

# EL ANTIGUO PABELLÓN DE ADMINISTRACIÓN DEL MERCADO CENTRAL DE VALENCIA. ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE LAS FACHADAS

Carolina Aparicio Fernández<sup>1</sup>, Jorge García Valldecabres, Concepción López González, M<sup>a</sup> Luisa Navarro García y David Lago Navia

Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio de la Universitat Politècnica de València

<sup>1</sup>Centro de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico

AUTOR DE CONTACTO: M<sup>a</sup> Luisa Navarro García, mlnavarr@csa.upv.es

**RESUMEN:** *La Llotgeta está situada en el extremo Oeste del conjunto del Mercado Central de Valencia. Es un edificio de estilo ecléctico modernista, construido entre 1914 – 1918. Se construyó para albergar la vivienda y dependencias del administrador-gerente.*

*La aportación de la Llotgeta a la arquitectura Valenciana, se caracteriza por el empleo de un lenguaje que se formaliza mediante la estilización de los motivos, el diseño de los detalles y por el uso de materiales como la piedra, la cerámica, el vidrio y el aceros combinados con una extensa paleta de colores. Los componentes del grupo de investigación de la UPV han realizado el proyecto de restauración del antiguo pabellón con la finalidad, entre otras, de concretar las actuaciones para que el edificio se adecue a los parámetros específicos exigidos para ser clasificado como de energéticamente eficiente.*

**PALABRAS CLAVE:** arquitectura, estilo, historia, conservación, restauración, envolvente térmica

## INTRODUCCIÓN

“La LLOTGETA” antiguo pabellón de la administración del MERCADO CENTRAL de la ciudad de Valencia es una construcción de estilo modernista que se empezó a construir en el año 1914 por Francesc Guàrdia i Vidal y Alexandre Soler i March, ambos formados en la Escuela de Arquitectura de Barcelona y habiendo trabajado en el equipo de colaboradores de Domènech i Montaner, arquitecto que se caracterizó por un estilo propio dentro de las líneas del modernismo (ver Figura 1). En la misma época en la que se convocó el concurso, Guardia i Vidal se encontraba dirigiendo los trabajos de la obra del Palau de la Música, obra proyectada por Domènech<sup>1</sup>.

Se construyó para albergar la vivienda y dependencias del administrador-gerente. Se halla dentro del casco histórico protegido con regulación específica por ser un edificio BIC sobre el que se contempla el Plan Especial de Reforma Interior del Barrio del Mercado de 1993. Clasificado como CHP-151- Conjunto histórico protegido, con calificación PROTEGIDO-DOT1.Grado de protección de NIVEL 1 “Nivel de protección monumental”

Es un edificio ampliamente estudiado como parte integrante del Mercado Central. Francisco Hidalgo Delgado profesor del DEGA, realizó su Tesis Doctoral analizando las unidades constructivo-arquitectónicas empleadas en su construcción<sup>2</sup>. Asimismo Liliana Palaia Pérez, Profesara del DECAR, elaboró su Tesis Doctoral sobre la función y desarrollo de la Arquitectura del Mercado Central<sup>3</sup>.

Daniel Benito Goerlich, profesor de la Facultad de Historia de la Universidad de Valencia, trata este edificio al abordar el estudio de la arquitectura valenciana entre los años 1875-y 1925<sup>4</sup>.

## OBJETIVOS

Las acciones a acometer son las necesarias para llevar a cabo una rehabilitación integral del edificio, restaurando completamente el exterior del edificio, renovando la totalidad de las instalaciones

y redistribuyendo de nuevo los espacios interiores adaptándolos al nuevo programa de necesidades, cumpliendo con la normativa vigente, con especial atención a la relativa de protección como bien de interés patrimonial y a las de condiciones de ahorro y eficiencia energética.

## DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

Del estado original en el interior de las plantas se conserva la disposición y determinados elementos de la escalera original situada en el ala izquierda y que comunica las plantas. Sobre esta, se han encontrando numerosas manifestaciones de las distintas intervenciones que se han venido produciendo a lo largo de su vida (ver Figura 2).

El resto de elementos, con la excepción de los huecos de ventanales cerrajería exterior y carpintería exterior, fueron introducidos en la intervención y transformación realizada en lo largo de años 80 del siglo pasado, como la escalera del ala derecha, la puerta giratoria y la transformación de la distribución, según el Proyecto de restauración de (1983), realizado por el Arquitecto Emilio Giménez, que fue profesor de Composición y catedrático de Proyectos Arquitectónicos en la Escuela de Arquitectura de Valencia.

A continuación se detallan una parte de las catas y de los estudios realizados para conocer y definir el estado de conservación de los materiales, las técnicas y los sistemas constructivos desarrollada en el edificio:

## DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS SUSTENTANTES Y SUSTENTADOS

La cimentación esta realizada con zapatas corridas bajo los muros realizados a base de ladrillo macizo y zapatas aisladas bajo pilares: según datos obtenidos en las catas (ver Figura 3).

