

Jardunaldi teknikoa - Jornada técnica

Eraikinaren Airearen Kalitateari eta Kontrol Termikoari buruzko 2023ko martxoaren 17ko AGINDUA aurkezteko Jardunaldi Teknikoa

Jornada técnica de presentación ORDEN de 17 de marzo de 2023, sobre Control Térmico y Calidad del Aire del Edificio

Pablo García Astrain. Director de Vivienda, Suelo y Arquitectura

Eusko Jaurlaritzako Eraikingintzaren Kalitatea Kontrolatzeko Laborategiko Arlo Termikoa
Área Térmica del Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación, Gobierno Vasco
termica@euskadi.eus

Juan María Hidalgo Betanzos
Imanol Ruíz de Vergara Ruíz de Azúa
Grupo de investigación ENEDI de la UPV/EHU

Edukiak

Eraikinaren Airearen Kalitateari eta Kontrol Termikoari buruzko 2023ko martxoaren 17ko AGINDUA aurkezteko Jardunaldi Teknikoa

9:15 **Parte-hartzaileen erregistroa**

9:30 **Erakundeentzako ongietorria**

Pablo García Astrain. Etxebizitza, Lurzoru eta Arkitekturaren zuzendaria

9:45 **Kontrol Termikoari eta Airearen Kalitateari buruzko Aginduaren aurkezpena**

Arau-esparrua

Artikuluak

I. eta II. eranskinak: Isolamendu termikoen protokoloa eta fitxa

III. eta IV. eranskinak: Ateen eta leihoen protokoloa eta fitxa

V, VI, VII eta VIII eranskinak: aireztapen eta estankotasunaren protokoloa eta fitxak

Fitxen adibideak eta kalitate kontrolerako entseguak

11:00 **Iruzkinak eta zalantzak**

11:30 **Jardunaldiaren amaiera**

Contenidos

Jornada técnica de presentación ORDEN de 17 de marzo de 2023, sobre Control Térmico y Calidad del Aire del Edificio

9:15 **Registro de los participantes**

9:30 **Bienvenida institucional**

Pablo García Astrain. Director de Vivienda, Suelo y Arquitectura

9:45 **Presentación de la Orden de Control Térmico y Calidad del Aire**

Marco normativo

Articulado

Anexos I y II: Protocolo y Ficha de aislamientos térmicos

Anexos III y IV: Protocolo y Ficha de puertas y ventanas

Anexos V, VI, VII y VIII: Protocolo y Fichas de ventilación y estanqueidad al aire

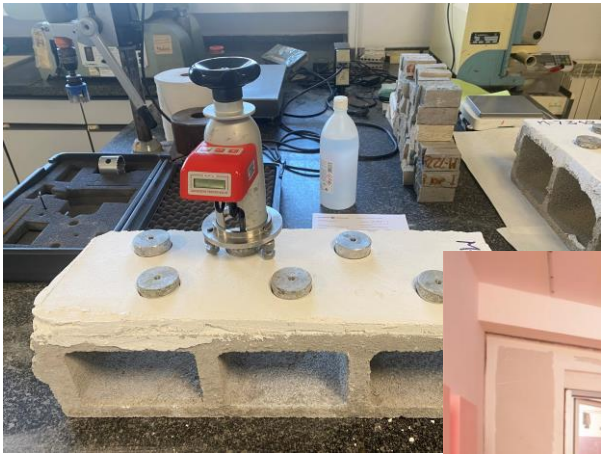
Ejemplos de fichas y ensayos de control de calidad

11:00 **Comentarios y dudas**

11:30 **Cierre de la jornada**

Laborategia bisitatzeko aukera

Oportunidad de Visitar el Laboratorio

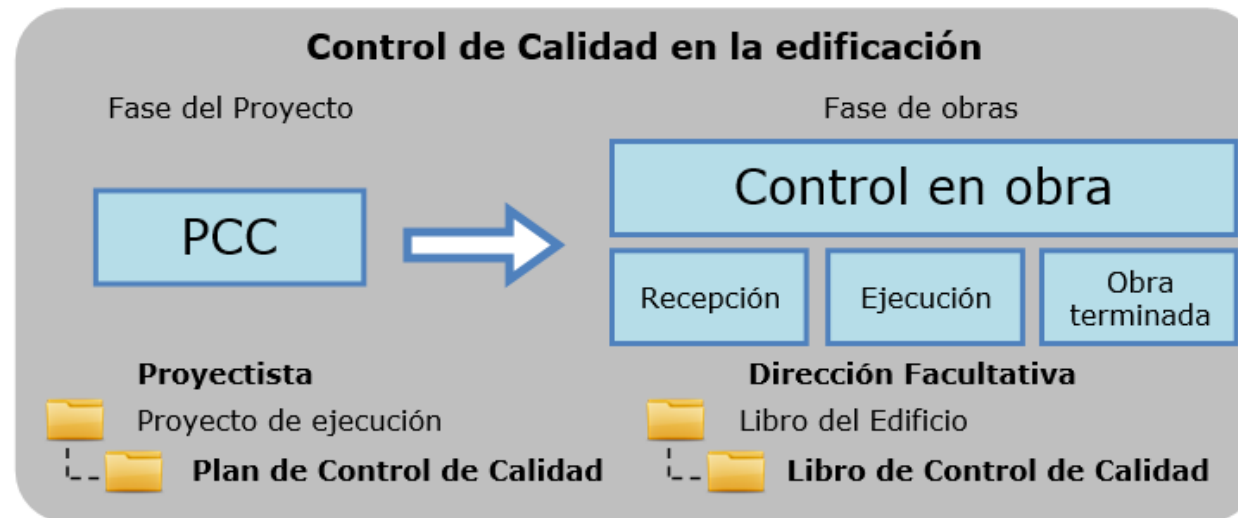


Presentación de la Orden de Control Térmico y Calidad del Aire

¿Por qué es necesaria esta Orden?

Edificios más eficientes y EECN requieren un control más detallado

- Los **requisitos energéticos de los edificios se han endurecido** desde el primer CTE DB-HE de 2006 hasta la actualidad... (y seguirán aumentando)
- El **control de la ejecución en obra debe adaptarse para cumplir las nuevas exigencias** y garantizar la calidad de los resultados.



¿Por qué es necesaria esta Orden?

Sistemas más complejos pueden tener mayor riesgo de patologías

El aumento de obras de rehabilitación previsto hasta 2050

¿Por qué es necesaria esta Orden?

DEFICIENCIAS QUE QUEDAN OCULTAS



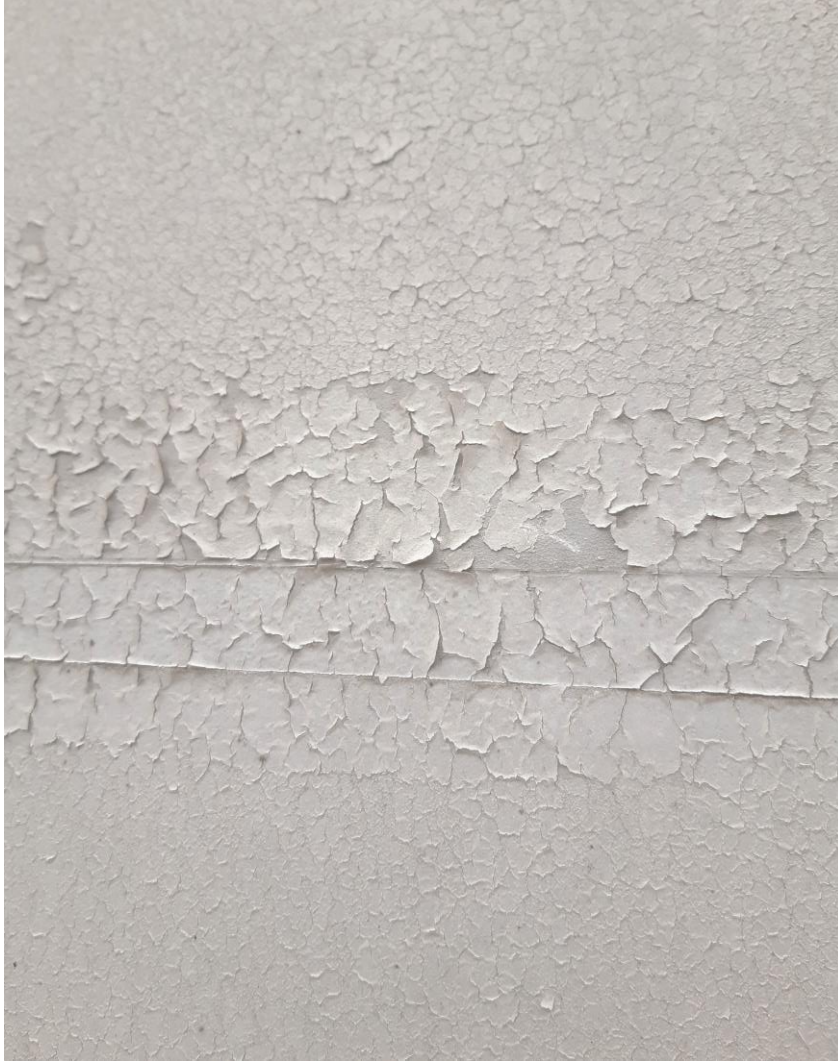
¿Por qué es necesaria esta Orden?

DEFICIENCIAS QUE QUEDAN OCULTAS



¿Por qué es necesaria esta Orden?

DESPRENDIMIENTO DE ACABADOS



¿Por qué es necesaria esta Orden?

HUMEDADES



Objetivos

Objetivos

- Concepto general:

- **NO se añaden exigencias nuevas.**

- **Se define cómo verificar las condiciones del Proyecto y del CTE.**

- La presente Orden no afecta a dichas exigencias básicas, que siguen siendo las previstas en el CTE, sino que regula un protocolo relativo a los tipos de ensayos, el número de muestras a realizar, establece pautas para seleccionar elementos a efectos de muestreo y una serie de criterios de valoración de los resultados obtenidos, todo ello destinado a dar cumplimiento a las previsiones del Documento básico DB HE Ahorro de Energía.

BOLETÍN OFICIAL DEL PAÍS VASCO N.º 65
lunes 3 de abril de 2023

DISPOSICIONES GENERALES
DEPARTAMENTO DE PLANIFICACIÓN TERRITORIAL, VIVIENDA Y TRANSPORTES
1609

ORDEN de 17 de marzo de 2023, del Consejero de Planificación Territorial, Vivienda y Transportes, sobre control térmico y calidad del aire del edificio.

El Estado, invocando varios títulos competenciales de su titularidad, aprobó la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación como norma básica en materia de calidad de la edificación. Según señala su artículo 3.2, el Código Técnico de la Edificación será el marco normativo que establece las exigencias básicas de calidad de los edificios de nueva construcción y de sus instalaciones, así como de las intervenciones que se realicen en los edificios existentes.

La disposición final segunda de la citada Ley 38/1999, autorizaba al Gobierno para que, mediante Real Decreto y en el plazo de dos años a contar desde la entrada en vigor de dicha Ley, aprobara un Código Técnico de la Edificación que estableciera las exigencias que deben cumplir los edificios, lo que dio lugar, en desarrollo de esta previsión, al Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (en adelante CTE), igualmente, de carácter básico.

Tras la entrada en vigor de la Directiva 2006/123/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2006, el Estado aprobó la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, que, a su vez, supuso la modificación del artículo 14 de la citada Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.

En desarrollo de dicho artículo 14, se aprobó el Real Decreto 410/2010, de 31 de marzo, por el que se desarrollan los requisitos exigibles a las entidades de control de calidad de la edificación y a los laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación, para el ejercicio de su actividad.

En dicho marco básico, la Comunidad Autónoma del País Vasco, en el ejercicio de sus competencias estatutarias, dictó el Decreto 209/2014, de 28 de octubre, por el que se regula el control de calidad en la construcción.

Este Decreto recoge las disposiciones generales del control de calidad y desarrolla las distintas fases del proceso de control de calidad en la construcción, así como incluye el régimen de inspección de las obras. Sobre esta última cuestión, especifica la obligatoriedad de realizar el control de calidad tanto en la fase del Proyecto como en la de ejecución, e incluso recoge que dicho control es de aplicación a la obra terminada.

El artículo 4 del Decreto 209/2014, de 28 de octubre, se refiere al denominado Plan de Control de Calidad, y define, a su vez, los documentos que han de formar parte de él. Entre ellos, habrán de incluirse los ensayos, análisis y pruebas a realizar a los productos sujetos a control de recepción en obra, así como los criterios para establecer el control de ejecución de la obra por medio de verificaciones y controles a realizar en obra, que certifiquen la conformidad con el proyecto.

Al objeto de facilitar el procedimiento de verificación, tanto de los materiales recepcionados, como de la obra ejecutada, el Decreto 209/2014, de 28 de octubre, en su artículo 10, relativo a los ensayos y pruebas de servicio del edificio, establece que será una Orden del Consejero o

2023/1609 (1/25)

Objetivos

- **Concepto general:**
 - **NO se añaden exigencias nuevas.**
 - **Se define cómo verificar las condiciones del Proyecto y del CTE.**
- Aprobar un **protocolo de verificación** del cumplimiento de las **previsiones del proyecto**, así como del **CTE...**
 - desde la perspectiva de las características térmicas, y referido, en exclusiva, a las obras de edificación, ya sea obra nueva o rehabilitación.
- Incluye la verificación en obra de:
 - **los materiales aislantes térmicos,**
 - **las ventanas,**
 - **la estanqueidad al aire de la envolvente térmica**
 - **la ventilación.**
 - *Las condiciones de la ventilación se han incluido en la presente Orden porque están directamente relacionadas con el perfil de uso y por ello con la demanda térmica de los edificios, tal y como establece la Sección DB-HE 0, en el apartado 5 de justificación del cumplimiento de la exigencia, así como en el apartado 4.1 de condiciones generales del cálculo del consumo energético.*

BOLETÍN OFICIAL DEL PAÍS VASCO N.º 65
lunes 3 de abril de 2023

DISPOSICIONES GENERALES
DEPARTAMENTO DE PLANIFICACIÓN TERRITORIAL, VIVIENDA Y TRANSPORTES
1609

ORDEN de 17 de marzo de 2023, del Consejero de Planificación Territorial, Vivienda y Transportes, sobre control térmico y calidad del aire del edificio.

El Estado, invocando varios títulos competenciales de su titularidad, aprobó la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación como norma básica en materia de calidad de la edificación. Según señala su artículo 3.2, el Código Técnico de la Edificación será el marco normativo que establece las exigencias básicas de calidad de los edificios de nueva construcción y de sus instalaciones, así como de las intervenciones que se realicen en los edificios existentes.

La disposición final segunda de la citada Ley 38/1999, autorizaba al Gobierno para que, mediante Real Decreto y en el plazo de dos años a contar desde la entrada en vigor de dicha Ley, aprobara un Código Técnico de la Edificación que estableciera las exigencias que deben cumplir los edificios, lo que dio lugar, en desarrollo de esta previsión, al Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (en adelante CTE), igualmente, de carácter básico.

Tras la entrada en vigor de la Directiva 2006/123/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2006, el Estado aprobó la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, que, a su vez, supuso la modificación del artículo 14 de la citada Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.

En desarrollo de dicho artículo 14, se aprobó el Real Decreto 410/2010, de 31 de marzo, por el que se desarrollan los requisitos exigibles a las entidades de control de calidad de la edificación y a los laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación, para el ejercicio de su actividad.

En dicho marco básico, la Comunidad Autónoma del País Vasco, en el ejercicio de sus competencias estatutarias, dictó el Decreto 209/2014, de 28 de octubre, por el que se regula el control de calidad en la construcción.

Este Decreto recoge las disposiciones generales del control de calidad y desarrolla las distintas fases del proceso de control de calidad en la construcción, así como incluye el régimen de inspección de las obras. Sobre esta última cuestión, especifica la obligatoriedad de realizar el control de calidad tanto en la fase del Proyecto como en la de ejecución, e incluso recoge que dicho control es de aplicación a la obra terminada.

El artículo 4 del Decreto 209/2014, de 28 de octubre, se refiere al denominado Plan de Control de Calidad, y define, a su vez, los documentos que han de formar parte de él. Entre ellos, habrán de incluirse los ensayos, análisis y pruebas a realizar a los productos sujetos a control de recepción en obra, así como los criterios para establecer el control de ejecución de la obra por medio de verificaciones y controles a realizar en obra, que certifiquen la conformidad con el proyecto.

