³	EXC. POZOS A MÁQUINA T. FLOJOS	0,789	9,36	7,38	
					Suma la partida	140,47
					Costes indirectos 4%	5,62
					TOTAL PARTIDA	146,09

A.1.2.1 - ARQ. CAPT. SUMP MEC/T.COMPT./VOL. ≤ 0,500 m ³						
Código	Ud	Epígrafe				
A.1.2.1	Ud	Arqueta de captación SUMP de medidas interiores 1,02x1,02x0,38m. ejecutada sobre solera de hormigón en masa HM-10/B/32 central de 10 cm. de espesor, fábrica de ladrillo perforado colocado de canto separados 5cm. para formación de huecos, recibido con mortero de cemento 1/ de central (M-5) y tapa de hormigón armado prefabricado colocada sobre la fábrica de ladrillo perforado, incluso excavación por medios mecánicos en terreno compacto para un volumen de excavación ≤ 0,500 m ³				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
O01A030	h.	Oficial de primera	2,400	13,42	32,21	
O01A060	h.	Peón especializado	2,400	12,91	30,98	
P01HD070	m ³	Horm. no res. HM-10/B/32 central	0,150	44,52	6,68	
P01LT020	ud	Ladrillo perfora. Tosco 24x11,5x10	51,00	0,14	7,14	
P01MC040	m ³	Mortero 1/6 de central (M-5)	0,006	48,18	0,29	
P02AC100	ud	Tapa cuad. HA e=5cm 120x120cm	1,000	55,79	55,79	
E02PM030	m ³	EXC. POZOS A MÁQUINA T. COMP.	0,476	11,60	5,52	
Suma la partida						138,61
Costes indirectos 4%						5,54
TOTAL PARTIDA						142,39

A.1.2.2 - ARQ. CAPT. SUMP MEC/T.COMPT./VOL. > 0,500 m ³						
Código	Ud	Epígrafe				
A.1.2.2	Ud	Arqueta de captación SUMP de medidas interiores 1,02x1,02x0,38m. ejecutada sobre solera de hormigón en masa HM-10/B/32 central de 10 cm. de espesor, fábrica de ladrillo perforado colocado de canto separados 5cm. para formación de huecos, recibido con mortero de cemento 1/ de central (M-5) y tapa de hormigón armado prefabricado colocada sobre la fábrica de ladrillo perforado, incluso excavación por medios mecánicos en terreno compacto para un volumen de excavación > 0,500 m ³				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
O01A030	h.	Oficial de primera	2,400	13,42	32,21	
O01A060	h.	Peón especializado	2,400	12,91	30,98	
P01HD070	m ³	Horm. no res. HM-10/B/32 central	0,150	44,52	6,68	
P01LT020	ud	Ladrillo perfora. Tosco 24x11,5x10	51,00	0,14	7,14	
P01MC040	m ³	Mortero 1/6 de central (M-5)	0,006	48,18	0,29	
P02AC100	ud	Tapa cuad. HA e=5cm 120x120cm	1,000	55,79	55,79	
E02PM030	m ³	EXC. POZOS A MÁQUINA T. COMP.	0,789	11,60	9,15	
Suma la partida						142,24
Costes indirectos 4%						5,69
TOTAL PARTIDA						147,93

A.2.1.1 - ARQ. CAPT. SUMP MAN/T.FLOJO/VOL. ≤ 0,500 m ³						
Código	Ud	Epígrafe				
A.2.1.1	Ud	Arqueta de captación SUMP de medidas interiores 1,02x1,02x0,38m. ejecutada sobre solera de hormigón en masa HM-10/B/32 central de 10 cm. de espesor, fábrica de ladrillo perforado colocado de canto separados 5cm. para formación de huecos, recibido con mortero de cemento 1/ de central (M-5) y tapa de hormigón armado prefabricado colocada sobre la fábrica de ladrillo perforado, incluso excavación por medios manuales en terreno flojo para un volumen de excavación ≤ 0,500 m ³				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
O01A030	h.	Oficial de primera	2,400	13,42	32,21	
O01A060	h.	Peón especializado	2,400	12,91	30,98	
P01HD070	m ³	Horm. no res. HM-10/B/32 central	0,150	44,52	6,68	
P01LT020	ud	Ladrillo perfora. Tosco 24x11,5x10	51,00	0,14	7,14	
P01MC040	m ³	Mortero 1/6 de central (M-5)	0,006	48,18	0,29	
P02AC100	ud	Tapa cuad. HA e=5cm 120x120cm	1,000	55,79	55,79	
E02PA020	m ³	EXC. POZOS A MANO T. FLOJOS	0,476	21,07	10,03	
Suma la partida						
Costes indirectos 4%						5,72
TOTAL PARTIDA						148,84

A.2.1.2 - ARQ. CAPT. SUMP MAN/T.FLOJO/VOL. >0,500 m ³						
Código	Ud	Epígrafe				
A.2.1.2	Ud	Arqueta de captación SUMP de medidas interiores 1,02x1,02x0,38m. ejecutada sobre solera de hormigón en masa HM-10/B/32 central de 10 cm. de espesor, fábrica de ladrillo perforado colocado de canto separados 5cm. para formación de huecos, recibido con mortero de cemento 1/ de central (M-5) y tapa de hormigón armado prefabricado colocada sobre la fábrica de ladrillo perforado, incluso excavación por medios manuales en terreno flojo para un volumen de excavación > 0,500 m ³				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
O01A030	h.	Oficial de primera	2,400	13,42	32,21	
O01A060	h.	Peón especializado	2,400	12,91	30,98	
P01HD070	m ³	Horm. no res. HM-10/B/32 central	0,150	44,52	6,68	
P01LT020	ud	Ladrillo perfora. Tosco 24x11,5x10	51,00	0,14	7,14	
P01MC040	m ³	Mortero 1/6 de central (M-5)	0,006	48,18	0,29	
P02AC100	ud	Tapa cuad. HA e=5cm 120x120cm	1,000	55,79	55,79	
E02PA020	m ³	EXC. POZOS A MANO T. FLOJOS	0,789	21,07	16,62	
Suma la partida						
Costes indirectos 4%						5,99
TOTAL PARTIDA						155,70

A.2.2.1 - ARQ. CAPT. SUMP MAN/T.COMPT/VOL. ≤ 0,500 m ³						
Código	Ud	Epígrafe				
A.2.2.1	Ud	Arqueta de captación SUMP de medidas interiores 1,02x1,02x0,38m. ejecutada sobre solera de hormigón en masa HM-10/B/32 central de 10 cm. de espesor, fábrica de ladrillo perforado colocado de canto separados 5cm. para formación de huecos, recibido con mortero de cemento 1/ de central (M-5) y tapa de hormigón armado prefabricado colocada sobre la fábrica de ladrillo perforado, incluso excavación por medios manuales en terreno compacto para un volumen de excavación ≤ 0,500 m ³				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
O01A030	h.	Oficial de primera	2,400	13,42	32,21	
O01A060	h.	Peón especializado	2,400	12,91	30,98	
P01HD070	m ³	Horm. no res. HM-10/B/32 central	0,150	44,52	6,68	
P01LT020	ud	Ladrillo perfora. Tosco 24x11,5x10	51,00	0,14	7,14	
P01MC040	m ³	Mortero 1/6 de central (M-5)	0,006	48,18	0,29	
P02AC100	ud	Tapa cuad. HA e=5cm 120x120cm	1,000	55,79	55,79	
E02PA030	m ³	EXC. POZOS A MANO T. COMPACT	0,476	26,82	12,76	
Suma la partida						
Costes indirectos 4%						5,83
TOTAL PARTIDA						151,68

A.2.2.2 - ARQ. CAPT. SUMP MAN/T.COMPT/VOL. > 0,500 m ³						
Código	Ud	Epígrafe				
A.2.2.2	Ud	Arqueta de captación SUMP de medidas interiores 1,02x1,02x0,38m. ejecutada sobre solera de hormigón en masa HM-10/B/32 central de 10 cm. de espesor, fábrica de ladrillo perforado colocado de canto separados 5cm. para formación de huecos, recibido con mortero de cemento 1/ de central (M-5) y tapa de hormigón armado prefabricado colocada sobre la fábrica de ladrillo perforado, incluso excavación por medios manuales en terreno compacto para un volumen de excavación > 0,500 m ³				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
O01A030	h.	Oficial de primera	2,400	13,42	32,21	
O01A060	h.	Peón especializado	2,400	12,91	30,98	
P01HD070	m ³	Horm. no res. HM-10/B/32 central	0,150	44,52	6,68	
P01LT020	ud	Ladrillo perfora. Tosco 24x11,5x10	51,00	0,14	7,14	
P01MC040	m ³	Mortero 1/6 de central (M-5)	0,006	48,18	0,29	
P02AC100	ud	Tapa cuad. HA e=5cm 120x120cm	1,000	55,79	55,79	
E02PA030	m ³	EXC. POZOS A MANO T. COMPACT	0,789	26,82	21,16	
Suma la partida						
Costes indirectos 4%						6,17
TOTAL PARTIDA						160,42

B. CONDUCTO DE CONEXIÓN ARQUETA-EXTERIOR

B.1. CONDUCTO DE PVC

B.1.1 – COND. PVC 125mm INT. 1 PASO FORJ.						
Código	Ud	Epígrafe				
B.1.1	m.	Conducto de PVC de diámetro interior 125mm. Unión entre tubos con adhesivo y unión del tubo con la arqueta y con los pasos de los forjados mediante masilla elastomérica poliuretano+alquitran. Unión de los pasos por el faldón de la cubierta mediante masilla elastomérica epoxi+caucho. Transcurre por el interior de viviendas de una planta.				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
O01BO170	h.	Oficial 1º Fontanero/Calefactor	0,270	15,98	4,31	
O01BO180	h.	Oficial 2º Fontanero/Calefactor	0,270	15,76	4,26	
O01A030	h.	Oficial 1º	0,135	13,42	1,81	
P02TP040	m.	Tub. Liso PVC san.j.peg.125mm	1,000	5,85	5,85	
P02TW030	kg	Adhesivo para tubos de PVC	0,115	22,59	2,60	
P34W040	Kg	Masilla elastomérica epoxi+caucho	0,552	18,44	10,18	
P34W030	Kg	Masilla elastomérica poliur+alquitr.	0,966	8,08	7,81	
					Suma la partida	
					Costes indirectos 4%	1,47
					TOTAL PARTIDA	38,29

B.1.2 - COND. PVC 125mm INT. 2 PASOS FORJ.						
Código	Ud	Epígrafe				
B.1.2	m.	Conducto de PVC de diámetro interior 125mm. Unión entre tubos con adhesivo y unión del tubo con la arqueta y con los pasos de los forjados mediante masilla elastomérica poliuretano+alquitran. Unión de los pasos por el faldón de la cubierta mediante masilla elastomérica epoxi+caucho. Transcurre por el interior de viviendas de dos plantas.				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
O01BO170	h.	Oficial 1º Fontanero/Calefactor	0,260	15,98	4,15	
O01BO180	h.	Oficial 2º Fontanero/Calefactor	0,260	15,76	4,10	
O01A030	h.	Oficial 1º	0,130	13,42	1,74	
P02TP040	m.	Tub. Liso PVC san.j.peg.125mm	1,000	5,85	5,85	
P02TW030	kg	Adhesivo para tubos de PVC	0,115	22,59	2,60	
P34W040	Kg	Masilla elastomérica epoxi+caucho	0,345	18,44	6,36	
P34W030	Kg	Masilla elastomérica poliur+alquitr.	1,121	8,08	9,06	
					Suma la partida	
					Costes indirectos 4%	1,35
					TOTAL PARTIDA	35,21

B.1.3 - COND. PVC 125mm INT. 3 PASOS FORJ.						
Código	Ud	Epígrafe				
B.1.3	m.	Conducto de PVC de diámetro interior 125mm. Unión entre tubos con adhesivo y unión del tubo con la arqueta y con los pasos de los forjados mediante masilla elastomérica poliuretano+alquitran. Unión de los pasos por el faldón de la cubierta mediante masilla elastomérica epoxi+caucho. Transcurre por el interior de viviendas de tres plantas.				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
O01BO170	h.	Oficial 1º Fontanero/Calefactor	0,250	15,98	4,00	
O01BO180	h.	Oficial 2º Fontanero/Calefactor	0,250	15,76	3,94	
O01A030	h.	Oficial 1º	0,125	13,42	1,68	
P02TP040	m.	Tub. Liso PVC san.j.peg.125mm	1,000	5,85	5,85	
P02TW030	kg	Adhesivo para tubos de PVC	0,115	22,59	2,60	
P34W040	Kg	Masilla elastomérica epoxi+caucho	0,250	18,44	4,61	
P34W030	Kg	Masilla elastomérica poliur+alquitr.	1,191	8,08	9,62	
Suma la partida						
Costes indirectos 4%						1,29
TOTAL PARTIDA						33,59

B.1.4 - COND. PVC 125mm INT. 4 PASOS FORJ.						
Código	Ud	Epígrafe				
B.1.4	m.	Conducto de PVC de diámetro interior 125mm. Unión entre tubos con adhesivo y unión del tubo con la arqueta y con los pasos de los forjados mediante masilla elastomérica poliuretano+alquitran. Unión de los pasos por el faldón de la cubierta mediante masilla elastomérica epoxi+caucho. Transcurre por el interior de viviendas de cuatro plantas.				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
O01BO170	h.	Oficial 1º Fontanero/Calefactor	0,240	15,98	3,84	
O01BO180	h.	Oficial 2º Fontanero/Calefactor	0,240	15,76	3,78	
O01A030	h.	Oficial 1º	0,120	13,42	1,61	
P02TP040	m.	Tub. Liso PVC san.j.peg.125mm	1,000	5,85	5,85	
P02TW030	kg	Adhesivo para tubos de PVC	0,115	22,59	2,60	
P34W040	Kg	Masilla elastomérica epoxi+caucho	0,197	18,44	3,63	
P34W030	Kg	Masilla elastomérica poliur+alquitr.	1,232	8,08	9,95	
Suma la partida						
Costes indirectos 4%						1,25
TOTAL PARTIDA						32,51

B.1.5 - COND. PVC 125mm EXT. 1 PASO FORJ.						
Código	Ud	Epígrafe				
B.1.5	m.	Conducto de PVC de diámetro interior 125mm. Unión entre tubos con adhesivo y unión del tubo con la arqueta mediante masilla elastomérica poliuretano + alquitrán. Se incluyen codos de PVC de 90º para salvar obstáculos, y abrazaderas cada metro para sujeción del tubo a la fachada. Transcurre por el exterior de viviendas de una planta.				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
O01BO170	h.	Oficial 1º Fontanero/Calefactor	0,300	15,98	4,79	
O01BO180	h.	Oficial 2º Fontanero/Calefactor	0,300	15,76	4,73	
O01A030	h.	Oficial 1º	0,150	13,42	2,01	
P02TP040	m.	Tub. Liso PVC san.j.peg.125mm	1,000	5,85	5,85	
P02TW030	kg	Adhesivo para tubos de PVC	0,115	22,59	2,60	
P34W030	Kg	Masilla elastomérica poliur+alquitr.	0,138	8,08	1,12	
P17VP070	ud	Codo PVC 90º 125mm	1,200	4,97	5,96	
P17JP040	ud	Abrazad. baj. rect. 130x73mm. gris	1,000	1,97	1,97	
Suma la partida						29,03
Costes indirectos 4%						1,16
TOTAL PARTIDA						30,19

B.1.6 - COND. PVC 125mm EXT. 2 PASOS FORJ.						
Código	Ud	Epígrafe				
B.1.6	m.	Conducto de PVC de diámetro interior 125mm. Unión entre tubos con adhesivo y unión del tubo con la arqueta mediante masilla elastomérica poliuretano + alquitrán. Se incluyen codos de PVC de 90º para salvar obstáculos, y abrazaderas cada metro para sujeción del tubo a la fachada. Transcurre por el exterior de viviendas de dos plantas.				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
O01BO170	h.	Oficial 1º Fontanero/Calefactor	0,280	15,98	4,47	
O01BO180	h.	Oficial 2º Fontanero/Calefactor	0,280	15,76	4,41	
O01A030	h.	Oficial 1º	0,140	13,42	1,88	
P02TP040	m.	Tub. Liso PVC san.j.peg.125mm	1,000	5,85	5,85	
P02TW030	kg	Adhesivo para tubos de PVC	0,115	22,59	2,60	
P34W030	Kg	Masilla elastomérica poliur+alquitr.	0,086	8,08	0,69	
P17VP070	ud	Codo PVC 90º 125mm	0,750	4,97	3,73	
P17JP040	ud	Abrazad. baj. rect. 130x73mm. gris	1,000	1,97	1,97	
Suma la partida						25,60
Costes indirectos 4%						1,02
TOTAL PARTIDA						26,62

B.1.7 - COND. PVC 125mm EXT. 3 PASOS FORJ.						
Código	Ud	Epígrafe				
B.1.7	m.	Conducto de PVC de diámetro interior 125mm. Unión entre tubos con adhesivo y unión del tubo con la arqueta mediante masilla elastomérica poliuretano + alquitrán. Se incluyen codos de PVC de 90º para salvar obstáculos, y abrazaderas cada metro para sujeción del tubo a la fachada. Transcurre por el exterior de viviendas de tres plantas.				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
O01BO170	h.	Oficial 1º Fontanero/Calefactor	0,260	15,98	4,15	
O01BO180	h.	Oficial 2º Fontanero/Calefactor	0,260	15,76	4,10	
O01A030	h.	Oficial 1º	0,130	13,42	1,74	
P02TP040	m.	Tub. Liso PVC san.j.peg.125mm	1,000	5,85	5,85	
P02TW030	kg	Adhesivo para tubos de PVC	0,115	22,59	2,60	
P34W030	Kg	Masilla elastomérica poliur+alquitr.	0,062	8,08	0,50	
P17VP070	ud	Codo PVC 90º 125mm	0,550	4,97	2,73	
P17JP040	ud	Abrazad. baj. rect. 130x73mm. gris	1,000	1,97	1,97	
Suma la partida						23,64
Costes indirectos 4%						0,94
TOTAL PARTIDA						24,58

B.1.8 - COND. PVC 125mm EXT. 4 PASOS FORJ.						
Código	Ud	Epígrafe				
B.1.8	m.	Conducto de PVC de diámetro interior 125mm. Unión entre tubos con adhesivo y unión del tubo con la arqueta mediante masilla elastomérica poliuretano + alquitrán. Se incluyen codos de PVC de 90º para salvar obstáculos, y abrazaderas cada metro para sujeción del tubo a la fachada. Transcurre por el exterior de viviendas de cuatro plantas.				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
O01BO170	h.	Oficial 1º Fontanero/Calefactor	0,240	15,98	3,84	
O01BO180	h.	Oficial 2º Fontanero/Calefactor	0,240	15,76	3,78	
O01A030	h.	Oficial 1º	0,120	13,42	1,61	
P02TP040	m.	Tub. Liso PVC san.j.peg.125mm	1,000	5,85	5,85	
P02TW030	kg	Adhesivo para tubos de PVC	0,115	22,59	2,60	
P34W030	Kg	Masilla elastomérica poliur+alquitr.	0,049	8,08	0,40	
P17VP070	ud	Codo PVC 90º 125mm	0,430	4,97	2,14	
P17JP040	ud	Abrazad. baj. rect. 130x73mm. gris	1,000	1,97	1,97	
Suma la partida						22,19
Costes indirectos 4%						0,89
TOTAL PARTIDA						23,08

B.2. EMPARCHADO DE CONDUCTO DE PVC

B.2 – EMPARCHADO CONDUCTO PVC						
Código	Ud	Epígrafe				
B.2	m ²	Emparchado de conducto de PVC con ladrillo hueco doble de 24 x 11,5 x 7 cm. recibido con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de río 1/6, replanteo, aplomado, humedecido de las piezas, limpieza y medios auxiliares, s/DB-SE-F y RC-08.				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
O01A030	h.	Oficial primera	0,400	13,42	5,37	
O01A070	h.	Peón ordinario	0,200	12,77	2,55	
P01LH020	ud	Ladrillo h. doble 24x11,5x7	34,000	0,12	4,08	
A01MA050	m ³	MORTERO CEMENTO M-5	0,008	69,34	0,55	
					Suma la partida	12,55
					Costes indirectos 4%	0,50
					TOTAL PARTIDA	13,05

C. MECANISMO DE TIRO PASIVO/EXTRACTOR MECÁNICO

C.1. MECANISMO DE TIRO PASIVO

C.1.1 – REMATE CHAPA GALV. D=15cm						
Código	Ud	Epígrafe				
C.1.1	Ud	Remate giratorio de chapa galvanizada D=15cm, recibido al conducto de PVC mediante masilla elastomérica epóxi+caucho				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
O01A030	h.	Oficial primera	0,130	13,42	1,74	
P10CW060	ud	Remate girat. chapa galvan. D=15	1,000	18,72	18,72	
P34W040	kg	Masilla elastomérica epóxi+caucho	0,324	18,44	5,97	
					Suma la partida	26,43
					Costes indirectos 4%	1,06
					TOTAL PARTIDA	27,49

C.1.2 – ASPIR. ESTÁTICO ACERO D=15cm						
Código	Ud	Epígrafe				
C.1.2	Ud	Aspirador estático de acero D=15cm, recibido al conducto de PVC mediante masilla elastomérica epóxi+caucho				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
O01A030	h.	Oficial primera	0,130	13,42	1,74	
P10CW060	ud	Aspirador estático acero D=15	1,000	83,25	83,25	
P34W040	kg	Masilla elastomérica epóxi+caucho	0,324	18,44	5,97	
					Suma la partida	90,96
					Costes indirectos 4%	3,64
					TOTAL PARTIDA	94,60

C.2. EXTRACTOR MECÁNICO

C.2.1 – EXTR. H.CENTRIF. 80W						
Código	Ud	Epígrafe				
C.2.1	Ud	Extractor mecánico helico centrífugo de 80W, recibido al conducto de PVC mediante masilla elastómera epoxi+caucho.				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
O01A030	h.	Oficial primera	0,130	13,42	1,74	
P10CW070	ud	Extractor mecánico helicocent. 80W	1,000	82,70	82,70	
P34W030	Kg	Masilla elastomérica poliur+alquitr.	0,324	8,08	2,62	
					Suma la partida	87,07
					Costes indirectos 4%	3,48
					TOTAL PARTIDA	90,55

