



- **EDIFICIO SINGULAR: PALACIO DE DEPORTES DE LA COMUNIDAD DE MADRID**
- **ENTREVISTA: MIGUEL OLIVER ALEMANY, DIRECTOR DE LA ESCUELA UNIVERSITARIA DE ARQUITECTURA TÉCNICA-UPM**
- **MUNICIPIO: MÓSTOLES**
- **TÉCNICA: APLICACIÓN INFORMÁTICA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN**

## Proceso de inspección y diagnóstico de edificios singulares: un caso práctico

Por **Jesús H. ALCANIZ MARTÍNEZ**  
Arquitecto Técnico

### Introducción

Suele ser frecuente la intervención del arquitecto técnico en los procesos de inspección y diagnóstico de edificios singulares, precisamente por ello, por esa singularidad, que requiere la intervención de técnicos con sólidos conocimientos sobre las características de los materiales y de las técnicas constructivas, En estos casos, es el arquitecto técnico quien decide sobre la campaña de inspección, chequeo a realizar, ensayos más adecuados o llevar a cabo una completa toma de datos para la confección de un diagnóstico fiable del estado en que se encuentra un edificio, por muy singular que este sea, manifestando así la importancia de la intervención del arquitecto técnico en la calidad del proceso, en este tipo de trabajo. Debe tener claro sus propios criterios de actuación, totalmente independientes, para diseñar el Plan de Inspección y Diagnóstico de ese edificio singular, criterios de toma de datos, de inspección, de investigación, plan de ensayos pertinentes y todo lo necesario para emitir el diagnóstico más fiable.

En este trabajo se pretende exponer el desarrollo de un caso práctico y concreto llevado a cabo recientemente, estableciendo un modelo de actuación, dando unas pautas claras y muy prácticas de cómo actuar en casos similares.

### Esquema general de desarrollo

El esquema general de desarrollo de la intervención, que se presenta en este trabajo, fue el siguiente:

#### Planificación inicial

- Antecedentes. Recopilación de información y documentación.
- Necesidades del cliente. Programa de actuación,

#### Trabajos de inspección

- Criterios a seguir. Descripción de la tipología del edificio singular. Levantamiento planimétrico.
- Inspección de la estructura. Inspección de cubierta y cerramientos. Inspección de los interiores.
- Apertura de catas y calicatas. Toma de otros datos de interés. Confección de un reportaje fotográfico.

#### Trabajos de investigación

- Programa de necesidades. Planificación del chequeo.
- Toma de muestras. Ensayos de Laboratorio (Terreno, cimentación, estructura y otros materiales).
- Interpretación de los Ensayos de Laboratorio (Actas de Resultados). Caracterización de los materiales.
- Interpretación del comportamiento estructural. Obtención de datos para la evaluación estructural.

- Evaluación Estructural (Peritación o recálculo de la estructura).

#### Gestión documental

- Documentación gráfica.
- Documentación técnica.
- Documentación fotográfica.

#### Emisión del informe

- Contenido. Conclusiones. Visado Colegial.

