

anexo

Revista Tecnológica

23

11.2016

Estrategias y criterios de actuación para evitar la presencia de radón en edificios

IndexARQ. Asistente para la generación del índice de contenido del Proyecto Arquitectónico

Los pliegos de condiciones técnicas en los proyectos de edificación

Aplicación de la Directiva Europea sobre cómputo del consumo energético en calefacción





INDUSTRIA DE MONTAJES ELÉCTRICOS
PREMIO XIII BIENAL ESPAÑOLA DE ARQUITECTURA Y URBANISMO 2016
ARQUITECTO: JOSÉ MARÍA SÁNCHEZ
FOTOGRAFÍA: ROLAND HALBE

INDICE DE CONTENIDOS

- 3/ Estrategias y criterios de actuación para evitar la presencia de radón en edificios
- 17 / IndexARQ. Asistente para la generación del índice de contenido del Proyecto Arquitectónico
- 22 / Los pliegos de condiciones técnicas en los proyectos de edificación
- 28 / Aplicación de la Directiva Europea sobre cómputo del consumo energético en calefacción
- 39 / Listado de artículos publicados



Edición Digital ISSN 2255-0879
El CSCAE no se hace responsable
de las opiniones, textos e imágenes
de los autores de los artículos

Equipo de Gobierno

Presidente
Jordi Ludevid i Anglada

Vicepresidente 1º
Alfonso Samaniego Espejo

Secretario General
Eloy Algorri García

Tesorero
Rafael Durá Melis

Edita

Consejo Superior de los
Colegios de Arquitectos de España

Paseo de la Castellana 12
28046 Madrid

Tel. 91 435 22 00

E-mail: cscae@cscae.com

Estrategias y criterios de actuación para evitar la presencia de radón en edificios

Borja Frutos Vázquez; Manuel Olaya Adán; Sonia García Ortega; Pilar Linares Alemparte
Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc-CSIC)

El radón es un gas que proviene de la desintegración del radio presente en el terreno. Su alta movilidad le permite introducirse en las edificaciones pudiendo alcanzar concentraciones elevadas. La inhalación de este gas constituye un problema de salud asociado a la generación de cáncer de pulmón. En este artículo se ofrecen datos sobre el riesgo, sobre la normativa que se está desarrollando al efecto, y se aportan pautas para definir estrategias de protección en edificios con evidencias de proyectos de investigación.

El radón y los riesgos sobre la salud

El isótopo del radón (^{222}Rn) aparece tras la desintegración del radio dentro de la cadena de desintegración natural del isótopo del uranio (^{238}U). Este gas inerte de origen natural, derivado de la desintegración del radio (^{226}Ra) presente en el terreno, es capaz de viajar entre los poros del mismo hasta alcanzar la superficie, donde podrá diluirse entre los gases de la atmósfera, o penetrar en el interior de los edificios si éstos no se encuentran debidamente protegidos.

El Consejo de Seguridad Nuclear elaboró unos mapas de exposición potencial al radón en el que se establecían 3 grados de riesgo en función de la estimación de concentración que se podría encontrar en una vivienda situada en un determinado lugar del territorio. En la figura 1 se muestran las 3 zonas, siendo la categoría 2 la de máximo riesgo. Al penetrar en un espacio cerrado, el radón se acumula

aumentando su concentración. La inhalación de este gas puede llegar a generar cáncer pulmonar debido a que la radiación que se produce de la desintegración del mismo y sus descendientes de vida corta en el interior de nuestro organismo, es capaz de alterar el ADN de los tejidos pulmonares.



Figura 1. Mapa de exposición potencial al radón (Consejo de Seguridad Nuclear)

https://www.csn.es/images/stories/publicaciones/unitarias/informes_tecnicos/mapa_radn.pdf

En las últimas décadas se han ido publicando distintos documentos que derivan de estudios sobre los efectos en la salud que supone respirar en espacios con presencia de gas radón. La Organización Mundial de la Salud califica al radón como agente cancerígeno de grado 1 (probado), y advierte de que el principal riesgo derivado de su inhalación es la generación de cáncer de pulmón, siendo la segunda causa detrás del tabaco. En otros

documentos, como los publicados por la Agencia Estadounidense para la Protección Ambiental (EPA Environmental Protection Agency), se ofrecen datos de muertes asociadas a la inhalación de gas radón del mismo orden que las atribuidas a accidente de tráfico. Los siguientes enlaces pueden ayudar al lector a profundizar en estos aspectos:

ICRP Publication 115: Lung Cancer Risk from Radon and Progeny and Statement on Radon (<http://www.icrp.org/publication.asp?id=ICRP%20Publication%20115>)

WHO handbook on indoor radon - a public health perspective. (http://www.who.int/ionizing_radiation/env/radon/en/index1.html)

EPA (Environmental Protection Agency). (<https://www.epa.gov/radon>)

Dada la gravedad de la problemática, distintos países de nuestro entorno han establecido umbrales de riesgo basados en un límite de concentración de actividad de radón expresado en becquerelios por metro cúbico de aire (Bq/m³). Esta magnitud nos indica las desintegraciones subatómicas que se producen por segundo en un metro cúbico de aire. Los umbrales están referenciados a una dosis de radiación absorbida por la materia viva, corregida por los posibles efectos biológicos producidos.

Los valores que se están manejando a nivel internacional oscilan entre 100 y 300 Bq/m³, publicados en documentos de la OMS, la EPA o la Comisión Europea (¹)

Mecanismos de entrada de radón en los edificios

Desde la generación del radón en el suelo terrestre, hasta su entrada en los edificios,

¹ 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

existen varios procesos físicos de transporte en los que influyen distintos parámetros. En el subsuelo, la generación depende del contenido de radio que da lugar al radón. A este proceso se le conoce como emanación, y describe la aparición del átomo de radón en el poro del terreno.

Tras su generación y emanación, la movilidad del gas entre los poros del terreno se explica por dos mecanismos, el difusivo, cuyo motor es la diferencia de concentraciones y viene explicado por la Ley de Fick, y el advectivo que depende de la diferencia de presiones y viene definido por la Ley de Darcy (Nazaroff, W.W. & Nero, A.V., 1988. Radon and its decay products in indoor air. (Disponible en: <http://www.osti.gov/scitech/biblio/6995910>).

En ambos procesos intervienen parámetros como la porosidad o permeabilidad del terreno, el coeficiente de difusión del mismo, el grado de saturación de los poros, y también las condiciones atmosféricas que modificarán en gran medida las presiones en el interior de un edificio.

Finalmente, el gas exhala a la superficie del terreno donde se mezcla con el resto de gases, disminuyendo así su concentración sin que alcance niveles importantes. Sin embargo, si existiese una edificación sobre el terreno, el gas podría fácilmente penetrar en su interior dando lugar a altas concentraciones en áreas de riesgo (Ver Figura 1). Este flujo del terreno hacia el interior, puede estar favorecido por el gradiente de presión entre los poros del terreno y el espacio edificado (incrementado por ventilaciones o extracciones de cuartos húmedos). La figura 2 muestra los caminos de mayor entrada que suelen coincidir con los puntos débiles de estanquidad de la envolvente en contacto con el terreno, fisuras,

juntas, cámara de aire, chimeneas, conductos de saneamiento, o materiales de cerramiento

(cuando su coeficiente de difusión es alto).

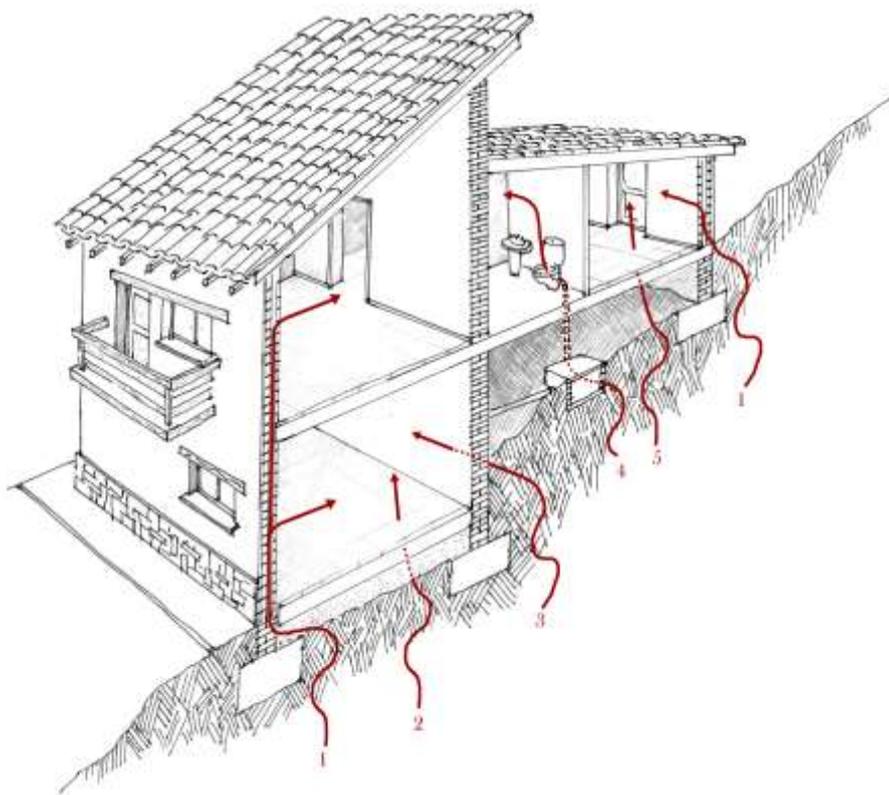


Figura 2. Vías comunes de entrada de radón. Puntos débiles (Elaboración propia)

Estrategias de actuación

Se trata de actuaciones constructivas destinadas a frenar la entrada de radón al interior del edificio. Estas técnicas pueden aplicarse a edificios existentes en los que habrá que intervenir para la introducción de las mismas, o a edificios de nueva planta en los que podrán ser planteadas en fase de proyecto.

Lógicamente, las técnicas planteadas para edificios de nueva planta supondrán un menor coste, una mayor facilidad de ejecución y una mejor integración en el diseño del edificio,

además de conseguir efectividades de reducción de radón de mayor rango y garantía de éxito.

En general, e independientemente de si se trata de un edificio de nueva planta o un edificio ya construido, las técnicas de actuación se basan en 3 estrategias claramente diferenciadas que se exponen a continuación:

a) Barreras para atenuar el paso de radón

Consiste en interponer una membrana de material impermeable frente al paso de los gases entre el terreno y los elementos

constructivos que están en contacto con el edificio (soleras, muros de sótano, forjados sanitarios, etc.). El objetivo es dotar de mayor

estanquidad a la vivienda para atenuar el flujo de radón hacia su interior desde el terreno (figura 3).