C.2.2 - EXTR. H.CENTRIF. 80W/MEC. ELECTR.						
Código	Ud	Epígrafe				
C.2.2	Ud	Extractor mecánico helico centrífugo de 80W, recibido al conducto de PVC mediante masilla elastómera epoxi+caucho, incluso toma de corriente 32ª, 2P+TT y mecanismo de encendido y apagado desde el interior de la vivienda				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
O01A030	h.	Oficial primera	0,130	13,42	1,74	
P10CW070	ud	Extractor mecánico helicocent. 80W	1,000	82,70	82,70	
P34W030	Kg	Masilla elastomérica poliur+alquitr.	0,324	8,08	2,62	
E12EMOB070	ud	BASE SUP. IP447 32A. 2P+TT	1,000	63,23	63,23	
E12EML010	ud	INTERRUPTOR INTERIOR ENC/APAG	1,000	20,46	20,46	
					Suma la partida	170,75
					Costes indirectos 4%	6,83
					TOTAL PARTIDA	177,58

D. MEMBRANA ELASTOMÉRICA

D – MEMBR. ELASTOMÉRICA 3mm.						
Código	Ud	Epígrafe				
D	m ²	Membrana elastomérica a base de polioli e isocianato de 3mm, proyectada sobre solera y paramentos verticales con tres capas de 1mm. cada una, incluso limpieza previa del soporte				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
O01A030	h.	Oficial primera	0,133	13,42	1,78	
O01A060	h.	Peón especializado	0,133	12,91	1,72	
P06SI040	kg	Poliol e isoc. líquido d=1000Kg/m ³	3,000	7,85	23,55	
M01MP010	h.	Proyector de polioli e isocianato	0,100	9,14	0,91	
					Suma la partida	
					Costes indirectos 4%	1,12
					TOTAL PARTIDA	29,08

E. DEMOLICIÓN

E.1. DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO

E.1.1 – DEMOL. PAVIM. PIEDRA						
Código	Ud	Epígrafe				
E.1.1	m ²	Demolición de pavimentos de losas de piedra, recibidos con mortero de cemento, con compresor, incluso limpieza y retirada de escombros a pie de carga, sin transporte a vertedero y con p.p. medios auxiliares				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
O01A060	h.	Peón especializado	0,080	12,91	1,03	
O01A070	h.	Peón ordinario	0,120	12,77	1,53	
M06CM030	h.	Compres. Port. Diésel 5m ³ /min	0,120	3,16	0,38	
M06MI110	h.	Mart. Manual picador neum. 9Kg	0,120	0,53	0,06	
					Suma la partida	3,00
					Costes indirectos 4%	0,12
					TOTAL PARTIDA	3,12

E.1.2 - DEMOL. PAVIM. B.HIDR./TERRAZO						
Código	Ud	Epígrafe				
E.1.2	m ²	Demolición de pavimentos de baldosas hidráulicas o terrazo, con compresor, incluso limpieza y retirada de escombros a pie de carga, sin transporte a vertedero y con p.p. medios auxiliares				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
O01A070	h.	Peón ordinario	0,150	12,77	1,92	
M06CM030	h.	Compres. Port. Diésel 5m ³ /min	0,120	3,16	0,38	
M06MI110	h.	Mart. Manual picador neum. 9Kg	0,120	0,53	0,06	
					Suma la partida	2,36
					Costes indirectos 4%	0,09
					TOTAL PARTIDA	2,45

E.1.3 - DEMOL. PAVIM. CERAM/GRES						
Código	Ud	Epígrafe				
E.1.3	m ²	Demolición de pavimentos de baldosas cerámicas o grés, con compresor, incluso limpieza y retirada de escombros a pie de carga, sin transporte a vertedero y con p.p. medios auxiliares				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
O01A070	h.	Peón ordinario	0,130	12,77	1,66	
M06CM030	h.	Compres. Port. Diésel 5m ³ /min	0,100	3,16	0,32	
M06MI110	h.	Mart. Manual picador neum. 9Kg	0,100	0,53	0,05	
					Suma la partida	2,03
					Costes indirectos 4%	0,08
					TOTAL PARTIDA	2,11

E.1.4 - DEMOL. PAVIM. PARQUÉ/CORCH/PVC						
Código	Ud	Epígrafe				
E.1.4	m ²	Demolición de pavimentos de parquet, corcho, PVC, goma o tarima, con martillo eléctrico, incluso limpieza y retirada de escombros a pie de carga, sin transporte a vertedero y con p.p. medios auxiliares				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
O01A060	h.	Peón especializado	0,100	12,91	1,29	
O01A070	h.	Peón ordinario	0,200	12,77	2,55	
M06MI010	h.	Mart. Manual picador elect. 5Kg	0,100	3,77	0,34	
					Suma la partida	4,18
					Costes indirectos 4%	0,17
					TOTAL PARTIDA	4,35

E.2. DEMOLICIÓN DE ALICATADO

E.2 DEMOL. ALICAT. PIEDRA NAT. O ART.						
Código	Ud	Epígrafe				
E.2	m ²	Demolición de alicatados de losas de piedras naturales o artificiales, recibidas con pegamento o mortero de cemento, por medios mecánicos, incluso limpieza y retirada de escombros a pie de carga, sin transporte a vertedero y con p.p. medios auxiliares				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
O01A060	h.	Peón especializado	0,350	12,91	4,52	
M06MI010	h.	Mart. Manual picador elect. 5Kg	0,120	3,77	0,40	
					Suma la partida	4,92
					Costes indirectos 4%	0,20
					TOTAL PARTIDA	5,12

E.3. DEMOLICIÓN DE SOLERA DE HORMIGÓN

E.3.1 - DEMOL. SOLERA HORM. e≤15cm.						
Código	Ud	Epígrafe				
E.3.1	m ²	Demolición de soleras de hormigón ligeramente armado con mallazo, hasta 15 cm. de espesor, con compresor, incluso limpieza y retirada de escombros a pie de carga, sin transporte a vertedero y con p.p. medios auxiliares				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
O01A060	h.	Peón especializado	0,200	12,91	2,58	
O01A070	h.	Peón ordinario	0,300	12,77	3,83	
M06CM030	h.	Compres. Port. Diésel 5m ³ /min	0,200	3,16	0,63	
M06MR110	h.	Mart. Manual romp. Neum. 22Kg	0,200	1,06	0,21	
					Suma la partida	7,25
					Costes indirectos 4%	0,29
					TOTAL PARTIDA	7,54

E.3.2 - DEMOL. SOLERA HORM. e≤25cm.						
Código	Ud	Epígrafe				
E.3.2	m ²	Demolición de soleras de hormigón ligeramente armado con mallazo, hasta 25 cm. de espesor, con compresor, incluso limpieza y retirada de escombros a pie de carga, sin transporte a vertedero y con p.p. medios auxiliares				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
O01A060	h.	Peón especializado	0,300	12,91	3,87	
O01A070	h.	Peón ordinario	0,400	12,77	5,11	
M06CM030	h.	Compres. Port. Diésel 5m ³ /min	0,300	3,16	0,95	
M06MR110	h.	Mart. Manual romp. Neum. 22Kg	0,300	1,06	0,32	
					Suma la partida	10,25
					Costes indirectos 4%	0,41
					TOTAL PARTIDA	10,66

E.4. DEMOLICIÓN DE ENTREVIGADO DE FORJADO

E.4 - DEMOL. ENTREVIG. FORJADO						
Código	Ud	Epígrafe				
E.4	m ²	Demolición de entrevigado de forjado, correspondiente a la bovedilla de cualquier material y a la capa de compresión de hormigón, con compresor, incluso limpieza y retirada de escombros a pie de carga, sin transporte a vertedero y con p.p. medios auxiliares				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
O01A060	h.	Peón especializado	0,150	12,91	1,94	
O01A070	h.	Peón ordinario	0,250	12,77	3,19	
M06CM030	h.	Compres. Port. Diésel 5m ³ /min	0,250	3,16	0,79	
M06MR110	h.	Mart. Manual romp. Neum. 22Kg	0,250	1,06	0,27	
					Suma la partida	6,19
					Costes indirectos 4%	0,25
					TOTAL PARTIDA	6,44

E.5. DEMOLICIÓN DE CUBIERTA

E.5.1 - DEMOL. FALDÓN TEJA CURVA						
Código	Ud	Epígrafe				
E.5.1	m ²	Demolición de cubrición de teja cerámica curvo, incluso tablero de rasillón y capa de compresión, mediante martillo eléctrico, incluso limpieza y retirada de escombros a pie de carga, sin transporte a vertedero y con p.p. medios auxiliares				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
O01A040	h.	Oficial segunda	0,450	13,23	5,95	
O01A070	h.	Peón ordinario	0,150	12,77	1,92	
M06MI010	h.	Mart. Manual picador elect. 5Kg	0,450	3,77	1,52	
					Suma la partida	9,39
					Costes indirectos 4%	0,38
					TOTAL PARTIDA	9,77

E.5.2 - DEMOL. FALDÓN TEJA PLANA						
Código	Ud	Epígrafe				
E.5.2	m ²	Demolición de cubrición de teja cerámica plana, incluso tablero de rasillón y capa de compresión, mediante martillo eléctrico, incluso limpieza y retirada de escombros a pie de carga, sin transporte a vertedero y con p.p. medios auxiliares				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
O01A040	h.	Oficial segunda	0,400	13,23	5,29	
O01A070	h.	Peón ordinario	0,150	12,77	1,92	
M06MI010	h.	Mart. Manual picador elect. 5Kg	0,400	3,77	1,35	
					Suma la partida	8,56
					Costes indirectos 4%	0,34
					TOTAL PARTIDA	8,90

E.5.3 - DEMOL. CUBIERTA PLANA						
Código	Ud	Epígrafe				
E.5.3	m ²	Demolición cubierta plana, incluyendo todos sus componentes, con compresor, incluso limpieza y retirada de escombros a pie de carga, sin transporte a vertedero y con p.p. medios auxiliares				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
O01A060	h.	Peón especializado	0,600	12,91	7,75	
O01A070	h.	Peón ordinario	0,300	12,77	3,83	
M06CM030	h.	Compres. Port. Diésel 5m ³ /min	0,600	3,16	1,90	
M06MR110	h.	Mart. Manual romp. Neum. 22Kg	0,600	1,06	0,64	
					Suma la partida	14,12
					Costes indirectos 4%	0,56
					TOTAL PARTIDA	14,68

E.6. LEVANTADO DE RODAPIES

E.6 - LEVANT. RODAPIES						
Código	Ud	Epígrafe				
E.6	m	Levantado de rodapiés de cualquier tipo, por medios manuales, sin recuperación de material, incluso limpieza y retirada de escombros a pie de carga, sin transporte a vertedero y con p.p. medios auxiliares				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
O01A060	h.	Peón especializado	0,150	12,91	1,94	
					Suma la partida	1,94
					Costes indirectos 4%	0,08
					TOTAL PARTIDA	2,02

E.7. PICADO DE REVESTIMIENTO CONTINUO

E.7.1 – PICADO GUARN. Y ENLUC. YESO						
Código	Ud	Epígrafe				
E.7.1	m ²	Picado de guarnecido y enlucido de yeso en paramentos verticales, con martillo eléctrico, dejando la fábrica al descubierto, incluso limpieza y retirada de escombros a pie de carga, sin transporte a vertedero y con p.p. medios auxiliares				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
O01A070	h.	Peón ordinario	0,400	12,77	5,11	
M06MI010	h.	Mart. Manual picador elect. 5Kg	0,200	3,77	0,67	
					Suma la partida	5,78
					Costes indirectos 4%	0,23
					TOTAL PARTIDA	6,01

E.7.2 - PICADO ENFOSCADO CEMENTO						
Código	Ud	Epígrafe				
E.7.2	m ²	Picado de enfoscado de cemento en paramentos verticales, con martillo eléctrico, dejando la fábrica al descubierto, incluso limpieza y retirada de escombros a pie de carga, sin transporte a vertedero y con p.p. medios auxiliares				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
O01A060	h.	Peón especializado	0,500	12,91	6,46	
M06MI010	h.	Mart. Manual picador elect. 5Kg	0,250	3,77	0,84	
					Suma la partida	7,30
					Costes indirectos 4%	0,29
					TOTAL PARTIDA	7,59

E.8. RETIRADA DE FILM/ENCACHADO DE GRAVA

E.8.1 – RETIDARA FILM POLIET.						
Código	Ud	Epígrafe				
E.8.1	m ²	Retirada de film de polietileno, por medios manuales, incluso limpieza y retirada de escombros a pie de carga, sin transporte a vertedero y con p.p. medios auxiliares				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
O01A070	h.	Peón ordinario	0,100	12,77	1,28	
					Suma la partida	1,28
					Costes indirectos 4%	0,05
					TOTAL PARTIDA	1,33

E.8.2 – RETIRADA ENCACH. GRAVA						
Código	Ud	Epígrafe				
E.8.2	m ³	Retirada de encachado de grava, por medios manuales, incluso limpieza y retirada de escombros a pie de carga, sin transporte a vertedero y con p.p. medios auxiliares				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
O01A070	h.	Peón ordinario	0,800	12,77	10,22	
					Suma la partida	10,22
					Costes indirectos 4%	0,41
					TOTAL PARTIDA	10,63

F. RECONSTRUCCIÓN

F.1. RECONSTRUCCIÓN DE SOLADO

F.1.1 – SOLADO PIEDRA						
Código	Ud	Epígrafe				
F.1.1	m ²	Solado de piedra (granito, mármol...), marca, modelo o similar, cama de arena de río de 2cm. de espesor, recibido con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5R y arena de río 1/6, i/rejuntado con lechada de cemento blanco BL-V 22,5 y limpieza.				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
O01A030	h.	Oficial primera	0,780	13,42	10,47	
O01A050	h.	Ayudante	0,780	13,06	10,19	
O01A070	h.	Peón ordinario	0,220	12,77	2,81	
P02PG020	m ²	Baldosa piedra (Granito, mármol...)	1,100	32,91	36,20	
P01AA030	m ³	Arena de río 0/5mm.	0,021	13,63	0,29	
A01AL090	m ³	LECHADA CEM. BLANCO BL-V 22,5	0,001	154,96	0,15	
P01cc160	t.	Cemento blanco BL-V 22,5 sacos	0,001	257,19	0,26	
A01MA050	m ³	MORTERO CEMENTO M-5	0,030	69,34	2,08	
Suma la partida						
Costes indirectos 4%						2,50
TOTAL PARTIDA						64,95

F.1.2 – SOLADO TERRAZO						
Código	Ud	Epígrafe				
F.1.2	m ²	Solado de terrazo, marca, modelo o similar, cama de arena de río de 2cm. de espesor, recibido con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5R y arena de río 1/6, i/rejuntado con lechada de cemento blanco BL-V 22,5 y limpieza.				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
O01A030	h.	Oficial primera	0,300	13,42	4,03	
O01A050	h.	Ayudante	0,300	13,06	3,92	
O01A070	h.	Peón ordinario	0,180	12,77	2,30	
P08TB080	m ²	Baldosa terrazo	1,060	9,02	9,56	
P01AA030	m ³	Arena de río 0/5mm.	0,021	13,63	0,29	
A01AL090	m ³	LECHADA CEM. BLANCO BL-V 22,5	0,001	154,96	0,15	
P01cc160	t.	Cemento blanco BL-V 22,5 sacos	0,001	257,19	0,26	
A01MA090	m ³	MORTERO CEMENT. M-5 C/ A.MIGA	0,025	69,13	1,73	
Suma la partida						
Costes indirectos 4%						0,89
TOTAL PARTIDA						23,13

F.1.3 – SOLADO CERAM/GRES						
Código	Ud	Epígrafe				
F.1.3	m ²	Solado cerámico o gres, marca, modelo o similar, cama de arena de río de 2cm. de espesor, recibido con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5R y arena de río 1/6, i/rejuntado con lechada de cemento blanco BL-V 22,5 y limpieza.				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
O01A030	h.	Oficial primera	0,300	13,42	4,03	
O01A050	h.	Ayudante	0,300	13,06	3,92	
O01A070	h.	Peón ordinario	0,200	12,77	2,55	
P08EB040	m ²	Baldosa cerámica/gres	1,060	18,04	19,12	
P01AA030	m ³	Arena de río 0/5mm.	0,021	13,63	0,29	
A01AL090	m ³	LECHADA CEM. BLANCO BL-V 22,5	0,001	154,96	0,15	
P01CC160	t.	Cemento blanco BL-V 22,5 sacos	0,001	257,19	0,26	
A01MA050	m ³	MORTERO CEMENTO M-5	0,030	69,34	2,08	
Suma la partida						32,40
Costes indirectos 4%						1,30
TOTAL PARTIDA						33,70

F.1.4 – SOLADO MADERA						
Código	Ud	Epígrafe				
F.1.4	m ²	Solado de madera, marca, modelo o similar, colocado con pegamento, i/solera de mortero de cemento CEM II/B-M 32,5R y arena de río ½ de 5 cm. de espesor, acuchillado, lijado y y tres manos de barniz.				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
O01A030	h.	Oficial primera	0,435	13,42	5,84	
O01A070	h.	Peón ordinario	0,260	12,77	3,32	
E10CCF070	m ²	SOLERA PARA PARQUET M-15	1,000	7,14	7,14	
P08MQ030	m ²	Parqué roble	1,050	14,20	14,91	
P08MA010	kg	Pegamento s/madera	1,100	1,84	2,02	
P24MB060	l.	Barniz poliuretano	0,900	11,38	10,24	
Suma la partida						
Costes indirectos 4%						1,74
TOTAL PARTIDA						45,21

F.2. RECONSTRUCCIÓN DE RODAPIE

F.2.1 – RODAPIÉ PIEDRA						
Código	Ud	Epígrafe				
F.2.1	m	Rodapié de piedra (granito, mármol...), marca, modelo o similar, recibido con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5R y arena de río 1/6, i/ rejuntado con lechada de cemento blanco y limpieza.				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
O01A030	h.	Oficial primera	0,090	13,42	1,21	
O01A070	h.	Peón ordinario	0,090	12,77	1,15	
P08LR020	m	Rodapié piedra (granito, mármol...)	1,060	3,60	3,82	
A01MA050	m ³	MORTERO CEMENTO M-5	0,002	69,34	0,14	
A01AL020	m ³	LECHADA CEM ½ CEM II/B-M 32,5R	0,001	72,45	0,07	
Suma la partida						6,39
Costes indirectos 4%						0,26
TOTAL PARTIDA						6,65

F.2.2 - RODAPIÉ TERRAZO						
Código	Ud	Epígrafe				
F.2.2	m	Rodapié terrazo, marca, modelo o similar, recibido con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5R y arena de río 1/6, i/ rejuntado con lechada de cemento blanco y limpieza.				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
O01A030	h.	Oficial primera	0,090	13,42	1,21	
O01A070	h.	Peón ordinario	0,090	12,77	1,15	
P08TR010	m	Rodapié terrazo	1,060	3,33	3,53	
A01MA090	m ³	MORTERO CEMENT. M-5 C/ A.MIGA	0,001	69,13	0,07	
P01CC160	t.	Cemento blanco BL-V 22,5 sacos	0,001	257,19	0,26	
					Suma la partida	6,22
					Costes indirectos 4%	0,25
					TOTAL PARTIDA	6,47

F.2.3 - RODAPIÉ CERAM/GRES						
Código	Ud	Epígrafe				
F.2.3	m	Rodapié cerámico o gres, marca, modelo o similar, recibido con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5R y arena de río 1/6, i/ rejuntado con lechada de cemento blanco y limpieza.				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
O01A030	h.	Oficial primera	0,070	13,42	0,94	
O01A070	h.	Peón ordinario	0,010	12,77	0,13	
P08GR060	m	Rodapié cerámico/gres	1,060	2,57	2,72	
A01MA050	m ³	MORTERO CEMENTO M-5	0,002	69,34	0,14	
A01AL090	m ³	LECHADA CEM. BLANCO BL-V 22,5	0,001	154,96	0,15	
					Suma la partida	4,08
					Costes indirectos 4%	0,16
					TOTAL PARTIDA	4,24

F.2.4 - RODAPIÉ MADERA						
Código	Ud	Epígrafe				
F.2.4	m	Rodapié de madera, barnizado de fábrica, clavado en paramentos.				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
O01BR160	h.	Ayudante-Carpintero	0,091	12,88	1,17	
P08MR080	m	Rodapié madera	1,05	1,41	1,48	
					Suma la partida	2,65
					Costes indirectos 4%	0,11
					TOTAL PARTIDA	2,76

F.3. RECONSTRUCCIÓN DE ALICATADO

F.3 – ALICATADO CERAM/GRES						
Código	Ud	Epígrafe				
F.3	m ²	Alicatado con azulejo cerámico o gres, marca, modelo o similar, recibido con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5R y arena miga 1/6, i/p.p. de cortes, ingletes, piezas especiales, rejuntado con lechada de cemento blanco y limpieza.				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
O01A030	h.	Oficial primera	0,300	13,42	4,03	
O01A050	h.	Ayudante	0,300	13,06	3,92	
O01A070	h.	Peón ordinario	0,150	12,77	1,92	
P09AC090	m ²	Azulejo cerámico/gres	1,050	9,44	9,91	
A01AL090	m ³	LECHADA CEM. BLANCO BL-V 22,5	0,001	154,96	0,15	
A01MA090	m ³	MORTERO CEMENT. M-5 C/ A.MIGA	0,030	69,13	2,07	
Suma la partida						22,00
Costes indirectos 4%						0,88
TOTAL PARTIDA						22,88

F.4. RECONSTRUCCIÓN DE SOLERA DE HORMIGÓN ARMADO

F.4.1 – SOLERA HORM. ARM. e = 10cm						
Código	Ud	Epígrafe				
F.4.1	m ²	Solera de hormigón armado de 10 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25/B/16/IIa, de central, i/vertido, curado, colocación y armado con # 15x15/6, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado.				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
E04SE070	m ³	HORMIGÓN HA-25/b/16/IIa	0,100	82,07	8,21	
E04AM060	m ²	ME 15x15 A Ø6-6 B500T 6x2,2	1,000	3,80	3,80	
Suma la partida						12,01
Costes indirectos 4%						0,48
TOTAL PARTIDA						12,49

F.4.2 - SOLERA HORM. ARM. e = 15cm						
Código	Ud	Epígrafe				
F.4.2	m ²	Solera de hormigón armado de 15 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25/B/16/IIa, de central, i/vertido, curado, colocación y armado con # 15x15/6, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado.				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
E04SE070	m ³	HORMIGÓN HA-25/b/16/IIa	0,150	82,07	12,31	
E04AM060	m ²	ME 15x15 A Ø6-6 B500T 6x2,2	1,000	3,80	3,80	
Suma la partida						16,11
Costes indirectos 4%						0,64
TOTAL PARTIDA						16,75

F.4.3 - SOLERA HORM. ARM. e = 20cm						
Código	Ud	Epígrafe				
F.4.3	m ²	Solera de hormigón armado de 20 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25/B/16/IIa, de central, i/vertido, curado, colocación y armado con # 15x15/6, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado.				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
E04SE070	m ³	HORMIGÓN HA-25/b/16/IIa	0,200	82,07	16,41	
E04AM060	m ²	ME 15x15 A Ø6-6 B500T 6x2,2	1,000	3,80	3,80	
					Suma la partida	20,21
					Costes indirectos 4%	0,81
					TOTAL PARTIDA	21,02

