



**CATEDRAL DE
SANTA MARÍA
VITORIA-GASTEIZ**

Plan Director de Restauración

AGUSTÍN AZKARATE, LEANDRO CÁMARA,
JUAN IGNACIO LASAGABASTER, PABLO LATORRE

VOL 02

CATEDRAL DE SANTA MARÍA. VITORIA-GASTEIZ

Plan Director de Restauración

VOLUMEN II

Arabako
Foru Aldundia



Diputación
Foral de Alava



CATEDRAL DE SANTA MARÍA. VITORIA-GASTEIZ

Plan Director de Restauración

AGUSTÍN AZKARATE
LEANDRO CÁMARA
JUAN IGNACIO LASAGABASTER
PABLO LATORRE

Texto y/o colaboración de

Karmele Artano Perez
Agustín Azkarate Garai-Olaun
Juan José Bienes Calvo
Zoiló Calleja Ansótegui
Leandro Cámara Muñoz
Giorgio Croci
Idoia Carlota Domínguez Beltrán de Heredia
Idoia Etayo Macazaga
Arantza Fernández de Jáuregui Sáez de Nanclares
Mayte González Sánchez-Heredero
Blanca Guarás González
Patxi Heras Pérez
Marta Infante Sánchez
Iñaki Koroso Arriaga
Laboratorio General de la Diputación Foral de Álava
Mikel Landa Esparza
Lucía Lahoz Gutiérrez
Juan Ignacio Lasagabaster Gómez
Pablo Latorre González-Moro
José Manuel Martínez Torrecilla
Luis Miguel Martínez-Torres
Diana Pardo San Gil
Alberto Plata Montero
Gustavo Renovales Scheifler
Servicio de Restauración de la Diputación Foral de Álava
Santiago Sánchez Beitia
Leandro Sánchez Zufiaurre
José Ignacio San Vicente
José Luis Solaun Bustinza
TECMA S. A.
José Manuel Valle Melón
José Vicario López

CATEDRAL DE SANTA MARÍA. VITORIA-GASTEIZ
Plan Director de Restauración

Créditos de la publicación

Edita
Diputación Foral de Álava
Fundación Catedral Santa María

Edición al cuidado de
Aurora Fernández Per

Fotografías
Las fotografías de esta publicación forman parte del archivo fotográfico de la Fundación Catedral Santa María. Sus autores, excepto en donde se indica expresamente, son el Servicio de Patrimonio Histórico de la Diputación Foral de Álava, Latorre y Cámara arquitectos, Grupo de Investigación en Arqueología de la Arquitectura de la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea, además de autores de los distintos estudios encargados para la elaboración de este Plan Director.

Diseño y maquetación
a+t ediciones

Fotomecánica
Reproducciones L'arte

Impresión
Gráficas Santamaría

ISBN
84-607-3785-3
84-607-4058-7 Volumen II

Depósito Legal
VI-562-01

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS. VOLUMEN II

II Documentación del estado previo del monumento. Estudios y ensayos realizados (continuación)

4.2	Estudios estructurales	424
4.2.1	Estudio geotécnico	424
4.2.2	Análisis de las deformaciones y lesiones estructurales	434
4.2.3	Movimientos de la estructura. Evaluación del sistema automático de adquisición de datos	452
4.2.4	Evolución histórica de la estructura	472
4.2.5	Evaluación de cargas	522
4.2.6	Mecánica de la estructura	548
4.2.7	Cálculos por el Método de Elementos Finitos	586
4.2.8	Estudio de las tensiones reales de trabajo de algunos elementos estructurales	604
4.3	Usos e instalaciones técnicas	617
4.3.1	Informe sociológico	617
4.3.2	Espacios, superficies y usos	623
4.3.3	Instalaciones técnicas	628
5	Base de datos y Sistema de Información Monumental	636
6	Obras y actuaciones complementarias al desarrollo del Plan Director	640
6.1	Introducción	640
6.2	Contenido y desarrollo de las obras ejecutadas	643
6.2.1	Estructuras provisionales de refuerzo y apeo de la estructura de la Catedral	643
6.2.2	Refuerzo de las estructuras de madera	645
6.2.3	Reparación de la cubierta y del sistema de evacuación de agua	645
6.2.4	Estructuras provisionales de protección	648
6.2.5	Actuaciones complementarias de apoyo a las excavaciones arqueológicas	649
6.2.6	Demoliciones, limpiezas y ayudas a los estudios del Plan Director	650
6.2.7	Instalaciones eléctricas y de emergencia	651

III Diagnóstico

1	Histórico. Evolución constructiva de la Catedral de Santa María	654
1.1	Preexistencias	654
1.1.1	Sector 11	654
1.1.2	Sector 13	656
1.1.3	Estructuras extremo noroeste	657
1.2	Conquista castellana. Alfonso VIII. El proyecto inicial	660
1.2.1	Su conservación	661
1.2.2	Su funcionalidad	662
1.2.3	Su cronología	662
1.3	Alfonso X. El cambio de proyecto	663
1.3.1	Gótico A	665
1.3.2	Gótico B	668
1.4	Siglos XV-XVI. Sustitución de bóvedas lógicas por bóvedas de fábrica y terminación del templo	669
1.4.1	Bóvedas de madera. Argumentos textuales	670
1.4.2	Bóvedas de madera. Argumentos estructurales	671
1.5	Siglo XVII. Primera alarma general	674
1.6	Siglos XVIII-XIX. Lucha contra la ruina	676
1.7	Siglo XX. Restauración del arquitecto M. Lorente	677
1.7.1	Supresión de arcos codaes	677
1.7.2	Supresión de los enlucidos históricos	678

1.7.3	Apertura de nuevos vanos	678
1.7.4	Descubrimiento de la portada de Santa Ana	678

Adenda: las excavaciones arqueológicas en la Catedral de Santa María y los orígenes de Vitoria-Gasteiz.

