

| **La materialidad en la arquitectura del Movimiento Moderno:**

Investigación teórica y constructiva: caracterización de la envolvente

Carmen Galán Marín
José Antonio López Martínez
Mercedes Ponce Ortiz de Insagurbe
Carlos Rivera Gómez
Jorge Roa Fernández
Ángel Satué Falla
José A. Romero Otero

Resumen

El grupo de investigación TEP-206, «Tecnología de materiales y sistemas constructivos. Caracterización y sostenibilidad», se ha encargado de realizar la caracterización constructiva de la envolvente, cerramiento y cubierta de las diferentes tipologías edificatorias que conforman la barriada de El Carmen de Sevilla, del arquitecto Luis Recasens, para el proyecto _re-HABITAR.

Para ello se ha consultado bibliografía específica, el marco normativo de la época, publicaciones coetáneas al proyecto, así como documentos de proyectos que han podido servir de aproximación a la obra a tratar.

En segundo lugar, se han realizado ensayos no destructivos, sobre la propia envolvente, destinados a la extracción de información sobre la configuración y el estado de la misma. La campaña de ensayos ha estado formada por termografías, medición de vidrios, ensayos de caracterización hídricos y mecánicos sobre piezas cerámicas, así como diferentes pruebas y mediciones de transmitancia con termoflujómetro.

Esta campaña de ensayos se ha completado con la realización de varias visitas de reconocimiento con el desarrollo del correspondiente informe de inspección, que ha servido para la redacción de planimetría y un anejo de fichas de inspección.

Finalmente, con toda la información recabada se han realizado varias hipótesis de configuración de la envolvente tanto en su estado actual como en su estado primigenio en comparativa con lo proyectado por el arquitecto.

El equipo de trabajo ha estado dirigido por Carmen Galán y ha estado formado por José Antonio López, Mercedes Ponce, Carlos Rivera, Jorge Roa, Ángel Satué y José Antonio Romero.

| **The materiality in the architecture of the Modern Movement:**

Theoretical and constructive research: Envelope characterisation

Abstract

Research Group TEP-206, “Technology of Materials and Construction Systems: Characterisation and Sustainability”, was responsible for characterising the envelopes, enclosures and roofs of the different types of buildings designed by architect Luis Recasens that comprise the neighbourhood of El Carmen in Seville for the _re-HABITAR project.

To this end, the team consulted specific literature, building regulations from that period, publications contemporary to the project, and documents on other projects that could offer insight into the work under study.

Secondly, they performed non-destructive tests on the envelope itself to obtain information about its composition and condition. The field tests were conducted using thermography, glass measurements, water-based and mechanical tests on ceramic pieces, and different transmittance tests and measurements with a thermal flow meter.

This testing campaign was rounded out by several visits to the site to complete the corresponding inspection report, which was used to draw up technical plans and an appendix of inspection records.

Finally, all the information obtained was used to formulate several hypotheses regarding the composition of the envelope at the present time and when it was originally built, in comparison with the architect’s plans.

The work team was directed by Carmen Galán and consisted of José Antonio López, Mercedes Ponce, Carlos Rivera, Jorge Roa, Ángel Satué and José Antonio Romero.

Contexto histórico y marco normativo

El proyecto de la barriada de El Carmen de Luis Recasens Méndez-Queipo de Llano, de septiembre de 1955, se desarrolla en un contexto significado por un muy reciente marco normativo en torno a la vivienda social y una ebullición de nuevas técnicas constructivas encaminadas a la estandarización de la calidad en los sistemas constructivos y a la mejora de las condiciones de confort en las viviendas.

En Europa, cada país tuvo su respuesta tecnológica a la necesidad masiva de vivienda tras la gran guerra. Propuestas basadas en alternativas a los sistemas de construcción tradicionales, respaldadas por una estrategia política, respondiendo a las tres nuevas exigencias de la construcción de la vivienda: rapidez de ejecución, limitación y control de costes y restricción en la cantidad de recursos.

El confuso proceso de la industrialización de la vivienda social en España en torno a los años 50 se desarrolla de acuerdo con tres factores: una predisposición a la innovación técnica en los proyectistas; la falta de posibilidades tecnológicas del tejido industrial; y el posicionamiento del Gobierno ante la oportunidad de adaptar el desarrollismo de la vivienda social a las nuevas técnicas constructivas que se implantaban más allá de nuestras fronteras (PIZZA, 2000).

En este entorno de austeridad aparecen, como influencias en la definición constructiva del proyecto, la Ley de Viviendas de renta limitada de 1954, su Reglamento de aplicación de junio de 1955, y las Ordenanzas técnicas y normas constructivas (BOE, 16 de julio de 1955) aprobadas en julio de 1955 para «viviendas de renta limitada» realizadas por la Obra Sindical del Hogar (OSH) acogidas al Plan Sindical de la Vivienda (PSV) del Instituto Nacional de la Vivienda (INV), plan al que pertenece la barriada objeto de estudio. Cabe destacar que la fecha de firma de la memoria del proyecto de Recasens es septiembre de 1955, escasamente tres meses después de la orden del Reglamento y solo dos después de la publicación de las Ordenanzas técnicas.

Estas normas internas «aspiraban a ser un vademécum para la redacción de proyectos» (DELGADO, 2003) y recogen, además de cuestiones de control presupuestario, una serie de recomendaciones constructivas nada innovadoras pero que buscaban una economía de recursos inmediata y una mínima salubridad de la vivienda.

Objetivos

El objetivo fundamental de este grupo de investigación TEP-206 ha sido realizar una hipótesis de caracterización de la envolvente, cerramiento y cubierta de las dos tipologías de edificios de esta barriada: los bloques en altura y los bloques *bajos* de tres plantas. Para ello se han utilizado tres medios:

- Análisis de documentación y normativa.
- Realización de informe de inspección con las visitas realizadas.
- Elaboración de ensayos no destructivos sobre la envolvente.

Documentación e información de partida

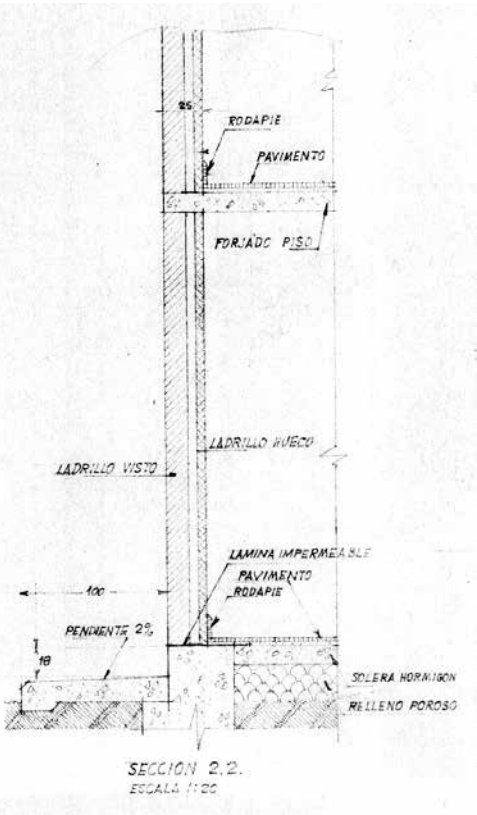
La escueta memoria constructiva y planimetría básica ha sido completada con tres fuentes documentales esenciales. Por un lado, bibliografía especializada en construcción de la época, en general, y el manejo de las normativas ya comentadas, en particular. Esta consulta nos ha proporcionado un contexto adecuado en el ámbito de la construcción en el que se enmarca la obra analizada.

