

CARACTERIZACIÓN TÉRMICA DE FACHADAS VENTILADAS

Ensayo en condiciones reales mediante Células PASLINK

 Proyecto EGUZKI-ILARGI del *Área Térmica del Laboratorio de*
eguzki ilargi *Control de Calidad en la Edificación del Gobierno Vasco*

Equipo Redactor: Área Térmica del Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación del Gobierno Vasco [*César Escudero Revilla, Carlos García Gáfaró, Iván Flores Abascal, Koldo Martín Escudero*]
Departamento de Máquinas y Motores Térmicos de La Universidad del País Vasco UPV/EHU [*Aitor Erkoreka González, Dr. Ing. José María Sala Lizarraga*]
Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación del Gobierno Vasco [*Arq. Agustín I. De Lorenzo Urien, Alberto Apaolaza Saez De Viteri*]

Colaboradores: AHideas - AH Asociados [*Rufino J. Hernández Minguillón, Gustavo Vargas Silva, David Serna Valencia*]

La excelencia en los proyectos arquitectónicos pasa por una óptima complementación de la infinidad de aspectos técnicos implicados, siendo la componente térmica un factor de gran impacto en el uso posterior de los ocupantes y en la repercusión medioambiental del edificio. El control del comportamiento térmico se hace más sólido en la medida en que aumente la certidumbre de la caracterización y la precisión y validez de las herramientas de cálculo aplicadas. Una premisa que cobra mayor importancia, si cabe, en soluciones activas como son las fachadas ventiladas.

Las cargas térmicas y las condiciones de confort de los espacios climatizados son determinadas por las temperaturas superficiales y los flujos de calor que intercambia la envolvente del edificio. A su vez, estas temperaturas y flujos dependen de los ciclos de temperaturas día-noche / verano-invierno y, de cómo la solución constructiva de fachada responde a estos ciclos.

En las soluciones pasivas, el buen diseño se basa en la selección adecuada del espesor de la capa de aislamiento que permita atenuar las cargas térmicas a un valor razonable recogido en la normativa, en nuestro caso el CTE, más concretamente el DB-HE1. Sin embargo, las soluciones activas dan un paso más allá e intentan aprovechar las condiciones ambientales en función a las necesidades de los habitantes del edificio, como puede ser la ganancia solar en invierno ó la refrigeración natural en verano.

Parámetros como la traslucidez de las diferentes pieles de la fachada y la inclusión de dispositivos de sombreado, permiten una interesante regulación de la ganancia solar. Otra variable muy importante, como es el movimiento del aire en el interior de la cámara, con la gran variedad de posibilidades existentes (cortina de aire exterior, interior, exterior-interior, interior-exterior...), permite una ventilación eficiente, que junto con una temperatura adecuada de dicho aire, puede complementar a los sistemas de calefacción y/o refrigeración. Este comportamiento dependerá de la adecuada elección de valores como el espesor y altura de la cámara de aire, la configuración de las entradas y salidas de aire, materiales y componentes de las capas de la fachada, etc... y a esto se suma el que una misma solución de fachada se comportará de diferente forma bajo distintas condiciones climatológicas, es decir, se necesita un ajuste de parámetros para las distintas zonas climáticas.

Una selección errónea de estas variables puede generar un funcionamiento indeseado al no existir movimiento alguno de aire o ser éste de una magnitud despreciable, o incluso, un efecto que difiera de los objetivos buscados, dando lugar a situaciones de sobrecalentamiento en verano y aumentos del consumo de calefacción en invierno. Si además la fachada ventilada participa en el sistema de

renovación del aire de los espacios habitados cobra aún mayor importancia, ya que se pueden dar situaciones de excesivos ó escasos caudales de aire con las consiguientes condiciones de disconfort de los usuarios.