(Avance de la campaña del año 2000)		680
2	Arquitectónico	688
2.1	Constructivo	688
2.1.1	Introducción	688
2.1.2	La humedad	688
2.1.3	Los materiales constructivos	692
2.1.4	Las fábricas	695
2.1.5	Las estructuras de madera	697
2.1.6	Las cubiertas	699
2.1.7	Carpintería y cerrajería	699
2.1.8	Revestimientos	700
2.1.9	Conclusiones	701
2.2	Formal. Los problemas derivados de la forma y la geometría del monumento en su configuración actual	702
2.2.1	Planteamiento general. Forma y patología	702
2.2.2	Los problemas formales de la Catedral	706
2.2.3	El sistema de contrafuertes, arbotantes y botareles de las fachadas norte y sur de la nave y de la girola	709
2.2.4	Ventanales y vitrales	711
2.2.5	La volumetría del edificio. La forma de la cubierta y su remate	711
2.3	Estructural	716
2.3.1	La estructura de la Catedral en 1996	716
2.3.2	La estructura tras la última restauración, hacia 1965	717
2.3.3	La construcción de la Catedral en varias etapas entre los siglos XII y XVI	718
2.3.4	La Catedral mantenida en pie a través de los siglos XVII al XIX	719
2.3.5	Por qué todavía no se ha caído pero tampoco se ha estabilizado	721
2.3.6	Premisas para una obra que ayude a la conservación de la Catedral	722
2.4	Funcional. La infrautilización del monumento y sus consecuencias. El uso litúrgico y el uso socio-cultural	724
2.4.1	Planteamiento general. Espacios, condiciones ambientales, usos y circulaciones	724
2.4.2	Los usos de un conjunto catedralicio	726
2.4.3	Los problemas de infrautilización de la Catedral de Santa María y su relación con la Catedral Nueva	727
2.4.4	Propuesta de nuevos usos y circulaciones	728
2.4.5	El recorrido diseñado para la exposición	730
2.5	Urbano. Interacción entre monumento y entorno. La manzana urbana y su rehabilitación integral	736
2.5.1	La manzana de la Catedral	736
2.5.2	La demolición	742
2.5.3	El esponjamiento	745
2.5.4	La conservación del uso residencial y de la tipología existente	747
2.5.5	La conservación integral	748
2.5.6	La rehabilitación como espacio de carácter socio-cultural y museo	748
2.5.7	Entorno urbano y plazas	749

IV Propuestas de actuación

1	Propuestas de actuación	758
1.1	Introducción	758
1.1.1	Qué hacer con los monumentos	758
1.1.2	Propuesta para la Catedral de Vitoria-Gasteiz	759
1.1.3	El aspecto estructural	760
1.1.4	El aspecto formal	760

1.1.5	El aspecto funcional	761
1.1.6	Las propuestas de intervención	761
1.1.7	Descripción de las obras propuestas	762
1.2	Obras de consolidación estructural	762
1.2.1	Composición de las fábricas	764
1.2.2	Resistencia de las fábricas	764
1.2.3	Geometría de las fábricas	764
1.2.4	Equilibrio de fuerzas	766
1.2.5	Introducción de prótesis	766
1.3	Obras mixtas de refuerzo estructural y acabado formal y arquitectónico	768
1.4	Obras de restauración de materiales	769
1.5	Obras de adecuación formal	770
1.6	Obras de puesta en valor	772
1.7	Obras en el entorno y la manzana	776
1.7.1	El museo de la Catedral y la ciudad de Vitoria	776
1.7.2	Las plazas y calles en torno a la Catedral	778
1.8	Conclusiones	779

Bibliografía	780
---------------------	-----

Ficha técnica	784
----------------------	-----

4.2 ESTUDIOS ESTRUCTURALES

4.2.1 ESTUDIO GEOTÉCNICO

Dentro de los trabajos de reconocimiento del edificio precisos para la redacción del Plan Director de la Restauración, hemos de incluir un estudio de las características técnicas del terreno en que se asienta.

A) Al encontrarnos en un edificio histórico, se tiende a pensar que los posibles asentamientos que el terreno hubiera de padecer ya se habrían producido durante los siglos que lleva en pie. Sin embargo, en función del tipo de terreno, puede ser que el diferimiento en los movimientos sea tan grande que aún nos encontremos con un edificio en proceso de asentamiento. Puede también suceder que fenómenos de desecado y consolidación de determinados suelos húmedos se activen mucho después de haberse detenido, por causas externas, como la modificación de las condiciones de flujos de agua a través del suelo –sin ir más lejos, por el simple pavimentado de una calle o la canalización de aguas pluviales–.

B) En el caso de Santa María, las deformaciones padecidas por la estructura parecen provenir de un insuficiente dimensionado de sus fábricas. Sin embargo, el giro desde su arranque de algunos pilares de la nave central y crucero, apreciable a simple vista, y otras deformaciones, aún por evaluar, podrían indicar que se han producido movimientos del suelo en algún momento de su historia. Un suelo es un organismo dinámico que padece deformaciones de distintos tipos, provocadas, no sólo por los sistemas de equilibrio estático y las consecuentes deformaciones elásticas de los materiales, sino también por la alteración físico-química de sus características. En otro texto de este Plan Director indicamos la necesidad de considerar los problemas reológicos como una de las posibles causas de las deformaciones que padece la

Catedral. Podemos ahora completar el argumento con la referencia a los movimientos de los suelos.

C) En todo caso, es necesario estudiar las características físicas y químicas del suelo, para entender siempre, en cualquier edificio pero más en los antiguos, que suelo y fábrica forman una sola estructura portante. Para la construcción de un edificio actual se tiende a considerar, erróneamente, que el suelo es un miembro con una determinada capacidad portante expresada en kg/cm^2 y se resuelve el expediente de su deformación bajo carga acudiendo a las más simples fórmulas de cálculo de asentamientos instantáneos o diferidos. Si bien estas fórmulas suelen estar del lado de la seguridad en lo que hace a los movimientos inmediatos de la estructura, son más discutibles en lo que se refiere a los asentamientos a largo plazo y, sobre todo, tienden a soslayar el grave problema de la diferencia de velocidades en el asiento de las zonas más cargadas. Lo que inconcretamente denominamos asentamientos diferenciales y tendemos a interpretar como fenómeno actual, es en realidad una cuestión de mayor o menor rapidez en alcanzar el asiento diferido, es decir, un fenómeno dinámico.

La dinámica de los suelos incide especialmente a largo plazo sobre los edificios históricos, y lo hace con ritmos y en momentos casi imprevisibles. Conocer la composición material, las variables geotécnicas de los suelos bajo el edificio y en su entorno inmediato, y relacionar estas variables con la evolución temporal de las deformaciones, del suelo en primera instancia y del conjunto de la estructura en definitiva, nos podrá permitir hacer un diagnóstico más acertado de la situación del edificio.

