



TFM
OPCIÓN INVESTIGACIÓN

2006-2011

INFILTRACIONES: CARACTERTIZACIÓN E INFLUENCIA ENERGÉTICA EN VIVIENDAS

alumno: JESICA FERNÁNDEZ-AGÜERA

tutor: JUAN JOSÉ SENDRA SALAS

año: 2009-2010

Palabras clave: ESTANQUEIDAD AL AIRE + INFILTRACIONES + ENSAYOS DE PRESURIZACIÓN + CONSUMO ENERGÉTICO

1. Introducción

En España la construcción y mantenimiento de edificios de viviendas supone la 3^a fuente principal de consumo energético, tras el tráfico y la industria (imagen 1).

El mayor consumo que se produce en las viviendas construidas en España se debe a su climatización (calefacción y refrigeración). Según fuentes del IDAE, como se puede ver en la imagen 2, supone aproximadamente el 49% del consumo total.

Uno de los factores que mayor influencia tiene en el consumo de climatización son las infiltraciones. Las infiltraciones contribuyen al proceso de ventilación de las viviendas de forma no controlada y no constante, siendo tradicionalmente el mecanismo de ventilación de las mismas, en conjunción con la apertura voluntaria de ventanas.

Por tanto, el conocimiento de los parámetros que caracterizan la estanqueidad y el grado de infiltración de las envolventes del edificio del parque de viviendas en Andalucía, es fundamental para su diseño y la optimización de sus sistemas de acondicionamiento térmico, así como para la elaboración de estrategias generales de ahorro energético, sin reducir la habitabilidad por una inapropiada calidad del aire en el interior, tanto para las viviendas de nueva construcción como para la rehabilitación de las existentes.

En las imágenes se muestran los consumos de las viviendas según distintos factores y los principales lugares de fuga de aire a través de la envolvente.

2. Objetivos

El objetivo específico de mi Trabajo Fin de Máster ha sido establecer una metodología válida que permita caracterizar un modelo energético-dinámico para la cuantificación y predicción del grado de estanqueidad de las envolventes y su repercusión en la demanda energética en el campo de viviendas plurifamiliares de Andalucía.

Para en mi posterior tesis caracterizar el comportamiento a la infiltración del parque de viviendas actual, de manera que se puedan obtener rangos de trabajo adecuados para conocer su influencia en el balance energético de las viviendas, en función de sus características tipológicas, constructivas y de su localización; así como poder definir objetivos a alcanzar en los edificios y definir prescripciones sobre estanqueidad al aire que debieran ser incorporadas en la normativa para una construcción sostenible de edificios de viviendas.

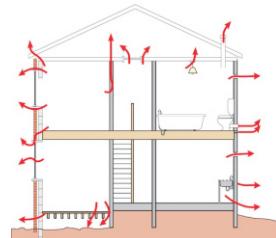
No obstante, este proyecto puede servir como base para indicar el camino a seguir en estudios similares en otras zonas climáticas españolas, en viviendas unifamiliares o, incluso, de edificación no residencial.



1. Distribución del consumo energético en sectores.
Fuente propia

Consumos	
Climatización (calefacción+refrigeración)	49%
Illuminación	8%
Cocina	10%
Electrodomésticos	12%
Aqua caliente	20%
Aqua (transporte)	1%

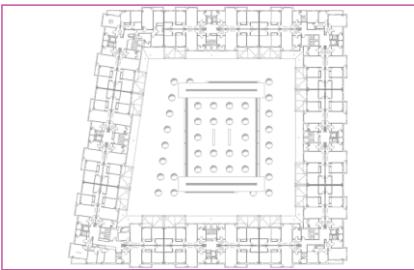
2. Consumos energéticos en viviendas.
IDAE



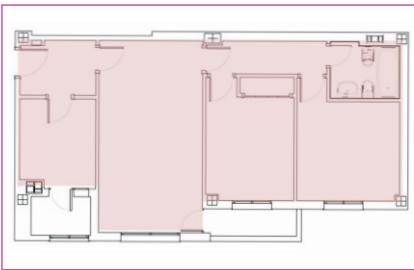
3. Principales vías de fugas del aire.
Sheffield



4. Edificio Cros-Pirotécnica, Sevilla.
EFFICACIA



5. Planta edificio muestra de estudio.
EFFICACIA



6. Planta vivienda muestra de estudio
EFFICACIA



7. Ensayo de presurización.
Fuente propia

3. Metodología

La metodología que se propone comporta el desarrollo de las siguientes tareas:

-Elección de las viviendas que serán la muestra objeto de estudio. Se ha elegido el bloque de viviendas denominado Cros-Pirotécnica localizadas en Sevilla. En las imágenes se da una pequeña información gráfica y fotográfica de dicho bloque. Dichas viviendas son una muestra significativa de las viviendas plurifamiliares de protección oficial que se construyeron en Sevilla en un periodo inmediatamente anterior a la entrada en vigor del CTE.