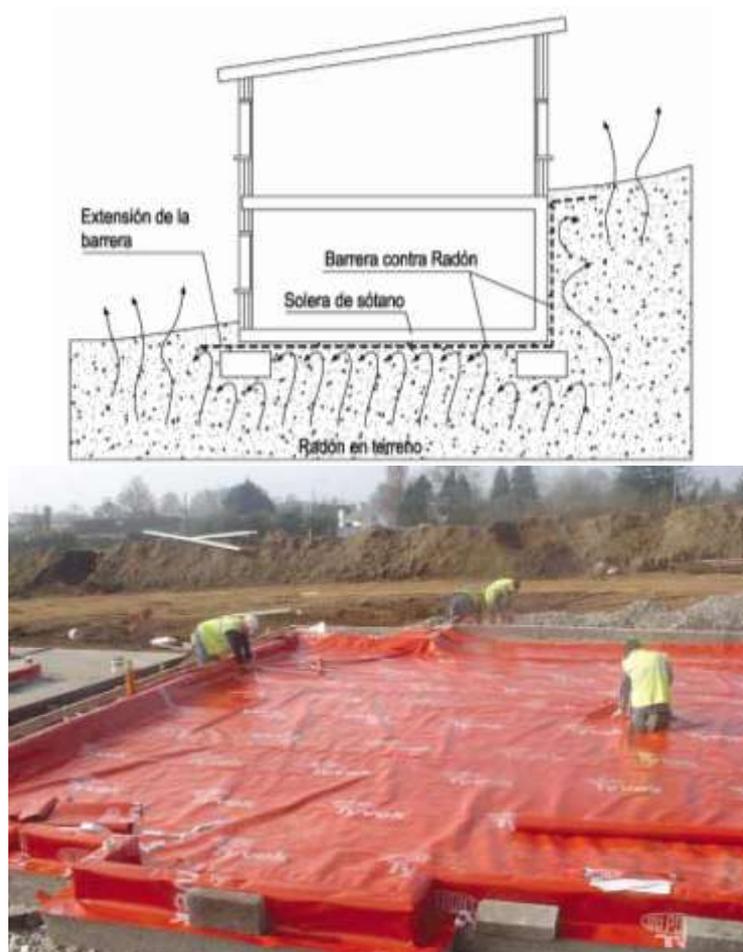


Figura 3. Esquema de barrera y ejemplo de aplicación (Marca comercial: DUPONT RADON PLUS GAS BARRIER, DuPont Engineering Products)

Entre las prestaciones que deben ofrecer estos materiales, destacan los bajos coeficientes de difusión ($<10^{-12}$ m²/s), las resistencias mecánicas que eviten punzonamiento o roturas, altas elongaciones que absorban movimientos diferenciales, compatibilidad química en aplicación sobre materiales soporte, etc. Es importante cumplir dichas exigencias, pero lo es aún más el prestar atención a una cuidadosa ejecución para garantizar su integridad.

Entre los materiales más usados se encuentran los siguientes que, en su mayoría, constituyen sistemas multicapa: Polietilenos de baja densidad con refuerzos de mallas; Polietilenos de alta densidad; Multicapas asfálticas; PVC plastificado; Caucho EPDM; Sistemas de aplicación líquida (normalmente elastómeros).

La efectividad de las membranas depende enormemente de la buena ejecución y puesta

en obra, así como de una serie de particularidades que se han de tener en cuenta tales como el sellado entre bandas, el refuerzo de puntos conflictivos, el solape entre distintas geometrías de soportes, etc. De no actuar conforme a las especificaciones concretas de cada material, o de no atender a las pautas de ejecución del técnico experto, el sistema de barrera puede ser del todo ineficiente. Está considerada como medida de efectividad media y no se recomienda para edificios con concentraciones superiores a 500 Bq/m^3 .

b) Sistemas de extracción de radón desde el terreno

Se trata de despresurizar el terreno extrayendo aire desde área de asiento del

edificio. Su función es forzar una vía de escape del gas del terreno reduciendo el flujo que se pueda producir hacia el interior del edificio (B Frutos; M Olaya. Sistemas de extracción como técnicas constructivas para evitar la entrada de gas radón en las viviendas. REVISTA: Informes de la Construcción 2011).

Para la extracción es necesario un punto o zona de captación en el terreno, un conducto de evacuación hacia el exterior y un extractor mecánico en el caso de que las concentraciones sean excesivas y no sea suficiente el tiro natural. La figura 4 esquematiza un diseño posible de este tipo de actuaciones:

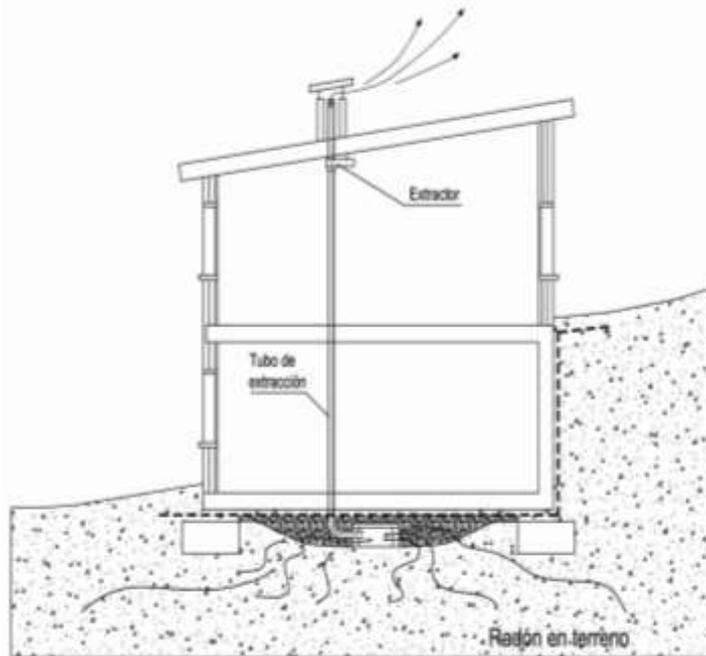


Figura 4. Esquema de elementos que componen un sistema de extracción

Lógicamente el resultado de un sistema que incluya un extractor mecánico será más efectivo que el de tiro natural. En funcionamiento mediante tiro natural, se ha

observado que son necesarias altas velocidades de viento para provocar una succión efectiva mediante efecto "Venturi" (Proyecto Ref. BIA2004-01460; Instituto

Eduardo Torroja IETcc-CSIC). La elección de un sistema u otro vendrá condicionada por una serie de factores:

- Número de puntos de captación. A menor número, mayor potencia de extracción para garantizar una zona segura bajo la vivienda.

Si el punto de captación se encuentra por el exterior hay que tener en cuenta el efecto barrera que causa la cimentación perimetral que provocaría una menor propagación del campo de presiones.

- La permeabilidad del terreno. En terrenos poco permeables, la movilidad del gas radón es escasa y la potencia del extractor debe garantizar su movilidad hacia el punto de captación.

- En casos de concentraciones elevadas, el extractor mecánico ofrecerá una mayor efectividad frente a los de tiro natural.

Sobre este tipo de sistemas existen multitud de variantes en cuanto a los elementos de captación introducidos bajo el terreno, como puede ser el uso de la cámara del formado sanitario como elemento a despresurizar o ventilar. También con la posibilidad de impulsar aire en el terreno para crear un bulbo de presiones que “tapone” la entrada del gas. La garantía de éxito de este sistema depende de un estudio previo de las características del terreno (permeabilidad, compacidad, contenido de Rn) y de la edificación.

c) Ventilación interior en el edificio

La ventilación es una técnica habitual en casos de baja concentración. Sin embargo su aplicación no está dando resultados aceptables, en parte, por una mala comprensión del problema. En nuestro país es

habitual abrir las ventanas para ventilar en un periodo corto del día. El proceso de acumulación de radón en el interior es bastante rápido, y en pocas horas tras el cierre de las ventanas la concentración se habrá elevado hasta su valor inicial.

Este efecto de ventilar abriendo ventanas, habitual en nuestra concepción de la calidad del aire interior, no es suficiente para eliminar el gas y proporcionar un ambiente saludable. Se han estudiado las tasas de ventilación necesarias (con un caudal constante) y en condiciones estándar se llegan a alcanzar valores entre 2 y 5 renovaciones hora (B Frutos. Radon concentration control by ventilation and energy efficiency improvement. AIVC Conference 2015)

Otro aspecto que hay que considerar en la aplicación de esta técnica, es la necesidad de instalar un sistema de ventilación forzada para conseguir dichos caudales de forma constante, y el sobre coste que supone mantenerlos con el aporte de energía necesaria para tratar el aire proveniente del exterior y controlar las condiciones de confort higrotérmico. La pérdida de la eficiencia energética se puede reducir incorporando recuperadores de calor en el sistema de ventilación.

Aplicabilidad de las técnicas. Efectividades

La elección de una u otra estrategia atiende a varios factores.

Edificio construido, o edificio en fase de diseño. La incorporación de alguna de las técnicas puede ser sencilla si se incorporan en

la fase de diseño del edificio y no serlo si este ya está construido.

En función de la tipología y geometría del edificio. Las medidas deben particularizarse para cada caso concreto con el fin de obtener la máxima efectividad. Son relevantes los tamaños de planta, el volumen que encierra, la situación de la cimentación, la de la red de saneamiento, la existencia o no de forjados sanitarios, las posibilidades de salida de tubos de extracción, etc.

En función del tipo de terreno. Factores como la permeabilidad, la compacidad, el grado de humedad o el nivel freático, pueden ser determinantes para la elección entre medidas de extracción en el terreno y sus variantes.

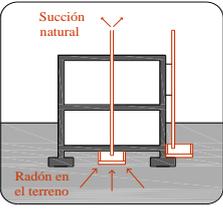
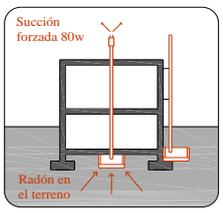
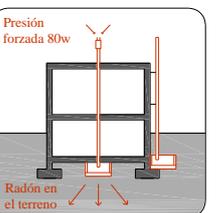
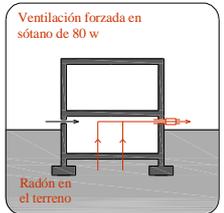
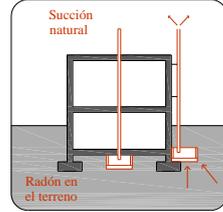
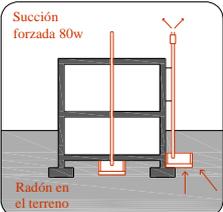
La pretensión de trabajar con medidas activas o pasivas. Influirán en el uso, o no, de extractores mecánicos, láminas, mecanismos de extracción natural, mantenimiento, gasto energético asociado.