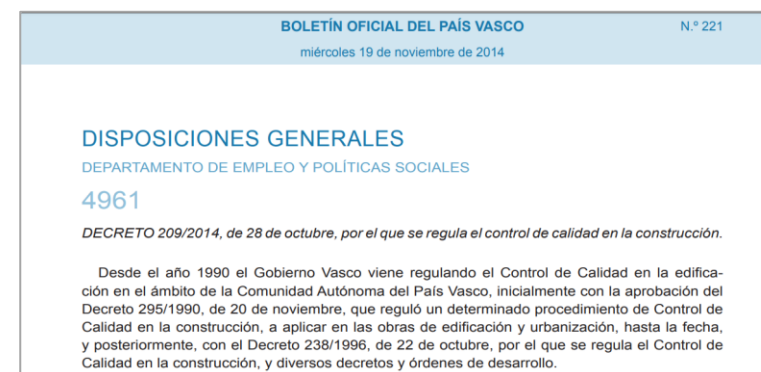
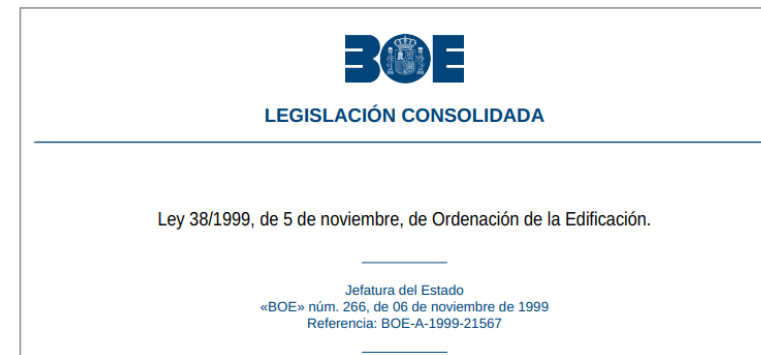
Al objeto de facilitar el procedimiento de verificación, tanto de los materiales recepcionados, como de la obra ejecutada, el Decreto 209/2014, de 28 de octubre, en su artículo 10, relativo a los ensayos y pruebas de servicio del edificio, establece que será una Orden del Consejero o

2023/1609 (1/25)

Marco normativo

Marco normativo

- **Ley 38/1999**, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación (LOE)
 - Según señala su artículo 3.2, el Código Técnico de la Edificación será el marco normativo que establece las exigencias básicas de calidad de los edificios de nueva construcción y de sus instalaciones, así como de las intervenciones que se realicen en los edificios existentes.
 - **Ley 25/2009**, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio (modificación del artículo 14 de la citada Ley 38/1999).
- **Real Decreto 314/2006**, de 17 de marzo, por el que se aprueba el **Código Técnico de la Edificación (CTE)**
- **Real Decreto 410/2010**, de 31 de marzo, por el que se desarrollan los requisitos exigibles a las **entidades de control de calidad** de la edificación y a los **laboratorios de ensayos** para el control de calidad de la edificación, para el ejercicio de su actividad. (Estatal)
- **Decreto 209/2014**, de 28 de octubre, por el que se regula el **control de calidad en la construcción (CAPV)**



Estructura

Estructura

- Está compuesta por cuatro artículos, una disposición transitoria, una disposición derogatoria, una disposición final y ocho anexos:

- **Anexo I: protocolo para la verificación en obra de los aislamientos térmicos en los edificios.**

Recepción en obra, los tipos de controles, el muestreo, los criterios de valoración y el contenido de los informes de los ensayos...

- **Anexo III: protocolo para la verificación en obra de las ventanas en los edificios**

Recepción en obra, los tipos de controles, el muestreo, los criterios de valoración y el contenido de los informes de los ensayos...

- **Anexo V: protocolo para la verificación «in situ» de la ventilación de los edificios residenciales. (y estanqueidad)**

Recepción en obra, los tipos de controles, el muestreo, la preparación de los ensayos, los criterios de valoración y el contenido de los informes de los ensayos...

- **Anexo II: ficha de aislamientos térmicos**

Elaboración del Libro de Control de Calidad y el asiento de los resultados de los ensayos, pruebas y análisis.

- **Anexo IV: ficha de ventanas**

Elaboración del Libro de Control de Calidad y el asiento de los resultados de los ensayos, pruebas y análisis.

- **Anexos VI: ficha de la ventilación (*productos*)**

Elaboración del Libro de Control de Calidad.

- **Anexo VII: ficha de ventilación (*resultados in situ*)**

Asiento de los resultados de los ensayos, pruebas y análisis.

- **Anexo VIII: ficha de estanqueidad al aire.**

Elaboración del Libro de Control de Calidad y el asiento de los resultados de los ensayos, pruebas y análisis.

Articulado

Articulado

Artículo 1 Objeto.

- 1. El procedimiento para la verificación en obra de las prestaciones térmicas que los aislamientos térmicos y las ventanas han de reunir en los edificios conforme al Documento Básico HE Ahorro de Energía del Código Técnico de la Edificación, que se realizará conforme a los protocolos establecidos en los Anexos I y III de la presente Orden.
- 2. El procedimiento para la verificación «in situ» de las prestaciones de ventilación y de estanqueidad al aire de los edificios que se realizará conforme al protocolo establecido en el Anexo V de la presente Orden, permite verificar las prestaciones de ventilación para los edificios de vivienda establecidas por el Documento Básico HS Salubridad Sección HS3 de calidad del aire interior del Código Técnico de la Edificación; y las de edificios de otros usos que están indicadas por el Reglamento de las Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).
- 3. Las fichas normalizadas para reflejar la aceptación o rechazo de los materiales y unidades de obra en el Libro de Control de Calidad, que son las siguientes:
 - a. Fichas para el control de recepción en obra de aislamientos térmicos, ventanas y sistemas de ventilación, recogidos en los Anexos II, IV y VI de la presente Orden.
 - b. Fichas para el asiento de los resultados de los ensayos de verificación in situ de la ventilación y de la estanqueidad al aire. Recogidos en los Anexos VII y VIII de la presente Orden.

Artículo 2 Ámbito de aplicación.

- Para el caso de las prestaciones térmicas, el ámbito de aplicación de esta Orden se corresponde con el establecido en el ámbito de aplicación del Documento Básico HE Ahorro de Energía del Código Técnico de la Edificación. Para el caso de las prestaciones de ventilación en edificios, se corresponde con los espacios habitables incluidos tanto dentro del ámbito de aplicación de la Sección HS3 del Documento Básico DB-HS del CTE, como del RITE.

Artículo 3 Programa de ensayos.

- El Plan de Control de Calidad definido por el Decreto 209/2014 de control de calidad en la construcción incluirá los ensayos, análisis y pruebas definidas en los protocolos de la presente Orden para la verificación en obra de las prestaciones de los aislamientos térmicos, las ventanas y la ventilación del edificio.
- Cuando se cita una disposición reglamentaria en esta Orden debe entenderse que se hace referencia a la versión vigente indicada por el CTE y los Documentos Básicos aplicables a cada proyecto o normativa que lo sustituya.
- Cuando se cita una norma en esta Orden debe entenderse que se hace referencia a la versión vigente en el momento que se aplica la misma, según los Criterios generales de aplicación de los Documentos Básicos del CTE. Asimismo, se entienden como normas aquellas especificaciones técnicas aprobadas por organismos reconocidos de actividad normativa cuya observancia no es obligatoria, tales como las normas UNE, UNE-EN o ISO.

Artículo 4 Documentación de los resultados.

1. Los resultados de los ensayos, pruebas y análisis del control de recepción en obra de las características térmicas de materiales aislantes térmicos se consignarán según el modelo de ficha normalizada establecido en el Anexo II.
2. Los resultados de los ensayos, pruebas y análisis del control de recepción en obra de las características térmicas de ventanas se consignarán según el modelo de ficha normalizada establecido en el Anexo IV.
3. Los resultados de los ensayos, pruebas y análisis del control de recepción en obra de los productos, sistemas y equipos de ventilación se consignarán según el modelo de ficha normalizada establecido en el Anexo VI.
4. Los resultados de los ensayos de verificación in situ de las prestaciones de ventilación en obra terminada se consignarán según el modelo de ficha normalizada establecida en el Anexo VII.
5. Los resultados de los ensayos de estanqueidad al aire de los edificios se consignarán según el modelo de ficha normalizada establecida en el Anexo VIII.
6. Las fichas se incorporarán al Libro de Control de Calidad, en los términos establecidos en el artículo 12 del Decreto 209/2014, de 28 de octubre, por el que se regula el control de calidad en la construcción.

Articulado

Disposición transitoria.

- La presente Orden no será de aplicación a las obras que con anterioridad a la fecha de su entrada en vigor se encuentren en cualquiera de los siguientes supuestos.
 - 1. Obras que tengan sus Proyectos de ejecución supervisados por la Administración.
 - 2. Obras que tengan diligenciado el preceptivo visado en los Colegios Profesionales.
 - 3. Obras que se encuentren en fase de ejecución.

Disposición derogatoria.

- Con la entrada en vigor de la presente Orden se deroga la Orden de 16 de abril de 2008, del Consejero de Vivienda y Asuntos Sociales, por la que se procede a la publicación de las fichas normalizadas para la confección del Libro de Control de Calidad, según dispone el Decreto 238/1996, de 22 de octubre, por el que se regula el Control de Calidad en la Construcción, en lo relativo a la ficha denominada «Ahorro energético, aislantes térmicos».

Disposición final.

- La presente Orden entrará en vigor a los tres meses de su publicación en el Boletín Oficial del País Vasco.
- Fecha de disposición: 17/03/2023
- Fecha de publicación: 03/04/2023
- **Fecha entrada en vigor: 03/07/2023**

Resumen de los ensayos recogidos en la Orden

Conceptos generales sobre los Ensayos de los anexos

- Los ensayos de verificación serán realizados por un laboratorio de ensayos para el control de calidad de la edificación con declaración responsable según el RD 410/2010, de 31 de marzo, por el que se desarrollan los requisitos exigibles a las entidades de control de calidad de la edificación y a los laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación, para el ejercicio de su actividad.
- Aunque no lo menciona la orden:
 - Las empresas que deseen realizar dichos ensayos pueden seguir los pasos para declararse como Laboratorio de CC.

| Listado de ensayos recogidos en la Orden de Control Térmico y Calidad del Aire del Edificio | | | | | |
|---|-------------|--|----------------------------|------------|---|
| | Obligatorio | Según Doc. Evaluación Técnica (ETE, DIT, DAU...) | Casos sin docum. detallada | Voluntario | Muestreo |
| Ficha de Aislamientos térmicos (Anexo II) | | | | | |
| Aislamientos térmicos | | | | | |
| Conductividad térmica (W/m²K) UNE-EN 12667:2002 | | | Si | | 1 por tipo (Anexo I, art. 2) |
| Espesor PUR proyectado in-situ (mm) UNE 92310:2016 | Si | | | | 1 cada 400 m² (Anexo I, art. 2) |
| Espesor celulosa proyectada in-situ (mm) UNE-EN 15101-2:2016 | Si | | | | 1 cada 400 m² (Anexo I, art. 2) |
| Densidad aparente (kg/m³) UNE-EN 1602:2013 | | | Si | | inicio y final (>200 m²) (Anexo I, art. 2) |
| Espesor de aislamientos térmicos (mm) UNE-EN 823:2013 | | | Si | | 1 cada 400 m² (Anexo I, art. 2) |
| Sistemas SATE | | | | | |
| Adherencia entre el adhesivo del SATE y el soporte | | Si | | | variable según ETE, DIT, DAU |
| Adherencia entre la capa base del SATE y el producto aislante térmico | | Si | | | variable según ETE, DIT, DAU |
| Arrancamiento de las fijaciones mecánicas del SATE (espigas) | | Si | | | variable según ETE, DIT, DAU |
| Determinación del espesor de la capa base | | Si | | | variable según ETE, DIT, DAU |
| Ficha de Ventanas y Puertas (Anexo IV) | | | | | |
| Transmitancia térmica ventanas (W/m²K) UNE-EN ISO 12567-1:2011 | | | Si | | 1 por tipo (fabricante, marco, vidrio) (Anexo III, art. 2) |
| Permeabilidad al aire (m³/h·m²) o clase UNE-EN 1026:2017 UNE-EN 12207:2017 | | | Si | | 1 por tipo y cada 200 ud. (Anexo III, art. 2) |
| Ficha de Ventilación (Anexo VII) | | | | | |
| Medición flujo de aire in situ UNE-EN 16211:2016 | Si | | | | 10% uu. Aprox. (Anexo V, Tabla 1) |
| Medición con gas trazador UNE-EN ISO 12569:2017 | | | | Si | 10% uu. Aprox. (Anexo V, Tabla 1) |
| Ficha de Estanqueidad al aire (Anexo VII) | | | | | |
| Medición estanqueidad al aire EN 13829:2002 | | | | | 10% uu. Aprox. (Anexo V, Tabla 1) |
| Medición permeabilidad al aire UNE-EN ISO 9972:2019 | Si | | | | 10% uu. Aprox. (Anexo V, Tabla 1) |

Anexos I y II: Protocolo y Ficha de aislamientos térmicos

Anexos I y II: Protocolo y Ficha de aislamientos térmicos

- El edificio, de acuerdo con el Documento Básico HE de Ahorro de Energía del Código Técnico de la Edificación, en adelante DB-HE, tiene que cumplir con unas prestaciones de aislamiento térmico en la envolvente térmica y en las particiones interiores para satisfacer las exigencias básicas del DB-HE.
- La verificación del cumplimiento de estas prestaciones se realizará en la recepción en obra y durante la ejecución de la misma.
- En el presente anexo se establece el protocolo mínimo a seguir para verificar la calidad de los aislamientos térmicos y de los sistemas constructivos que incorporen aislamiento térmico.
- A efectos de aplicación de este anexo, los términos que se emplean en el mismo deben utilizarse conforme al significado y a las condiciones que se establecen para cada uno de ellos en el DB-HE.

Anexos I y II: Protocolo y Ficha de aislamientos térmicos

1) Tipos de controles y normas de ensayo

- La verificación de las prestaciones térmicas de los aislamientos térmicos en el edificio se realizará mediante la documentación justificativa obligatoria, tal como indica el artículo 7.2.1. “Control de la documentación de los suministros” de la parte I del CTE.
- En el caso de productos, equipos y sistemas constructivos con aislamiento térmico, que sean innovadores y que no estén completamente cubiertos por norma armonizada, será obligatorio que dispongan del Documento de Evaluación Técnica correspondiente (ETE...). Se aplicarán los métodos de puesta a prueba del kit o conjunto de elementos de cada sistema para garantizar las prestaciones establecidas en el proyecto
- En el caso de sistemas SATE (Sistema de Aislamiento Térmico por el Exterior), durante su puesta en obra se realizarán, como mínimo, las verificaciones con los ensayos de control en obra que aparecen en la ficha de aislamientos térmicos correspondiente, Anexo II. En obras de rehabilitación será necesaria una valoración previa del estado del soporte, incluso mediante la realización de ensayos si la Dirección Facultativa lo considera necesario.
- Además, en el caso de aislamientos proyectados in-situ, formados in-situ, aglomerados, a granel antes de la instalación o similares, la verificación también incluirá ensayos de control de la conductividad térmica, espesor y densidad, o los procedimientos indicados en las normas de especificaciones de productos instalados.
- (...)

Anexos I y II: Protocolo y Ficha de aislamientos térmicos

1) Tipos de controles y normas de ensayo

(continuación)...

- Para la verificación de la conductividad térmica mediante ensayo, se aplicará la metodología descrita en la norma UNE-EN 12667 o la norma correspondiente a cada tipo de material aislante térmico.
- En el caso de aislamiento térmico de espuma rígida de poliuretano (PU) proyectado in situ, los ensayos de medición de espesor y densidad se realizarán siguiendo la metodología descrita en la norma UNE-EN 14315-2, Anexos A, B y C.
- En el caso de aislamiento térmico de celulosa proyectada in situ, los ensayos de medición de espesor y densidad se realizarán siguiendo la metodología descrita en la norma UNE-EN 15101-2.
- Para el resto de productos aislantes térmicos proyectados in-situ, formados in-situ, aglomerados, a granel antes de la instalación o similares, se verificarán las características de interés para su uso como aislamiento térmico establecidas en la norma correspondiente de especificaciones de producto instalado. En caso de no disponer de una norma específica, el espesor se verificará mediante ensayo según la norma UNE-EN 823 y la densidad se verificará mediante ensayo según la norma UNE-EN 1602. En ambos casos se realizará el muestreo según el apartado 2 del presente anexo.