D) El suelo firme sobre el que está asentada la Catedral parece ser que está formado por una roca blanda de tipo margoso, de color amarillento y de origen aluvial. Es una

roca al parecer con buenas condiciones de resistencia en estado inalterado, pero, por tratarse en definitiva, de una arcilla superconsolidada, resulta muy deleznable en cuanto se expone al aire y humedad. Hoy por hoy, la roca de apoyo parece estar bien protegida de las inclemencias, pero desconocemos en qué estado se encontrará bajo el edificio y las calles que ahora la cubren.

E) El asiento sobre este *no suelo* –en el significado geotécnico del término– que es una roca parecería ser la mejor opción para una buena cimentación. Sin embargo, esa alterabilidad de la roca sedimentaria hace muy difícil apreciar la condición real de los apoyos, pues, accidentalmente, podría encontrarse en muy buen o muy mal estado en cada parte de la Catedral.

F) Por otro lado, no hay que olvidar la supuesta existencia de un templo anterior al actual. ¿Qué restos de éste se encuentran bajo el suelo de la Catedral? y, ¿qué partes de la fábrica de aquél han sido reutilizadas como cimiento de las actuales?. No tendremos respuesta a este problema con un estudio geotécnico tópico consistente en un conjunto de ensayos *in situ* y toma de muestras para analizar en laboratorio, distribuidos aleatoriamente en la superficie de la Catedral. De hecho, probablemente sin una excavación arqueológica completa no conoceremos la composición de las fábricas enterradas, sean éstas el cimiento del edificio gótico actual o restos del templo románico. Aun así, el conocimiento de la potencia arqueológica que pueda tener el suelo del interior de Santa María, y una indicación somera de cuál es la composición de ese yacimiento, permite hacer hipótesis sobre la profundidad a que se encuentra el estrato rocoso y sobre el desnivel que se salva entre éste y las fábricas ahora visibles mediante los restos románicos y el cimiento gótico; y la calidad de ese depósito, tanto desde el punto

de vista histórico como el de su consistencia mecánica. Estas hipótesis podrían decirnos cuál es la altura *real* de la estructura desde su cota de cimentación, con lo que modificaremos los cálculos hechos hasta ahora incrementando la esbeltez de los miembros constructivos, a partir de una topografía esquemática de la superficie rocosa.

G) En cuanto a las deformaciones de la Catedral, un primer examen visual no indica claramente la existencia de fenómenos graves de asiento diferencial. Sin embargo, al menos dos sucesos podrían tener que ver con movimientos del suelo o del cimiento: el descuadre de los elementos del triforio en los tramos de la nave inmediatos al crucero, quizá explicables por un seísmo histórico, pero también por posible ruina parcial del crucero, que hubiera desplazado grandemente los pilares de intersección entre crucero y nave. El seísmo, en caso de haberse producido, habría funcionado de determinada manera en función del tipo de suelo. Invertiendo el argumento, será necesario conocer éste para prevenir posibles efectos de un eventual seísmo futuro. El segundo fenómeno es el giro de, al menos, dos pilares de separación entre las naves central y norte, giro producido desde su arranque, lo que podría indicar un giro del cimiento, bien por fallo local del suelo, bien por descomposición de la propia estructura de cimiento, sea ésta gótica o románica.

Es muy difícil precisar qué deformaciones parten desde la base de los muros y se relacionarían con asientos o giros de los cimientos, debido a la discontinuidad de la observación visual de las fábricas, vistas por interior, y exterior. Contando con la restitución fotogramétrica precisa del edificio será posible afinar este tipo de observaciones al permitir el modelo tridimensional, una visión global de interior y exterior.

a. Variables a determinar

Con este proyecto de reconocimiento geotécnico se persiguen dos objetivos fundamentales: obtener una topografía de la roca de asiento y las cualidades de ésta; y tener una indicación del tipo de depósito arqueológico que se encuentra entre ella y el suelo actual, tanto del interior como del exterior de la iglesia, analizando también su composición. Podría suceder que lo que hemos supuesto como un depósito antrópico sea en parte natural, es decir, un suelo de partículas –arcillas, limos o arenas–, interpuesto entre la roca y el yacimiento; sería necesario entonces hacer otro tipo de análisis para determinar sus características. Por último, al menos en un par de puntos habrá que perforar la roca para averiguar su espesor y si pudiera estar sobre estratos de menor consistencia.

En toda la investigación será preciso determinar la posible existencia de agua, niveles freáticos, escorrentías subterráneas, etc, y las características del agua que se pueda recoger. Si bien la topografía de Vitoria (cerro elevado en una llanada) hace improbable la existencia de grandes flujos de agua, sí se pueden producir caudales localizados de evacuación del agua del propio cerro que afecten puntualmente al cimiento o al subsuelo de la Catedral.

Determinación del lecho rocoso

Para obtener una correcta topografía de su superficie superior será necesario efectuar un número amplio de ensayos de distintos tipos, cuya situación debe ser, por su parte, correctamente topografiada. En todos ellos se determinará la profundidad a que aparece la roca y, en algunos, el espesor. Conocidas las situaciones y, sobre todo, las altitudes relativas de las bocas de perforación, podremos interpolar para obtener un relieve simplificado de la cara de la roca.



Imagen 333. Equipo utilizado en la perforación de sondeos

Determinación de las características de la roca

Con sondeos apropiados obtendremos el espesor de la roca para conocer la existencia o no de estratos inferiores de arcillas semiconsolidadas que pudieran llegar a provocar deslizamientos o asentamientos del estrato rocoso.

A partir de un número apropiado de muestras de material rocoso, realizaremos los correspondientes análisis para determinar sus características físicas y químicas: estudio petrográfico y de minerales componentes del aglomerado; su composición química; el contenido de humedad, porosidad, densidad real y aparente; y resistencias a compresión y tracción de la roca en estado inalterado, saturado y seco.

Determinación del posible estrato intermedio entre roca y yacimiento arqueológico

Nuevamente el estudio determinará, en primer lugar, la existencia de este estrato y su espesor. Mediante los ensayos de penetración se hará una primera evaluación de su consistencia. Por otro lado, se tomarán a su vez muestras del material para determinar: contenido de humedad, densidad aparente y el peso específico; granulometría, límites de Atterberg y contenidos de sulfatos y materia orgánica; coeficiente de limpieza; resistencia a compresión simple y al corte directo; curva de consolidación e hinchamiento –expansividad–. Con estos valores podremos deducir el estado de deformaciones que el suelo puede haber sufrido bajo la carga de la Catedral de manera que, en su caso, obtendríamos una de las variables del problema de deformación del edificio.