F.5. RECONSTRUCCIÓN DE REVESTIMIENTO CONTINUO

F.5.1 – GUARN. Y ENLUC. YESO P.VERT.						
Código	Ud	Epígrafe				
F.5.1	m ²	Guarnecido maestreado con yeso negro y enlucido con yeso blanco en paramentos verticales de 15mm. de espesor, con maestras cada 1,50m., incluso formación de rincones, guarniciones de huecos, remates con pavimento, p.p. de guardavivos de plástico y metal.				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
O01A030	h.	Oficial primera	0,320	13,42	4,29	
O01A070	h.	Peón ordinario	0,050	12,77	0,64	
A01AA030	m ²	PASTA DE YESO NEGRO	0,013	81,51	1,06	
A01AA040	m ³	PASTA DE YESO BLANCO	0,003	84,39	0,25	
P04RW060	m	Guardavivos plástico y metal	0,215	0,32	0,07	
					Suma la partida	6,31
					Costes indirectos 4%	0,25
					TOTAL PARTIDA	6,56

F.5.2 – ENFOSC. MORT. CEM. P.VERT.						
Código	Ud	Epígrafe				
F.5.2	m ²	Enfoscado maestreado y fratasado con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de río, en paramentos verticales de 20mm. de espesor, i/regleado, sacado de aristas y rincones.				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
O01A030	h.	Oficial primera	0,460	13,42	6,17	
O01A050	h.	Ayudante	0,230	13,06	3,00	
A01MA020	m ³	MORTERO CEMENTO M-15	0,022	83,91	1,85	
					Suma la partida	11,02
					Costes indirectos 4%	0,44
					TOTAL PARTIDA	11,46

F.5.3 – PINTURA PLAST. LISA MATE BLANCO/COLOR						
Código	Ud	Epígrafe				
F.5.3	m ²	Pintura plástica lisa mate en blanco/color, sobre paramentos verticales, lavable, dos manos, incluso mano de imprimación de fondo, plastecido y mano de acabado.				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
O01BP230	h.	Oficial 1ª Pintor	0,120	14,39	1,73	
O01BP240	h.	Ayudante-Pintor	0,120	13,95	1,67	
P24OF040	kg	Fondo plástico	0,100	1,77	0,18	
P24EI090	kg	Pintura plástica liso mate	0,400	9,97	3,99	
P24WW220	ud	Pequeño material	0,200	1,11	0,22	
Suma la partida						7,79
Costes indirectos 4%						0,31
TOTAL PARTIDA						8,10

F.6. RECONSTRUCCIÓN DE IMPERMEABILIZACIÓN

F.6 – IMPERM. LAM. SINT. P.CLOR. e=1,5mm						
Código	Ud	Epígrafe				
F.6	m ²	Impermeabilización con lámina sintética de polietileno clorado, con armaduras de poliéster de alta densidad y espesor de 1,5mm., soldada con soplete.				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
O01A030	h.	Oficial primera	0,180	13,42	2,42	
O01A050	h.	Ayudante	0,180	13,06	2,35	
P06SL010	m ²	Lám. PE. Armd. FV e=1,5mm.	1,100	7,99	8,79	
Suma la partida						13,56
Costes indirectos 4%						0,54
TOTAL PARTIDA						14,10

F.7. RECONSTRUCCIÓN DE ENCUENTRO DE TUBO DE PVC CON CUBIERTA

F.7 – ENC. TUBO-FALDÓN MEMBR. IMP. e=1,35mm						
Código	Ud	Epígrafe				
F.7	ud	Encuentro de tubo de PVC de 125mm. con cubierta, mediante membrana impermeabilizante de caucho sintético EPDM, de 1,35mm. de espesor. La membrana se fija al soporte mediante adhesivo de contacto, apta para intemperie.				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
O01A030	h.	Oficial primera	0,160	13,42	2,15	
O01A050	h.	Ayudante	0,160	13,06	2,09	
P06SL200	m ²	Lám. EPDM 1,35mm espesor	0,400	9,21	3,68	
P06SI110	kg	Adhesivo contacto base neopreno	0,440	8,05	3,54	
Suma la partida						11,46
Costes indirectos 4%						0,46
TOTAL PARTIDA						11,92

G. GESTIÓN DE RESIDUOS

G.1. RETIRADA DE TIERRAS

G.1 – RETIRADA TIERRAS A VERT.						
Código	Ud	Epígrafe				
G.1	m ³	Retirada de tierras a vertedero autorizado situado a una distancia máxima de 10 Km, formada por: carga a mano, transporte, descarga y canon de vertido				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
M07CB010	h.	Camión basculante 4x2 10t.	0,200	25,07	5,01	
M07N160	m ³	Canon gestión de tierras	1,000	2,43	2,43	
Suma la partida						7,44
Costes indirectos 4%						0,30
TOTAL PARTIDA						7,74

G.2. RETIRADA DE RESIDUOS ÁRIDOS Y PIEDRAS

G.2 – RETIRADA RESID. ARIDO/PIEDRA						
Código	Ud	Epígrafe				
G.2	m ³	Retirada de residuos de áridos y piedras a planta de valorización situada a una distancia máxima de 10 Km, formada por: selección, carga a mano, transporte a planta, descarga y canon de gestión.				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
M07CB010	h.	Camión basculante 4x2 10t.	0,200	25,07	5,01	
M07N120	m ³	Canon gestión de residuos pétreos	1,000	9,70	9,70	
Suma la partida						14,71
Costes indirectos 4%						0,59
TOTAL PARTIDA						15,30

H. SEGURIDAD Y SALUD

H.1. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

H.1.1 – CASCO DE SEGURIDAD						
Código	Ud	Epígrafe				
H.1.1	ud	Casco de seguridad con arnés de adaptación, homologado. Certificado CE según R.D. 773/97.				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
P31IA010	ud	Casco seguridad homologado	1,000	2,41	2,41	
Suma la partida						2,41
Costes indirectos 4%						0,09
TOTAL PARTIDA						2,50

H.1.2 – GAFAS CONTRA IMPACTOS						
Código	Ud	Epígrafe				
H.1.2	ud	Gafas protectoras contra impactos, homologadas, (amortizables en 3 usos). Certificado CE según R.D. 773/97.				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
P31IA120	ud	Gafas protectoras homologadas	0,333	2,41	0,80	
					Suma la partida	0,80
					Costes indirectos 4%	0,03
					TOTAL PARTIDA	0,83

H.1.3 – CASCOS PROTECTORES AUDITIVOS						
Código	Ud	Epígrafe				
H.1.3	ud	Protectores auditivos con arnés a la nuca, (amortizables en 3 usos). Certificado CE según R.D. 773/97.				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
P31IA200	ud	Cascos protectores auditivos	0,333	7,21	2,40	
					Suma la partida	2,40
					Costes indirectos 4%	0,09
					TOTAL PARTIDA	2,49

H.1.4 – MONO DE TRABAJO						
Código	Ud	Epígrafe				
H.1.4	ud	Mono de trabajo de una pieza de poliéster-algodón. Amortizable en un uso. Certificado CE según R.D. 773/97.				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
P31IC090	ud	Mono de trabajo poliéster-algod.	1,00	13,22	13,22	
					Suma la partida	13,22
					Costes indirectos 4%	0,53
					TOTAL PARTIDA	13,75

H.1.5 – PAR DE GUANTES DE USO GENERAL						
Código	Ud	Epígrafe				
H.1.5	ud	Par de guantes de uso general de lona y serraje. Certificado CE según R.D. 773/97.				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
P31IM030	ud	Par guantes uso general serraje	1,00	1,20	1,20	
					Suma la partida	1,20
					Costes indirectos 4%	0,05
					TOTAL PARTIDA	1,25

H.1.6 – PAR DE BOTAS CON PUNTERA DE METAL						
Código	Ud	Epígrafe				
H.1.6	ud	Par de botas de seguridad con puntera metálica para refuerzo y plantillas de acero flexibles, para riesgos de perforación, (amortizables en 3 usos). Certificado CE según R.D. 773/97.				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
P31IP020	ud	Par botas c/puntera/plant. metal	0,333	21,63	7,20	
					Suma la partida	7,20
					Costes indirectos 4%	0,29
					TOTAL PARTIDA	7,49

H.1.7 – ARNÉS AMARRE DORSAL + CINTA SUBGLÚTEA						
Código	Ud	Epígrafe				
H.1.7	ud	Arnés básico de seguridad amarre dorsal con anilla, regulación en piernas, fabricado con cinta de nylon de 45 mm. y elementos metálicos de acero inoxidable, amortizable en 5 obras. Certificado CE Norma EN 361, según R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
P31IS020	ud	Arnés amarre dorsal + cinta subglút.	0,200	30,62	6,12	
					Suma la partida	6,12
					Costes indirectos 4%	0,24
					TOTAL PARTIDA	6,36

H.1.8 – LÍNEA HORIZONTAL DE SEGURIDAD						
Código	Ud	Epígrafe				
H.1.8	m	Línea horizontal de seguridad para anclaje y desplazamiento de cinturones de seguridad con cuerda para dispositivo anticaída, D=14 mm., y anclaje autoblocante de fijación de mosquetones de los cinturones, i/desmontaje.				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
O01A030	h.	Oficial primera	0,100	13,42	1,34	
O01A070	h.	Peón ordinario	0,100	12,77	1,28	
P31IS470	Ud	Disp. ant. tb. vert/hor. +esl .90cm.	0,07	121,86	8,53	
P31IS600	m	Cuerda nylon 14 mm.	1,05	1,97	2,07	
					Suma la partida	13,22
					Costes indirectos 4%	0,53
					TOTAL PARTIDA	13,75

H.2. PROTECCIONES COLECTIVAS

H.2.1 – TAPA PROVISIONAL DE ARQUETA 1,20 X 1,20 m.						
Código	Ud	Epígrafe				
H.2.1	ud	Tapa provisional para arquetas de 1,20 x 1,20 m., formada mediante tablonces de madera de 20x5cm. armados mediante clavazón, incluso colocación, (amortizable en dos usos).				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
O01A070	h.	Peón ordinario	0,200	12,77	2,55	
P31CA040	Ud	Tapa prov. arqueta 1,20 x 1,20m.	0,500	58,27	29,14	
P01DW020	ud	Pequeño material	1,000	0,85	0,85	
					Suma la partida	32,54
					Costes indirectos 4%	1,30
					TOTAL PARTIDA	33,84

H.2.2 – ALQ. E INST. ANDAMIO METÁLICO TUBULAR h<12m.						
Código	Ud	Epígrafe				
H.2.2	m ²	Alquiler mensual, montaje y desmontaje de andamio metálico tubular de acero de 3,25 mm. de espesor de pared tipo europeo, galvanizado en caliente, con doble barandilla quitamiedos de seguridad, rodapié perimetral, plataformas de acero y escalera de acceso tipo barco, para alturas menores de 12m., incluso p.p. de arriostramiento a fachadas y colocación de mallas protectoras, y p.p. de medios auxiliares y trabajos previos de limpieza para apoyos. Según normativa CE y R.D. 2177/2004 y R.D. 1627/1997.				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
M12AA680	d.	m ² alq. Andamio acero galvanizado	30,000	0,05	1,50	
M12AA640	m ²	Mon. y desm. and. Europeo h<12m	1,000	6,20	6,20	
M12AA690	d.	m ² alq. Red mosquitera andamios	30,000	0,01	0,30	
M12AA700	m ²	Mon. y desm. red andamios	1,000	1,08	1,08	
					Suma la partida	9,08
					Costes indirectos 4%	0,36
					TOTAL PARTIDA	9,44

H.3. MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS

H.3 – BOTIQUÍN DE URGENCIA						
Código	Ud	Epígrafe				
H.3	ud	Botiquín de urgencia para obra con contenidos mínimos obligatorios, colocado.				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
O01A070	h.	Peón ordinario	0,100	12,77	1,28	
P31BM110	ud	Botiquín de urgencias	1,000	96,66	96,66	
					Suma la partida	97,94
					Costes indirectos 4%	3,92
					TOTAL PARTIDA	101,86

H.4. SEÑALIZACIÓN

H.4 – PLACA SEÑALIZACIÓN - INFORMACIÓN						
Código	Ud	Epígrafe				
H.4	ud	Placa señalización – información de riesgo de PVC serigrafiado de 50 x 30 cm., fijada mecánicamente, amortizable en 3 usos, incluso colocación y desmontaje según R.D. 485/97.				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
O01A070	h.	Peón ordinario	0,150	12,77	1,92	
P31SV120	ud	Placa informativa PVC 50x30	0,333	6,25	2,08	
					Suma la partida	4,00
					Costes indirectos 4%	0,16
					TOTAL PARTIDA	4,16

I. CONTROL DE CALIDAD

I.1 – ENSAYO ESTANQ. AIRE TUBO PVC						
Código	Ud	Epígrafe				
I.1	ud	Ensayo para comprobación de la estanqueidad al aire de todos los tubos de PVC.				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
P32EA110	ud	Estanq. de tub. de PVC (p. + equip.)	1,000	143,71	143,71	
					Suma la partida	143,71
					Costes indirectos 4%	5,75
					TOTAL PARTIDA	149,46

I.2 – ENSAYO ESTANQ. AGUA TUBO-CUBIERTA						
Código	Ud	Epígrafe				
I.2	ud	Ensayo de estanqueidad al agua de todos los encuentros de tubos de PVC con la cubierta, mediante regado con aspersores durante un periodo mínimo de 6 horas del 100% de los encuentros, comprobando filtraciones al interior durante las 48 horas siguientes.				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
O01BV520	h.	E. técn. lab. (personal + equipos)	2,000	63,01	126,02	
					Suma la partida	126,02
					Costes indirectos 4%	5,04
					TOTAL PARTIDA	131,06

I.3 – ENSAYO COMPR. CONT. Y UNIF. MEMBR.						
Código	Ud	Epígrafe				
I.3	ud	Ensayo de comprobación de continuidad y uniformidad de la membrana elastomérica en toda su superficie.				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Subtotal	Importe
P32EA230	ud	Cont. y unif. m. elast. (p. + equip.)	1,000	82,53	82,53	
					Suma la partida	82,53
					Costes indirectos 4%	3,30
					TOTAL PARTIDA	85,83

**ANEXO VI – PRESUPUESTOS DE EJECUCIÓN MATERIAL (PEM) DE
LAS MEDIDAS DE PROTECCIÓN FRENTE AL RADÓN**

En este Anexo, se realizan los Presupuestos de Ejecución Material (PEM), de las medidas de protección frente al radón elegidas para desarrollar en esta tesis (apartado 6.1 de la tesis), formado a partir de las unidades de obra descritas en el apartado 6.2.1. de la tesis, cuyos precios unitarios descompuestos, precios complejos descompuestos y precios complejos se detallan en el Anexo V, para las viviendas elegidas (apartado 6.2.2. de la tesis), considerando dos supuestos: que las viviendas se ejecutan en simultaneo con la medida de protección, y que se ejecutan sobre las viviendas ya construidas.

Las medidas de protección frente al radón cuyo PEM se va a desarrollar, son:

- Extracción natural por arquetas enterradas interiores.
- Extracción forzada por arquetas enterradas interiores.
- Presurización forzada por arquetas enterradas interiores.
- Extracción forzada por arquetas enterradas exteriores.
- Membrana elastomérica como barrera anti radón.

A efectos del PEM, las medidas de protección de extracción forzada y de presurización forzada por arquetas enterradas interiores, son iguales, puesto que, la única diferencia es el sentido de colocación del extractor mecánico.

Las viviendas elegidas para realizar el PEM de las medidas de protección, son las identificadas como:


- Vivienda 3 – Piornal.
- Vivienda 2 – El Torno
- Vivienda 3 – El Torno.
- Vivienda 3 – Rebollar.
- Vivienda 3 – Cabezuela del Valle.
- Vivienda 2 – Tornavacas.
- Vivienda 3 – Tornavacas.

Las características constructivas, dimensiones, materiales, etc., de estas viviendas, se detalla en el Anexo IV.

La efectividad indicada en la tesis de Borja Frutos (Frutos, 2009), para las diferentes medidas de protección, está probada en un módulo de 25m² de superficie construida en planta baja. Por lo tanto, para que la efectividad teórica de las medidas no disminuya, se aplicará en los diferentes supuestos de manera proporcional, de tal forma que, si para 25m², se utilizó una arqueta de captación, para 63m² se utilizarán tres.

1. PEM DE LAS MEDIDAS DE PROTECCIÓN FRENTE AL RADÓN DE LA VIVIENDA 3 DE PIORNAL

Identificación de la vivienda 3 - Piornal

	Vivienda 3 Piornal	
	Datos de interés	
	Población	Piornal
	Año de construcción	2009
	Uso de la zona a actuar	Garaje
	Superficie de actuación	70,15m ²
Nº de plantas	3 sobre rasante	

PEM – Extracción natural por arquetas enterradas interiores – vivienda nueva

Extracción natural por arquetas enterradas interiores – vivienda nueva					
Cod.	Ud.	Resumen	Cantidad	Precio	Total €
A.1.2.1	ud	ARQ.CAPT. SUMP MEC/T.COMPT./VOL≤0,500 m ³	3	144,15	432,45
B.1.3	m.	COND. PVC 125mm INT. 3 PASOS FORJ.	33,48	33,59	1124,59
B.2	m ²	EMPARCHADO CONDUCTO PVC	20,08	13,05	262,04
C.1.1	ud	REMATE CHAPA GALV. D=15cm	3	27,49	82,47
G.1	m ³	RETIRADA TIERRAS A VERT.	1,698	7,74	13,14
H.1.1	ud	CASCO DE SEGURIDAD	4	2,50	10,00
H.1.4	ud	MONO DE TRABAJO	4	13,75	55,00
H.1.5	ud	PAR DE GUANTES DE USO GENERAL	4	1,25	5,00
H.1.6	ud	PAR DE BOTAS CON PUNTERA DE METAL	4	7,49	29,96
H.1.7	ud	ARNÉS AMARRE DORSAL + CINTA SUBGLÚTEA	1	6,36	6,36
H.1.8	m	LÍNEA HORIZONTAL DE SEGURIDAD	2	13,75	27,50
H.2.1	ud	TAPA PROVISIONAL DE ARQUETA 1,20 X 1,20 m.	3	33,84	101,52
H.2.2	ud	ALQ. E INST. ANDAMIO MET. TUBULAR h<12m.	22,32	9,44	210,70
H.3	ud	BOTIQUÍN DE URGENCIA	1	101,86	101,86
H.4	ud	PLACA SEÑALIZACIÓN - INFORMACIÓN	1	4,16	4,16
I.1	ud	ENSAYO ESTANQ. AIRE TUBO PVC	1	149,46	149,46
I.2	ud	ENSAYO ESTANQ. AGUA TUBO-CUBIERTA	1	131,06	131,06
PEM TOTAL					2747,27

PEM – Extracción natural por arquetas enterradas interiores – vivienda existente

Extracción natural por arquetas enterradas interiores – vivienda existente					
Cod.	Ud.	Resumen	Cantidad	Precio	Total €
E.1.3	m ²	DEMOL. PAVIM. CERAM/GRES	14,38	2,11	30,34
E.3.1	m ²	DEMOL. SOLERA HORM. e≤15cm.	14,38	7,54	108,42
E.8.1	m ²	RETIDARA FILM POLIET.	4,24	1,33	5,64
E.8.2	m ³	RETIRADA ENCACH. GRAVA	0,849	10,63	9,02
E.4	m ²	DEMOL. ENTREVIG. FORJADO	0,36	6,44	2,32
E.5.1	m ²	DEMOL. FALDÓN TEJA CURVA	0,12	9,77	1,17
A.1.2.1	ud	ARQ.CAPT. SUMP MEC/T.COMPT./VOL≤0,500 m ³	3	144,15	432,45
B.1.3	m.	COND. PVC 125mm INT. 3 PASOS FORJ.	33,48	33,59	1124,59
B.2	m ²	EMPARCHADO CONDUCTO PVC	20,08	13,05	262,04
C.1.1	ud	REMATE CHAPA GALV. D=15cm	3	27,49	82,47
F.3	m ²	ALICATADO CERAM/GRES	4,38	22,88	100,21
F.5.1	m ²	GUARN. Y ENLUC. YESO P.VERT	19,97	6,56	131,00
F.5.3	m ²	PINTURA PLAST. LISA MATE BLANCO/COLOR	19,97	8,10	161,75
F.6	m ²	IMPERM. LAM. SINT. P.CLOR. e=1,5mm	14,38	14,10	202,75

Extracción natural por arquetas enterradas interiores – vivienda existente (Continuación)					
Cod.	Ud.	Resumen	Cantidad	Precio	Total €
F.4.2	m ²	SOLERA HORM. ARM. e = 15cm	14,38	16,75	240,86
F.1.3	m ²	SOLADO CERAM/GRES	14,38	33,70	484,60
F.7	ud	ENC. TUBO-FALDÓN MEMBR. IMP. e=1,35mm	3	11,92	35,76
G.1	m ³	RETIRADA TIERRAS A VERT.	1,698	7,74	13,14
G.2	m ³	RETIRADA RESID. ARIDO/PIEDRA	6,004	15,30	91,86
H.1.1	ud	CASCO DE SEGURIDAD	7	2,50	17,50
H.1.2	ud	GAFAS CONTRA IMPACTOS	3	0,83	2,49
H.1.3	ud	CASCOS PROTECTORES AUDITIVOS	3	2,49	7,47
H.1.4	ud	MONO DE TRABAJO	7	13,75	96,25
H.1.5	ud	PAR DE GUANTES DE USO GENERAL	7	1,25	8,75
H.1.6	ud	PAR DE BOTAS CON PUNTERA DE METAL	7	7,49	52,43
H.1.7	ud	ARNÉS AMARRE DORSAL + CINTA SUBGLÚTEA	1	6,36	6,36
H.1.8	m	LÍNEA HORIZONTAL DE SEGURIDAD	2	13,75	27,50
H.2.1	ud	TAPA PROVISIONAL DE ARQUETA 1,20 X 1,20 m.	3	33,84	101,52
H.2.2	ud	ALQ. E INST. ANDAMIO MET. TUBULAR h<12m.	22,32	9,44	210,70
H.3	ud	BOTIQUÍN DE URGENCIA	1	101,86	101,86
H.4	ud	PLACA SEÑALIZACIÓN - INFORMACIÓN	1	4,16	4,16
I.1	ud	ENSAYO ESTANQ. AIRE TUBO PVC	1	149,46	149,46
I.2	ud	ENSAYO ESTANQ. AGUA TUBO-CUBIERTA	1	131,06	131,06
				PEM TOTAL	4437,90