-Ensayos de presurización y despresurización con ventilador, esta técnica consiste en ejercer presión con un ventilador y medir el flujo de aire necesario para mantener una diferencia de presión determinada entre el interior y el exterior, según el procedimiento descrito en la norma UNE 13829.

Las mediciones se han realizado en las viviendas individuales (espacio con una demanda energética para acondicionamiento térmico identificable e individualizable), midiendo al menos una vivienda situada en la planta más baja, otra en entreplanta y otra en cubierta.

Por tratarse de un trabajo de investigación, en la misma vivienda se han propuesto varias pruebas, con el fin de situar las principales fugas de aire por zonas dentro de las viviendas:

a) M1, reproduce el método A, tal y como es definido por la norma EN 13829, que pretende evaluar el grado de estanqueidad al aire de la envolvente del espacio de medida en el estado real de utilización del mismo.

b) M2, es el método más adecuado si queremos evaluar la relación entre el grado de estanqueidad al aire de las viviendas y su demanda energética. En él se sellan las rejillas o aperturas por las que se efectúa la extracción de aire de la vivienda.

c) M3, reproduce el método B, tal y como es definido por la norma EN 13829, que pretende evaluar el grado de estanqueidad al aire de los elementos constructivos que conforman la envolvente del edificio y sus uniones o encuentros, para lo cual se sellan o cierran todas las aperturas intencionadas de la envolvente.

d) M4 la vivienda a excepción de la cocina tras el sellado su puerta.

e) M5 la vivienda a excepción de baño y cocina tras el sellado de las puertas que dan acceso a esos locales húmedos.

Los ensayos M4 y M5 son adecuado para estudiar la diferencia que existen habitualmente en edificios de viviendas del Sur de Europa entre los métodos constructivos de los locales húmedos y los de dormitorios y estancias (locales protegidos desde un punto de vista acústico), ya que las carpinterías utilizadas suelen ser distintas, con diferente permeabilidad al aire, y en algunos casos son también diferentes las soluciones de encuentros de esas carpinterías en las fachadas.

-Ensayos de termografía infrarroja, permiten detectar con precisión las rutas de entrada de aire en la envolvente de los edificios. El principio consiste en observar la superficie de una habitación calefactada previamente e inducir aire del exterior, a una temperatura mucho menor, mediante la despresurización de dicha habitación. Con el paso del tiempo y la entrada de aire frío, en torno a los orificios de la envolvente y con el uso de la cámara termográfica, se comenzarán a ver los cambios de temperatura de la superficie, que nos da la información por umbrales de isotermas de la presencia de una fuga.

El ensayo se ha ejecutado en invierno, formando parte de la campaña de medidas del Proyecto EFFICACIA, del que he formado parte del equipo en calidad de becaria.

-Simulaciones energéticas, complementariamente a los ensayos de presurización y termografía, que sirven para conocer los datos de forma puntual, en un instante determinado, se han desarrollado modelos informáticos que permitan conocer el grado de estanqueidad al aire y su evolución a lo largo del tiempo, en función de los diferenciales de presión y temperatura exterior/interior utilizando el programa CONTAM.

Igualmente, se ha valorado y analizado la repercusión energética de los flujos de aire utilizando los programas de referencia oficial para viviendas en nuestro país, LIDER y CALENER VYP (imagen 8).

Se han establecido 3 hipótesis de infiltraciones: las recomendadas por el CTE en vigor, las medidas in situ y las que propone el ASHRAE para una vivienda eficiente energéticamente.

4. Resultados

Los ensayos de presurización/despresurización de una vivienda se representan en la imagen 9, donde se puede ver el caudal de aire que entra por la envolvente en función de la presión ejercida.