Detectadas estas necesidades de caracterización experimental de soluciones activas el Área Térmica (AT) del Laboratorio de Calidad en la Edificación (LCCE) del Gobierno Vasco, gestionado por el Departamento de Máquinas y Motores Térmicos de la Universidad del País Vasco, puso en marcha el proyecto EGUZKI-ILARGI por el cual el AT ha incorporado dos células de ensayos PASLINK que permite realizar ensayos en exterior bajo condiciones reales de trabajo. Se trata de un proyecto que se enmarca dentro de su política de ofrecer un servicio de apoyo al estudio térmico basado en los resultados experimentales, y la certificación de productos, como ya lo ha venido realizando con sus equipos de ensayos estacionarios para cerramientos opacos y semitransparentes (equipos de caja caliente guardada de muros y ventanas) que permiten obtener los valores de transmitancia térmica (U , W/m^2K) que exige el CTE.

Esta implementación del ensayo PASLINK en el LCCE de Vitoria-Gasteiz ha contado con la asesoría directa de uno de los principales investigadores del mismo, el Dr. Hans Bloem perteneciente al Joint Research Centre (JRC) en Ispra-Italia.

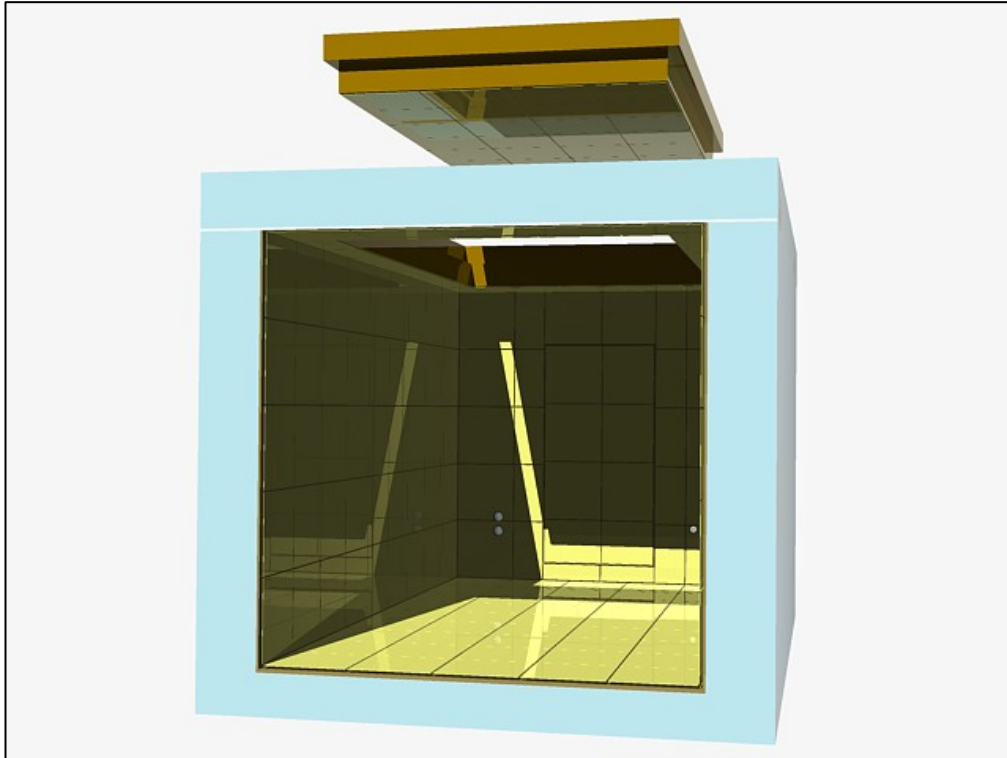
Como breve reseña, las células PASLINK surgen de un proyecto europeo cuyo objetivo era generar un sistema de ensayo estandarizado para condiciones exteriores. Este método debía ser capaz de caracterizar muros (el valor del coeficiente global de transmisión del calor U), y ventanas (el valor de la ganancia solar g). Dicho proyecto ha desembocado en la formación de una red europea de centros de ensayos agrupados bajo la denominación DYNASTEE (DYNamic Analysis, Simulation and Testing applied to the energy and Enviromental performance of buildings). Mediante el proyecto EGUZKI-ILARGI, el LCCE podrá sumarse a la red europea DYNASTEE, que a su vez será incorporada en el importante grupo de interés económico europeo INIVE (International Network for Information on Ventilation and Energy performance). Toda la información necesaria está disponible en la dirección www.dynastee.info.