El segundo grupo corresponde a revistas y publicaciones concretas sobre el tema a tratar. Principalmente se ha consultado la publicación *Hogar y Arquitectura* en la que la Obra Sindical del Hogar divulgaba las obras de viviendas que se realizaban al amparo del Plan Sindical de la Vivienda. No solo venían recogidas las actuaciones comentadas, como la del propio Recasens en Sevilla,¹ sino que incluía recomendaciones constructivas para este tipo de edificaciones basadas en la estandarización de las soluciones, la salubridad y calidad adecuadas a estas nuevas viviendas sociales.

El tercer grupo es la documentación del proyecto original de ejecución de las viviendas de los Diez Mandamientos de Luis Recasens de 1958. Con el fin de *reconstruir* una hipótesis constructiva viable de la barriada de El Carmen, se ha recurrido a la información gráfica encontrada sobre este otro proyecto muy cercano en el tiempo y en la misma ciudad. Las soluciones constructivas que aquí se detallan podrían ser similares a las utilizadas en los edificios de Los Remedios, proyectado solo tres años antes por el mismo arquitecto.

1. La referencia original de la publicación es «Grupo Los Remedios, Sevilla», *Hogar y Arquitectura*, nº 4, 1956, p. 13.

| Detalle de encuentro de fachada con solera y terreno, sección 2.2 de los Diez Mandamientos, 1957-1958. ICAS-SAHP, Archivo Municipal de Sevilla



Informe de visitas

Para la realización del análisis global de la envolvente se han realizado las siguientes visitas con los siguientes objetivos:

- 14 de julio de 2017: Visita previa
- 28 de noviembre de 2017: Inspección bloque torre
- 11 de diciembre de 2017: Ensayos de transmitancia bloque torre
- 13 de diciembre de 2017: Ensayos de transmitancia bloque torre
- 20 de diciembre de 2017: Ensayos de transmitancia bloque torre
- 16 de enero de 2018: Inspección bloque lineal
- 18 de enero de 2018: Ensayo de termografías
- 18 de enero de 2018: Ensayos de transmitancia bloque lineal

La inspección organoléptica del edificio normalmente suele proporcionar datos útiles para la evaluación de la envolvente, aunque suele complementarse con la realización de catas, pruebas, ensayos, etc. para la inspección de elementos ocultos. Esta inspección tiene como objetivo la obtención de datos constructivos, de daños existentes y visibles en los elementos y sistemas constructivos. También es necesario el desarrollo de planos, detalles de caracterización constructiva y dimensional del sistema envolvente, cubierta, cerramientos, huecos, carpintería y suelo (cerramientos en contacto con el terreno).

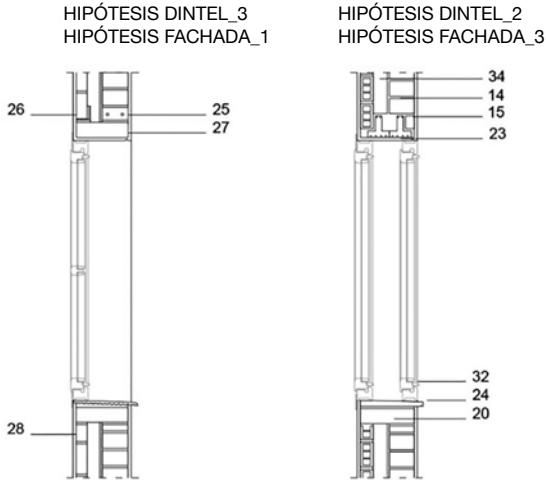
El procedimiento se ha estructurado en cuatro fases principales:

- Información previa del edificio y su entorno. Trabajos previos.
- Reconocimiento técnico del edificio. Selección de unidades, elementos y sistemas constructivos objeto de inspección.
- Realización de la inspección.
- Informe final. La formalización documental de la evaluación se divide en dos anexos: Fichas de inspección y Fichas de lesiones.

INFORMACIÓN Y DATOS PREVIOS				
Ficha 1.0		Datos generales		
Datos del promotor/propietario solicitante				
Nombre:		Dirección:	Teléfono:	
Datos de la Edificación				
Nombre: Bloque 06		Dirección: Plaza de Riofrío, bloque 6. 41010 Sevilla		Referencia catastral: 3210302TG3431S
Fecha del proyecto: 1955		Fecha solicitud de licencia: Desconocida		Fecha inicio/terminación de construcción: 1955 - 1960
Fecha última intervención: Desconocida		Tipo de intervención: Reparación de fachadas. Enrique Taviel de Andrade / 1988. PE de Mejora Urbana		
Tipología		Exenta <input checked="" type="checkbox"/> Entre medianeras <input type="checkbox"/>		
		Descripción: Bloque en H (variante en estrella)		
Altura de Edificación		Sobre rasante: 10 plantas (32,588 m incluyendo castillete de escalera)		
		Bajo rasante:		
Superficie		Parcela: 379 m²		
		Construida: 338 m²		
Usos		Residencial <input checked="" type="checkbox"/> Industrial <input type="checkbox"/> Terciario <input type="checkbox"/> Dotación y S.P. <input type="checkbox"/> Aparcamientos <input type="checkbox"/> Otros (indicar) <input type="checkbox"/>		
		Descripción:		
Cambios de uso		Fechas inicio y fin de cada uso:		
		Alcance del cambio:		
Viviendas/Locales		Nº uds. / tipo	Superficie aproximada	Descripción
Tipo Tipo Tipo Tipo	Tipo C2b (TA) Tipo C2b (TB) Tipo C2c	14/ torre	66,60 m²/ ud. (construida)	Vivienda exenta de la sección de la torre alta (10 alturas)
		10/ torre	76,81 m²/ ud. (construida)	Vivienda con medianera de la sección de la torre alta
		6/ torre	65,35 m²/ ud. (construida)	Vivienda de la sección de la torre baja
Inspecciones técnicas		Copia de los informes:		
		Datos de actuaciones posteriores:		
Catalogación s/ planeamiento municipal		Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Tipo:	
Catalogación s/ planeamiento municipal		Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Tipo:	
Genérica		Normativa en vigor durante construcción o intervención posterior del edificio		
Bibliografía				