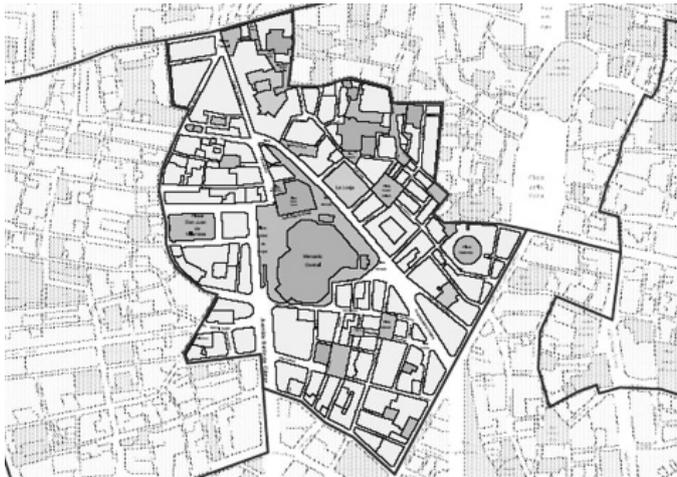


Figura 1. Edificio analizado. Situación y fachada



En el cerramiento de separación con el recinto del equipo electrógeno, la zapata es: corrida, de ladrillo macizo, mismo ancho que el pilar hasta 35 cm de profundidad, con saliente de 10 cm de ancho y 20 cm de profundidad. Canto total de zapata igual a 55 cm.

**Los forjados** están formados por vigas de hierro y ladrillo macizo colocado a revoltón en el entrevigado. El mallazo no formaba parte de la construcción original (ver Figura 4).

Capa de compresión entre 5 y 6,5 cm con mallazo en cuadrícula de 15x15 cm y acero corrugado de diámetro 5 mm y la vigueta es una perfil de acero tipo IPN de 14 cm y de 16 cm de canto y ala de 5 cm y de 7 cm. Canto total del forjado de 20,5cm y 21cm. Estas catas se realizan en el recinto donde se encuentra el cuadro eléctrico.

**La estructura** se ha reconocido en el edificio simétrico a la Llotgeta, el Pabellón de Guardia. Un detalle de la sección del forjado, donde podemos reconocer todos sus elementos. Coloreadas en naranja las bóvedas tabicadas apoyando en los perfiles IPN (ver Figura 5).

La estructura del edificio está compuesta por muros de carga de ladrillo macizo de 1 pie de espesor, pilares de ladrillo macizo de 1 pie y forjados formados por vigas de hierro colado y ladrillo macizo colocado a revoltón en el entrevigado. Cuenta también, en la zona central de la planta baja con columnas de fundición, dos de ellas vistas (ver Figura 6).

**El cerramiento** se define mediante ladrillo macizo pintado de 1 pie de espesor, con aplicaciones de piedra y de cerámica decorada. El aparejo empleado es el conocido como flamenco o gótico de un

pie. Este aparejo utiliza en una misma hilada piezas colocadas a soga y piezas colocadas a tizón. Al tener piezas colocadas a tizón, el arranque debe hacerse con dos piezas de  $\frac{3}{4}$  que permiten el desplazamiento de  $\frac{1}{4}$  de la pieza, por lo tanto una hilada empieza con la pieza colocada a tizón y la siguiente con dos piezas de  $\frac{3}{4}$ . Arcos de ladrillo macizo, según resultados catas.

**La escalera** está construida con la técnica de la bóveda catalana de una hoja y enlucida y pintada por la cara posterior, técnica que era muy empleada en la época.

Ha sido objeto de numerosas intervenciones a lo largo de la vida del edificio: colocación de balizas de iluminación en los peldaños y sustitución de una gran parte los peldaños.

**El revestimiento interior** del edificio es de ladrillo hueco y enlucido de yeso, como se puede observar en las siguientes imágenes de cada una de las plantas del edificio. En la buhardilla el techo está trasdosado con panes de placas de cartón yeso.

**La cubierta** tiene una fuerte pendiente a cuatro aguas, está cubierta de teja árabe vidriada y cuenta con un importante alero en voladizo con el canalón oculto. Remata la crujía central un esbelto pináculo capulín de hierro y vidrio sobre una pequeña cúpula semiesférica (ver Figura 7).

Datos obtenidos en las catas realizadas en la cubierta:

Estructura portante de la cubierta realizada con tubo cuadrado de acero de 10 cm de lado, sobre este apoyan las correas de acero de perfil IPN de 180 mm de canto, sobre las correas apoya un tablero de doble hoja de ladrillo macizo de espesor total 5 cm, sobre este

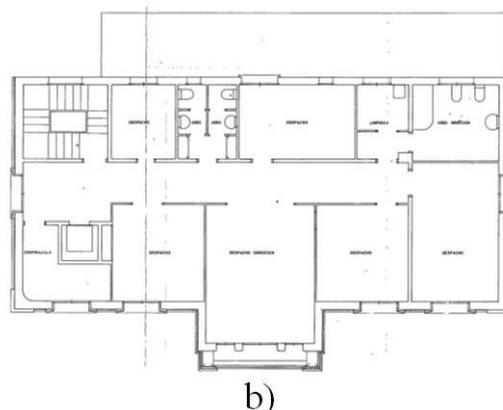
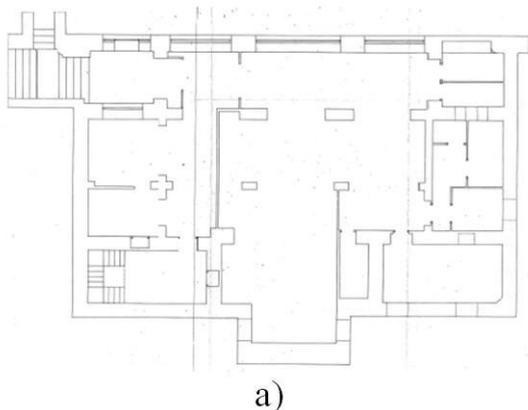


Figura 2. Planos de proyectos precedentes; a) Planta de sótano. Proyecto de Restauración del Pabellón administrativo del Mercado Central y reutilización como Caja de Ahorros de Valencia, 1983; b) Planta primera. Proyecto de Restauración del Pabellón administrativo del Mercado Central y reutilización como Caja de Ahorros de Valencia, 1983

tablero apoyan tabiques conejeros de ladrillo macizo paralelos y perpendiculares al elemento de apoyo que forman un entramado, donde apoya superiormente otro tablero de ladrillo sobre el que finalmente apoya el elemento de cobertura, la teja.

