



Management of the building survey at the refurbishing of the Carvajal/Giron's house in Plasencia

Gestión de la Dirección de Obra en la rehabilitación de la casa Carvajal/Girón de Plasencia

FERNANDO ISRAEL OLMEDO ZAZO

Arquitecto Técnico, C/ Río Guatén 22, 28970, Humanes de Madrid, España. e-mail: fiolmedoz@gmail.com

MANUEL VELÁZQUEZ OTERO

Arquitecto Técnico, Arram Consultores S.L.P., P/ San Francisco 2, 06002, Badajoz, España.

SERGIO JAVIER PEDROSA RUÍ

Ingeniero Técnico Industrial, Arram Consultores S.L.P., P/ San Francisco 2, 06002, Badajoz, España. e-mail: spedrosa@arram.com

FELIPE PASCUAL ESPÁRIZ

Arquitecto, C/ Bravo Murillo 95, 28003, Madrid, España. e-mail: fpe@hotmail.com

- ◊ Accuracy in data collection reduces uncertainties in the project.
- ◊ Acting in a catalogued historic building requires authorization from the Heritage Administration
- ◊ A correct building management methodology is the key to a success project.

The more accurate is the project, the less changes appear in the work. It's needed a full available original information for an accurate project. It is hardly possible in refurbishing works. There are hidden part of the building which cannot be analysed until they are not revealed, as a consequence it is not possible to define how to do on them. It is even harder in Heritage Historical building since a specific licence is required. In this article is shown how the building survey of the refurbishing of the Carvajal/Giron's house in a 4* Hotel was done.

Refurbishing; Historical building; Heritage; Building survey

- ◊ La precisión en la toma de datos reduce la incertidumbre en el proyecto.
- ◊ La actuación en un edificio histórico catalogado precisa de autorización del Departamento de Patrimonio de la Comunidad Autónoma.
- ◊ Una correcta metodología en la Gestión de Dirección de Obra es la clave para el éxito de un proyecto.

Toda obra se aproxima a su proyecto, cuanto más preciso es éste. Para que un proyecto sea preciso es necesario disponer de todos los datos de partida, empresa que no siempre es posible en obras de rehabilitación. El estado real de los elementos ocultos es imposible de determinar hasta que se descubren, lo que imposibilita la definición completa a priori de la actuación que necesitan. En los edificios históricos catalogados, además de la habitual licencia de obras expedida por el municipio, se precisa de una de una autorización expresa emitida por el Departamento de Patrimonio de la Comunidad Autónoma. En el presente artículo se indica el proceso de gestión de la dirección de obra en los trabajos de rehabilitación del Palacio Carvajal/Girón en hotel de 4*.

Rehabilitación; Edificio histórico; Patrimonio; Dirección de obra

1. CONDICIONES DE PARTIDA

1.1. CONDICIONANTES LEGALES

El edificio histórico del Palacio de Carvajal/Girón fue adquirido para su adecuación a un hotel de 4*. Se encuentra en el interior de la zona afectada por el Plan Especial de Protección del Recinto Intramuros de Plasencia, además de figurar con Nivel de Protección E, Estructural [1].

Una vez redactados los proyectos técnicos se enviaron al Ayuntamiento para la obtención de la oportuna licencia; adicionalmente, al tratarse de un proyecto que afectaba a un edificio catalogado, además de la autorización municipal se

requirió la autorización de la Comisión de Patrimonio de la Junta de Extremadura. En el proyecto, se hizo hincapié en las actuaciones sobre los elementos históricos para favorecer la tramitación de la licencia por parte de la Junta de Extremadura.

Tras la obtención de todos los permisos necesarios se procedió al inicio de las obras. En toda intervención la dirección de la obra recayó sobre un arquitecto y un arquitecto técnico. Además, por la complejidad de las instalaciones al tratarse de un edificio con uso hotelero, en este proyecto fue necesaria la participación de un ingeniero de instalaciones para la dirección de obra de las mismas (Fig. 1 a, Fig. 1 b, Fig. 1 c).

En los proyectos que afectan a edificios históricos catalogados puede precisarse la participación de un arqueólogo



Figura 1a: Fachada principal del edificio histórico Palacio Carvajal/Girón.

habilitado por el Consejería de Patrimonio de la Junta de Extremadura para tal actividad, como en el caso del presente proyecto[3]. La función del arqueólogo es la de garantizar que la obra se ejecuta conforme a las medidas de protección de patrimonio contempladas en el proyecto de obra

aprobado, y en caso de que se produzca alguna variación en las condiciones sobre las propuestas iniciales y/o proyectadas, evaluar la solución planteada y realizar un informe para la Comisión de Patrimonio, que debe autorizarla de nuevo.



Figura 1b: Plantas del estado original del edificio histórico Palacio Carvajal/Girón.

En aplicación de la Legislación vigente, la Junta de Extremadura, se convierte en la propietaria de todos los elementos arqueológicos encontrados durante la realización de las obras. Pudiendo llegar a exigir, llegado el caso y a la luz de los elementos encontrados, la realización de estudios o excavaciones adicionales para proseguir con los trabajos.

El trabajo realizado por el equipo de arqueólogos durante el desarrollo de toda la obra fue extraordinariamente responsable y riguroso. Su trabajo de catalogación de los elementos que aparecieron en la obra fue muy extenso y los informes que presentaban a la Comisión de Patrimonio de la

Junta de Extremadura eran sistemáticamente aprobados sin requerimientos, por la meticulosidad de su trabajo.

1.2. CONDICIONANTES DE OPERATIVOS

Para la redacción de los proyectos (Básico, Actividad y de Ejecución) se realizó una toma de datos del lugar. Un equipo de topógrafos hizo un levantamiento del edificio.

Se llevó a cabo además, una inspección de todo el edificio para determinar los materiales y el estado de conservación de todos los elementos constructivos de la obra.



Figura 1c: Plantas del estado reformado del edificio histórico Palacio Carvajal/Girón.

La realización de la toma de datos fue tan rigurosa como permitía la imposibilidad de montar elementos auxiliares, lo que requería la solicitud de un permiso especial. Además, en función del estado de conservación de los elementos, podría ser necesaria una actuación inmediata para asegurar su conservación, que también requiere autorización.

Por todo ello, uno de los condicionantes de partida fue el hecho de que durante el desarrollo de las obras, y con todos los medios auxiliares disponibles, podrían aparecer discrepancias entre la situación planteada en proyecto y la realidad del edificio.

Una vez iniciadas las obras, se podrían realizar todas las catas necesarias con todos los medios auxiliares necesarios. A la vista del estado real del elemento se sería posible decidir cuál era la actuación concreta a realizar y la prioridad para ejecutarla.