Y por último, la efectividad requerida. En función de la concentración detectada, o

previsible (por zona de construcción, ver Figura 1), cada una de las estrategias tiene asociado un índice de efectividad general. En el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, en colaboración con la Universidad de Cantabria (Cátedra de Física Médica-UC) y el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), se estudiaron las efectividades del abanico de técnicas habituales, en un módulo construido al efecto y situado en un área de altas concentraciones de radón (Ref: Estudio de la viabilidad y la efectividad de las acciones de remedio frente a la presencia de gas Radón en los edificios existentes. Plan Nacional de Investigación (Nº Ref. BIA2004-01460).

Las medidas que se estudiaron fueron las que se esquematizan en la Tabla 1.

Tabla 1. Esquema de soluciones de protección probadas

			
			
- Extracciones en terreno (Natural). En punto central y exterior	- Extracciones en terreno (Mecánica). En punto central y exterior	- Presurización de terreno en punto central	- Ventilación forjado sanitario (en este caso, sótano) - Barrera anti radón

Los resultados alcanzados con cada tipo de medida se reflejan en el gráfico de la Figura 5:

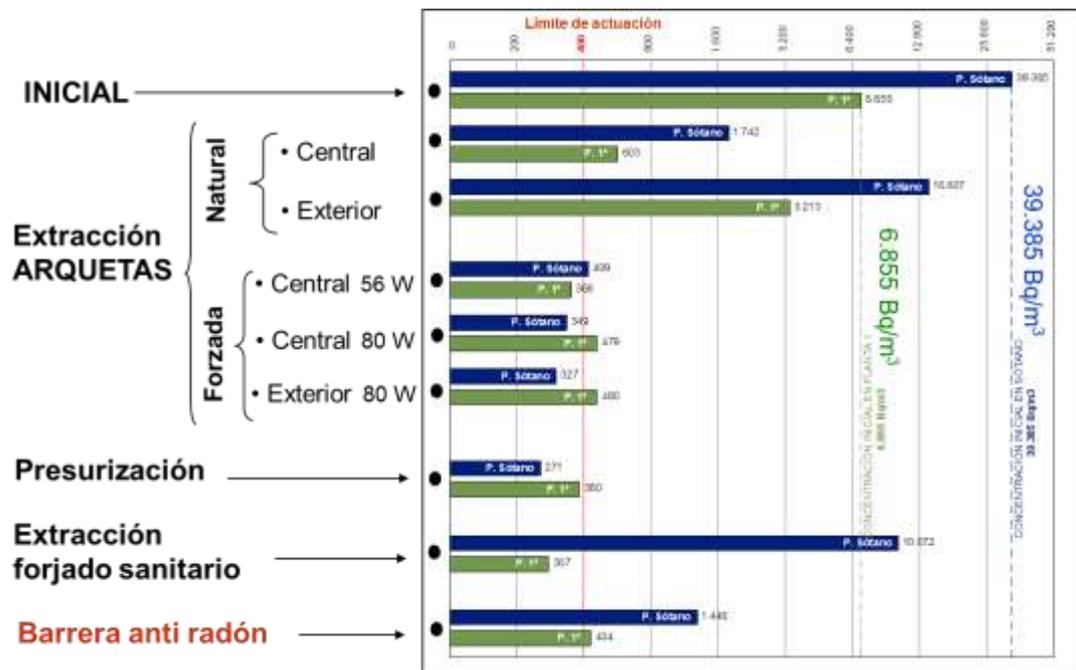


Figura 5 Efectividades conseguidas

Se puede observar que la efectividad máxima se consigue con las medidas de extracción y presurización con medios mecánicos. La extracción natural ha obtenido una efectividad media pero solo cuando actúa en una posición estratégica dentro del área de la vivienda. Cuando el punto de extracción está en el exterior, la potencia de succión requerida exige la incorporación de un extractor mecánico. En cuanto a la medida de barrera, la efectividad ha sido mayor de lo esperado según lo publicado por la literatura internacional. Es posible que este resultado se deba al medio de aplicación por proyección en líquido, que haya salvado los puntos débiles de los solapes y encuentros.

Marcos normativos y futuro reglamentario

En el panorama internacional el marco regulador es variado. Nos encontramos con países en los que existe un alto nivel de aplicación normativa, con documentos de obligado cumplimiento, y otros países en los que es prácticamente inexistente. En España se regula en los lugares de trabajo (https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2012-1238), pero no en las viviendas. El proyecto RADPAR, de la Unión Europea, refleja este aspecto en una tabla en la que se muestra el nivel de implicación de los países en la protección frente a radón.

Table 29. National situation of radon control: the action and target levels for remediation in existing and for prevention in new buildings; the total number of dwellings N_t in both low-rise residential and apartment buildings; the number of dwellings exceeding the action level N_e ; the number of dwellings already remediated N_r ; and the number of houses with preventive measures.

Country	Action / Target level	Number of all dwellings			
		Total number, N_t	Exceeding, N_e (N_e/N_t)	Remediated, N_r (N_r/N_e)	Preventive measures
Austria	400 / 200	3 700 000	80000 (2,4 %)	25 (0 %)	15 (0 %)
Belgium	400 / 200	5 043 000	20000 (0,4 %)	1000 (5 %)	?
Czech Republic	400 / 200	3 900 000	76000 (1,9 %)	4000 (5,3 %)	210000 (5,4 %)
Finland	400 / 200	2 450 000	59000 (2,4 %)	4500 (7,6 %)	60000 (2,4 %)
France ¹	400 / -	32 756 000	968500 (3 %)		
Germany ²	100 / 100	39 900 000	1930000 (4,8 %)	1000 (0,1 %)	1000 (0 %)
Greece	400 / 200	5 627 500			
Ireland	200 / 200	1 934 000	91000 (4,7 %)		699000 (36,1 %)
Italy ³	200 / 200	22 000 000	902000 (4,1 %)	500 (0,1 %)	
Norway ⁴ , 100	100 / 100	2 274 400	427000 (18,8 %)		
Norway, 200	200 / 100	2 274 400	162500 (7,1 %)		
Portugal	400 / 400		2,6 %		few
Spain	- / -				
Switzerland, 1000	1000 / 400	4 000 000	7500 (0,2 %)	500 (6,7 %)	5000 (0,1 %)
Switzerland ⁵ , 400	400 / 400	4 000 000	75000 (1,9 %)	500 (0,7 %)	
UK	200 / 200	23 000 000	100000 (0,4 %)	15000 (15 %)	

¹ FRA: regulations only for public buildings, regulations for existing dwellings in preparation

² GER: voluntary action and target level of 100

³ ITA: no official value, recommendation 200

⁴ NOR: action limit 100, maximum limit 200

⁵ CH: 1000 limit value, 400 guideline value for existing buildings after mitigation and for new construction

Figura 6. Proyecto RADPAR (WP6: Assessment of radon control technologies)

Recientemente la Comisión Europea aprobó una directiva (sustituye a la recomendación del año 1990) donde se establecen unos límites de concentración, y una obligatoriedad de transposición en los estados miembros.

La DIRECTIVA 2013/59/EURATOM DEL CONSEJO establece en su art. 2, referente a su ámbito de aplicación...” d) la exposición de trabajadores o de miembros de la población al radón en recintos cerrados, la exposición externa a la radiación procedente de los materiales de construcción y los casos de exposición duradera como consecuencia de los efectos residuales de una emergencia o de una actividad humana pasada “.

En el texto de la Directiva, se entiende por «Exposición poblacional»: exposición de las personas, excluida cualquier exposición ocupacional o médica.

En lo que se refiere al radón en particular, la Directiva establece:

Artículo 103, Plan de acción para el radón

En aplicación del artículo 100, apartado 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.

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.

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.

El mandato de transposición de la Directiva tiene como término el 18 de febrero de 2018. Si se opta, como sería recomendable, por incluir requisitos específicos en el CTE, deberá tenerse en cuenta esta fecha.

Trabajos para la inclusión normativa de la protección frente al radón y directiva 2013/59 EURATOM

El Código Técnico de la Edificación (CTE en adelante) en el Artículo 13. Exigencias básicas de salubridad (HS) establece que el requisito básico de “Higiene, salud y protección del medio ambiente” consiste en “reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios, dentro de los edificios y en condiciones normales de utilización, padezcan molestias o enfermedades, [...]”. Por su parte, en la Exigencia básica HS3: Calidad del aire interior (artículo 13.3) se introduce la necesidad de eliminar los contaminantes que puedan afectar a las personas. Aunque no determina de forma explícita cuáles son, se enfoca hacia la protección frente a otros tipos de contaminantes generados por el uso habitual de las viviendas. Por ello, y debido al demostrado riesgo que supone para la salud la exposición prolongada a altas concentraciones de radón en el interior de los edificios, el Ministerio de Fomento, con la colaboración del Consejo de Seguridad Nuclear, y el apoyo

técnico del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja del CSIC, está elaborando un borrador de reglamentación de protección frente al radón en los edificios enmarcado en el ámbito del CTE.

El objetivo final de la reglamentación en materia de radón sería proteger a la población de los efectos perniciosos sobre la salud de la acumulación de dicho gas en los edificios, tanto si son de nueva planta como existentes.

La Directiva 2013/59/Euratom del Consejo de la Unión Europea, como ya se ha mencionado, establece las normas de seguridad básicas para la protección contra los peligros derivados de la exposición a radiaciones ionizantes. Dicha directiva debe transponerse a la reglamentación nacional, en lo que trabajan en España diversas instituciones como el Ministerio de Sanidad, Ministerio de Industria, Ministerio de Fomento y el Consejo de Seguridad Nuclear entre otros. Debe hacerse frente a los riesgos de la exposición al radón a largo plazo, tanto en viviendas, como en edificios de acceso público y lugares de trabajo, así como a las radiaciones gamma procedentes de los materiales.

El Ministerio de Fomento lidera la transposición de la directiva en lo que se refiere a temas relacionados con la construcción, que conducirá a la inclusión de medidas en el CTE. En este documento se establecería la concentración máxima admisible de radón en el interior de los locales habitables, así como toda una serie de soluciones constructivas y las exigencias sobre radiación gamma en los materiales de construcción. De acuerdo al límite establecido en la Directiva 2013/59, la concentración objetivo de radón no podrá superar los 300 Bq/m³, se trate de edificios residenciales

(artículo 74) o lugares de trabajo (artículo 54), y estará en vigor a más tardar el 6 de febrero de 2018.

Como se dispone de diversas soluciones constructivas que permiten proteger a los edificios de la elevada acumulación de radón en su interior, el cumplimiento de las exigencias del documento reglamentario deberá basarse en la determinación del riesgo al que el edificio se ve expuesto, y en la implementación de determinadas soluciones constructivas acordes al riesgo estimado.