PEM – Extracción/presurización forzada por arquetas enterradas interiores – vivienda nueva

Extracción/presurización forzada por arquetas enterradas interiores – vivienda nueva					
Cod.	Ud.	Resumen	Cantidad	Precio	Total €
A.1.2.1	ud	ARQ.CAPT. SUMP MEC/T.COMPT./VOL≤0,500 m ³	3	144,15	432,45
B.1.3	m.	COND. PVC 125mm INT. 3 PASOS FORJ.	33,48	33,59	1124,59
B.2	m ²	EMPARCHADO CONDUCTO PVC	20,08	13,05	262,04
C.1.2	ud	ASPIR. ESTATICO ACERO D=15cm	3	94,60	283,80
C.2.1	ud	EXTR. H.CENTRIF. 80W	3	90,55	271,65
G.1	m ³	RETIRADA TIERRAS A VERT.	1,698	7,74	13,14
H.1.1	ud	CASCO DE SEGURIDAD	4	2,50	10,00
H.1.4	ud	MONO DE TRABAJO	4	13,75	55,00
H.1.5	ud	PAR DE GUANTES DE USO GENERAL	4	1,25	5,00
H.1.6	ud	PAR DE BOTAS CON PUNTERA DE METAL	4	7,49	29,96
H.1.7	ud	ARNÉS AMARRE DORSAL + CINTA SUBGLÚTEA	1	6,36	6,36
H.1.8	m	LÍNEA HORIZONTAL DE SEGURIDAD	2	13,75	27,50
H.2.1	ud	TAPA PROVISIONAL DE ARQUETA 1,20 X 1,20 m.	3	33,84	101,52
H.2.2	ud	ALQ. E INST. ANDAMIO MET. TUBULAR h<12m.	22,32	9,44	210,70
H.3	ud	BOTIQUÍN DE URGENCIA	1	101,86	101,86
H.4	ud	PLACA SEÑALIZACIÓN - INFORMACIÓN	1	4,16	4,16
I.1	ud	ENSAYO ESTANQ. AIRE TUBO PVC	1	149,46	149,46
I.2	ud	ENSAYO ESTANQ. AGUA TUBO-CUBIERTA	1	131,06	131,06
				PEM TOTAL	3220,25

PEM – Extracción/presurización forzada por arquetas enterradas interiores – vivienda existente

Extracción/presurización forzada por arquetas enterradas interiores – vivienda existente					
Cod.	Ud.	Resumen	Cantidad	Precio	Total €
E.1.3	m ²	DEMOL. PAVIM. CERAM/GRES	14,38	2,11	30,34
E.3.1	m ²	DEMOL. SOLERA HORM. e≤15cm.	14,38	7,54	108,42
E.8.1	m ²	RETIDARA FILM POLIET.	4,24	1,33	5,64
E.8.2	m ³	RETIRADA ENCACH. GRAVA	0,849	10,63	9,02
E.4	m ²	DEMOL. ENTREVIG. FORJADO	0,36	6,44	2,32
E.5.1	m ²	DEMOL. FALDÓN TEJA CURVA	0,12	9,77	1,17
A.1.2.1	ud	ARQ.CAPT. SUMP MEC/T.COMPT./VOL≤0,500 m ³	3	144,15	432,45
B.1.3	m.	COND. PVC 125mm INT. 3 PASOS FORJ.	33,48	33,59	1124,59
B.2	m ²	EMPARCHADO CONDUCTO PVC	20,08	13,05	262,04
C.1.2	ud	ASPIR. ESTATICO ACERO D=15cm	3	94,60	283,80
C.2.2	ud	EXTR. H.CENTRIF. 80W/MEC. ELECTR.	3	177,58	532,74
F.6	m ²	IMPERM. LAM. SINT. P.CLOR. e=1,5mm	14,38	14,10	202,75
F.4.2	m ²	SOLERA HORM. ARM. e = 15cm	14,38	16,75	240,86
F.1.3	m ²	SOLADO CERAM/GRES	14,38	33,70	484,60
F.3	m ²	ALICATADO CERAM/GRES	4,38	22,88	100,21
F.5.1	m ²	GUARN. Y ENLUC. YESO P.VERT	19,97	6,56	131,00
F.5.3	m ²	PINTURA PLAST. LISA MATE BLANCO/COLOR	19,97	8,10	161,75
F.7	ud	ENC. TUBO-FALDÓN MEMBR. IMP. e=1,35mm	3	11,92	35,76
G.1	m ³	RETIRADA TIERRAS A VERT.	1,698	7,74	13,14
G.2	m ³	RETIRADA RESID. ARIDO/PIEDRA	6,004	15,30	91,86
H.1.1	ud	CASCO DE SEGURIDAD	7	2,50	17,50
H.1.2	ud	GAFAS CONTRA IMPACTOS	3	0,83	2,49
H.1.3	ud	CASCOS PROTECTORES AUDITIVOS	3	2,49	7,47
H.1.4	ud	MONO DE TRABAJO	7	13,75	96,25
H.1.5	ud	PAR DE GUANTES DE USO GENERAL	7	1,25	8,75
H.1.6	ud	PAR DE BOTAS CON PUNTERA DE METAL	7	7,49	52,43
H.1.7	ud	ARNÉS AMARRE DORSAL + CINTA SUBGLÚTEA	1	6,36	6,36
H.1.8	m	LÍNEA HORIZONTAL DE SEGURIDAD	2	13,75	27,50
H.2.1	ud	TAPA PROVISIONAL DE ARQUETA 1,20 X 1,20 m.	3	33,84	101,52
H.2.2	ud	ALQ. E INST. ANDAMIO MET. TUBULAR h<12m.	22,32	9,44	210,70
H.3	ud	BOTIQUÍN DE URGENCIA	1	101,86	101,86
H.4	ud	PLACA SEÑALIZACIÓN - INFORMACIÓN	1	4,16	4,16
I.1	ud	ENSAYO ESTANQ. AIRE TUBO PVC	1	149,46	149,46
I.2	ud	ENSAYO ESTANQ. AGUA TUBO-CUBIERTA	1	131,06	131,06
				PEM TOTAL	5171,97

PEM – Extracción forzada por arquetas enterradas exteriores – vivienda nueva

Extracción forzada por arquetas enterradas exteriores – vivienda nueva					
Cod.	Ud.	Resumen	Cantidad	Precio	Total €
A.1.2.2	ud	ARQ.CAPT. SUMP MEC/T.COMPT./VOL>0,500 m ³	3	147,93	443,79
B.1.7	m.	COND. PVC 125mm EXT. 3 PASOS FORJ.	33,48	24,58	822,93
C.1.2	ud	ASPIR. ESTATICO ACERO D=15cm	3	94,60	283,80
C.2.1	ud	EXTR. H.CENTRIF. 80W	3	90,55	271,65
G.1	m ³	RETIRADA TIERRAS A VERT.	2,760	7,74	21,36
H.1.1	ud	CASCO DE SEGURIDAD	4	2,50	10,00
H.1.4	ud	MONO DE TRABAJO	4	13,75	55,00
H.1.5	ud	PAR DE GUANTES DE USO GENERAL	4	1,25	5,00
H.1.6	ud	PAR DE BOTAS CON PUNTERA DE METAL	4	7,49	29,96
H.1.7	ud	ARNÉS AMARRE DORSAL + CINTA SUBGLÚTEA	1	6,36	6,36
H.1.8	m	LÍNEA HORIZONTAL DE SEGURIDAD	2	13,75	27,50
H.2.1	ud	TAPA PROVISIONAL DE ARQUETA 1,20 X 1,20 m.	3	33,84	101,52
H.2.2	ud	ALQ. E INST. ANDAMIO MET. TUBULAR h<12m.	22,32	9,44	210,70
H.3	ud	BOTIQUÍN DE URGENCIA	1	101,86	101,86
H.4	ud	PLACA SEÑALIZACIÓN - INFORMACIÓN	1	4,16	4,16
I.1	ud	ENSAYO ESTANQ. AIRE TUBO PVC	1	149,46	149,46
I.2	ud	ENSAYO ESTANQ. AGUA TUBO-CUBIERTA	1	131,06	131,06
				PEM TOTAL	2676,11

PEM – Extracción forzada por arquetas enterradas exteriores – vivienda existente

Extracción/presurización forzada por arquetas enterradas interiores – vivienda existente					
Cod.	Ud.	Resumen	Cantidad	Precio	Total €
E.3.1	m ²	DEMOL. SOLERA HORM. e≤15cm.	14,38	7,54	108,42
A.1.2.2	ud	ARQ.CAPT. SUMP MEC/T.COMPT./VOL>0,500 m ³	3	147,93	443,79
B.1.7	m.	COND. PVC 125mm EXT. 3 PASOS FORJ.	33,48	24,58	822,93
C.1.2	ud	ASPIR. ESTATICO ACERO D=15cm	3	94,60	283,80
C.2.2	ud	EXTR. H.CENTRIF. 80W/MEC. ELECTR.	3	177,58	532,74
F.4.2	m ²	SOLERA HORM. ARM. e = 15cm	14,38	16,75	240,86
G.1	m ³	RETIRADA TIERRAS A VERT.	2,760	7,74	21,36
G.2	m ³	RETIRADA RESID. ARIDO/PIEDRA	3,020	15,30	46,20
H.1.1	ud	CASCO DE SEGURIDAD	5	2,50	12,50
H.1.2	ud	GAFAS CONTRA IMPACTOS	2	0,83	1,66
H.1.3	ud	CASCOS PROTECTORES AUDITIVOS	2	2,49	4,98
H.1.4	ud	MONO DE TRABAJO	5	13,75	68,75
H.1.5	ud	PAR DE GUANTES DE USO GENERAL	5	1,25	6,25
H.1.6	ud	PAR DE BOTAS CON PUNTERA DE METAL	5	7,49	37,45
H.1.7	ud	ARNÉS AMARRE DORSAL + CINTA SUBGLÚTEA	1	6,36	6,36
H.1.8	m	LÍNEA HORIZONTAL DE SEGURIDAD	2	13,75	27,50
H.2.1	ud	TAPA PROVISIONAL DE ARQUETA 1,20 X 1,20 m.	3	33,84	101,52
H.2.2	ud	ALQ. E INST. ANDAMIO MET. TUBULAR h<12m.	22,32	9,44	210,70
H.3	ud	BOTIQUÍN DE URGENCIA	1	101,86	101,86
H.4	ud	PLACA SEÑALIZACIÓN - INFORMACIÓN	1	4,16	4,16
I.1	ud	ENSAYO ESTANQ. AIRE TUBO PVC	1	149,46	149,46
I.2	ud	ENSAYO ESTANQ. AGUA TUBO-CUBIERTA	1	131,06	131,06
				PEM TOTAL	3364,31

PEM – Membrana elastomérica como barrera anti radón – vivienda nueva


Membrana elastomérica como barrera anti radón – vivienda nueva					
Cod.	Ud.	Resumen	Cantidad	Precio	Total €
D	m ²	MEMBR. ELASTOMÉRICA 3mm.	77,88	29,08	2264,75
H.1.1	ud	CASCO DE SEGURIDAD	2	2,50	5,00
H.1.2	ud	GAFAS CONTRA IMPACTOS	2	0,83	1,66
H.1.4	ud	MONO DE TRABAJO	2	13,75	27,50
H.1.5	ud	PAR DE GUANTES DE USO GENERAL	2	1,25	2,50
H.1.6	ud	PAR DE BOTAS CON PUNTERA DE METAL	2	7,49	14,98
H.3	ud	BOTIQUÍN DE URGENCIA	1	101,86	101,86
H.4	ud	PLACA SEÑALIZACIÓN - INFORMACIÓN	1	4,16	4,16
I.3	ud	ENSAYO COMPR. CONT Y UNIF. MENBR.	1	85,83	85,83
PEM TOTAL					2508,24

PEM – Membrana elastomérica como barrera anti radón – vivienda existente

Membrana elastomérica como barrera anti radón – vivienda existente					
Cod.	Ud.	Resumen	Cantidad	Precio	Total €
E.1.3	m ²	DEMOL. PAVIM. CERAM/GRES	70,15	2,11	148,01
E.2	m ²	DEMOL. ALICAT. PIEDRA NAT. O ART.	7,73	5,12	39,57
D	m ²	MEMBR. ELASTOMÉRICA 3mm.	77,88	29,08	2264,75
F.1.3	m ²	SOLADO CERAM/GRES	70,15	33,70	2364,05
F.3	m ²	ALICATADO CERAM/GRES	7,73	22,88	176,86
G.2	m ³	RETIRADA RESID. ARIDO/PIEDRA	8,181	15,30	125,16
H.1.1	ud	CASCO DE SEGURIDAD	4	2,50	10,00
H.1.2	ud	GAFAS CONTRA IMPACTOS	2	0,83	1,66
H.1.3	ud	CASCOS PROTECTORES AUDITIVOS	2	2,49	4,98
H.1.4	ud	MONO DE TRABAJO	4	13,75	55,00
H.1.5	ud	PAR DE GUANTES DE USO GENERAL	4	1,25	5,00
H.1.6	ud	PAR DE BOTAS CON PUNTERA DE METAL	4	7,49	29,96
H.3	ud	BOTIQUÍN DE URGENCIA	1	101,86	101,86
H.4	ud	PLACA SEÑALIZACIÓN - INFORMACIÓN	1	4,16	4,16
I.3	ud	ENSAYO COMPR. CONT Y UNIF. MENBR.	1	85,83	85,83
PEM TOTAL					5416,85

2. PEM DE LAS MEDIDAS DE PROTECCIÓN FRENTE AL RADÓN DE LA VIVIENDA 2 DEL TORNO

Identificación de la vivienda 2 – El Torno

	Vivienda 2 El Torno	
	Datos de interés	
	Población	El Torno
	Año de construcción	1997
	Uso de la zona a actuar	Garaje
	Superficie de actuación	56,55m ²
Nº de plantas	3 sobre rasante	

PEM – Extracción natural por arquetas enterradas interiores – vivienda nueva

Extracción natural por arquetas enterradas interiores – vivienda nueva					
Cod.	Ud.	Resumen	Cantidad	Precio	Total €
A.1.2.1	ud	ARQ.CAPT. SUMP MEC/T.COMPT./VOL≤0,500 m ³	3	144,15	432,45
B.1.3	m.	COND. PVC 125mm INT. 3 PASOS FORJ.	32,25	33,59	1083,27
B.2	m ²	EMPARCHADO CONDUCTO PVC	18,64	13,05	243,25
C.1.1	ud	REMATE CHAPA GALV. D=15cm	3	27,49	82,47
G.1	m ³	RETIRADA TIERRAS A VERT.	1,698	7,74	13,14
H.1.1	ud	CASCO DE SEGURIDAD	4	2,50	10,00
H.1.4	ud	MONO DE TRABAJO	4	13,75	55,00
H.1.5	ud	PAR DE GUANTES DE USO GENERAL	4	1,25	5,00
H.1.6	ud	PAR DE BOTAS CON PUNTERA DE METAL	4	7,49	29,96
H.1.7	ud	ARNÉS AMARRE DORSAL + CINTA SUBGLÚTEA	1	6,36	6,36
H.1.8	m	LÍNEA HORIZONTAL DE SEGURIDAD	2	13,75	27,50
H.2.1	ud	TAPA PROVISIONAL DE ARQUETA 1,20 X 1,20 m.	3	33,84	101,52
H.2.2	ud	ALQ. E INST. ANDAMIO MET. TUBULAR h<12m.	21,50	9,44	202,96
H.3	ud	BOTIQUÍN DE URGENCIA	1	101,86	101,86
H.4	ud	PLACA SEÑALIZACIÓN - INFORMACIÓN	1	4,16	4,16
I.1	ud	ENSAYO ESTANQ. AIRE TUBO PVC	1	149,46	149,46
I.2	ud	ENSAYO ESTANQ. AGUA TUBO-CUBIERTA	1	131,06	131,06
PEM TOTAL					2679,42

PEM – Extracción natural por arquetas enterradas interiores – vivienda existente

Extracción natural por arquetas enterradas interiores – vivienda existente					
Cod.	Ud.	Resumen	Cantidad	Precio	Total €
E.1.3	m ²	DEMOL. PAVIM. CERAM/GRES	14,38	2,11	30,34
E.3.1	m ²	DEMOL. SOLERA HORM. e≤15cm.	14,38	7,54	108,42
E.8.1	m ²	RETIDARA FILM POLIET.	4,24	1,33	5,64
E.8.2	m ³	RETIRADA ENCAJ. GRAVA	0,849	10,63	9,02
E.4	m ²	DEMOL. ENTREVIG. FORJADO	0,36	6,44	2,32
E.5.1	m ²	DEMOL. FALDÓN TEJA CURVA	0,12	9,77	1,17
A.1.2.1	ud	ARQ.CAPT. SUMP MEC/T.COMPT./VOL≤0,500 m ³	3	144,15	432,45
B.1.3	m.	COND. PVC 125mm INT. 3 PASOS FORJ.	32,25	33,59	1083,27
B.2	m ²	EMPARCHADO CONDUCTO PVC	18,64	13,05	243,25
C.1.1	ud	REMATE CHAPA GALV. D=15cm	3	27,49	82,47
F.3	m ²	ALICATADO CERAM/GRES	6,57	22,88	150,32
F.5.1	m ²	GUARN. Y ENLUC. YESO P.VERT	11,82	6,56	77,54
F.5.2	m ²	ENFOSC. MORT. CEM. P.VERT.	4,16	11,46	47,67
F.5.3	m ²	PINTURA PLAST. LISA MATE BLANCO/COLOR	15,98	8,10	129,43

Extracción natural por arquetas enterradas interiores – vivienda existente (continuación)					
Cod.	Ud.	Resumen	Cantidad	Precio	Total €
F.6	m ²	IMPERM. LAM. SINT. P.CLOR. e=1,5mm	14,38	14,10	202,75
F.4.2	m ²	SOLERA HORM. ARM. e = 15cm	14,38	16,75	240,86
F.1.3	m ²	SOLADO CERAM/GRES	14,38	33,70	484,60
F.7	ud	ENC. TUBO-FALDÓN MEMBR. IMP. e=1,35mm	3	11,92	35,76
G.1	m ³	RETIRADA TIERRAS A VERT.	1,698	7,74	13,14
G.2	m ³	RETIRADA RESID. ARIDO/PIEDRA	6,004	15,30	91,86
H.1.1	ud	CASCO DE SEGURIDAD	7	2,50	17,50
H.1.2	ud	GAFAS CONTRA IMPACTOS	3	0,83	2,49
H.1.3	ud	CASCOS PROTECTORES AUDITIVOS	3	2,49	7,47
H.1.4	ud	MONO DE TRABAJO	7	13,75	96,25
H.1.5	ud	PAR DE GUANTES DE USO GENERAL	7	1,25	8,75
H.1.6	ud	PAR DE BOTAS CON PUNTERA DE METAL	7	7,49	52,43
H.1.7	ud	ARNÉS AMARRE DORSAL + CINTA SUBGLÚTEA	1	6,36	6,36
H.1.8	m	LÍNEA HORIZONTAL DE SEGURIDAD	2	13,75	27,50
H.2.1	ud	TAPA PROVISIONAL DE ARQUETA 1,20 X 1,20 m.	3	33,84	101,52
H.2.2	ud	ALQ. E INST. ANDAMIO MET. TUBULAR h<12m.	21,50	9,44	202,96
H.3	ud	BOTIQUÍN DE URGENCIA	1	101,86	101,86
H.4	ud	PLACA SEÑALIZACIÓN - INFORMACIÓN	1	4,16	4,16
I.1	ud	ENSAYO ESTANQ. AIRE TUBO PVC	1	149,46	149,46
I.2	ud	ENSAYO ESTANQ. AGUA TUBO-CUBIERTA	1	131,06	131,06
				PEM TOTAL	4382,05

PEM – Extracción/presurización forzada por arquetas enterradas interiores – vivienda nueva

Extracción/presurización forzada por arquetas enterradas interiores – vivienda nueva					
Cod.	Ud.	Resumen	Cantidad	Precio	Total €
A.1.2.1	ud	ARQ.CAPT. SUMP MEC/T.COMPT./VOL≤0,500 m ³	3	144,15	432,45
B.1.3	m.	COND. PVC 125mm INT. 3 PASOS FORJ.	32,25	33,59	1083,27
B.2	m ²	EMPARCHADO CONDUCTO PVC	18,64	13,05	243,25
C.1.2	ud	ASPIR. ESTATICO ACERO D=15cm	3	94,60	283,80
C.2.1	ud	EXTR. H.CENTRIF. 80W	3	90,55	271,65
G.1	m ³	RETIRADA TIERRAS A VERT.	1,698	7,74	13,14
H.1.1	ud	CASCO DE SEGURIDAD	4	2,50	10,00
H.1.4	ud	MONO DE TRABAJO	4	13,75	55,00
H.1.5	ud	PAR DE GUANTES DE USO GENERAL	4	1,25	5,00
H.1.6	ud	PAR DE BOTAS CON PUNTERA DE METAL	4	7,49	29,96
H.1.7	ud	ARNÉS AMARRE DORSAL + CINTA SUBGLÚTEA	1	6,36	6,36
H.1.8	m	LÍNEA HORIZONTAL DE SEGURIDAD	2	13,75	27,50
H.2.1	ud	TAPA PROVISIONAL DE ARQUETA 1,20 X 1,20 m.	3	33,84	101,52
H.2.2	ud	ALQ. E INST. ANDAMIO MET. TUBULAR h<12m.	21,50	9,44	202,96
H.3	ud	BOTIQUÍN DE URGENCIA	1	101,86	101,86
H.4	ud	PLACA SEÑALIZACIÓN - INFORMACIÓN	1	4,16	4,16
I.1	ud	ENSAYO ESTANQ. AIRE TUBO PVC	1	149,46	149,46
I.2	ud	ENSAYO ESTANQ. AGUA TUBO-CUBIERTA	1	131,06	131,06
				PEM TOTAL	3152,40

PEM – Extracción/presurización forzada por arquetas enterradas interiores – vivienda existente

Extracción/presurización forzada por arquetas enterradas interiores – vivienda existente					
Cod.	Ud.	Resumen	Cantidad	Precio	Total €
E.1.3	m ²	DEMOL. PAVIM. CERAM/GRES	14,38	2,11	30,34
E.3.1	m ²	DEMOL. SOLERA HORM. e≤15cm.	14,38	7,54	108,42
E.8.1	m ²	RETIDARA FILM POLIET.	4,24	1,33	5,64
E.8.2	m ³	RETIRADA ENCACH. GRAVA	0,849	10,63	9,02
E.4	m ²	DEMOL. ENTREVIG. FORJADO	0,36	6,44	2,32
E.5.1	m ²	DEMOL. FALDÓN TEJA CURVA	0,12	9,77	1,17
A.1.2.1	ud	ARQ.CAPT. SUMP MEC/T.COMPT./VOL≤0,500 m ³	3	144,15	432,45
B.1.3	m.	COND. PVC 125mm INT. 3 PASOS FORJ.	32,25	33,59	1083,27
B.2	m ²	EMPARCHADO CONDUCTO PVC	18,64	13,05	243,25
C.1.2	ud	ASPIR. ESTATICO ACERO D=15cm	3	94,60	283,80
C.2.2	ud	EXTR. H.CENTRIF. 80W/MEC. ELECTR.	3	177,58	532,74
F.6	m ²	IMPERM. LAM. SINT. P.CLOR. e=1,5mm	14,38	14,10	202,75
F.4.2	m ²	SOLERA HORM. ARM. e = 15cm	14,38	16,75	240,86
F.1.3	m ²	SOLADO CERAM/GRES	14,38	33,70	484,60
F.3	m ²	ALICATADO CERAM/GRES	6,57	22,88	150,32
F.5.1	m ²	GUARN. Y ENLUC. YESO P.VERT	11,82	6,56	77,54
F.5.2	m ²	ENFOSC. MORT. CEM. P.VERT.	4,16	11,46	47,67
F.5.3	m ²	PINTURA PLAST. LISA MATE BLANCO/COLOR	15,98	8,10	129,43
F.7	ud	ENC. TUBO-FALDÓN MEMBR. IMP. e=1,35mm	3	11,92	35,76
G.1	m ³	RETIRADA TIERRAS A VERT.	1,698	7,74	13,14
G.2	m ³	RETIRADA RESID. ARIDO/PIEDRA	6,004	15,30	91,86
H.1.1	ud	CASCO DE SEGURIDAD	7	2,50	17,50
H.1.2	ud	GAFAS CONTRA IMPACTOS	3	0,83	2,49
H.1.3	ud	CASCOS PROTECTORES AUDITIVOS	3	2,49	7,47
H.1.4	ud	MONO DE TRABAJO	7	13,75	96,25
H.1.5	ud	PAR DE GUANTES DE USO GENERAL	7	1,25	8,75
H.1.6	ud	PAR DE BOTAS CON PUNTERA DE METAL	7	7,49	52,43
H.1.7	ud	ARNÉS AMARRE DORSAL + CINTA SUBGLÚTEA	1	6,36	6,36
H.1.8	m	LÍNEA HORIZONTAL DE SEGURIDAD	2	13,75	27,50
H.2.1	ud	TAPA PROVISIONAL DE ARQUETA 1,20 X 1,20 m.	3	33,84	101,52
H.2.2	ud	ALQ. E INST. ANDAMIO MET. TUBULAR h<12m.	21,50	9,44	202,96
H.3	ud	BOTIQUÍN DE URGENCIA	1	101,86	101,86
H.4	ud	PLACA SEÑALIZACIÓN - INFORMACIÓN	1	4,16	4,16
I.1	ud	ENSAYO ESTANQ. AIRE TUBO PVC	1	149,46	149,46
I.2	ud	ENSAYO ESTANQ. AGUA TUBO-CUBIERTA	1	131,06	131,06
				PEM TOTAL	5116,12

PEM – Extracción forzada por arquetas enterradas exteriores – vivienda nueva

Esta medida de protección no se puede ejecutar, por no existir terreno aledaño a la vivienda que sea propiedad de la misma.