## METODOLOGÍA PARA EL ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO TÉRMICO DEL EDIFICIO

Constituye una parte de singular importancia en las actuaciones de conservación y mantenimiento de los edificios la reducción de la demanda energética y en la reducción de la producción de CO<sub>2</sub>. Hace algunos años que en España disponemos de una normativa que avalúa los edificios según su demanda energética y el rendimiento de los sistemas de climatización empleados (CTE 2009). Aplicar esta normativa en edificios históricos y protegidos es complicado ya que las actuaciones y mejoras que se pueden aplicar son limitadas, tal y como reseña José Coscollado Rodríguez (Coscollado Rodríguez 2002). Para ello, es imprescindible realizar un análisis del comportamiento térmico del edificio para disminuir la demanda energética. En el edificio objeto del presente estudio se aplican criterios de eficiencia energética teniendo en cuenta la morfología del mismo y las limitaciones impuestas por su carácter histórico.

Primero ha sido necesario analizar la envolvente térmica del edificio y los materiales que componen las particiones verticales y horizontales. Posteriormente, teniendo en cuenta la situación y orientación se han determinado las pérdidas y ganancias térmicas del mismo.

El edificio ha sufrido diversos cambios de uso desde su construcción siendo destinado actualmente para uso cultural. Aprovechado el cambio de uso se realiza el análisis del comportamiento térmico de distintas estancias para acondicionar el edificio a las nuevas circunstancias y condiciones de uso.

Como trabajo previo a la elaboración del análisis y diagnosis del comportamiento térmico se colocaron sensores térmicos en tres niveles distintos: semisótano, planta primera y buhardilla. Nos encontramos con un edificio con planta en forma rectangular y un acceso significado orientado a este. Está constituido por un semisótano, tres plantas iguales en planta pero con distintos huecos,



Figura 3. Cata realizada en el suelo de la base del pilar de esquina



Figura 4. Cata en forjado de suelo planta 1ª y 2ª

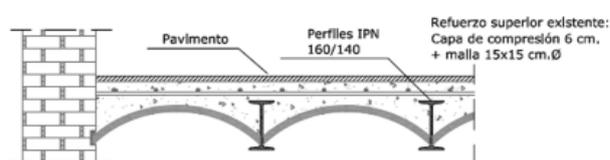


Figura 5. Detalle forjado y muro de carga.

y planta abuhardillada bajo cubierta.

Se ha aprovechado un periodo de tiempo en el que el edificio se encontraba fuera de uso para realizar la toma de temperatura en el interior y estudiar las necesidades relativas a la demanda energética y para que el desarrollo de la actividad sea confortable.

Para poder iniciar el estudio fue necesario conocer las características constructivas de la envolvente térmica, así como la orientación y el soleamiento de la fachada analizada para cuantificar las ganancias solares.



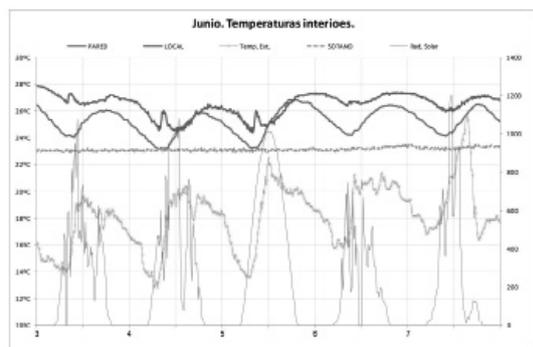
Figura 6. Análisis estructural del edificio; a) Muros de carga de ladrillo; b) Forjado de bóvedas tabicadas apoyando en los perfiles IPN



Figura 7. Imágenes de la cata realizada en la cubierta



Figura 8. Colocación de los sensores térmicos superficiales en la fachada



Gráfica 1. Datos de junio de 2011. Datos de temperatura del local abuhardillado bajo cubierta y de la pared este. Datos de temperatura del semisótano y exterior. Radiación solar.

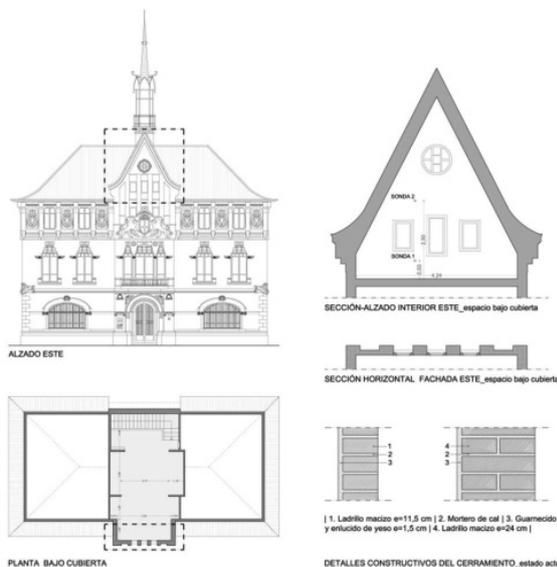


Figura 9. Información gráfica del edificio analizado donde se ha situado la localización de las sondas y el detalle constructivo del cerramiento evaluado

## DESARROLLO DE LAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y RESULTADOS OBTENIDOS

La envolvente térmica la define el muro de fachada, que cumple la triple función: estructural, protección de los agentes atmosféricos y estética mediante el empleo del ladrillo para dar forma a las cornisas y diferentes relieves que aparecen en fachada, según se puede ver en el alzado este de la Figura 9. En planta baja se ha empleado la piedra como zócalo y refuerzo en las esquinas, además de definir el acceso principal (Fathy AM, 2009).