Para las distintas campañas de medidas M1-M5 sobre las distintas viviendas, en la imagen 10 se observa el valor de los distintos factores:

-El flujo de aire que pasa a través del ventilador de la Blower Door para cada vivienda individual, con una diferencia de presión de 50 Pa, V50.

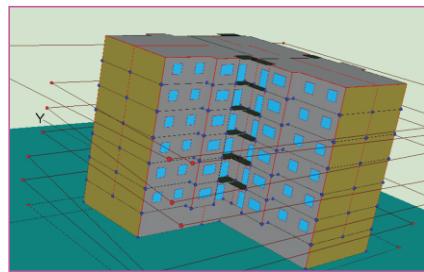
-La tasa de renovación de aire, n50, para una diferencia de 50 Pa, es calculada mediante la división de la media de la tasa del aire filtrado a 50 Pa por el volumen interno del local:

-La permeabilidad al aire a 50 Pa, f50, es calculada mediante la división de la media de la tasa del aire filtrado a 50 Pa por el área de la fachada.

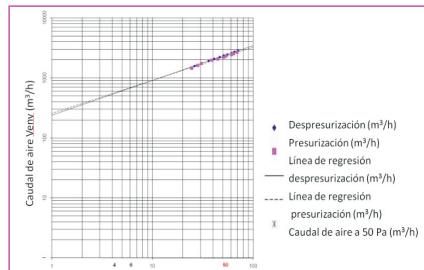
En la imagen 11 se establecen los porcentajes de entrada de aire por elementos a través de la vivienda. En las viviendas plurifamiliares ensayadas, como se puede observar, el local por el que se produce la mayor parte de las fugas es la cocina, suponiendo su flujo de aire un tercio del total de la vivienda, aproximadamente. Los locales húmedos, cocina y baño, asumen entre los dos en torno al 40% del total del flujo de aire a través de la envolvente del edificio, mientras que en el resto de locales acondicionados (dormitorios y salón principalmente), ese porcentaje sería del 60% restante, cuando su superficie útil es mucho mayor que la de los primeros.

En las viviendas plurifamiliares, el área de fugas de aire normalizadas (NL) se corresponde con un valor en torno 0,43 renovaciones/hora para la vivienda completa y una clasificación relativa a su estanqueidad de F, según ASHRAE. Las viviendas son, pues, lo suficientemente permeables como para no necesitar de un sistema de ventilación mecánica adicional a la ya existente (extracción por cocinas y baños) para cumplir con los requerimientos de ventilación.

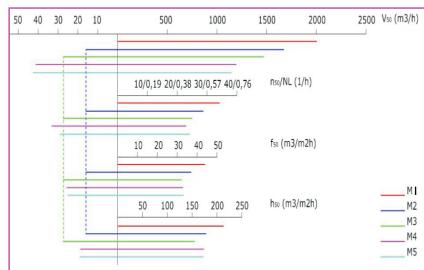
A pesar de lo anterior, el cumplimiento del DB-HS3 del CTE obligaría a establecer una tasa de renovación de aire de las viviendas plurifamiliares de 0,90 ren/h, mayor del doble medida in situ (viviendas construidas antes de la entrada en vigor del CTE) y también claramente



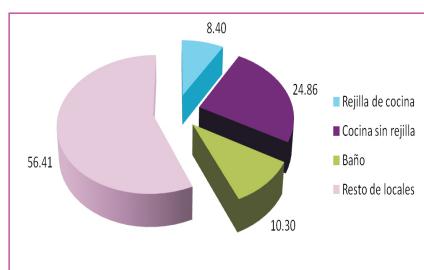
8. Simulación energética: LIDER.
Fuente propia



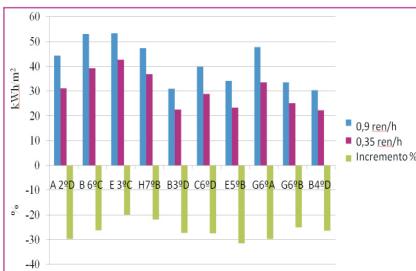
9. Resultado del ensayo de presurización en vivienda.
Fuente propia



