

DISCURSO

LEÍDO EN EL ACTO DE SU RECEPCIÓN

EL DÍA 20 DE ENERO DE 1929

POR

D. TEODORO RÍOS

Y CONTESTACIÓN POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

D. MIGUEL MANTECÓN

Discurso del Sr. D. Teodoro Ríos

SEÑORES ACADÉMICOS:

A la distinción que me habéis hecho llamándome a vuestro lado, tengo que corresponder, hablándoos con sinceridad, que nunca había pensado lograr un honor tan grande como innmerecido.

Mi ilustre y malogrado amigo el Dr. Gómez Ocaña, a quien debo en gran parte mis entusiasmos y mis aficiones, y que era Académico de las RR. AA. de Medicina y Ciencias de Madrid, me decía que el ser Académico lo consideraba como un entorchado en su carrera, y satisfecho y orgulloso de tener dos, buscaba el tercer entorchado, cultivando sus aficiones literarias y artísticas.

Hoy es el día de mi segundo entorchado, que nunca soñé alcanzar; así, que sean mis primeras palabras de gratitud intensa hacia vosotros; y esta satisfacción es tan grande y tan legítima, que no se ve empañada por el recuerdo de la pérdida de un antecesor.

Por vuestra voluntad vengo a la Academia, y yo trataré

de corresponder a esta atención trabajando con el mejor deseo por su prestigio y engrandecimiento, que tan alto ha puesto vuestra labor.

El tema de mi trabajo tiene que referirse al Templo del Pilar, en cuya consolidación tengo puesto siempre mi pensamiento. Al entrar en la Academia de Ciencias, quiero que conozcáis como yo el grave problema que ofrece, y lo hago así, para que penséis sobre él; y yo os anuncio que oiré con agradecimiento cuantas opiniones queráis trasladarme, pues de todos necesito para orientar con seguridad este difícil, complicado y viejo asunto que voy conociendo cada día mejor; a la lenta marcha con que llegan los recursos, trato de irlo limitando para acometer la solución en cuanto estos recursos lo permitan.

Poco a poco me voy documentando, adquiriendo datos y contrastando opiniones para ir formando la mía, y estos detalles, unos insignificantes y otros de más importancia, todos ellos interesantes, son los que voy a exponer.

El tema de mi modesto trabajo podría enunciarse:

**Estudio de la estabilidad del Santo Templo
Metropolitano de Ntra. Sra. del Pilar de Zaragoza.
Datos para poder conocer el problema
de su consolidación**

Empiezo por una exposición de fechas interesantes en la construcción del Templo y de sus ruínas observadas.

Sigo anotando anomalías de sus plantas, estudio de estabilidad de arcos, pilares y contrarrestos; datos de reconocimiento de cimientos, grietas estudiadas con lecturas de testigos, observaciones de nivelación y aplomos.

De todos estos datos deduzco varias consecuencias, y del resultado de ellas hago un resumen como final de mi trabajo.

Pido, pues, a vuestra benevolencia un rato de atención.

I

FECHAS DE CONSTRUCCIÓN DEL TEMPLO DEL
PILAR Y RUÍNAS OBSERVADAS

El 13 de Mayo de 1675 se empieza a gastar material en las obras de la nueva fábrica, según la traza de Juan de Marca.

31 de Enero de 1679.—Se presenta a S. M. D. Carlos II el proyecto de Felipe Sánchez, que modificaba la traza de Juan de Marca.

4 de Octubre de 1680.—Llega por primera vez a Zaragoza D. Francisco Herrera.

25 de Agosto de 1681.—Se coloca la primera piedra del Templo con arreglo al plan de Francisco Herrera, que corrige la planta de Felipe Sánchez. Los pilares del crucero de aguas abajo asientan sobre cimientos dispuestos para columnas sencillas; claro que la superficie de cimentación se aumenta, pero ya no está hecha a un tiempo.

Enero de 1695.—Se aprecian errores en el replanteo del eje del Templo.

Enero de 1697.—Se empiezan los zócalos.

Enero de 1700.—Queda terminada la puerta del pie de la iglesia.

Enero de 1701.—Queda cubierto el Templo hasta la capilla de Santa Ana.

Enero de 1704.—Se cimenta la capilla del lado de la plaza.

13 de Octubre de 1705.—Se cierran las puertas del lado del Ebro.

13 de Octubre de 1715.—Se termina el interior del Templo, Sacristía, Trascoro, Sala de Oración, Sala Capitular, Atrios. La torre se termina el 25 de Septiembre.

27 de Octubre de 1725.—Se aprueba variar la construcción del Templo, que resultaba fea, porque las naves estaban cubiertas con bóvedas de cañón, y se empieza la reforma, que

consistía en levantar ocho cupulines, dos cúpulas, sobre el Coro y Santa Capilla y la cúpula central.

30 de Noviembre de 1728.—Quedan terminados los cupulines primero, segundo, tercero y cuarto.

1730.—Se trabaja en la cúpula de la Santa Capilla.

1731.—Continúan las obras en las cubiertas de los cupulines.

Noviembre 1732.—Se abren los cimientos de la Santa Capilla.

1735.—Se estudia la construcción de la cúpula central.

1740.—Se terminan todas las cubiertas de las cupulinas construídas.

1741.—Queda terminado el muro de la ribera.

8 de Marzo de 1743.—Hundimiento muy importante en la Sacristía mayor.

15 de Diciembre de 1750.—Llega a Zaragoza D. Ventura Rodríguez.

3 de Diciembre de 1754.—Se coloca por el Arzobispo señor Añoa la primera piedra de la Santa Capilla, según proyecto de D. Ventura Rodríguez.

Octubre 1765.—Inauguración de la Santa Capilla.

1770.—Se proyecta la reparación de la capilla de San Lorenzo.

1796.—Informe del Arquitecto D. Agustín Sanz sobre la ruína de la bóveda y arco del Coro mayor, y quebrantos en muchos arcos y bóvedas del resto de la iglesia.

17 de Marzo de 1803.—Informe para la reedificación de las tres bóvedas de los pies del Templo.

1816.—Informe sobre la ruína de la bóveda primera de la nave menor de la derecha del Templo.