En el caso de edificios de nueva construcción, se establece una metodología para estimar antes de la construcción del edificio las concentraciones de radón que en su interior podrían alcanzarse, y en consecuencia, qué soluciones adoptar durante la construcción del mismo para evitarlo. Entre los factores influyentes destacan la concentración de radón en el terreno, la permeabilidad al aire del mismo y su composición litológica.

En el caso de edificios existentes, la determinación del riesgo de altas concentraciones de radón en su interior puede realizarse mediante medición directa de la concentración. Existe actualmente una guía del CSN con las consideraciones básicas. Las soluciones a implementar, por la gran casuística esperable en edificios existentes, serán flexibles.

La Directiva 2013/59/Euratom del Consejo establece también requerimientos sobre los materiales de construcción susceptibles de emanar altas concentraciones de radiación gamma. Los distintos Estados miembros de la Unión Europea están trabajando en identificar aquellos que resulten de interés desde el punto de vista de la protección radiológica y establecer según los casos sus requisitos o

restricciones de uso. En el Anexo XIII de la directiva se incluye una lista indicativa.

Conclusiones

La identificación del radón como agente cancerígeno ha propiciado el interés por el estudio en las técnicas de protección. Desde hace más de 2 décadas, se han venido probando soluciones y estudiando sus efectividades. En nuestro país, los estudios relacionados con la medida del gas, las concentraciones, los mecanismos de transporte o los efectos sobre la salud, se encuentran desarrollados desde hace tiempo por grupos de investigación. Sin embargo, la investigación sobre las técnicas de protección y las experiencias de aplicación son aun escasas. En esta línea, el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja continúa con su labor investigadora y desarrolla, en la actualidad, dos proyectos con el objetivo de llegar a controlar con mayor precisión las efectividades y optimizar el diseño de técnicas de protección.

Con este artículo se ha pretendido ofrecer una información general sobre lo que es el radón y los efectos sobre la salud que conlleva su inhalación. También se han dado pautas sobre la aplicación de las técnicas en caso de contaminación. Se ha podido ver que el éxito de una medida, sobre todo en casos de

rehabilitación, depende del nivel de estudio previo que se realice y de la experiencia del técnico proyectista.

Desde el Instituto seguiremos ofreciendo la información que vayamos generando en este ámbito con la intención de facilitar un conocimiento suficiente que permita abordar esta problemática con mayor seguridad y garantía de éxito.

Enlaces de interés

- CSN. Colección Informes Técnicos 24.2010. "Protección frente a la inmisión de gas radón en edificios".
https://www.csn.es/images/stories/publicaciones/unitarias/informes_tecnicos/inmisiinradnok.pdf
- CSN. Colección Informes Técnicos 38.2013. El mapa predictivo de exposición al radón en España.
https://www.csn.es/images/stories/publicaciones/unitarias/informes_tecnicos/mapa_radn.pdf
- WHO handbook on indoor radon - a public health perspective.
(http://www.who.int/ionizing_radiation/env/radon/en/index1.html)

IndexARQ. Asistente para la generación del índice de contenido del Proyecto Arquitectónico

Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos de España

El Manual de Calidad del Proyecto Arquitectónico (MC en adelante), aprobado por la Asamblea General del CSCAE celebrada el 25.11.2011 (Acuerdo 11.006/AO.XI), se incardinó en el trámite de Visado colegial y con esa perspectiva quedó incorporado en la correspondiente Normativa Común. Sin embargo, a lo largo de estos años, el MC ha alcanzado otra dimensión que trasciende del objetivo inicial, cumpliendo tres objetivos.

1. El MC se articula como el único documento estatal de referencia y el único

método exhaustivo existente para el control completo del cumplimiento de la totalidad del ordenamiento jurídico y normativo aplicable a escala europea, estatal y autonómica en los proyectos de edificación, permanentemente actualizado. De este modo se facilita y hace posible que el proyecto satisfaga los niveles de calidad inherente al hecho arquitectónico así como la protección de los derechos de clientes y usuarios a través de una calidad y seguridad jurídica completa.

2. El MC es en segundo lugar un instrumento que estructura de una manera ordenada el listado de los contenidos que deben tener todos los proyectos, facilitando la integridad del documento así como la coherencia y vinculación entre las distintas partes que lo componen. De hecho, en el Visado sólo se comprueba la formalización del 25% de los apartados del MC y el cumplimiento del 3% de los parámetros incluidos en el MC. Por ello, el MC es una herramienta auxiliar para el proyectista que anticipa el cumplimiento de las normas ya que le permite la verificación exhaustiva de los contenidos de proyecto más allá de las cuestiones sujetas a visado convirtiéndose en una valiosísima herramienta de ayuda para proyectar.

3. Por último, el MC facilita al arquitecto visador la tarea de comprobación de la integridad y corrección formal del documento técnico objeto de visado.

Como consecuencia, el MC es necesariamente una herramienta muy prolija, en concordancia de la proliferación normativa vigente. **IndexARQ Asistente para la generación del índice de contenido del Proyecto Arquitectónico** es una herramienta que facilita al proyectista el uso del Manual de Calidad ya que, para un proyecto concreto, le permite extraer el contenido en función del tipo de obra, la fase de proyecto, los usos y su ubicación.



Consejo Superior de Colegios de Arquitectos de España

indexARQ

Asistente para la generación del índice de contenido del Proyecto Arquitectónico

Bienvenido



CREAR NUEVO ÍNDICE



LISTADO DE ÍNDICES

El Manual de Calidad es, también, una herramienta para la que la Administración pueda definir el contenido documental de los proyectos arquitectónicos promovidos desde el sector público y lo ponga en relación con las bases de licitación para la contratación los trabajos de redacción y ejecución de las obras. Del mismo modo, es una referencia para el diseño de los sistemas de control de la calidad que la sociedad promueve, y que van desde el visado, como parte del sistema público de garantías a los ciudadanos, a otras formas de control realizadas por entidades externas. Para facilitar su aplicación, el CSCAE ha desarrollado esta herramienta que permite generar índices de contenido del proyecto arquitectónico de acuerdo con la normativa aplicable sin perjuicio de lo que, en su caso, establezcan las administraciones competentes. Este índice se genera en función del tipo de documento, los usos y la ubicación, y permite al arquitecto revisar el nivel de calidad de su proyecto.

Alcance y extensión de los proyectos

Para una correcta aplicación del Manual de Calidad a través de IndexARQ conviene hacer algunas consideraciones en relación con el alcance y extensión del proyecto arquitectónico.

En primer lugar, el contenido de proyecto de edificación que se extrae a través de IndexARQ es el que recoge el Anejo I de la Parte I del Código Técnico de la Edificación (CTE), desarrollado de acuerdo con la normativa de aplicación hasta conseguir la suficiencia legal del proyecto.

Los contenidos constituyen lo que se denomina “proyecto reglado”, sin perjuicio de lo que, en su caso, establezcan las administraciones competentes.

La normativa de aplicación considerada en el Manual de Calidad es de ámbito estatal y de ámbito autonómico, incluyendo en ambos casos la normativa sectorial.

El “proyecto arquitectónico” contiene, por definición, tantos “anejos a la memoria” como sean necesarios para la definición y la justificación de las obras objeto de dicho proyecto.

Además, en el caso de que el “proyecto” se desarrolle o complemente mediante “proyectos parciales u otros documentos técnicos”, éstos se integrarán en el proyecto por el proyectista, bajo su coordinación.

Consecuencia de lo anterior, es entender el proyecto arquitectónico de la edificación como un “conjunto de trabajos”, con un profesional responsable de la coordinación e integración en dicho proyecto, que, será el

firmante del trabajo de la materia principal, de acuerdo con el artículo 10 de la LOE, Anejo 1 CTE, y artículos 3 y 5 del RD 1.000/2010.

Coherencia documental: Niveles consecutivos y secuenciales de redacción de proyecto

El contenido del proyecto reglado se desarrolla mediante IndexARQ a partir del Manual de Calidad siguiendo una estructura de árbol, desde lo general a lo más detallado, manteniendo la homogeneidad y coherencia como documento técnico completo y unitario en cada nivel de su desarrollo.

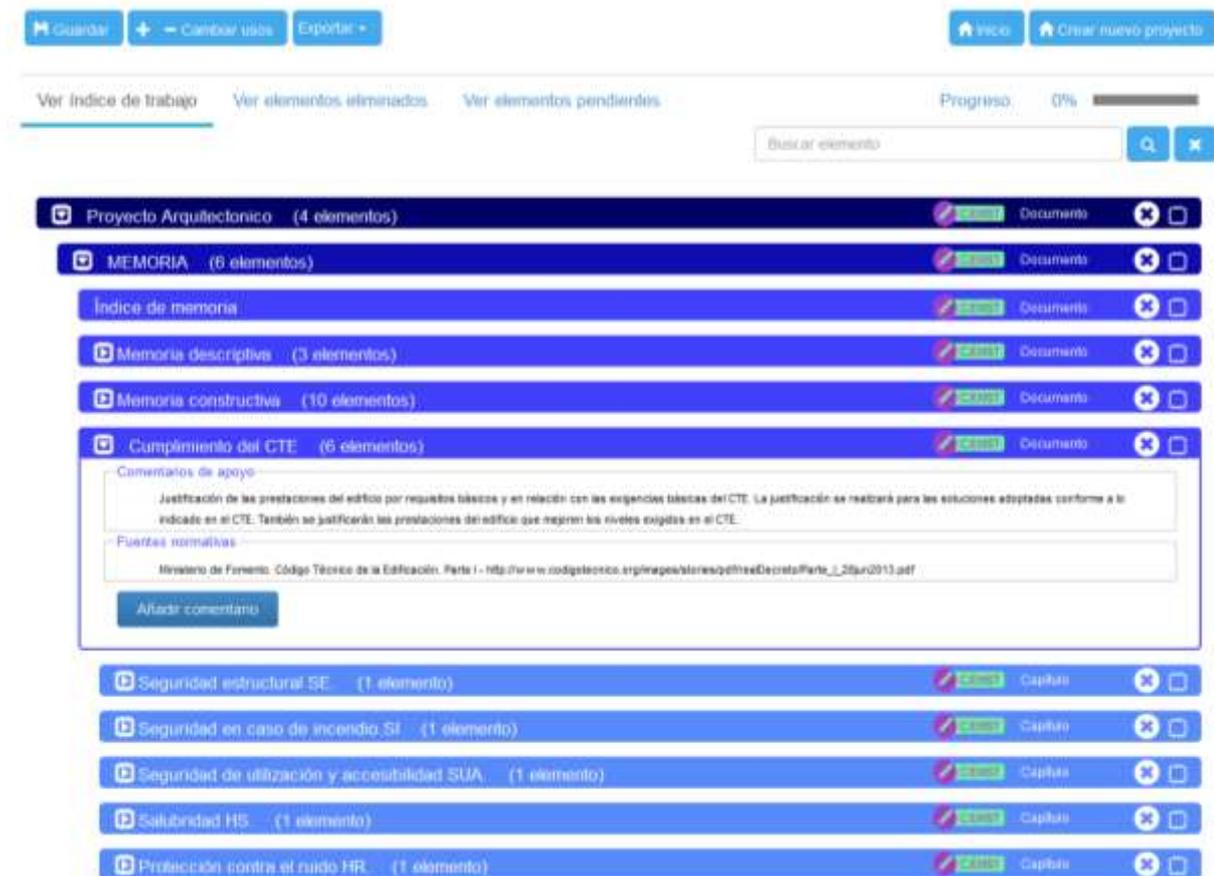
Por tanto deberá respetarse en cada nivel de redacción del proyecto, la coherencia documental del conjunto, esto es:

- Coherencia entre los documentos de un mismo proyecto;
- Coherencia entre la contestación dada y la denominación del extremo al que responde;
- Coherencia entre el conjunto de trabajos: entre trabajo principal y los proyectos parciales u otros documentos técnicos, con la correspondiente diligencia de coordinación del proyectista.