PEM – Extracción forzada por arquetas enterradas exteriores – vivienda existente

Esta medida de protección no se puede ejecutar, por no existir terreno aledaño a la vivienda que sea propiedad de la misma.

PEM – Membrana elastomérica como barrera anti radón – vivienda nueva


Membrana elastomérica como barrera anti radón – vivienda nueva					
Cod.	Ud.	Resumen	Cantidad	Precio	Total €
D	m ²	MEMBR. ELASTOMÉRICA 3mm.	74,85	29,08	2176,64
H.1.1	ud	CASCO DE SEGURIDAD	2	2,50	5,00
H.1.2	ud	GAFAS CONTRA IMPACTOS	2	0,83	1,66
H.1.4	ud	MONO DE TRABAJO	2	13,75	27,50
H.1.5	ud	PAR DE GUANTES DE USO GENERAL	2	1,25	2,50
H.1.6	ud	PAR DE BOTAS CON PUNTERA DE METAL	2	7,49	14,98
H.3	ud	BOTIQUÍN DE URGENCIA	1	101,86	101,86
H.4	ud	PLACA SEÑALIZACIÓN - INFORMACIÓN	1	4,16	4,16
I.3	ud	ENSAYO COMPR. CONT Y UNIF. MENBR.	1	85,83	85,83
PEM TOTAL					2420,13

PEM – Membrana elastomérica como barrera anti radón – vivienda existente

Membrana elastomérica como barrera anti radón – vivienda existente					
Cod.	Ud.	Resumen	Cantidad	Precio	Total €
E.1.3	m ²	DEMOL. PAVIM. CERAM/GRES	56,55	2,11	119,32
E.2	m ²	DEMOL. ALICAT. PIEDRA NAT. O ART.	11,00	5,12	56,32
E.7.2	m ²	PICADO ENFOSCADO CEMENTO	7,30	7,59	55,41
D	m ²	MEMBR. ELASTOMÉRICA 3mm.	74,85	29,08	2176,64
F.1.3	m ²	SOLADO CERAM/GRES	56,55	33,70	1905,74
F.3	m ²	ALICATADO CERAM/GRES	11,00	22,88	251,68
F.5.2	m ²	ENFOSC. MORT. CEM. P.VERT	7,30	11,46	83,66
F.5.3	m ²	PINTURA PLAST. LISA MATE BLANCO/COLOR	7,30	8,10	59,13
G.2	m ³	RETIRADA RESID. ARIDO/PIEDRA	7,000	15,30	107,10
H.1.1	ud	CASCO DE SEGURIDAD	4	2,50	10,00
H.1.2	ud	GAFAS CONTRA IMPACTOS	2	0,83	1,66
H.1.3	ud	CASCOS PROTECTORES AUDITIVOS	2	2,49	4,98
H.1.4	ud	MONO DE TRABAJO	4	13,75	55,00
H.1.5	ud	PAR DE GUANTES DE USO GENERAL	4	1,25	5,00
H.1.6	ud	PAR DE BOTAS CON PUNTERA DE METAL	4	7,49	29,96
H.3	ud	BOTIQUÍN DE URGENCIA	1	101,86	101,86
H.4	ud	PLACA SEÑALIZACIÓN - INFORMACIÓN	1	4,16	4,16
I.3	ud	ENSAYO COMPR. CONT Y UNIF. MENBR.	1	85,83	85,83
PEM TOTAL					5113,45

3. PEM DE LAS MEDIDAS DE PROTECCIÓN FRENTE AL RADÓN DE LA VIVIENDA 3 DEL TORNO

Identificación de la vivienda 3 – El Torno

	Vivienda 3 El Torno	
	Datos de interés	
	Población	El Torno
	Año de construcción	2007
	Uso de la zona a actuar	Garaje
	Superficie de actuación	94,24m ²
Nº de plantas	2 sobre rasante por patio trasero	

PEM – Extracción natural por arquetas enterradas interiores – vivienda nueva

Extracción natural por arquetas enterradas interiores – vivienda nueva					
Cod.	Ud.	Resumen	Cantidad	Precio	Total €
A.1.2.1	ud	ARQ.CAPT. SUMP MEC/T.COMPT./VOL≤0,500 m ³	4	144,15	576,60
B.1.2	m.	COND. PVC 125mm INT. 2 PASOS FORJ.	33,76	35,21	1188,69
B.2	m ²	EMPARCHADO CONDUCTO PVC	21,39	13,05	279,14
C.1.1	ud	REMATE CHAPA GALV. D=15cm	4	27,49	109,96
G.1	m ³	RETIRADA TIERRAS A VERT.	2,264	7,74	17,52
H.1.1	ud	CASCO DE SEGURIDAD	4	2,50	10,00
H.1.4	ud	MONO DE TRABAJO	4	13,75	55,00
H.1.5	ud	PAR DE GUANTES DE USO GENERAL	4	1,25	5,00
H.1.6	ud	PAR DE BOTAS CON PUNTERA DE METAL	4	7,49	29,96
H.1.7	ud	ARNÉS AMARRE DORSAL + CINTA SUBGLÚTEA	1	6,36	6,36
H.1.8	m	LÍNEA HORIZONTAL DE SEGURIDAD	2	13,75	27,50
H.2.1	ud	TAPA PROVISIONAL DE ARQUETA 1,20 X 1,20 m.	4	33,84	135,36
H.2.2	ud	ALQ. E INST. ANDAMIO MET. TUBULAR h<12m.	16,88	9,44	159,35
H.3	ud	BOTIQUÍN DE URGENCIA	1	101,86	101,86
H.4	ud	PLACA SEÑALIZACIÓN - INFORMACIÓN	1	4,16	4,16
I.1	ud	ENSAYO ESTANQ. AIRE TUBO PVC	1	149,46	149,46
I.2	ud	ENSAYO ESTANQ. AGUA TUBO-CUBIERTA	1	131,06	131,06
PEM TOTAL					2986,98

PEM – Extracción natural por arquetas enterradas interiores – vivienda existente

Extracción natural por arquetas enterradas interiores – vivienda existente					
Cod.	Ud.	Resumen	Cantidad	Precio	Total €
E.3.1	m ²	DEMOL. SOLERA HORM. e≤15cm.	19,17	7,54	144,54
E.8.1	m ²	RETIDARA FILM POLIET.	5,65	1,33	7,51
E.8.2	m ³	RETIRADA ENCACH. GRAVA	1,132	10,63	12,03
E.4	m ²	DEMOL. ENTREVIG. FORJADO	0,24	6,44	1,54
E.5.1	m ²	DEMOL. FALDÓN TEJA CURVA	0,16	9,77	1,56
A.1.2.1	ud	ARQ.CAPT. SUMP MEC/T.COMPT./VOL≤0,500 m ³	4	144,15	576,60
B.1.2	m.	COND. PVC 125mm INT. 2 PASOS FORJ.	33,76	35,21	1188,69
B.2	m ²	EMPARCHADO CONDUCTO PVC	21,39	13,05	279,14
C.1.1	ud	REMATE CHAPA GALV. D=15cm	4	27,49	109,96
F.5.1	m ²	GUARN. Y ENLUC. YESO P.VERT	7,88	6,56	51,69
F.5.2	m ²	ENFOSC. MORT. CEM. P.VERT.	18,33	11,46	210,06
F.5.3	m ²	PINTURA PLAST. LISA MATE BLANCO/COLOR	7,88	8,10	63,83
F.6	m ²	IMPERM. LAM. SINT. P.CLOR. e=1,5mm	19,17	14,10	270,29
F.4.2	m ²	SOLERA HORM. ARM. e = 15cm	19,17	16,75	321,09
F.7	ud	ENC. TUBO-FALDÓN MEMBR. IMP. e=1,35mm	4	11,92	47,68
G.1	m ³	RETIRADA TIERRAS A VERT.	2,264	7,74	17,52

Extracción natural por arquetas enterradas interiores – vivienda existente (continuación)					
Cod.	Ud.	Resumen	Cantidad	Precio	Total €
G.2	m ³	RETIRADA RESID. ARIDO/PIEDRA	5,756	15,30	88,06
H.1.1	ud	CASCO DE SEGURIDAD	7	2,50	17,50
H.1.2	ud	GAFAS CONTRA IMPACTOS	3	0,83	2,49
H.1.3	ud	CASCOS PROTECTORES AUDITIVOS	3	2,49	7,47
H.1.4	ud	MONO DE TRABAJO	7	13,75	96,25
H.1.5	ud	PAR DE GUANTES DE USO GENERAL	7	1,25	8,75
H.1.6	ud	PAR DE BOTAS CON PUNTERA DE METAL	7	7,49	52,43
H.1.7	ud	ARNÉS AMARRE DORSAL + CINTA SUBGLÚTEA	1	6,36	6,36
H.1.8	m	LÍNEA HORIZONTAL DE SEGURIDAD	2	13,75	27,50
H.2.1	ud	TAPA PROVISIONAL DE ARQUETA 1,20 X 1,20 m.	4	33,84	135,36
H.2.2	ud	ALQ. E INST. ANDAMIO MET. TUBULAR h<12m.	16,88	9,44	159,35
H.3	ud	BOTIQUÍN DE URGENCIA	1	101,86	101,86
H.4	ud	PLACA SEÑALIZACIÓN - INFORMACIÓN	1	4,16	4,16
I.1	ud	ENSAYO ESTANQ. AIRE TUBO PVC	1	149,46	149,46
I.2	ud	ENSAYO ESTANQ. AGUA TUBO-CUBIERTA	1	131,06	131,06
				PEM TOTAL	4291,79

PEM – Extracción/presurización forzada por arquetas enterradas interiores – vivienda nueva

Extracción/presurización forzada por arquetas enterradas interiores – vivienda nueva					
Cod.	Ud.	Resumen	Cantidad	Precio	Total €
A.1.2.1	ud	ARQ.CAPT. SUMP MEC/T.COMPT./VOL≤0,500 m ³	4	144,15	576,60
B.1.2	m.	COND. PVC 125mm INT. 2 PASOS FORJ.	33,76	35,21	1188,69
B.2	m ²	EMPARCHADO CONDUCTO PVC	21,39	13,05	279,14
C.1.2	ud	ASPIR. ESTATICO ACERO D=15cm	4	94,60	378,40
C.2.1	ud	EXTR. H.CENTRIF. 80W	4	90,55	362,20
G.1	m ³	RETIRADA TIERRAS A VERT.	2,264	7,74	17,52
H.1.1	ud	CASCO DE SEGURIDAD	4	2,50	10,00
H.1.4	ud	MONO DE TRABAJO	4	13,75	55,00
H.1.5	ud	PAR DE GUANTES DE USO GENERAL	4	1,25	5,00
H.1.6	ud	PAR DE BOTAS CON PUNTERA DE METAL	4	7,49	29,96
H.1.7	ud	ARNÉS AMARRE DORSAL + CINTA SUBGLÚTEA	1	6,36	6,36
H.1.8	m	LÍNEA HORIZONTAL DE SEGURIDAD	2	13,75	27,50
H.2.1	ud	TAPA PROVISIONAL DE ARQUETA 1,20 X 1,20 m.	4	33,84	135,36
H.2.2	ud	ALQ. E INST. ANDAMIO MET. TUBULAR h<12m.	16,88	9,44	159,35
H.3	ud	BOTIQUÍN DE URGENCIA	1	101,86	101,86
H.4	ud	PLACA SEÑALIZACIÓN - INFORMACIÓN	1	4,16	4,16
I.1	ud	ENSAYO ESTANQ. AIRE TUBO PVC	1	149,46	149,46
I.2	ud	ENSAYO ESTANQ. AGUA TUBO-CUBIERTA	1	131,06	131,06
				PEM TOTAL	3617,62

PEM – Extracción/presurización forzada por arquetas enterradas interiores – vivienda existente

Extracción natural por arquetas enterradas interiores – vivienda existente					
Cod.	Ud.	Resumen	Cantidad	Precio	Total €
E.3.1	m ²	DEMOL. SOLERA HORM. e≤15cm.	19,17	7,54	144,54
E.8.1	m ²	RETIDARA FILM POLIET.	5,65	1,33	7,51
E.8.2	m ³	RETIRADA ENCACH. GRAVA	1,132	10,63	12,03
E.4	m ²	DEMOL. ENTREVIG. FORJADO	0,24	6,44	1,54
E.5.1	m ²	DEMOL. FALDÓN TEJA CURVA	0,16	9,77	1,56
A.1.2.1	ud	ARQ.CAPT. SUMP MEC/T.COMPT./VOL≤0,500 m ³	4	144,15	576,60
B.1.2	m.	COND. PVC 125mm INT. 2 PASOS FORJ.	33,76	35,21	1188,69
B.2	m ²	EMPARCHADO CONDUCTO PVC	21,39	13,05	279,14
C.1.2	ud	ASPIR. ESTATICO ACERO D=15cm	4	94,60	378,40
C.2.2	ud	EXTR. H.CENTRIF. 80W/MEC. ELECTR.	4	177,58	710,32
F.5.1	m ²	GUARN. Y ENLUC. YESO P.VERT	7,88	6,56	51,69
F.5.2	m ²	ENFOSC. MORT. CEM. P.VERT.	18,33	11,46	210,06
F.5.3	m ²	PINTURA PLAST. LISA MATE BLANCO/COLOR	7,88	8,10	63,83
F.6	m ²	IMPERM. LAM. SINT. P.CLOR. e=1,5mm	19,17	14,10	270,29
F.4.2	m ²	SOLERA HORM. ARM. e = 15cm	19,17	16,75	321,09
F.7	ud	ENC. TUBO-FALDÓN MEMBR. IMP. e=1,35mm	4	11,92	47,68
G.1	m ³	RETIRADA TIERRAS A VERT.	2,264	7,74	17,52
G.2	m ³	RETIRADA RESID. ARIDO/PIEDRA	5,756	15,30	88,06
H.1.1	ud	CASCO DE SEGURIDAD	7	2,50	17,50
H.1.2	ud	GAFAS CONTRA IMPACTOS	3	0,83	2,49
H.1.3	ud	CASCOS PROTECTORES AUDITIVOS	3	2,49	7,47
H.1.4	ud	MONO DE TRABAJO	7	13,75	96,25
H.1.5	ud	PAR DE GUANTES DE USO GENERAL	7	1,25	8,75
H.1.6	ud	PAR DE BOTAS CON PUNTERA DE METAL	7	7,49	52,43
H.1.7	ud	ARNÉS AMARRE DORSAL + CINTA SUBGLÚTEA	1	6,36	6,36
H.1.8	m	LÍNEA HORIZONTAL DE SEGURIDAD	2	13,75	27,50
H.2.1	ud	TAPA PROVISIONAL DE ARQUETA 1,20 X 1,20 m.	4	33,84	135,36
H.2.2	ud	ALQ. E INST. ANDAMIO MET. TUBULAR h<12m.	16,88	9,44	159,35
H.3	ud	BOTIQUÍN DE URGENCIA	1	101,86	101,86
H.4	ud	PLACA SEÑALIZACIÓN - INFORMACIÓN	1	4,16	4,16
I.1	ud	ENSAYO ESTANQ. AIRE TUBO PVC	1	149,46	149,46
I.2	ud	ENSAYO ESTANQ. AGUA TUBO-CUBIERTA	1	131,06	131,06
				PEM TOTAL	5270,55

PEM – Extracción forzada por arquetas enterradas exteriores – vivienda nueva

Extracción forzada por arquetas enterradas exteriores – vivienda existente					
Cod.	Ud.	Resumen	Cantidad	Precio	Total €
A.1.2.2	ud	ARQ.CAPT. SUMP MEC/T.COMPT./VOL>0,500 m ³	4	147,93	591,72
B.1.6	m.	COND. PVC 125mm EXT. 2 PASOS FORJ.	33,76	26,62	898,69
C.1.2	ud	ASPIR. ESTATICO ACERO D=15cm	4	94,60	378,40
C.2.1	ud	EXTR. H.CENTRIF. 80W	4	90,55	362,20
G.1	m ³	RETIRADA TIERRAS A VERT.	3,680	7,74	28,48
H.1.1	ud	CASCO DE SEGURIDAD	4	2,50	10,00
H.1.4	ud	MONO DE TRABAJO	4	13,75	55,00
H.1.5	ud	PAR DE GUANTES DE USO GENERAL	4	1,25	5,00
H.1.6	ud	PAR DE BOTAS CON PUNTERA DE METAL	4	7,49	29,96
H.1.7	ud	ARNÉS AMARRE DORSAL + CINTA SUBGLÚTEA	1	6,36	6,36
H.1.8	m	LÍNEA HORIZONTAL DE SEGURIDAD	2	13,75	27,50
H.2.1	ud	TAPA PROVISIONAL DE ARQUETA 1,20 X 1,20 m.	4	33,84	135,36
H.2.2	ud	ALQ. E INST. ANDAMIO MET. TUBULAR h<12m.	16,88	9,44	159,35
H.3	ud	BOTIQUÍN DE URGENCIA	1	101,86	101,86
H.4	ud	PLACA SEÑALIZACIÓN - INFORMACIÓN	1	4,16	4,16
I.1	ud	ENSAYO ESTANQ. AIRE TUBO PVC	1	149,46	149,46
I.2	ud	ENSAYO ESTANQ. AGUA TUBO-CUBIERTA	1	131,06	131,06
PEM TOTAL					3074,56

PEM – Extracción forzada por arquetas enterradas exteriores – vivienda existente

Extracción forzada por arquetas enterradas exteriores – vivienda nueva					
Cod.	Ud.	Resumen	Cantidad	Precio	Total €
A.1.2.2	ud	ARQ.CAPT. SUMP MEC/T.COMPT./VOL>0,500 m ³	4	147,93	591,72
B.1.6	m.	COND. PVC 125mm EXT. 2 PASOS FORJ.	33,76	26,62	898,69
C.1.2	ud	ASPIR. ESTATICO ACERO D=15cm	4	94,60	378,40
C.2.2	ud	EXTR. H.CENTRIF. 80W/MEC. ELECTR.	4	177,58	710,32
G.1	m ³	RETIRADA TIERRAS A VERT.	3,680	7,74	28,48
H.1.1	ud	CASCO DE SEGURIDAD	4	2,50	10,00
H.1.4	ud	MONO DE TRABAJO	4	13,75	55,00
H.1.5	ud	PAR DE GUANTES DE USO GENERAL	4	1,25	5,00
H.1.6	ud	PAR DE BOTAS CON PUNTERA DE METAL	4	7,49	29,96
H.1.7	ud	ARNÉS AMARRE DORSAL + CINTA SUBGLÚTEA	1	6,36	6,36
H.1.8	m	LÍNEA HORIZONTAL DE SEGURIDAD	2	13,75	27,50
H.2.1	ud	TAPA PROVISIONAL DE ARQUETA 1,20 X 1,20 m.	4	33,84	135,36
H.2.2	ud	ALQ. E INST. ANDAMIO MET. TUBULAR h<12m.	16,88	9,44	159,35
H.3	ud	BOTIQUÍN DE URGENCIA	1	101,86	101,86
H.4	ud	PLACA SEÑALIZACIÓN - INFORMACIÓN	1	4,16	4,16
I.1	ud	ENSAYO ESTANQ. AIRE TUBO PVC	1	149,46	149,46
I.2	ud	ENSAYO ESTANQ. AGUA TUBO-CUBIERTA	1	131,06	131,06
PEM TOTAL					3422,68