1817.—Se reparan las bóvedas de la parte alta de la ribera.

1818.—Relación del estado ruinoso en que se encuentra la bóveda de la capilla de la Parroquia y puerta del río.

En esta época estaban construídas las dos cúpulas elípticas, las cuatro pequeñas que rodean la Santa Capilla, y en el año 1863, se empezaron de nuevo las obras de la cúpula central y las dos pequeñas de contrarresto.

Terminadas las obras en 1872, cuando se bajaban andamios, se oyó un chasquido tremendo, pero nada se observó. Al día siguiente se apreciaron en la cúpula pintada por Goya grandes grietas horizontales.

En 1882 se observaron nuevas grietas y movimientos, que constituyeron una grave preocupación.

En 1884 se hizo el atirantado de los arcos torales, según proyecto del Arquitecto Font, que dirigió los trabajos.

Posteriormente aparecieron nuevas grietas en los machones del crucero.

II

ANOMALÍAS NOTADAS EN LAS PLANTAS

Con el mayor cuidado he tomado una planta general de estado actual y una planta de bóvedas, cuyo estudio resulta muy interesante, pues permite apreciar las anomalías que presentan como consecuencia de defectuosos replanteos o de los movimientos acusados en el Templo.

La planta baja está tomada por el arranque del fuste de las pilastras, y sobre ella, en proyección, están indicados también los arcos.

Las primeras irregularidades notadas provienen de defectos de replanteo, y llama mi atención encontrar diferencias bastante apreciables en las medidas de naves simétricas.

El edificio no es perfectamente regular, como a primera vista parece.

En las naves, aun las simétricas, no se encuentra ninguna medida igual, resultando unas más anchas que otras, con diferencias de 25 a 30 cm. Lo mismo ocurre con las diagonales, resultando una planta completamente deformada y tan irregular, que, como hemos visto, es imposible sacar consecuencias exactas por diferencias de medida.

Las capillas padecen del mismo defecto, no habiendo encontrado una que pueda servir de patrón, por ser verdaderamente simétrica. Las entradas, sacristías y sus dependencias tienen figura trapecial en lugar de rectangular.

Las pilastras están desviadas de sus ejes y tienen los paramentos fuera de escuadra, destacándose entre todas las once y doce, pertenecientes al Coro mayor.

Estas derivaciones de las pilastras hacen que los arcos en una misma nave no tengan el mismo eje longitudinal, influyendo en esto también el giro de los fustes de las pilastras; donde más se notan estos giros es en los arcos de la pilastra del Evangelio (número 6).

Los contrafuertes están minados por los huecos de sacristías y escaleras. Estos huecos debilitan mucho su resistencia al reducir la superficie de asiento, encontrándose algunos de ellos totalmente cortados en sentido transversal. Se destacan los correspondientes a las pilastras dos, siete, nueve y once.

Muchos detalles de menor importancia podría ir citando, pero los mayores quedan anotados.

En la planta de cubiertas notamos también las mismas diferencias de la planta baja respecto a dimensiones, en sus distintos elementos.

Son muy dignos de citar la diferencia de espesor de las cúpulas de la Virgen y la del Coro mayor; su distinta silueta; la existencia de atirantados y arbotantes en aquélla y la no existencia en ésta.

Tenemos que observar también que la cubierta ha sido construída de modo muy diferente en sus dos mitades.

De la cúpula central hacia la derecha está dispuesta sobre armaduras de madera y hacia la izquierda sobre arcos, algunos de ellos muy rebajados. La planta entre las cúpulas central y la del Coro está también cubierta sobre armaduras de madera.

Armaduras y arcos son de un peso enorme; aquéllas se apoyan en pilares que cargan peligrosamente sobre las bóvedas y en puntos débiles de arcos. Los jabalcones y torrapuntas se apoyan sobre las bóvedas tabicadas. Los arcos, algunos de ellos muy rebajados y de luz considerable, no tienen contrarresto y ocasionan los más notados movimientos en las grietas, que en su capítulo correspondiente reseñamos.

Es preciso hacer constar aquí, que la mala disposición de las cubiertas es una de las causas de la ruína observada en el edificio, y actualmente las grietas que crecen más rápidamente parecen corresponder a defectos de su estructura.

III

CÁLCULO DE ESTABILIDAD DE ARCOS, PILARES Y CONTRARRESTOS DEL TEMPLO DEL PILAR

Este estudio está hecho para comprobar las cifras que encontraba en trabajos e informes, y para conseguir mejor conocimiento de la estabilidad del Templo, dándome cuenta de los puntos fuertes y de los débiles, para vigilar con más cuidado estos últimos.

El proyecto de las cimbras de los arcos laterales lo encontré redactado suponiendo 200 toneladas de sobrecarga, que al hacer esta comprobación hubo que aumentar considerablemente; este detalle me hizo completar el estudio, que en muchos puntos coincide casi exactamente con los resultados que conozco de otros cálculos hechos con anterioridad.

Estoy convencido de que en los arcos del Pilar que están atirantados no tenemos ningún empuje de importancia, porque primero fueron absorbidos por la mayor resistencia que han opuesto los arcos de contrarresto deformados y porque considero que están anulados por los atados realizados en los torales por los señores Font y Domenech. Así, pues, debemos considerar esta cúpula y sus arcos como una cobertera rígida que no tiene ningún empuje.

La determinación de las cargas es operación complicada, por ser masas grandes y muy móviles.

En los proyectos enviados al Ministerio detallaba cómo había determinado estas cargas. Con estos datos he calculado la estabilidad de cada arco en las condiciones más desfavorables. Claro está que así llegamos a coeficientes de trabajo inadmisibles por lo elevados, pero en los elementos donde se producen, es evidente que conviene vigilar con todo cuidado. A escala grande están determinadas las resultantes de

cada sistema, teniendo en cuenta las diferentes sobrecargas y sus distintos y gruesos y secciones resistentes.

Determinadas las resultantes, compongo éstas para llegar a trazar con alguna aproximación cómo debieron actuar, cuando la estructura del templo estaba influida por acciones y reacciones elásticas.