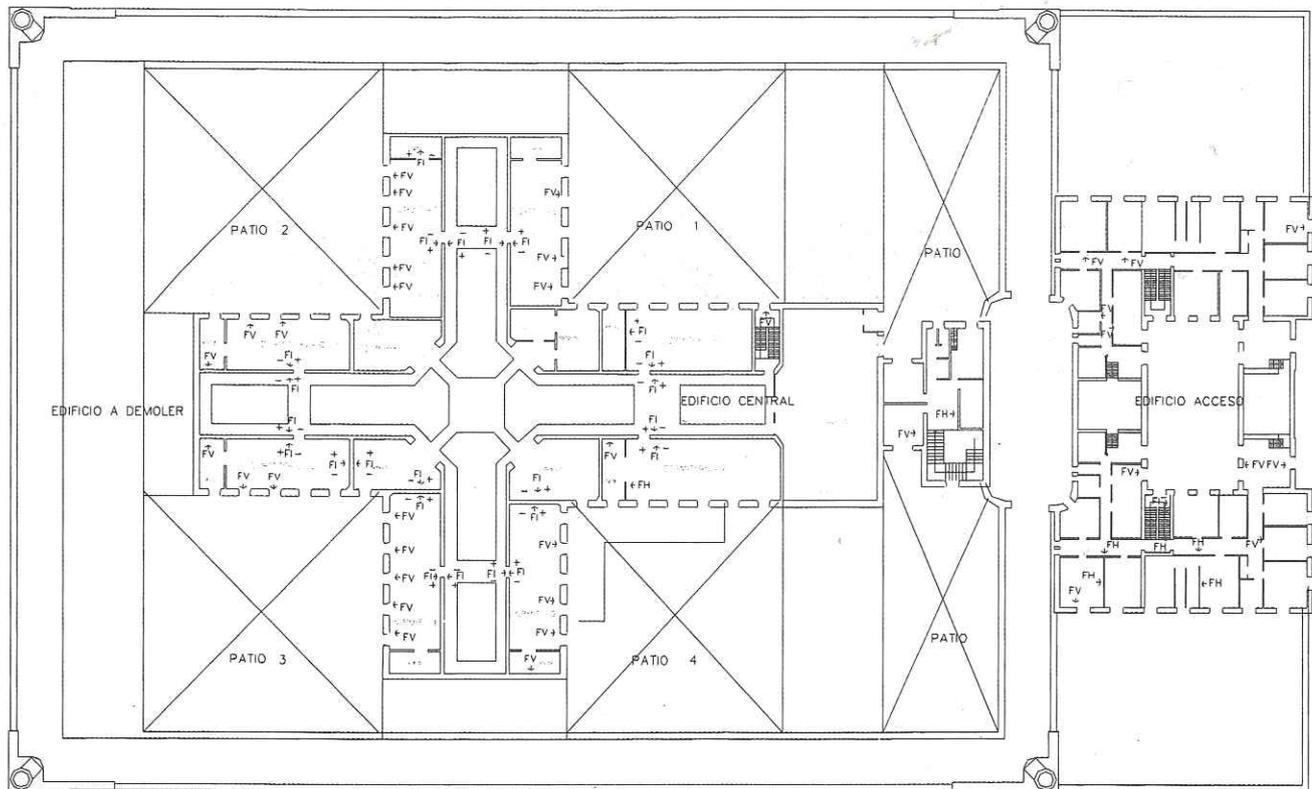
Con todo ello, se consigue tener un conocimiento adecuado y profundo del estado actual de un edificio singular.

### Desarrollo del proceso

Teniendo claro el esquema general presentado, se procede a su desarrollo para el edificio singular objeto de este trabajo, siguiendo los mismos epígrafes.

#### Planificación inicial

Se confeccionó una planificación inicial para la presentación al Concurso de "Asistencia Técnica para el Estudio de Patologías en un Edificio Singular en Murcia". Se adjuntó la proposición económica a la Administración del Estado, promotora del Concurso, siéndonos adjudicado posteriormente el trabajo. Se analizaron las necesidades del cliente y se confeccionó el programa de actuación.



A continuación se nos facilitó la siguiente documentación, previamente al inicio de nuestros trabajos: Informe del Estudio Geotécnico de la parcela donde se encuentra el edificio y los planos del inmueble, en formato de Autocad.

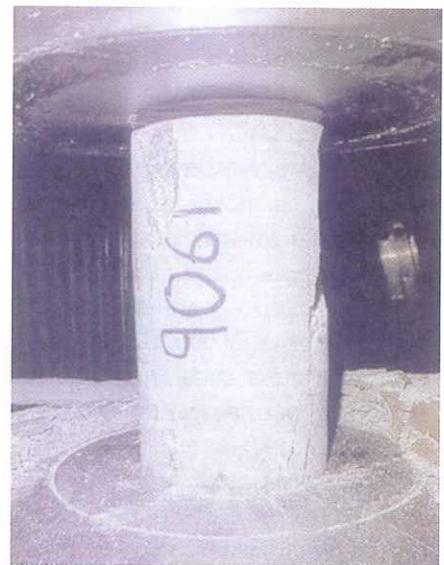
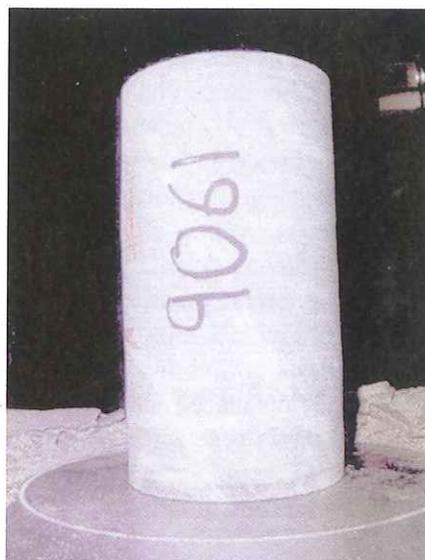
**Trabajos de inspección**