Durante la tramitación de las licencias se comenzó con la licitación de las obras mediante un concurso restringido. En el proyecto original se contemplaron todas las propuestas de decoración planteadas originalmente, muchas de las cuales tuvieron que modificarse, para ajustar el presupuesto de la obra a la inversión prevista.

Además de las partidas de decoración, se planteó a las empresas finalistas la posibilidad de ofrecer alternativas a los sistemas constructivos de proyecto.

2. PROBLEMAS ANALIZADOS

Como cabía esperar, a lo largo de la obra se produjeron varias discrepancias entre la solución planteada originalmente en el proyecto, y la solución finalmente ejecutada. El presente artículo se centra en la resolución de tres de ellas.

2.1. CAMBIO DE TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL

El edificio había sufrido numerosas modificaciones a lo largo de su vida útil. De la estructura original se conservaba únicamente los muros de carga, las escaleras, y parte de la estructura horizontal abovedada en la zona del patio trasero. Por este motivo, el grado de protección estructural del edificio se circunscribía a estos edificios, permitiendo actuar sobre el resto.

Al margen de los cambios en los acabados, las dos empresas finalistas consideraron que la sustitución de la solución de

tipología estructural conllevaría una reducción importante en el coste de la obra [4].

El edificio desde su construcción, había sufrido varias reformas y ampliaciones. La tipología y el estado de conservación de las diferentes estructuras de planta eran muy diversas, dependiendo del momento y posición concreto de su construcción.

Dada la gran variedad y tipología, para simplificar su definición, se llamará simplemente “forjado” cuando no se especifique su disposición concreta. La práctica totalidad de la estructura horizontal estaba formada por un envigado y entablado de madera de cierre directamente sobre ellas, pero había pequeñas zonas de ampliaciones más recientes, con forjados de vigueta metálica.

Debido al cambio de uso del edificio, fue necesario reforzar la mayoría de los forjados. Además, para ganar altura en el bajo cubierta planteado, se consiguió el permiso para bajar la cota del forjado de piso de bajo-cubierta a fin de aumentar la altura disponible. En definitiva, muchos forjados se vieron afectados.

Algunos de ellos, si bien se encontraban en mal estado desde el punto de vista estructural, presentando grandes deformaciones por flecha a causa de la fluencia de la madera debido a los sucesivos recrecidos durante su vida útil. Esta situación limitó su capacidad para asumir el incremento de carga, a pesar de que se deseaba su conservación por el alto valor estético [5].

El conjunto de las grandes jácenas de madera principales, el envigado, y el tablero de cierre, proporcionaban un enorme valor histórico y estético al edificio (Fig. 2). Por otro lado el tablero superior presentaba niveles diferentes dentro de una misma planta, lo que implicaba la existencia de escalones aislados para pasar de una estancia a otra. La normativa de seguridad prohíbe la presencia de estos peldaños, exigiendo un mínimo de tres escalones en los recorridos de evacuación [6].

La decisión del proyecto fue dejar los envigados existentes in función resistente, a modo de encofrado perdido, y sobre ellos, colocar los la estructura horizontal definitiva.

Además de la función resistente, estos nuevos forjados también mejorarían el comportamiento acústico y de protección contra el fuego exigible en un hotel, que los forjados originales no serían capaces de proporcionar. La

nueva estructura se colocaría toda a la misma cota para absorber las diferencias de niveles.

2.2. IMPOSIBILIDAD DE EXCAVACIÓN EN EL PATIO

Según el proyecto original, el corredor existente en planta 1ª hacia el patio en la c/ Santa Isabel, se iba a cubrir. Bajo él, estaba prevista la colocación de una rampa para el acceso, tanto de personas con movilidad reducida como de equipajes al interior del hotel.

Al tener que reforzar la zona, se había previsto la colocación de un pórtico metálico con dos líneas de pilares, en lugar del único pilar existente.



Figura 2: Estado inicial de los forjados del edificio histórico Palacio Carvajal/Girón.

Por otro lado, al realizar los trabajos de excavación para la colocación de la grúa de obra en el patio a la C/ Santa Isabel, aparecieron varios restos de una edificación antigua (Fig. 3).

Esto obligó a la paralización momentánea de los trabajos durante tres semanas en la zona, a fin de que el equipo arqueológico pudiese catalogar todos los nuevos elementos aparecidos, ya que la posición donde estaba prevista la colocación de los nuevos pilares estaba muy próxima a este lugar.

Considerando el hecho de que la excavación de las zapatas previstas para el apoyo de los pilares incrementaba la posibilidad de que apareciesen nuevos restos, y hubiese que paralizar de nuevo la obra, la propiedad instó a la Dirección Facultativa para que buscara una solución alternativa a la del proyecto para no tener que continuar con nuevas excavaciones.

2.3. ERROR EN LAS COTAS DE PLANTA BAJO CUBIERTA SOBRE LA ESCALERA PRINCIPAL

Previo al inicio del desarrollo del proyecto, se encargó a un topógrafo el levantamiento de los planos completos del estado actual del edificio. En ellos, figuraban tanto las dimensiones en planta como las cotas en altura, lo que permitió usarlos como base para el desarrollo completo del proyecto.



Figura 3: Estado inicial del patio del edificio histórico Palacio Carvajal/Girón.

La colocación de los baños de unas habitaciones estaba proyectada sobre de la escalera principal (Fig. 1c y Fig. 4). Estado inicial de la escalera principal). Para reforzar la zona estaba prevista la colocación de una losa de reparto de 14 cm sobre el entablado existente.

Durante los trabajos de replanteo de los diferentes forjados, pudo comprobarse que la cota de dicho entablado, estaba 6 cm por encima de la cota del suelo terminado según proyecto. Había por tanto una diferencia de 20 cm entre las cotas previstas en proyecto y las que resultarían de aplicar la solución planteada sobre la realidad de la obra.

La zona en cuestión era un bajo-cubierta, por lo que esa diferencia de cotas hacía inviable mantener la superficie del cuarto de baño. Incluso variando la distribución en planta del cuarto de baño, no era posible conseguir la dotación mínima exigible a los cuartos de baño de los hoteles de 4* conforme al Decreto 235/2012, por el que se establece la ordenación y clasificación de los Alojamientos Turísticos Hoteleros de la Comunidad Autónoma de Extremadura [7] con unas alturas libres aceptables. La inclinación de la cubierta provocaba que cada cm perdido en altura, se redujese 1,8 cm en planta., por lo que se hizo necesario la reducción de espesor de la losa para ganar altura libre.