Insisto en repetir, que a este trabajo no le doy más valor que el de una orientación, pues hoy no conocemos ni las resultantes ni sus puntos de aplicación, siendo imposible saber su situación exacta o aproximada.

Sin embargo, interesa conocer de la hipótesis estudiada, las presiones máximas en las juntas de las dovelas en que se han dividido los arcos, la situación en ellas de las curvas de presiones, los coeficientes de trabajo en el arranque, base de pilastras y en las fundaciones de las pilastras centrales (cuya cimentación es la única que conocemos) y la situación de las resultantes del sistema.

Sería largo exponer estos datos interesantes que se encuentran detallados en los cuadros correspondientes, y me voy a limitar a desglosar las cifras más elocuentes.

No conocemos con exactitud la naturaleza de las fábricas de los elementos calculados. En las cimentaciones hemos visto fábricas de ladrillo y mamposterías de canto rodado con mortero de cal. En alzados, fábricas de ladrillo, en algún sitio con cal, en otros con yeso, y también hemos comprobado cajas de ladrillo y rellenos de mampostería de canto rodado, no sólo en pilastras, sino en los arcos.

Las bóvedas y los arcos de mayor carga están bien hechos, y la parte vista de los arcos torales encima de las bóvedas está construída con ladrillo y yeso de buena calidad.

Tenemos que fijar un coeficiente tolerable de resistencia, y supongo 8 kg. cm.² el normal para esta construcción.

Los arcos torales tienen suficiente sección y suficiente resistencia, y si llegamos en el cálculo a coeficientes algo más altos que el normal, es porque nos ponemos en condiciones muy desfavorables.

Algo semejante ocurre en los arcos laterales, más acentuado que en los torales; pero como tenemos en otras partes

coeficientes mucho más elevados, no podemos darles todavía importancia.

Los arcos grandes que soportan las cúpulas de la Santa Capilla y del Coro son los que trabajan más apurados, llegando a coeficientes que consideramos inadmisibles.

La cúpula de la Santa Capilla está atirantada con 10 tirantes de hierro de 40 mm. de diámetro.

Además se han construido ocho arbotantes, que refieren directamente a las pilastras la carga de la cúpula. Estos ocho arbotantes tienen 1,00 de ancho por 0,60 de grueso y descargan los arcos del peso que los abruma.

En la cúpula del Coro no están hechos estos refuerzos, pero en uno y otro lugar los arcos están encerrados en una masa de ladrillo, recibiendo considerable auxilio.

Los arcos laterales también trabajan demasiado y también están ayudados por la masa de ladrillo que los refuerza.

En la Santa Capilla hay algunas grietas graves, pero en el Coro los arcos están partidos por las juntas de fractura, ofreciendo un aspecto alarmante.

La situación de la curva de presiones en estos arcos confirma la impresión anterior.

Coeficientes de trabajo en las pilastras centrales

Calculado el que corresponde en el arranque de los arcos y advirtiendo que la pilastra del Evangelio trabaja en mucho peores condiciones que las expuestas, llegamos a 14,62 kg. centímetro cuadrado, cifra tan elevada, que me explico perfectamente las torceduras, desplomes y agrietamientos registrados en esta pilastra.

El coeficiente se eleva en la base de las pilastras hasta 32,84 kg. cm.², inaceptable sobre todo considerando que en algunos puntos el trabajo efectivo es superior al calculado.

En la base de cimentación el coeficiente es 25,83 kg. cm.² mayor que el de seguridad del terreno y también que el de su resistencia real, como he podido comprobar.

En las pilastras pequeñas los coeficientes son 19,40 kg.

centímetro cuadrado y 22,73 kg. cm.² superiores a los normales, pero las resultantes están situadas en el eje del apoyo, que por esta razón trabaja en mejores condiciones.

Contrafuertes: allí encontramos 8,87 kg. cm.², así que están en buenas condiciones, aunque en algunos se han hecho sacristías, armarios o pasos que los debilitan mucho.

El Arquitecto Atienza asentó la cúpula sobre cuatro zunchos de 0,01 × 0,06 m., y después de iniciada la ruina, se hicieron los ocho arbotantes semejantes a los de la cúpula de la Santa Capilla, y que como allí tratan de referir el peso de aquélla directamente sobre las pilastras.

Las dimensiones de estos arbotantes son de 1,55 m. de ancho por 0,80 m. de grueso.

IV

RECONOCIMIENTO DE LOS CIMIENTOS

Como no había ningún dato preciso que evitase tener que hacer un reconocimiento de la cimentación de la pila del Evangelio, abrimos de nuevo tres catas que habían servido para otros reconocimientos.

En el anejo está detallado en diferentes planos el resultado.

El agua del río, que cambia de nivel con las crecidas, apareció a 8,80 m. debajo del nivel del pavimento.

La cimentación más profunda de la pilastra termina a 7,70 m. debajo del suelo del Templo.

En los puntos observados encontramos una primera cimentación de 2,00 m. de altura de hormigón hecho con mortero de cal; luego, de construcción inferior, con mampostería de canto rodado y mortero de cal, rellenando el resto de la cimentación,

La superficie del cimiento es casi la misma de la pilastra; tiene muy pocas zarpas y éstas son muy pequeñas.

La pilastra del crucero, que he reconocido, tiene la planta de las restantes del Templo, aumentada por las otras dos caras, que soportan arcos torales.

En alzado este aumento de planta se ve hecho posteriormente y lo mismo ocurre en cimiento.

Según el eje mayor del Templo, existe en algunas partes una cadena de ladrillo que une la base de todas las pilastras; en otros sirve de cadena el antiguo muro de contención de la ribera, cuya dirección no coincide exactamente con la del Templo.

En la del Evangelio, en la nave menor paralela al río, mandó hacer el Arquitecto Atienza un arco rebajado de ladrillo para contrarrestar los empujes que soportaba esta pilastra, y este arco, que se encuentra en perfecto estado, tuvimos

que descubrirlo al construir la cimentación de la cimbra. En los planos del proyecto está definido y calculado.