Contorno de huecos: arcos o dinteles, jambas, mochetas. Encuentros con carpintería	Tipología: Se barajan distintas opciones de dintel, según hipótesis constructivas. (ver planos 09-10, anejo gráfico).
	Materiales:
	Datos constructivos:
	Otros comentarios:
Carpinterías y vidrios	Tipología y materiales de carpintería: Ventanas de aluminio con hoja corredera / abatible, vidrio sencillo (e= 4 mm) observadas en las viviendas visitadas, en sustitución de las originales, probablemente de madera y hoja sencilla.
	Espesores de vidrio y cámara de aire
	Otros comentarios:
Persianas	Tipología: Cajas de persianas instaladas por los propietarios de los inmuebles tras la entrega de las viviendas, pues no aparecen reflejadas en el proyecto.
	Materiales:
	Integración con la carpintería
	Otros comentarios:

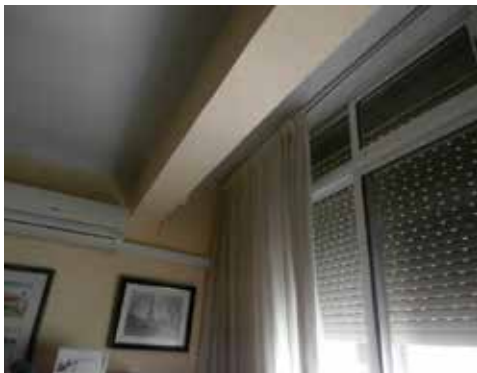
Croquis/Fotografía



Croquis/Fotografía



Croquis/Fotografía



| Toma de datos. Levantamiento de daños (defectos y lesiones)

Ensayos realizados

En el siguiente apartado se procede a la descripción de los ensayos de carácter no destructivo realizados en la barriada de El Carmen con objeto de determinar el estado de conservación y la efectividad prestacional de la envolvente constructiva.

Termografías

Permiten completar otros estudios realizados, con la detección cualitativa de irregularidades en el cerramiento de los edificios de viviendas, realizando termografía infrarroja en los edificios visitados con cámara termográfica modelo Flir T420bx y termohigrómetro Exttech MO297. Para el análisis de las termografías se emplean diferentes paletas de colores a fin de obtener la mayor información de las mismas. Este ensayo ha aportado conclusiones que se pueden resumir en:

- Cabe destacar la escasa manifestación de los cantos de forjados y pilares en el caso de los bloques tipo torre.
- En los bloques tipo torre aparecen anomalías que pueden ser debidas a un mal estado del revestimiento.



| Comparativa con imagen termográfica, 2018. Bloque lineal, C/ Jalón, 41, 42 y 43

- En los bloques lineales se detecta una anomalía en el comportamiento de las viviendas de la última planta. A falta de un estudio con más profundidad, se podría estimar que puede deberse a que a través de la cubierta la pérdida energética es muy alta y, por tanto, el flujo de calor es mucho mayor hacia el forjado.

Medición de espesores de acristalamiento

Para la verificación de huecos en la fachada se utilizó un equipo de medición de espesores de acristalamiento. El equipo, de la marca Bohle, modelo Merlin Laser, incorpora un diodo láser con medición electrónica sofisticada. Las mediciones permitieron determinar la efectividad térmica de las carpinterías, identificando las originales de aquellas que habían sido sustituidas y mejoradas. Estas medidas se trasladaron a los cálculos generales de transmitancia del cerramiento.

Caracterización y ensayos de piezas cerámicas de la envolvente

Con el fin de caracterizar la calidad material y capacidad resistente del sistema portante de los bloques lineales, se han ensayado en el laboratorio varias piezas de ladrillo recogidas durante una de las visitas a la barriada. Una vez recibidos y catalogados estos fragmentos cerámicos en el Laboratorio de Construcción de la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Sevilla, se procedió a su caracterización física. En este sentido, los ladrillos fueron medidos y pesados y se obtuvo su densidad aparente. Posteriormente se realizaron diferentes ensayos:

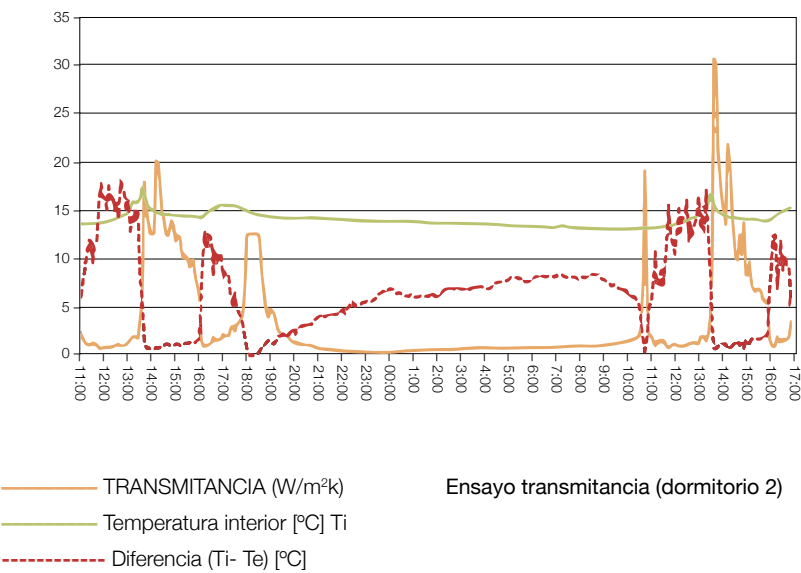
- Ensayos de ultrasonidos.
- Ensayos mecánicos.
- Ensayos hídricos.

A la izquierda: Conjunto de ladrillos y piezas cerámicas originales, 2018.
A la derecha: Aspecto interior del ladrillo después de ser sometido a los ensayos mecánicos, 2018



Ensayos de transmitancia

Para el cálculo de la resistencia térmica de los cerramientos de la edificación se utilizó un termoflujómetro, aparato portátil de la marca TESTO, modelo 435. El aparato proporciona una medición indirecta de los valores de transmitancia. Además, para completar estos ensayos se realizan simulaciones para el análisis de las condensaciones superficiales e intersticiales mediante *software* de cálculo conforme al Código Técnico de la Edificación.



Gráfica con los datos obtenidos del ensayo de transmitancia en una de las estancias

En la tabla comparativa se puede observar que los datos obtenidos, tanto para los cerramientos del bloque torre como los del bloque lineal y las cubiertas del proyecto, presentan prestaciones por debajo de los cerramientos convencionales actuales y, por ende, por debajo de los límites que marca la normativa actual. Aunque en ambos casos se cumplía suficientemente la normativa de aplicación de la época (1,40 W/m²k).