3. SOLUCIONES ALTERNATIVAS DE OBRA

A la luz de todos estos condicionantes, la Dirección Facultativa llevó a cabo las siguientes actuaciones coordinadas con la propiedad, el decorador, y el equipo arqueológico.

3.1. CAMBIO DE FORJADOS

3.1.1. ALTERNATIVA DE PROYECTO

En el proyecto de ejecución, estaba prevista la colocación de un forjado de viguetas metálicas. Sobre los perfiles metálicos, se colocaría un doble tablero de madera-cemento. Además, entre el tablero existente y el nuevo forjado, se colocaría una manta de lana de roca y un tablero de yeso laminado con propiedades de protección contra el fuego reforzado. La manta de lana de roca proporcionaría aislamiento acústico y



Figura 4: Estado inicial de la escalera principal del edificio histórico Palacio Carvajal/Girón.

el tablero protección frente al fuego.

En los casos en que no se iba a mantener el forjado original, la protección frente al fuego se había planteado mediante la proyección de un mortero ignífugo de vermiculita.

El encuentro de las viguetas metálicas con los muros de carga se resolvía mediante la colocación de placas de anclaje atornilladas sobre los durmientes de madera que presentaban un buen aspecto sin presencia de xilófagos o restos de deterioro [8], [9], [10], [11] y [12].

Para conseguir la cota necesaria, se colocarían casquillos auxiliares sobre las placas para que todas las caras superiores de las viguetas estuvieran a la misma cota, independientemente de su sección.

Se pensó en esta solución por la facilidad de manejo interior del tablero de madera-cemento. Las viguetas resultantes no eran de excesivo canto y podían distribuirse de forma manual entre varios operarios.

3.1.2. ALTERNATIVA DE FORJADO CONVENCIONAL

En la licitación, las dos empresas constructoras finalistas coincidían en el ahorro que supondría la colocación de un forjado convencional de vigueta de hormigón y bovedilla cerámica, frente a la solución de proyecto. No solo por el ahorro directo de una solución frente a la otra, sino por la no necesidad de utilizar una protección ignífuga adicional y reducir el aislamiento acústico, en la mayoría de las ocasiones, simplemente a una lámina de ruido de impacto.

El problema surgió en la unión de un forjado convencional con muros de carga de gran espesor y continuos en altura. Uno de los condicionantes de partida era el de mínima agresión al inmueble, lo que rechazaba la idea de cajear el muro en toda su longitud para generar el apoyo para el nuevo forjado convencional.

Esta circunstancia se incrementaba con la presencia de las jácenas intermedias proyectadas en los vanos de mayor luz, para reducir los momentos. Finalmente se optó por un forjado de nervios hormigonados *in situ* y bovedillas cerámicas.

Surgían por tanto varios encuentros posibles:

- ◆ Jácenas acometiendo a muro.
- ◆ Vanos de forjado acometiendo a muro de fachada.
- ◆ Vanos de forjados en continuidad acometiendo a muros intermedios.
- ◆ Vanos de forjados paralelos a muros de carga.

3.1.2.1. JÁCENAS ACOMETIENDO A MURO

Las jácenas intermedias de los vanos se colocaron metálicas. Al existir grúa en obra, el manejo de las mismas no constituyó un gran problema en la gestión de los distintos tajos.

Para el reparto de cargas, se optó por la colocación de unos dados de hormigón en los apoyos, sobre la que se recibió una placa de anclaje (Fig. 5). Los dados de hormigón se calcularon considerando una tensión de trabajo de los muros de 5 N/mm².

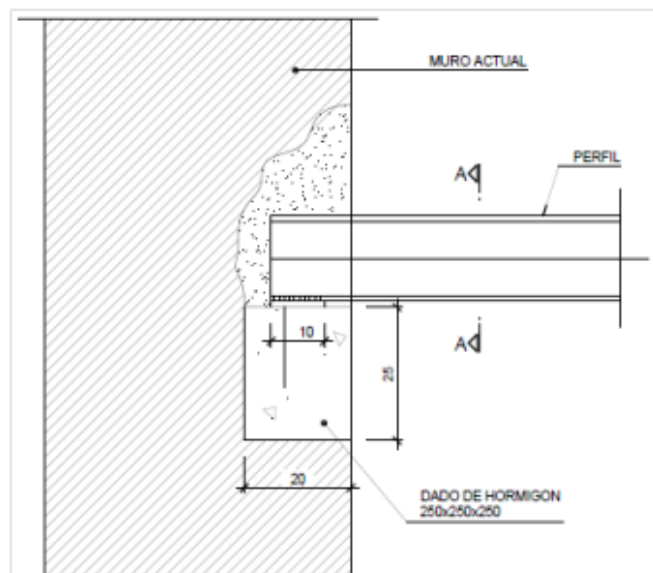


Figura 5: Jácenas acometiendo a muro.

3.1.2.2. APOYOS DE FORJADO ACOMETIENDO A MURO DE FACHADA

Los encuentros de los forjados con los muros de carga en el principio de vano se resolvieron igualmente con dados de apoyo y un zuncho de reparto. Para lo que fue necesaria la realización de un cajeo longitudinal en el muro de 5 cm y el canto del forjado.

En cada uno de los encuentros de los nervios *in situ* del forjado, se practicó un mechinal en el muro de carga. La sección en planta del apoyo es tal que la tensión transmitida al muro es inferior a la tensión de trabajo del mismo (Fig. 6).

Además, se colocó una armadura de conexión entre el muro y el propio nervio, así como un zuncho de unión entre todas las cabezas de las viguetas en su encuentro con el muro. Por simplificación de montaje en obra, y del lado de la seguridad, se tomó el valor de cálculo del caso anterior.

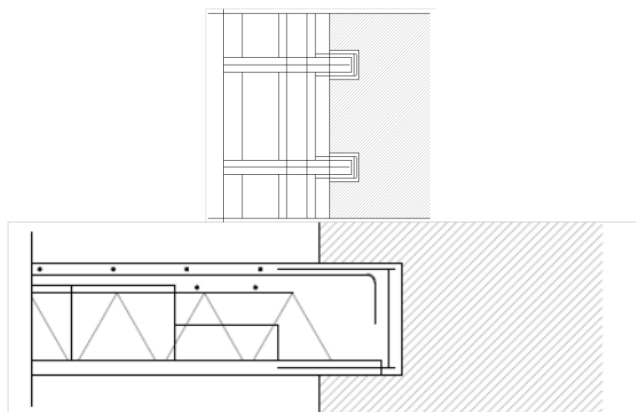


Figura 6: Apoyos de forjado acometiendo a muro de fachada.

de los zunchos que abrochaba el muro estaba unido entre sí por los conectores pasantes a través del muro. Los conectores a su vez, transmitían las cargas al muro (Fig. 7).