Aproximación al yacimiento arqueológico

La complicada heterogeneidad propia de los yacimientos arqueológicos hace que ningún tipo de sondeo geotécnico sea capaz de dar

una imagen, siquiera sea somera, de su contenido. Sin embargo, sí es posible establecer con sondeos su existencia, en primer lugar, y su extensión y potencia –espesor–, en segundo. En efecto, un análisis visual de las muestras obtenidas al hacer las perforaciones permitirá evaluar si nos encontramos ante un estrato arqueológico, pues el terreno de éste será más deleznable, en general, y tendrá altos contenidos de materia orgánica y nitratos. Desde el punto de vista geotécnico tan sólo nos interesa conocer dos o tres variables sobre estos suelos: la ya mencionada de su extensión y espesor; contenido en sales, materia orgánica, sulfatos, nitratos, etc; y también su contenido de humedad.

Sin embargo, todos los valores tendrán una importancia sólo indicativa de la incidencia que los rellenos arqueológicos pueden tener sobre la fábrica, en los aspectos físicos –aporte de aguas– y químicos –aporte de sales–. Sin embargo, desde el punto de vista arqueológico, los sondeos y muestras tomadas deberán ser analizadas por el equipo arqueológico, pues podrán formarse una idea aproximada del tipo de sustrato al que enfrentarnos: rellenos constructivos, enterramientos, escombros, etc. Este conocimiento podrá servir para preparar la campaña de excavaciones a efectuar durante la redacción del Plan Director, que se efectuarán en zonas en las que se aprecie la existencia de un sustrato rico arqueológicamente, de manera que sirvan asimismo para conocer, ahora con una mayor precisión, la real potencialidad del yacimiento, previamente a la realización de su excavación general.

b. Sondeos a efectuar y toma de muestras

En el plano anejo se sitúan y nombran los sondeos a efectuar en la Catedral y entorno. Se señala la profundidad estimada de

perforación, con la que se ha hecho la medición del presupuesto presentado.

Sondeos mecánicos

Se han de efectuar los sondeos M-01 a M-07, situados tres en el interior y cuatro en exterior. Se tomarán muestras de los distintos tipos de terreno atravesados, muestras que se llevarán al laboratorio para la ejecución de los ensayos pertinentes.

En la estimación de la profundidad del sondeo se ha considerado que el lecho rocoso se encuentre, como muy profundo, a unos 8-10 m de la cota exterior del terreno. Para el interior de la Catedral se suma a esta cota el desnivel estimado entre el suelo acabado interior y el exterior, que desciende acusadamente hacia el norte y este del edi-

ficio. A partir del supuesto lecho rocoso habrá que perforar 1 ó 2 m para obtener distintas muestras de la roca.

Sobre la estimación de profundidad de la roca, para los sondeos M-02, M-06 y M-07, se prevé la perforación de otros 8 a 10 metros, con ánimo de evaluar el espesor del estrato resistente y la posible existencia de estratos intersticiales de una menor resistencia.

Durante la perforación de los agujeros se ejecutará también un número de ensayos de penetración estándar, a razón de uno cada metro y medio de avance de la perforadora hasta llegar a la roca, como mínimo.

Ensayos de penetración dinámica

Para completar la topografía del lecho rocoso y obtener una estimación del volumen de rellenos arqueológicos del interior del edificio, haremos una serie de ensayos de penetración dinámica hasta rechazo, que llamamos en el plano P-01 a P-22, de los cuales sólo los seis primeros se encuentran en el exterior.

En la valoración de este trabajo hemos vuelto a estimar de distinta manera la profundidad a que se encuentra la roca –estrato de rechazo– en cada punto de penetración. La estimación de esa profundidad figura en el plano junto a la situación del correspondiente ensayo.

Topografía de las bocas de perforación

Se hará un registro y cálculo topográficos de la situación de las bocas de perforación de todos los sondeos y ensayos de penetración. Esta topografía se referirá al sistema de coordenadas que se está empleando para la fotogrametría de la Catedral, de modo que, obtenido un modelo de la superficie del lecho rocoso, éste sea insertable en el modelo tridimensional del edificio para permitir poner en relación con él la estructura completa.

Imagen 334. Localización en planta de los sondeos realizados

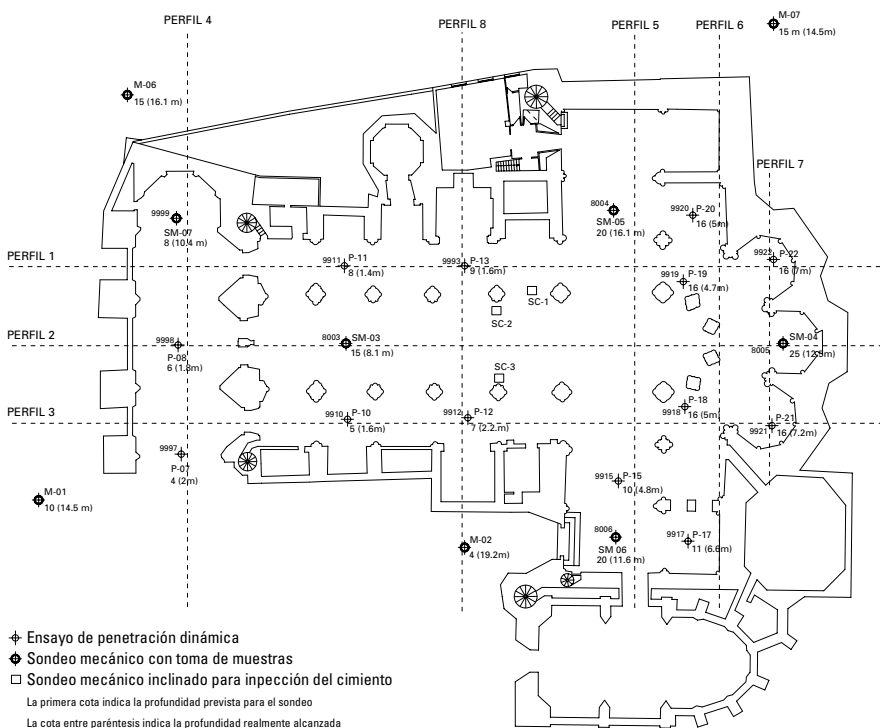




Imagen 335. Depósito, en cajas de madera, de las muestras

c. Ensayo de las muestras en laboratorio

Se tomará el número de muestras suficientes para obtener una buena caracterización de los distintos tipos de suelo existentes, de tal manera que queden bien definidas todas las variables que se han dado en el apartado segundo.