Creación de índice de contenido del Proyecto Arquitectónico a través de IndexARQ

Para crear un índice del contenido de proyecto es necesario introducir en la aplicación una serie de datos sobre el proyecto: tipo de proyecto, uso, tipo de

intervención y ubicación. A partir de ahí, se genera un índice de contenidos que permite el chequeo de cada uno de los apartados. Cada apartado se desarrolla en diferentes niveles en estructura de árbol, y se incluyen comentarios de apoyo y referencias a las fuentes normativas cuando es necesario. La herramienta permite guardar los índices generados y añadir o quitar usos.



Cuando el usuario lo considera oportuno, la herramienta permite:

- Exportar el contenido del índice en formato texto (Word). El documento generado es un apoyo para la redacción completa del proyecto, ofreciendo un listado completo de

contenidos que le ayuda a mejorar la calidad del documento de proyecto

- Exportar el contenido del índice sujeto a comprobación de adecuación en el proceso de visado en formato pdf tipo lista de chequeo. Este contenido permite al arquitecto conocer las partes del documento que serán objeto de

comprobación de adecuación a valores normativos durante el proceso de obtención de visado.

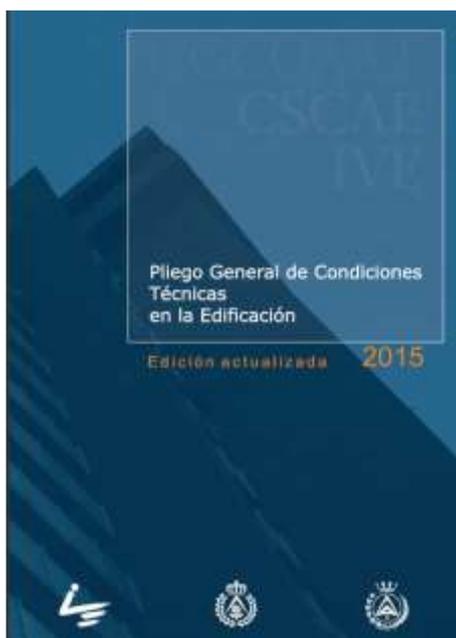
- Exportar el contenido de proyecto obligatorio y sujeto a comprobación de existencia en formato pdf tipo lista de chequeo. Este contenido permite al arquitecto conocer los contenidos obligatorios del

proyecto y las partes del documento que serán objeto de comprobación de existencia durante el proceso de obtención de visado.

IndexARQ está disponible en la web del CSCAE (www.cscae.com) y el acceso se realiza a través de las webs de los Colegios de Arquitectos

Los pliegos de condiciones técnicas en los proyectos de edificación

Vicente Cerdán Castillo
Instituto Valenciano de la Edificación



La función de los pliegos de condiciones en los proyectos y las obras de edificación

El hecho de redactar y disponer en los proyectos de un pliego de condiciones se puede apreciar en un texto regulador de los honorarios profesionales de los arquitectos, aprobado en el año 1977¹; posteriormente revisado y completado en diversas disposiciones legales que mantienen la inclusión de éste en el contenido documental del proyecto.

¹ Real Decreto 2512/1977, de 17 de junio, por el que se aprueban las tarifas de honorarios de los Arquitectos en trabajos de su profesión.

Los pliegos de condiciones, o prescripciones, técnicas son parte de la documentación del proyecto arquitectónico, donde se desarrollan y completan algunas de las especificaciones introducidas en otras partes del mismo, como pueden ser la memoria o los planos.

Presentar de este modo la información del proyecto, mediante el pliego de condiciones técnicas, permite al proyectista por un lado determinar, con precisión técnica, especificaciones más completas. En especial, para ciertas unidades de obra o instalaciones de mayor complejidad. Por otro, le permite introducir en el mismo documento una serie de órdenes dirigidas a aquellos agentes implicados.

Se puede considerar sobre el conjunto del proyecto, y en concreto de la parte de los pliegos de condiciones, su carácter contractual; en la que se determinan los derechos y obligaciones específicos de la técnica constructiva para los agentes intervinientes en el proceso (principalmente: promotor, empresa constructora y dirección facultativa). Otros aspectos contractuales, como puedan ser las funciones de los agentes que van a participar, vienen estipulados en los pliegos de condiciones administrativas, legales, facultativas, económicas, etc. En ellos son tratadas cuestiones, aparentemente con mayor carga legal, pero igualmente contractuales como lo son los pliegos de prescripciones técnicas (condiciones de naturaleza técnica), y que en este artículo se comentan.

Los pliegos particulares de condiciones técnicas (de cada proyecto) suelen ser elaborados por los proyectistas a partir de pliegos generales de condiciones técnicas, tomados como modelo a seguir, ya que éstos

no son deterministas por su carácter no reglamentario y discrecional; y por ello han de ser adaptados para cada proyecto en cuestión. Pasan entonces estos pliegos particulares a ser documentos de referencia para el proyectista en sus próximos proyectos similares a desarrollar.

Elaborar para un proyecto un pliego particular a partir de uno general o, hacer remisión a un pliego de condiciones generales, puede ser en el primer caso una recomendación de los colegios profesionales a la hora de facilitar el trabajo a los técnicos, proponiéndose entonces ciertos modelos por su valioso contenido. En el segundo caso un requerimiento de la Administración ², habiendo sido adoptado oficialmente como texto referenciado para la utilización en sus obras dependientes, ya que ha quedado demostrada su buena experiencia con su utilización.



² Ver: Decreto 3854/1970, de 31 de diciembre, por el que se aprueba el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado; Orden de 4 de junio de 1973, del Ministerio de la Vivienda, por la que se adopta oficialmente para la Dirección de Obras del Ministerio de la Vivienda el Pliego de Condiciones Técnicas de la Dirección General de Arquitectura de 1960.

Hacer remisión a un pliego general, además de la confianza que aporta como buen documento inicial, tiene el interés de evitar la extensión innecesaria de la documentación en el proyecto, al no incluirse en él generalidades que sirven para ese y cualquier otro proyecto. Se evitan así numerosas y repetidas referencias, por ejemplo, a normas UNE (de carácter voluntario), a títulos y/o artículos de la reglamentación, a documentos reconocidos, a guías de buenas prácticas constructivas, etc. Por otro lado, la inclusión en el proyecto del pliego general también ofrece ventajas al disponer de la documentación a pie de obra, por la inmediatez en su consulta.

En cuanto a evitar posibles contradicciones en el proyecto, si se tiene en cuenta el orden de prevalencia de las especificaciones en la diversa documentación, es de destacar su carácter subsidiario respecto a lo indicado explícitamente en el resto de la documentación (memoria, planos o presupuesto), o en la legislación.

La reciente publicación de pliegos generales de condiciones técnicas en la edificación

Es en el año 2000 cuando el Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos de España y el Instituto Valenciano de la Edificación desarrollan un convenio de colaboración con la idea de que los profesionales pudieran disponer de un pliego general de condiciones técnicas actualizado, que sirviera de referencia y modelo seguir para los pliegos particulares de condiciones en los proyectos, tanto en su redacción como en su utilización durante el seguimiento de las obras.

Se publica al año siguiente la primera edición conjunta del Pliego General de Condiciones

técnicas y de Seguridad y Salud en la Edificación, desarrollado por el IVE y supervisado por los Consejos de los colegios profesionales de arquitectos y arquitectos técnicos.



El texto es redactado a partir de uno anterior de 1993, incluido en la Base de Datos de la Construcción de la Comunitat Valenciana, que es revisado, actualizado a la normativa, y mejorado con la finalidad de fomentar la calidad en la edificación.

Para mantener vigente este documento, posteriormente ha habido actualizaciones en los años 2007, 2010 y la última en el 2015; cuando se detectaban importantes cambios normativos que trasladar al documento. En las primeras actualizaciones destacó su adaptación tras la aprobación del Código Técnico de la Edificación, y sus posteriores ampliaciones (DB HR). En especial en cuanto a la organización de su contenido, según el Anejo I: Contenido del proyecto, en su Parte I, donde se determina el contenido del pliego en cada uno de sus apartados. También destacable fue la aprobación de reglamentaciones como el Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios, o la Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08. Además, se añadió una Parte III en el pliego sobre la gestión de residuos de la construcción y demolición en la obra. En cambio, se

suprimió de la publicación la parte de condiciones de seguridad y salud, por ser considerada esta información de mayor utilidad para la elaboración de memorias, que de los pliegos en de los estudios correspondientes.



En la última edición del Pliego General de Condiciones Técnicas en la Edificación (2015) el texto ha sido actualizado a la reglamentación, así como a normativa de carácter voluntario. Destacan, la adaptación del texto al Reglamento Europeo 305/2011 por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción; y la actualización del Documento Básico DB HE Ahorro de Energía, del Código Técnico de la Edificación. También, la actualización de la Parte II del pliego, Condiciones de recepción de productos, y en particular los productos con información ampliada de sus características según normas UNE, en la cual se desarrollan las condiciones de recepción y comprobación del marcado CE de aquellos productos que aparecen referenciados en cada uno de los capítulos del pliego.