Para el cálculo se tuvo en cuenta que la superficie de contacto entre los conectores y el muro fuera suficiente para que la tensión a la que trabaje el muro sea inferior a la tensión de trabajo de la fábrica [13].

La separación de los conectores fue diseñada para conseguir distribuir la carga de la forma más uniforme posible sin horadar en exceso la fábrica. El dimensionado de la unión de los conectores a la fábrica se realizó considerando el nudo como una ménsula corta.

Por otro lado, las vigas se consideraron como vigas multiapoyadas [14] y [15]. Para simplicidad de trabajo en obra, se dimensionó únicamente el elemento más cargado, extendiendo las hipótesis de cálculo al resto de la obra. En alguna ocasión, ha sido necesario incrementar la cuantía del elemento más solicitado a fin de alcanzar los valores mínimos previstos por retracción.

3.1.2.3. APOYOS DE FORJADOS EN CONTINUIDAD ACOMETIENDO A MUROS INTERMEDIOS

Los forjados que acometen a muros intermedios se solucionaron con zunchos continuos y pasadores. A lo largo de cada una de las caras del muro, fue practicado un cajeadado continuo de 5 cm y el canto del forjado.

Posteriormente fueron realizando huecos pasantes cada 1,60 m. Los forjados entregan sus cargas a los zunchos. Cada uno

3.1.2.4. APOYOS DE FORJADOS PARALELOS A MUROS DE CARGA

Los encuentros de los forjados con los muros de carga, parale-

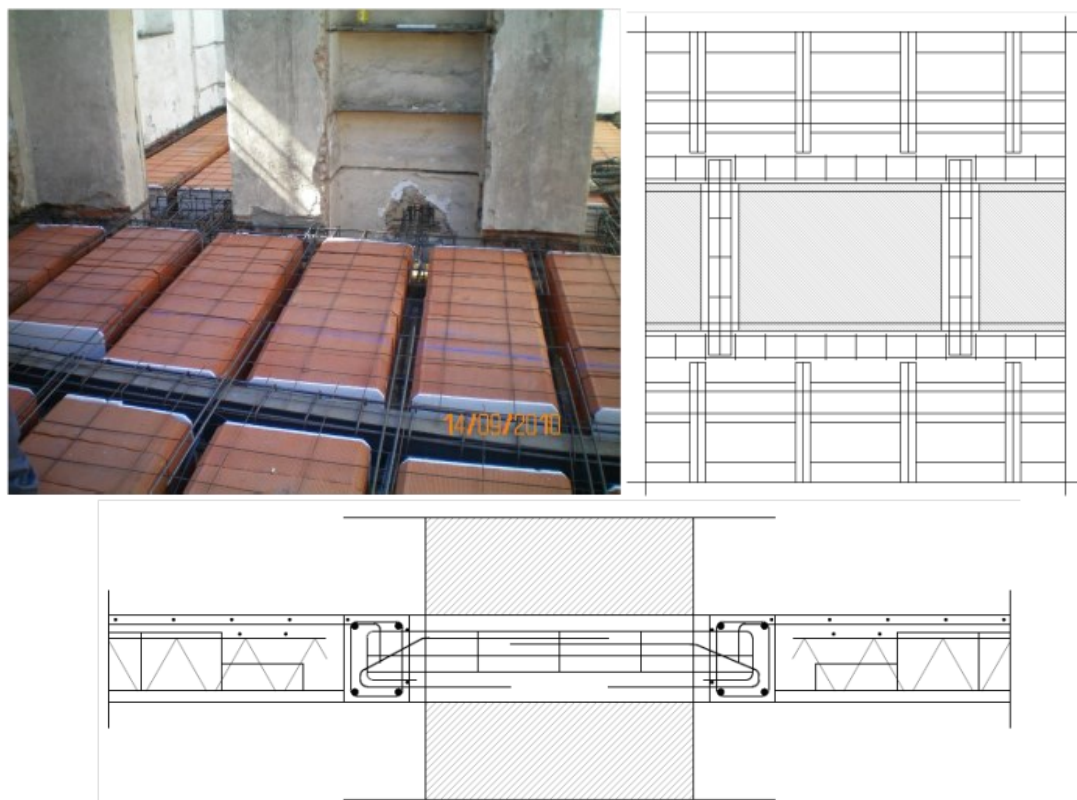


Figura 7: Apoyos de forjados en continuidad acometiendo a muros intermedios.

los a la dirección del forjado se han resuelto mediante la realización de un cajeadado continuo de 5 cm y el canto del forjado.

El encuentro entre el cierre del forjado y el muro se diseñó con un zuncho de atado, utilizando por simplicidad en la ejecución en obra, y del lado de la seguridad, la misma sec-

ción que el zuncho del caso anterior (Fig. 8).

3.2. IMPOSIBILIDAD DE EXCAVACIÓN EN EL PATIO

3.2.1. CONDICIONANTES CONSTRUCTIVOS

El estado del patio antes del comienzo de los trabajos era de

completo abandono, lo que dificultaba el acceso mas allá del pórtico de entrada, para la toma de datos previa a la redacción del proyecto. El inicio de la obra y su limpieza, facilitaron el acceso a su interior.

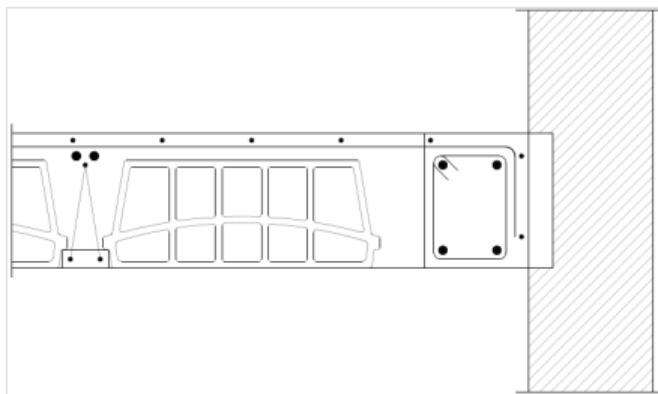


Figura 8: Apoyos de forjados paralelos a muros de carga .

La composición del patio, (Fig. 1b) tomando como referencia su pared a la calle Santa Isabel, y girando en el sentido de las agujas del reloj, es la que se indica a continuación:

La pared de separación con la calle Santa Isabel estaba formado por un muro de ladrillo, completamente ciego de dos plantas de altura. El muro contaba con un escalón al interior, a la altura de la primera planta, con una reducción de su espesor.