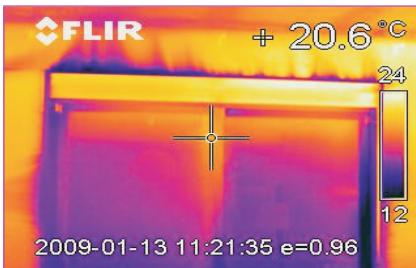
10. Resultados ensayos de presurización.
Fuente propia



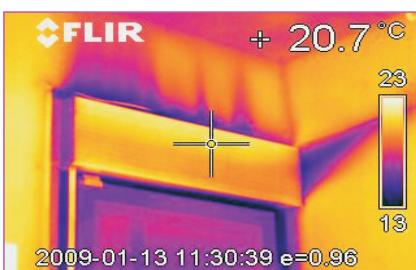
11. Distribución de las infiltraciones por zonas
Fuente propia



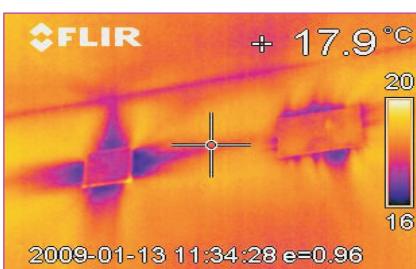
12. Consumo energético a distintas renovaciones/h
Fuente propia



13.Imagen termográfica ventana
EFFICIACIA



14.Imagen termográfica caja persianas
EFFICIACIA



15.Imagen termográfica instalaciones
EFFICIACIA

superior a la exigencia del ASHRAE para no tener necesidad de un sistema de ventilación adicional.

De las simulaciones realizadas, esta mayor exigencia de ventilación de las viviendas que ha establecido el DB-HS3 del CTE, respecto de las viviendas plurifamiliares medidas, supone un incremento de un 26,83% en la demanda global anual: 8,37% corresponderían al periodo de refrigeración y 41,67% al periodo de calefacción. Respecto de los requerimientos mínimos fijados por el ASHRAE, ese cumplimiento del CTE supondría un incremento de la demanda global anual de 33,36%: 9,14% corresponderían al periodo de refrigeración y 71,44% al periodo de calefacción.

Los ensayos de termografía nos muestran que la mayoría de las entradas incontroladas de aire se producen a través de las puertas y ventanas exteriores, que depende de la permeabilidad al aire de las carpinterías, del encuentro entre la carpintería o la caja de persianas y los cerramientos, y del paso de las instalaciones de fontanería, eléctricas y de ventilación. La unión entre el forjado y el paramento vertical exterior no supone una vía de fugas del aire para nuestras tipologías constructivas, como sí se muestra en otros estudios para tipologías constructivas distintas, como los sistemas en madera o mediante paneles sandwich, donde la conexión de los diversos elementos que lo componen son muy importantes

Estos resultados constatan la necesidad de caracterizar la estanqueidad al aire en los edificios de viviendas para su mejora en la Eficiencia Energética.

5. Bibliografía

- Carrié R. et al, 2006, “Permeabilite’ à l’air de l’enveloppe des bâtiments. Generalités et sensibilisation”, CETE de Lyon.
- Chan, W. R. et al, 2005, “Analyzing a database of residential air leakage in the united states”. Atmospheric Environment, vol. 39, no. 19, pp. 3445-3455.
- Feijó Muñoz, J., Camino Olea, M.S. & Meiss, A., 2007, “Hybrid ventilation tests in houses following the Spanish Technical Building Code (CTE)”, Proceedings of Clima, E.T.S. de Arquitectura, University of Valladolid, Spain
- León A.L., Muñoz S., León J., Bustamante P., 2010, Monitorización de Variables Medioambientales y Energéticas en la Construcción de Viviendas Protegidas: Edificio Cros-Pirotecnia en Sevilla. Informes de la Construcción. 519: 67-82.
- Montoya, M. I., Pastor, E., Carrié, F. R., Guyot, G. & Planas, E., 2010, “Sheltering People Against Toxic Releases: Analysis of Air Leakage of French Residential Dwellings”, Centre d’Estudis de Risc Tècnologic (CERTEC), Universitat Politècnica de Catalunya.
- Sherman, M. & Matson, N., 2002, “Air Tightness of New U.S. Houses: A Preliminary Report”, Department of Energy, LBNL-48671.
- Sherman, M.H., 1998, “The Use of Blower Door Data”, Office of Building Technology of the U.S., Department of Energy, LBNL-35173.