**1. Descripción y tipología del edificio**

La parcela donde se ubica el edificio es de forma rectangular y tiene una superficie aproximada de ocho mil metros cuadrados, localizándose su acceso por una única puerta situada en su fachada principal. Se trata de un recinto formado por varios volúmenes, en forma de cruz latina, con un cuerpo principal en el acceso, dejando entre los brazos de la edificación una sucesión de patios interiores. La edificación consta en la práctica totalidad de su superficie, de dos plantas. La tipología estructural predominante es de cimentaciones realizadas mediante zapatas corridas de mampostería y muros de carga de mampostería de

piedra caliza con hiladas de ladrillos cerámicos macizos, sobre los que apoyan los forjados, ejecutados mediante vigueta metálica empotrada en los muros y con entrevigado de doble rosca de ladrillo macizo, La cubierta se resuelve mediante cerchas metálicas a dos aguas. La solera de apoyo del pavimento está compuesta por una capa de bolos calizos, capa de regularización de

material granular, de árido rodado de pequeño diámetro y solera de hormigón en masa y espesor aproximado de 10 cm. Sobre ella, el mortero de agarre de base cementosa y finalmente la capa de pavimento de baldosa hidráulica. En este mismo apartado se deben definir minuciosamente las dimensiones exactas de cada uno de los elementos constructivos del inmueble.



**Proceso de ensayo de una de las probetas de piedra natural, extraídas de las piezas de mampostería de los muros del edificio singular objeto de estudio.**



**Detalle del cuadro fisurativo observado en una zona de estructura.**



**Detalle del cuadro fisurativo observado en forjado y proceso de corrosión de viguetas metálicas.**

## 2. Inspección visual y descripción de daños observados

A continuación se procede a describir las lesiones observadas en cada una de las zonas en que se dividió el edificio, según se indican en los planos de plantas de lesiones, que se presentaron en el Anejo de Documentación Gráfica.

Se realizó una subdivisión de espacios del inmueble y se identificaron desde la Zona 1 a la Zona 128, de forma minuciosa, indicándose las lesiones de cada una de ellas, que a modo de ejemplo quedaron así:

### Zona 1

- Existe una corrosión generalizada en las viguetas metálicas de forjado.
- Pérdida de revoltón en las partes inferiores de la bóveda.
- Humedad procedente de cubierta inmediata superior.
- Humedad de ascensión capilar en zócalo con pérdida generalizada de revestimiento.
- Rotura de muro en zona izquierda.
- Grietas en clave del arco de acceso y así mismo en arco de fachada a patio.
- Fisuras verticales en paño de fachada.

### Zona 5 Hueco de escalera.

- Humedades de capilaridad en ambos paños.
- Peldaño en mal estado.
- Existencia de fisuras verticales en paños.
- Deterioro de la bóveda de escalera.

### Zona 71 Aula

- Humedad de capilaridad de menor entidad, mayor en zona fachada.
- Humedad procedente de bajante en esquina derecha.

### Zona 73 Dormitorio 1

- Grietas verticales que parten del cordón inferior de cercha de cubierta.
- Fisura en hueco de tabique separación aseos.

### Zona 128 Terraza

- Deformación del pavimento.
- Desprendimiento mortero de revestimiento.
- Embalse de agua.
- Existencia de vegetación.

## 3. Apertura de Calicatas

También dentro de los trabajos necesarios para la inspección y el conocimiento de las características geo-

métricas de aquellos elementos estructurales necesarios para la posterior evaluación resistente de la estructura del inmueble, se procedió a la apertura de una serie de calicatas y calas o rozas en distintas zonas del edificio, tanto en el terreno junto a la cimentación, como en muros de carga y en forjados, confeccionándose un cuadro que incluye: Tipología de la cata, identificación, localización, número de croquis y foto, naturaleza y cota de profundidad o plano de apoyo.

## 4. Levantamiento de croquis y planos

Como complemento a la descripción de daños realizada y para dejar constancia gráfica de los mismos, de cara a una mejor interpretación del Informe Final, en los anejos de Documentación Gráfica se deben presentar, ordenadamente, croquis, esquemas y planos representativos de las principales anomalías detectadas en las inspecciones realizadas, tanto en planta como en alzado. De igual forma se deben adjuntar los planos de planta con la localización de las calicatas realizadas en los distintos elementos estructurales y croquis detallados de las más significativas, con la localización de las distintas muestras extraídas para su posterior ensayo en laboratorio.