COMPARATIVA	U (W/m2K)
CERRAMIENTO	
Cerramiento analizado	1,33
Cerramiento convencional	0,58
Límite CTE DB HE (actual)	1,00
Límite Normativa 1955	1,40

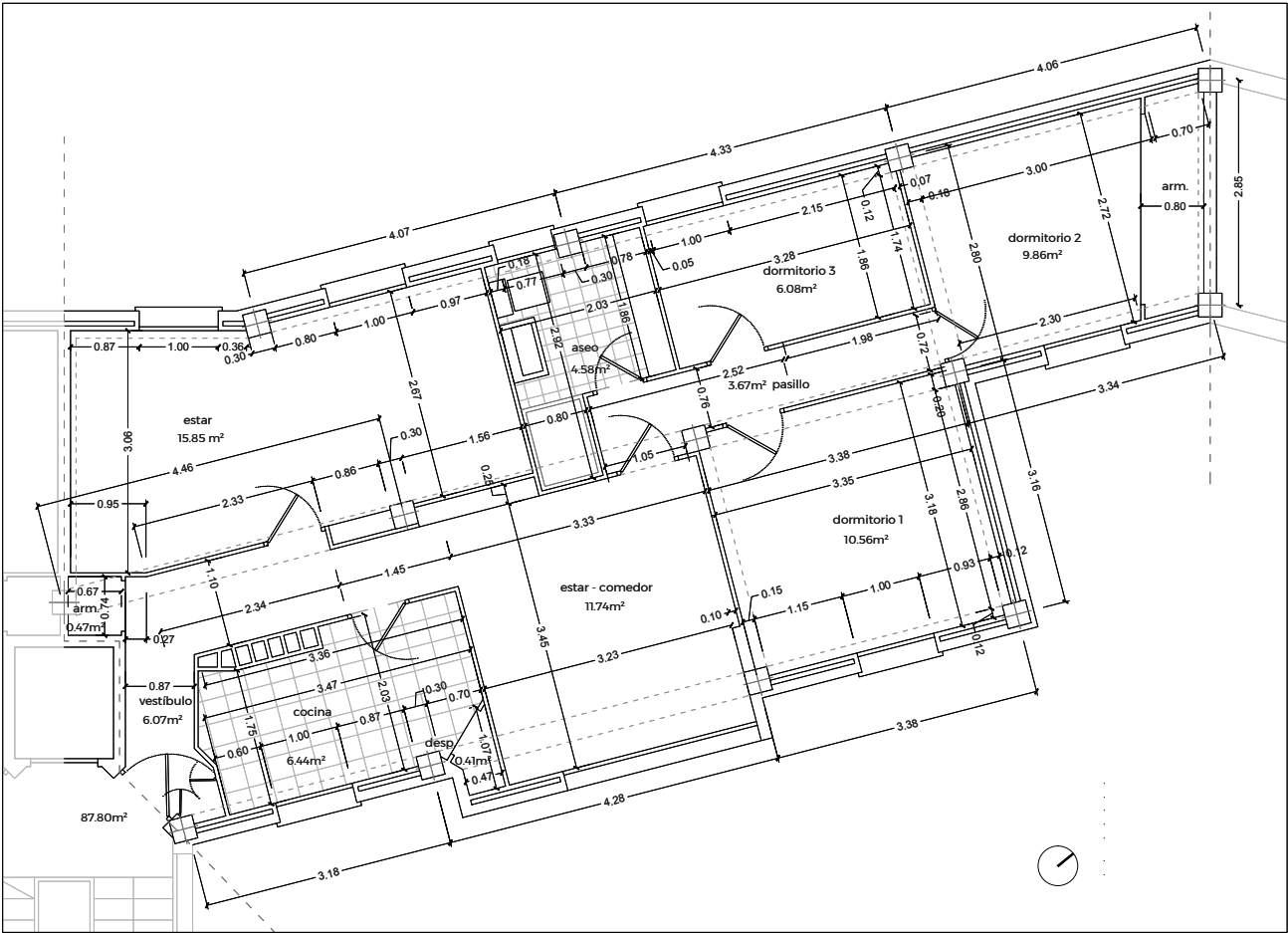
COMPARATIVA	U (W/m2K)
CUBIERTA	
Cubierta analizada	1,40
Cubierta convencional	0,48
Límite CTE DB HE (actual)	0,65
Límite Normativa 1955	1,40

Tabla resumen con los datos obtenidos del análisis y la comparación con los límites máximos normativos y los de configuraciones tipo convencionales

Toma de medidas y dimensiones. Levantamiento de planos

De acuerdo con las mediciones realizadas en las diferentes visitas, se ha realizado el levantamiento de planos de planta de las viviendas a las que se ha tenido acceso. En ellos se pueden apreciar diferentes transformaciones interiores de distribución realizadas por los propietarios a lo largo de los años.

Esquema de planta acotada de la vivienda 4º A, plaza de Riofrío, 6. Estado actual, 2017-2018



Planimetría realizada por el Grupo de Investigación TEP-206
Tecnología de Materiales y Sistemas Constructivos. Caracterización y Sostenibilidad

TIPO C2c_ 5ºB, BQ.6			
6 viviendas por torre			
6 x 10 torres = 60 viviendas			
· Estar - comedor	11.74 m²	· Dormitorio 3	6.08 m²
· Cocina	6.44 m²	· Estar	15.85 m²
· Despensa	0.41 m²	· Armario	0.47 m²
· Aseo	4.58 m²	· Pasillo	3.67 m²
· Dormitorio 1	10.56 m²	· Vestibulo	6.07 m²
· Dormitorio 2	9.86 m²	Total sup. útil	75.73 m²
		Total superficie	87.80 m²

Hipótesis de composición de las envolventes

Respecto a la composición interior de la hoja ciega del cerramiento, los planos del proyecto de ejecución original a los que hemos tenido acceso no nos aportan información directa, por lo que se ha trabajado con diferentes hipótesis basadas en la documentación analizada. No se ha dispuesto de las mediciones del proyecto. Como dato inicial, se parte de un cerramiento formado por dos hojas de ladrillo con cámara de aire como único elemento aislante, como aparece descrito en la memoria del proyecto: «cerrándose sus muros con fábrica de ladrillo y tabique, dejando una cámara de aire para aislamiento entre ambos».²

Como se ha comentado, las Ordenanzas técnicas publicadas poco antes de la redacción del proyecto recogen una serie de recomendaciones constructivas nada innovadoras, pero que buscaban una economía de recursos inmediata y una mínima salubridad de la vivienda: «Muros de ladrillo visto al exterior o revestidos de fácil conservación. Cámara de aire en muros exteriores. Empleo únicamente de elementos verticales de hormigón armado solo en edificios en altura. Limitación al mínimo de cargaderos» (BOE, 16 de julio de 1955).

Por tanto, se desestima la utilización de cualquier otro material para aislamiento térmico, dejando esta función a la cámara de aire no ventilada. Por entonces, climáticamente, España se dividía en dos grupos. Sevilla se encuentra situada en el grupo primero, en el que «Los muros y cubiertas tendrán una conductibilidad inferior a 1,4 [...] Esto se conseguirá en los muros por los espesores suficientes y en las cubiertas por la elección de material de cubrición y elementos aislantes» (BOE, 16 de julio de 1955).