[La célula de ensayos]

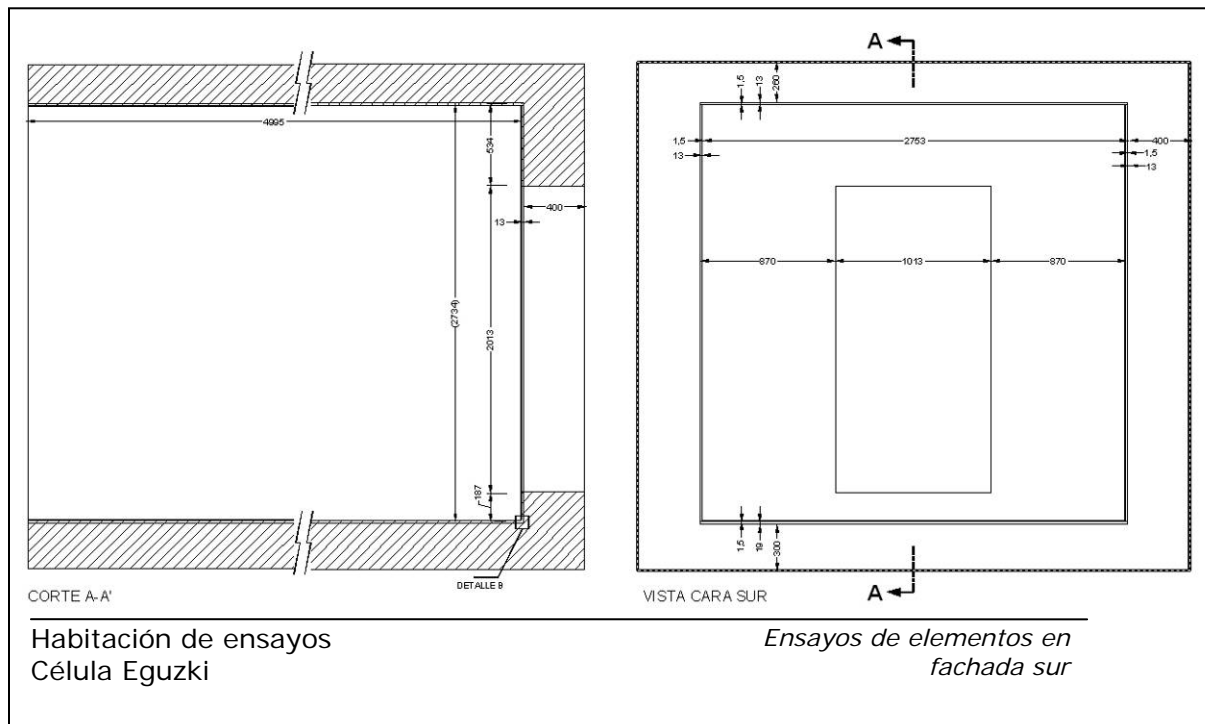
El equipo consiste en una zona de ensayo de dimensiones adecuadas para obtener resultados comparables a las condiciones reales de un edificio, 5m de longitud con sección cuadrada de 2,7m de lado, formada por paredes muy aislantes salvo en la superficie bajo estudio. La célula Eguzki esta habilitada para el ensayo de fachadas sur mientras que la célula Ilargi permite además el ensayo de componentes horizontales.