PEM – Membrana elastomérica como barrera anti radón – vivienda nueva


Membrana elastomérica como barrera anti radón – vivienda nueva					
Cod.	Ud.	Resumen	Cantidad	Precio	Total €
D	m ²	MEMBR. ELASTOMÉRICA 3mm.	140,30	29,08	4079,92
H.1.1	ud	CASCO DE SEGURIDAD	2	2,50	5,00
H.1.2	ud	GAFAS CONTRA IMPACTOS	2	0,83	1,66
H.1.4	ud	MONO DE TRABAJO	2	13,75	27,50
H.1.5	ud	PAR DE GUANTES DE USO GENERAL	2	1,25	2,50
H.1.6	ud	PAR DE BOTAS CON PUNTERA DE METAL	2	7,49	14,98
H.3	ud	BOTIQUÍN DE URGENCIA	1	101,86	101,86
H.4	ud	PLACA SEÑALIZACIÓN - INFORMACIÓN	1	4,16	4,16
I.3	ud	ENSAYO COMPR. CONT Y UNIF. MENBR.	1	85,83	85,83
PEM TOTAL					4323,41

PEM – Membrana elastomérica como barrera anti radón – vivienda existente

Membrana elastomérica como barrera anti radón – vivienda existente					
Cod.	Ud.	Resumen	Cantidad	Precio	Total €
D	m ²	MEMBR. ELASTOMÉRICA 3mm.	140,30	29,08	4079,92
F.1.3	m ²	SOLADO CERAM/GRES	94,24	33,70	3175,88
F.2.3	m	RODAPIE CERAM/GRES	29,41	4,24	124,70
F.5.2	m ²	ENFOSC. MORT. CEM. P.VERT	46,06	11,46	527,84
H.1.1	ud	CASCO DE SEGURIDAD	4	2,50	10,00
H.1.4	ud	MONO DE TRABAJO	4	13,75	55,00
H.1.5	ud	PAR DE GUANTES DE USO GENERAL	4	1,25	5,00
H.1.6	ud	PAR DE BOTAS CON PUNTERA DE METAL	4	7,49	29,96
H.3	ud	BOTIQUÍN DE URGENCIA	1	101,86	101,86
H.4	ud	PLACA SEÑALIZACIÓN - INFORMACIÓN	1	4,16	4,16
I.3	ud	ENSAYO COMPR. CONT Y UNIF. MENBR.	1	85,83	85,83
PEM TOTAL					8200,15

4. PEM DE LAS MEDIDAS DE PROTECCIÓN FRENTE AL RADÓN DE LA VIVIENDA 3 DE REBOLLAR

Identificación de la vivienda 3 – Rebollar

	Vivienda 3 Rebollar	
	Datos de interés	
	Población	Rebollar
	Año de construcción	2014
	Uso de la zona a actuar	Garaje
	Superficie de actuación	28,58m ²
	Nº de plantas	3 sobre rasante

PEM – Extracción natural por arquetas enterradas interiores – vivienda nueva

Extracción natural por arquetas enterradas interiores – vivienda nueva					
Cod.	Ud.	Resumen	Cantidad	Precio	Total €
A.1.2.1	ud	ARQ.CAPT. SUMP MEC/T.COMPT./VOL≤0,500 m ³	2	144,15	288,30
B.1.2	m.	COND. PVC 125mm INT. 2 PASOS FORJ.	22,10	35,21	778,14
B.2	m ²	EMPARCHADO CONDUCTO PVC	13,13	13,05	171,34
C.1.1	ud	REMATE CHAPA GALV. D=15cm	2	27,49	54,98
G.1	m ³	RETIRADA TIERRAS A VERT.	1,132	7,74	8,76
H.1.1	ud	CASCO DE SEGURIDAD	4	2,50	10,00
H.1.4	ud	MONO DE TRABAJO	4	13,75	55,00
H.1.5	ud	PAR DE GUANTES DE USO GENERAL	4	1,25	5,00
H.1.6	ud	PAR DE BOTAS CON PUNTERA DE METAL	4	7,49	29,96
H.1.7	ud	ARNÉS AMARRE DORSAL + CINTA SUBGLÚTEA	1	6,36	6,36
H.1.8	m	LÍNEA HORIZONTAL DE SEGURIDAD	2	13,75	27,50
H.2.1	ud	TAPA PROVISIONAL DE ARQUETA 1,20 X 1,20 m.	2	33,84	67,68
H.2.2	ud	ALQ. E INST. ANDAMIO MET. TUBULAR h<12m.	22,10	9,44	208,62
H.3	ud	BOTIQUÍN DE URGENCIA	1	101,86	101,86
H.4	ud	PLACA SEÑALIZACIÓN - INFORMACIÓN	1	4,16	4,16
I.1	ud	ENSAYO ESTANQ. AIRE TUBO PVC	1	149,46	149,46
I.2	ud	ENSAYO ESTANQ. AGUA TUBO-CUBIERTA	1	131,06	131,06
PEM TOTAL					2098,18

PEM – Extracción natural por arquetas enterradas interiores – vivienda existente

Extracción natural por arquetas enterradas interiores – vivienda existente					
Cod.	Ud.	Resumen	Cantidad	Precio	Total €
E.1.3	m ²	DEMOL. PAVIM. CERAM/GRES	9,58	2,11	20,21
E.3.1	m ²	DEMOL. SOLERA HORM. e≤15cm.	9,58	7,54	72,23
E.8.1	m ²	RETIDARA FILM POLIET.	2,82	1,33	3,75
E.8.2	m ³	RETIRADA ENCAJ. GRAVA	0,566	10,63	6,01
E.4	m ²	DEMOL. ENTREVIG. FORJADO	0,24	6,44	1,54
E.5.1	m ²	DEMOL. FALDÓN TEJA CURVA	0,08	9,77	0,78
A.1.2.1	ud	ARQ.CAPT. SUMP MEC/T.COMPT./VOL≤0,500 m ³	2	144,15	288,30
B.1.2	m.	COND. PVC 125mm INT. 2 PASOS FORJ.	22,10	35,21	778,14
B.2	m ²	EMPARCHADO CONDUCTO PVC	13,13	13,05	171,34
C.1.1	ud	REMATE CHAPA GALV. D=15cm	2	27,49	54,98
F.6	m ²	IMPERM. LAM. SINT. P.CLOR. e=1,5mm	9,58	14,10	135,07
F.4.2	m ²	SOLERA HORM. ARM. e = 15cm	9,58	16,75	160,46
F.1.3	m ²	SOLADO CERAM/GRES	9,58	33,70	322,84
F.2.3	m	RODAPIÉ CERAM/GRES	2,92	4,24	12,38
F.5.1	m ²	GUARN. Y ENLUC. YESO P.VERT	7,88	6,56	51,69

Extracción natural por arquetas enterradas interiores – vivienda existente (continuación)					
Cod.	Ud.	Resumen	Cantidad	Precio	Total €
F.5.2	m ²	ENFOSC. MORT. CEM. P.VERT.	8,03	11,46	92,02
F.5.3	m ²	PINTURA PLAST. LISA MATE BLANCO/COLOR	15,91	8,10	128,87
F.7	ud	ENC. TUBO-FALDÓN MEMBR. IMP. e=1,35mm	2	11,92	23,84
G.1	m ³	RETIRADA TIERRAS A VERT.	1,132	7,74	8,76
G.2	m ³	RETIRADA RESID. ARIDO/PIEDRA	4,001	15,30	61,21
H.1.1	ud	CASCO DE SEGURIDAD	7	2,50	17,50
H.1.2	ud	GAFAS CONTRA IMPACTOS	3	0,83	2,49
H.1.3	ud	CASCOS PROTECTORES AUDITIVOS	3	2,49	7,47
H.1.4	ud	MONO DE TRABAJO	7	13,75	96,25
H.1.5	ud	PAR DE GUANTES DE USO GENERAL	7	1,25	8,75
H.1.6	ud	PAR DE BOTAS CON PUNTERA DE METAL	7	7,49	52,43
H.1.7	ud	ARNÉS AMARRE DORSAL + CINTA SUBGLÚTEA	1	6,36	6,36
H.1.8	m	LÍNEA HORIZONTAL DE SEGURIDAD	2	13,75	27,50
H.2.1	ud	TAPA PROVISIONAL DE ARQUETA 1,20 X 1,20 m.	2	33,84	67,68
H.2.2	ud	ALQ. E INST. ANDAMIO MET. TUBULAR h<12m.	22,10	9,44	208,62
H.3	ud	BOTIQUÍN DE URGENCIA	1	101,86	101,86
H.4	ud	PLACA SEÑALIZACIÓN - INFORMACIÓN	1	4,16	4,16
I.1	ud	ENSAYO ESTANQ. AIRE TUBO PVC	1	149,46	149,46
I.2	ud	ENSAYO ESTANQ. AGUA TUBO-CUBIERTA	1	131,06	131,06
				PEM TOTAL	3276,01

PEM – Extracción/presurización forzada por arquetas enterradas interiores – vivienda nueva

Extracción/presurización forzada por arquetas enterradas interiores – vivienda nueva					
Cod.	Ud.	Resumen	Cantidad	Precio	Total €
A.1.2.1	ud	ARQ.CAPT. SUMP MEC/T.COMPT./VOL≤0,500 m ³	2	144,15	288,30
B.1.2	m.	COND. PVC 125mm INT. 2 PASOS FORJ.	22,10	35,21	778,14
B.2	m ²	EMPARCHADO CONDUCTO PVC	13,13	13,05	171,34
C.1.2	ud	ASPIR. ESTATICO ACERO D=15cm	2	94,60	189,20
C.2.1	ud	EXTR. H.CENTRIF. 80W	2	90,55	181,10
G.1	m ³	RETIRADA TIERRAS A VERT.	1,132	7,74	8,76
H.1.1	ud	CASCO DE SEGURIDAD	4	2,50	10,00
H.1.4	ud	MONO DE TRABAJO	4	13,75	55,00
H.1.5	ud	PAR DE GUANTES DE USO GENERAL	4	1,25	5,00
H.1.6	ud	PAR DE BOTAS CON PUNTERA DE METAL	4	7,49	29,96
H.1.7	ud	ARNÉS AMARRE DORSAL + CINTA SUBGLÚTEA	1	6,36	6,36
H.1.8	m	LÍNEA HORIZONTAL DE SEGURIDAD	2	13,75	27,50
H.2.1	ud	TAPA PROVISIONAL DE ARQUETA 1,20 X 1,20 m.	2	33,84	67,68
H.2.2	ud	ALQ. E INST. ANDAMIO MET. TUBULAR h<12m.	22,10	9,44	208,62
H.3	ud	BOTIQUÍN DE URGENCIA	1	101,86	101,86
H.4	ud	PLACA SEÑALIZACIÓN - INFORMACIÓN	1	4,16	4,16
I.1	ud	ENSAYO ESTANQ. AIRE TUBO PVC	1	149,46	149,46
I.2	ud	ENSAYO ESTANQ. AGUA TUBO-CUBIERTA	1	131,06	131,06
				PEM TOTAL	2413,50

PEM – Extracción/presurización forzada por arquetas enterradas interiores – vivienda existente

Extracción/presurización forzada por arquetas enterradas interiores – vivienda existente					
Cod.	Ud.	Resumen	Cantidad	Precio	Total €
E.1.3	m ²	DEMOL. PAVIM. CERAM/GRES	9,58	2,11	20,21
E.3.1	m ²	DEMOL. SOLERA HORM. e≤15cm.	9,58	7,54	72,23
E.8.1	m ²	RETIDARA FILM POLIET.	2,82	1,33	3,75
E.8.2	m ³	RETIRADA ENCACH. GRAVA	0,566	10,63	6,01
E.4	m ²	DEMOL. ENTREVIG. FORJADO	0,24	6,44	1,54
E.5.1	m ²	DEMOL. FALDÓN TEJA CURVA	0,08	9,77	0,78
A.1.2.1	ud	ARQ.CAPT. SUMP MEC/T.COMPT./VOL≤0,500 m ³	2	144,15	288,30
B.1.2	m.	COND. PVC 125mm INT. 2 PASOS FORJ.	22,10	35,21	778,14
B.2	m ²	EMPARCHADO CONDUCTO PVC	13,13	13,05	171,34
C.1.2	ud	ASPIR. ESTATICO ACERO D=15cm	2	94,60	189,20
C.2.2	ud	EXTR. H.CENTRIF. 80W/MEC. ELECTR.	2	177,58	355,16
F.5.1	m ²	GUARN. Y ENLUC. YESO P.VERT	7,88	6,56	51,69
F.5.2	m ²	ENFOSC. MORT. CEM. P.VERT.	8,03	11,46	92,02
F.5.3	m ²	PINTURA PLAST. LISA MATE BLANCO/COLOR	15,91	8,10	128,87
F.6	m ²	IMPERM. LAM. SINT. P.CLOR. e=1,5mm	9,58	14,10	135,07
F.4.2	m ²	SOLERA HORM. ARM. e = 15cm	9,58	16,75	160,46
F.1.3	m ²	SOLADO CERAM/GRES	9,58	33,70	322,84
F.2.3	m	RODAPIÉ CERAM/GRES	2,92	4,24	12,38
F.7	ud	ENC. TUBO-FALDÓN MEMBR. IMP. e=1,35mm	2	11,92	23,84
G.1	m ³	RETIRADA TIERRAS A VERT.	1,132	7,74	8,76
G.2	m ³	RETIRADA RESID. ARIDO/PIEDRA	4,001	15,30	61,21
H.1.1	ud	CASCO DE SEGURIDAD	7	2,50	17,50
H.1.2	ud	GAFAS CONTRA IMPACTOS	3	0,83	2,49
H.1.3	ud	CASCOS PROTECTORES AUDITIVOS	3	2,49	7,47
H.1.4	ud	MONO DE TRABAJO	7	13,75	96,25
H.1.5	ud	PAR DE GUANTES DE USO GENERAL	7	1,25	8,75
H.1.6	ud	PAR DE BOTAS CON PUNTERA DE METAL	7	7,49	52,43
H.1.7	ud	ARNÉS AMARRE DORSAL + CINTA SUBGLÚTEA	1	6,36	6,36
H.1.8	m	LÍNEA HORIZONTAL DE SEGURIDAD	2	13,75	27,50
H.2.1	ud	TAPA PROVISIONAL DE ARQUETA 1,20 X 1,20 m.	2	33,84	67,68
H.2.2	ud	ALQ. E INST. ANDAMIO MET. TUBULAR h<12m.	22,10	9,44	208,62
H.3	ud	BOTIQUÍN DE URGENCIA	1	101,86	101,86
H.4	ud	PLACA SEÑALIZACIÓN - INFORMACIÓN	1	4,16	4,16
I.1	ud	ENSAYO ESTANQ. AIRE TUBO PVC	1	149,46	149,46
I.2	ud	ENSAYO ESTANQ. AGUA TUBO-CUBIERTA	1	131,06	131,06
				PEM TOTAL	3765,39

PEM – Extracción forzada por arquetas enterradas exteriores – vivienda nueva

Esta medida de protección no se puede ejecutar, por no existir terreno aledaño a la vivienda que sea propiedad de la misma.

PEM – Extracción forzada por arquetas enterradas exteriores – vivienda existente

Esta medida de protección no se puede ejecutar, por no existir terreno aledaño a la vivienda que sea propiedad de la misma.

PEM – Membrana elastomérica como barrera anti radón – vivienda nueva


Membrana elastomérica como barrera anti radón – vivienda nueva					
Cod.	Ud.	Resumen	Cantidad	Precio	Total €
D	m ²	MEMBR. ELASTOMÉRICA 3mm.	28,58	29,08	831,10
H.1.1	ud	CASCO DE SEGURIDAD	2	2,50	5,00
H.1.2	ud	GAFAS CONTRA IMPACTOS	2	0,83	1,66
H.1.4	ud	MONO DE TRABAJO	2	13,75	27,50
H.1.5	ud	PAR DE GUANTES DE USO GENERAL	2	1,25	2,50
H.1.6	ud	PAR DE BOTAS CON PUNTERA DE METAL	2	7,49	14,98
H.3	ud	BOTIQUÍN DE URGENCIA	1	101,86	101,86
H.4	ud	PLACA SEÑALIZACIÓN - INFORMACIÓN	1	4,16	4,16
I.3	ud	ENSAYO COMPR. CONT Y UNIF. MENBR.	1	85,83	85,83
PEM TOTAL					1074,59

PEM – Membrana elastomérica como barrera anti radón – vivienda existente

Membrana elastomérica como barrera anti radón – vivienda existente					
Cod.	Ud.	Resumen	Cantidad	Precio	Total €
E.1.3	m ²	DEMOL. PAVIM. CERAM/GRES	28,58	2,11	60,30
D	m ²	MEMBR. ELASTOMÉRICA 3mm.	28,58	29,08	831,10
F.1.3	m ²	SOLADO CERAM/GRES	28,58	33,70	963,14
G.2	m ³	RETIRADA RESID. ARIDO/PIEDRA	3,201	15,30	48,97
H.1.1	ud	CASCO DE SEGURIDAD	4	2,50	10,00
H.1.2	ud	GAFAS CONTRA IMPACTOS	1	0,83	0,83
H.1.3	ud	CASCOS PROTECTORES AUDITIVOS	1	2,49	2,49
H.1.4	ud	MONO DE TRABAJO	4	13,75	55,00
H.1.5	ud	PAR DE GUANTES DE USO GENERAL	4	1,25	5,00
H.1.6	ud	PAR DE BOTAS CON PUNTERA DE METAL	4	7,49	29,96
H.3	ud	BOTIQUÍN DE URGENCIA	1	101,86	101,86
H.4	ud	PLACA SEÑALIZACIÓN - INFORMACIÓN	1	4,16	4,16
I.3	ud	ENSAYO COMPR. CONT Y UNIF. MENBR.	1	85,83	85,83
PEM TOTAL					2198,64

5. PEM DE LAS MEDIDAS DE PROTECCIÓN FRENTE AL RADÓN DE LA VIVIENDA 3 DE CABEZUELA DEL VALLE

Identificación de la vivienda 3 – Cabezuela del Valle

	Vivienda 3 Cabezuela del Valle	
	Datos de interés	
	Población	Cabezuela del Valle
	Año de construcción	2010
	Uso de la zona a actuar	Garaje
	Superficie de actuación	69,08m ²
	Nº de plantas	3 sobre rasante

PEM – Extracción natural por arquetas enterradas interiores – vivienda nueva

Extracción natural por arquetas enterradas interiores – vivienda nueva					
Cod.	Ud.	Resumen	Cantidad	Precio	Total €
A.1.2.1	ud	ARQ.CAPT. SUMP MEC/T.COMPT./VOL≤0,500 m ³	3	144,15	432,45
B.1.3	m.	COND. PVC 125mm INT. 3 PASOS FORJ.	33,69	33,59	1131,64
B.2	m ²	EMPARCHADO CONDUCTO PVC	21,38	13,05	279,01
C.1.1	ud	REMATE CHAPA GALV. D=15cm	3	27,49	82,47
G.1	m ³	RETIRADA TIERRAS A VERT.	1,698	7,74	13,14
H.1.1	ud	CASCO DE SEGURIDAD	4	2,50	10,00
H.1.4	ud	MONO DE TRABAJO	4	13,75	55,00
H.1.5	ud	PAR DE GUANTES DE USO GENERAL	4	1,25	5,00
H.1.6	ud	PAR DE BOTAS CON PUNTERA DE METAL	4	7,49	29,96
H.1.7	ud	ARNÉS AMARRE DORSAL + CINTA SUBGLÚTEA	1	6,36	6,36
H.1.8	m	LÍNEA HORIZONTAL DE SEGURIDAD	2	13,75	27,50
H.2.1	ud	TAPA PROVISIONAL DE ARQUETA 1,20 X 1,20 m.	3	33,84	101,52
H.2.2	ud	ALQ. E INST. ANDAMIO MET. TUBULAR h<12m.	22,46	9,44	212,02
H.3	ud	BOTIQUÍN DE URGENCIA	1	101,86	101,86
H.4	ud	PLACA SEÑALIZACIÓN - INFORMACIÓN	1	4,16	4,16
I.1	ud	ENSAYO ESTANQ. AIRE TUBO PVC	1	149,46	149,46
I.2	ud	ENSAYO ESTANQ. AGUA TUBO-CUBIERTA	1	131,06	131,06
PEM TOTAL					2772,61

PEM – Extracción natural por arquetas enterradas interiores – vivienda existente

Extracción natural por arquetas enterradas interiores – vivienda existente					
Cod.	Ud.	Resumen	Cantidad	Precio	Total €
E.1.3	m ²	DEMOL. PAVIM. CERAM/GRES	14,38	2,11	30,34
E.3.1	m ²	DEMOL. SOLERA HORM. e≤15cm.	14,38	7,54	108,42
E.8.1	m ²	RETIDARA FILM POLIET.	4,24	1,33	5,64
E.8.2	m ³	RETIRADA ENCACH. GRAVA	0,849	10,63	9,02
E.4	m ²	DEMOL. ENTREVIG. FORJADO	0,36	6,44	2,32
E.5.1	m ²	DEMOL. FALDÓN TEJA CURVA	0,12	9,77	1,17
A.1.2.1	ud	ARQ.CAPT. SUMP MEC/T.COMPT./VOL≤0,500 m ³	3	144,15	432,45
B.1.3	m.	COND. PVC 125mm INT. 3 PASOS FORJ.	33,69	33,59	1131,64
B.2	m ²	EMPARCHADO CONDUCTO PVC	21,38	13,05	279,01
C.1.1	ud	REMATE CHAPA GALV. D=15cm	3	27,49	82,47
F.3	m ²	ALICATADO CERAM/GRES	4,38	22,88	100,21
F.5.1	m ²	GUARN. Y ENLUC. YESO P.VERT	11,82	6,56	77,54
F.5.2	m ²	ENFOSC. MORT. CEM. P.VERT.	9,76	11,46	111,85
F.5.3	m ²	PINTURA PLAST. LISA MATE BLANCO/COLOR	21,58	8,10	174,80