En primer lugar se tomaron los datos correspondientes a las temperaturas interiores en distintas plantas del edificio para valorar qué estancia es más interesante analizar. De los datos obtenidos se observan claramente la variación sobre las oscilaciones térmicas del mismo según el nivel en el que se han tomado los datos. Todos los datos se han tomado en los meses de mayo y junio (en primavera). En las gráficas presentadas a continuación se muestran las temperaturas recogidas en el interior de las estancias en días soleados y sin ventilar las estancias, ya que estaba todo el edificio totalmente cerrado. Sobre las temperaturas registradas se aprecia la variación de temperatura en la última planta bajo cubierta ya que los cerramientos están soleados y están afectados por el sobrecalentamiento de todas las superficies de los cerramientos. En la planta semisótano las temperaturas a lo largo del día son muy estables porque no recibe radiación directa y porque está en contacto con el terreno, este efecto se puede variar con la ventilación natural. Los datos de temperatura se recogen cada 10 minutos, coincidiendo así con el intervalo de datos recogidos por la estación meteorológica situada en los Jardines de Viveros. En los locales, los sensores térmicos se colocan colgados en el centro de la estancia y en la pared este se colocan a una altura de 0.50m y 2.50m sobre el nivel del pavimento según se indica en la Figura 8.

Se recogen datos de temperatura durante los meses de mayo, junio y julio de 2011. En la Gráfica 1 se aprecia que los días nublados (6 de junio), la temperatura interior de pared este prácticamente no se ve afectada por el efecto de soleamiento sobre la fachada.

Es de reseñar, que en el conjunto de las gráficas se aprecia cómo el local bajo cubierta y la pared este del local (buhardilla) es el cerramiento que mayores oscilaciones térmicas tiene, por lo que se considera la estancia más interesante de analizar térmicamente en este trabajo. Este espacio tiene una planta con forma rectangular. Esta estancia es la que mayores cargas solares tiene por ser la más elevada. La cubierta se realiza con una cubierta a cuatro aguas que interseca centralmente por una segunda cubierta bajo la cual se sitúa el espacio analizado según se muestra en la Figura 9. En la intersección de las proyecciones horizontales de las cumbreras de ambas cubiertas se ha situado un tragaluz, que exteriormente se manifiesta en una pequeña torre de vidrio y acero que remata verticalmente el conjunto edificatorio.

En primer lugar se toman datos del espesor y características de la fachada actual a analizar, siendo este cerramiento exterior resuelto con muro de fábrica de ladrillo visto con aparejo flamenco y un espesor de un pie. En la planta de la buhardilla, la fachada este está resuelta con varias franjas verticales que se corresponde con la posición de las ventanas. En estas franjas disminuye el espesor del muro de ladrillo visto a medio pie, lo que influirá en los datos obtenidos ya que no toda la fachada tiene la misma resistencia térmica. Así, en la fachada varía tanto la inercia térmica como la resistencia térmica según el tramo analizado.

En los gráficos de los meses indicados se aprecia la diferencia de temperatura entre la superficie interior del cerramiento y la temperatura del aire del local bajo cubierta. El dato de "pared" es el que recoge la temperatura superficial de la pared orientada a este. Sobre las temperaturas representados se aprecia cómo la temperatura del cerramiento de ladrillo visto, de un pie de espesor y sin aislamiento térmico, se ve afectada diariamente por el efecto

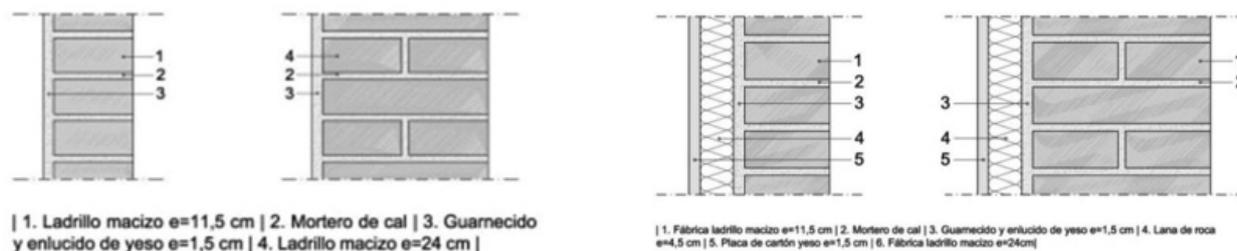


Figura 10. Composición del cerramiento de fachada a) Elementos que la componen en estado actual. b) Elementos que lo componen en la propuesta de reforma con aislamiento térmico al interior.

del radiación solar, pudiendo llegar a tener un gradiente térmico superior a 5°C entre el día y la noche. Además, se aprecia el desfase horario que hay entre la radiación solar y la subida de temperaturas por efecto de la inercia y el calor específico del ladrillo visto.

Con estos datos, se ha modelizado el cerramiento opaco para optimizar la solución constructiva que se deberá dar en la planta bajo cubierta. La propuesta que se plantea en este trabajo consiste en aislar térmicamente el cerramiento por la cara interior como se representa en la Figura 10, donde se refleja la posición de cada una de las capas. El trasdosado interior del cerramiento se ha considerado con un sistema autoportante de placas de cartón yeso fijadas mecánicamente a una serie de montantes de chapa de acero galvanizado separado 60 cm y relleno entre los perfiles de lana de roca de 45 mm de espesor.