Anexos I y II: Protocolo y Ficha de aislamientos térmicos

2) Muestreo

- Para la verificación de la conductividad térmica se realizará como mínimo un ensayo de control por tipo de aislamiento proyectado in-situ, formado in-situ, aglomerado, a granel antes de la instalación o similares.
- Para la verificación del espesor se realizará al menos un ensayo de control por tipo de aislamiento térmico proyectado in-situ, formado in-situ, aglomerado, a granel antes de la instalación o similar y cada 400 m2 de superficie aislada. Los lotes se definen según su localización (cubiertas, fachadas, forjados, etc), por cada empresa instaladora y cada equipo de proyección. En cada lote se seleccionará una zona de 100m2 en la que se realizará el ensayo.
- Para la verificación de la densidad del aislamiento térmico proyectado in-situ, formado in-situ, aglomerado, a granel antes de la instalación o similar, se tomarán muestras en función de la superficie proyectada de cada tipo de aislamiento. En superficies de hasta 200 m2 se extraerá una única muestra. En superficies mayores, se extraerá una muestra al inicio y otra al final de la aplicación. A efectos de la verificación de la densidad, el tipo se define según su localización (cubiertas, fachadas, forjados, etc), para cada empresa instaladora y cada equipo de proyección.

Anexos I y II: Protocolo y Ficha de aislamientos térmicos

3) Criterios de valoración de resultados

- La valoración de los resultados por la Dirección Facultativa se realizará comparando los valores medidos en la obra de conductividad, espesor y densidad de cada aislamiento térmico proyectado in-situ, formado in-situ, aglomerado, a granel antes de la instalación o similar, con los valores declarados en el proyecto de ejecución.
- En el caso de que alguno de los resultados de los ensayos no cumpliera con los límites o valores establecidos por el proyecto, la Dirección Facultativa establecerá las medidas correctoras a seguir.

Anexos I y II: Protocolo y Ficha de aislamientos térmicos

4) Informe de ensayos e instrumentación de medida

- El informe de los ensayos de verificación de los aislamientos térmicos proyectados in-situ, formados in-situ, aglomerados, a granel antes de la instalación o similares, será emitido por un laboratorio de ensayos para el control de calidad de la edificación con declaración responsable según el RD 410/2010, de 31 de marzo, por el que se desarrollan los requisitos exigibles a las entidades de control de calidad de la edificación y a los laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación, para el ejercicio de su actividad.
- El informe debe contener la información requerida en las normas de ensayo aplicables y en todo caso:
 - Objeto.
 - Nombre y dirección del laboratorio que lleve a cabo la medición.
 - Nombre y dirección de la organización o persona que ordena los ensayos.
 - Ubicación de la promoción.
 - Descripción de los materiales aislantes térmicos y, si procede, las condiciones de aplicación in situ en la obra.
 - Identificación de los ensayos realizados acorde al presente documento.
 - Identificación de la ubicación en el edificio de los materiales aislantes térmicos ensayados.
 - Descripción del procedimiento de medida en los ensayos realizados.
 - Equipos utilizados en las medidas, incluyendo tipo y número de serie.
 - Resultados de los ensayos.

Anexos I y II: Protocolo y Ficha de aislamientos térmicos

5) Libro de Control de Calidad

- A los efectos de la confección del Libro de Control de Calidad se cumplimentará la siguiente ficha normalizada, recogiendo la firma de la Dirección Facultativa y la empresa constructora:
 - Ficha normalizada para el asiento de los resultados de los ensayos, pruebas y análisis del control de recepción en obra de las características térmicas de aislamientos térmicos, incluida en el Anexo II.

Ejemplo de Ficha de aislamientos térmicos

ANEXO II (1ª parte)
 Ficha normalizada para el asiento de los resultados de los ensayos, pruebas y análisis del **control de recepción en obra de las características térmicas de aislamientos térmicos**

LCC AHORRO ENERGÉTICO AISLAMIENTOS TÉRMICOS

OBRA *Nombre o identificación de la promoción/obra*

Identificación del producto:

| Tipo | Identificación | Cerramiento / Partición ⁽¹⁾ | Espesor (mm) | Fabricante | Nº de lotes | |
|------|--------------------------|--|--------------|--------------|-------------|-------------|
| | | | | | Programados | Ensayados |
| A1 | PUR 5 | Muro 1, principal | 50 | Fabricante 1 | 4 | 4 |
| A2 | EPS | Muros 1 y 2 | 120 | Fabricante 2 | 0 | 1 (DF vol.) |
| A3 | Lana mineral trasdosados | Muros 1 y 2 | 70 | Fabricante 3 | 0 | 0 (docum.) |

(1) Definir elemento: muro (fachada), cubierta, suelo, medianería, partición horizontal (forjados), partición vertical, otros, ...

Control de recepción (documental):

| Tipo | Identificación de producto | Documento justificativo ⁽²⁾ | Valor declarado | | Valor proyecto / exigencia | Aceptación |
|------|----------------------------|--|----------------------|-------|----------------------------|--|
| | | | Característica | Valor | | |
| A1 | PUR 5 | DdP PUR 50 | Resistencia térmica: | 1,8 | 1,7 | <input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No |
| A2 | EPS | DdP ETICS, ficha técnica | Conductividad: | 0,036 | 0,036 | <input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No |
| A3 | Lana mineral trasdosados | DdP LM 70, dist. calidad | Conductividad: | 0,039 | 0,037 | <input type="checkbox"/> Sí <input checked="" type="checkbox"/> No |
| | | | | | | <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No |

(2) Documentos justificativos: Declaración de prestaciones y marcado CE (documentos obligatorios), distintivos de calidad, Evaluación Técnica Europea (ETE), Certificado de garantía del fabricante, ...

Control de recepción (ensayos y pruebas) y control de ejecución:

| ENSAYO-PRUEBA Aislamientos térmicos | | Producto/ Tipo/ Lote | | | |
|--|---|--|--|--|--|
| | | A1 | A1 | A2 | A3 |
| Nº de informe | | Informe A1a | Informe A1b | Informe A2 | Informe A3 |
| Fecha | | 25/01/2023 | 25/01/2023 | 02/03/2023 | 03/02/2023 |
| Valor de proyecto / Exigencia | | 50 mm | 40 kg/m ³ | 0,036 | 0,037 |
| Resultados | | | | | |
| 1 | Conductividad térmica (W/m ² K) UNE-EN 12667:2002 | | | 0,036 | 0,039 |
| 2 | Espesor PUR proyectado in-situ (mm) UNE 92310:2016 | | | | |
| 3 | Espesor celulosa proyectada in-situ (mm) UNE-EN 15101-2:2016 | 55 mm | | | |
| 4 | Densidad aparente (kg/m ³) UNE-EN 1602:2013 | | 38 kg/m ³ | | |
| 5 | Espesor de aislamientos térmicos (mm) UNE-EN 823:2013 | | | | |
| 6 | ... | | | | |
| Aceptación | | <input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No | <input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No | <input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> Sí <input checked="" type="checkbox"/> No |
| Observaciones / Medidas correctoras <i>El aislamiento A3 tiene peor conductividad térmica que en proyecto, pero se ha comprobado que los muros 1 y 2 cumplen las prestaciones mínimas del CTE. La DF acepta el cambio de material y se incluirá en el Final de Obra y el Certificado de Eficiencia Energética del edificio.</i> | | | | Dirección facultativa / Constructor | |
| Laboratorios/s que han intervenido: <i>Laboratorio 1, Laboratorio 2, ...</i> | | | | | |

Ejemplos de fichas de la ORDEN CT y CA

Ejemplo de Ficha de aislamientos térmicos (1º parte, materiales aislantes)

ANEXO II (1º parte)

Ficha normalizada para el asiento de los resultados de los ensayos, pruebas y análisis del **control de recepción en obra de las características térmicas de aislamientos térmicos**

LCC AHORRO ENERGÉTICO AISLAMIENTOS TÉRMICOS

OBRA *Nombre o identificación de la promoción/obra*

Identificación del producto:

| Tipo | Identificación | Cerramiento / Partición ⁽¹⁾ | Espesor (mm) | Fabricante | Nº de lotes | |
|------|--------------------------|--|--------------|--------------|-------------|-------------|
| | | | | | Programados | Ensayados |
| A1 | PUR 5 | Muro 1, principal | 50 | Fabricante 1 | 4 | 4 |
| A2 | EPS | Muros 1 y 2 | 120 | Fabricante 2 | 0 | 1 (DF vol.) |
| A3 | Lana mineral trasdosados | Muros 1 y 2 | 70 | Fabricante 3 | 0 | 0 (docum.) |

⁽¹⁾ Definir elemento: muro (fachada), cubierta, suelo, medianería, partición horizontal (forjados), partición vertical, otros, ...

Control de recepción (documental):

| Tipo | Identificación de producto | Documento justificativo ⁽²⁾ | Valor declarado | | Valor proyecto / exigencia | Aceptación |
|------|----------------------------|--|----------------------|-------|----------------------------|--|
| | | | Característica | Valor | | |
| A1 | PUR 5 | DdP PUR 50 | Resistencia térmica: | 1,8 | 1,7 | <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No |
| A2 | EPS | DdP ETICS, ficha técnica | Conductividad: | 0,036 | 0,036 | <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No |
| A3 | Lana mineral trasdosados | DdP LM 70, dist. calidad | Conductividad: | 0,039 | 0,037 | <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No |
| | | | | | | <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No |

⁽²⁾ Documentos justificativos: Declaración de prestaciones y marcado CE (documentos obligatorios), distintivos de calidad, Evaluación Técnica Europea (ETE), Certificado de garantía del fabricante, ...

Control de recepción (ensayos y pruebas) y control de ejecución:

| ENSAYO-PRUEBA Aislamientos térmicos | | Producto/ Tipo/ Lote | | | |
|--|---|--|--|--|--|
| | | A1 | A1 | A2 | A3 |
| Nº de informe | | Informe A1a | Informe A1b | Informe A2 | Informe A3 |
| Fecha | | 25/01/2023 | 25/01/2023 | 02/03/2023 | 03/02/2023 |
| Valor de proyecto / Exigencia | | 50 mm | 40 kg/m ³ | 0,036 | 0,037 |
| Resultados | | | | | |
| 1 | Conductividad térmica (W/m ² K) UNE-EN 12667:2002 | | | 0,036 | 0,039 |
| 2 | Espesor PUR proyectado in-situ (mm) UNE 92310:2016 | | | | |
| 3 | Espesor celulosa proyectada in-situ (mm) UNE-EN 15101-2:2016 | 55 mm | | | |
| 4 | Densidad aparente (kg/m ³) UNE-EN 1602:2013 | | 38 kg/m ³ | | |
| 5 | Espesor de aislamientos térmicos (mm) UNE-EN 823:2013 | | | | |
| 6 | ... | | | | |
| Aceptación | | <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No | <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No | <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No |

Observaciones / Medidas correctoras
El aislamiento A3 tiene peor conductividad térmica que en proyecto, pero se ha comprobado que los muros 1 y 2 cumplen las prestaciones mínimas del CTE. La DF acepta el cambio de material y se incluirá en el Final de Obra y el Certificado de Eficiencia Energética del edificio.

Dirección facultativa / Constructor

Laboratorios/s que han intervenido: *Laboratorio 1, Laboratorio 2, ...*

Ejemplos de fichas de la ORDEN CT y CA

1

Ejemplo de Ficha de aislamientos térmicos (2º parte, sistemas con aislamiento)

ANEXO II (2ª parte)

Continuación de la Ficha normalizada para el asiento de los resultados de los ensayos, pruebas y análisis del control de recepción en obra de las características térmicas de aislamientos térmicos

LCC AHORRO ENERGÉTICO AISLAMIENTOS TÉRMICOS

OBRA Nombre o identificación de la promoción/obra

Identificación del producto:

| Tipo | Identificación | Cerramiento / Partición ⁽¹⁾ | Espesor (mm) | Fabricante | Nº de lotes | |
|------|----------------|--|--------------|--------------|-------------|----------------|
| | | | | | Programados | Ensayados |
| A2 | SATE | Muros 1 y 2 | 120 | Fabricante 2 | 0 | 1 (DF vol.) |

(1) Definir elemento: muro (fachada), cubierta, suelo, medianería, partición horizontal (forjados), partición vertical, otros, ...

Control de recepción (documental):

| Tipo | Identificación de producto | Documento justificativo ⁽²⁾ | Valor declarado | | Valor proyecto / exigencia | Aceptación |
|------|----------------------------|--|-----------------|-------|----------------------------|------------|
| | | | Característica | Valor | | |
| A2 | SATE EPS | DdP ETICS, ficha técnica | Resistencia: | 3,40 | 3,2 | ■ Si □ No |
| | | | | | | □ Si □ No |

(2) Documentos justificativos: Declaración de prestaciones y marcado CE (documentos obligatorios), distintivos de calidad, Evaluación Técnica Europea (ETE), Certificado de garantía del fabricante, ...

Control de recepción (ensayos y pruebas) y control de ejecución:

| ENSAYO-PRUEBA Sistemas SATE | | Producto/ Tipo/ Lote | | | |
|---|---|----------------------|------------|------------|-------------------------------------|
| | | A2 | A2 | A2 | A2 |
| Nº de informe | | LCC-23451 | LCC-23451 | LCC-23453 | LCC-23452 |
| Fecha | | 30/05/2023 | 30/05/2023 | 30/05/2023 | 30/05/2023 |
| Valor de proyecto / Exigencia | | 80 kPa | 80 kPa | 40 mm | 1,80 kN |
| Resultados | | | | | |
| 1 | Adherencia entre el adhesivo del SATE y el soporte | 76 kPa | | | |
| 2 | Adherencia entre la capa base del SATE y el producto aislante térmico | | 92 kPa | | |
| 3 | Arrancamiento de las fijaciones mecánicas del SATE (espigas) | | | | 2,07 kN |
| 4 | Determinación del espesor de la capa base | | | 45 mm | |
| 5 | ... | | | | |
| Aceptación | | □ Si ■ No | ■ Si □ No | ■ Si □ No | ■ Si □ No |
| ENSAYO-PRUEBA Otros sistemas o kit de cerramientos con aislamiento térmico | | Producto/ Tipo/ Lote | | | |
| | | | | | |
| Nº de informe | | | | | |
| Fecha | | | | | |
| Valor de proyecto / Exigencia | | | | | |
| Resultados | | | | | |
| Aceptación | | □ Si □ No | □ Si □ No | □ Si □ No | □ Si □ No |
| Observaciones / Medidas correctoras | | | | | Dirección facultativa / Constructor |
| El sistema SATE A2 tiene menos adherencia entre adhesivo y soporte que lo establecido en proyecto, pero las prestaciones verificadas son adecuadas para la documentación técnica DdP del sistema. La DF acepta el cambio de material y se incluirá en el Final de Obra. | | | | | |
| Laboratorios/s que han intervenido: Laboratorio 1, Laboratorio 2, ... | | | | | |

Ejemplos de fichas de la ORDEN CT y CA

2

Ensayos de aislamientos térmicos (y otras propiedades térmicas clave)

Ensayo de determinación de la conductividad térmica (UNE EN 12667 y ASTM C-1114)



Objetivo:

Determinar la conductividad térmica de materiales de construcción con diferentes niveles de resistencia térmica: alta, media y baja.