Esta edición se distribuye en el soporte informático: Generador de Pliegos. Hoy en día se hace casi imprescindible algún tipo de herramientas informática para la redacción de los pliegos. Son numerosas las aplicaciones

informáticas que ayudan en la redacción del proyecto, y también frecuentes las que generan automáticamente el pliego de condiciones a partir de otras partes del proyecto, como la memoria o las mediciones y presupuestos. Sin embargo, disponer de este generador permite, sin necesidad de recurrir a otras aplicaciones informáticas, elaborar de manera muy sencilla el pliego particular de condiciones técnicas. Se inicia la elaboración del pliego en esta herramienta con la selección de capítulos y apartados que realmente van a intervenir en la edificación que se proyecta. Finalmente, es posible la edición de los textos seleccionados para precisar las características y prestaciones de los productos, así como modificar o añadir cualquier otra condición a criterio del proyectista; y también sobre las fases de ejecución, en el control de calidad de la obra terminada, etc.

Mantener vigente esta publicación para que siga siendo de utilidad en los proyectos, requiere además de su actualización a la reglamentación y a otras normativas, como se ha hecho hasta ahora, el sintetizar sus contenidos y parametrizar la información de modo que se facilite a los profesionales, aún más la preparación de pliegos particulares a partir de él. Así mismo, revisar y completar algunos de sus apartados para que pueda ser aún de mayor utilidad en obras de rehabilitación. También, implementar la información ambiental de los productos y sistemas, siendo ésta cada vez más extendida, en desarrollo del requisito básico sobre utilización sostenible de los recursos naturales.

Puede adquirirse la última versión del Pliego general de condiciones técnicas en la edificación en la web www.five.es.

Quizás en un futuro, pueda ser reconsiderado por la Administración el reconocimiento de este documento. Se dará así respuesta a la necesidad de disponer de un texto de referencia para la elaboración de los proyectos, como un buen instrumento para fomentar la calidad en la edificación, en cualquiera de sus aspectos en él tratados.



Estructura de la información para los pliegos de condiciones técnicas particulares, según el Código Técnico de la Edificación, Parte I, Anejo I:

Contenido del proyecto.

- Prescripciones sobre los materiales
- Prescripciones en cuanto a la ejecución por unidades de obra
- Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado

Aplicación de la Directiva Europea sobre cómputo del consumo energético en calefacción

La medición individual de calefacción permite ahorros del 25% de energía en los hogares españoles

Ignacio Abati, Presidente de AERCCA (Asociación Española de Repartidores de Costes de calefacción)

Cada vecino, en edificios con calefacción central, pagará sólo por lo que consume

La medición individual de consumos de calefacción en edificios de viviendas dotados con calderas centrales es, posiblemente, la iniciativa de eficiencia energética más rentable de cuantas existen, y supone, además, una enorme oportunidad de negocio

para el sector de la asesoría en la gestión energética de los edificios. La Directiva de Eficiencia Energética 27/2012/UE, cuya transposición a la legislación nacional aún está pendiente, a pesar de que debería haberse realizado ya, es clara a este respecto: antes del 31 de diciembre de 2016, todos los usuarios de calefacción y agua caliente centralizada deberán pagar estos suministros en base a sus consumos reales y medidos.

En España, existen aproximadamente 1,5 millones de viviendas afectadas por esta nueva iniciativa de eficiencia energética, que según estudios realizados (el último en España, por la Universidad de Alcalá), supondrá unos ahorros de 24,9% en el gasto en calefacción de las viviendas.

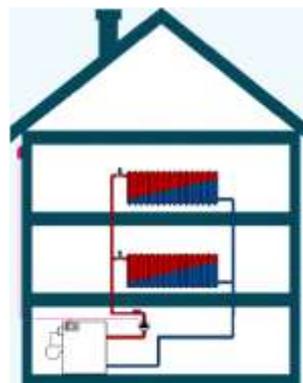
En instalaciones centralizadas de calefacción, la medición individual de los consumos y el posterior reparto de los costes en base a los consumos reales medidos supone una alternativa que, siendo técnicamente posible en todos los casos, contribuye de forma sustancial al ahorro y eficiencia energética del edificio.

La contabilización individual de los costes de calefacción en instalaciones centralizadas se puede realizar de dos maneras, dependiendo de la forma en que se distribuye la calefacción o ACS dentro del edificio:

a) Si la disposición de la distribución de la calefacción se realiza en anillo, es decir, existe un único punto de entrada y un único punto de salida para cada vivienda (que además es lo exigido para toda edificación nueva por el RITE – RD 1027/2007) la contabilización se realiza mediante contadores de energía (o calorímetros). Estos contadores constan, básicamente, de tres funciones: miden el caudal de agua en el retorno, miden las temperaturas de entrada y de retorno (el delta de temperaturas), y mediante un cabezal electrónico integran caudal y temperaturas dando como resultado la energía (medida en kWh) consumida por la vivienda en un periodo de tiempo determinado.



b) En el caso en que la distribución de la calefacción se realice por columnas, la instalación de contadores de energía resulta económica y técnicamente muy ineficiente, puesto que para una correcta medición de los consumos de cada vivienda habría que instalar contadores de energía a la salida de cada radiador.



Si la distribución de la calefacción está dispuesta por columnas, de las que en España existen aproximadamente 1,1 millones de viviendas, el mejor sistema de reparto de los costes de calefacción a cada vivienda es la instalación de repartidores de costes de calefacción en los radiadores.

Los repartidores de costes de calefacción, son por tanto, la única alternativa que, siendo rigurosa desde el punto de vista técnico y muy conveniente desde el punto de vista económico, permite repartir los costes de un

sistema de calefacción central entre las viviendas, para que cada uno de los vecinos pague según lo que realmente consume.

Repartidores de costes de calefacción: ¿Qué son?

Los repartidores de costes de calefacción son dispositivos de medición que se utilizan desde hace más de 80 años fundamentalmente en países europeos. Estos medidores, que se instalan en cada uno de los radiadores de la vivienda, son:

- Muy sencillos de instalar, no requieren obras, se instalan sobre el radiador normalmente mediante simples tornillos de sujeción.
- Son pequeños, sin cables ni elementos que puedan afectar a la decoración de la vivienda.
- Son baratos. La inversión en repartidores de costes en una vivienda media es hasta cuatro veces más económica que instalar un contador de energía.



Actualmente, los repartidores que se instalan son electrónicos, y sus lecturas de consumos

se recogen por radio, por lo que no es necesario volver a entrar en la vivienda hasta que se agote la batería, que tiene una duración de 10 años.

En Europa aproximadamente 30 millones de viviendas están dotadas de este tipo de sistema de reparto de costes de calefacción central, lo que supone un total de 150 millones de dispositivos instalados.

¿Realmente se ahorra energía?

Según estudios realizados por la Asociación Europea de Repartidores de Costes de Calefacción (EVVE), la Asociación Española de Repartidores de Costes de Calefacción (AERCCA), y según recomendaciones del IDAE (Instituto para la Diversificación y el Ahorro Energético), el ahorro potencial que se obtiene en una instalación de calefacción central en un edificio de viviendas, tan sólo por la instalación de un sistema que permita la contabilización individual de la calefacción puede llegar a ser de hasta un 20%. Si al sistema de contabilización se le complementa a su vez con la posibilidad de regulación mediante válvulas termostáticas el ahorro puede ser incluso mayor.



En España, el primer estudio de ahorros en edificios que ya han adaptado sus instalaciones a la Directiva, realizado la Universidad de Alcalá arroja datos de un 24,9% de media de ahorro en estos edificios.

En términos de euros, cada familia se ahorra de media unos 220 € al año.

¿Cómo funcionan los repartidores de costes de calefacción?

Los repartidores de costes de calefacción constan de una carcasa, los sensores, un dispositivo de cálculo, una pantalla, una fuente de alimentación, los elementos de instalación y un precinto.

El sello o precinto tiene la misión de proteger la unidad contra manipulaciones no autorizadas. Cada distribuidor de costes de calefacción constituye por sí mismo una unidad funcional u operativa.

Cada uno de sus componentes individuales deberá fabricarse de conformidad con determinadas tolerancias. De este modo cada una de las piezas o componentes de un modelo en particular de distribuidor de costes de calefacción (tipo, fabricante) deben funcionar de forma idéntica cuando se utiliza con el mismo propósito.

Los distribuidores de costes de calefacción, son aparatos de medición destinados al registro de la integral de temperatura con relación al tiempo. De acuerdo con la norma EN 834:1994, los distribuidores de costes de calefacción miden dos temperaturas: la de la superficie del radiador y la temperatura ambiente de la habitación donde el radiador está instalado.

La lectura visualizada corresponde al valor de la integral de tiempo de la diferencia de temperatura entre la superficie del radiador y la temperatura ambiente. Así, el medidor entiende que la calefacción está en marcha cuando la diferencia de temperaturas entre el radiador y la habitación es muy elevada, y

cuanto más elevada sea esta diferencia de temperaturas, mayor será el esfuerzo del radiador por dotar a la habitación del confort deseado, y por tanto el consumo será mayor.

Sin embargo, si la diferencia de temperatura ambiente de la habitación con respecto a la del radiador es pequeña (menos de 4ºK), el medidor entenderá que el radiador no está en funcionamiento. Adicionalmente, el medidor diferencia entre verano e invierno, de modo que en verano (desde junio a septiembre), se entiende que la calefacción está en funcionamiento siempre que la temperatura del radiador supere los 40ºC, mientras que en invierno, se entiende que el radiador está en funcionamiento cuando supera los 29ºC.

En resumen y para simplificar, el repartidor de costes empieza a medir consumos cuando:

- a) La diferencia de temperaturas entre la superficie del radiador y el ambiente sea mayor de 4º K
- b) En verano, cuando la temperatura del radiador sea mayor de 40ºC, y en invierno, cuando sea mayor de 29ºC

La norma UNE-EN-834:1994, además, muestra otras exigencias técnicas y de medición adicionales que tiene que ser respetadas por el dispositivo.

El valor de consumo reflejado por el repartidor de costes en su pantalla es, por tanto, un valor adimensional (no son kWh ni ninguna otra unidad física de energía) que debe ser corregido en función de varios coeficientes correctores, todos ellos perfectamente definidos en la mencionada Norma UNE-EN-834:1994.

Por tanto lo reflejado en el display del repartidor de costes deberá ser afectado por

un coeficiente K, que tiene a su vez tres componentes:

KC – Transferencia de calor de la superficie del radiador al repartidor de costes. Este valor es una característica de diseño del radiador, que aporta el fabricante del mismo, y que son interpretados a su vez por el fabricante del repartidor de costes según tablas de transmisión, tipo de sujeción al radiador, etc. Así, por ejemplo, es distinta la transmisión de calor de un radiador de aluminio o de hierro, la forma de los elementos radiadores, etc.