La cimentación no tiene buen aspecto, y en ella vemos grietas y oquedades que acreditan su mediano estado; además asienta en un terreno de grava suelta y arena arcillosa, al que ordinariamente no cargamos más de 3 kg. cm.²

La profundidad de 7,70 m. era excepcional para aquella época, pues todas las construcciones que conozco estaban fundadas en una delgada capa de grava a 3,50 m. de profundidad por término medio.

Estos datos conseguidos en las notas los confirma también el reconocimiento practicado al hacer la cimentación de la cimbra del arco toral.

En aquella ocasión, 23 de Febrero de 1928, pude hacer una prueba de la resistencia del terreno sobre el que está fundado el Templo del Pilar.

Yo creo que la prueba realizada autoriza a cargas permanentes máximas de 5 Kg. cm.²

V

DESCRIPCIÓN DE LAS GRIETAS ESTUDIADAS.

LECTURAS DE TESTIGOS

Habíamos siempre notado en el Templo numerosas grietas y desquiciamientos que acusaban movimientos graves, cuyas causas podían ser nuevas o viejas, contenidas o en marcha, y estos movimientos era preciso registrarlos y compararlos para darnos cuenta de cuáles se movían, la velocidad de este movimiento y cuáles eran los puntos que estos registros denunciaban como más peligrosos.

Hice un estado detallado de las principales grietas conocidas, y en todas ellas se colocaron "testigos" para averiguar su variación.

Los testigos que se han colocado son de dos clases:

Testigos fijos, que se rompen al crecer la grieta, y testigos móviles, que siguen el movimiento de las mismas, acusando una mayor o menor separación que se mide con un micrómetro de precisión.

Los primeros son ladrilletas encarceladas transversalmente en las grietas, y los segundos dos varillas de acero encarceladas a ambos lados de las mismas.

Para su mejor conocimiento he incluido un plano general como guía y luego los parciales que han sido necesarios para representar todas las grietas, señalando en ellos con un número las ladrilletas y testigos y en éstos la lectura inicial de cada uno.

Aparte se describen todas ellas y se comparan las dos primeras lecturas que acusan los movimientos más rápidos.

Las lecturas se repiten periódicamente, y llevo un estado aparte con estas indicaciones.

Conocidos estos datos, era muy interesante saber en qué lugares existen más grietas y cuáles son las de movimiento más rápido, y deducir por estas indicaciones una ley que nos

permita conocer los lugares más peligrosos de las fábricas del Templo.

Para ello he dibujado unas plantas a pequeña escala, señalando con un \bullet aquellos puntos donde hay una grieta sin movimiento. Las grietas que crecen, están señaladas con un \cdot o con rayas más numerosas en aquéllas que acusaron que acusan mayor velocidad: así apreciamos movimientos desde una a sesenta centésimas de milímetro en un mes.

Las que decrecen quedan marcadas en rojo, con estos mismos signos convencionales.

Estas indicaciones se han repetido en la planta baja, planta de bóvedas y planta de cubiertas, deduciendo de ellas, si no una ley determinada, por lo menos consecuencias muy interesantes.

VI

DATOS INTERESANTES DE NIVELACIÓN

La casualidad ha querido que pueda presentar unos datos de nivelación, tomados por la misma persona con todo cuidado, en los años 1907, 1909 y 1922.

No tienen una precisión matemática pero los creo suficiente aproximados para nuestro estudio. Están referidos todos los puntos de esta nivelación al clavo de bronce, puesto por el Instituto Geográfico y Estadístico, referido al nivel del mar, con altitud de 200.154.

Los datos de zócalos son discutibles, puesto que los forman piedras de mármol superpuestas a la pilastra y que se han movido independientemente de ella.

Los de cornisas son interesantes, aunque hay que tener en cuenta que las molduras están colocadas sobre piezas de madera e independientes de la construcción primera.

Columna NO.—Está la cornisa casi a nivel, con diferencias de 38 a 50 mm.

El promedio de descenso en quince años es de 16 mm.

Columna SO.—Está la cornisa casi a nivel, con diferencias de 31 a 37 mm. en distintas fechas.

El promedio de descenso en quince años es de 21 mm.

Columna SE.—La cornisa tiene diferencias de 127 a 141 mm.

El promedio de descenso es de 15 mm. en igual tiempo.

Columna NE.—En distintas fechas aparecen diferencias de nivel de 69 a 79 mm.

El promedio de descenso es de 20 mm. en quince años.

Las dos pilastras del coro están casi a nivel, y las dos del altar mayor 114 mm. más altas de la epístola que la del evangelio, y ésta 7 cm. más baja que las dos del coro.

Cuando se hicieron estas nivelaciones pude comprobar que la cúpula central está perfectamente a nivel, pues trazamos

una línea en el balconcillo interior, que sensiblemente coincidía con las molduras.

Sin embargo de esto, ya veremos que los aplomos demuestran que existe iniciado un movimiento muy peligroso sobre la pilastra NF.

NOTA: DATOS EXPERIMENTALES DE LA INVESTIGACIÓN

La columna ha sufrido que puede presumirse, desde los de nivelación, tomados por la misma persona, con todo cuando en los años 1907, 1909 y 1910, se han encontrado. No obstante, una presión inusualmente fuerte, que se ha producido para intentar estudiar, están referidos a los puntos de esta nivelación al caso de tenerse punto por el Instituto Geográfico y Estadístico, referido al nivel del mar, con altitud de 200.154.

Los datos de xocales son discutibles, puesto que los forman piedras de mármol superpuestas a la pilastra y que se han movido independientemente de ella.

Los de cornisas son interesantes, aunque hay que tener en cuenta que las molduras están colocadas sobre piezas de madera e independientes de la construcción primera.

Columna NO.—Esta la cornisa casi a nivel, con diferencias de 38 a 50 mm.

El promedio de descenso en quince años es de 10 mm.

Columna SO.—Esta la cornisa casi a nivel, con diferencias de 31 a 37 mm, en distintas fechas.

El promedio de descenso en quince años es de 21 mm.

Columna SE.—La cornisa tiene diferencias de 127 a 141 mm.

El promedio de descenso es de 12 mm, en igual tiempo.

Columna NE.—En distintas fechas aparecen diferencias de nivel de 69 a 79 mm.

El promedio de descenso es de 20 mm, en quince años.