Por último, debemos atender a los distintos tipos de ladrillo utilizados en la composición del cerramiento, pudiéndose barajar diferentes opciones. Una opción sería la utilización de dos ladrillos distintos: en la hoja exterior, un ladrillo macizo; y en la hoja interior, un ladrillo hueco o «gafa», aunque este último empezó a utilizarse asiduamente con posterioridad.

La segunda opción sería la utilización del mismo ladrillo para ambas fábricas, dispuesto de formas diferentes: a *soga* para la hoja exterior y a *panderete* para la interior. Es posible que este ladrillo sea el denominado «coriano», fabricado en Coria del Río, cuyo apogeo se alcanzó en los años 50 y 60 con la construcción de la Ladrillera Coriana. En el proyecto de los Diez Mandamientos, obra del mismo arquitecto de 1958 de la que sí tenemos detalles constructivos, se utiliza una solución similar con el mismo tipo de ladrillo para las dos hojas.

2. Detalle de la página 4 de la memoria del proyecto original de la barriada de El Carmen de 1955.

Hipótesis de fachada bloque torre, 2017-2018

- Forjado existente unidireccional (20+5) de bovedilla cerámica y vigueta semirresistente en T invertida.
- Formación de pendiente (1-5%) de hormigón de carbonilla y cal, enrasada sobre maestras. Espesor medio de 8 cm. Existente.
- Doble capa de solería cerámica de ladrillo taco, espesor 5 cm. Capa inferior cogida con yeso negro, y capa superior de mortero de cemento. Capa de mortero de cemento de agarre y protección, espesor 2 cm.
- Solería cerámica de ladrillo fino 14x28, e. 1,5 cm.
- Lámina asfáltica de betún elastómero autoprottegida con aluminio gofrado. En los bloques de 10 plantas aparece pintada con clorocaucho y mallazo de fibra de vidrio.
- Capa de grava cogida con lechada de mortero de cemento, espesor medio estimado de 1,5 cm. Ø10 mm aproximadamente.
- Vierteaguas de chapa de acero galvanizado, espesor estimado de 3 mm, atornillado a cubierta.
- Canalón de chapa plegada de acero lacado de espesor 3mm, con sujeción a base de chapa plegada también de acero lacado.
- Guarnecido y enlucido de yeso fino YF25, acabado en una capa de pintura plástica con textura lisa, de color blanco. Espesor total 15mm. Existente en los pisos no reformados.
- Emparchado de ladrillo cerámico macizo (de taco), de 12 x 24 x 5 cm.
- Viga de descuelgue, de 30 cm de ancho y 65 cm de canto estimado, según hipótesis de canto de forjado de 25 cm, y descuelgue observado en las viviendas.
- Hoja interior de ladrillo cerámico macizo (de taco) de 12 x 24 x 5 cm.
- Cámara de aire no ventilada de 6 cm de espesor.
- Hoja exterior de cerramiento de medio pie de fábrica de ladrillo perforado cerámico, 24 x 12 x 7 cm, con embarrado de mortero de cemento en cara interior.
- Enfoscado de mortero de cemento, recubierto de pintura plástica blanca mate. Espesor 15 mm.
- Pieza de dintel de hormigón armado de canto estimado en 6cm.
- Ventana original de carpintería de madera (100x120 cm) con hoja de vidrio de 5 mm sencilla.
- Pieza de alféizar de ladrillo fino cerámico con goterón, de 14 x 28 x 1,2 (con corte a medida del espesor del cerramiento).
- Pieza de cierre de la cámara de aire, de LP cerámico de 24 x 12 x 7 cm.
- Cama de arena de 2 cm de espesor.
- Solería de terrazo de 3 cm de espesor de 30 x 30 cm.
- Formación de dintel con doble vigueta semirresistente de hormigón armado en T invertida de 10 cm canto.
- Pieza de alféizar de mármol encontrada en alguna de las viviendas visitadas, espesor medio de 3 cm. Se ha observado en otras viviendas el uso de vierteaguas cerámico esmaltado, de espesor probablemente 1,2 cm.
- Dintel de suela de hormigón armado con 2Ø12 y canto 7 cm para hoja exterior de cerramiento.
- Dintel de perfil angular de acero de 60x60 mm y espesor 5 mm.
- Ladrillo perforado de 12 x 24 x 7 cm de remate de dintel, cogido con yeso negro.
- Doble capa de solería cerámica de ladrillo cerámico macizo "coriano" de 11 x 22 x 2,5 cm. Capa inferior cogida con yeso negro, y capa superior de mortero de cemento
- Emparchado de ladrillo cerámico macizo "coriano", de 11 x 22 x 4,5 cm.
- Hoja interior de ladrillo cerámico macizo "coriano" de 11 x 22 x 4,5 cm.
- Hoja exterior de cerramiento de medio pie de fábrica de ladrillo cerámico macizo "coriano", 11 x 22 x 4,5 cm, con embarrado de mortero de cemento de 1 cm de espesor en cara interior.
- Doble ventana de aluminio de hoja sencilla de vidrio (espesor 4 mm).
- Hoja interior de fábrica de ladrillo hueco sencillo de 11,5 x 24 x 6 cm.
- Cámara de aire no ventilada de 6,5cm de esp.
- Solería de baldosa cerámica de 30 x 30 x 1,2 cm, cogida con mortero de cemento.
- Reja de forja lacada.
- Cerramiento de hoja sencilla de ladrillo perforado de 12 x 24 x 7 cm.