Por el lado de la calle estaba revestido por un revoco de cal tradicional. En su cara interior, el ladrillo se encontraba a la vista, a pesar de no estar concebido para estar sin acabado. En algún momento la fachada contó con huecos exterior, pero en el momento de la intervención se encontraban cegados.

La siguiente fachada del patio estaba orientada al grueso de la edificación. En planta baja existía una zona porticada con cuatro pilares y tres arcos de medio punto, coronada por una grisalla de escayola.

En el nivel de la planta baja, por encima del nivel del patio y delante de los arcos, existía un frente de escaleras. En planta primera, una pasarela volaba del plano de la fachada y sobre ella se encontraba la cubierta inclinada del edificio. El vuelo de la pasarela estaba aliviado por un pilar metálico sobre una zapata de granito, ubicado aproximadamente en

el centro del vano.

En la terraza que se formaba en planta primera, saliente del plano de la fachada en planta baja, se encontraban también unos pequeños pilares metálicos, separados a distancias aproximadas de 2,00 m, que soportaban el borde de la cubierta. La fachada estaba constituida por fábrica de ladrillo revestida con un revoco de cal.

El siguiente frente estaba formado por una fachada de ladrillo revestido por un revoco similar al descrito anteriormente. En planta baja se encontraban las caballerizas. En planta primera se encontraba la cocina y habitaciones de servicio. La fachada estaba parcialmente cubierta por una enredadera que había crecido salvaje en los años de abandono del edificio.

La última de las fachadas del patio estaba formada por la medianera con una edificación colindante, que se levantaba hasta aproximadamente dos metros de altura del suelo. De este punto hacia para arriba, hasta una altura de dos plantas, se levantaba una pared privativa del colindante. Ambos cerramientos estaban conformados por muros de fábrica de ladrillo y revestidas por un revoco de cal.

3.2.3. ALTERNATIVA DE PILAR CON APOYO ELÁSTICO

En primer lugar, cabe destacar que en el momento de la realización del proyecto, no se habían realizado los hallazgos en el patio de aparcamiento.

El saliente de la fachada en el estado original sólo era útil en la terraza de planta primera. En la nueva distribución pasaba a ser aprovechado como parte de las habitaciones, tanto en planta primera como segunda, pasando a constituir un espacio útil, tanto en planta primera como en la altura ganada a la planta segunda. Por ello, era necesario el cerramiento completo el plano sobresaliente de la terraza, para pasar a incorporarse como espacio interior de las habitaciones.

Se ha creado un nuevo pórtico, manteniéndose los apoyos sobre los muros de carga en los extremos, pero repartiendo la carga sobre dos pilares, en lugar de uno. A nivel de planta primera, los pequeños pilares, muy próximos, se sustitúan por pilares de mayor sección, coincidente con la separación de las habitaciones.

Los pilares nuevos que se creaban en planta baja se apoyaban en el terreno sobre unas zapatas aisladas de hormigón armado. Los pilares nuevos nacían de la viga de borde.

El dimensionado de esta solución estaba supeditado a los resultados del estudio geotécnico que se realizó una vez el patio fue despejado. El valor resistente del terreno era superior al valor previsto. Se había hecho una estimación de una resistencia del terreno de 0,20 N/mm², mientras que la capacidad portante del terreno, según los datos del estudio geotécnico era de 0,28 N/mm².

3.2.3. ALTERNATIVA DE PILAR CON APOYO ELÁSTICO

En el momento de iniciar las obras, el saliente de la fachada

estaba soportado únicamente por un pilar metálico sobre una basa de piedra. Con las modificaciones introducidas en proyecto el estado de cargas varió considerablemente, al aumentar las cargas, tanto las sobrecargas de uso como las debidas al peso propio de los elementos.

La terraza cambió de tener un uso de vivienda a otro residencial-hotelerero. Además, en esa zona se proyectó una bañera, cuyo peso llena de agua era muy superior a la preexistente. El cerramiento ciego que se incorporó también aportaba un nuevo valor de carga muy superior de la barandilla existente.

Si la configuración de la estructura existente se mantenía, el sistema podría alcanzar el equilibrio solo aumentando las secciones resistentes:

- ♦ La viga de borde debía incrementar su inercia para aumentar su capacidad a flexión.
- ♦ El pilar debía aumentar su sección para resistir el incremento de la carga axil y el momento asociado.
- ♦ La zapata debía incrementar el área en la base para resistir el aumento de la carga transmitida por el pilar.

Como se ha enunciado en los antecedentes, no fue posible excavar para aumentar la sección de la zapata por el riesgo de aparición de más restos arqueológicos. Para mantener la configuración existente, fue necesario dotar de un sistema que limite la carga transmitida a la zapata.

Por el principio de superposición de acciones, cualquier sistema estructural, puede desgranarse como la suma de varios subsistemas. Una viga empotrada puede simplificarse como una viga biapoyada y unos momentos en los apoyos. Una viga triapoyada puede simplificarse como una viga biapoyada y una carga puntual interior, que provoque el efecto equivalente al de un apoyo.

Ese efecto persigue que la deformada en ese punto sea nula. (Fig. 9) Profundizado un poco más, si se introduce una carga (la reacción del pilar para que la zapata trabaje a su límite) se puede determinar su deformada. Dando la vuelta al planteamiento, si se condiciona una deformada, se está forzando el valor de la carga.

Lo que planteaba esta solución era la limitación de la carga transmitida al pilar por la imposición de una deformada previa. Desde el punto de vista de cálculo, era necesario limitar la deformada en el apoyo, para que la flecha total, en el interior de los vanos, cumpliera con las limitaciones de flecha total del sistema. Además había que peritar los apoyos de la viga.

La carga que en principio se iba a transmitir al pilar central, por la imposición de la deformada, desde ese momento se desplazaría a los apoyos extremos. Tuvo que peritarse, tanto la capacidad resistente del muro, como la cimentación existente para la nueva carga actuante.

Desde el punto de vista constructivo tuvo que resolverse el encuentro, partiendo de la solución planteada que pretendía que la deformación introducida fuera la suma de la deformada del pilar más la deformada de un taco de caucho.