## 5. Documentación fotográfica

Al objeto de dejar constancia gráfica de los trabajos realizados a pie de obra, así como del estado actual del edificio singular, se realizó un amplio reportaje fotográfico que incluye los aspectos más destacados de la intervención. La localización de las fotografías se detalla en los croquis

de planta que figuran en el Anejo de Documentación Gráfica, incluyendo un breve comentario a pie de foto.

### Trabajos de investigación

Acabados los trabajos de inspección y descripción de daños en el edificio singular objeto de estudio, se procede a los trabajos de investigación.

#### 1. Toma de muestras y ensayos de laboratorio

Para la caracterización resistente de los distintos elementos que constituyen la estructura portante del inmueble se han tomado una serie de muestras de los mismos.

Los muros de carga exteriores están constituidos por ladrillos macizos cerámicos y por mampostería de roca caliza; por tanto, se han tomado muestras de ambos materiales para determinar su resistencia a compresión y poder evaluar la resistencia de la fábrica. Se han realizado ensayos a compresión sobre probetas de ladrillo cerámico macizo. La metodología para la obtención de las muestras fue la siguiente:

- Extracción de las muestras mediante picoleta para conseguir piezas enteras de ladrillo cerámico.
- Eliminación por cepillado con agua de los restos de polvo de la extracción.
- Eliminación, en su caso, de la capa superficial de morteros de juntas y de enroscados.
- Determinación de la densidad y porosidad de las muestras de ladrillo.
- Refrentado de la zona central de las muestras con mortero de cemento.
- Ensayo de rotura a compresión simple de las probetas.

Los resultados del ensayo a compresión sobre el ladrillo cerámico macizo fueron: 150, 152 y 195 Kg/cm<sup>2</sup>. Se han realizado distintos ensayos a compresión simple sobre probetas-testigo de roca extraídas. La metodología para la obtención de las muestras fue la siguiente:

- Extracción mecánica de las muestras mediante sonda provista de corona de diamante de 75 mm de diámetro.
- Eliminación por cepillado con agua de los restos de polvo de la extracción.



**Detalle de las humedades detectadas en una zona de cubierta del inmueble.**

- Determinación de la densidad.
- Refrentado en las caras de apoyo para posterior rotura.
- Ensayo de rotura a compresión simple de las probetas testigo.

Todos los ensayos se han realizado sobre muestras seleccionadas de buena calidad y buen aspecto. No se pudieron ensayar las mues-

tras deterioradas que se disgregaron durante la extracción. Los resultados de los ensayos de resistencia a compresión de rocas, fueron: 51,8 MPa, 84,3 MPa, 59,2 MPa y 72,3 MPa.

En cuanto a las *viguetas metálicas de los forjados*, dado que carecían de identificación, se desconocía su límite elástico y su tensión de rotura, por lo que se tomaron muestras de perfiles metálicos para su posterior ensayo de laboratorio. El proceso de toma de muestras consistió en:



**Detalle de las humedades por capilaridad observadas en los muros de carga.**

- Retirada de revoltones de ladrillo.
- Corte de una pieza por medios mecánicos.
- Limpieza de perfil.
- Comprobación características geométricas.
- Mecanizado de la pieza para la obtención de la probeta normalizada.
- Ensayo de tracción.

Referencia Probeta	Límite Elástico (MPa)	Tensión Rotura (MPa)
1	263	405
2	288	430
3	332	475
4	271	404
5	262	379
6	290	432

# Rehabilitación

70

b

i

a



Aspecto general de uno de los forjados de techo del edificio, con un avanzado proceso de corrosión de sus viguetas metálicas.



Detalle de una de las catas de inspección del terreno, para la toma de muestras y para el acceso a la cimentación de los muros.

El resumen de los resultados de ensayo de resistencia a tracción de probetas de acero, fue el siguiente: De cara a poder efectuar posibles refuerzos estructurales de viguetas, se procedió a realizar los ensayos relativos a la soldabilidad del acero de la estructura metálica. Los resultados del ensayo de contenido de carbono equivalente son de 0,23, 0,30 y 0,32, todos ellos por debajo del máximo recomendado de 0,45, lo cual implica la soldabilidad de los perfiles.