## ESTUDIO DE SOMBRAS

Es imprescindible tener en cuenta las ganancias solares que se producen en cada cerramiento dependiendo de su orientación y la forma del edificio, por esta razón se estudian las sombras propias y arrojadas sobre cada una de las fachadas. Para realizar el estudio de sombras se ha realizado una maqueta virtual del edificio y su entorno más próximo empleando el programa SketchUp, según se muestra en la Figura 11, donde se analiza las sombras proyectadas sobre la superficie de fachada a analizar. Este estudio nos permite comprobar si el edificio recibe radiación solar directa, porque en el caso de que haya sombras, la radiación incidente se obtendrá a partir de la diferencia entre la radiación global y la radiación directa, es decir, será la radiación difusa.

Para comprobar la existencia de sombras se han tenido en cuenta los elementos salientes del edificio que generan sombra sobre el mismo, como puede ser la presencia de la cornisa y las variaciones en profundidad de la fachada. También se ha considerado las sombras producidas por los edificios de su entorno, los árboles u otros elementos.

Una vez que se ha levantado virtualmente en tres dimensiones el edificio y su entorno, se han introducido los datos de latitud y la situación de la dirección Norte, para a continuación seleccionar el periodo del año, que en nuestro caso es el uno de junio. En junio el sol está alto ya que se aproxima el verano, esto hace que haya bastantes sombras arrojadas por elementos propios en la fachada este.

Finalmente, se comprueba como varían las sombras a lo largo del día, dando como resultado, que no hay sombras arrojadas de elementos externos sobre la fachada, sólo hay sombras producidas por elementos propios y salientes de la fachada. Sin embargo, en la fachada Este se obtuvo que, a partir de las 13:00 horas, los relieves de la fachada y la cornisa proyecta sombras sobre la posición en la que se situaban los sensores térmicos, según se muestra en la Figura 12.

## MODELO TÉRMICO DE LA FACHADA Y RESULTADOS OBTENIDOS

Se propone analizar el cerramiento de fachada en su estado actual y a partir de este hacer propuestas de mejora sobre la fachada. Para realizar este análisis se ha resuelto un modelo físico-matemático de transferencia de calor que permite modelizar el comportamiento térmico del cerramiento, en este caso la fachada este del edificio objeto. El modelo planteado consiste en definir un sistema de ecuaciones que permiten conocer la temperatura en el perfil del cerramiento en unos puntos concretos propuestos y en función del tiempo, de forma que obtenemos datos en régimen transitorio del comportamiento térmico del perfil del cerramiento (Kontoleon, 2003).

Este modelo matemático nos permitire conocer como varían las

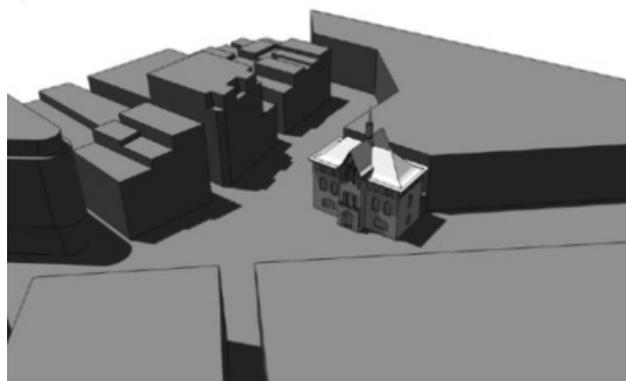


Figura 11. Maqueta virtual del edificio y del entorno.

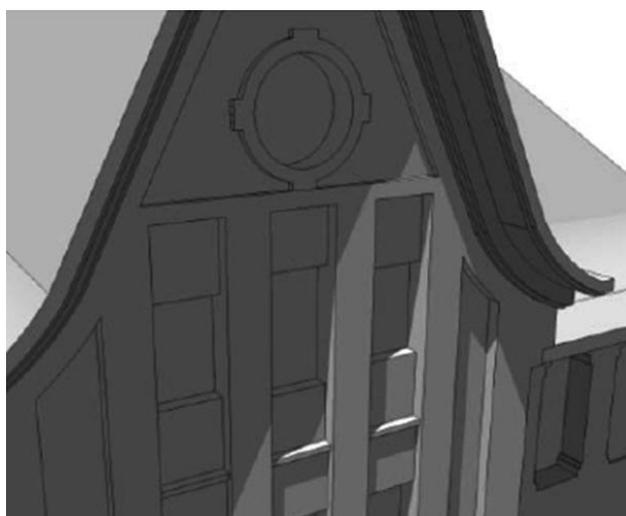


Figura 12. Proyección de las sombras sobre la fachada Este a partir de las 13:00 horas en junio

temperaturas a lo largo del tiempo en el interior del cerramiento de fachada en función de las condiciones ambientales exteriores e interiores.

Para el desarrollo del modelo matemático se necesita conocer los siguientes datos:

- Situación
- Orientación
- Horas de soleamiento
- Temperatura interior del local
- Temperatura exterior del local
- Radiación solar incidente en el día analizado
- Propiedades de los materiales del cerramiento

Los datos meteorológicos se obtienen de la estación meteorológica situada en la ciudad de Valencia. Los datos de radiación solar obtenidos son sobre plano horizontal, por lo que habrá que aplicar una serie de coeficientes correctores para adaptarlos a la posición vertical y orientación concreta de la fachada analizada.

Los datos de temperatura registrados del local a analizar también los tendremos en cuenta para resolver y validar el modelo planteado. Los datos registrados se emplean para comprobar que funciona el modelo propuesto y se ajusta al comportamiento térmico real.