El caucho tiene un módulo de deformación muy inferior al módulo de deformación del acero (el valor del caucho blando está en el orden de los 10 N/mm², el valor del acero es de

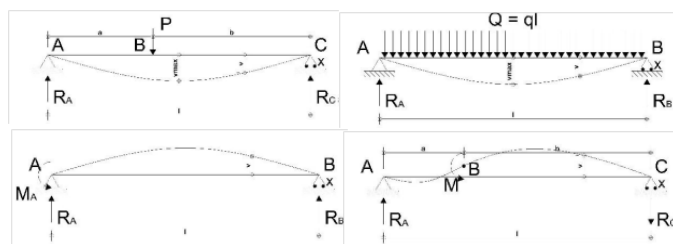


Figura 9: Esquema de vigas.

210.000 N/mm², 21.000 veces mayor). Por este motivo, puede despreciarse la deformación del acero. Además, la introducción del taco de goma absorbe las deformaciones de giro, por lo que no se transmiten momentos al pilar.

Se pretendía colocar un pequeño suplemento a la viga, con la misma dimensión que el taco de goma y de la misma sección que el pilar, para colocar a continuación una placa centrada en el suplemento y posteriormente el taco de goma. Por último el pilar coronado por una placa de características similares a las del suplemento de la viga. De esta forma, desde el punto de vista estructural, se consiguió que el taco de goma trabajase en toda su sección de forma uniforme. Desde el punto de vista estético, se creó un "capitel" similar al de las columnas de piedra existentes (Fig. 10a, 10b y 10c).

3.2.4. ALTERNATIVA DE CORREDOR VOLADO

El saliente del vuelo respecto del plano de la fachada era relativamente pequeño (1,60 m). El segundo vano de la fachada estaba relativamente próximo (3,20 m). La relación entre el vuelo y el vano adyacente era de 1 a 2, por lo que se buscó un modelo de estructura mediante vigas en voladizo, que transmitiera a los dos vanos contiguos. Al repetir la misma configuración en las dos plantas, se consiguió reducir a la mitad la carga a la que trabajaban las vigas en voladizo.

Para la colocación de las vigas en voladizo fue necesaria la colocación de un dado de apoyo, similar al explicado en los encuentros de forjados, en el muro más alejado del borde.

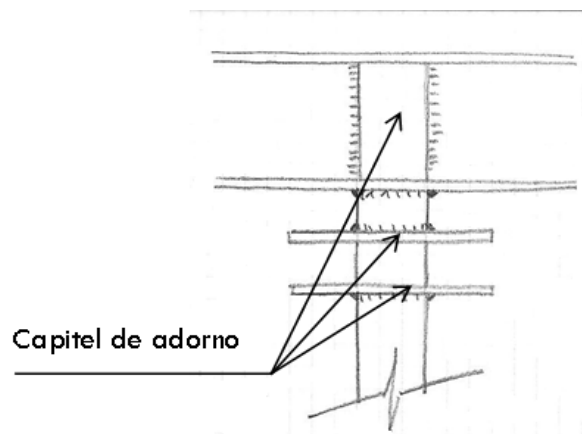


Figura 10a: Detalles de apoyo elástico.

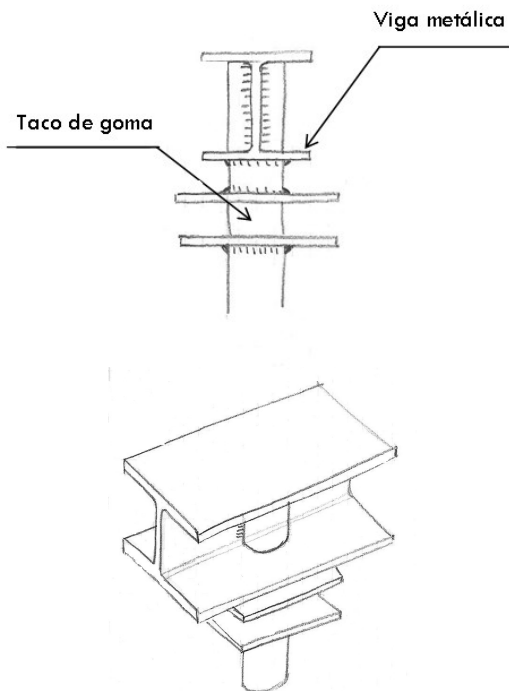


Figura 10b y 10c: Detalles de apoyo elástico.

En el muro de fachada, esta solución no fue posible por no tratarse de un muro, sino de un pórtico de columnas. Por lo que se adoptó la solución de colocar un zuncho corrido a lo largo de todo el pórtico que abrazase a las nuevas vigas colocadas.

La disposición de las viguetas del forjado era perpendicular a los pórticos, por lo que colaboraban a la absorción de las

cargas de las vigas principales (Fig. 11).

3.2.5. SOLUCIÓN ADOPTADA

La propuesta original se integraba en la nueva rampa de acceso al hotel de la zona de aparcamiento, colocando los pilares en las esquinas de las mesetas de cambio de dirección. La idea se planteó buscando una mejor integración de la estructura en la distribución respecto del estado actual. La solución del apoyo elástico para mantener los elementos originales era la más integradora, pero dificultaban el acceso a través de la rampa.

Por último, la solución en voladizo era la más agresiva para el edificio, pero permitía la mejor adopción de la solución de la rampa. En caso de tener que variar, como se planteó más adelante en la obra por otros motivos, la disposición de la rampa, era la única que no presentaba ninguna limitación.

La solución, además de ser estructuralmente válida, debía de encajar con la estética del conjunto y ser respetuosa con el edificio. De conformidad entre todas las partes, la propiedad, la Dirección Facultativa, el decorador y el equipo de arqueología llegaron a consenso que la solución que mejor se ajustaba era la solución en voladizo.

3.3. ERROR EN LAS COTAS DE PLANTA BAJO CUBIERTA SOBRE LA ESCALERA PRINCIPAL

3.3.1. CONDICIONANTES CONSTRUCTIVOS

Como se reflejó anteriormente, previo al inicio del desarrollo del proyecto, se encargó el levantamiento topográfico de



Figura 11: Corredor volado.

los planos completos del estado actual del edificio. En ellos figuraban tanto las dimensiones en planta como las cotas en altura y en base a esa documentación se desarrolló el proyecto completo.

En el replanteo de obra se comprobó que la cota del entablado existente, previa a cualquier actuación, estaba 6 cm por encima de la cota de suelo terminado de proyecto.

La escalera principal del edificio es uno de los elementos de mayor valor arquitectónico y mejor conservado de la Casa-Palacio. El espacio donde se ubica la escalera está coronado con una zona alicatada con cerámica de Talavera del siglo XVI perfectamente conservada.

El techo a su vez, está formado por una estructura de madera, igualmente bien conservada y de gran belleza. En este caso las vigas de madera tienen algo de flecha derivada de la fluencia.