Utilidad:

- Asegurar cumplimiento normativo (CTE DB-HE)
- Desarrollo de nuevos materiales
- Análisis de la evolución de las prestaciones térmicas del material con el paso del tiempo
- Control de calidad en obra

Medición de:

- Conductividad térmica de los materiales [W/mK]
- Resistencia térmica del elemento, en función del espesor [$\text{m}^2\text{K/W}$]
- Transmitancia térmica del elemento [$\text{W/m}^2\text{K}$]

Ensayo de determinación de la conductividad térmica (UNE EN 12667 y ASTM C-1114)

- **Conductividad térmica (λ):** *Es la capacidad de un material para conducir el calor. [W/mK].*

- **Resistencia térmica (R):** *Es la capacidad de un material de oponerse al flujo de calor. [m²K/W].*

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

- **Transmitancia térmica (U):** *La inversa de las resistencias térmicas del muro y superficiales [m²K/W]*
(Limitaciones CTE DB-HE)

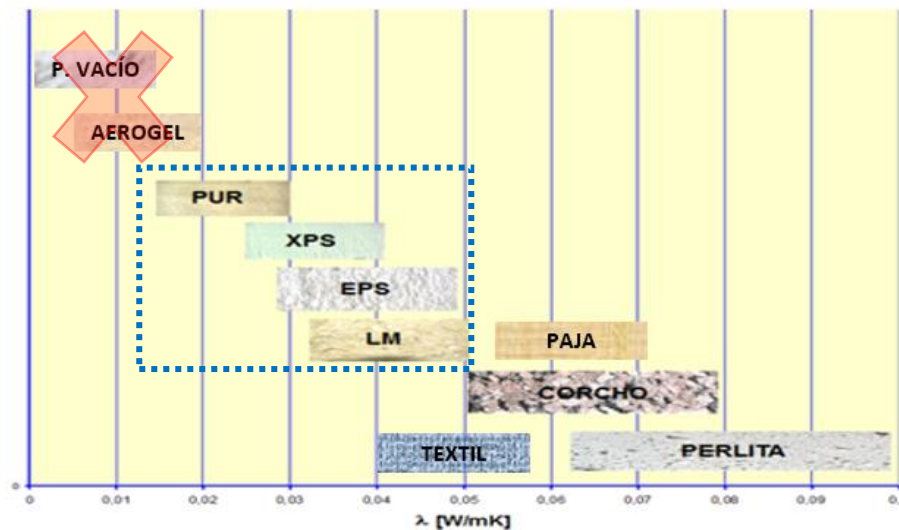
$$U = \frac{1}{R_{si}} + \frac{\lambda}{e} + \frac{1}{R_{se}}$$

| Tabla 3.1.1.b | | Tabla a-Anejo E. Transmitancia térmica del elemento, U [W/m² K] | | | | | | |
|--|--|---|------|------|------|------|------|--|
| | | Zona Climática de invierno | | | | | | |
| | | α | A | B | C | D | E | |
| Edificios nuevos y ampliaciones | Muros y suelos en contacto con el aire exterior, U_M, U_S | 0,56 | 0,50 | 0,38 | 0,29 | 0,27 | 0,23 | |
| Cambios de uso. Reformas en las que se reduce el 25% de la superficie de la envolvente térmica final | Cubiertas en contacto con el aire exterior, U_C | 0,50 | 0,44 | 0,33 | 0,23 | 0,22 | 0,19 | |
| Los valores límite de las condiciones de uso. En el caso de ampliaciones se incrementen más del 10% | Elementos en contacto con espacios no habitables o con el terreno, U_T | 0,80 | 0,80 | 0,69 | 0,48 | 0,48 | 0,48 | |
| | Huecos (conjunto de marco, vidrio y, en su caso, cajón de persiana), U_H | 2,7 | 2,7 | 2,0 | 2,0 | 1,6 | 1,5 | |

Ensayo de determinación de la conductividad térmica (UNE EN 12667 y ASTM C-1114)

Materiales aislantes

Conductividad térmica menor a: $\lambda < 0,1 \text{ W/mK}$



| Época construcción | Valor R (aprox) [m²K/W] | Valor U [W/Km²] | Equivalencia aislamiento [cm] | Clasificación de aislamiento |
|--------------------|-------------------------|-----------------|-------------------------------|------------------------------|
| < 1979 | 0,6 | 1,67 | - | Nada aislados |
| 1980-2006 | 1,4 | 0,71 | 2-4 | Nivel mínimo de aislamiento |
| 2006-2013 | 2,3 | 0,43 | 6 | Intermedio |
| 2013-2019 | 3,1 | 0,32 | 8 | Nivel alto |
| >2019 | 4,5 | 0,22 | 10-14 | Nivel muy alto |
| PassivHaus | 7 | 0,14 | 15-20 | TOP |

Ensayo de determinación de la conductividad térmica (UNE EN 12667 y ASTM C-1114)

Materiales de baja resistencia térmica

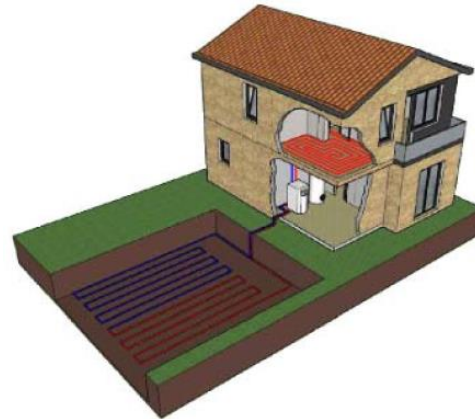
- Arcillas cocidas
- Morteros
- Diferentes tipologías de piedras y rocas
- Otros materiales (caucho, cal...)



Aplicaciones de suelo radiante



Sistemas de geotermia



Edificios históricos



Sistemas constructivos de fachadas (SATE, ventilada, ...)

1. Arrancamiento de las fijaciones mecánicas en SATE



2. Comprobación del soporte



3. Adherencia entre soporte y adhesivo del producto aislante



Sistemas constructivos de fachadas (SATE, ventilada, ...)

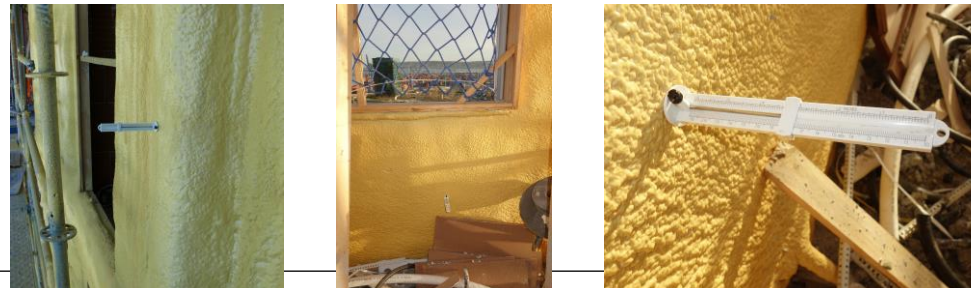
4. Adherencia entre producto aislante y capa base del sistema SATE



5. Determinación del espesor de la capa base del sistema SATE



6. Espesor PUR/celulosa proyectado in-situ



Anexos III y IV: Protocolo y Ficha de puertas y ventanas

Anexos III y IV: Protocolo y Ficha de puertas y ventanas

- El edificio, de acuerdo con el documento Básico HE de Ahorro de Energía del Código Técnico de la Edificación, en adelante DB-HE del CTE, tiene que cumplir con unas prestaciones de aislamiento térmico en la envolvente térmica y en las particiones interiores para satisfacer las exigencias básicas del DB-HE.
- La verificación del cumplimiento de estas prestaciones se realizará en la recepción en obra y durante la ejecución de la obra.
- En el presente anexo se establece el protocolo mínimo a seguir para verificar la calidad de las ventanas y puertas en obra, definiendo el procedimiento para las ventanas en cuya declaración de prestaciones no consten los valores de transmitancia térmica y permeabilidad al aire requeridos por el DB-HE.
- A efectos de aplicación de este anexo, los términos que se emplean en el mismo deben utilizarse conforme al significado y a las condiciones que se establecen para cada uno de ellos en el DB-HE.

Anexos III y IV: Protocolo y Ficha de puertas y ventanas

1) Tipos de controles y normas de ensayo

- La verificación de las prestaciones térmicas de las ventanas y puertas de la envolvente térmica del edificio se realizará mediante la documentación justificativa obligatoria, en particular la declaración de prestaciones y el marcado CE.
- En el caso de ventanas y puertas en cuya declaración de prestaciones no consten los valores de transmitancia térmica y permeabilidad al aire, y en todo caso cuando lo requiera la Dirección Facultativa, además del control de la documentación de los suministros será necesario realizar control de recepción mediante ensayos.
- En el ensayo de la transmitancia térmica, las mediciones se realizarán siguiendo la metodología descrita en la norma UNE-EN ISO 12567-1, Comportamiento térmico de puertas y ventanas. Determinación de la transmitancia térmica por el método de la caja caliente. Parte 1: Puertas y ventanas completas (ISO 12567-1).
- En el ensayo de permeabilidad al aire, las mediciones se realizarán siguiendo la metodología descrita en la norma UNE-EN 1026 Ventanas y puertas. Permeabilidad al aire. Método de ensayo y su clasificación según la UNE-EN 12207 Ventanas y puertas. Permeabilidad al aire. Clasificación.

Anexos III y IV: Protocolo y Ficha de puertas y ventanas

2) Muestreo

- Para el control de las ventanas y puertas mediante ensayo se realizarán, como mínimo, para cada tipo de ventana en la promoción, un ensayo de permeabilidad al aire cada 200 unidades o fracción y un ensayo de transmitancia térmica. Se considera un tipo de ventana o puerta a todas las que estén compuestas por un mismo fabricante, marco, vidrio y cajón de persiana, si lo hubiera.
- En el caso del ensayo de permeabilidad al aire, se seleccionarán las ventanas y puertas a criterio de la Dirección Facultativa, o las más abundantes o desfavorables en la obra en función de su tamaño, tipologías de apertura, materiales y zona de exposición.
- En el caso del ensayo de transmitancia térmica, se elegirán las unidades que tengan una especificación de transmitancia térmica más baja en el proyecto de ejecución, o las más frecuentes en la promoción.

Anexos III y IV: Protocolo y Ficha de puertas y ventanas

3) Criterios de valoración de resultados

- La valoración de los resultados por la Dirección Facultativa se realizará comparando los valores de transmitancia térmica y la permeabilidad al aire obtenidas en cada uno de los ensayos, con los valores declarados en el proyecto de ejecución.
- En el caso de que alguno de los resultados de los ensayos no cumpliera con los límites o valores establecidos por el proyecto, la Dirección Facultativa establecerá las medidas correctoras a seguir.

Anexos III y IV: Protocolo y Ficha de puertas y ventanas

4) Informe de ensayos e instrumentación de medida

- El informe de los ensayos de verificación de las prestaciones térmicas de ventanas y puertas será emitido por un laboratorio de ensayos para el control de calidad de la edificación con declaración responsable según el RD 410/2010, de 31 de marzo, por el que se desarrollan los requisitos exigibles a las entidades de control de calidad de la edificación y a los laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación, para el ejercicio de su actividad.
- El informe debe contener la información establecida en las normas de ensayo utilizadas y en todo caso:
 - Objeto.
 - Nombre y dirección del laboratorio que lleve a cabo la medición.
 - Nombre y dirección de la organización o persona que ordena los ensayos.
 - Ubicación de la promoción.
 - Identificación de los ensayos realizados acorde al presente documento, así como los resultados obtenidos.
 - Descripción de las muestras ensayadas.
 - Equipos utilizados en las medidas, incluyendo tipo y número de serie.
 - Resultados del ensayo.

Anexos III y IV: Protocolo y Ficha de puertas y ventanas

5) Libro de control de calidad

- A los efectos de la confección del Libro de Control de Calidad se cumplimentará la siguiente ficha normalizada, recogiendo la firma de la Dirección Facultativa y la empresa constructora:
 - Ficha normalizada para el asiento de los resultados de los ensayos, pruebas y análisis del control de recepción en obra de las características térmicas de ventanas, incluida en el Anexo IV.

Ejemplo de Ficha de puertas y ventanas

ANEXO IV
Ficha normalizada para el asiento de los resultados de los ensayos, pruebas y análisis del **control de recepción en obra de las características térmicas de ventanas**

LCC AHORRO ENERGÉTICO VENTANAS Y PUERTAS

OBRA *Nombre o identificación de la promoción/obra*

Identificación del producto:

| Tipo | Identificación | Materiales Marco y Vidrio | Dimensiones | Fabricante | Nº de lotes | |
|------|---------------------------------------|---------------------------|-------------|--------------|-------------|-----------|
| | | | | | Programados | Ensayados |
| P1 | <i>Puerta acristalada balcón tipo</i> | Aluminio | 900 x 2100 | Fabricante 1 | 0 | 0 |
| V1 | <i>Vent. dos hojas</i> | PVC | 900 x 1400 | Fabricante 2 | 0 | 1 |
| V2 | <i>Vent. dormitorios</i> | Madera | 1000 x 1400 | Fabricante 3 | 1 | 1 |

Control de recepción (documental):

| Tipo | Identificación de producto | Documento justificativo ⁽¹⁾ | Valor declarado | | Valor proyecto /exigencia | Aceptación |
|------|---------------------------------------|--|-----------------|-------------------|---------------------------|--|
| | | | Característica | Valor | | |
| P1 | <i>Puerta acristalada balcón tipo</i> | <i>DdP</i> | Transmitancia: | 1,8 | 1,8 | <input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No |
| | | | Permeabilidad: | Clase 3 | Clase 3 | |
| V1 | <i>Vent. dos hojas</i> | <i>DdP, distintivo Calidad</i> | Transmitancia: | 1,6 | 1,6 | <input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No |
| | | | Permeabilidad: | Clase 4 | Clase 3 | |
| V2 | <i>Vent. dormitorios</i> | <i>Marcado CE</i> | Transmitancia: | <i>no declara</i> | 1,6 | <input type="checkbox"/> Sí <input checked="" type="checkbox"/> No |
| | | | Permeabilidad: | <i>no declara</i> | Clase 3 | |
| | | | | | | <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No |

(1) Documentos justificativos: Declaración de prestaciones y marcado CE (documentos obligatorios), distintivos de calidad, Evaluación Técnica Europea (ETE), Certificado de garantía del fabricante, ...

Control de recepción (ensayos y pruebas) y control de ejecución:

| ENSAYO-PRUEBA | | Identificación de Producto/ Tipo/ Lote | | | |
|-------------------------------|--|--|--|--|--|
| | | V1 | V1 | V2 | V2 |
| Nº de informe | | <i>Informe V1a</i> | <i>Informe V1b</i> | <i>Inf V2a</i> | <i>Inf V2b</i> |
| Fecha | | <i>1/02/2018</i> | <i>2/02/2018</i> | <i>10/02/2018</i> | <i>10/02/2018</i> |
| Valor de proyecto / Exigencia | | <i>Trans. 1,6</i> | <i>Clase 3</i> | <i>Trans. 1,6</i> | <i>Clase 3</i> |
| Resultados | | | | | |
| 1 | Transmitancia térmica ventanas (W/m²K) UNE-EN ISO 12567-1:2011 | 1,55 | | 1,9 | |
| 2 | Permeabilidad al aire (m³/h·m²) o clase UNE-EN 1026:2017 UNE-EN 12207:2017 | | Clase 4 | | Clase 2 |
| 3 | ... | | | | |
| Aceptación | | <input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No | <input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> Sí <input checked="" type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> Sí <input checked="" type="checkbox"/> No |

| | |
|---|-------------------------------------|
| Observaciones / Medidas correctoras <i>Los ensayos de control para la recepción de V2, sin DdP, indican que no cumplen los ensayos de transmitancia térmica y de permeabilidad definida por el proyecto. La DF decide aplicar medidas correctoras, cambiando vidrios y juntas de los marcos de las ventanas. Se repetirán los ensayos con las ventanas corregidas.</i> | Dirección facultativa / Constructor |
| Laboratorios/s que han intervenido: <i>Laboratorio 1, Laboratorio 2, ...</i> | |

Ejemplos de fichas de la ORDEN CT y CA

Ejemplo de Ficha de puertas y ventanas

ANEXO IV

Ficha normalizada para el asiento de los resultados de los ensayos, pruebas y análisis del **control de recepción en obra de las características térmicas de ventanas**

LCC AHORRO ENERGÉTICO VENTANAS Y PUERTAS

OBRA *Nombre o identificación de la promoción/obra*

Identificación del producto:

| Tipo | Identificación | Materiales Marco y Vidrio | Dimensiones | Fabricante | Nº de lotes | |
|------|---------------------------------------|---------------------------|--------------------|---------------------|-------------|-----------|
| | | | | | Programados | Ensayados |
| P1 | <i>Puerta acristalada balcón tipo</i> | <i>Aluminio</i> | <i>900 x 2100</i> | <i>Fabricante 1</i> | 0 | 0 |
| V1 | <i>Vent. dos hojas</i> | <i>PVC</i> | <i>900 x 1400</i> | <i>Fabricante 2</i> | 0 | 1 |
| V2 | <i>Vent. dormitorios</i> | <i>Madera</i> | <i>1000 x 1400</i> | <i>Fabricante 3</i> | 1 | 1 |

Control de recepción (documental):

| Tipo | Identificación de producto | Documento justificativo ⁽¹⁾ | Valor declarado | | Valor proyecto /exigencia | Aceptación |
|------|---------------------------------------|--|-----------------------|-------------------|---------------------------|--|
| | | | Característica | Valor | | |
| P1 | <i>Puerta acristalada balcón tipo</i> | <i>DdP</i> | <i>Transmitancia:</i> | <i>1,8</i> | <i>1,8</i> | <input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No |
| | | | <i>Permeabilidad:</i> | <i>Clase 3</i> | <i>Clase 3</i> | |
| V1 | <i>Vent. dos hojas</i> | <i>DdP, distintivo Calidad</i> | <i>Transmitancia:</i> | <i>1,6</i> | <i>1,6</i> | <input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No |
| | | | <i>Permeabilidad:</i> | <i>Clase 4</i> | <i>Clase 3</i> | |
| V2 | <i>Vent. dormitorios</i> | <i>Marcado CE</i> | <i>Transmitancia:</i> | <i>no declara</i> | <i>1,6</i> | <input type="checkbox"/> Sí <input checked="" type="checkbox"/> No |
| | | | <i>Permeabilidad:</i> | <i>no declara</i> | <i>Clase 3</i> | |
| | | | | | | <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No |

(1) Documentos justificativos: Declaración de prestaciones y marcado CE (documentos obligatorios), distintivos de calidad, Evaluación Técnica Europea (ETE), Certificado de garantía del fabricante, ...