Las dos pilastras del coro están casi a nivel, y las dos del altar mayor 114 mm, más altas de la epístola que la del evangelio, y esta 7 cm, más baja que las dos del coro.

Cuando se hicieron estas nivelaciones puede comprobarse que la cúpula central está perfectamente a nivel, pues trazamos

VII

APLOMOS DE PILASTRAS Y MUROS.—ID. DE
CÚPULAS Y CUPULINES.—FLECHAS DEL TRAS-
DOS DE LOS ARCOS QUE SOPORTAN LAS CÚ-
PULAS DE LA VIRGEN Y CORO MAYOR

Aplomos de pilastras

Se han determinado los aplomos de las pilastras, tirando las plomadas debajo de las cornisas en el friso y tomando las diferencias con los fustes a 2,50 m. sobre el suelo. Desde el punto alto del friso al fuste hay 12,30 m.

Todas las cotas puestas a continuación son de plomadas colgantes.

Pilastra número 1.—El movimiento se acusa hacia la plaza del Pilar, en 0,055 m. el paño anterior de la pilastra y en 0,045 la posterior. Se acusa también hacia la fachada lateral derecha 0,0525 el paño izquierda y 0,0425 el derecha.

Pilastra número 2.—Se desploma hacia la Ribera, 0,0275 el paño anterior y 0,030 el posterior. También hacia la fachada lateral derecha 0,030 en los dos paños.

Pilastra número 3.—Se inclina solamente hacia la plaza del Pilar 0,040 en los dos paños anterior y posterior.

Pilastra número 4.—Se desploma esta pilastra solamente hacia la Ribera, 0,040 el paño posterior y 0,030 el paño anterior.

Pilastra número 5.—Se observan movimientos grandes hacia la plaza del Pilar, 0,125 el paño anterior y 0,145 el paño posterior, y hacia la fachada lateral derecha, 0,130 el paño derecho y 0,160 el izquierdo.

Pilastra número 6.—Los movimientos observados en esta pilastra son: hacia la Ribera, 0,170 el paño anterior y 0,140

el posterior, y hacia la fachada lateral derecha, 0,1475 el paño derecha y 0,2225 el izquierda.

Pilastra número 7.—Se desploma hacia la plaza del Pilar, 0,060 el paño anterior y 0,070 el posterior, y hacia la fachada lateral izquierda, 0,115 el paño derecha y 0,035 el izquierda.

Pilastra número 8.—Esta pilastra se desploma solamente hacia la Ribera, 0,130 el paño anterior y 0,070 el posterior. El paño derecha tiene un talud de 0,150.

Las pilastras 5, 6, 7 y 8 tienen un desplome mayor en los paños interiores que los exteriores, siendo esto debido a que fueron ya construídas con un ligero talud.

Pilastra número 9.—Se desploman únicamente hacia la plaza del Pilar, 0,045 los dos paños.

Pilastra número 10.—Se desploma hacia la Ribera, 0,040 el paño posterior y 0,055 el anterior, y hacia la fachada lateral izquierda, 0,020 los dos paños.

Pilastra número 11.—Se inclina hacia la plaza del Pilar, 0,060 los paños anterior y posterior, y hacia la fachada lateral izquierda, 0,120 el paño derecha y 0,080 el izquierda.

Pilastra número 12.—Se acusa el desplome hacia la Ribera, 0,050 el paño anterior y 0,060 el posterior, y hacia la fachada lateral izquierda, 0,070 el paño derecha y 0,050 el izquierda.

Aplomos de los muros interiores

Se han determinado los aplomos de estos muros después de haber picado unas cajas en la decoración, dejando a la vista los paramentos de ladrillo.

Las diferencias encontradas son de 1 o 2 cm., así que, por su insignificancia, se pueden considerar como defectos de su construcción.

Aplomos de las cúpulas

Se han determinado los aplomos de las cúpulas, tirando las plomadas desde el centro de los cupulines y tomando las

diferencias con el centro sacado en el suelo por los zócalos.

Cúpula central.—Se desploma el centro de la cúpula, 0,133 hacia la ribera y 0,143 hacia la fachada lateral derecha, o sea en dirección hacia la pilastra número 6, llamada del Evangelio.

Exteriormente la cúpula central aparece también desplomada. Hicimos la comprobación a la altura de las columnas del tambor, y en 4,40 m. de altura nos dió las diferencias anotadas, que nos da un desplome de 55 a 70 mm. en las columnas sobre el pilar del Evangelio y de 0 a 15 mm. en el extremo opuesto.

De uno a otro los desplomes avanzan sensiblemente, aunque una lectura acusa pequeño retroceso. Con esta comprobación y los resultados del aplomo del cupulín, queda demostrado que la cúpula central gira sobre la diagonal del crucero que va de O. a S.

Cúpula de la Virgen.—Se desploma 0,089 hacia la cúpula central y 0,022 hacia la Ribera.

Cúpula del Coro.—Se desploma hacia la fachada lateral izquierda 0,198 y hacia la plaza del Pilar 0,018.

Aplomos de los cupulines

Se han determinado los aplomos de los cupulines, tirando la plomada desde los centros de éstos y tomando las diferencias a los centros sacados por los zócalos.

Cupulín A.—Se desploma hacia la pilastra número 1 0,013 y hacia la Ribera 0,050.

Cupulín B.—Está completamente a peso.

Cupulín C.—Se desploma hacia la pilastra número 3 0,067 y hacia la Ribera 0,143.

Cupulín D.—Se desploma del centro sacado en los zócalos por diagonales hacia la pilastra número 4 0,195 y hacia el machón 4 bis 0,111.

Cupulín E.—Se desploma hacia la fachada lateral izquierda 0,078 y hacia la Ribera 0,013.

Cupulín F.—Se desploma hacia la fachada lateral izquierda 0,080 y hacia la Ribera 0,127.

Cupulín G.—Solamente hacia la fachada lateral izquierda 0,053.

Cupulín H.—Se desploma hacia la fachada lateral izquierda 0,057 y hacia la Ribera 0,070.

Flechas del trasdos de los arcos que soportan las cúpulas de la Virgen y coro

Se han determinado colocando cordeles, uniendo las pilastras y tomando las diferencias.