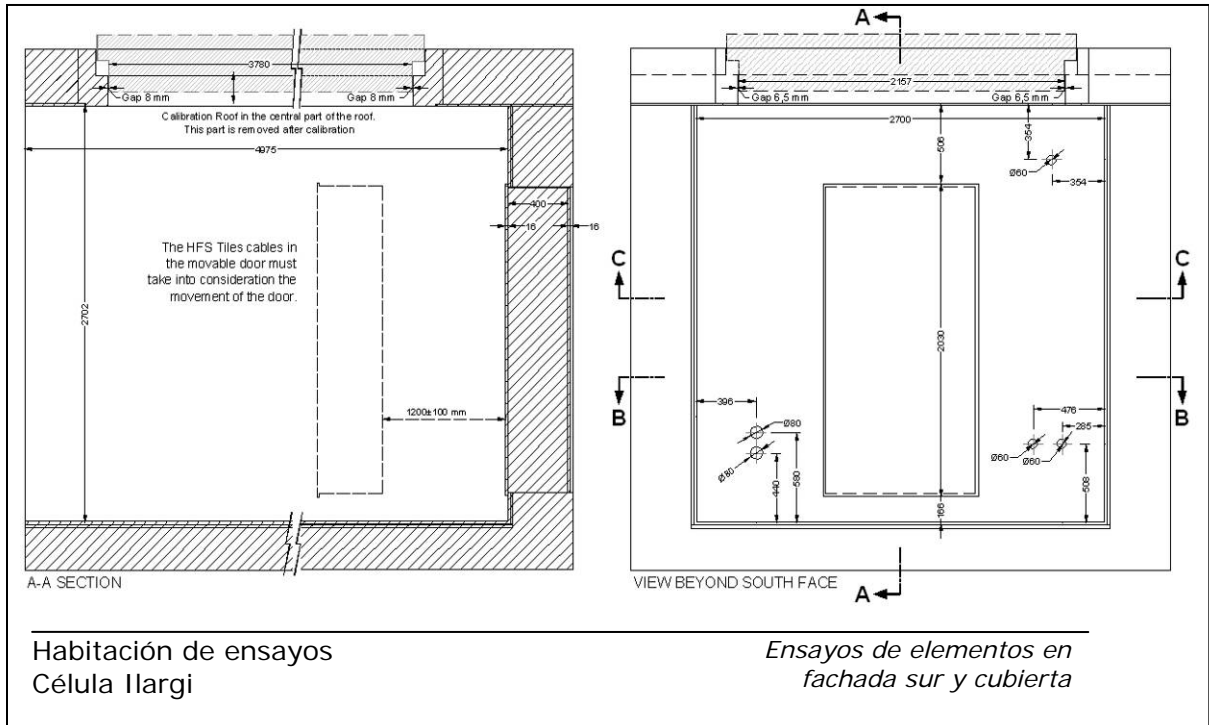
La sala de ensayo es básicamente un calorímetro que permite medir con alta precisión los flujos de calor que se intercambian, tanto ganancias como pérdidas, entre el ambiente interior controlado y el exterior, pudiendo discriminar los intercambios a través del elemento a ensayar de los que se producen a través del resto de paredes.

Adyacente a la cara norte de la sala de ensayo se dispone de un pequeño cuarto de servicios en el que se sitúa la instrumentación necesaria para la medida y control. Los puntos de comunicación entre ambas estancias están perfectamente diseñados y controlados para reducir al máximo las posibles fugas de calor no controladas o cuantificadas reduciendo al mínimo los errores de medida. Como complemento, la sala de servicio dispone de un sistema de climatización que permite generar un salto de temperaturas nulo entre ambas estancias si el ensayo lo requiere, o generar condiciones aleatorias que permitan desacoplar el comportamiento inercial de la estructura en el estudio dinámico de la respuesta térmica de la célula y la muestra.