Control de recepción (ensayos y pruebas) y control de ejecución:

| ENSAYO-PRUEBA | | Identificación de Producto/ Tipo/ Lote | | | |
|-------------------------------|--|--|--|--|--|
| | | V1 | V1 | V2 | V2 |
| Nº de informe | | <i>Informe V1a</i> | <i>Informe V1b</i> | <i>Inf V2a</i> | <i>Inf V2b</i> |
| Fecha | | <i>1/02/2018</i> | <i>2/02/2018</i> | <i>10/02/2018</i> | <i>10/02/2018</i> |
| Valor de proyecto / Exigencia | | <i>Trans. 1,6</i> | <i>Clase 3</i> | <i>Trans. 1,6</i> | <i>Clase 3</i> |
| Resultados | | | | | |
| 1 | Transmitancia térmica ventanas (W/m²K) UNE-EN ISO 12567-1:2011 | <i>1,55</i> | | <i>1,9</i> | |
| 2 | Permeabilidad al aire (m³/h·m²) o clase UNE-EN 1026:2017 UNE-EN 12207:2017 | | <i>Clase 4</i> | | <i>Clase 2</i> |
| 3 | ... | | | | |
| Aceptación | | <input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No | <input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> Sí <input checked="" type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> Sí <input checked="" type="checkbox"/> No |

Observaciones / Medidas correctoras

Los ensayos de control para la recepción de V2, sin DdP, indican que no cumplen los ensayos de transmitancia térmica y de permeabilidad definida por el proyecto. La DF decide aplicar medidas correctoras, cambiando vidrios y juntas de los marcos de las ventanas. Se repetirán los ensayos con las ventanas corregidas.

Dirección facultativa / Constructor

Laboratorios/s que han intervenido: *Laboratorio 1, Laboratorio 2, ...*

Ejemplos de fichas de la ORDEN CT y CA

3

Ensayos de puertas y ventanas

Ensayo de determinación de la transmitancia térmica de ventanas (UNE EN 12567)



Objetivo:

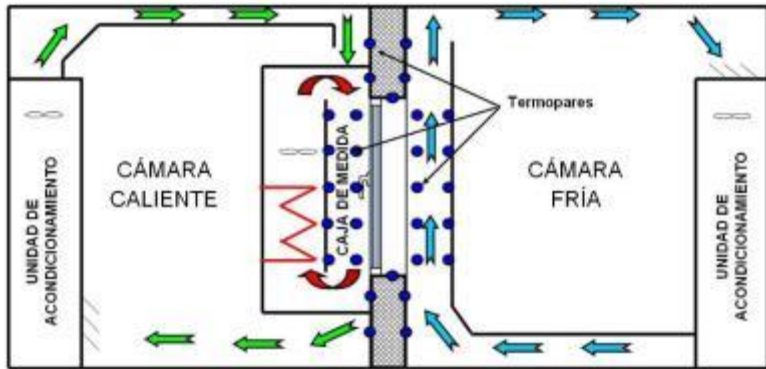
Determinar la transmitancia térmica de ventanas, puertas y conjuntos acristalados

Utilidad:

- Asegurar cumplimiento normativo (CTE DB-HE)
- Caracterización de elementos particulares (vidrios)
- Comparación de resultados según tipología de carpintería: metálica, de Aluminio, de PVC o madera
- Comparación de resultados obtenidos mediante otros métodos (simulación)
- Control de calidad en obra

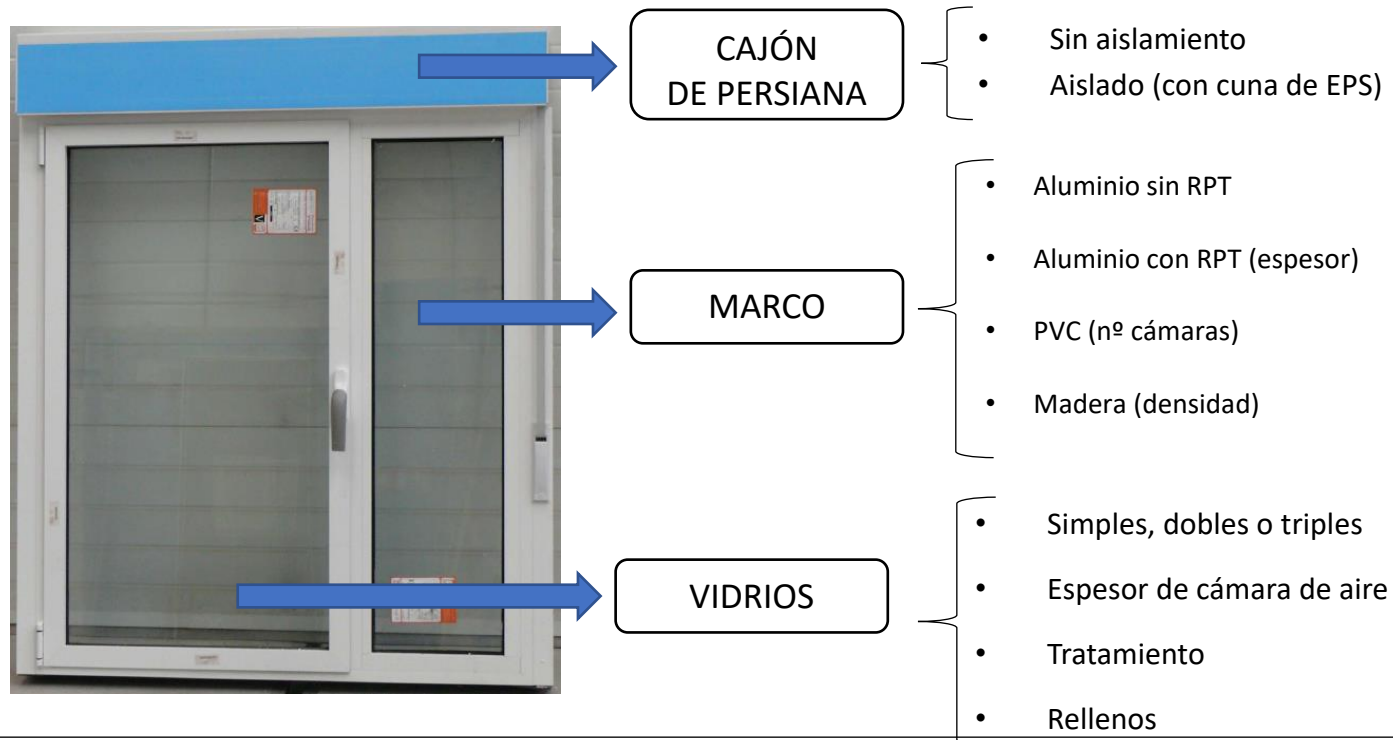
Medición de:

- Transmitancia térmica del hueco U_w [W/m²K]



Ensayo de determinación de la transmitancia térmica de ventanas (UNE EN 12567)

| Transmitancia térmica del elemento [W/m ² K] | | | | | | |
|---|----------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Zona climática | α | A | B | C | D | E |
| Huecos U _H (Obligatorio) | 3,2 | 2,7 | 2,3 | 2,1 | 1,8 | 1,8 |
| Huecos U _H (Anejo) | 2,7 | 2,7 | 2,0 | 2,0 | 1,6 | 1,5 |



Ensayo de determinación de la transmitancia térmica de ventanas (UNE EN 12567)

| ENSAYO VENTANAS | | | | | |
|-----------------|--------------|-------|--------------|-----------------|------------------------------|
| VIDRIO | BAJO EMISIVO | ARGÓN | MARCO | CAJÓN PERSIANA | VALOR U [W/m ² K] |
| 8/15/10 | No | No | Aluminio RPT | PVC+Neopreno | 3,44 |
| 8/15/10 | No | No | Aluminio RPT | - | 3,14 |
| 8/15/10 | No | No | Aluminio RPT | - | 3,11 |
| 4/14/6 | No | No | Aluminio RPT | PVC | 2,94 |
| 8/10/6 | No | No | Aluminio RPT | PVC+Polietileno | 2,92 |
| 4/16/6 | No | No | Aluminio RPT | PVC | 2,86 |
| 6/16/4 | No | No | Aluminio RPT | PVC+Polietileno | 2,7 |
| 6/16/8 | Si | No | Aluminio RPT | - | 2,45 |
| 6/12/5 | No | No | Aluminio RPT | - | 2,37 |
| 6/12/6 | Si | No | Aluminio RPT | PVC+EPS | 2,3 |
| 8/12/10 | Si | No | Aluminio RPT | - | 2,25 |
| 4/12/4 | Si | No | Aluminio RPT | PVC+EPS | 2,25 |
| 8/12/10 | Si | No | Aluminio RPT | PVC+EPS | 2,15 |
| 6/15/4 | Si | No | Aluminio RPT | PVC+EPS | 2,07 |
| 4/16/6 | Si | No | Aluminio RPT | PVC+EPS | 1,98 |
| 8/16/10 | Si | Si | Aluminio RPT | - | 1,88 |
| 4/16/6 | Si | No | PVC | - | 1,8 |
| 6/16/6 | Si | Si | Aluminio RPT | - | 1,62 |
| 4/16/6 | Si | Si | PVC | - | 1,59 |
| 8/16/6 | Si | No | PVC | - | 1,55 |
| 6/16/6 | Si | Si | PVC | - | 1,51 |
| 8/16/6 | Si | Si | PVC | - | 1,51 |
| 4/16/6 | Si | No | PVC | - | 1,5 |
| 6/16/8 | Si | No | Aluminio RPT | - | 1,49 |
| 4/18/6 | Si | Si | Aluminio RPT | - | 1,42 |
| 6/18/6/18/6 | Si | Si | PVC | - | 1,16 |

LÍMITES CTE



Ensayo de determinación de la transmitancia térmica de ventanas (UNE EN 12567)

MEJORA PRESTACIONES TÉRMICAS

TRIPLE VIDRIO → Reducción de $U \approx 0,5$ [W/m^2K] (Aconsejable según superficie, mucha superficie SI)

BAJO EMISIVO → Diferentes rangos [0,2-0,1 / 0,1-0,03 / <0,03] → Reducción de $U \approx 0,5$ [W/m^2K]



VALOR DE ENSAYO

emisividad $\approx 0,14$

CÁMARA DE AIRE → Rellena de gas noble → Reducción de $U \approx 0,2-0,5$ [W/m^2K]

Anexos V, VI, VII y VIII: Protocolo y Fichas de ventilación y estanqueidad al aire

Anexos V, VI, VII y VIII: Protocolo y Fichas de ventilación y estanqueidad al aire

- Los edificios, una vez terminados, de acuerdo con el Documento Básico HS Salubridad del Código Técnico de la Edificación, tienen que cumplir con unas prestaciones de ventilación adecuada para que en sus recintos se puedan eliminar los contaminantes y se aporte un caudal suficiente de aire exterior. En el caso de edificios de viviendas, las prestaciones las define la Sección HS3 Calidad del aire interior, en adelante DB-HS3 del CTE. En el caso de edificios de uso diferente al residencial, se aplican las prestaciones establecidas por la IT 1.1.4.2 “Exigencia de calidad del aire interior” del Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios, en adelante RITE, publicado por Real Decreto del 20 de julio de 2007 y actualizado en 2013 y 2021.
- Asimismo, de acuerdo con el Documento Básico HE Ahorro de energía del Código Técnico de la Edificación, las soluciones constructivas y condiciones de ejecución de los elementos de la envolvente térmica tienen que asegurar una adecuada estanqueidad al aire.
- La verificación del cumplimiento de estas prestaciones se realizará una vez la obra esté finalizada y con anterioridad al certificado final de obra.
- En el presente anexo se establece el protocolo mínimo a seguir para realizar la verificación in situ de la calidad de la ventilación de los recintos habitables acondicionados de los edificios terminados y la estanqueidad al aire de los edificios.
- A efectos de aplicación de este anexo, los términos que se emplean en el mismo deben utilizarse conforme al significado y a las condiciones que se establecen para cada uno de ellos en el Anejo A del DB-HE para la permeabilidad al aire de edificios y en el Apéndice A «Terminología» de la Sección HS3 de Calidad de Aire del CTE DB-HS3 para la ventilación. Para las prestaciones especificadas por la IT 1.1.4.2 “Exigencia de calidad del aire interior”, se utilizará la terminología del propio RITE.

Anexos V, VI, VII y VIII: Protocolo y Fichas de ventilación y estanqueidad al aire

1) Tipos de controles y normas de ensayo

- La verificación in situ de la ventilación del edificio deberá contemplar, al menos, el control mediante ensayos de medición de los caudales de ventilación en todas las admisiones y extracciones conectadas a equipos de ventilación mecánica o híbrida de las unidades de uso o viviendas muestreadas según el apartado 2. La verificación se realizará en condiciones de obra terminada y sin habitar.
- Los ensayos de medición de los caudales de aire se realizarán siguiendo la metodología descrita en la norma UNE-EN 16211. Se aplicará uso de los métodos para la medición de flujos de aire en dispositivos terminales de suministro y extracción de aire.
- En caso de no ser posible realizar la medición de alguna de las admisiones o extracciones de algún local mediante los métodos citados en la norma anterior, el control se realizará en general mediante el ensayo de determinación de caudal de aire específico mediante gas trazador, aplicando la metodología de la norma UNE-EN ISO 12569. En caso de que no fuera posible, la Dirección Facultativa podrá establecer otros métodos equivalentes, mediante justificación de la idoneidad de otros procedimientos de medida in situ.
- En el caso de edificios de uso no residencial, el RITE ofrece cinco métodos de cálculo para la justificación de la exigencia de ventilación. La verificación in situ se realizará con el ensayo más adecuado al método de cálculo del proyecto de ejecución.
- La verificación de la estanqueidad al aire de la envolvente de edificios requerida por el DB-HE se realizará mediante el procedimiento de ensayo establecido en el DB-HE aplicable al proyecto. En general, para la medición en obra de la estanqueidad al aire se aplicará el método B de la norma UNE-EN 13829:2002 “Aislamiento térmico”. Determinación de la estanqueidad al aire en edificios. Método de presurización por medio de ventilador (ISO 9972:1996, modificada); y en la norma UNE-EN 13829:2002 ERRATUM: 2010.



NOTA: la norma UNE-EN 13829:2002 ha sido reemplazada por la UNE-EN ISO 9972:2019.
Medición permeabilidad al aire

La actualización del CTE DB-HE de 14 de junio de 2022 aplicó el cambio en su articulado.

Por ello, según se establece en el articulado de la Orden deberá aplicarse esa nueva norma de ensayo.

El CTE admite dos métodos de ensayo: Método 1 (más exigente) y Método 2

Anexos V, VI, VII y VIII: Protocolo y Fichas de ventilación y estanqueidad al aire

2) Muestreo

- Para la verificación de los caudales de ventilación en la obra terminada se realizará, como mínimo, el número de ensayos establecidos en la Tabla 1, en función del número total de unidades de uso o viviendas y considerando todos los edificios incluidos en la promoción. Para la selección de las unidades de uso o viviendas en las que realizar el muestreo de ensayo se seguirán las pautas descritas en el apartado 3 de este protocolo. Es posible realizar ensayos mediante la agrupación de viviendas o unidades de uso, o incluso de la totalidad de la envolvente completa, en función de la definición de la capa de estanqueidad al aire en el proyecto. El número de ensayos de unidades de uso o viviendas agrupadas a realizar está recogido en la Tabla 1.
- Para los ensayos de estanqueidad al aire, se aplicará el mismo muestreo que para la verificación de la ventilación.

| N.º unidades de uso o viviendas de la promoción | N.º ensayos de viviendas o unidades de uso, para mediciones de ventilación y estanqueidad al aire | N.º ensayos, para mediciones agrupadas de estanqueidad al aire |
|---|---|--|
| $n \leq 10$ | 1 | 1 |
| $10 < n \leq 30$ | 2 | 2 |
| $30 < n \leq 50$ | 4 | 2 |
| $50 < n \leq 100$ | 5 | 3 |
| $n > 100$ | 10 | 4 |

Tabla 1.– N.º ensayos in situ para la medición de caudales de ventilación y estanqueidad al aire.