En cuanto al terreno, además de la información de estudio geotécnico de que disponemos, se procedió a realizar ensayos de identificación de tres muestras de suelo tomadas del apoyo de la cimenta-

Ensayos	Cata 1	Cata 2	Cata 3
Tipo De Suelo	Limo Con Arena "MI"	Arena Limosa Con Grava "Sm"	Arcilla Con Arena "Cl"
Límite Líquido	35.9		37.5
Límite Plástico	24.3		19.1
Índice Plástico	11.4	No Plástico	18.4
Humedad	25.4%	14.5%	24.8%
Densidad	1,899 g/cm <sup>3</sup>		1,945 g/cm <sup>3</sup>
Densidad Seca	1,514 g/cm <sup>3</sup>		1,559 g/cm <sup>3</sup>

ción de tres de las calicatas practicadas. Los resultados obtenidos fueron:

## 2. Caracterización de materiales

En base a los ensayos realizados y descritos anteriormente, se procedió a la determinación de las características mecánicas de los diversos elementos resistentes del edificio singular.

Para los *muros de carga*, dado que están constituidos por ladrillo cerámico macizo y mampostería los exteriores y de ladrillo macizo los interiores, se ha determinado la resistencia de cálculo de la fábrica de mampostería y de la fábrica de ladrillo. Para la fábrica de mampostería, la tensión admisible de cálculo, determinada según el Pliego del Instituto Eduardo Torroja de muros de fábrica, PIET-70, es de 8 Kp/cm<sup>2</sup>. En base a los ensayos realizados, la tensión admisible de cálculo de la fábrica de ladrillo macizo cerámico, determinada según la Norma NBE-FL-90 de muros de fábrica, es de 18 Kp/cm<sup>2</sup>. Por tanto, para los muros exteriores se adopta una tensión admisible de cálculo de 8 Kp/cm<sup>2</sup> y para los muros interiores 18 Kp/cm<sup>2</sup>.

En cuanto a los *elementos metálicos*, teniendo en cuenta los resultados de los ensayos de las muestras tomadas de la estructura de forjados de piso, se ha adoptado para el

cálculo un acero de tipo A-42, de límite elástico 2600 Kp/cm<sup>2</sup> según establece la Norma NBE-EA-95 de Cálculo de Estructuras de Acero Laminado para Edificación. El acero de la estructura metálica es soldable.

Respecto al *terreno de apoyo de la cimentación*, la tensión admisible para la cimentación existente se ha determinado a partir de la fórmula general de la presión de hundi-



Detalle de una de las catas realizadas en el muro. Véase el material utilizado, su composición y su espesor.

miento, bajo carga vertical y centrada.

Dado que en el informe geotécnico facilitado se apuntaban como parámetros geotécnicos representativos del nivel de suelo natural una cohesión efectiva entre 0,1 y 0,3 Kp/cm<sup>2</sup>, y un ángulo de rozamiento interno entre 20 y 25, hemos realizado los cálculos cruzando estos valores, obteniéndose una

Resultados		
Presión de hundimiento (T/m <sup>2</sup> )	50,74	61,60
Tensión admisible (T/m <sup>2</sup> )	16,92	20,53
Coefficiente de seguridad	3	3

horquilla con los siguientes resultados.

### 3. Evaluación de la seguridad de la estructura

En base a los datos geométricos y descriptivos tomados de las inspecciones visuales y de las catas abiertas, junto con las características resistentes de los diversos materiales determinados en los ensayos realizados, se ha procedido, siguiendo las directrices de cálculo y comprobación establecidos en la Normativa Técnica española vigente (NBE-FL-90 y NBE-EA-95), a la realización de una Peritación o Estudio de Seguridad de los distintos elementos resistentes que conforman la estructura, con las siguientes bases de cálculo.

#### *Acciones consideradas*

Las cargas gravitatorias son las únicas consideradas para la comprobación que se realiza de seguridad. El valor de las cargas gravitatorias se han tomado de la Norma NBE AE-88: *Norma Básica de la Edificación. Acciones en la Edificación*, en función, para las cargas permanentes, de los datos suministrados por la inspección del edificio.

#### *Materiales*

Los datos necesarios de resistencia de los materiales que componen la estructura son los definidos en apartados anteriores. El peso específico de la fábrica de mampostería: 2,60

T/m<sup>3</sup>, y el peso específico de la fábrica de ladrillo macizo: 1,80 T/m<sup>3</sup>.