Extracción natural por arquetas enterradas interiores – vivienda existente (continuación)					
Cod.	Ud.	Resumen	Cantidad	Precio	Total €
F.6	m ²	IMPERM. LAM. SINT. P.CLOR. e=1,5mm	14,38	14,10	202,75
F.4.2	m ²	SOLERA HORM. ARM. e = 15cm	14,38	16,75	240,86
F.1.3	m ²	SOLADO CERAM/GRES	14,38	33,70	484,60
F.7	ud	ENC. TUBO-FALDÓN MEMBR. IMP. e=1,35mm	3	11,92	35,76
G.1	m ³	RETIRADA TIERRAS A VERT.	1,698	7,74	13,14
G.2	m ³	RETIRADA RESID. ARIDO/PIEDRA	6,004	15,30	91,86
H.1.1	ud	CASCO DE SEGURIDAD	7	2,50	17,50
H.1.2	ud	GAFAS CONTRA IMPACTOS	3	0,83	2,49
H.1.3	ud	CASCOS PROTECTORES AUDITIVOS	3	2,49	7,47
H.1.4	ud	MONO DE TRABAJO	7	13,75	96,25
H.1.5	ud	PAR DE GUANTES DE USO GENERAL	7	1,25	8,75
H.1.6	ud	PAR DE BOTAS CON PUNTERA DE METAL	7	7,49	52,43
H.1.7	ud	ARNÉS AMARRE DORSAL + CINTA SUBGLÚTEA	1	6,36	6,36
H.1.8	m	LÍNEA HORIZONTAL DE SEGURIDAD	2	13,75	27,50
H.2.1	ud	TAPA PROVISIONAL DE ARQUETA 1,20 X 1,20 m.	3	33,84	101,52
H.2.2	ud	ALQ. E INST. ANDAMIO MET. TUBULAR h<12m.	22,46	9,44	212,02
H.3	ud	BOTIQUÍN DE URGENCIA	1	101,86	101,86
H.4	ud	PLACA SEÑALIZACIÓN - INFORMACIÓN	1	4,16	4,16
I.1	ud	ENSAYO ESTANQ. AIRE TUBO PVC	1	149,46	149,46
I.2	ud	ENSAYO ESTANQ. AGUA TUBO-CUBIERTA	1	131,06	131,06
				PEM TOTAL	4534,68

PEM – Extracción/presurización forzada por arquetas enterradas interiores – vivienda nueva

Extracción/presurización forzada por arquetas enterradas interiores – vivienda nueva					
Cod.	Ud.	Resumen	Cantidad	Precio	Total €
A.1.2.1	ud	ARQ.CAPT. SUMP MEC/T.COMPT./VOL≤0,500 m ³	3	144,15	432,45
B.1.3	m.	COND. PVC 125mm INT. 3 PASOS FORJ.	33,69	33,59	1131,64
B.2	m ²	EMPARCHADO CONDUCTO PVC	21,38	13,05	279,01
C.1.2	ud	ASPIR. ESTATICO ACERO D=15cm	3	94,60	283,80
C.2.1	ud	EXTR. H.CENTRIF. 80W	3	90,55	271,65
G.1	m ³	RETIRADA TIERRAS A VERT.	1,698	7,74	13,14
H.1.1	ud	CASCO DE SEGURIDAD	4	2,50	10,00
H.1.4	ud	MONO DE TRABAJO	4	13,75	55,00
H.1.5	ud	PAR DE GUANTES DE USO GENERAL	4	1,25	5,00
H.1.6	ud	PAR DE BOTAS CON PUNTERA DE METAL	4	7,49	29,96
H.1.7	ud	ARNÉS AMARRE DORSAL + CINTA SUBGLÚTEA	1	6,36	6,36
H.1.8	m	LÍNEA HORIZONTAL DE SEGURIDAD	2	13,75	27,50
H.2.1	ud	TAPA PROVISIONAL DE ARQUETA 1,20 X 1,20 m.	3	33,84	101,52
H.2.2	ud	ALQ. E INST. ANDAMIO MET. TUBULAR h<12m.	22,46	9,44	212,02
H.3	ud	BOTIQUÍN DE URGENCIA	1	101,86	101,86
H.4	ud	PLACA SEÑALIZACIÓN - INFORMACIÓN	1	4,16	4,16
I.1	ud	ENSAYO ESTANQ. AIRE TUBO PVC	1	149,46	149,46
I.2	ud	ENSAYO ESTANQ. AGUA TUBO-CUBIERTA	1	131,06	131,06
				PEM TOTAL	3245,59

PEM – Extracción/presurización forzada por arquetas enterradas interiores – vivienda existente

Extracción/presurización forzada por arquetas enterradas interiores – vivienda existente					
Cod.	Ud.	Resumen	Cantidad	Precio	Total €
E.1.3	m ²	DEMOL. PAVIM. CERAM/GRES	14,38	2,11	30,34
E.3.1	m ²	DEMOL. SOLERA HORM. e≤15cm.	14,38	7,54	108,42
E.8.1	m ²	RETIDARA FILM POLIET.	4,24	1,33	5,64
E.8.2	m ³	RETIRADA ENCACH. GRAVA	0,849	10,63	9,02
E.4	m ²	DEMOL. ENTREVIG. FORJADO	0,36	6,44	2,32
E.5.1	m ²	DEMOL. FALDÓN TEJA CURVA	0,12	9,77	1,17
A.1.2.1	ud	ARQ.CAPT. SUMP MEC/T.COMPT./VOL≤0,500 m ³	3	144,15	432,45
B.1.3	m.	COND. PVC 125mm INT. 3 PASOS FORJ.	33,69	33,59	1131,64
B.2	m ²	EMPARCHADO CONDUCTO PVC	21,38	13,05	279,01
C.1.2	ud	ASPIR. ESTATICO ACERO D=15cm	3	94,60	283,80
C.2.2	ud	EXTR. H.CENTRIF. 80W/MEC. ELECTR.	3	177,58	532,74
F.3	m ²	ALICATADO CERAM/GRES	4,38	22,88	100,21
F.5.1	m ²	GUARN. Y ENLUC. YESO P.VERT	11,82	6,56	77,54
F.5.2	m ²	ENFOSC. MORT. CEM. P.VERT.	9,76	11,46	111,85
F.5.3	m ²	PINTURA PLAST. LISA MATE BLANCO/COLOR	21,58	8,10	174,80
F.6	m ²	IMPERM. LAM. SINT. P.CLOR. e=1,5mm	14,38	14,10	202,75
F.4.2	m ²	SOLERA HORM. ARM. e = 15cm	14,38	16,75	240,86
F.1.3	m ²	SOLADO CERAM/GRES	14,38	33,70	484,60
F.7	ud	ENC. TUBO-FALDÓN MEMBR. IMP. e=1,35mm	3	11,92	35,76
G.1	m ³	RETIRADA TIERRAS A VERT.	1,698	7,74	13,14
G.2	m ³	RETIRADA RESID. ARIDO/PIEDRA	6,004	15,30	91,86
H.1.1	ud	CASCO DE SEGURIDAD	7	2,50	17,50
H.1.2	ud	GAFAS CONTRA IMPACTOS	3	0,83	2,49
H.1.3	ud	CASCOS PROTECTORES AUDITIVOS	3	2,49	7,47
H.1.4	ud	MONO DE TRABAJO	7	13,75	96,25
H.1.5	ud	PAR DE GUANTES DE USO GENERAL	7	1,25	8,75
H.1.6	ud	PAR DE BOTAS CON PUNTERA DE METAL	7	7,49	52,43
H.1.7	ud	ARNÉS AMARRE DORSAL + CINTA SUBGLÚTEA	1	6,36	6,36
H.1.8	m	LÍNEA HORIZONTAL DE SEGURIDAD	2	13,75	27,50
H.2.1	ud	TAPA PROVISIONAL DE ARQUETA 1,20 X 1,20 m.	3	33,84	101,52
H.2.2	ud	ALQ. E INST. ANDAMIO MET. TUBULAR h<12m.	22,46	9,44	212,02
H.3	ud	BOTIQUÍN DE URGENCIA	1	101,86	101,86
H.4	ud	PLACA SEÑALIZACIÓN - INFORMACIÓN	1	4,16	4,16
I.1	ud	ENSAYO ESTANQ. AIRE TUBO PVC	1	149,46	149,46
I.2	ud	ENSAYO ESTANQ. AGUA TUBO-CUBIERTA	1	131,06	131,06
				PEM TOTAL	5268,75

PEM – Extracción forzada por arquetas enterradas exteriores – vivienda nueva

Esta medida de protección no se puede ejecutar, por no existir terreno aledaño a la vivienda que sea propiedad de la misma.

PEM – Extracción forzada por arquetas enterradas exteriores – vivienda existente

Esta medida de protección no se puede ejecutar, por no existir terreno aledaño a la vivienda que sea propiedad de la misma.

PEM – Membrana elastomérica como barrera anti radón – vivienda nueva

Membrana elastomérica como barrera anti radón – vivienda nueva					
Cod.	Ud.	Resumen	Cantidad	Precio	Total €
D	m ²	MEMBR. ELASTOMÉRICA 3mm.	88,87	29,08	2584,34
H.1.1	ud	CASCO DE SEGURIDAD	2	2,50	5,00
H.1.2	ud	GAFAS CONTRA IMPACTOS	2	0,83	1,66
H.1.4	ud	MONO DE TRABAJO	2	13,75	27,50
H.1.5	ud	PAR DE GUANTES DE USO GENERAL	2	1,25	2,50
H.1.6	ud	PAR DE BOTAS CON PUNTERA DE METAL	2	7,49	14,98
H.3	ud	BOTIQUÍN DE URGENCIA	1	101,86	101,86
H.4	ud	PLACA SEÑALIZACIÓN - INFORMACIÓN	1	4,16	4,16
I.3	ud	ENSAYO COMPR. CONT Y UNIF. MENBR.	1	85,83	85,83
PEM TOTAL					2827,83

PEM – Membrana elastomérica como barrera anti radón – vivienda existente

Membrana elastomérica como barrera anti radón – vivienda existente					
Cod.	Ud.	Resumen	Cantidad	Precio	Total €
E.1.3	m ²	DEMOL. PAVIM. CERAM/GRES	69,08	2,11	147,75
E.2	m ²	DEMOL. ALICAT. PIEDRA NAT. O ART.	6,13	5,12	31,38
E.7.2	m ²	PICADO ENFOSCADO CEMENTO	13,66	7,59	103,68
D	m ²	MEMBR. ELASTOMÉRICA 3mm.	88,87	29,08	2584,34
F.1.3	m ²	SOLADO CERAM/GRES	69,08	33,70	2327,99
F.3	m ²	ALICATADO CERAM/GRES	6,13	22,88	140,25
F.5.2	m ²	ENFOSC. MORT. CEM. P.VERT	13,66	11,46	156,54
F.5.3	m ²	PINTURA PLAST. LISA MATE BLANCO/COLOR	13,66	8,10	110,64
G.2	m ³	RETIRADA RESID. ARIDO/PIEDRA	8,376	15,30	128,15
H.1.1	ud	CASCO DE SEGURIDAD	4	2,50	10,00
H.1.2	ud	GAFAS CONTRA IMPACTOS	2	0,83	1,66
H.1.3	ud	CASCOS PROTECTORES AUDITIVOS	2	2,49	4,98
H.1.4	ud	MONO DE TRABAJO	4	13,75	55,00
H.1.5	ud	PAR DE GUANTES DE USO GENERAL	4	1,25	5,00
H.1.6	ud	PAR DE BOTAS CON PUNTERA DE METAL	4	7,49	29,96
H.3	ud	BOTIQUÍN DE URGENCIA	1	101,86	101,86
H.4	ud	PLACA SEÑALIZACIÓN - INFORMACIÓN	1	4,16	4,16
I.3	ud	ENSAYO COMPR. CONT Y UNIF. MENBR.	1	85,83	85,83
PEM TOTAL					6029,17

6. PEM DE LAS MEDIDAS DE PROTECCIÓN FRENTE AL RADÓN DE LA VIVIENDA 2 DE TORNAVACAS

Identificación de la vivienda 2 – Tornavacas

Vivienda 2 Tornavacas	
Datos de interés	
Población	Tornavacas
Año de construcción	1990
Uso de la zona a actuar	Garaje
Superficie de actuación	80,16m ²
Nº de plantas	3 sobre rasante

PEM – Extracción natural por arquetas enterradas interiores – vivienda nueva

Extracción natural por arquetas enterradas interiores – vivienda nueva					
Cod.	Ud.	Resumen	Cantidad	Precio	Total €
A.1.2.1	ud	ARQ.CAPT. SUMP MEC/T.COMPT./VOL≤0,500 m ³	4	144,15	576,60
B.1.3	m.	COND. PVC 125mm INT. 3 PASOS FORJ.	44,80	33,59	1504,83
B.2	m ²	EMPARCHADO CONDUCTO PVC	26,96	13,05	351,82
C.1.1	ud	REMATE CHAPA GALV. D=15cm	4	27,49	109,96
G.1	m ³	RETIRADA TIERRAS A VERT.	2,264	7,74	17,52
H.1.1	ud	CASCO DE SEGURIDAD	4	2,50	10,00
H.1.4	ud	MONO DE TRABAJO	4	13,75	55,00
H.1.5	ud	PAR DE GUANTES DE USO GENERAL	4	1,25	5,00
H.1.6	ud	PAR DE BOTAS CON PUNTERA DE METAL	4	7,49	29,96
H.1.7	ud	ARNÉS AMARRE DORSAL + CINTA SUBGLÚTEA	1	6,36	6,36
H.1.8	m	LÍNEA HORIZONTAL DE SEGURIDAD	2	13,75	27,50
H.2.1	ud	TAPA PROVISIONAL DE ARQUETA 1,20 X 1,20 m.	4	33,84	135,36
H.2.2	ud	ALQ. E INST. ANDAMIO MET. TUBULAR h<12m.	22,40	9,44	211,45
H.3	ud	BOTIQUÍN DE URGENCIA	1	101,86	101,86
H.4	ud	PLACA SEÑALIZACIÓN - INFORMACIÓN	1	4,16	4,16
I.1	ud	ENSAYO ESTANQ. AIRE TUBO PVC	1	149,46	149,46
I.2	ud	ENSAYO ESTANQ. AGUA TUBO-CUBIERTA	1	131,06	131,06
PEM TOTAL					3427,90

PEM – Extracción natural por arquetas enterradas interiores – vivienda existente

Extracción natural por arquetas enterradas interiores – vivienda existente					
Cod.	Ud.	Resumen	Cantidad	Precio	Total €
E.3.1	m ²	DEMOL. SOLERA HORM. e≤15cm.	19,17	7,54	144,54
E.8.1	m ²	RETIDARA FILM POLIET.	5,65	1,33	7,51
E.8.2	m ³	RETIRADA ENCACH. GRAVA	1,132	10,63	12,03
E.4	m ²	DEMOL. ENTREVIG. FORJADO	0,48	6,44	3,09
E.5.1	m ²	DEMOL. FALDÓN TEJA CURVA	0,16	9,77	1,56
A.1.2.1	ud	ARQ.CAPT. SUMP MEC/T.COMPT./VOL≤0,500 m ³	4	144,15	576,60
B.1.3	m.	COND. PVC 125mm INT. 3 PASOS FORJ.	44,80	33,59	1504,83
B.2	m ²	EMPARCHADO CONDUCTO PVC	26,96	13,05	351,82
C.1.1	ud	REMATE CHAPA GALV. D=15cm	4	27,49	109,96
F.5.1	m ²	GUARN. Y ENLUC. YESO P.VERT	15,77	6,56	103,45
F.5.2	m ²	ENFOSC. MORT. CEM. P.VERT.	16,93	11,46	194,01
F.5.3	m ²	PINTURA PLAST. LISA MATE BLANCO/COLOR	32,70	8,10	264,87
F.6	m ²	IMPERM. LAM. SINT. P.CLOR. e=1,5mm	19,17	14,10	270,29
F.4.2	m ²	SOLERA HORM. ARM. e = 15cm	19,17	16,75	321,09
F.7	ud	ENC. TUBO-FALDÓN MEMBR. IMP. e=1,35mm	4	11,92	47,68
G.1	m ³	RETIRADA TIERRAS A VERT.	2,264	7,74	17,52

Extracción natural por arquetas enterradas interiores – vivienda existente (continuación)					
Cod.	Ud.	Resumen	Cantidad	Precio	Total €
G.2	m ³	RETIRADA RESID. ARIDO/PIEDRA	5,756	15,30	88,06
H.1.1	ud	CASCO DE SEGURIDAD	7	2,50	17,50
H.1.2	ud	GAFAS CONTRA IMPACTOS	3	0,83	2,49
H.1.3	ud	CASCOS PROTECTORES AUDITIVOS	3	2,49	7,47
H.1.4	ud	MONO DE TRABAJO	7	13,75	96,25
H.1.5	ud	PAR DE GUANTES DE USO GENERAL	7	1,25	8,75
H.1.6	ud	PAR DE BOTAS CON PUNTERA DE METAL	7	7,49	52,43
H.1.7	ud	ARNÉS AMARRE DORSAL + CINTA SUBGLÚTEA	1	6,36	6,36
H.1.8	m	LÍNEA HORIZONTAL DE SEGURIDAD	2	13,75	27,50
H.2.1	ud	TAPA PROVISIONAL DE ARQUETA 1,20 X 1,20 m.	4	33,84	135,36
H.2.2	ud	ALQ. E INST. ANDAMIO MET. TUBULAR h<12m.	22,40	9,44	211,45
H.3	ud	BOTIQUÍN DE URGENCIA	1	101,86	101,86
H.4	ud	PLACA SEÑALIZACIÓN - INFORMACIÓN	1	4,16	4,16
I.1	ud	ENSAYO ESTANQ. AIRE TUBO PVC	1	149,46	149,46
I.2	ud	ENSAYO ESTANQ. AGUA TUBO-CUBIERTA	1	131,06	131,06
				PEM TOTAL	4971,01

PEM – Extracción/presurización forzada por arquetas enterradas interiores – vivienda nueva

Extracción/presurización forzada por arquetas enterradas interiores – vivienda nueva					
Cod.	Ud.	Resumen	Cantidad	Precio	Total €
A.1.2.1	ud	ARQ.CAPT. SUMP MEC/T.COMPT./VOL≤0,500 m ³	4	144,15	576,60
B.1.3	m.	COND. PVC 125mm INT. 3 PASOS FORJ.	44,80	33,59	1504,83
B.2	m ²	EMPARCHADO CONDUCTO PVC	26,96	13,05	351,82
C.1.2	ud	ASPIR. ESTATICO ACERO D=15cm	4	94,60	378,40
C.2.1	ud	EXTR. H.CENTRIF. 80W	4	90,55	362,20
G.1	m ³	RETIRADA TIERRAS A VERT.	2,264	7,74	17,52
H.1.1	ud	CASCO DE SEGURIDAD	4	2,50	10,00
H.1.4	ud	MONO DE TRABAJO	4	13,75	55,00
H.1.5	ud	PAR DE GUANTES DE USO GENERAL	4	1,25	5,00
H.1.6	ud	PAR DE BOTAS CON PUNTERA DE METAL	4	7,49	29,96
H.1.7	ud	ARNÉS AMARRE DORSAL + CINTA SUBGLÚTEA	1	6,36	6,36
H.1.8	m	LÍNEA HORIZONTAL DE SEGURIDAD	2	13,75	27,50
H.2.1	ud	TAPA PROVISIONAL DE ARQUETA 1,20 X 1,20 m.	4	33,84	135,36
H.2.2	ud	ALQ. E INST. ANDAMIO MET. TUBULAR h<12m.	22,40	9,44	211,45
H.3	ud	BOTIQUÍN DE URGENCIA	1	101,86	101,86
H.4	ud	PLACA SEÑALIZACIÓN - INFORMACIÓN	1	4,16	4,16
I.1	ud	ENSAYO ESTANQ. AIRE TUBO PVC	1	149,46	149,46
I.2	ud	ENSAYO ESTANQ. AGUA TUBO-CUBIERTA	1	131,06	131,06
				PEM TOTAL	4058,54

PEM – Extracción/presurización forzada por arquetas enterradas interiores – vivienda existente

Extracción natural por arquetas enterradas interiores – vivienda existente					
Cod.	Ud.	Resumen	Cantidad	Precio	Total €
E.3.1	m ²	DEMOL. SOLERA HORM. e≤15cm.	19,17	7,54	144,54
E.8.1	m ²	RETIDARA FILM POLIET.	5,65	1,33	7,51
E.8.2	m ³	RETIRADA ENCACH. GRAVA	1,132	10,63	12,03
E.4	m ²	DEMOL. ENTREVIG. FORJADO	0,48	6,44	3,09
E.5.1	m ²	DEMOL. FALDÓN TEJA CURVA	0,16	9,77	1,56
A.1.2.1	ud	ARQ.CAPT. SUMP MEC/T.COMPT./VOL≤0,500 m ³	4	144,15	576,60
B.1.2	m.	COND. PVC 125mm INT. 2 PASOS FORJ.	44,80	33,59	1504,83
B.2	m ²	EMPARCHADO CONDUCTO PVC	26,96	13,05	351,82
C.1.2	ud	ASPIR. ESTATICO ACERO D=15cm	4	94,60	378,40
C.2.2	ud	EXTR. H.CENTRIF. 80W/MEC. ELECTR.	4	177,58	710,32
F.5.1	m ²	GUARN. Y ENLUC. YESO P.VERT	15,77	6,56	103,45
F.5.2	m ²	ENFOSC. MORT. CEM. P.VERT.	16,93	11,46	194,01
F.5.3	m ²	PINTURA PLAST. LISA MATE BLANCO/COLOR	32,70	8,10	264,87
F.6	m ²	IMPERM. LAM. SINT. P.CLOR. e=1,5mm	19,17	14,10	270,29
F.4.2	m ²	SOLERA HORM. ARM. e = 15cm	19,17	16,75	321,09
F.7	ud	ENC. TUBO-FALDÓN MEMBR. IMP. e=1,35mm	4	11,92	47,68
G.1	m ³	RETIRADA TIERRAS A VERT.	2,264	7,74	17,52
G.2	m ³	RETIRADA RESID. ARIDO/PIEDRA	5,756	15,30	88,06
H.1.1	ud	CASCO DE SEGURIDAD	7	2,50	17,50
H.1.2	ud	GAFAS CONTRA IMPACTOS	3	0,83	2,49
H.1.3	ud	CASCOS PROTECTORES AUDITIVOS	3	2,49	7,47
H.1.4	ud	MONO DE TRABAJO	7	13,75	96,25
H.1.5	ud	PAR DE GUANTES DE USO GENERAL	7	1,25	8,75
H.1.6	ud	PAR DE BOTAS CON PUNTERA DE METAL	7	7,49	52,43
H.1.7	ud	ARNÉS AMARRE DORSAL + CINTA SUBGLÚTEA	1	6,36	6,36
H.1.8	m	LÍNEA HORIZONTAL DE SEGURIDAD	2	13,75	27,50
H.2.1	ud	TAPA PROVISIONAL DE ARQUETA 1,20 X 1,20 m.	4	33,84	135,36
H.2.2	ud	ALQ. E INST. ANDAMIO MET. TUBULAR h<12m.	22,40	9,44	211,45
H.3	ud	BOTIQUÍN DE URGENCIA	1	101,86	101,86
H.4	ud	PLACA SEÑALIZACIÓN - INFORMACIÓN	1	4,16	4,16
I.1	ud	ENSAYO ESTANQ. AIRE TUBO PVC	1	149,46	149,46
I.2	ud	ENSAYO ESTANQ. AGUA TUBO-CUBIERTA	1	131,06	131,06
				PEM TOTAL	5949,77

PEM – Extracción forzada por arquetas enterradas exteriores – vivienda nueva

Esta medida de protección no se puede ejecutar, por no existir terreno aledaño a la vivienda que sea propiedad de la misma.