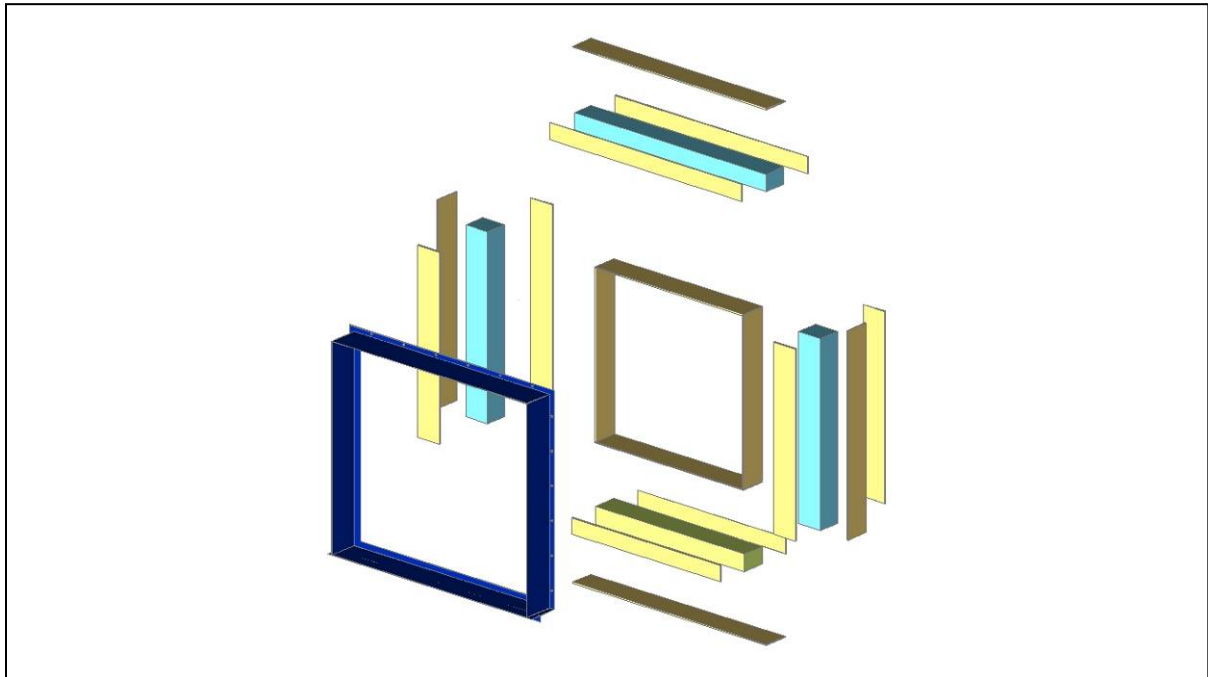


Para proteger la estructura de la célula, las superficies exteriores disponen de un revestimiento de acero inoxidable. Las células se apoyan en seis pilares de hormigón, asentados en sendas zapatas, con una elevación entre el suelo y la superficie inferior de 50cm lo que asegura unas condiciones de temperaturas de aire relativamente homogéneas en todas las caras. La orientación del eje longitudinal es sur geográfico con una desviación inferior a $\pm 1^\circ$, y con una inclinación de la sección transversal de $89,5^\circ$.