#### *Coefficientes de Seguridad*

Para la estructura metálica se han adoptado los coeficientes establecidos en la Norma NBE-EA-95 de Cálculo de Estructuras de Acero Laminado para Edificación. Para las fábricas de ladrillo y mampostería se adoptan los indicados en la Norma NBE FL-90: *"Norma Básica de la Edificación. Muros resistentes de Fábrica de Ladrillo"*. La resistencia



**Detalle de otra cata en el muro para comprobación de revestimientos.**

de cálculo de las fábricas se ha definido en apartados anteriores.

Según todo ello, la comprobación de la seguridad se ha realizado para la cimentación, forjados metálicos y muros de carga exteriores de mampostería y muros de carga interiores de ladrillo macizo, con los siguientes resultados:

- En relación con la *cimentación existente* de los muros de fábrica, se ha comprobado la seguridad de la

misma con los datos de las calicatas realizadas en la cimentación y del terreno, obteniéndose que la tensión media transmitida es de 1,69 Kp/cm<sup>2</sup>, en los muros exteriores y de 1,13 Kp/cm<sup>2</sup> en los interiores, siendo la tensión admisible mínima calculada de 1,69 Kp/cm<sup>2</sup>, siendo por tanto la *seguridad suficiente*.

- Respecto a los *forjados metálicos*, se han comprobado las tres tipologías existentes: vanos aislados, voladizos y pasarelas. Los vanos aislados y las pasarelas tienen una resistencia suficiente a flexión pero una excesiva deformabilidad, superando la limitación de flecha indicada en la Norma NBE-EA-95. Los voladizos tienen una seguridad suficiente a flexión y su deformabilidad es inferior a la establecida en la Norma NBE-EA-95.

- Una vez realizada la comprobación de seguridad de las cerchas de cubierta del edificio, podemos decir que las tensiones máximas de cálculo en las barras del cordón inferior y del superior, superan la tensión admisible del acero, por lo que estos elementos *no tienen seguridad suficiente*.

- Respecto a los *muros de carga*, tanto interiores como exteriores, tienen una seguridad suficiente a flexoapando según NBE-FL-90.

#### *Gestión documental*

En una actuación de este tipo, tratándose de un edificio singular y para un cliente especial, la Administración del Estado, es fundamental y primordial cuidar el aspecto documental. Se deben generar una serie de documentos que complementen el Informe Final y que faciliten su comprensión e interpretación. Para ello se debe generar:

- Documentación Gráfica: Planos, esquemas, etc, de los que ya se ha hablado en capítulos anteriores.
- Documentación Técnica: Cualquier tipo de documento anejo, útil para nuestro trabajo (en este caso, documentación histórica del edificio, copia de informe geotécnico, cálculos estructurales, etc.).
- Documentación Fotográfica: Imprescindible en cualquier trabajo de patología.

Toda esta información se debe incorporar al Informe Final, en un apartado de ANEJOS, al final del documento, y servirá de consulta, para la lectura e interpretación de la intervención en el edificio singular.



*Detalle de la zona de forjado de donde se extrajo una porción de un perfil metálico, para su ensayo de laboratorio.*

## Emisión del informe

Esta es la última parte de la intervención, y es donde se pretende exponer todos los trabajos realizados y comentados anteriormente. Se acabará el Informe con las Conclusiones a las que todo ello nos lleva y las Recomendaciones que consideramos de interés. En nuestro caso concreto, y para el edificio singular

en Murcia que estamos estudiando, en base a las inspecciones "de visu" realizadas al edificio, a la inspección de las calcatas y calas abiertas, a la investigación de los materiales mediante ensayos de laboratorio y a los trabajos de gabinete de comprobación estructural, las conclusiones y recomendaciones fueron, como más significativas, las siguientes:

### Aspectos Generales

- A pesar de existir una total coincidencia exterior, entre el edificio de la entrada y el edificio central o principal, en cuanto a elementos ornamentales y tipología de huecos, interiormente existen diferencias constructivas y estructurales entre ambos, posiblemente motivadas por intervenciones de reformas diferidas en el tiempo.
- La enorme proliferación de plantas y/o arbustos detectados en cubiertas, patios y zonas de paso, evidencian el enorme abandono del que ha sido objeto el edificio durante años.
- Los hundimientos o elevaciones de las soleras de Planta Baja, tanto en zonas internas como externas, deben su origen fundamentalmente a la existencia de fuertes focos de humedad, proliferación de raíces de los arbustos y dilatación térmica de los materiales.
- La red horizontal de saneamiento, debe haber sufrido varias reformas a lo largo de la vida útil del edificio, ya que se observan zonas en las que se encuentra constituida por acequias, otras con tubos de fibrocemento y otras con tubos cerámicos.