- En el caso de cocinas en edificios de uso residencial, si el sistema de extracción de contaminantes está instalado, se verificará si el caudal de extracción cumple con lo definido y justificado en el proyecto de ejecución.

Anexos V, VI, VII y VIII: Protocolo y Fichas de ventilación y estanqueidad al aire

3) Pautas de selección para el muestreo

- La selección de las unidades de uso o viviendas a ensayar se llevará a cabo según los tipos de sistemas de ventilación, tipologías de unidades de uso o viviendas y su ubicación en las plantas del proyecto. Se seleccionarán las unidades de uso o viviendas siguiendo los criterios de priorización indicados en la Tabla 2, hasta ensayar el muestreo mínimo establecido en el apartado 2 de este protocolo.
- En caso de que una unidad de uso o vivienda cumpla con varios requisitos, se anotará como satisfecha una de las pautas y se deberá buscar otra vivienda o unidad de uso que cumpla con la pauta siguiente, hasta completar toda la tabla de prioridad, donde la pauta 7º abre la posibilidad de selección a cualquier unidad de uso o vivienda.
- Cuando se realicen ensayos de estanqueidad al aire, se podrán seleccionar las mismas viviendas que se hayan ensayado para la verificación de la ventilación.

| Prioridad | Criterio de selección de unidades de uso o viviendas para ensayar in situ |
|-----------|---|
| 1º | Una de la tipología más abundante |
| 2º | Una con el mayor caudal de ventilación total |
| 3º | Una con el menor caudal de ventilación total |
| 4º | Una con la mayor superficie de muros o envolvente térmica |
| 5º | Una ubicada en la planta más baja |
| 6º | Una ubicada en la planta más elevada |
| 7º | Otras unidades de uso o viviendas |

Tabla 2.– Pautas de priorización para la medición de caudales de ventilación y estanqueidad al aire.

Anexos V, VI, VII y VIII: Protocolo y Fichas de ventilación y estanqueidad al aire

4) Preparación del sistema de ventilación para realización de los ensayos

- La verificación de la ventilación se realizará con los sistemas generales de ventilación en funcionamiento nominal, tal y como establezcan las especificaciones del proyecto de ejecución correspondiente. Las condiciones de funcionamiento del sistema general de ventilación deberán recogerse en el informe del ensayo, indicando los detalles de operación de los equipos y si las hubiere, la regulación de caudales, detección de presencia, detección de humedad, etc.
- Durante el ensayo, todas las aberturas de ventilación deben permanecer abiertas, mientras que todas las puertas interiores deben permanecer cerradas y con las aberturas de paso abiertas. Si el proyecto de ejecución establece un funcionamiento particular de la ventilación, se realizará el ensayo en dichas condiciones y se recogerán en el informe de ensayo. Es necesaria la verificación de, al menos, las aberturas y bocas de ventilación mecánica e híbrida de los locales de cada unidad de uso o vivienda. En caso de existir dispositivos regulables, se verificará que la posición se corresponde a la establecida en el proyecto de ejecución. Las condiciones de preparación de la unidad de uso o vivienda deberán recogerse en el informe del ensayo. En caso de dispositivos autorregulables, por ejemplo, por humedad o CO₂, se realizará una medición complementaria para registrar los caudales máximos del sistema, para esta medición se desactivará la regulación en todas las aperturas.
- Cuando se realicen ensayos de estanqueidad al aire, las unidades de uso o viviendas se prepararán para el ensayo acorde a las indicaciones del método B de la norma EN 13829:2002 y la norma EN 13829:2002 ERRATUM: 2010.



NOTA: la norma UNE-EN 13829:2002 ha sido reemplazada por la UNE-EN ISO 9972:2019.
Medición permeabilidad al aire

La actualización del CTE DB-HE de 14 de junio de 2022 aplicó el cambio en su articulado.

Por ello, según se establece en el articulado de la Orden deberá aplicarse esa nueva norma de ensayo.

El CTE admite dos métodos de ensayo:
Método 1 (más exigente) y Método 2

5) Criterios de valoración de resultados

- La valoración de los resultados por la Dirección Facultativa se realizará comparando los caudales de ventilación en cada local habitable obtenidos de cada uno de los ensayos, con los valores definidos y justificados en el proyecto de ejecución. Se comprobará el correcto equilibrado de los caudales de admisión y extracción del sistema de ventilación.
- En el caso de que alguno de los resultados de los ensayos no cumpliera con los límites o valores establecidos por el proyecto, la Dirección facultativa establecerá las medidas correctoras a seguir.
- Como resultado de las mediciones realizadas, el sistema de ventilación se ajustará para que los caudales de ventilación de los locales se ajusten lo más posible a las especificaciones del proyecto de ejecución, corrigiendo en lo posible los caudales de ventilación por defecto y por exceso.

Anexos V, VI, VII y VIII: Protocolo y Fichas de ventilación y estanqueidad al aire

6) Informe de ensayos e instrumentación de medida

- El informe de los ensayos de verificación de la ventilación y la estanqueidad al aire in situ, será emitidos por un laboratorio de ensayos para el control de calidad de la edificación con declaración responsable según el RD 410/2010, de 31 de marzo, por el que se desarrollan los requisitos exigibles a las entidades de control de calidad de la edificación, para el ejercicio de su actividad.
- El informe debe contener la información establecida en las normas de ensayo utilizadas, y en todo caso:
 - Objeto.
 - Nombre y dirección del laboratorio que lleve a cabo la medición.
 - Nombre y dirección de la organización o persona que ordena los ensayos.
 - Ubicación de la promoción.
 - Identificación de los ensayos realizados acorde al presente documento, así como los resultados obtenidos.
 - Planos de las unidades de uso o viviendas seleccionadas para los ensayos.
 - Descripción de las condiciones de las unidades de uso o viviendas, las aberturas de ventilación y de funcionamiento de los sistemas de ventilación durante la realización de los ensayos.
 - Descripción de los sistemas de ventilación implicados en los ensayos, incluyendo las condiciones generales de diseño, las condiciones particulares de los elementos y especialmente el dimensionado de las aberturas y bocas de ventilación.
 - Descripción del procedimiento de medida en los ensayos realizados.
 - Equipos utilizados en las medidas, incluyendo tipo y número de serie.
 - En caso de ensayos de ventilación, resultados de las medidas de caudal de aire, de caudal de aire específico mediante gas trazador o de estanqueidad al aire con puerta ventilador, según norma correspondiente.
 - En caso de ensayos de estanqueidad al aire, resultados de las medidas de estanqueidad al aire mediante ensayos de puerta ventilador y descripción de los sellados y cierres de aberturas de ventilación, según norma correspondiente .

Anexos V, VI, VII y VIII: Protocolo y Fichas de ventilación y estanqueidad al aire

7) Libro de Control de Calidad

- A los efectos de la confección del Libro de Control de Calidad se cumplimentarán las fichas normalizadas siguientes, recogiendo la firma de la Dirección Facultativa y la empresa constructora:
 - Ficha normalizada para el asiento de los resultados de los ensayos, pruebas y análisis del control de recepción en obra de las características de productos, sistemas y equipos de la ventilación, incluida en el Anexo VI.
 - Ficha normalizada para el asiento de los resultados de los ensayos de verificación de la ventilación in situ, incluida en el Anexo VII. Se rellenarán tantas fichas como unidades de uso o viviendas sean ensayadas.
 - Ficha normalizada para el asiento de los resultados de los ensayos de verificación de la estanqueidad al aire, incluida en el Anexo VIII

Ejemplo Fichas de ventilación y estanqueidad al aire

ANEXO VI

Ficha normalizada para el asiento de los resultados de los ensayos, pruebas y análisis del control de recepción en obra de las características de productos, sistemas y equipos de la ventilación.

LCC SALUBRIDAD VENTILACIÓN

OBRA *Nombre o identificación de la promoción/obra*

Identificación del producto:

| Tipo ⁽¹⁾ | Identificación | Fabricante | Nº de lotes | |
|---------------------|----------------------|--------------|-------------|-----------|
| | | | Programados | Ensayados |
| Sist vent Viv1 | VMC doble flujo 300 | Fabricante 1 | 0 | 0 |
| Boca extr. 1 | Boca extracción 100 | Fabricante 2 | 0 | 0 |
| Difusor imp. 1 | Difusor circular 150 | Fabricante 2 | 0 | 0 |
| Extrac 50 | VMC extracción 500 | Fabricante 1 | 0 | 0 |

⁽¹⁾ Tipo de elemento: sistemas de ventilación, extractores, bocas de ventilación, conductos, recuperadores de calor, ...

Control de recepción:

| Tipo | Identificación de producto | Documento justificativo ⁽²⁾ | Valor declarado | | Valor proyecto /exigencia | Aceptación |
|----------------|----------------------------|--|----------------------------|-------|---------------------------|------------|
| | | | Característica | Valor | | |
| Sist vent Viv1 | VMC DF 300 | DdP y ETE | Recuperación de calor: 92% | 90 % | ■ Si □ No | |
| Boca extr. 1 | Boca extracción 100 | Marcado CE | - | - | ■ Si □ No | |
| Difusor imp. 1 | Difusor circular 150 | Marcado CE | - | - | ■ Si □ No | |
| Extrac 50 | VMC extracción 500 | DdP | Caudal nominal: 500 l/s | 450 | ■ Si □ No | |

⁽²⁾ Documentos justificativos: Declaración de prestaciones y marcado CE (documentos obligatorios), distintivos de calidad, Evaluación Técnica Europea (ETE), Certificado de garantía del fabricante, ...

Control de recepción (ensayos y pruebas) y control de ejecución:

| ENSAYO-PRUEBA | | Identificación de Producto/ Tipo/ Lote | | | |
|--|-----------|--|-----------|-----------|-----------|
| Nº de informe | | | | | |
| Fecha | | | | | |
| Resultado (indicar el parámetro característico del producto, sistema o equipo controlado y su resultado de ensayo) | | | | | |
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |
| 4 | | | | | |
| Aceptación | □ Si □ No | □ Si □ No | □ Si □ No | □ Si □ No | □ Si □ No |

Observaciones / Medidas correctoras Dirección facultativa / Constructor

Laboratorios/s que han intervenido:

Ejemplos de fichas de la ORDEN CT y CA

4

ANEXO VII

Ficha normalizada para el asiento de los resultados de los ensayos de verificación de la ventilación in situ

LCC SALUBRIDAD VENTILACIÓN

OBRA *Nombre o identificación de la promoción/obra*

Identificación del edificio:

| | |
|---|---------------------------------------|
| Código/promoción: | Bloques 2 y 3, 38 Viv libres + 18 VPT |
| Ubicación: | Vitoria-Gasteiz |
| Nº unidades de uso/viviendas ⁽¹⁾ : | 133 |
| Nº lotes: Programados y Ensayados | 5 5 |

⁽¹⁾ Unidad de uso = vivienda en edificios residenciales; = habitación + anexos en hospitales, hoteles o residencias; = aula o sala de conferencias + anexos en edificios docentes

Identificación de los tipos de ensayos y casuísticas:

| Tipo de ensayo | | Casuísticas: Pautas de selección para el muestreo | |
|----------------|--|---|--|
| a | Medición flujo de aire in situ UNE-EN 16211:2016 | I | Tipología más abundante |
| | | II | Mayor caudal de ventilación total |
| b | Medición con gas trazador UNE-EN ISO 12569:2017 | III | Menor caudal de ventilación total |
| | | IV | Mayor superficie de muros o envolvente térmica |
| c | ... | V | Ubicada en la planta más baja |
| | | VI | Ubicada en la planta más elevada |
| d | ... | VII | Otras unidades de uso/viviendas |

Control de recepción de ensayos:

| Tipo de ensayo ⁽¹⁾ | Casuística ensayada | | Resultado | | | Aceptación |
|-------------------------------|---------------------|--|------------|--------------------------|--|------------|
| | Casuística | Identificación de unidades de uso /viviendas | Nº informe | Caudales de ensayo (l/s) | Caudales de proyecto / exigencia (l/s) | |
| a | I y II | P2, 1B | LVn23755 | 28 | 33 | □ Si ■ No |
| a | III | P2, 2C | LVn23755 | 26 | 24 | ■ Si □ No |
| a | IV y V | P2, 1A | LVn23755 | 38 | 33 | ■ Si □ No |
| a | VI | P3, 6B | LVn23755 | 34 | 33 | ■ Si □ No |
| a | VII | P3, 3A | LVn23755 | 37 | 33 | ■ Si □ No |
| | | | | | | □ Si □ No |
| | | | | | | □ Si □ No |
| | | | | | | □ Si □ No |
| | | | | | | □ Si □ No |
| | | | | | | □ Si □ No |

Observaciones / Medidas correctoras

Los ensayos de control para la recepción de Ventilación indican que no cumple la vivienda P2 1B. La DF decide solicita la revisión del sistema, cambiando aberturas o equipos si fuera necesario. Se repetirá el ensayo tras su corrección y se realizará un ensayo adicional en otra vivienda de la misma casuística.

Laboratorios/s que han intervenido: Laboratorio 1, Laboratorio 2, ...

Dirección facultativa / Constructor

Ejemplos de fichas de la ORDEN CT y CA

5

ANEXO VIII

Ficha normalizada para el asiento de los resultados de los ensayos de verificación de la estanqueidad al aire

LCC AHORRO ENERGÉTICO ESTANQUEIDAD AL AIRE

OBRA *Nombre o identificación de la promoción/obra*

Identificación del edificio:

| | |
|---|----------------------------------|
| Código/promoción: | Bloques 2 y 3, 38 libres +18 vpt |
| Ubicación: | Vitoria-Gasteiz |
| Nº unidades de uso/viviendas ⁽¹⁾ : | 133 |
| Nº lotes: Programados y Ensayados | 5 5 |

⁽¹⁾ Unidad de uso = vivienda en edificios residenciales; = habitación + anexos en hospitales, hoteles o residencias; = aula o sala de conferencias + anexos en edificios docentes

Identificación de los tipos de ensayos y casuísticas:

| Tipo de ensayo | | Casuísticas: Pautas de selección para el muestreo | |
|----------------|---|---|--|
| a | Medición estanqueidad al aire EN 13829:2002 | I | Tipología más abundante |
| | | II | Mayor caudal de ventilación total |
| b | Medición permeabilidad al aire UNE-EN ISO 9972:2019 | III | Menor caudal de ventilación total |
| | | IV | Mayor superficie de muros o envolvente térmica |
| c | ... | V | Ubicada en la planta más baja |
| | | VI | Ubicada en la planta más elevada |
| d | ... | VII | Otras unidades de uso/viviendas |

Control de recepción de ensayos:

| Tipo de ensayo ⁽¹⁾ | Casuística ensayada | | Resultado | | | Aceptación |
|-------------------------------|---------------------|--|------------|----------------------------------|--|------------|
| | Casuística | Identificación de unidades de uso /viviendas | Nº informe | n50 de ensayo (h ⁻¹) | n50 proyecto /exigencia (h ⁻¹) | |
| b | I y II | P2, 1B | BdT23872 | 3,4 | 4,1 | ■ Si □ No |
| b | III | P2, 2C | BdT23872 | 3,1 | 4,1 | ■ Si □ No |
| b | IV y V | P2, 1A | BdT23872 | 4,7 | 4,1 | □ Si ■ No |
| b | VI | P3, 6B | BdT23872 | 4,3 | 4,1 | □ Si ■ No |
| b | VII | P3, 3A | BdT23872 | 3,3 | 4,1 | ■ Si □ No |
| | | | | | | □ Si □ No |
| | | | | | | □ Si □ No |
| | | | | | | □ Si □ No |
| | | | | | | □ Si □ No |
| | | | | | | □ Si □ No |

Observaciones / Medidas correctoras

Algunos de los ensayos de control para la permeabilidad al aire superan el valor de proyecto a escala de vivienda, pero el promedio de los valores a escala edificio (3,8) cumple correctamente. La DF acepta los resultados.

Laboratorios/s que han intervenido: Laboratorio 1, Laboratorio 2, ...