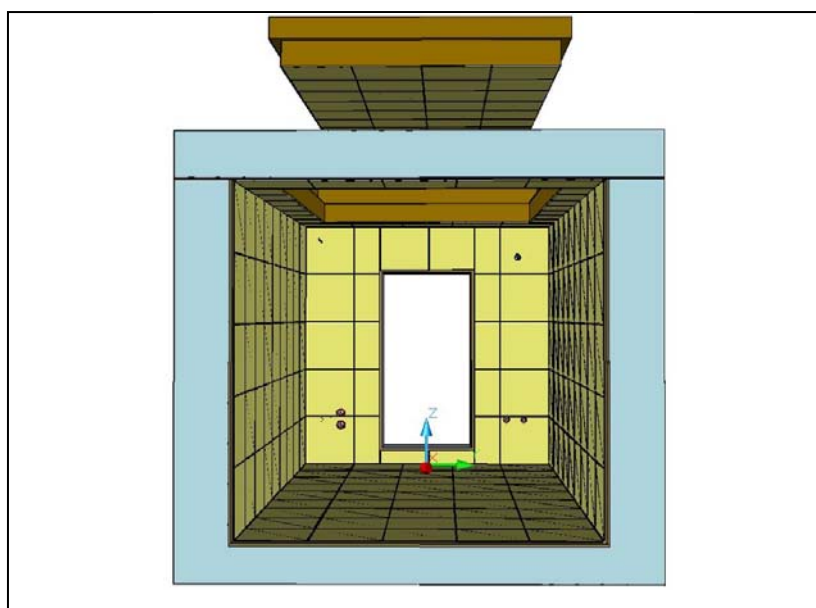
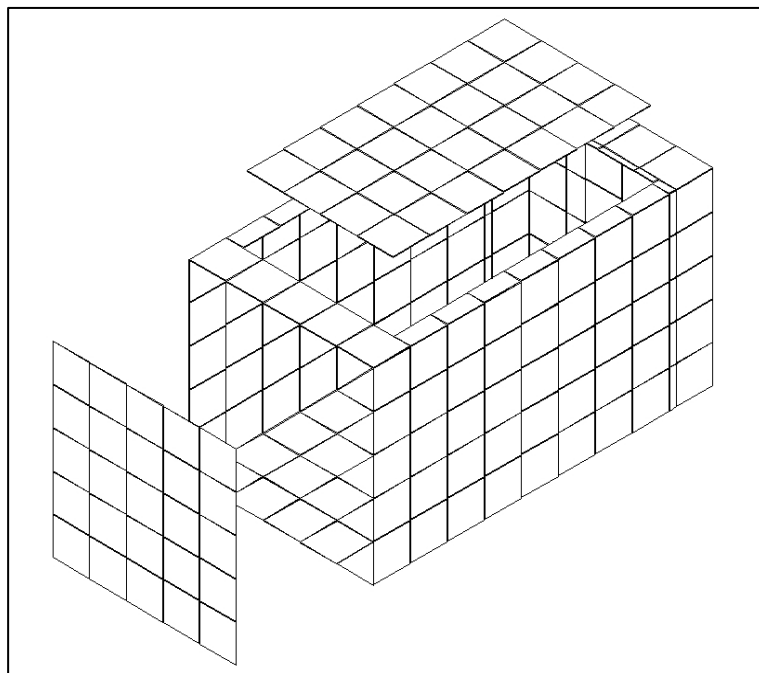
Los elementos portaprobetas son desmontables y están formados por un premarco de acero galvanizado, que permite su manipulación y transporte, donde se dispone de un perímetro aislante sobre el que se instala la muestra. Este segundo marco, cuyo objetivo es minimizar las pérdidas de calor laterales, está realizado con materiales y espesores similares a las paredes de la sala de ensayos y configurados de forma que puedan soportar las sollicitaciones mecánicas de la colocación de las probetas de ensayo. Las dimensiones de las muestras son de 2,7x2,7m para superficies verticales y 2,2x3,8m para cubiertas y superficies horizontales.