3.3.2. ALTERNATIVA DE PROYECTO

La estructura de refuerzo planteada en este caso era la colocación de una losa de hormigón sobre la estructura original. Parte de la carga la seguiría soportando la estructura original, asumiendo la nueva losa la carga restante.

La losa se apoyaba sobre los muros perimetrales que delimitaban la escalera. La actuación se ejecutaba completamente desde arriba, por lo que los elementos inferiores a conservar no se veían afectados.

3.3.3. ALTERNATIVA DE FORJADO DE CHAPA COLABORANTE

La búsqueda de una solución alternativa que permitiese la reducción del espesor respecto a la solución original, consistió en un forjado de chapa colaborante en la estructura de madera existente.

En primer lugar, se colocaba una viga maestra sobre la carrera central de madera, por encima del entablado existente. Se retiraba parcialmente el entrevigado de madera (únicamente entre dos viguetas de madera) en los tres vanos en que se iba a apoyar la chapa colaborante.

Posteriormente se colocaban las vigas secundarias de la estructura, por un lado apoyados en el muro de carga y por otro colgadas de la nueva viga maestra. La cara superior de las vigas estaba enrasada con la cara superior del entablado. Se continuaba con la colocación de la chapa metálica. Desde el punto de vista de cálculo, se consideraba que únicamente apoyaba sobre las nuevas vigas de acero. En el proceso constructivo se apoyaba sobre el entablado de madera y se soldaba a la estructura. La estructura de madera servía de apeo de la chapa para su hormigonado.

Para rematar la obra, se cerraba la viga metálica entre las viguetas de madera con un cajeado. De este modo, daba la sensación de estar ante una estructura de madera con dos órdenes de vigas (Fig. 12).

Con esta forma de trabajar, también se acometen desde arriba los trabajos, por lo que en principio no deben de sufrir los

elementos a conservar de la estancia de la escalera. La operación más delicada era la colocación de las viguetas metálicas entre las viguetas de madera.

El corte del entarimado se realizó con una sierra sable. Las viguetas estaban apoyadas en una carrera continua, ambos elementos de madera sobre el muro de carga. Se atornilló una placa de anclaje sobre dicha carrera de madera. Las viguetas se soldaron sobre dicha placa de anclaje.

4. METODOLOGÍA DE TRABAJO

La metodología de trabajo de la consultora en la fase de Dirección de Obra se rige según el procedimiento PG-022 del Sistema de Gestión de Calidad de la organización, basado en las normas ISO 9001:2015 (Sistemas de Gestión de la Calidad) e ISO 21500:13 (Dirección y Gestión de Proyectos) [16].

Este procedimiento de calidad proporciona un protocolo sistematizado de cómo realizar la dirección de obra de un proyecto.



Figura 12: Forjado de chapa colaborante.

El equipo interdisciplinar de Dirección de Obra, formado por un arquitecto, un arquitecto técnico y un ingeniero de instalaciones, partiendo de unos inputs (Proyecto, Planificación, Requerimientos del cliente, Alcance, Contrato, ...), comienza a trabajar de acuerdo con el flujograma de la figura 1 (Estudio del proyecto, Selección de los proveedores, Planificación de la ejecución, ...) (Fig. 13).

Dentro de todos los procesos que se desarrollan en la Dirección de Obra de un proyecto, toma especial relevancia en los proyectos de rehabilitación la gestión de los riesgos, la gestión de los costos y el control de cambios del proyecto, según se deduce de los problemas analizados en el presente artículo.

Al tratarse de un edificio histórico catalogado, todas las actuaciones estaban sujetas a un estricto control por parte del equipo de arqueólogos, además de tener que cumplir con los requerimientos urbanísticos del ayuntamiento, muy rigurosos para este edificio.

Se realizaron cambios con respecto a proyecto que tuvieron como origen la aparición de restos arqueológicos, que debían de ser totalmente descubiertos, documentados y evaluados, antes de continuar con el avance de la obra, lo que en el mejor de los casos solo provocaba retrasos y por lo tanto sobrecostos.

Pero en otras ocasiones, estos descubrimientos implicaban la búsqueda de soluciones técnicas alternativas que permitieran solventar las dificultades, que dichos descubrimientos implicaban en cuestiones como trazado y huecos de instalaciones, acabados, reducciones de altura útil, etc.

Con estos y otros problemas que aparecieron durante la fase de obra, la sistemática realizada era siempre la misma:

- Estudio desde el punto de vista técnico (de todo el equipo de Dirección de Obra y el equipo de arqueólogos) de las posibles alternativas.
- Evaluación económica y temporal de cada una de las alternativas, junto con la empresa constructora.
- Viabilidad legal (desde el punto de vista urbanístico y arqueológico) de dichas soluciones.