KQ – Mide el rendimiento térmico del radiador, basado fundamentalmente en potencia calorífica del mismo, número de elementos, etc. El factor de tarificación KQ es el valor numérico (adimensional) del rendimiento nominal térmico (en vatios) del radiador. El rendimiento nominal térmico se corresponde al rendimiento térmico de radiador funcionando a una temperatura de entrada, una temperatura de retorno y una temperatura del aire de 90º C, 70º C y 20º C respectivamente en una cámara de pruebas climáticas a una temperatura estable. La temperatura del aire se tiene que medir a 0,75 m por encima del suelo y a una distancia de 1,5 m de la superficie de calentamiento. Si el rendimiento nominal térmico del radiador se estableció para otras condiciones de temperatura, deberá convertirse éste a las condiciones mencionadas anteriormente

KA – En el caso en que el repartidor esté instalado en forma no estándar (i.e. cubre radiadores, etc.)

Para la determinación de los factores de conversión K cada fabricante de repartidores de costes tiene disponibles una base de datos de radiadores, marcas, fabricantes, características, etc. que son consultados por el

instalador para determinar el consumo final de cada radiador.

Por tanto, el factor K El valor del factor K es único para cada radiador, y sólo es válido para el contador específico que se instale.

El valor del factor K depende de, entre otros, los siguientes factores:

- Marca del Radiador (Roca, Runtal, Buderus, etc.)
- Modelo del radiador (Duba, etc.)
- Potencia del radiador (en kW)
- Nº de elementos del radiador
- Dimensiones del radiador (alto, ancho, largo)
- Material del radiador (hierro, aluminio, chapa, etc.)
- Método de instalación del repartidor (atornillado, soldado, etc.)
- Transmisión calorífica
- Caudal de diseño

¿Cómo se reparte el coste de la calefacción entre las viviendas?

El consumo de calefacción de cada radiador en € se calcula como:

$$\text{Consumo radiador(€)} = (\text{Cact} - \text{Cant}) \times K \times P$$

Siendo

- Cact – Lectura actual del contador
- Cant – Lectura del contador al inicio del periodo de facturación
- K – Factor de conversión, diferente para cada radiador (según apartado anterior)
- P – Precio de cada unidad consumida de calefacción

El precio (P) de la unidad de calefacción es único para todo el edificio, y se calcula de la siguiente manera, por ejemplo:

Una caldera de calefacción central ha tenido los siguientes gastos para la comunidad:

- Combustible: 10.000 €
- Electricidad: 300 €
- Mantenimiento: 500 €
- TOTAL 10.800 €

Los gastos fijos (30% de 10.800 €) de la instalación se reparten por coeficiente a cada vecino. Estos gastos corresponden al término fijo de la factura del combustible, gastos de mantenimiento de la caldera, gastos de reparaciones, etc. Y deben ser sufragados por el total de los vecinos. En algunos países existe regulación al respecto que fijan unos determinados porcentajes (p.e. en Alemania). Estos gastos fijos se repartirán por coeficiente entre los vecinos.

Los gastos variables (70% de 10.800 €, es decir 7.560 €) se repartirán en base al consumo real, siendo éste la suma de los consumos medidos los contadores. Si por ejemplo, el consumo en calefacción del edificio son 20.000 unidades de calefacción, entonces:

$$P = \frac{7.560 \text{ €}}{20.000} = 0,378 \text{ € por unidad de calefacción}$$

Y por tanto ese es el precio que se aplicará al consumo de los radiadores de cada vecino.

¿Cómo es el recibo de calefacción con este sistema de reparto?

El recibo de calefacción de cada vecino refleja lo indicado en los párrafos anteriores, constando básicamente, de dos partes:

Término fijo: Coste repartido entre los vecinos de los gastos fijos asociados al sistema de calefacción centralizado. Normalmente se calcula como el 30% del total de gastos de calefacción. El reparto se realiza por coeficiente.

Término variable: Coste de la calefacción consumida por cada vecino, que será a su vez la suma del consumo de cada uno de los radiadores instalados en la vivienda. Así, en el recibo el vecino podrá saber lo que ha gastado en cada una de las estancias (comedor, dormitorio, etc.) de su vivienda.

Cada radiador tiene su propio consumo de calefacción. Cada radiador se identifica según donde está (salón, dormitorio, etc.).

Existen gastos comunes que se siguen repartiendo por coeficiente (p.e. mantenimiento de la caldera, electricidad, etc.). Son aproximadamente un 30% del gasto total en calefacción.

Los demás gastos de cada mes (p.e. combustible) se reparten en base al consumo real medido por los repartidores instalados.



¿Cómo se mide la calidad en el reparto de los costes de calefacción?

La calidad, es decir, que las instalaciones se realicen por personal cualificado, y que se instale un producto homologado, es esencial para que esta iniciativa de eficiencia energética obtenga las ventajas y los ahorros que conlleva, y sobre todo, que la percepción del usuario sea positiva.

Para ello, AENOR y la Asociación Española de Repartidores de Costes de Calefacción (AERCCA) han desarrollado un reglamento de certificación que permite garantizar la calidad del producto y el servicio de reparto de costes de calefacción para comunidades de vecinos.

Las comunidades, cuando contraten a una empresa determinada el servicio de reparto

de costes de calefacción, podrán saber si la empresa elegida tiene el Certificado de Calidad AENOR en el Servicio de Reparto de Costes de Calefacción.

Este certificado de calidad demostrará que la empresa contratada, además de instalar el producto correcto (en el caso de los repartidores que cumpla la norma UNE EN 834), está realizando bien el reparto de los costes de calefacción: los inspectores de AENOR visitarán nuestras oficinas y los edificios donde tengamos instalados equipos, y verificarán, cada año, que asignamos bien los costes para cada radiador y vivienda, revisando que las lecturas de los repartidores son tratadas mediante sistemas robustos e inalterables, y que los criterios de reparto y, en su caso, estimación, son justos y están normalizados.

Para tener el Certificado de AENOR habrá también que acreditar que tenemos un call center adecuado en el que contestemos a las llamadas de nuestros clientes, un seguro de responsabilidad civil para responder a posibles contingencias, formación adecuada a nuestros instaladores, etc.

Además, una comunidad de propietarios que tenga instalados los repartidores podrá solicitar la que una entidad de evaluación vaya a su edificio e inspeccione, entre otras cosas:

a) Que el repartidor de costes instalado cumple la norma UNE EN 834, que es la que define cómo deben funcionar estos dispositivos, incluyendo donde deben estar instalados.

b) Que en caso de cubre radiadores, el repartidor de costes tiene instalado el preceptivo sensor externo, según la misma norma.

c) Que el censo de radiadores realizado por la empresa encargada del servicio de reparto de costes se adecua a los radiadores existentes en las viviendas

d) Si los repartidores están precintados y funcionando

e) Que los radiadores están identificados, con todos los parámetros necesarios para poder obtener las lecturas de forma fiable.



¿Qué preguntas van a hacer los inspectores de AENOR a las empresas de repartidores?

¿Tiene su Compañía...	¿Está su repartidor...	¿El método de reparto de costes de calefacción en su Compañía...	Inspecciones en el edificio (realizadas por CEIS)
<ul style="list-style-type: none"> ...un call center? ...acceso a una oficina virtual para sus clientes? ...un sistema de aseguramiento de calidad? ...sistemas informáticos adecuados para el reparto de costes de calefacción? ...personal suficientemente formado? ...instaladores suficientemente entrenados? 	<ul style="list-style-type: none"> ...homologado según la norma UNE EN 834? ...dotado de sensores externos para el caso de cubre radiadores? 	<ul style="list-style-type: none"> ...tienen Vdes. Una metodología escrita y aprobada? ...cómo determinan la potencia del radiador y calculan el factor K de corrección? ...tienen criterios de estimación de consumos? ...está su recibo de calefacción en consonancia con lo exigido por la legislación europea ...tienen una póliza de seguros por errores en el método de reparto de al menos 100.000 €? 	<ul style="list-style-type: none"> Está el repartidor instalado correctamente en el radiador? Están todos los radiadores censados y los repartidores instalados de acuerdo a la realidad? Hay sensores externos instalados cuando se requiere (cubre radiadores, etc.)? Están todos los repartidores en funcionamiento? Están los repartidores precintados?

El necesario equilibrado de la instalación

La obtención de la máxima rentabilidad de la contabilización individual de calefacción será en todo caso más alcanzable si al mismo tiempo se instalan válvulas termostáticas en los radiadores, algo que posiblemente también será obligatorio en la transposición a la legislación nacional de la Directiva de Eficiencia Energética. La instalación de dichas válvulas, sin embargo, requiere que la realice un instalador experimentado, que cuente con el debido asesoramiento del gestor de la caldera del edificio. Un desequilibrio hidráulico, derivado de, por ejemplo, un cierre parcial de muchos radiadores mediante sus correspondientes válvulas, puede dar lugar a ruidos en la instalación, o la imposibilidad de alcanzar temperaturas de confort en las viviendas, desequilibrios entre las viviendas altas y bajas, etc. Para realizar un correcto equilibrado se requiere no sólo la instalación de las herramientas adecuadas (bombas de caudal variable, válvulas de equilibrado, etc.) sino sobre todo un estudio de cada instalación para su correcto dimensionamiento. La participación de un asesor técnico es imprescindible por tanto, en este aspecto.

Conclusión

La contabilización individual de costes de calefacción en instalaciones colectivas de calefacción mediante repartidores de costes instalados en cada radiador es, por tanto, una forma sencilla, barata y rigurosa de garantizar que cada vecino pague por la calefacción que realmente consume, ayudando además al vecino a ahorrar costes energéticos. Esta forma de reparto, muy extendida en Europa, será con toda probabilidad de obligado cumplimiento también en España, cuando se haga efectiva la transposición completa de la Directiva 27/2012/UE de eficiencia energética, cuyas ventajas son incontestables: 1.100 millones de euros de ahorro en cinco años, equivalentes a 2,4 millones de tCO₂ que se dejarán de verter a la atmósfera. Una oportunidad que no podemos dejar escapar.