El análisis del comportamiento térmico se centra en el mes de junio, y se tuvo como objetivo conocer la temperatura de una serie de puntos fijos en el interior del cerramiento. El periodo de tiempo sobre el que se resuelve el modelo es cada 10 minutos, siendo este el intervalo de tiempo que utiliza la estación meteorológica y los sensores para registrar los datos. Además, el periodo de tiempo de 10 minutos nos permite analizar las oscilaciones térmicas de forma clara ya que es un periodo pequeño.

Resolver el modelo por diferencias finitas nos permite obtener las temperaturas en el interior del cerramiento y caracterizar su comportamiento térmico, esto nos permitirá comparar la solución constructiva actual con la propuesta, optimizar la solución constructiva propuesta y verificar las mejoras que se produzcan. El modelo se resuelve según se indica en la Figura 13 teniendo en cuenta los distintos métodos de transferencia de calor.

El método de diferencias finitas consiste en:

1º Analizar el balance de energía dentro de un pequeño volumen (en nuestro caso en el cerramiento analizado).

2º Calcular la velocidad de acumulación de energía del cerramiento en un intervalo de tiempo  $Dt = t_m^{*l} - t_m$ , en el cual se ha producido una variación de la temperatura (en nuestro caso el intervalo es de 10 minutos) y dividiendo la sección del cerramiento de un pie en cuatro partes iguales con cinco nodos, de forma que la distancia entre nodos es de 6,37cm.

3º Plantear el balance energético para cada nodo, considerando las condiciones de contorno establecidas en la Figura 13.

Una vez planteado el balance energético, se procede a resolver las ecuaciones obteniendo el perfil de temperaturas en el cerramiento analizado.

En la Figura 13 se muestra la sección de las fachadas construidas y analizadas. Los elementos considerados son: fábrica de ladrillo macizo y revestimiento interior de yeso. La sección de la fachada es de un pie, excepto en las zonas entrantes que se reduce a medio pie.

## RESULTADOS CORRESPONDIENTES AL CERRAMIENTO ANALIZADO

A continuación se muestran los resultados del cerramiento de un

pie de ladrillo visto, resuelto con el modelo térmico desarrollado en el apartado anterior. En estas gráficas se comparan la temperatura superficial interior, la temperatura del ambiente exterior, la temperatura interior del local y la temperatura superficial interior considerando la mejora de ponerle aislamiento térmico de fibra mineral de 45mm de espesor.

En la siguiente Gráfica 2 se representa los valores de la temperatura superficial interior de las dos soluciones constructivas comparadas junto con la temperatura del aire exterior e interior (fijada como constante de valor  $T_i = 23$  °C). Así tenemos que:

- La variación de temperatura para el cerramiento de ladrillo de un pie de espesor se refleja en la Gráfica 2, produciéndose el incremento de temperatura debido a las ganancias solares en el nodo exterior (T5). La variación entre el nodo T5 y T4 supera los 15°C en los días soleados (ver Figura 9).

- El resto de nodos representados en la Gráfica 3 tiene un incremento de temperaturas inferior a 1°C (ver Gráfica 3).

## Perfiles térmicos

Así, este modelo matemático permite conocer el perfil térmico del cerramiento, es decir, cuáles son las temperaturas en todo el espesor del cerramiento para un instante temporal concreto. Esto permite calcular el perfil térmico para distintas soluciones constructivas propuestas con aislamiento térmico. Se han representado gráficamente los perfiles térmicos de las dos soluciones constructivas analizadas y se han superpuesto en un mismo gráfico el valor de las temperaturas cada dos horas para un día completo.

Si comparamos las dos soluciones, se aprecia claramente como el aislamiento afecta al comportamiento térmico del muro de fábrica de ladrillo, produciéndose un descenso más acusado de la temperatura en el espesor que se corresponde con el aislamiento. Se consigue reducir la temperatura superficial interior, lo que permite mejorar las condiciones de confort interior y disminuir las necesidades de refrigeración para mantener una temperatura interior constante.

- a) Solución actual: Fábrica de ladrillo de un pie de espesor.
- b) Solución propuesta con aislamiento térmico a base de fibra mineral de cinco centímetros de espesor.

En la Gráfica 4 se aprecia cómo influye el aislamiento térmico en el comportamiento térmico del cerramiento. La diferencia de temperatura entre la superficie interior y exterior supera los diez grados en un día de verano. Cuando el cerramiento está aislado por el interior, el ladrillo aumenta de temperatura a lo largo del día, siendo la temperatura alcanzada mayor en el cerramiento aislado térmicamente.

## CONCLUSIONES

Por tratarse de un edificio histórico protegido, las propuestas de mejora de aislamiento se realizan conservando el aspecto exterior del edificio.

Las dos soluciones constructivas analizadas, muestran claras diferencias entre tener el muro de fábrica de ladrillo aislado y no. Un muro sin aislamiento alcanzará una temperatura superficial interior más elevada frente a uno que sí lo tenga, lo que mejora las condiciones de confort interior.

El aislamiento interior provoca un aumento de la temperatura de la fábrica de ladrillo, en comparación con la solución que no tiene aislamiento, sin embargo consigue reducir la temperatura superficial interior. Antes de aislar el cerramiento por el interior será conveniente realizar comprobaciones del comportamiento del cerramiento en las nuevas condiciones propuestas.