Cúpula de la Virgen.—Flecha del trasdos del arco que va de la pilastra I a la 2, 0,045 m.

Idem ídem que va de la pilastra 1 a la 3, 0,020 m.

Idem ídem ídem ídem 3 a la 4, 0,000 m.

Idem ídem ídem ídem 4 a la 2, 0,000 m.

Cúpula del Coro.—Flecha del trasdos del arco que va de la pilastra 9 a la 10, 0,088 m.

Idem ídem que va de la pilastra 9 a la 11, 0,105 m.

Idem ídem ídem ídem 11 a la 12, 0,248 m.

Idem ídem ídem ídem 12 a la 10, 0,028 m.

VIII

CONSECUENCIAS

No quedaría completo este trabajo si de él no dedujera consecuencias y conclusiones, derivadas del resultado de las observaciones, estudios y reconocimientos que están anotados en las páginas anteriores, y que sería muy fatigoso tener que leer y repasar para poder obtenerlos.

Al final de este capítulo expongo las, a mi juicio, principales causas que han determinado la ruína del edificio, y de estas consecuencias y causas fundamento mi informe, que es el *resumen* de este trabajo.

Las principales consecuencias son las siguientes:

Desde la colocación de la primera piedra a la consagración del Templo pasaron 200 años. Podemos calificar de muy lenta la marcha de las obras.

La construcción se hizo con mucha fe, pero con proyectos deficientes, en los que se introdujeron variaciones fundamentales y con gran escasez de medios materiales. Las fábricas son muy pobres.

Las pilastras del crucero adyacentes al altar mayor tienen un cimientó hecho en dos veces por lo menos, porque en el primitivo proyecto eran sencillas y para reforzarlas añadieron un nuevo cimientó para conseguir mayor planta.

El Templo se replanteó y se fundó en parte sobre los terraplenes de las márgenes del río Ebro. La historia de las obras nos dice que hubo que agotar y fundar sobre pilotes parte del muro de la ribera

El Pilar se proyectó para cubrirlo con naves de medio cañón y de arista y en el crucero una cúpula de proporciones más modestas que la actual. Al no hacerlo así el proyecto fué variado fundamentalmente; se derribó parte de lo construído y se levantaron cúpulas no previstas sobre arcos débiles, modificándose las condiciones de estabilidad del conjunto.

Durante la construcción del Templo y después de variar las disposiciones de las bóvedas, hubo movimientos o ruínas importantes que afectaron a la Sacristía mayor, Coro mayor, tres naves del pie del Templo y puerta alta del río, y todas ellas necesitaron reparaciones o reconstrucciones de sus elementos esenciales.

Las plantas del Templo reflejan las vacilaciones y dudas de sus constructores y los movimientos acusados en él.

Las pilastras más desviadas son las 11 y 12, que sostienen el arco del Coro mayor.

Los tejados del Templo están sostenidos parte sobre tijeras y parte sobre arcos de ladrillo. Los dos sistemas tienen un peso enorme y los elementos sustentantes transmiten las cargas en puntos en que forzosamente ejercen una acción perturbadora que ayuda a comprometer la estabilidad del edificio.

Los arcos de las naves laterales tienen una deformación de plantilla extraña con su eje de simetría aproximado a fachada y que se aprecia a simple vista. No hay duda que fueron contruídos así, para contrarrestar el empuje de los arcos de la nave central en su arranque.

Las naves del Templo tienen poca diferencia de altura. Por esta razón el empuje de la nave principal no puede ser contrarrestado por las naves laterales. Este defecto de proyecto ha causado graves perjuicios en la estabilidad del Templo.

Los arcos sobre los que cargan las cúpulas del Coro y Santa Capilla están abiertos en sus arranques y las pilastras se han separado según las diagonales del rectángulo de su planta.

En el arco 11-12 la vertical desde la clave está 14 centímetros más adentro que su diámetro.

En los planos del Templo se marcan cadenas que unen las pilastras entre sí y con los muros del perímetro. Al hacer reconocimientos he comprobado que no existen en todas las partes señaladas en el plano.

Los coeficientes de resistencia de los arcos que soportan la

cúpula central son más elevados que los admisibles para las fábricas de que están construídos.

Las curvas de presiones trazadas según nuestras hipótesis están situadas en su tercio medio.

En los arcos laterales los coeficientes son más elevados que en los torales y la curva de presiones sale del tercio medio.

Los arcos carpaneles que sostienen las cúpulas elípticas de la Santa Capilla y Coro son los que trabajan en peores condiciones.

La base del tambor de la cúpula de la Santa Capilla está atirantada y referido el peso de aquélla a las pilastras por medio de arbotantes. Nada se ha hecho en la cúpula del Coro mayor.

Según nuestras hipótesis, las resultantes del sistema, con ligeras diferencias, pasan por el tercio medio en pilastras y contrafuertes.

El atirantado practicado por los señores Font y Domech, ha sido eficaz.

Los arcos torales están reforzados por el intrados con fuertes barras de hierro recubiertas por la decoración.

Seguramente estos arcos estaban agrietados y fueron reparados al hacerse el refuerzo de la cúpula, ocultando entonces sus grietas.

El suelo sobre el que está fundado el Templo del Pilar no puede soportar sin comprimirse la enorme carga que le transmite la cimentación del edificio, y por lo tanto en los puntos de carga el terreno cede y en aquellos en que no hay carga el terreno se levanta. Esta observación puede apreciarse recorriendo las naves del Templo.

La permeabilidad del terreno permite pasar fácilmente el agua del río Ebro a través de los cimientos, notándose la mayor altura de agua en las crecidas.

Las pilastras que he reconocido, son de ladrillo sentado con yeso, constituyendo una buena fábrica de gran resistencia. Sus cimentaciones aparecen con zarpa situada unos centímetros bajo el pavimento del Templo. Esta cimentación es de mortero de cal, que fácilmente se deshace con el pico,

Al llegar al terreno esta cimentación no tiene zarpa suficiente para transmitirle su carga en buenas condiciones.

En algunas pilastras las cimentaciones están formadas por fábricas mixtas y otras montadas sobre antiguos muros de contención.