* Elementos añadidos al proyecto original,

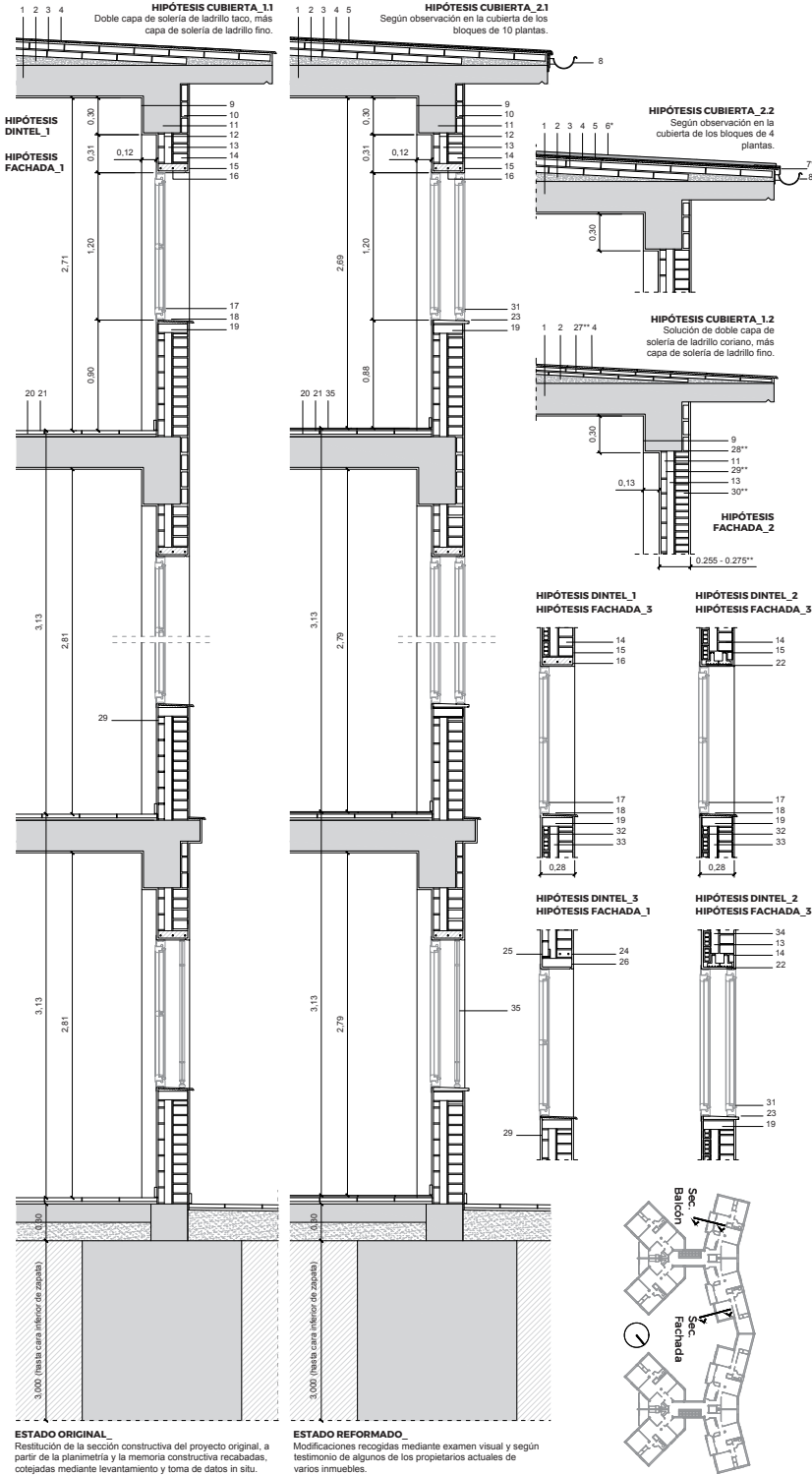
visibles en la cubierta de los bloques de 4

plantas (Plaza de Riofrío 12, bloques 05, 06).

Notas a la numeración:

* Elementos añadidos al proyecto original, visibles en la cubierta de los bloques de 4 plantas (Plaza de Riofrío 12, bloques 05, 06).

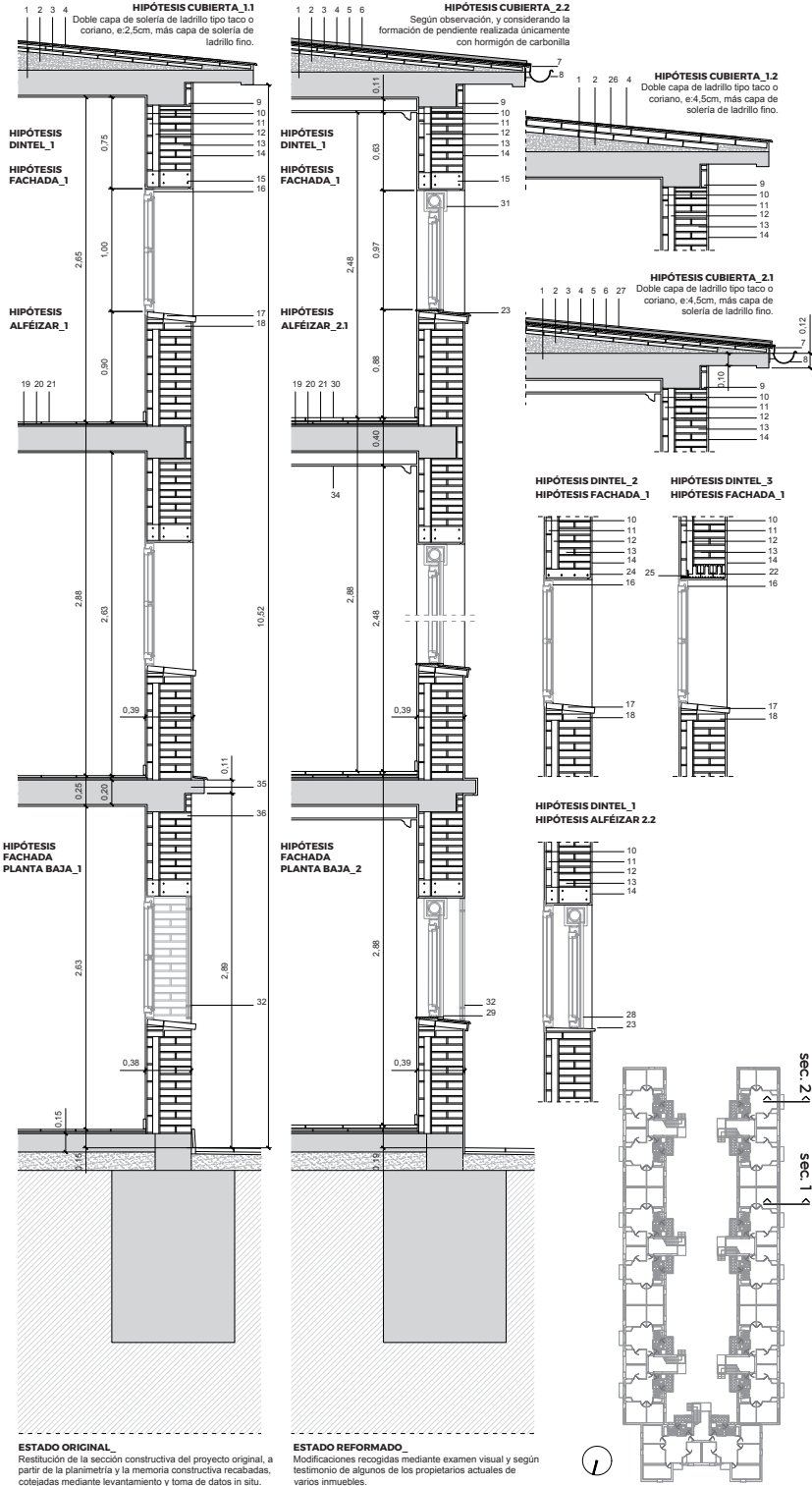
** Espesores de ladrillo coriano de 4,5-5/ 5,5 cm.