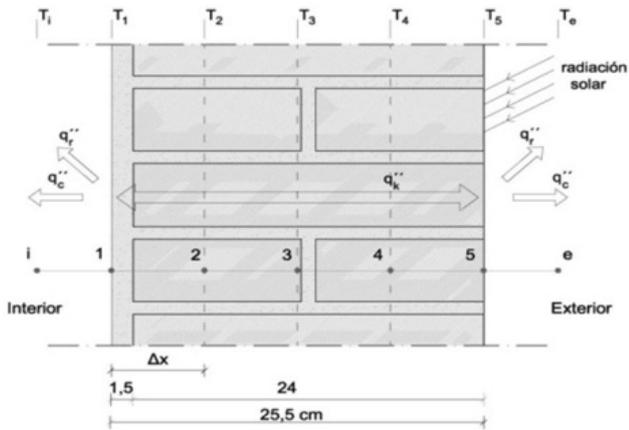
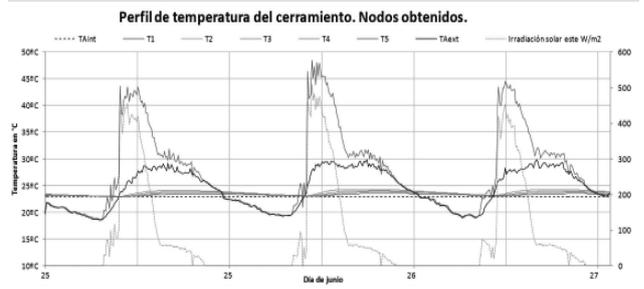
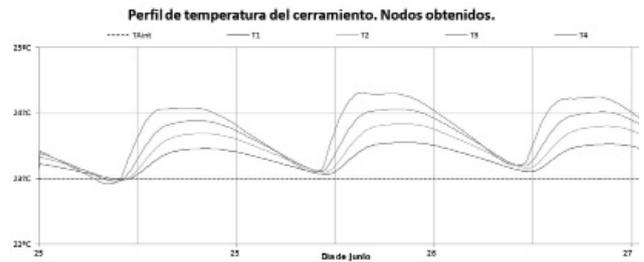


Figura 13. Número de nodos: 5. Distancia entre nodos: 0,0637 m. Variable temporal Dt = 600 s.

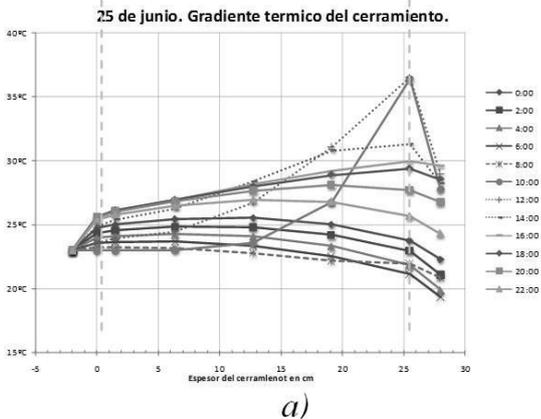
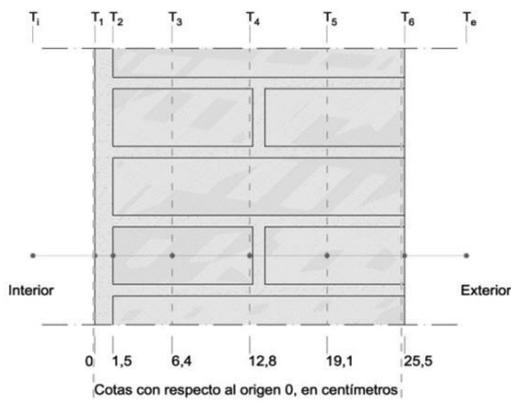
El aislamiento exterior provoca una temperatura superficial exterior de la fachada mayor que en el resto de soluciones, sin embargo, la fábrica de ladrillo reduce las oscilaciones térmicas y experimenta una reducción de temperatura llegando a ser ésta similar a la temperatura ambiente interior. Esta solución no se ha comentado porque no es posible aislar el edificio por el exterior al tratarse de un edificio protegido. No obstante, se debe señalar que sería la solución más conveniente.



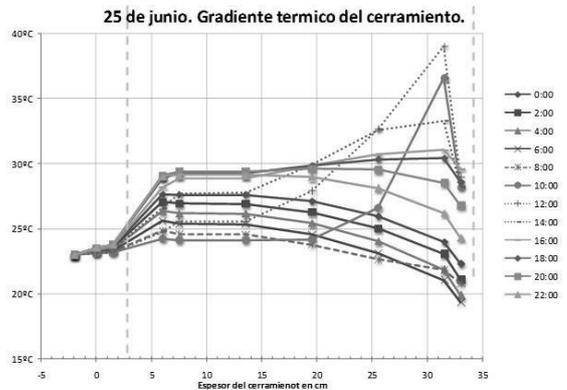
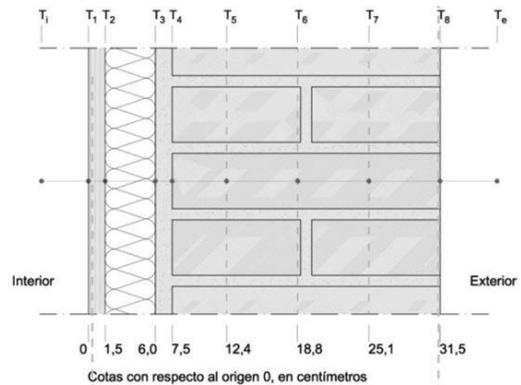
Gráfica 2. Perfil de temperaturas en un cerramiento de ladrillo en estado actual (sin aislamiento térmico interior) en relación con la temperatura exterior y la irradiancia solar de la fachada este.