El avanzado estado de deterioro de la gran mayoría de los elementos constructivos, carpinterías, pavimentos, soleras, instalaciones eléctricas, fontanería y saneamiento, impide el aprovechamiento de los mismos.

- El forjado inclinado de cubierta del edificio central se encuentra, en general, en buen estado, si exceptuamos desperfectos puntuales producidos por la filtración de agua de escorrentía, en las inmediaciones de algunos lucernarios. Dichas lesiones se reducen a la existencia de procesos corrosivos sobre los perfiles de acero laminado adyacentes a los lucernarios, y desprendimientos de los ladrillos que constituyen los revoltones del entrevigado.
- Las cerchas de cubierta del edificio central se encuentran, aparentemente, en buen estado, exceptuando las situadas en las proximidades de los lucernarios, donde algunos de sus elementos (montantes y/o diagonales), poseen síntomas avanzados de corrosión, como consecuencia de la entrada directa del agua de escorrentía por la cubierta.
- Tras la comprobación de seguridad de las cerchas de cubierta del edificio, se concluye que las tensiones máximas de cálculo en las barras del cordón inferior y del superior, superan la tensión admisible del acero, por lo que estos elementos *no tienen seguridad suficiente*. Este hecho viene corroborado por la gran deformación que han tenido las cerchas, llegando a apoyar en los muros interiores de fábrica de ladrillo.
- Se ha observado que la mayor parte de las cerchas apoyan sobre los muros interiores de fábrica de ladrillo.

llo debido a la gran deformabilidad que han sufrido. Este apoyo supone una disminución de las tensiones en las barras de las cerchas que ha impedido la rotura de las mismas.

- Algunos paños de los muros de carga de ladrillo poseen arcos ciegos embutidos en la propia fábrica, con el propósito de canalizar cargas a puntos concretos, salvando fundamentalmente huecos inferiores, actuando como verdaderos arcos de descarga.

- En gran cantidad de zonas del edificio se observan roturas de las fábricas de ladrillo de los muros interiores, que hacen peligrar la estabilidad de éstas y de cuantos elementos estructurales descansan sobre las mismas.

- Los cuadros fisurativos observados sobre los elementos de partición y muros de carga, deben su origen fundamentalmente a la interacción que sufren con los elementos estructurales elásticos, ya sean forjados de piso o cerchas de cubierta, descartando posibles causas de asentamientos de la cimentación, salvo casos muy puntuales. Las fisuras más importantes de los muros de carga interiores, se repiten de forma sistemática en los cuatro extremos de los corredores interiores. Dichas roturas parten del cordón inferior de las cerchas de cubierta y están producidas, por un evidente aplastamiento de la fábrica de ladrillo, al apoyar las cerchas sobre los muros.

- Algunos tabiques se encuentran en una situación crítica de estabilidad, al poseer un hueco de paso de grandes dimensiones, sin dintel que sustente la fábrica, por lo que se hace del todo urgente una intervención que garantice su apeo o bien proceder a su demolición.



**Muestra de una de las viguetas extraídas, previamente a su traslado al laboratorio.**

- La rotura generalizada de la clave de arcos y dinteles de fábrica de ladrillo en huecos de puertas y ventanas, se debe fundamentalmente a la aplicación de fuertes cargas puntuales sobre los muros resistentes.

- La aparición de grandes áreas afectadas por humedades de ascensión capilar, se debe fundamentalmente a dos motivos, el primero de ellos propiciado por las roturas de las redes de saneamiento, que posibilitan el encharcamiento del terreno, y en segundo lugar, la propia tipología de la obra, formada por muros de carga y soleras directamente apoyadas sobre el terreno, sin que existan elementos que impermeabilicen los encuentros.

- Tanto los muros interiores como los exteriores, tienen una *seguridad suficiente* a flexopandeo según



**Detalle de una de las catas de comprobación de las características geométricas y de los materiales que conforman el forjado.**

NBE-FL-90, frente a las cargas transmitidas por la cubierta y el forjado.

- La cimentación de los mismos tiene una *seguridad suficiente* frente al hundimiento, si bien, como se ha in-

dicado anteriormente, existen en algunas zonas de los muros fisuras producidas por asentamientos diferenciales, fisuras que no son recientes y considerando el tiempo transcurrido desde la construcción del edificio, se pueden considerar estabilizadas.