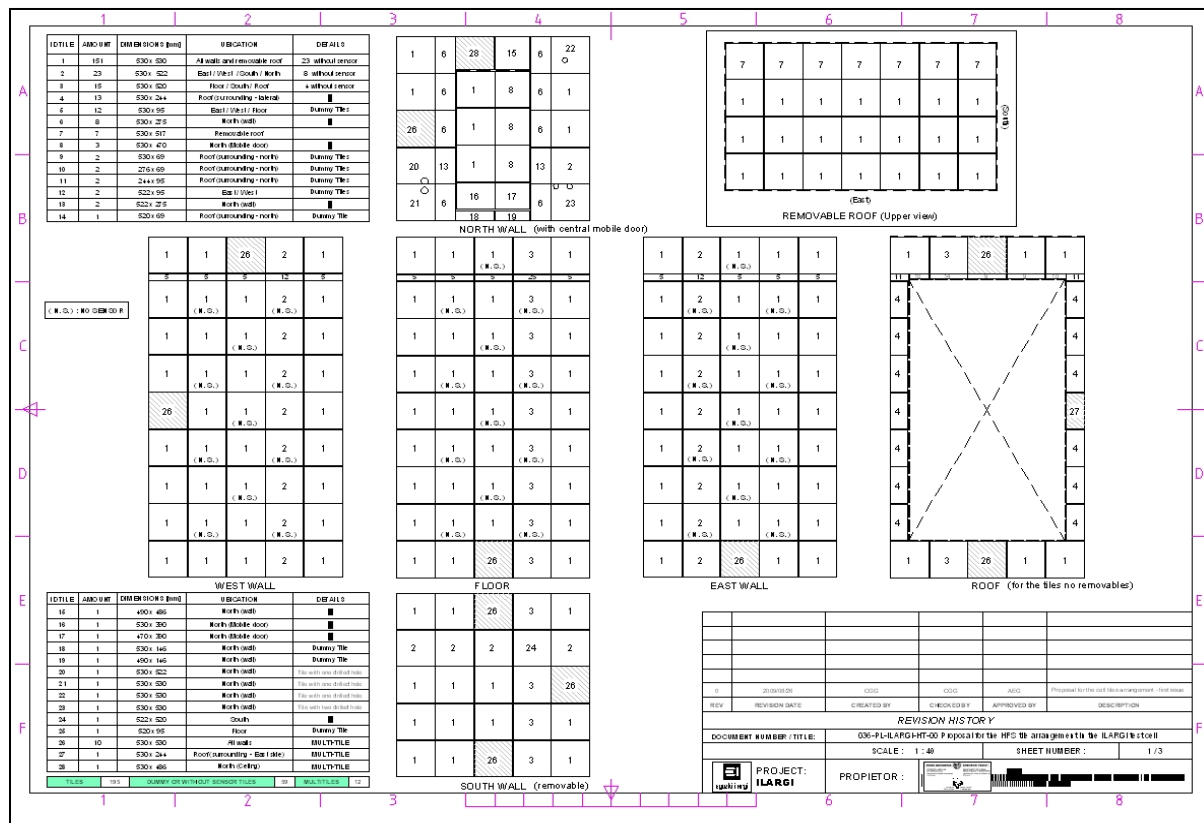


[Medida y Control de ensayos]

La calidad y validez de los resultados del ensayo son función directa de la precisión y adecuada calibración de la instrumentación de medida y del proceso de adquisición y análisis. En este sentido, la red PASLINK exige una política de calidad con unos elevados estándares de control tanto en lo referente a la calidad de los sensores, equipamiento, instalación y mantenimiento, así como en lo referente al posterior análisis y evaluación de resultados. De forma que existen unos protocolos y procedimientos de calibración y trabajo que aseguran dichos estándares.

En lo referente a la instrumentación, el corazón del sistema de medida son las HFS Tiles, equipo formado por más de 200 sensores de flujo de calor que recubren por completo la superficie de la sala de ensayo. Estos sensores están diseñados a medida para las dos células disponibles en el laboratorio y permiten caracterizar efectos de borde, donde se generan mayores flujos de calor frente a las zonas centrales de las paredes, y cuantificar, de esta forma, los flujos de calor intercambiados por la muestra con una precisión de milésimas de vatios, mW/m^2 .





Otro punto de gran importancia es el control y caracterización de las condiciones del ambiente interior de la sala de ensayo. Las medidas de temperatura son cruciales y por ello, se han empleado sensores con una configuración adecuada para poder medir correctamente los valores de temperatura de aire y superficie, alcanzando precisiones superiores a 0,1 °C. La estratificación del aire en la sala de ensayo se mantiene por debajo de 0,5 °C entre el punto más frío y el más caliente, controlándose los perfiles de temperatura verticales y horizontales mediante un adecuado movimiento del aire y climatización del volumen de control. Dicho sistema permite plantear diferentes estrategias de ensayo como temperatura constante, diferencia de temperaturas constante respecto al exterior, ciclos, etc.



En cuanto al ambiente exterior se muestrean tanto las condiciones ambientales en el volumen de aire que envuelve a la célula, y que por tanto, participa principalmente de los procesos de intercambio de calor de la muestra, como las condiciones climáticas generales. Se muestrean variables como velocidad y dirección de viento y temperatura ventilada de aire. Para poder cuantificar las ganancias solares que recibe la muestra se registra la radiación solar vertical en el plano de la probeta y la radiación global horizontal y difusa.

En resumen, se dispone de una instrumentación que genera un grupo del orden de 150 señales que se muestrean cada minuto mediante un sistema de adquisición que minimiza los efectos nocivos de ruidos externos y un software de gestión que permite obtener valores de alta calidad para el posterior análisis y evaluación.