PEM – Extracción forzada por arquetas enterradas exteriores – vivienda existente

Esta medida de protección no se puede ejecutar, por no existir terreno aledaño a la vivienda que sea propiedad de la misma.

PEM – Membrana elastomérica como barrera anti radón – vivienda nueva


Membrana elastomérica como barrera anti radón – vivienda nueva					
Cod.	Ud.	Resumen	Cantidad	Precio	Total €
D	m ²	MEMBR. ELASTOMÉRICA 3mm.	97,74	29,08	2842,28
H.1.1	ud	CASCO DE SEGURIDAD	2	2,50	5,00
H.1.2	ud	GAFAS CONTRA IMPACTOS	2	0,83	1,66
H.1.4	ud	MONO DE TRABAJO	2	13,75	27,50
H.1.5	ud	PAR DE GUANTES DE USO GENERAL	2	1,25	2,50
H.1.6	ud	PAR DE BOTAS CON PUNTERA DE METAL	2	7,49	14,98
H.3	ud	BOTIQUÍN DE URGENCIA	1	101,86	101,86
H.4	ud	PLACA SEÑALIZACIÓN - INFORMACIÓN	1	4,16	4,16
I.3	ud	ENSAYO COMPR. CONT Y UNIF. MENBR.	1	85,83	85,83
PEM TOTAL					3085,77

PEM – Membrana elastomérica como barrera anti radón – vivienda existente

Membrana elastomérica como barrera anti radón – vivienda existente					
Cod.	Ud.	Resumen	Cantidad	Precio	Total €
E.7.2	m ²	PICADO ENFOSCADO CEMENTO	17,58	7,59	133,43
D	m ²	MEMBR. ELASTOMÉRICA 3mm.	97,74	29,08	2842,28
F.1.3	m ²	SOLADO CERAM/GRES	80,16	33,70	2701,39
F.2.3	m	RODAPIE CERAM/GRES	33,64	4,24	142,63
F.5.2	m ²	ENFOSC. MORT. CEM. P.VERT	17,58	11,46	201,46
F.5.3	m ²	PINTURA PLAST. LISA MATE BLANCO/COLOR	17,58	8,10	142,40
G.2	m ³	RETIRADA RESID. ARIDO/PIEDRA	8,376	15,30	128,15
H.1.1	ud	CASCO DE SEGURIDAD	4	2,50	10,00
H.1.2	ud	GAFAS CONTRA IMPACTOS	1	0,83	0,83
H.1.3	ud	CASCOS PROTECTORES AUDITIVOS	1	2,49	2,49
H.1.4	ud	MONO DE TRABAJO	4	13,75	55,00
H.1.5	ud	PAR DE GUANTES DE USO GENERAL	4	1,25	5,00
H.1.6	ud	PAR DE BOTAS CON PUNTERA DE METAL	4	7,49	29,96
H.3	ud	BOTIQUÍN DE URGENCIA	1	101,86	101,86
H.4	ud	PLACA SEÑALIZACIÓN - INFORMACIÓN	1	4,16	4,16
I.3	ud	ENSAYO COMPR. CONT Y UNIF. MENBR.	1	85,83	85,83
PEM TOTAL					6586,87

7. PEM DE LAS MEDIDAS DE PROTECCIÓN FRENTE AL RADÓN DE LA VIVIENDA 3 DE TORNAVACAS

Identificación de la vivienda 3 – Tornavacas

	Vivienda 3 Tornavacas	
	Datos de interés	
	Población	Tornavacas
	Año de construcción	1997
	Uso de la zona a actuar	Garaje
	Superficie de actuación	39,18m ²
Nº de plantas	4 sobre rasante por patio trasero	

PEM – Extracción natural por arquetas enterradas interiores – vivienda nueva

Extracción natural por arquetas enterradas interiores – vivienda nueva					
Cod.	Ud.	Resumen	Cantidad	Precio	Total €
A.1.2.1	ud	ARQ.CAPT. SUMP MEC/T.COMPT./VOL≤0,500 m ³	2	144,15	288,30
B.1.4	m.	COND. PVC 125mm INT. 4 PASOS FORJ.	28,24	32,51	918,08
B.2	m ²	EMPARCHADO CONDUCTO PVC	16,64	13,05	217,15
C.1.1	ud	REMATE CHAPA GALV. D=15cm	2	27,49	54,98
G.1	m ³	RETIRADA TIERRAS A VERT.	1,132	7,74	8,76
H.1.1	ud	CASCO DE SEGURIDAD	4	2,50	10,00
H.1.4	ud	MONO DE TRABAJO	4	13,75	55,00
H.1.5	ud	PAR DE GUANTES DE USO GENERAL	4	1,25	5,00
H.1.6	ud	PAR DE BOTAS CON PUNTERA DE METAL	4	7,49	29,96
H.1.7	ud	ARNÉS AMARRE DORSAL + CINTA SUBGLÚTEA	1	6,36	6,36
H.1.8	m	LÍNEA HORIZONTAL DE SEGURIDAD	2	13,75	27,50
H.2.1	ud	TAPA PROVISIONAL DE ARQUETA 1,20 X 1,20 m.	2	33,84	67,68
H.2.2	ud	ALQ. E INST. ANDAMIO MET. TUBULAR h<12m.	28,24	9,44	266,58
H.3	ud	BOTIQUÍN DE URGENCIA	1	101,86	101,86
H.4	ud	PLACA SEÑALIZACIÓN - INFORMACIÓN	1	4,16	4,16
I.1	ud	ENSAYO ESTANQ. AIRE TUBO PVC	1	149,46	149,46
I.2	ud	ENSAYO ESTANQ. AGUA TUBO-CUBIERTA	1	131,06	131,06
PEM TOTAL					2341,89

PEM – Extracción natural por arquetas enterradas interiores – vivienda existente

Extracción natural por arquetas enterradas interiores – vivienda existente					
Cod.	Ud.	Resumen	Cantidad	Precio	Total €
E.1.3	m ²	DEMOL. PAVIM. CERAM/GRES	9,58	2,11	20,21
E.3.1	m ²	DEMOL. SOLERA HORM. e≤15cm.	9,58	7,54	72,23
E.8.1	m ²	RETIDARA FILM POLIET.	2,82	1,33	3,75
E.8.2	m ³	RETIRADA ENCAJ. GRAVA	0,566	10,63	6,01
E.4	m ²	DEMOL. ENTREVIG. FORJADO	0,32	6,44	2,06
E.5.1	m ²	DEMOL. FALDÓN TEJA CURVA	0,08	9,77	0,78
A.1.2.1	ud	ARQ.CAPT. SUMP MEC/T.COMPT./VOL≤0,500 m ³	2	144,15	288,30
B.1.4	m.	COND. PVC 125mm INT. 4 PASOS FORJ.	28,24	32,51	918,08
B.2	m ²	EMPARCHADO CONDUCTO PVC	16,64	13,05	217,15
C.1.1	ud	REMATE CHAPA GALV. D=15cm	2	27,49	54,98
F.5.1	m ²	GUARN. Y ENLUC. YESO P.VERT	11,82	6,56	77,54
F.5.2	m ²	ENFOSC. MORT. CEM. P.VERT.	8,23	11,46	94,31
F.5.3	m ²	PINTURA PLAST. LISA MATE BLANCO/COLOR	11,82	8,10	95,74
F.6	m ²	IMPERM. LAM. SINT. P.CLOR. e=1,5mm	9,58	14,10	135,07
F.4.2	m ²	SOLERA HORM. ARM. e = 15cm	9,58	16,75	160,46

Extracción natural por arquetas enterradas interiores – vivienda existente (continuación)					
Cod.	Ud.	Resumen	Cantidad	Precio	Total €
F.1.3	m ²	SOLADO CERAM/GRES	9,58	33,70	322,84
F.2.3	m	RODAPIÉ CERAM/GRES	2,92	4,24	12,38
F.7	ud	ENC. TUBO-FALDÓN MEMBR. IMP. e=1,35mm	2	11,92	23,84
G.1	m ³	RETIRADA TIERRAS A VERT.	1,132	7,74	8,76
G.2	m ³	RETIRADA RESID. ARIDO/PIEDRA	4,001	15,30	61,21
H.1.1	ud	CASCO DE SEGURIDAD	7	2,50	17,50
H.1.2	ud	GAFAS CONTRA IMPACTOS	3	0,83	2,49
H.1.3	ud	CASCOS PROTECTORES AUDITIVOS	3	2,49	7,47
H.1.4	ud	MONO DE TRABAJO	7	13,75	96,25
H.1.5	ud	PAR DE GUANTES DE USO GENERAL	7	1,25	8,75
H.1.6	ud	PAR DE BOTAS CON PUNTERA DE METAL	7	7,49	52,43
H.1.7	ud	ARNÉS AMARRE DORSAL + CINTA SUBGLÚTEA	1	6,36	6,36
H.1.8	m	LÍNEA HORIZONTAL DE SEGURIDAD	2	13,75	27,50
H.2.1	ud	TAPA PROVISIONAL DE ARQUETA 1,20 X 1,20 m.	2	33,84	67,68
H.2.2	ud	ALQ. E INST. ANDAMIO MET. TUBULAR h<12m.	28,24	9,44	266,58
H.3	ud	BOTIQUÍN DE URGENCIA	1	101,86	101,86
H.4	ud	PLACA SEÑALIZACIÓN - INFORMACIÓN	1	4,16	4,16
I.1	ud	ENSAYO ESTANQ. AIRE TUBO PVC	1	149,46	149,46
I.2	ud	ENSAYO ESTANQ. AGUA TUBO-CUBIERTA	1	131,06	131,06
				PEM TOTAL	3515,25

PEM – Extracción/presurización forzada por arquetas enterradas interiores – vivienda nueva

Extracción/presurización forzada por arquetas enterradas interiores – vivienda nueva					
Cod.	Ud.	Resumen	Cantidad	Precio	Total €
A.1.2.1	ud	ARQ.CAPT. SUMP MEC/T.COMPT./VOL≤0,500 m ³	2	144,15	288,30
B.1.4	m.	COND. PVC 125mm INT. 4 PASOS FORJ.	28,24	32,51	918,08
B.2	m ²	EMPARCHADO CONDUCTO PVC	16,64	13,05	217,15
C.1.2	ud	ASPIR. ESTATICO ACERO D=15cm	2	94,60	189,20
C.2.1	ud	EXTR. H.CENTRIF. 80W	2	90,55	181,10
G.1	m ³	RETIRADA TIERRAS A VERT.	1,132	7,74	8,76
H.1.1	ud	CASCO DE SEGURIDAD	4	2,50	10,00
H.1.4	ud	MONO DE TRABAJO	4	13,75	55,00
H.1.5	ud	PAR DE GUANTES DE USO GENERAL	4	1,25	5,00
H.1.6	ud	PAR DE BOTAS CON PUNTERA DE METAL	4	7,49	29,96
H.1.7	ud	ARNÉS AMARRE DORSAL + CINTA SUBGLÚTEA	1	6,36	6,36
H.1.8	m	LÍNEA HORIZONTAL DE SEGURIDAD	2	13,75	27,50
H.2.1	ud	TAPA PROVISIONAL DE ARQUETA 1,20 X 1,20 m.	2	33,84	67,68
H.2.2	ud	ALQ. E INST. ANDAMIO MET. TUBULAR h<12m.	28,24	9,44	266,58
H.3	ud	BOTIQUÍN DE URGENCIA	1	101,86	101,86
H.4	ud	PLACA SEÑALIZACIÓN - INFORMACIÓN	1	4,16	4,16
I.1	ud	ENSAYO ESTANQ. AIRE TUBO PVC	1	149,46	149,46
I.2	ud	ENSAYO ESTANQ. AGUA TUBO-CUBIERTA	1	131,06	131,06
				PEM TOTAL	2657,21

PEM – Extracción/presurización forzada por arquetas enterradas interiores – vivienda existente

Extracción/presurización forzada por arquetas enterradas interiores – vivienda existente					
Cod.	Ud.	Resumen	Cantidad	Precio	Total €
E.1.3	m ²	DEMOL. PAVIM. CERAM/GRES	9,58	2,11	20,21
E.3.1	m ²	DEMOL. SOLERA HORM. e≤15cm.	9,58	7,54	72,23
E.8.1	m ²	RETIDARA FILM POLIET.	2,82	1,33	3,75
E.8.2	m ³	RETIRADA ENCACH. GRAVA	0,566	10,63	6,01
E.4	m ²	DEMOL. ENTREVIG. FORJADO	0,24	6,44	1,54
E.5.1	m ²	DEMOL. FALDÓN TEJA CURVA	0,08	9,77	0,78
A.1.2.1	ud	ARQ.CAPT. SUMP MEC/T.COMPT./VOL≤0,500 m ³	2	144,15	288,30
B.1.4	m.	COND. PVC 125mm INT. 4 PASOS FORJ.	28,24	32,51	918,08
B.2	m ²	EMPARCHADO CONDUCTO PVC	16,64	13,05	217,15
C.1.2	ud	ASPIR. ESTATICO ACERO D=15cm	2	94,60	189,20
C.2.2	ud	EXTR. H.CENTRIF. 80W/MEC. ELECTR.	2	177,58	355,16
F.5.1	m ²	GUARN. Y ENLUC. YESO P.VERT	11,82	6,56	77,54
F.5.2	m ²	ENFOSC. MORT. CEM. P.VERT.	8,23	11,46	94,31
F.5.3	m ²	PINTURA PLAST. LISA MATE BLANCO/COLOR	11,82	8,10	95,74
F.6	m ²	IMPERM. LAM. SINT. P.CLOR. e=1,5mm	9,58	14,10	135,07
F.4.2	m ²	SOLERA HORM. ARM. e = 15cm	9,58	16,75	160,46
F.1.3	m ²	SOLADO CERAM/GRES	9,58	33,70	322,84
F.2.3	m	RODAPIÉ CERAM/GRES	2,92	4,24	12,38
F.7	ud	ENC. TUBO-FALDÓN MEMBR. IMP. e=1,35mm	2	11,92	23,84
G.1	m ³	RETIRADA TIERRAS A VERT.	1,132	7,74	8,76
G.2	m ³	RETIRADA RESID. ARIDO/PIEDRA	4,001	15,30	61,21
H.1.1	ud	CASCO DE SEGURIDAD	7	2,50	17,50
H.1.2	ud	GAFAS CONTRA IMPACTOS	3	0,83	2,49
H.1.3	ud	CASCOS PROTECTORES AUDITIVOS	3	2,49	7,47
H.1.4	ud	MONO DE TRABAJO	7	13,75	96,25
H.1.5	ud	PAR DE GUANTES DE USO GENERAL	7	1,25	8,75
H.1.6	ud	PAR DE BOTAS CON PUNTERA DE METAL	7	7,49	52,43
H.1.7	ud	ARNÉS AMARRE DORSAL + CINTA SUBGLÚTEA	1	6,36	6,36
H.1.8	m	LÍNEA HORIZONTAL DE SEGURIDAD	2	13,75	27,50
H.2.1	ud	TAPA PROVISIONAL DE ARQUETA 1,20 X 1,20 m.	2	33,84	67,68
H.2.2	ud	ALQ. E INST. ANDAMIO MET. TUBULAR h<12m.	28,24	9,44	266,58
H.3	ud	BOTIQUÍN DE URGENCIA	1	101,86	101,86
H.4	ud	PLACA SEÑALIZACIÓN - INFORMACIÓN	1	4,16	4,16
I.1	ud	ENSAYO ESTANQ. AIRE TUBO PVC	1	149,46	149,46
I.2	ud	ENSAYO ESTANQ. AGUA TUBO-CUBIERTA	1	131,06	131,06
				PEM TOTAL	4004,63

PEM – Extracción forzada por arquetas enterradas exteriores – vivienda nueva

Extracción forzada por arquetas enterradas exteriores – vivienda existente					
Cod.	Ud.	Resumen	Cantidad	Precio	Total €
A.1.2.2	ud	ARQ.CAPT. SUMP MEC/T.COMPT./VOL>0,500 m ³	2	147,93	295,86
B.1.8	m.	COND. PVC 125mm EXT. 4 PASOS FORJ.	28,24	23,08	651,78
C.1.2	ud	ASPIR. ESTATICO ACERO D=15cm	2	94,60	189,20
C.2.1	ud	EXTR. H.CENTRIF. 80W	2	90,55	181,10
G.1	m ³	RETIRADA TIERRAS A VERT.	1,840	7,74	14,24
H.1.1	ud	CASCO DE SEGURIDAD	4	2,50	10,00
H.1.4	ud	MONO DE TRABAJO	4	13,75	55,00
H.1.5	ud	PAR DE GUANTES DE USO GENERAL	4	1,25	5,00
H.1.6	ud	PAR DE BOTAS CON PUNTERA DE METAL	4	7,49	29,96
H.1.7	ud	ARNÉS AMARRE DORSAL + CINTA SUBGLÚTEA	1	6,36	6,36
H.1.8	m	LÍNEA HORIZONTAL DE SEGURIDAD	2	13,75	27,50
H.2.1	ud	TAPA PROVISIONAL DE ARQUETA 1,20 X 1,20 m.	2	33,84	67,68
H.2.2	ud	ALQ. E INST. ANDAMIO MET. TUBULAR h<12m.	28,24	9,44	266,58
H.3	ud	BOTIQUÍN DE URGENCIA	1	101,86	101,86
H.4	ud	PLACA SEÑALIZACIÓN - INFORMACIÓN	1	4,16	4,16
I.1	ud	ENSAYO ESTANQ. AIRE TUBO PVC	1	149,46	149,46
I.2	ud	ENSAYO ESTANQ. AGUA TUBO-CUBIERTA	1	131,06	131,06
				PEM TOTAL	2186,80

PEM – Extracción forzada por arquetas enterradas exteriores – vivienda existente

Extracción forzada por arquetas enterradas exteriores – vivienda nueva					
Cod.	Ud.	Resumen	Cantidad	Precio	Total €
A.1.2.2	ud	ARQ.CAPT. SUMP MEC/T.COMPT./VOL>0,500 m ³	2	147,93	295,86
B.1.8	m.	COND. PVC 125mm EXT. 4 PASOS FORJ.	28,24	23,08	651,78
C.1.2	ud	ASPIR. ESTATICO ACERO D=15cm	2	94,60	189,20
C.2.2	ud	EXTR. H.CENTRIF. 80W/MEC. ELECTR.	2	177,58	355,16
G.1	m ³	RETIRADA TIERRAS A VERT.	1,840	7,74	14,24
H.1.1	ud	CASCO DE SEGURIDAD	4	2,50	10,00
H.1.4	ud	MONO DE TRABAJO	4	13,75	55,00
H.1.5	ud	PAR DE GUANTES DE USO GENERAL	4	1,25	5,00
H.1.6	ud	PAR DE BOTAS CON PUNTERA DE METAL	4	7,49	29,96
H.1.7	ud	ARNÉS AMARRE DORSAL + CINTA SUBGLÚTEA	1	6,36	6,36
H.1.8	m	LÍNEA HORIZONTAL DE SEGURIDAD	2	13,75	27,50
H.2.1	ud	TAPA PROVISIONAL DE ARQUETA 1,20 X 1,20 m.	2	33,84	67,68
H.2.2	ud	ALQ. E INST. ANDAMIO MET. TUBULAR h<12m.	28,24	9,44	266,58
H.3	ud	BOTIQUÍN DE URGENCIA	1	101,86	101,86
H.4	ud	PLACA SEÑALIZACIÓN - INFORMACIÓN	1	4,16	4,16
I.1	ud	ENSAYO ESTANQ. AIRE TUBO PVC	1	149,46	149,46
I.2	ud	ENSAYO ESTANQ. AGUA TUBO-CUBIERTA	1	131,06	131,06
				PEM TOTAL	2360,86

PEM – Membrana elastomérica como barrera anti radón – vivienda nueva

Membrana elastomérica como barrera anti radón – vivienda nueva					
Cod.	Ud.	Resumen	Cantidad	Precio	Total €
D	m ²	MEMBR. ELASTOMÉRICA 3mm.	48,01	29,08	1396,13
H.1.1	ud	CASCO DE SEGURIDAD	2	2,50	5,00
H.1.2	ud	GAFAS CONTRA IMPACTOS	2	0,83	1,66
H.1.4	ud	MONO DE TRABAJO	2	13,75	27,50
H.1.5	ud	PAR DE GUANTES DE USO GENERAL	2	1,25	2,50
H.1.6	ud	PAR DE BOTAS CON PUNTERA DE METAL	2	7,49	14,98
H.3	ud	BOTIQUÍN DE URGENCIA	1	101,86	101,86
H.4	ud	PLACA SEÑALIZACIÓN - INFORMACIÓN	1	4,16	4,16
I.3	ud	ENSAYO COMPR. CONT Y UNIF. MENBR.	1	85,83	85,83
PEM TOTAL					1639,62

PEM – Membrana elastomérica como barrera anti radón – vivienda existente

Membrana elastomérica como barrera anti radón – vivienda existente					
Cod.	Ud.	Resumen	Cantidad	Precio	Total €
E.1.3	m ²	DEMOL. PAVIM. CERAM/GRES	39,18	2,11	82,67
E.6	m	LEVANT. RODAPIES	3,13	2,02	6,32
E.7.2	m ²	PICADO ENFOSCADO CEMENTO	8,83	7,59	67,02
D	m ²	MEMBR. ELASTOMÉRICA 3mm.	48,01	29,08	1396,13
F.1.3	m ²	SOLADO CERAM/GRES	39,18	33,70	1320,36
F.2.3	m	RODAPIE CERAM/GRES	3,13	4,24	13,27
F.5.2	m ²	ENFOSC. MORT. CEM. P.VERT	8,83	11,46	101,19
F.5.3	m ²	PINTURA PLAST. LISA MATE BLANCO/COLOR	8,83	8,10	71,52
G.2	m ³	RETIRADA RESID. ARIDO/PIEDRA	4,650	15,30	71,14
H.1.1	ud	CASCO DE SEGURIDAD	4	2,50	10,00
H.1.2	ud	GAFAS CONTRA IMPACTOS	2	0,83	1,66
H.1.3	ud	CASCOS PROTECTORES AUDITIVOS	2	2,49	4,98
H.1.4	ud	MONO DE TRABAJO	4	13,75	55,00
H.1.5	ud	PAR DE GUANTES DE USO GENERAL	4	1,25	5,00
H.1.6	ud	PAR DE BOTAS CON PUNTERA DE METAL	4	7,49	29,96
H.3	ud	BOTIQUÍN DE URGENCIA	1	101,86	101,86
H.4	ud	PLACA SEÑALIZACIÓN - INFORMACIÓN	1	4,16	4,16
I.3	ud	ENSAYO COMPR. CONT Y UNIF. MENBR.	1	85,83	85,83
PEM TOTAL					3428,07