En el presupuesto se ha hecho la siguiente estimación de ensayos.

Ensayos en roca

Identificación mineralógica mediante microscopía óptica sobre lámina delgada, y determinación cuantitativa de los minerales componentes de la roca en, al menos, cuatro muestras tomadas en distintos puntos de sondeo y a distintas profundidades. En el caso de que el resultado de estos análisis diera un resultado muy heterogéneo sería preciso analizar otras muestras para caracterizar correctamente la roca del lecho.

Determinación de las variables físicas de la roca –densidad aparente y real, contenido y absorción de agua y porosidad– de al menos seis muestras, tomadas también en diferentes sondeos y profundidades.

Determinación de las características mecánicas –resistencia a compresión y tracción– de cuatro muestras. También de distintos sitios.

En obra, durante la ejecución de los sondeos, se decidirá la procedencia concreta que han de tener las muestras a analizar, en función de la primera inspección visual del material extraído en el sondeo. Esta inspección se hará por nosotros mismos y por el técnico geólogo o ingeniero de la empresa geotécnica.

Como sucede que de todo el material extraído no es necesario llevar al laboratorio más que las muestras que han de ser analizadas, el resto del susodicho material deberá quedar en la obra, perfectamente ordenado en cajas de madera, de

manera que siempre sea posible rehacer la inspección visual del material, a la luz de los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio. Así, de esta forma poder, eventualmente, tomar nuevas muestras para analizar, sin tener que repetir de nuevo los sondeos. (Ver imagen 335)

Ensayos en arcillas

Esta parte del estudio podría no tener que efectuarse, o hacerse sólo en una mínima parte de lo proyectado y presupuestado ahora. En efecto, si los estratos de arcillas son casi inexistentes como se supone, las muestras a tomar se reducirían drásticamente.

En todo caso, hemos previsto un conjunto de ensayos que permitirían una caracterización muy aproximada del hipotético material arcilloso.

Por otro lado, la suposición de que los posibles estratos de partículas sean arcillosos está también por verse realizada. Podrían ser niveles de otras características, limosos o arenosos. En estos casos, los ensayos de laboratorio serían más sencillos, ahorrándonos entonces los de consolidación y edométricos, y limitándonos a los de caracterización de los áridos y sus intrusiones –granulometría, límites de Atterberg, contenido de materia orgánica y sulfatos– y a los de caracterización física –densidad aparente y real, contenido de humedad– y mecánica –compresión simple, corte directo–.

El número de muestras y su procedencia se determinará definitivamente en la obra, en función del resultado de la inspección del material extraído, siendo el total previsto en el presupuesto de 24 muestras, estimación para el peor de los casos, en el que el estrato fuera de arcillas y apareciera en todos los sondeos con un espesor significativo.

Ensayos del suelo arqueológico

Desde el punto de vista geotécnico, el yacimiento arqueológico no tiene mayor interés, salvo en lo que hace a su posible empuje pasivo sobre los muros de contención de los rellenos del interior de la iglesia. Habitualmente, los edificios históricos, y más los de la importancia de esta Catedral de Santa María, apoyan sobre estratos consistentes, y eluden los niveles de rellenos antrópicos. Sin embargo, puede ocurrir que partes del edificio apoyen en este tipo de niveles. En todo caso, no será posible determinar si tal cosa sucede hasta la ejecución de una excavación general del edificio que desnude las cimentaciones y muestre tal fenómeno, que siempre será puntual.

Por lo tanto, tal y como ya afirmamos, tan sólo determinaremos, para el suelo arqueológico, dos variables: en primer lugar su composición química y en segundo su espesor, tomando para ello el número de muestras que sea más apropiado.

Esta es la parte de menor incidencia en el estudio geotécnico, si bien la inspección de todo el material extraído con ojos arqueológicos sí será muy importante para la elaboración hipótesis sobre el yacimiento de la Catedral de Vitoria.

Aguas freáticas

Se obtendrá al menos una muestra de agua de cada sondeo –hasta siete– y se analizarán para conocer su composición química en relación tanto con su origen como con los problemas de aporte de sales a las fábricas de la iglesia.

Además, para conocer la evolución de los niveles freáticos con el transcurso del tiempo, se deben dejar instalados tres tubos piezométricos en el interior de las perforaciones de los sondeos del interior de la iglesia, convenientemente protegidos con tapas.

d. Informe geotécnico

Como es preceptivo, se redactó un informe con todos los datos de los ensayos, tanto de laboratorio como *in situ*, con sus correspondientes gráficos y evaluación técnica del suelo. El resultado se resume en los gráficos y textos incluidos en este capítulo.

El suelo bajo la Catedral

Se presentan en esta lámina los perfiles estratigráficos deducidos de los sondeos efectuados en la Catedral. Los sondeos geotécnicos efectuados muestran un terreno formado fundamentalmente por dos niveles de condiciones radicalmente distintas, subdivisibles en cuatro subniveles.

El primer nivel está formado por rellenos más o menos consistentes. De ellos, un nivel superior, de profundidad muy variable, está formado por material muy suelto, de relleno artificial, con intrusión de enterramientos y restos de escombros de construcción. El segundo nivel de rellenos está formado por un material más homogéneo y consistente, de matriz arcillosa con intrusión de material de gran tamaño. Este nivel, sin embargo, es en general bastante sutil y en algunas partes ni siquiera aparece.

Como sustrato resistente de estos rellenos se encuentra el lecho rocoso del cerro en que se sitúa la Catedral. Esta roca tiene a su vez dos estratos, el superficial muy meteorizado, de espesor variable pero superior al metro, y el inferior formado por la roca madre, sana, una margocaliza originada por sedimentación de material marino y fosilización de microcrustáceos.