Dirección facultativa / Constructor

Ejemplos de fichas de la ORDEN CT y CA

6

Ejemplo Fichas de ventilación

ANEXO VI

Ficha normalizada para el asiento de los resultados de los ensayos, pruebas y análisis del control de recepción en obra de las características de productos, sistemas y equipos de la ventilación.

| | | |
|-----|------------|-------------|
| LCC | SALUBRIDAD | VENTILACIÓN |
|-----|------------|-------------|

| | |
|------|--|
| OBRA | Nombre o identificación de la promoción/obra |
|------|--|

Identificación del producto:

| Tipo ⁽¹⁾ | Identificación | Fabricante | Nº de lotes | |
|---------------------|----------------------|--------------|-------------|-----------|
| | | | Programados | Ensayados |
| Sist vent Viv1 | VMC doble flujo 300 | Fabricante 1 | 0 | 0 |
| Boca extr. 1 | Boca extracción 100 | Fabricante 2 | 0 | 0 |
| Difusor imp. 1 | Difusor circular 150 | Fabricante 2 | 0 | 0 |
| Extrac 50 | VMC extracción 500 | Fabricante 1 | 0 | 0 |

(1) Tipo de elemento: sistemas de ventilación, extractores, bocas de ventilación, conductos, recuperadores de calor, ...

Control de recepción:

| Tipo | Identificación de producto | Documento justificativo ⁽²⁾ | Valor declarado | | Valor proyecto /exigencia | Aceptación |
|----------------|----------------------------|--|----------------------------|-------|---------------------------|--|
| | | | Característica | Valor | | |
| Sist vent Viv1 | VMC DF 300 | DdP y ETE | Recuperación de calor: 92% | | 90 % | <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No |
| Boca extr. 1 | Boca extracción 100 | Marcado CE | - | | - | <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No |
| Difusor imp. 1 | Difusor circular 150 | Marcado CE | - | | - | <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No |
| Extrac 50 | VMC extracción 500 | DdP | Caudal nominal: 500 l/s | | 450 | <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No |

(2) Documentos justificativos: Declaración de prestaciones y marcado CE (documentos obligatorios), distintivos de calidad, Evaluación Técnica Europea (ETE), Certificado de garantía del fabricante, ...

Control de recepción (ensayos y pruebas) y control de ejecución:

| ENSAYO-PRUEBA | | Identificación de Producto/ Tipo/ Lote | | | |
|--|--|---|---|---|---|
| Nº de informe | | | | | |
| Fecha | | | | | |
| Resultado (indicar el parámetro característico del producto, sistema o equipo controlado y su resultado de ensayo) | | | | | |
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |
| 4 | | | | | |
| Aceptación | | <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No |

| | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Observaciones / Medidas correctoras | Dirección facultativa / Constructor |
| Laboratorios/s que han intervenido: | |

Ejemplos de fichas de la ORDEN CT y CA

4

Ejemplo Fichas de ventilación (in situ)

ANEXO VII

Ficha normalizada para el asiento de los resultados de los ensayos de verificación de la ventilación in situ

| | | |
|-----|------------|-------------|
| LCC | SALUBRIDAD | VENTILACIÓN |
|-----|------------|-------------|

| | |
|------|--|
| OBRA | Nombre o identificación de la promoción/obra |
|------|--|

Identificación del edificio:

| | | |
|---|---------------------------------------|---|
| Código/promoción: | Bloques 2 y 3, 38 Viv libres + 18 VPT | |
| Ubicación: | Vitoria-Gasteiz | |
| Nº unidades de uso/viviendas ⁽¹⁾ : | 133 | |
| Nº lotes: Programados y Ensayados | 5 | 5 |

⁽¹⁾ Unidad de uso = vivienda en edificios residenciales; = habitación + anexos en hospitales, hoteles o residencias; = aula o sala de conferencias + anexos en edificios docentes

Identificación de los tipos de ensayos y casuísticas:

| Tipo de ensayo | Casuísticas: Pautas de selección para el muestreo | | |
|----------------|---|-----|--|
| a | Medición flujo de aire in situ UNE-EN 16211:2016 | I | Tipología más abundante |
| | | II | Mayor caudal de ventilación total |
| b | Medición con gas trazador UNE-EN ISO 12569:2017 | III | Menor caudal de ventilación total |
| | | IV | Mayor superficie de muros o envolvente térmica |
| c | ... | V | Ubicada en la planta más baja |
| | | VI | Ubicada en la planta más elevada |
| d | ... | VII | Otras unidades de uso/viviendas |

Control de recepción de ensayos:

| Tipo de ensayo ⁽⁴⁾ | Casuística ensayada | | Resultado | | | Aceptación |
|-------------------------------|---------------------|--|------------|--------------------------|--|--|
| | Casuística | Identificación de unidades de uso /viviendas | Nº informe | Caudales de ensayo (l/s) | Caudales de proyecto / exigencia (l/s) | |
| a | I y II | P2, 1B | LVn23755 | 28 | 33 | <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No |
| a | III | P2, 2C | LVn23755 | 26 | 24 | <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No |
| a | IV y V | P2, 1A | LVn23755 | 38 | 33 | <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No |
| a | VI | P3, 6B | LVn23755 | 34 | 33 | <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No |
| a | VII | P3, 3A | LVn23755 | 37 | 33 | <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No |
| | | | | | | <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No |
| | | | | | | <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No |
| | | | | | | <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No |
| | | | | | | <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No |

Observaciones / Medidas correctoras

Los ensayos de control para la recepción de Ventilación indican que no cumple la vivienda P2 1B. La DF decide solicita la revisión del sistema, cambiando aberturas o equipos si fuera necesario. Se repetirá el ensayo tras su corrección y se relizará un ensayo adicional en otra vivienda de la misma casuística.

Dirección facultativa / Constructor

Laboratorios/s que han intervenido: Laboratorio 1, Laboratorio 2, ...

Ejemplos de fichas de la ORDEN CT y CA

5

Ejemplo Fichas de estanqueidad al aire

ANEXO VIII

Ficha normalizada para el asiento de los resultados de los ensayos de verificación de la estanqueidad al aire

LCC

AHORRO ENERGÉTICO

ESTANQUEIDAD AL AIRE

OBRA *Nombre o identificación de la promoción/obra*

Identificación del edificio:

| | |
|---|---|
| Código/promoción: | <i>Bloques 2 y 3, 38 libres +18 vpt</i> |
| Ubicación: | <i>Vitoria-Gasteiz</i> |
| Nº unidades de uso/viviendas ⁽¹⁾ : | <i>133</i> |
| Nº lotes: Programados y Ensayados | <i>5</i> <i>5</i> |

(1) Unidad de uso = vivienda en edificios residenciales; = habitación + anexos en hospitales, hoteles o residencias; = aula o sala de conferencias + anexos en edificios docentes

Identificación de los tipos de ensayos y casuísticas:

| Tipo de ensayo | Casuísticas: Pautas de selección para el muestreo | | |
|----------------|--|-----|--|
| a | Medición estanqueidad al aire EN 13829:2002 | I | Tipología más abundante |
| | | II | Mayor caudal de ventilación total |
| b | Medición permeabilidad al aire UNE-EN ISO 9972:2019 | III | Menor caudal de ventilación total |
| | | IV | Mayor superficie de muros o envolvente térmica |
| c | ... | V | Ubicada en la planta más baja |
| | | VI | Ubicada en la planta más elevada |
| d | ... | VII | Otras unidades de uso/viviendas |

Control de recepción de ensayos:

| Tipo de ensayo ⁽⁴⁾ | Casuística ensayada | | Resultado | | | Aceptación |
|-------------------------------|---------------------|--|-----------------|----------------------------------|--|--|
| | Casuística | Identificación de unidades de uso /viviendas | Nº informe | n50 de ensayo (h ⁻¹) | n50 proyecto /exigencia (h ⁻¹) | |
| <i>b</i> | <i>I y II</i> | <i>P2, 1B</i> | <i>BdT23872</i> | <i>3,4</i> | <i>4,1</i> | <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No |
| <i>b</i> | <i>III</i> | <i>P2, 2C</i> | <i>BdT23872</i> | <i>3,1</i> | <i>4,1</i> | <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No |
| <i>b</i> | <i>IV y V</i> | <i>P2, 1A</i> | <i>BdT23872</i> | <i>4,7</i> | <i>4,1</i> | <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No |
| <i>b</i> | <i>VI</i> | <i>P3, 6B</i> | <i>BdT23872</i> | <i>4,3</i> | <i>4,1</i> | <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No |
| <i>b</i> | <i>VII</i> | <i>P3, 3A</i> | <i>BdT23872</i> | <i>3,3</i> | <i>4,1</i> | <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No |
| | | | | | | <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No |
| | | | | | | <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No |
| | | | | | | <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No |
| | | | | | | <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No |

Observaciones / Medidas correctoras

Algunos de los ensayos de control para la permeabilidad al aire superan el valor de proyecto a escala de vivienda, pero el promedio de los valores a escala edificio (3,8) cumple correctamente. La DF acepta los resultados.

Dirección facultativa / Constructor

Laboratorios/s que han intervenido: *Laboratorio 1, Laboratorio 2, ...*

Ejemplos de fichas de la ORDEN CT y CA

6

Ensayos de estanqueidad al aire (permeabilidad al aire)

Ensayo de permeabilidad al aire de edificios mediante puerta ventilador (ISO 9972)



Objetivo:

Determinar o verificar la permeabilidad al aire de un espacio, vivienda o edificio. Identificar las infiltraciones.

Utilidad:

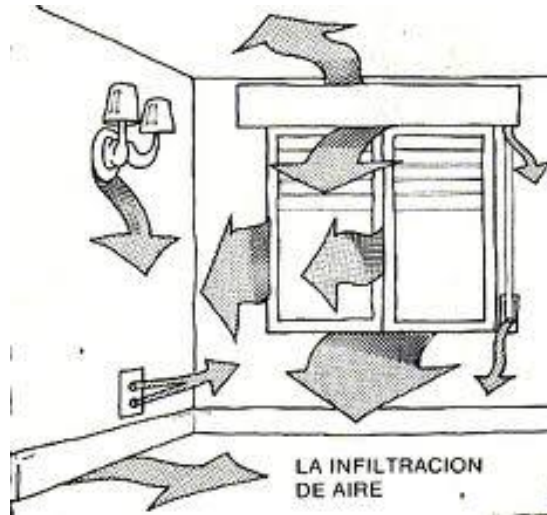
- Asegurar cumplimiento normativo
- Comparar diferentes partes de edificios o edificios similares
- Evolución de la permeabilidad en diferentes fases de obra
- Aplicaciones específicas: quirófanos, salas de servidores informáticos...



Medición de:

- Renovaciones hora: n_{50} [ren/h]
- Caudal de renovación [m³/h]
- Diferencial de presiones [Pa]

Ensayo de permeabilidad al aire de edificios mediante puerta ventilador (ISO 9972)



INFILTRACIONES

¿Qué son?

Las infiltraciones son las entradas incontroladas de aire en la vivienda cuando se tiene todas las partes que conforman la envolvente cerradas, incluyendo puertas y ventanas

DESVENTAJAS

- Pérdidas de energía
- Entrada de contaminación: CO₂, polen, polvo, humedad
- Ruido
- Discomfort por corrientes de aire
- Mal funcionamiento de los sistemas de ventilación
- Daños en elementos constructivos

Factores de los que dependen:

- Velocidad del viento
- Diferencia de temperaturas entre el interior y el exterior

¿Cómo se miden?

Ensayo de Blower door test: mediante una diferencia de presiones entre el interior y el exterior de 50 Pascales.

Ensayo de permeabilidad al aire de edificios mediante puerta ventilador (ISO 9972)



| | | |
|--|--|---|
| Funcionamiento más real (CTE y PASSIVHAUS) | Menos exigente, dato teórico (CTE) | Casos a la carta (en fase de obra, no válido CTE) |
|--|--|---|

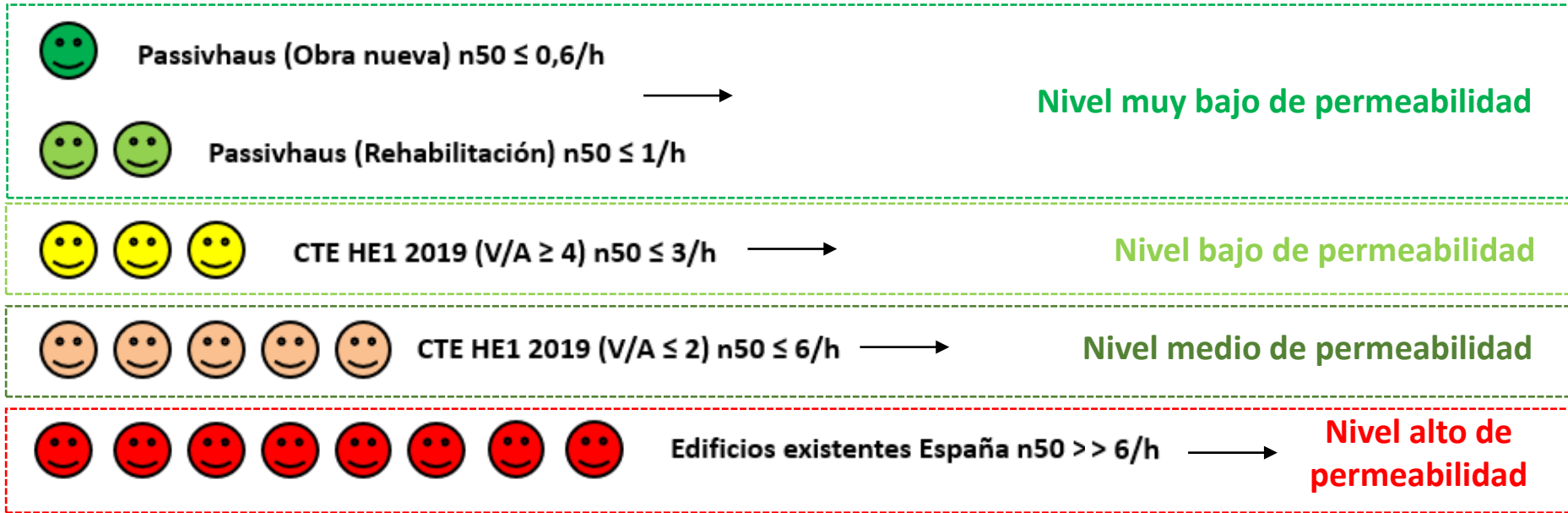
Tabla 1 - Condiciones de las aberturas en la medición

| | Método 1 | Método 2 | Método 3 |
|--|------------------------|--------------------------------|--|
| Clasificación de las aberturas de los edificios | Edificio en uso | Envolvente del edificio | Propósito específico |
| Aberturas para ventilación natural | cerradas | selladas | Cerradas, selladas o abiertas según se especifique |
| Aberturas para ventilación mecánica o aire acondicionado de todo un edificio | selladas | selladas | Cerradas, selladas o abiertas según se especifique |
| Aberturas para ventilación mecánica o aire acondicionado (solo uso intermitente) | cerradas | selladas | Cerradas, selladas o abiertas según se especifique |
| Ventanas, puertas y trampillas en la envolvente | cerradas | cerradas | Cerradas, selladas o abiertas según se especifique |
| Aberturas no destinadas a ventilación | cerradas | selladas | Cerradas, selladas o abiertas según se especifique |



Ensayo de permeabilidad al aire de edificios mediante puerta ventilador (ISO 9972)

Interpretación de resultados



Compacidad (V/A): Relación entre el volumen encerrado por la envolvente térmica (V) del edificio y la suma de superficies de intercambio térmico con el aire exterior o el terreno (A). Se expresa en m^3/m^2 .

Ensayo de permeabilidad al aire de edificios mediante puerta ventilador (ISO 9972)

Muestreo para realización de ensayos:

- PRIMER ENSAYO OBRA: ENVOLVENTE OPACA

1-2 ensayos al cierre de fachada, sin ventanas montadas y con acceso a la línea de estanqueidad (probablemente sin trasdós)

- SEGUNDO ENSAYO DE OBRA: VENTANAS E INSTALACIONES

1-2 ensayos al montar las ventanas y acometidas de instalaciones a viviendas, pero antes de cerrar trasdosados.