Hipótesis de fachada bloque lineal, 2017-2018

- Forjado unidireccional (16+4) de bovedilla cerámica y vigueta fabricada in situ.
- Formación de pendiente (10-15%) a la andaluza, con hormigón de carbonilla y cal, enrasada sobre maestras.
- Doble capa de solería cerámica de ladrillo taco, espesor 2,5cm. Capa inferior cogida con pasta de yeso negro, y capa superior de mortero de cemento. Capa de mortero de cemento de agarre y protección, espesor 2cm.
- Solería cerámica de ladrillo fino 14x28, e. 1,5cm.
- Lámina asfáltica de betún elastómero autoprottegida con aluminio gofrado.
- Capa de protección de asfalto, espesor medio estimado de 2,5cm.
- Vierteaguas de chapa de acero galvanizado, espesor estimado de 1,5mm, atornillado a cubierta.
- Canalón de chapa plegada de acero lacado de espesor 3mm, con sujeción a base de chapa plegada también de acero lacado.
- Emparchado de ladrillo cerámico macizo (de taco o coriano), de 25,5 x 13 x 4,5cm.
- Guarnecido y enlucido de pata de yeso fino YF25, acabado en una capa de pintura plástica con textura lisa, de color blanco. Espesor total 15mm. Existente en los pisos no reformados.
- Hoja interior de tabique de ladrillo cerámico macizo (de taco o coriano) de 25,5 x 13 x 4,5cm.
- Cámara de aire no ventilada de 5 cm de espesor.
- Hoja exterior de cerramiento de muro de carga, de un pie de fábrica de ladrillo macizo cerámico tipo taco o coriano de 25,5 x 13 x 4,5cm, con embarrado de mortero de cemento en cara interior, e. 1cm.
- Enfoscado de mortero de cemento a buena vista, recubierto de pintura plástica blanca mate. e. 15mm.
- Pieza de dintel ladrillo cerámico macizo tipo taco o coriano de 25,5 x 13 x 4,5cm armado.
- Ventana original de carpintería de madera de 67x100cm (en proyecto representado como 75x100cm) con hoja de vidrio de 5mm sencilla.
- Pieza de alféizar de ladrillo cerámico macizo tipo taco o coriano, de 25,5 x 13 x 4,5cm (con corte a medida del espesor del cerramiento). Pendiente del 5%.
- Piezas de cierre de la cámara de aire, de ladrillo cerámico macizo tipo taco o coriano, de 25,5 x 13 x 4,5cm / 2,5cm.
- Cama de arena de 1 cm de espesor.
- Capa de mortero de cemento de agarre, e:1cm.
- Solería cerámica de 28 x 28 cm, de e. 1,5 cm
- Formación de dintel con doble vigueta semirresistente de hormigón armado en T invertida de 10 cm canto.
- Pieza de alféizar de mármol encontrada en alguna de las viviendas visitadas, espesor medio de 3 cm / Vierteaguas cerámico esmaltado, de espesor probablemente 1,2 cm.
- Dintel de suela de hormigón armado con 4Ø12 y canto 7cm para hoja exterior de cerramiento.
- Dintel de perfil angular de acero de 60x60mm y e. 5mm.
- Doble capa de solería cerámica de ladrillo cerámico macizo "coriano" de 25,5 x 13 x 4,5cm. Capa inferior cogida con pasta de yeso negro, y capa superior de mortero de cemento
- Capa de pintura de clorocaucho aplicada sobre la capa de asfalto en cubierta (observada sólo en algunos parches de refuerzo).
- Doble ventana de aluminio lacado anodizado de hoja sencilla de vidrio (espesor 4 mm)
- Ventanal de doble hoja de vidrio de 4-6-4 mm (Climalit) de PVC, aluminio lacado anodizado (según vivienda), con caja de persiana.
- Solería de terrazo de 30 x 30 x 2,5 cm, cogida con mortero de cemento (también se observa el uso de baldosa de gresite en algunas viviendas, con espesor probablemente de 1,2-1,5cm).
- Ventana de doble hoja de vidrio de 4-6-4 mm (Climalit) de PVC, aluminio lacado o visto (según vivienda), con caja de persiana, de 67 x 100cm.
- Reja de forja pintada.
- Cerramiento de hoja sencilla de ladrillo perforado de 12 x 24 x 7 cm.
- Falso techo de escayola, suspendido con estopa y yeso grueso, con moldura perimetral (observada en varias viviendas visitadas).
- Cornisa mediante recrecido de la viga de borde, rematada en pieza de ladrillo cerámico fino, de espesor 1,2-1,5cm.
- Hoja exterior de cerramiento y muro de carga, de un pie de fábrica de ladrillo macizo cerámico compensado visto de 25,5 x 13 x 4,5cm.

Planimetría realizada por el Grupo de Investigación TEP-206 *Tecnología de Materiales y Sistemas Constructivos. Caracterización y Sostenibilidad*



El sistema de partida para el bloque lineal es el mismo que el del bloque alto, con una salvedad. El espesor del cerramiento medido *in situ* es de 39 cm y, además, el sistema estructural es distinto, ya que está basado en muros de carga de fábrica de ladrillo.

Para la solución constructiva del dintel de las ventanas se han desarrollado varias hipótesis que no podemos constatar al estar la fachada revestida por todos sus planos:

- Dinteles de hormigón rectangulares armados y prefabricados a pie de obra sobre los cuales se apoya la fábrica de ladrillo.
- Dinteles formados por viguetas prefabricadas de hormigón.
- Dinteles realizados con arco de descarga de ladrillo.

Cubierta

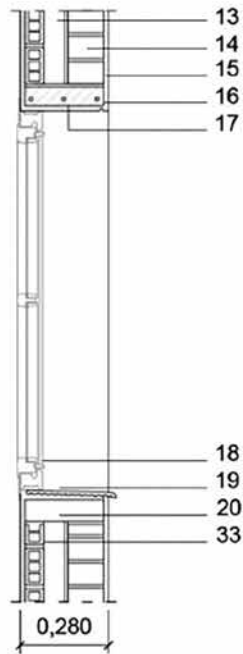
Respecto a la composición de la cubierta, no se ha encontrado en los planos del proyecto de ejecución original información directa, por lo que se ha trabajado con hipótesis basadas en la documentación analizada. Como dato inicial, se parte de una cubierta «de azotea a la catalana, siendo el resto de sus elementos de construcción sencillos», sobre forjado plano horizontal, tal como se especifica en la memoria del proyecto. Del análisis realizado en la visita se ha llegado a la conclusión de que la cubierta a la catalana no se ejecutó y se realizó una composición de cubierta a la andaluza.

La memoria no aporta más datos sobre las capas de la cubierta. Pero podemos deducir la composición de la misma del proyecto de los Diez Mandamientos de 1958, donde se utiliza una solución similar con una formación de pendiente de hormigón de baja densidad, compuesto de «carboncilla» y cal, una impermeabilización realizada con una o varias capas de ladrillo taco de pequeño espesor y un acabado de solería cerámica de 14 x 28.