El estrato que más nos interesa considerar es el superficial de la roca, por dos motivos: el primero es que no parece probable que, con medios técnicos limitados, se excavaran zanjas de cimentación que cortaran hasta un metro de roca. Si bien es perfectamente posible que se talle la roca para conseguir un buen asiento horizontal e

incluso un cierto empotramiento en la matriz rocosa, esta extracción siempre sería muy superficial y no llegaría a la roca sana. Por otro lado, la *alegría* con que se decide hacer la chapuza de apoyar un pilar por mitades en un muro anterior y un relleno de arcilla –resultado de los sondeos arqueológicos efectuados hasta el momento–, dice mal de la voluntad de obtener ese buen asiento en la roca sana; podríamos estar contentos si el cimiento llega a penetrar en esa roca meteorizada en las zonas del edificio no cimentadas sobre estructuras anteriores.

El segundo motivo para considerar esta fase de la roca como la de cimentación es que nos sitúa a nosotros ahora en el lado de la seguridad. Pretender que el terreno tiene la consistencia y resistencia de la roca sana sería temerario porque nos daría unos márgenes de seguridad con los que no debemos contar.

Se presentan también las secciones de la Catedral con los perfiles estratigráficos incluidos, para que se pueda apreciar la relación entre la potencia de éstos y las dimensiones de aquella. (Ver imágenes 336-338)

Características del terreno

Resumimos las características más importantes contenidas en el estudio efectuado. Se presentan tres tablas con los valores obtenidos en los ensayos *in situ* y de laboratorio. La tabla de la página 429 nos muestra los índices de calidad del suelo obtenido en los distintos sondeos a distintas profundidades. Por lo explicado anteriormente hemos de quedarnos con las condiciones propias de un suelo mediano –al menos hasta que una prospección de la estructura de cimentación nos diga que el apoyo se produce en la roca sana– que se describen con los resultados de las tablas de la derecha. Arriba, los resultados de los ensayos a que se han sometido las

muestras extraídas: nos interesan los valores más bajos de resistencias a compresión obtenidos, que, con unos coeficientes de seguridad de entre 5 y 8, dan unas tensiones admisibles de unos 2.5 kg/cm² en el peor de los casos, y de unos 19 kg/cm² en el mejor de los casos –improbable por lo que explicamos en la lámina anterior–. El último gráfico muestra las características de los suelos arcillosos, a considerar como muy importantes en el caso de que la cimentación no llegue siquiera a apoyar en la roca meteorizada. En este supuesto, la arcilla con que nos encontramos es francamente mediocre, aunque su confinamiento –por los propios muros de la Catedral– y su delgado espesor podrían ser beneficiosos a la hora de estimar unos asentamientos que en estas condiciones serían muy pequeños.

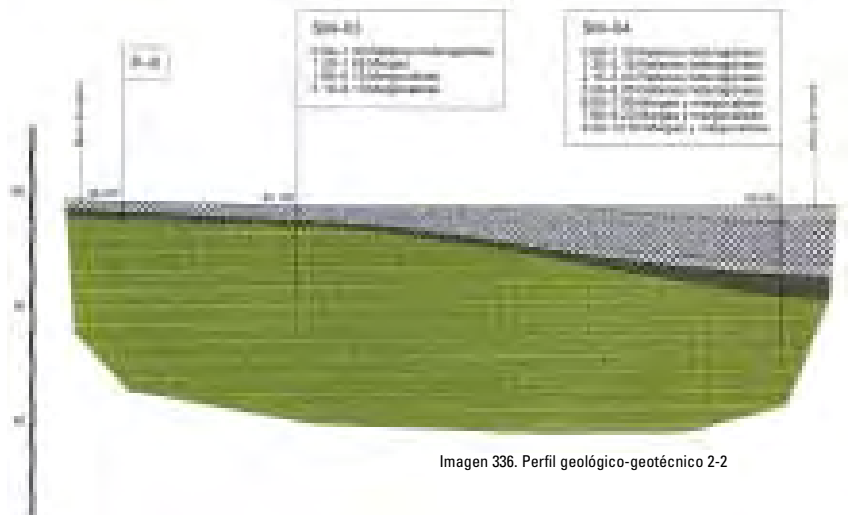


Imagen 336. Perfil geológico-geotécnico 2-2

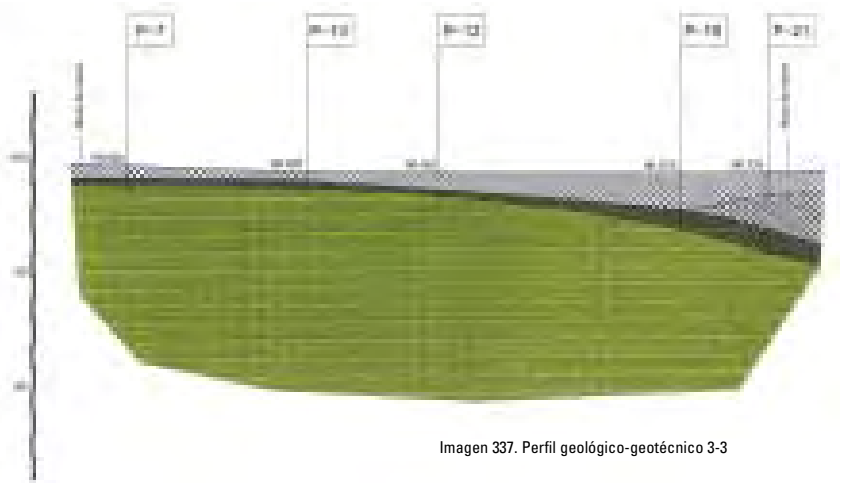


Imagen 337. Perfil geológico-geotécnico 3-3

- P-1 Ensayo de penetración
- Rellenos heterogéneos arcillosos
- Rellenos heterogéneos granulares
- Margas bastante meteorizadas
- SM-1 Sondeo mecánico
- Margas bastante a ligeramente meteorizadas
- Margas ligeramente meteorizadas a sanas
- Contacto roca