[Procedimiento de ensayo]

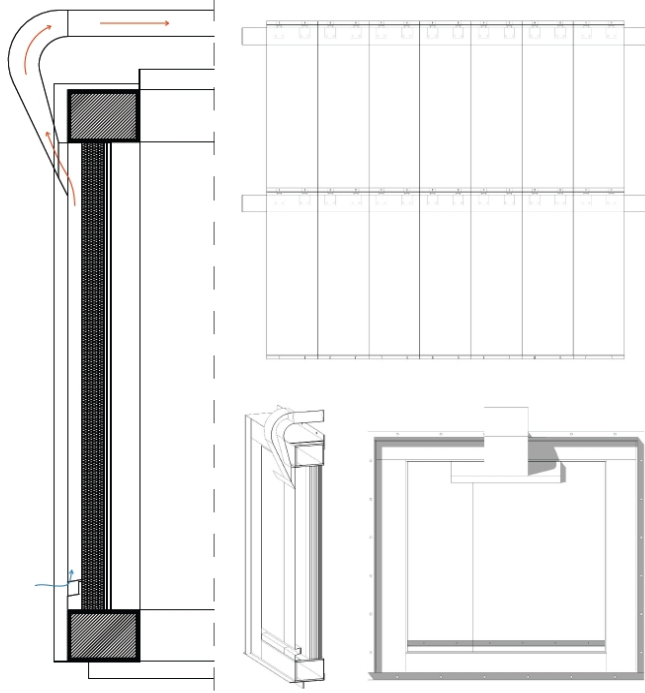
La virtud de estos equipos radica en la versatilidad de los ensayos que se pueden llevar a cabo. El procedimiento parte de una primera fase en la que se definen los objetivos y principales parámetros a caracterizar y estudiar. En base a los mismos se define la metodología del ensayo y el grupo adecuado de sensores para complementar la instrumentación base de la célula, descrita en el apartado anterior.

La segunda fase pasa por construir una probeta que recoja las condiciones apropiadas para dichos objetivos. La construcción de la probeta se realiza sobre los premarcos, ya sea en las instalaciones del laboratorio, o en las instalaciones del solicitante del ensayo. Una vez ejecutada la muestra se coloca en la célula y se realiza un estudio de presurización de la sala de ensayo para verificar que las posibles infiltraciones de aire a través de las juntas no introducen un error representativo en los balances de energía.

La duración de un ensayo estándar es de 21 días de muestreo ininterrumpido. Tras un análisis y estudio estadístico de las variables registradas se pasa a la fase final de cálculo y modelado de la muestra. En función de la complejidad de los resultados deseados se pueden generar modelos relativamente simples como los modelos de identificación de parámetros, que permiten calcular los valores medios de transmitancia térmica y factor solar, o validar modelos de elementos finitos mucho más complejos que permitan determinar el comportamiento de la fachada ventilada bajo diferentes condiciones climáticas. En cualquiera de los casos, el ensayo permite caracterizar el comportamiento térmico de la fachada ventilada o solución en estudio y ajustar parámetros de diseño para obtener la respuesta óptima en su aplicación definitiva.

Como ejemplo de ensayo de fachada ventilada, en las instalaciones del laboratorio se ha desarrollado la parte experimental del proyecto FACHADAS VENTILADAS ACTIVAS, correspondiente al PLAN NACIONAL 2007-2009, en el que participaban las universidades de Córdoba, Sevilla, La Rioja y el País Vasco y el estudio de arquitectura AH Asociados, responsables del diseño de la solución de fachada. Un de los objetivos del proyecto consiste en el estudio del potencial de aprovechamiento del aire tratado que pasa por la FVA. En este caso, y debido a la gran importancia de modelizar las condiciones de la cortina de aire se optó por instalar un sistema de captación del aire para controlar y cuantificar con precisión el caudal de aire circulante a través de la fachada. En este proyecto, los resultados del ensayo permitirán obtener un modelo del comportamiento térmico de la fachada y poder así, evaluar el ahorro energético de su aplicación definitiva en función de las diferentes ubicaciones.

Prototipo a ensayar en la célula Paslink



El prototipo se compone de 3 módulos de las mismas características, fijados al marco de la cámara. Estos módulos conforman una superficie exterior lisa de acero, dejando una cámara de aire de 6 cm. en su interior. El prototipo dispone de un sistema pasivo de recuperación de calor.