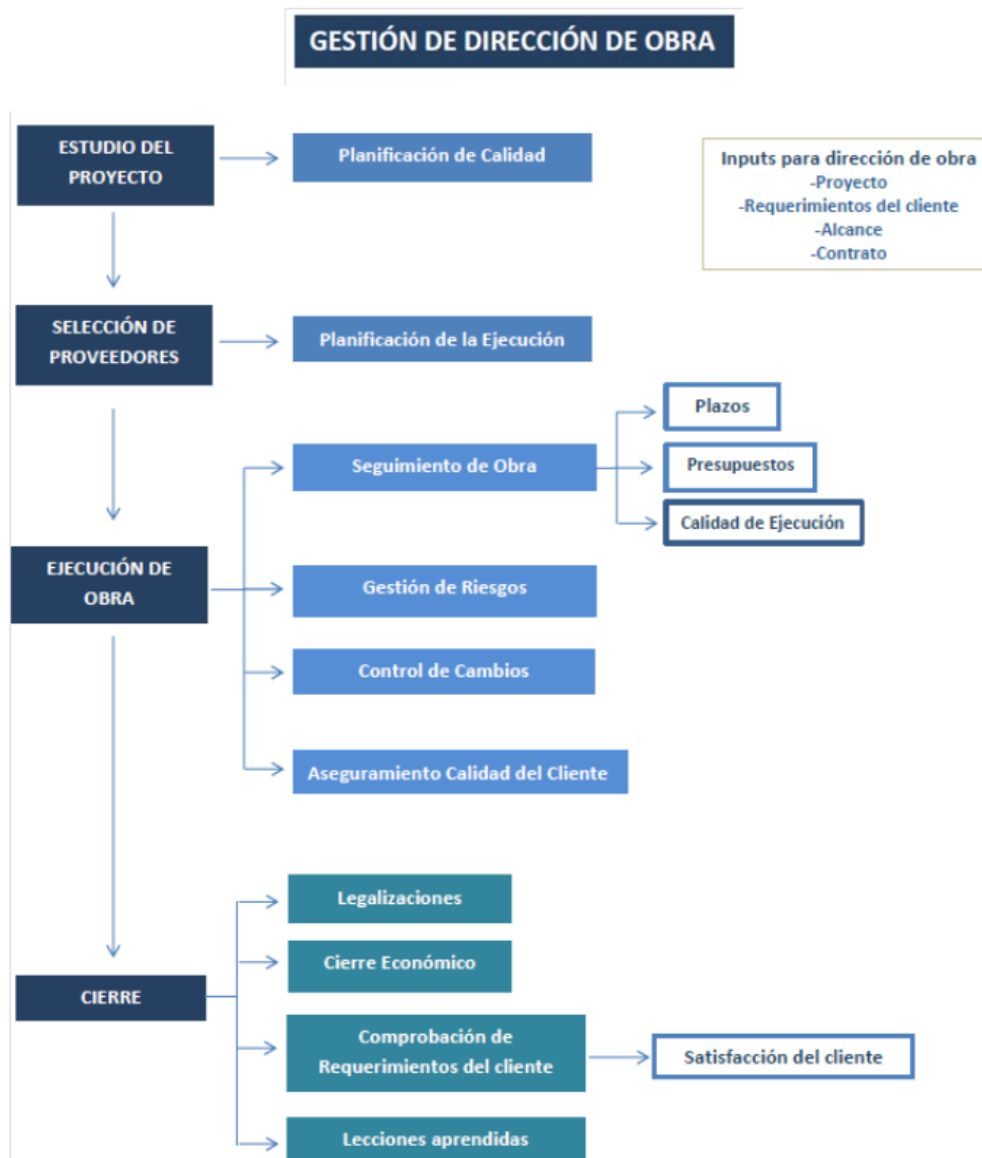


Figura 13: Diagrama de procesos de dirección de obra.

- Exposición al cliente de aquellas soluciones viables técnica y legalmente, junto con sus costes para la toma de decisión final.
- Implementación en programación, planos y previsión de costes de la solución final adoptada, informándose de forma fehaciente a todas las partes interesadas (según Control de Cambios).

Dentro de los puntos comentados, fue sin duda el estudio de la viabilidad legal de las soluciones propuestas lo que condi-

cionaba en mayor medida la toma de decisiones para la resolución de los problemas que aparecían durante la obra.

Por tal motivo, durante toda la fase de obra, además de con el equipo de arqueólogos, se mantuvo un contacto constante con la delegación de urbanismo del ayuntamiento de Plasencia, y en especial con su arquitecto, con el que se consensuaron todas las soluciones referidas a cuestiones urbanísticas del edificio.

5. CONCLUSIONES

Para cualquier tipo de proyectos, se hace imprescindible una metodología que permita gestionarlos y dirigirlos de forma íntegra.

La existencia de dicha metodología o incluso su correcta aplicación a lo largo de la vida de un proyecto no asegurará su éxito, entendiendo como tal, el cumplimiento de los requerimientos del cliente (coste, plazos, calidad acordada, prestaciones...) y la satisfacción de todas las partes implicadas; pero sin duda dota a las organizaciones de una herramienta fundamental para ello, aunque en última instancia será el factor humano inherente a todos los proyectos, el determinante del éxito o el fracaso del mismo.

6. REFERENCIAS

- [1] Cortes Generales, "Ley 13/1985 del Patrimonio Histórico Español". BOE. Madrid, 1985.
- [2] Parlamento de Extremadura, "Ley 2/1999, de 29 de marzo, de Patrimonio Histórico y Cultural de Extremadura". Diario Oficial de Extremadura. Mérida, 1999.
- [3] Parlamento de Extremadura, "Decreto 93/1997, de 1 de julio, por el que se regula la actividad arqueológica en la Comunidad Autónoma de Extremadura". Diario Oficial de Extremadura. Mérida, 1997.
- [4] F. Regalado Tesoro, "Los forjados de los edificios: pasado presente y futuro". 1ª Ed. Publicaciones Cype, 1999.
- [5] E. Nuere Matauco, "La carpintería de Armar Española" Editorial Munillaeria. 1ª Ed, 2003.
- [6] Ministerio de Fomento, "Código Técnico de la Edificación. Documento Básico SUA. Seguridad de utilización y accesibilidad-Con comentarios del Ministerio de Fomento". 3ª Edición revisada y comentada. Madrid, 2017.
- [7] Parlamento de Extremadura, "Decreto 235/2012, de 4 de diciembre, por el que se establece la ordenación y clasificación de los Alojamientos Turísticos Hoteleros de la Comunidad Autónoma de Extremadura". Diario Oficial de Extremadura. Mérida, 2012.
- [8] Ministerio de Fomento, "Código Técnico de la Edificación. Documento Básico SE-A. Seguridad Estructural. Acero". 2ª Edición revisada. Madrid, 2008.
- [9] Ministerio de Fomento, "Código Técnico de la Edificación. Documento Básico SE-F. Seguridad Estructural. Fábrica". 2ª Edición. Madrid, 2009.
- [10] J.M. García de Miguel, "Tratamiento y conservación de la piedra, el ladrillo y los morteros". Consejo General de la Arquitectura Técnica de España, 1ª Edición, 2009.
- [11] J. García Gallego, "Técnicas de limpieza, consolidación y restitución. Tratamientos y conservación de la piedra en los monumentos". Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Madrid, Madrid, 1994.
- [12] Ministerio de Fomento, "Código Técnico de la Edificación. Documento Básico SE-M. Seguridad Estructural. Madera". 2ª Edición. Madrid, 2009.
- [13] Ministerio de Fomento, "Código Técnico de la Edificación. Documento Básico SE-AE. Seguridad Estructural. Acciones en la edificación". 1ª Edición. Madrid, 2006.
- [14] Ministerio de Fomento, "Instrucción de Hormigón Estructural. EHE-08". 1ª Edición. Madrid, 2008.
- [15] A. García Meseguer, F. Morán Cabré y J.C. Arroyo Portero, "Jiménez Montoya. Hormigón Armado" Editorial Gustavo Gili, 15ª Edición, 2010.
- [16] Calidad ISO 9001 (2017, May 29) [Online]. Available at: www.iso9001calidad.com/

WHAT DO YOU THINK?

To discuss this paper, please submit up to 500 words to the editor at bm.edificacion@upm.es. Your contribution will be forwarded to the author(s) for a reply and, if considered appropriate by the editorial panel, will be published as a discussion in a future issue of the journal.