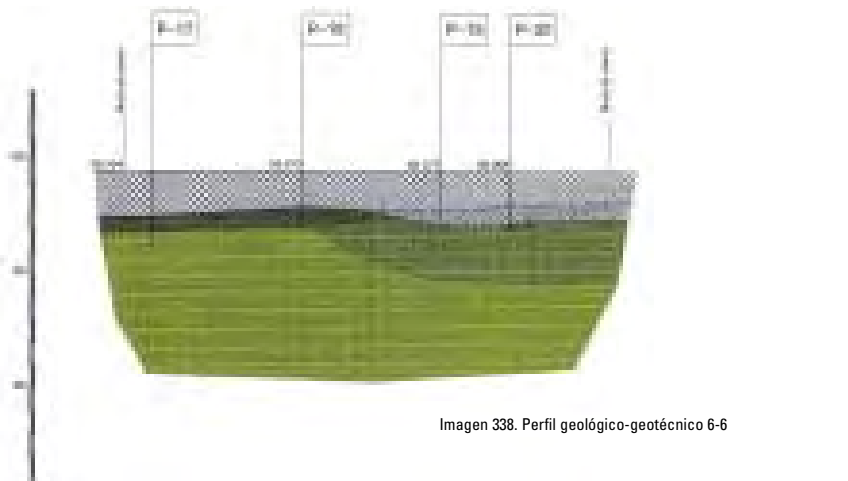


Imagen 338. Perfil geológico-geotécnico 6-6

Sondeo	Material	Profundidad	Recuperación Testigo	Índice R.Q.D.	Calidad
SM-03	Margas	1.30-1.65	100	60	Mediana
SM-03	Margocalizas	1.65-5.10	100	60	Mediana
SM-03	Margocalizas	5.10-8.10	100	100	Excelente
SM-04	Margas y margocalizas	6.05-7.90	100	60	Mediana
SM-04	Margas y margocalizas	7.90-9.20	100	90	Excelente
SM-04	Margas y margocalizas	9.20-12.50	100	100	Excelente
SM-05	Margas y margocalizas	6.30-9.00	100	50	Mediana
SM-05	Margas y margocalizas	9.00-10.25	100	90	Excelente
SM-05	Margas y margocalizas	10.25-13.00	100	100	Excelente
SM-06	Margas	3.60-4.90	100	60	Mediana
SM-06	Margocalizas	4.90-6.50	100	80	Buena
SM-06	Margocalizas	6.50-11.55	100	100	Excelente
SM-07	Margas	1.60-3.00	100	50	Mediana
SM-07	Margas	3.00-6.40	100	50	Mediana
SM-07	Margocalizas	6.40-8.20	100	80	Buena
SM-07	Margocalizas	8.20-10.35	100	100	Excelente

Sondeo	Profundidad	He	Ye	CS	AB	BRAS	PORO	IP	PS
SM-03	2.15-2.35	2.1	2.612	310	2.2				
SM-03	5.20-6.00					3.6			
SM-04	9.20-9.50				1.4	54			
SM-04	10.75-11.00	2.4	2.619	356					
SM-05	9.35-9.65	2.2	2.632	158					
SM-05	10.50-11.40					43	0.053	0.055	2.751
SM-06	4.00-4.20	8.5	2.374	21	9.4				
SM-06	5.10-5.30						0.116	0.131	2.741
SM-06	6.90-7.20					42			
SM-07	7.00-7.65	2.6	2.622	193			0.067	0.072	2.741
SM-07	8.20-8.80					44			

Sondeo	Profundidad	Ha (%)	Ya (tn/m ³)	LL	LP	IP	S (%)	PH (kg/cm ²)	CASG.
SM-04	1.55-2.15	11	1.663	28.4	23.3	5.1			CL/ML
SM-04	5.00-5.60	17.7	1.991	36.4	22.4	14	0.036		CL
SM-05	5.00-5.55	12.8	1.938	35.6	22.0	13.5	0.020	0.2	CL
SM-06	3.10-3.60	12.8	2.004	36.3	21.7	14.5		0.15	CL
SM-07	1.10-1.60						0.015	0.4	