Las fachadas tienen todas ellas grietas verticales, que no son peligrosas, pero que demuestran desigualdad de asientos entre la parte que corresponde a contrarrestos de mejor cimentación, y la del muro sin ellas de cimiento más apurado.

El edificio está todo él agrietado en forma alarmante. Desde cimientos, pilastras del crucero, todos los arcos del Templo, casi todas las bóvedas y muchos cupulines, las cúpulas de la capilla y coro, arcos de contrarresto y cubierta y hasta la torre nueva en su unión con el edificio presentan grietas de una importancia grande, en las que los testigos aprecian movimientos muy rápidos.

Son dignas de tenerse muy en cuenta las anotadas en *planta baja*, en las pilastras 5, 6, 7 y 8; en *planta de bóvedas*, alrededor de las cúpulas del Coro y Capilla. La grieta que atraviesa el Templo de O. a E., sobre todo en el trayecto a través de la Santa Capilla hasta el retiro alto y la grieta entre la torre nueva y el Templo.

En planta de cubiertas se notan los mayores movimientos en las cupulinas de la plaza adyacentes a la Santa Capilla.

Las grietas de más rápido movimiento son:

- 1.º Las que corresponden al arco que soporta la cubierta de la bóveda R.
- 2.º Las que corresponden a la bóveda M.
- 3.º Las de las claves de los arcos 11 y 12, 9 y 10.
- 4.º Las del cupulín A. arriba y cupulín B. arriba y en el arco que lo une a la cúpula de la Virgen (pañó I).
- 5.º Las del cupulín C. arriba.
- 6.º La de la torre nueva.
- 7.º La de la bóveda de plato J.

En planta baja sólo tenemos grietas en las pilastras del crucero, que nos advierten resistencia insuficiente en ellas y en sus cimientos.

En planta de cubiertas las grietas están rodeando las cú-

pulas del Coro y Santa Capilla, indicando que los puntos débiles corresponden en esta planta a los elementos que se relacionan con estas cúpulas, y sobre la planta de cubiertas los movimientos más señalados corresponden a los cupulines que flanquean la de la Santa Capilla.

Según los datos de nivelación, las pilastras del Templo descienden la cantidad imperceptible de 15 a 20 mm. en el plazo de quince años, y aunque no se puede determinar con exactitud, puede asegurarse que han bajado 26 cm. la del Evangelio, 13 cm. la de la Virgen y 15 cm. la de Convertidos.

Medido el arco del crucero sobre el altar mayor, apreciamos un descenso de 15 cm. en la clave.

Las dos boquillas del arco lateral tienen descensos de 22 cm. y 32 cm., y la sección nos acusa una diferencia de 0,14 m.

El trasdos de los arcos que sostienen la cúpula del Coro mayor aparecen reformados en profundos badenes, cuya flecha mide desde 28 a 248 mm. El trasdos de los arcos sobre la Santa Capilla, desde 20 a 45 mm., habiendo dos arcos de trasdos horizontal.

Todas las pilastras y muros del Templo se han clavado en el terreno; esta observación es fácil hacerla a simple vista, pues en las naves se nota que el pavimento aparece más elevado en el centro que en los lados al pie de pilastras y muros.

Las irregularidades notadas en la planta nos impiden tomar como exactos los datos de aplomos del Templo.

Sin embargo, es lógico el desplazamiento de la cúpula central girando alrededor de una diagonal de la pilastra 5 a la 8, desplazamiento confirmado por los aplomos tomados en el exterior de la cúpula.

También es lógico el desplome anotado en la cúpula del Coro mayor, hacia el arco 11-12 y hacia la plaza, como consecuencia de las depresiones mayores notadas en los arcos correspondientes a esta dirección.

El desplome de la cúpula de la Virgen también tiene, a mi juicio, explicación lógica, al ser en dirección al pilar del Evangelio.

En los aplomos de los cupulines no se encuentra una ley que justifique sus movimientos.

Por tanto, las causas de ruina de este edificio son, a mi juicio, las siguientes:

Proyecto defectuoso.

Construcción pobre.

Suelo deficiente.

Proximidad al río.

Cimentación insuficiente.

Cargas excesivas en las pilastras del crucero.

Arcos débiles en las cúpulas del Coro y Santa Capilla.

Empujes mal contrarrestados.

Cubierta mal entendida.

Torres mal cimentadas.

No habiendo encontrado ningún elemento que haya resistido las causas de ruina sin alterar su posición; la torre baja que hemos visto hacer nueva, se separa rápidamente del edificio, y la torre alta está también muy desplomada hacia fuera, sin que se note grieta en su unión con el Templo.

IX

RESUMEN

Por lo expuesto queda demostrado que nos encontramos ante un gravísimo problema.

El Templo del Pilar está mal proyectado y mal construído. Sus fábricas pobres no tienen cimentación adecuada, y sus arcos y bóvedas carecen de suficiente resistencia y proporcionados contrarrestos.

El origen de sus males puede estar en las bóvedas mal contrarrestadas, con reflejo en los cimientos o al contrario; lo cierto es, que en esta construcción hay un problema de cimentación y un problema en su estructura, estando gravemente comprometida la estabilidad del edificio, en cimientos, en apoyos, en arcos, en bóvedas, en cúpulas y en cubiertas, y la verdadera dificultad estriba en que no tenemos un punto fijo e inmovible en que apoyarnos, pues toda construcción dentro del perímetro del Templo, necesita ser reparada con el mayor cuidado y todos sus elementos consolidados, rehechos, atirantados y regenerados desde los cimientos a la cubierta, procediendo como si se tratase de un edificio de nueva planta, venciendo las innumerables dificultades que han de presentarse con estudio, con tiempo y con dinero.

Antes veíamos sus numerosas y enormes grietas, sus pilares desplomados y sus cúpulas desplazadas, con la esperanza de que sus movimientos lentos podrían ser contenidos; pero ahora que el micrómetro nos señala avances apreciables en un corto plazo, que se rompen los testigos a los pocos días de encarcelados y que las plomadas acusan los lógicos desplazamientos de las cúpulas, nos vemos obligados a dar la voz de alarma y a considerar el edificio en ruína inminente y progresiva que es preciso contener en seguida.