- ENSAYOS DE FINAL DE OBRA (Orden Control Térmico y Calidad del Aire)

1-10 ensayos cuando las viviendas estén completadas.

| | Ensayo inicial de obra | | Ensayo intermedio de obra | | Ensayo final de obra | |
|--------|------------------------|-------------|---------------------------|--------------------|----------------------|-------------|
| | Fecha ensayo | Resultado | Fecha ensayo | Resultado | Fecha ensayo | Resultado |
| Viv. 1 | 17/02/2022 | 1,14 | 06/05/2022 | 2,13 | 27/12/2023 | 1,76 |
| Viv. 2 | 16/06/2022 | 1,21 | 27/12/2022 | 1,10 | 01/02/2023 | 1,20 |
| Viv. 3 | 21/07/2022 | 1,04 | 27/12/2022 | 3,13 / 2,40 | 01/02/2023 | 1,76 |

Ensayos de ventilación

Ensayo de ventilación, medición del flujo de aire in situ (UNE EN 16211)



Objetivo:

Determinar o verificar los caudales de ventilación del sistema de ventilación en funcionamiento.

Utilidad:

- Asegurar cumplimiento normativo
- Comprobar el correcto equilibrado en sistemas de ventilación avanzada (DF RC)
- Comparativa de resultados con diferentes versiones normativas (2009 vs 2017)



Medición de:

- Caudal de ventilación [l/s]

Ensayo de ventilación, medición del flujo de aire in situ (UNE EN 16211)

Medición directa de caudales

UNE-EN 16211:2016. Ventilación en los edificios. Medición de flujo de aire in situ. Métodos.

Método con saco hermético

Método con campana



Ley

- 1
- 2
- 3 Tubo de medición conectado al manómetro
- 4 Manómetro
- 5 Saco

Figura 8 – Los principios de la medición con el método del saco



Leyenda

- 1 Instrumento de medida
- 2 Campana de flujo
- 3 Rejilla (ATP)

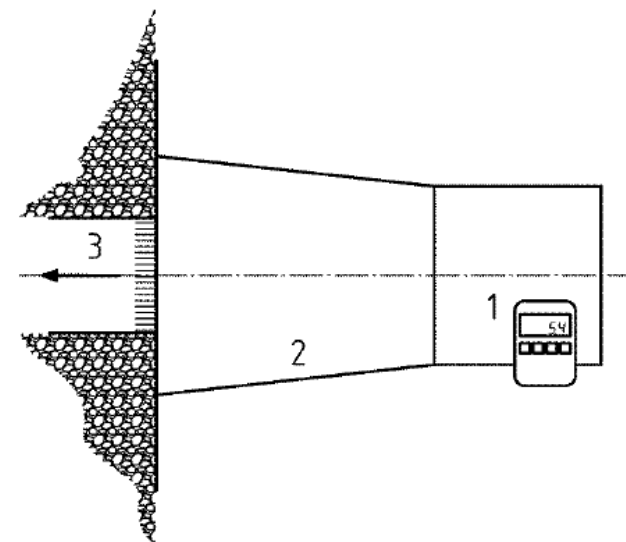
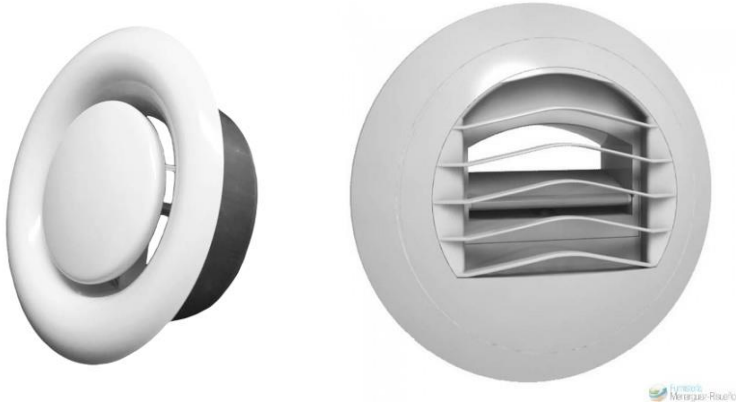


Figura 12 – Ejemplo de medición utilizando el método ET 21

Ensayo de ventilación, medición del flujo de aire in situ (UNE EN 16211)

Medición directa de caudales

Dispositivos terminales de uso residencial o equivalente, tipos



Ensayo de ventilación, medición del flujo de aire in situ (UNE EN 16211)

Ejemplo promoción con sistema ventilación convencionales (Extracción Flujo Simple)

| Mediciones estándar de ventilación* | | | | | |
|--|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------|--------------------|
| Dispositivos Terminales de Aire (DTA) sin bocas Higrorregulables | | | | | |
| Caudales | 1A - 2ºB | 2B - 4ºB | 2A - 1ºC | 2A - 5ºA | 2B - 1ºA |
| Cocinas (l/s) | 16,51 ± 1,32 ** | 18,01 ± 1,44 ** | 16,99 ± 1,36 ** | 20,81 ± 1,66 | 14,60 ± 1,17 ** |
| Baño 1 (l/s) | 13,98 ± 1,12 | 13,23 ± 1,06 | 16,43 ± 1,31 | 16,22 ± 1,30 | 13,66 ± 1,09 |
| Baño 2 (l/s) | 15,04 ± 1,20 | 14,62 ± 1,17 | - | 18,67 ± 1,49 | 12,70 ± 1,02 |
| Total | 45,53 ± 3,64 | 45,86 ± 3,67 | 33,42 ± 2,67 | 55,70 ± 4,46 | 40,95 ± 3,28 |
| Promedio cocinas (l/s) | 17,38 ± 1,39 | | | | |
| Promedio baños (l/s) | 14,91 ± 1,07 | | | | |
| Velocidad en Cocinas, Conducto sin DTA (m/s) | 2,30 ± 0,18 | 3,04 ± 0,24 | 2,83 ± 0,23 | 3,41 ± 0,27 | 2,29 ± 0,18 |

| Cumplimientos caudales mínimos de ventilación DB-HS3 2009 | | | | | |
|---|----------------------|----------------------|------------|------------|----------------------|
| Factores DT | 1A - 2ºB | 2B - 4ºB | 2A - 1ºC | 2A - 5ºA | 2B - 1ºA |
| Cocinas (l/s) | No: <18,10 | Si: >18,10 | Si: >14,23 | Si: >18,08 | No: <18,08 |
| Baño 1 (l/s) | Si: >15,00 | No: <15,00 | Si: >15,00 | Si: >15,00 | No: <15,00 |
| Baño 2 (l/s) | Si: >15,00 | Si: >15,00 | | Si: >15,00 | No: <15,00 |

| Cumplimientos caudales mínimos de ventilación DB-HS3 2017 | | | | | |
|---|------------|------------|------------|------------|------------|
| Factores DT | 1A - 2ºB | 2B - 4ºB | 2A - 1ºC | 2A - 5ºA | 2B - 1ºA |
| Cocinas (l/s) | Si: >8,00 | Si: >8,00 | Si: >7,00 | Si: >8,00 | Si: >8,00 |
| Baño 1 (l/s) | Si: >8,00 | Si: >8,00 | Si: >7,00 | Si: >8,00 | Si: >8,00 |
| Baño 2 (l/s) | Si: >8,00 | Si: >8,00 | | Si: >8,00 | Si: >8,00 |
| Total | Si: >33,00 | Si: >33,00 | Si: >24,00 | Si: >33,00 | Si: >33,00 |

Resultados: 3 de las 5 viviendas no cumplen los mínimos requeridos por el DB-HS3 2009, pero sí se cumplen en todas las vivienda los límites de la norma más actual DB-HS3 2017

Ensayo de ventilación, medición del flujo de aire in situ (UNE EN 16211)

**Ejemplo promoción con sistema ventilación avanzada
(Doble Flujo Recuperación de calor individual)**

| Mediciones estándar de ventilación, norma UNE-EN 16211:2016 Dispositivos Terminales de Aire (DTA) sin bocas Higrorregulables | | | | | | | | | | | |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Extracción | Media | 15-1A | 15-2C | 15-2F | 15-3D | 15-4B | 13-2A | 13-2G | 13-5D | 13-5E | 13-8G |
| Cocinas (l/s) | 11,13 ± 0,7 | 11,72 ± 0,5 | 12,17 ± 0,5 | 11,89 ± 0,5 | 10,77 ± 0,5 | 9,91 ± 0,4 | 10,40 ± 0,5 | 11,04 ± 0,5 | 10,22 ± 0,4 | 11,61 ± 0,5 | 11,61 ± 0,5 |
| Baño 1 (l/s) | 11,89 ± 0,5 | 10,47 ± 0,5 | 13,30 ± 0,6 | 9,91 ± 0,4 | 11,61 ± 0,5 | 11,32 ± 0,5 | 10,76 ± 0,5 | 13,87 ± 0,6 | 11,89 ± 0,5 | 13,02 ± 0,6 | 12,74 ± 0,6 |
| Baño 2 (l/s) | 10,99 ± 0,5 | 11,89 ± 0,5 | | 11,32 ± 0,5 | 10,47 ± 0,5 | 9,34 ± 0,4 | 11,89 ± 0,5 | | 11,04 ± 0,5 | | |
| Total extracción | 29,62 ± 0,8 | 34,08 ± 0,9 | 25,47 ± 0,8 | 33,12 ± 0,8 | 32,84 ± 0,8 | 30,57 ± 0,8 | 33,05 ± 0,8 | 24,91 ± 0,8 | 33,14 ± 0,8 | 24,63 ± 0,8 | 24,34 ± 0,8 |
| Cumple DB-HS3 2017 | 101% | 103% | 106% | 100% | 100% | 93%* | 100% | 104% | 100% | 103% | 101% |

| Admisión | Media | 15-1A | 15-2C | 15-2F | 15-3D | 15-4B | 13-2A | 13-2G | 13-5D | 13-5E | 13-8G |
|---------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Salones (l/s) | 10,02 ± 0,4 | 10,19 ± 0,4 | 11,89 ± 0,5 | 11,89 ± 0,5 | 9,34 ± 0,4 | 9,34 ± 0,4 | ± 0,9 38,72 | 6,23 ± 0,3 | 9,91 ± 0,4 | 8,21 ± 0,4 | 17,27 ± 0,8 |
| Dorm. 1 (l/s) | 8,58 ± 0,4 | 7,08 ± 0,3 | 6,23 ± 0,3 | 8,77 ± 0,4 | 9,62 ± 0,4 | 7,08 ± 0,3 | ± 1,7 12,85 | 8,49 ± 0,4 | 9,91 ± 0,4 | 10,19 ± 0,4 | 7,64 ± 0,3 |
| Dorm. 2 (l/s) | 6,80 ± 0,3 | 4,30 ± 0,2 | 8,49 ± 0,4 | 5,09 ± 0,2 | 3,96 ± 0,2 | 6,79 ± 0,3 | ± 0,6 12,23 | 8,49 ± 0,4 | 10,76 ± 0,5 | 10,19 ± 0,4 | 6,79 ± 0,3 |
| Dorm. 3 (l/s) | 5,09 ± 0,2 | 4,53 ± 0,2 | | 4,53 ± 0,2 | 4,25 ± 0,2 | 8,77 ± 0,4 | ± 0,5 85,20 | | | | |
| Total admisión | 27,94 ± 0,7 | 26,10 ± 0,6 | 26,61 ± 0,7 | 30,29 ± 0,7 | 27,17 ± 0,6 | 31,99 ± 0,7 | ± 2,1 ± 0,9 | 23,21 ± 0,6 | 30,57 ± 0,8 | 28,59 ± 0,7 | 31,70 ± 0,9 |
| Cumple DB-HS3 2017 | 124% | 100% | 133% | 116% | 105% | 123% | 91%* | 116% | 153% | 143% | 159% |

* La incertidumbre de las medidas es de 7,7% en ET21 y ST21, y de 4,4% en ET22 y ST22.

Resultados: Las viviendas cumplen los mínimos requeridos por el DB-HS 2017, habiéndose obtenido unos resultados bastante homogéneos, aunque algunas viviendas estaban descompensadas en depresión (notificación a la DF)

Ensayo de ventilación, medición del flujo de aire in situ (UNE EN 16211)

Método directo: caudales en aberturas conectadas a ventilación mecánica

No se miden los caudales en aireadores (aberturas pasivas)

Muestreo para realizar ensayos:

- ENSAYOS DE FINAL DE OBRA

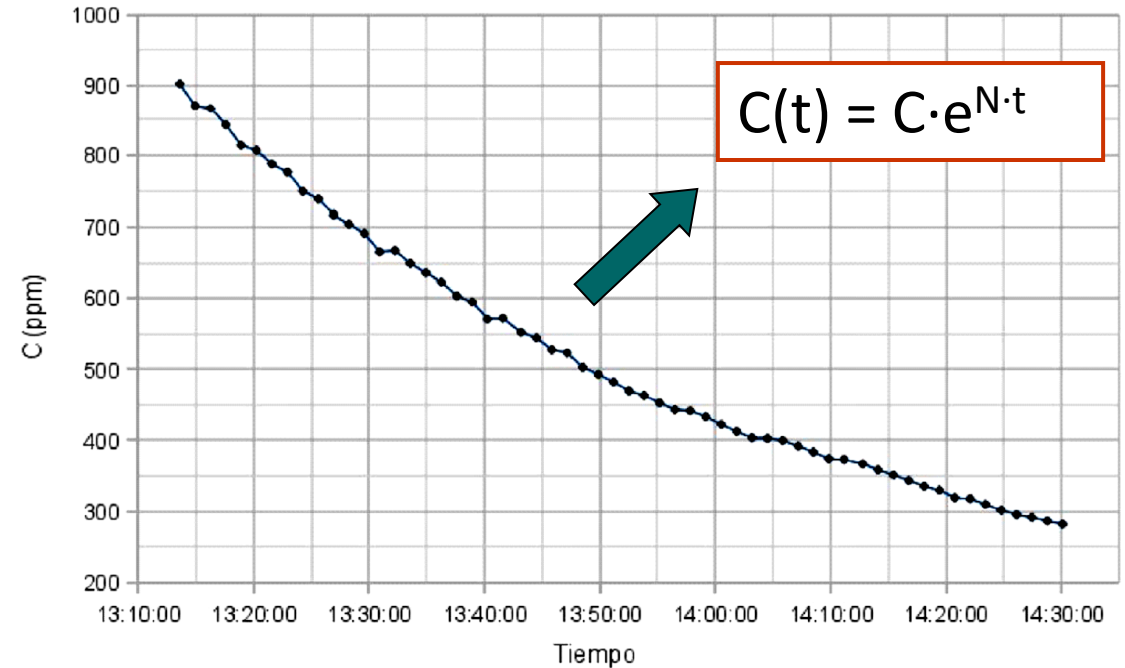
1-10 ensayos cuando las viviendas estén completadas.

| N.º unidades de uso o viviendas de la promoción | N.º ensayos de viviendas o unidades de uso, para mediciones de ventilación y estanqueidad al aire | N.º ensayos, para mediciones agrupadas de estanqueidad al aire |
|---|---|--|
| $n \leq 10$ | 1 | 1 |
| $10 < n \leq 30$ | 2 | 2 |
| $30 < n \leq 50$ | 4 | 2 |
| $50 < n \leq 100$ | 5 | 3 |
| $n > 100$ | 10 | 4 |

Tabla 1.– N.º ensayos in situ para la medición de caudales de ventilación y estanqueidad al aire.

Ensayo de ventilación, medición con gas trazador (UNE-EN ISO 12569:2017)

Ensayo de gas trazador – calidad de la ventilación



UNE-EN ISO 12569:2017. Comportamiento térmico de los edificios y de los materiales. Determinación del caudal de aire específico en edificios. Método de dilución de gas trazador. (ISO 12569:2017).

Comentarios y dudas



Resumen

Jornada técnica de presentación ORDEN de 17 de marzo de 2023, sobre Control Térmico y Calidad del Aire del Edificio

- ¿Por qué es necesaria esta orden?
- Riesgo de patologías
- Marco normativo
- Articulado
- Anexos I y II: Protocolo y Ficha de aislamientos térmicos
- Anexos III y IV: Protocolo y Ficha de puertas y ventanas
- Anexos V, VI, VII y VIII: Protocolo y Fichas de ventilación y estanqueidad al aire
- Ejemplos de fichas y ensayos de control de calidad
- Comentarios y dudas

**Informazio gehiago
eta bideoak
Laborategiko web orrian**

**Más información
y videos en
la web del Laboratorio**

www.euskadi.eus/lcce



ESKERRIK ASKO!



Eusko Jaurlaritzako Eraikergintzaren Kalitatea Kontrolatzeko Laborategiko Arlo Termikoa

Área Térmica del Laboratorio Control de Calidad de la Edificación
de la Dirección de Vivienda y Arquitectura (Gobierno Vasco)

termica@euskadi.eus

www.euskadi.eus/lcce/

945 011 800

Grupo de investigación ENEDI de la UPV/EHU

Juan María Hidalgo Betanzos
Imanol Ruíz de Vergara Ruíz de Azúa