Listado de artículos publicados

TEMA	TÍTULO	NÚMERO	AÑO	AUTORES
Asuntos generales	Sobre la sentencia de la sala tercera del tribunal supremo, recurso contencioso administrativo n. 30/2006.	n. 1	2011	CSCAE
	Publicado RD sobre Inspección Técnica de Edificios	n. 4	2011	Reseña
	Asemas: La seguridad y salud en las obras de construcción	n. 5	2011	Reseña
	Actualización Normas Armonizadas de los productos de construcción	n. 4	2011	Reseña
	Reglamento Europeo de Productos de la Construcción	n. 5	2011	Reseña
	Calificaciones profesionales	n. 6	2011	Reseña
	Organismos de Control	n. 9	2012	Reseña
	Proyecto RD Reglamento Europeo de 305/2011 de productos de construcción	n. 10	2013	COA Illes Balears
	Borrador de Reglamento Infraestructura de la calidad y Seguridad Industrial	n. 11	2013	CSCAE
	Estrategias y criterios de actuación para evitar la presencia de radón en edificios	n. 23	2016	B. Frutos; M. Olaya; S. García; P. Linares
Código Técnico de la Edificación	IndexARQ. Asistente para la generación del índice de contenido del Proyecto Arquitectónico	n. 23	2016	CSCAE
	Los pliegos de condiciones técnicas en los proyectos de edificación	n. 23	2016	V. Cerdán
	Caracterización de recintos según el CTE	n. 1	2011	COA Málaga
DB HE Ahorro de energía	Vivienda unifamiliar: singularidades (I).	n. 5	2011	COA Murcia
	Vivienda unifamiliar: singularidades (II).	n. 8	2011	COA Murcia
	Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación.	n. 6	2012	COA Málaga
	Contribución solar y calificación energética	n. 5	2011	COA Almería
	Proyecto de modificación del DB HE	n. 9	2012	CSCAE
Nuevo DB HE 2013	Nuevo DB HE 2013	n. 12	2013	CSCAE
	Nuevo DB HE 2013: Nuevas transmitancias, nuevos espesores de aislamiento	n. 13	2014	COA Málaga

TEMA	TÍTULO	NÚMERO	AÑO	AUTORES
	Nuevo DB HE 2013: Demanda energética	n. 13	2014	COA Murcia
	Nuevo DB HE 2013: El calculista energético	n. 13	2014	CSCAE
	¿Cuánta energía consume su edificio, Mr. Foster?	n. 14	2014	Pedro Guirao, Ángel Allepuz
	DB HE 2013: Intervención en edificios existentes	n. 15	2014	COA Murcia
	DA HE/3 Puentes Térmicos	n. 16	2014	COA Sevilla
	Predimener: guía para el predimensionado energético de edificios de viviendas	n. 22	2016	ANDIMAT
DB Salubridad	HS Exigencia de la calidad del aire en el interior de edificios	n. 2	2011	COA Málaga
DB Protección en caso de incendio	SI Comunicación entre los diferentes sectores constituidos en un edificio.	n. 3	2011	COA Sevilla
	Condiciones del entorno forestal de los edificios	n. 4	2011	COA Madrid
	Instalación de ascensor en edificios de viviendas	n. 9	2012	COA Galicia
	Proyecto de Real Decreto de Reglamento de Instalaciones de Protección contra incendios	n. 12	2013	CSCAE
	Nueva clasificación de productos de la construcción frente a incendios (RD 842/2013)	n. 12	2013	CSCAE
	Justificación de las características de comportamiento ante el fuego	n. 14	2014	MFOM
	Justificación de las características de comportamiento ante el fuego Justificación en proyectos de la reacción al fuego de elementos constructivos, decorativos y de mobiliario.	n. 20	2015	COA Sevilla
	Informe sobre fachadas y reacción al fuego de los materiales aislantes.	n. 22	2016	ANDIMAT
Accesibilidad	El proceso de unificación de la normativa sobre accesibilidad y no discriminación de personas.	n. 4	2011	COA Asturias
	Accesibilidad en edificios existentes.	n. 4	2011	COA Málaga
	La importancia del 6% en la pendiente del suelo	n. 10	2013	COA Asturias
	Accesibilidad en obras de reforma y acondicionamiento de locales	n. 14	2014	COA Málaga
	Accesibilidad. Ley general de derechos de las personas con discapacidad y de su inclusión social	n. 14	2014	COA Castilla La Mancha
	Actualización DA DB-SUA/2. Accesibilidad en edificios existentes.	n. 20	2015	MFOM
DB Protección frente a ruido	HR Sistemas de Información de Contaminación Acústica.	n. 6	2012	Reseña

TEMA	TÍTULO	NÚMERO	AÑO	AUTORES
	Optimización de soluciones constructivas mediante el empleo de la Opción General (I)	n. 9	2012	COA Sevilla
	Optimización de soluciones constructivas mediante el empleo de la Opción General (II).	n. 10	2013	COA Sevilla
	Opción simplificada: ejemplo vivienda unifamiliar entre medianera.	n. 11	2013	COA Sevilla
	Patologías acústicas en la construcción	n. 16	2014	Alejandro Sansegundo
	Estudio acústico y justificación del DB HR.	n. 21	2016	COA Sevilla
	Guía de aplicación del DB HR.	n. 21	2016	COA Sevilla
Certificación energética de edificios	Nuevos documentos reconocidos para la calificación energética	n. 3	2011	COA Sevilla
	Observaciones al proyecto R. D. por el que se aprueba el procedimiento para la certificación de eficiencia energética de los edificios existentes.	n. 3	2011	CSCAE
	Certificación energética de edificios existentes.	n. 9	2012	CSCAE
	Tarifa certificación y auditoría energética.	n. 12	2013	CSCAE
	Manejo de la herramienta CE3X en uso residencial vivienda	n. 12	2013	COA Sevilla
	Infracciones y sanciones en materia de eficiencia energética.	n. 12	2013	COA Málaga
	Proyecto RD en lo referente a auditorías energéticas, acreditación de proveedores de servicios y auditores energéticos.	n. 13	2014	CSCAE
	Directiva ecodiseño ErP y etiquetado de eficiencia energética ELD	n. 18	2015	CSCAE
	Nuevas Herramientas de Certificación Energética	n. 20	2015	CSCAE
	Actualización Herramienta Unificada LIDER-CALENER	n. 22	2016	CSCAE
	Factores de paso. Repercusión en la certificación energética de edificios	n. 22	2016	CSCAE
Peritaciones	Cómo afrontar las reclamaciones por humedades superficiales de condensación.	n. 5	2011	COA Castilla La Mancha
	Criterios generales para elaboración de informes y dictámenes periciales	n. 19	2015	COA Castilla La Mancha
Instalaciones	Portales en edificios de viviendas: sala de máquinas.	n. 2	2011	COA Murcia
	El nuevo reglamento de infraestructuras comunes de telecomunicaciones.	n. 2	2011	Jesús Feijó
	ICT: aclaraciones ámbito de aplicación	n. 11	2013	COA Galicia
	Evacuación de gases de combustión en viviendas.	n. 1	2011	COA Málaga
	Evacuación de productos de combustión por cubierta.	n. 2	2011	COA Sevilla
	Instalación receptora de gas. Centralización de	n. 4	2011	COA Sevilla

TEMA	TÍTULO	NÚMERO	AÑO	AUTORES
	contadores.			
	Derogada orden que regula los contadores de agua fría.	n. 4	2011	Reseña
	Comentarios al proyecto de RD ITC-BT 52 "Instalaciones con fines especiales. Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos"	n. 5	2011	CSCAE
	Borradores de Guías del REBT: ITC BT-23, ITC BT-25, ITC BT-29 y ITC BT- 33.	n. 8	2012	CSCAE
	Borradores de Guías del Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior.	n. 10	2013	COA Illes Balears
	Guías borradores REBT.	n. 11	2013	CSCAE
	Infraestructuras de recarga de coches eléctricos en edificios	n. 17	2015	COA Málaga
	Aeroterminia como alternativa a la contribución solar mínima ACS	n. 19	2015	COA Murcia
	Real Decreto 56/2016, referente a auditorias energéticas.	n. 21	2016	CSCAE
	Nuevas normas armonizadas UNE EN 81-20 y UNE EN 81-50.	n. 22	2016	CSCAE
	La medición individual de calefacción permite ahorros del 25% de energía en los hogares españoles	n. 23	2016	I. Abati,
Estructuras	Lo dúctil es lo rígido.	n. 3	2011	José Luis De Miguel
	Apuntalamientos de forjados en la EHE 08.	n. 1	2011	COA Asturias
	Fichas de prevención de patologías.	n. 2	2011	Reseña
	Comentarios a la nueva Instrucción de Acero Estructural EAE	n. 4	2011	Agustí Obiol
	Recomendaciones para la elaboración del informe prescrito en la NCSR 02 sobre las consecuencias del sismo en las edificaciones.	n. 4	2011	COA Murcia
	Instrucción EHE 08 comentada.	n. 7	2012	Reseña
	Modificaciones instrucción EHE y EAE	n. 21	2016	CSCAE
RITE	RD Modificaciones del RITE.	n. 11	2013	CSCAE
Rehabilitación	CONAMA 2012: Sello Básico del Edificio.	n. 9	2012	CSCAE
	Accesibilidad en edificios existentes.	n. 4	2011	COA Málaga
	Rehabilitación de fachadas.	n. 11	2012	Reseña
	Borrador Plan Estatal para la Rehabilitación, Regeneración y Renovación urbana	n. 10	2013	CSCAE
	Los terremotos y la conservación del patrimonio	n. 10	2013	José Luis González
	Plan Estatal para el fomento del alquiler, la rehabilitación la regeneración y renovación urbana.	n. 11	2013	CSCAE

TEMA	TÍTULO	NÚMERO	AÑO	AUTORES
	Ley de rehabilitación, regeneración y renovación urbana.	n. 4	2011	Reseña
	Programas de ayuda a la rehabilitación.	n. 12	2013	CSCAE
	Plan estatal de fomento del alquiler y la rehabilitación edificatoria y la regeneración y renovación urbana, 2013-16.	n. 12	2013	COA Sevilla
	Instalación de ascensor en edificios de viviendas	n. 9	2012	COA Galicia
	Aspectos generales sobre la reparación y/o refuerzo de cimentaciones en rehabilitación de edificio, técnicas disponibles en el mercado.	n. 13	2013	Juan José Rosas
	Estudios geotécnicos en la rehabilitación de edificios.	n. 14	2014	Albert Ventayol
	Estudio T-NEZB. Transformación de los edificios existentes hacia los edificios de consumo casi nulo	n. 15	2014	CENER
	Incidencia de los puentes térmicos en la rehabilitación	n. 16	2014	F. Labastida
	Estrategias a largo plazo de la rehabilitación energética	n. 15	2014	EHU-UPV
	Accesibilidad: criterios de adecuación de edificios	n. 16	2014	F. Labastida
	Patologías acústicas en la construcción	n. 15	2014	DG AVS
	El CTE y la intervención en edificios existentes	n. 16	2014	MFOM
	Análisis de la estanqueidad al aire en la construcción y rehabilitación	n. 17	2015	COA Sevilla
	Programa de Ayudas a la Rehabilitación Eficiencia Energética	n. 18	2015	A.Jiménez/P .Branchi
	Modelo de ordenanza de rehabilitación	n. 18	2015	CSCAE
	Texto Refundido Ley del Suelo y Rehabilitación Urbana	n. 20	2015	CSCAE
NZEB	Definiciones NEZB. El proceso europeo	n. 19	2015	CSCAE
BIM	Aproximación a la tecnología BIM. Level of Development	n. 19	2015	CSCAE



Consejo Superior
de los Colegios de Arquitectos
de España