Gráfica 3. Detalle del perfil interior de temperaturas en un cerramiento de ladrillo de un pie de espesor en estado actual (sin aislamiento térmico). Gráfica III. Detalle del perfil interior de temperaturas en un cerramiento de ladrillo de un pie de espesor en estado actual (sin aislamiento térmico).



a)



b)

Gráfica IV. Perfil térmico del cerramiento a lo largo de un día soleado (24 horas): a) Estado actual: un pie de ladrillo sin aislamiento térmico; b) Solución propuesta: Fábrica de ladrillo de un pie de espesor más un trasdosado interior de aislamiento.

Es conveniente realizar el análisis térmico de los cerramientos para analizar los cambios que se producen en el cerramiento al aislar, pudiendo estos cambios provocar el deterioro de algún material.

Aunque no se contempla, dado el carácter y el valor de la fachada exterior del edificio, los resultados logrados al disponer el aislamiento exterior correspondiente a la temperatura de la fábrica de ladrillo son menores las oscilaciones térmicas. Por todo ello se deduce que siempre que las condiciones particulares del edificio lo permitan, se disponen de una lámina de aislamiento interior y si fuese posible se dispondría por el exterior.

#### NOTAS

1 La obra de Domenech se caracteriza por una constante búsqueda de una arquitectura propia, enraizada en la tradición de los oficios y en los principios de la sinceridad de las soluciones constructivas y materiales elegidas.

2 HIDALGO DELGADO, F. Investigación integral de las unidades constructivas-arquitectónicas que definen el Mercado Central de Valencia como ejemplo singular de la arquitectura modernista valenciana. Tesis leída en el DEGA de la UPV, 2010. En la que analiza un interesantísimo y amplio catálogo de soluciones constructivas y decorativas desarrolladas en la obra, junto con un elenco de los antecedentes de las gestiones del transcurso de la obra.

3 PALIA PÉREZ, L. Función y Desarrollo del Mercado Central de Valencia y sus implicaciones en la vida urbana, octubre de 1982. Aborda de manera muy sugerente los aspectos de la arquitectura y del momento histórico cultural en torno al que se construyó.

4 BENITO GOERLICH, D. El estudio de la arquitectura valenciana entre los años 1875-y 1925. Libro de Actas del congreso de Expresión Gráfica Arquitectónica celebrado en Oporto en Mayo 2012

#### BIBLIOGRAFÍA

- Benito Goerlich, D. (1983): *La arquitectura del Eclecticismo en Valencia. Vertientes de la arquitectura valenciana entre 1875 y 1925*, Ed. Artes Gráficas Soler, S.A.
- Benito Goerlich, D. (1992): *Arquitectura Modernista Valenciana*, Ed. Bancaixa obra Social, Valencia.
- Benito Goerlich, D. (1992): *La Arquitectura del Eclecticismo en Valencia*". Ayuntamiento de Valencia.

Coscollado Rodríguez, J. (2002): *Ahorro energético en la construcción y rehabilitación de edificio*, PARANINFO, Madrid .

CTE (2009): *Código Técnico de la Edificación*, España: Ministerio de la Vivienda.

Información facilitada por Don LUÍS PERDIGÓN. "Catálogo de monumentos y conjuntos de la Comunidad Valenciana. Tomo II (Paterna-Zucana)". Ed. Conselleria de Cultura. Servicio de Patrimonio arquitectónico, Valencia 1983.

Esteban Chapatria J. y Palaia Perez, L. (1983): *El Mercado Central de Valencia. Formación y evolución del entorno histórico del Mercado*, Ed. Banco del Santander.

Fathy A.M., Planas J., Sancho J.M. (2009): 'A numerical study of masonry cracks', *Eng Failure Anal* 16 675-89.

García Valldecabres, J. *Memoria justificativa proyecto básico modificado y de ejecución con estudio de gestión ambiental del edificio "la Llotgeta" para la Rehabilitación y recuperación del antiguo Pabellón de Administración del Mercado destinado a Centro Cultural de la Obra Social de la Caja del Mediterráneo*.

Hidalgo Delgado, F. (2010): *Investigación integral de las unidades constructivas-arquitectónicas que definen el Mercado Central de Valencia como ejemplo singular de la arquitectura modernista valenciana*, Ed. Departamento de EXPRESION GRAFICA ARQUITECTONICA U.P.V.

"INFORME TRABAJOS REALIZADOS EN EDIFICIO POR EL DEPARTAMENTO TÉCNICO DEL GRUPO INSERMAN." ENTIDAD: Caja de Ahorros del Mediterráneo. OFICINA: Plaza del Mercado, 4 – Valencia – edificio La Llotgeta. FECHA DE INFORME: 02/08/2010.

Kontoleon , B. (2003 ): 'The impact of temperature variances on thermal inertia factors of opaque elements of the building envelope' in *Proceedings of the 8th International Conference on Environmental Science and Technology*, Vol A, Oral Presentations 2003, 485.

Ramis i Juan R., *VI Una aproximación al Modernismo en Cataluña*, Ed. Universidad Politécnica de Barcelona, Barcelona, 191-200.

BOP N° 117 19-V-93, anexo 2: Ordenanza entornos de BIC, página 100-103. Plano nº 1 - 4 del Plan especial de protección y reforma interior del barrio del Mercado del 19 de Febrero de 1993, Ayuntamiento de Valencia, Área de urbanismo y medio ambiente.

VV.AA. (1999-2000): "Patologías y técnicas de intervención. Fachadas y cubiertas", *Tratado de rehabilitación. Tomo IV*, D.C.T.A. U.P.M. Madrid .