- Las viguetas metálicas que conforman los voladizos del forjado de suelo de planta primera del edificio principal, no tienen continuidad con las viguetas del vano adyacente, estando, por tanto, empotradas en los muros interiores de fábrica de ladrillo.

- De la evaluación de seguridad realizada a los forjados se ha obtenido que tienen una *seguridad suficiente a flexión*, si bien su flecha supera la admisible indicada en la Norma EA-95. De los forjados existentes en el edificio, los más afectados por corrosión son los que sustentan las cubiertas planas.

A la vista de todo lo expuesto anteriormente, emitimos las siguientes *recomendaciones de actuación*:

- Respecto a la *cubierta* y a la vista de que las cerchas metálicas no tienen una seguridad suficiente, recomendamos su sustitución. Si por cualquier razón se decidiese no sustituir la cubierta, ni

sus elementos sustentantes, sería necesario el refuerzo del cordón superior e inferior de las cerchas. Se aconseja la eliminación del tablero horizontal de ladrillos cerámicos y los perfiles de acero laminado que conforman el cielo raso del edificio, ya que incrementan ampliamente el peso propio que las cerchas deben soportar y sustituirlo por algún tipo de falso techo ligero. También se



**Detalle de otra zona de la cubierta, con elementos de madera, sobre los que descansan las tejas cerámicas.**

aconseja la sustitución integral de las vigas y rastreles de madera empleados en la cubierta para sustentar la teja cerámica.

• En cuanto a los *forjados de cubierta*, dadas sus características constructivas, resulta conveniente, a la hora de intervenir sobre los mismos, el mejorar sus condiciones aislantes, con el propósito de evitar pérdidas de calor y la probable formación de humedades por condensación. Para el resto de forjados, de planta de piso, recomendamos, caso de decidir su conservación, el rigidizarlos para disminuir su deformabilidad mediante la ejecución de una losa o capa de compresión de

hormigón armado, conectada a los perfiles metálicos existentes y la colocación de un pavimento ligero.

• En relación a los *muros de fábrica*, tanto los exteriores como los interiores pueden conservarse, debiéndose proceder a la reparación de los daños que presentan. Se aconseja ejecutar zunchos de reparto en la coronación de los muros de carga, con el propósito de que las cerchas

de cubierta no les transmitan cargas concentradas. Otra intervención aconsejable sería la de rozar los muros de carga exteriores sobre los huecos de puertas y ventanas, para introducir cargaderos a base de perfiles de acero laminado que soporten la carga en dichas zonas. Por otra parte, la existencia generalizada de humedades de ascensión capilar, aconsejan el empleo de sifones atmosféricos, situados

en el arranque exterior de los muros, e interiormente, el empleo de forjados sanitarios o la total impermeabilización de las soleras de apoyo.

Finalmente, respecto a los muros, es necesario dotarlos de los adecuados arriostramientos transversales que prescribe la Norma Sismorresistente NCSE-94, fundamentalmente mediante muros transversales.

## Conclusiones

A la vista de todo lo expuesto en este trabajo y tras la experiencia de los arquitectos técnicos que formaban parte del equipo multidisciplinar,

interviniente en el Estudio del Estado Actual y el correspondiente diagnóstico del edificio singular descrito, se obtuvieron una serie de conclusiones, destacando entre ellas las siguientes:

- Importancia de la actuación del arquitecto técnico en la toma de datos, trabajos de campo, levantamiento del edificio y caracterización de los materiales.
- Es imprescindible disponer de una adecuada documentación como base de partida, previamente al inicio de los trabajos.
- Necesidad de criterios propios de actuación, adecuadamente fundados y fruto de nuestros conocimientos y experiencia en este tipo de labores, como arquitectos técnicos.
- Necesidad de una adecuada y continua comunicación con el cliente (dado lo especial y singular del caso, al tratarse de la Administración Pública).
- Realizar un trabajo minucioso y con un alto grado de rigurosidad, que conlleve un alto grado de fiabilidad de resultados. No olvidar que en base a nuestras conclusiones se van a tomar decisiones de gran responsabilidad en el edificio. Proyectando estas conclusiones, extraídas de la intervención de un edificio singular, al resto de edificios, más o menos convencionales, habremos conseguido disponer de una guía práctica, estableciendo un modelo de actuación aplicable a cualquier otro edificio, con necesidad de ser chequeado y diagnosticado.

*Este trabajo fue presentado en la edición Contart 2003 celebrada en Sevilla.*