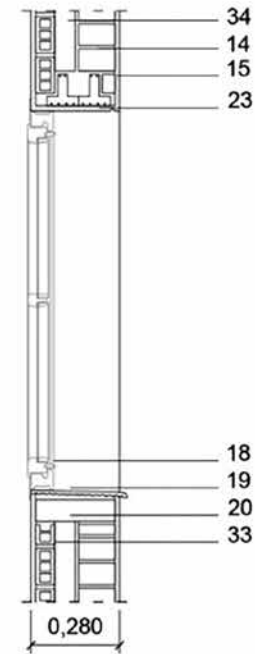
Conclusiones

De acuerdo con la documentación analizada, los ensayos, inspecciones y mediciones efectuadas, se han arrojado diferentes hipótesis de caracterización de los cerramientos y cubiertas de las dos tipologías de edificios y se han trasladado estas hipótesis a una propuesta gráfica. Por un lado, se han realizado hipótesis del estado primigenio en relación con lo supuestamente proyectado; y en segunda instancia, se ha incorporado planimetría del estado actual. Esto nos ha permitido realizar una comparativa para establecer la evolución de la envolvente en el tiempo.

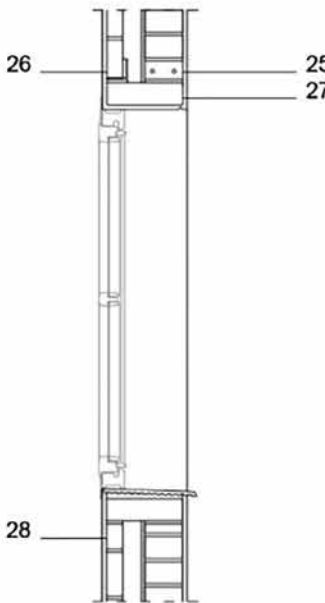
HIPÓTESIS DINTEL_1
HIPÓTESIS FACHADA_3



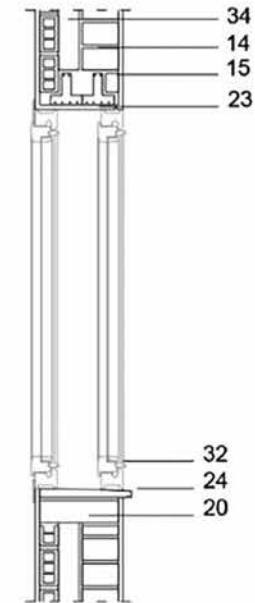
HIPÓTESIS DINTEL_2
HIPÓTESIS FACHADA_3



HIPÓTESIS DINTEL_3
HIPÓTESIS FACHADA_1



HIPÓTESIS DINTEL_2
HIPÓTESIS FACHADA_3



Hipótesis realizada para la solución del dintel de ventana.
Véanse las figuras de las págs. 208-209

Se puede concluir que, a lo largo de los años, en la envolvente no se han producido variaciones excesivas sobre el original, teniendo en cuenta la antigüedad de los edificios. Todas las reformas realizadas se pueden agrupar prácticamente según dos objetivos. En primer lugar, el mantenimiento necesario de estos edificios debido a su degradación:

- Reposición de revestimientos y pinturas exteriores.
- Reposición o mejora en las carpinterías de los huecos.
- Mejoras o reposición de impermeabilización de las cubiertas.

En segundo lugar, la mejora de prestaciones del edificio y las viviendas, así como pequeñas ampliaciones de superficie que destacan por su influencia en la volumetría y estética de la fachada:

- Incorporación de elementos de instalaciones a la fachada como las unidades de aire acondicionado.
- Colocación de canalización exterior vista en el borde del voladizo.
- Apertura de nuevos huecos en fachada y/o eliminación de las celosías originales.
- Cierre de los balcones originales con carpinterías de aluminio.
- Cierre de las escaleras en toda su altura con carpinterías de aluminio.
- Ampliación de los espacios de vivienda invadiendo zonas comunes como las cubiertas no visitables.

Todas estas reformas se han recogido tanto en la memoria como en las secciones constructivas que reflejan el estado actual en paralelo con la misma sección hipotética original.

Plano de muestra de la comparativa realizada entre lo proyectado y el estado actual



Planimetría realizada por el Grupo de Investigación TEP-206 Tecnología de Materiales y Sistemas Constructivos. Caracterización y Sostenibilidad

Bibliografía

AZPILICUETA, E. (2004): *La construcción de la arquitectura de posguerra en España*, Universidad Politécnica de Madrid.

BOE, 16 de julio de 1955: Orden de 12 de julio de 1955, por la que se aprueba el texto de las Ordenanzas técnicas y normas constructivas para «viviendas de renta limitada».

BOE, 23 de mayo de 1969: Orden de 20 de mayo de 1969, sobre Legislación de Viviendas de Protección Oficial y su Reglamento.

DELGADO ORUSCO, E. (2003): «La OSH y las normas de Cabrero», en C. Sambricio (Ed.), *Un siglo de vivienda social (1903-2003)*, Barcelona, Nerea, pp. 41-43.

Hogar y Arquitectura: revista bimestral de la Obra Sindical del Hogar, nº 1 (1955), nº 2 (1956), nº 3 (1956) y nº 4 (1956).

Ministerio de Fomento: Catálogo de elementos constructivos del CTE (v.2.1), octubre de 2011.

Ministerio de Fomento: Código Técnico de la Edificación, junio de 2017.

PIZZA, A. (2000): «Malos tiempos para la lírica. Esperanza y des-esperanza en la Europa de las posguerras», en *Los años 50. La arquitectura española y su compromiso con la historia*. Pamplona, Universidad de Navarra, pp. 49-57.

RECASENS, L. (1957-1958): *600 viviendas de renta limitada del total de 1.200 correspondientes al plan 1957-58 de Sevilla (Los Diez Mandamientos)*, ICAS-SAHP, Archivo Municipal de Sevilla.

RECASENS, L. (1957-1958): *Proyecto de 636 viviendas en Los Remedios, Sevilla (barriada de El Carmen)*, ICAS-SAHP, Archivo Municipal de Sevilla.

ROS GARCÍA, J.M. (2005): «La fábrica de doble hoja en Madrid, un siglo de cerramiento moderno», *Informes de la Construcción*, vol. 56, nº 495, pp. 57-72.

SAMBRICIO, C. (2004): *Madrid, vivienda y urbanismo: 1939-1960*, Madrid, Akal.

UNE-EN 673:2011 Vidrio en la construcción. Determinación del coeficiente de transmisión térmica (valor U). Método de cálculo.

UNE-EN 772-7 Métodos de ensayo de piezas de albañilería. Parte 7: Determinación de la absorción de agua por inmersión.

UNE-EN ISO 10077-1:2010 Comportamiento térmico de ventanas, puertas y persianas. Cálculo de la transmitancia. Parte 1: Generalidades.

UNE-EN ISO 13370:2010 Prestaciones térmicas de edificios. Transmisión de calor por el terreno. Métodos de cálculo.

UNE-EN ISO 6946:2012 Componentes y elementos para la edificación. Resistencia y transmitancia térmica. Métodos de cálculo.

UNE EN ISO 10456:2012 Materiales y productos para la edificación. Propiedades higrotérmicas. Valores tabulados de diseño y procedimientos para la determinación de los valores térmicos declarados y de diseño.