Expongo, además de la gravedad del problema, las circunstancias especiales que rodean el caso del Pilar, Templo

visitadísimo a todas horas por multitud de devotos que van conociendo poco a poco el estado de ruína del Templo, y todos sienten una honda preocupación, pues para los aragoneses, para todos los españoles y hasta para los hispanoamericanos, la Santísima Virgen del Pilar lo es todo, y sólo Dios sabe con qué dolor nos resignaríamos a trasladar su bendita imagen a lugar distinto del que ocupa, que fué el que pisó cuando vino en carne mortal a Zaragoza.

Por esta consideración fundamental, es preciso consolidar definitivamente el Templo, y es necesario también realizar las obras sin interrumpir el culto de la Santísima Virgen.

La consolidación está iniciada atirantando provisionalmente los arcos de la Santa Capilla y del Coro, apeando los más peligrosos y los que cargan sobre la pilastra del Evangelio; en esta operación nos encontramos actualmente, para una vez terminada, empezar la obra magna de la consolidación del edificio.

En el plan general propongo las obras necesarias para anular todas las causas de ruina citadas anteriormente. Proyecto inyecciones de cemento y de mortero de cemento para la consolidación del suelo; proyecto también estas mismas inyecciones y quizá de arcilla, para formar un recinto impermeable que aisle el edificio de la acción perjudicial de las aguas subalveas y de las del río Ebro.

Los refuerzos que han de quedar enterrados, los dispongo de hormigón armado, y de hierro, todos aquellos que deben quedar sobre la rasante del pavimento.

Las obras deben empezar por la construcción de cadenas que unan entre sí los arranques de pilastras y contrafuertes; después, por secciones parciales, habrá que aumentar la base de sustentación de las pilastras, reforzando las cimentaciones y disponiendo esta obra en tal forma, que podamos inyectar el suelo formado por las gravas sueltas del río.

Las pilastras se revestirán todas ellas con armaduras de hierro. En el Coro y Santa Capilla estas armaduras forman sistema rígido, con fuertes vigas colocadas entre bóvedas y el tejado. Estas vigas ayudaran a sostener las cúpulas y de ellas, anulando los empujes, pretenderemos colgar los arcos,

que principalmente los carpaneles están completamente destruidos.

En el crucero propongo construir, por medios modernos, que no deben quitar gran visibilidad a las naves laterales, la solución del ingeniero Gorosabel, que consistía en macizar los ocho arcos pequeños que cargan en las cuatro pilastras centrales.

Con esta solución conseguiríamos una gran rigidez en el arranque de arcos torales, que considero indispensable, y en atención a ello, habrá que dispensar el efecto de los arcos y entablamentos que cortarían las naves laterales sin estrechar apenas el paso.

La consolidación termina con la reconstrucción de la cubierta y atado de la torre al núcleo del edificio.

Ciertamente que para consolidar el Templo hará falta una cantidad respetable, pero en la época en que vivimos, en que se han gastado sumas enormes para atender intereses materiales, no ha de faltar dinero para consolidar el Templo que cobija un valor espiritual tan grande como el Pilar, y antes que constriestarnos por los resultados de nuestros reconocimientos en las fábricas del edificio, debemos pensar que quizá sea un favor especial de la Providencia que proporciona a la actual generación la dicha de reconstruir la casa de la Santísima Virgen del Pilar, librando a nuestros descendientes de la preocupación que han conocido tantas generaciones.



Por vuestra bondad, ya que no por merecimientos, voy a alcanzar el honor de pertenecer a la Academia de Ciencias Exactas- Físico-Químicas y Naturales de Zaragoza, en un momento de verdadero relieve, pues su nombre va unido a los actos de preparación de la Confederación Sindical Hidrográfica del Ebro, entidad que ha de ser la base de la riqueza y prosperidad de la cuenca.

Nunca agradeceremos bastante a sus beneméritos gestores el bien que han de reportarnos a todos, directa o indirectamente; yo quiero recordar aquí las palabras del discurso de mi respetado amigo D. Mariano Baselga el 28 de Abril del año pasado, en que decía que “había que laborar por el desarrollo de las geniales ideas de D. Manuel Lorenzo Pardo para la prosperidad material de la zona del Ebro, pero que había que velar por la prosperidad moral del país...”

En el centro de la zona se levanta el Templo del Pilar.

Yo no voy a deciros lo que la Santísima Virgen significa para los aragoneses, porque esto no es para dicho, sino para sentido.

El Ebro y el Pilar siempre van juntos; no se puede hablar de ellos sin unir su recuerdo; la musa popular así los cita siempre.

El Ebro y el Pilar son siempre los mejores testigos de las jornadas tristes y de las fechas gloriosas de Zaragoza.

El Pilar tomó terreno del Ebro y el río es quizá una de las causas de su ruína; que en el mundo, el exceso de afecto puede causar y causa graves perjuicios.

¡Señor Presidente de la Academia de Ciencias!

La Virgen del Pilar ha querido que, para bien de Aragón, al dirigirme a V. E. lo haga también al señor Delegado Regio de la Confederación Sindical Hidrográfica del Ebro.

Por mi modesto trabajo os podéis dar cuenta de la importancia y gravedad que tienen los movimientos iniciados en las fábricas del Templo del Pilar.

Yo, que todavía no soy académico, empiezo pidiendo vuestra ayuda, para que la Academia y la Confederación nos apoyen con su ciencia, con su autoridad, con su influencia y con su entusiasmo.

Yo creo que así, Academia y Confederación, velarán por la prosperidad moral y espiritual del país, como recomendaba el señor Baselga.

Que todos juntos consigamos que deje de ser un problema agobiante para Aragón el de las obras del Pilar. Yo estoy seguro que será un alto honor para la Academia y para la Confederación unir su nombre a esta labor redentora. Sé

también que no me negaréis el apoyo que os pido y que iréis a la cabeza de todos, con la actividad y energía que tenéis acreditadas.

Todo sea para mayor honor y gloria de la Santísima Virgen, a quien debo cuanto he logrado en mi vida. Ella os lo pagará largamente.

HE DICHO.