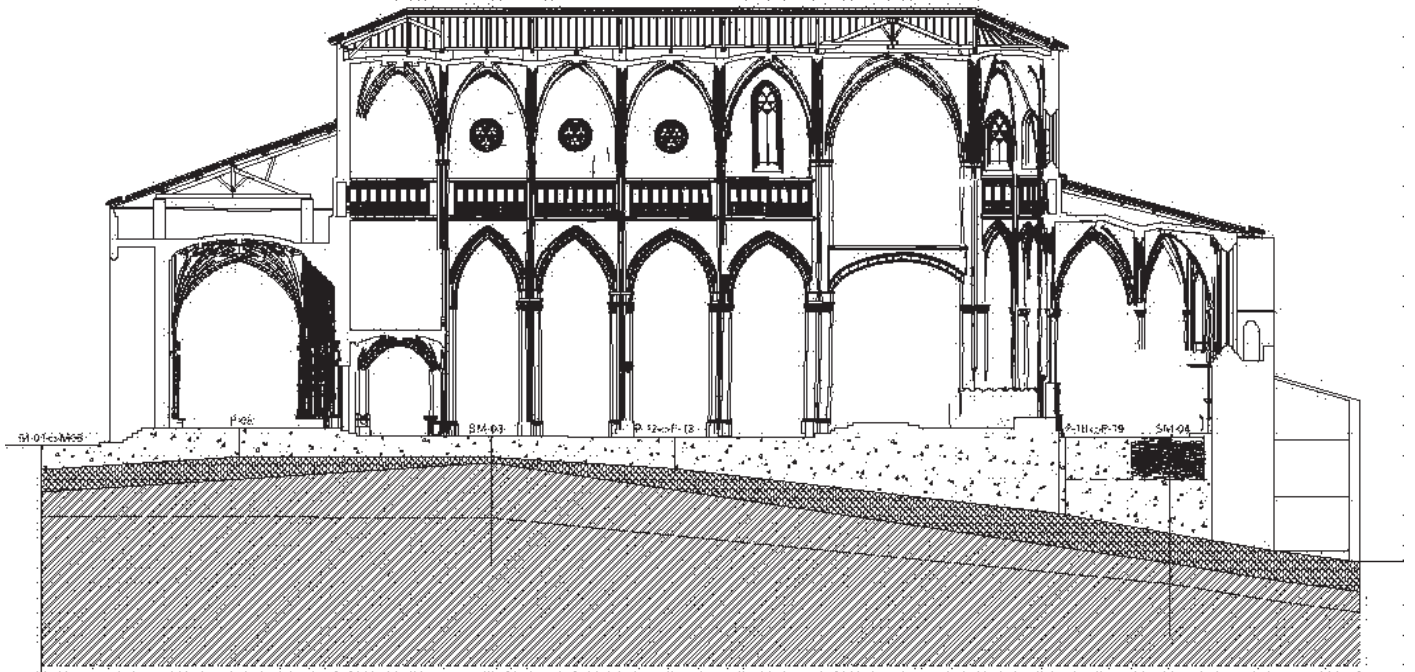


Imagen 339. Sección nave central hacia norte




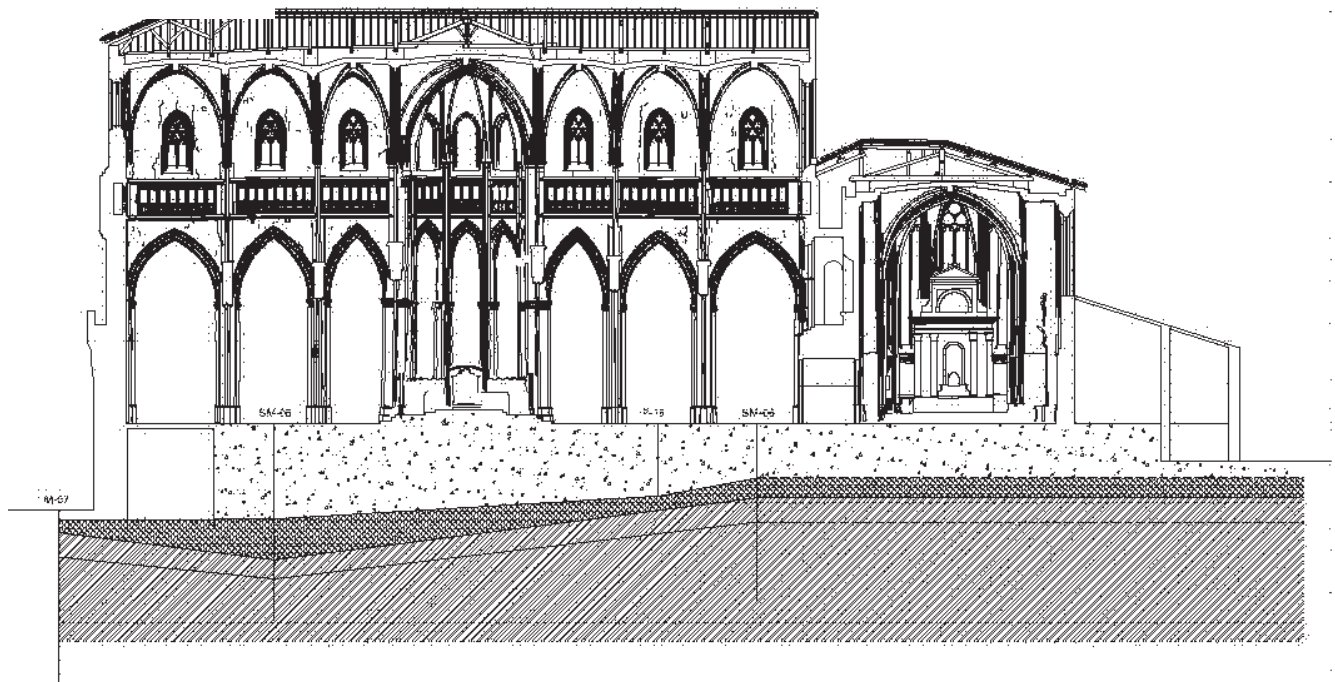
-  Rellenos arqueológicos y arcillosos
-  Arcillas margosas
-  Margocalizas duras a muy duras

Imagen 340. Sección nave transepto hacia este



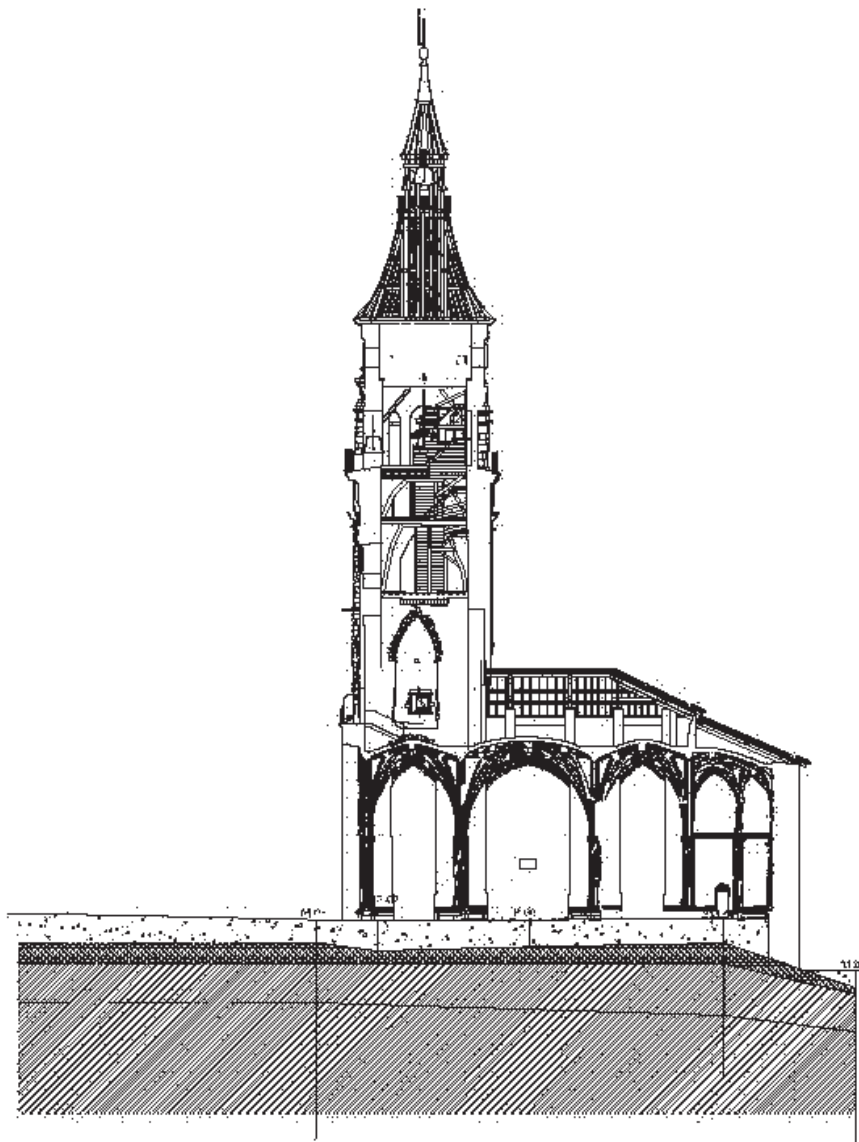


Imagen 341. Sección pórtico hacia oeste




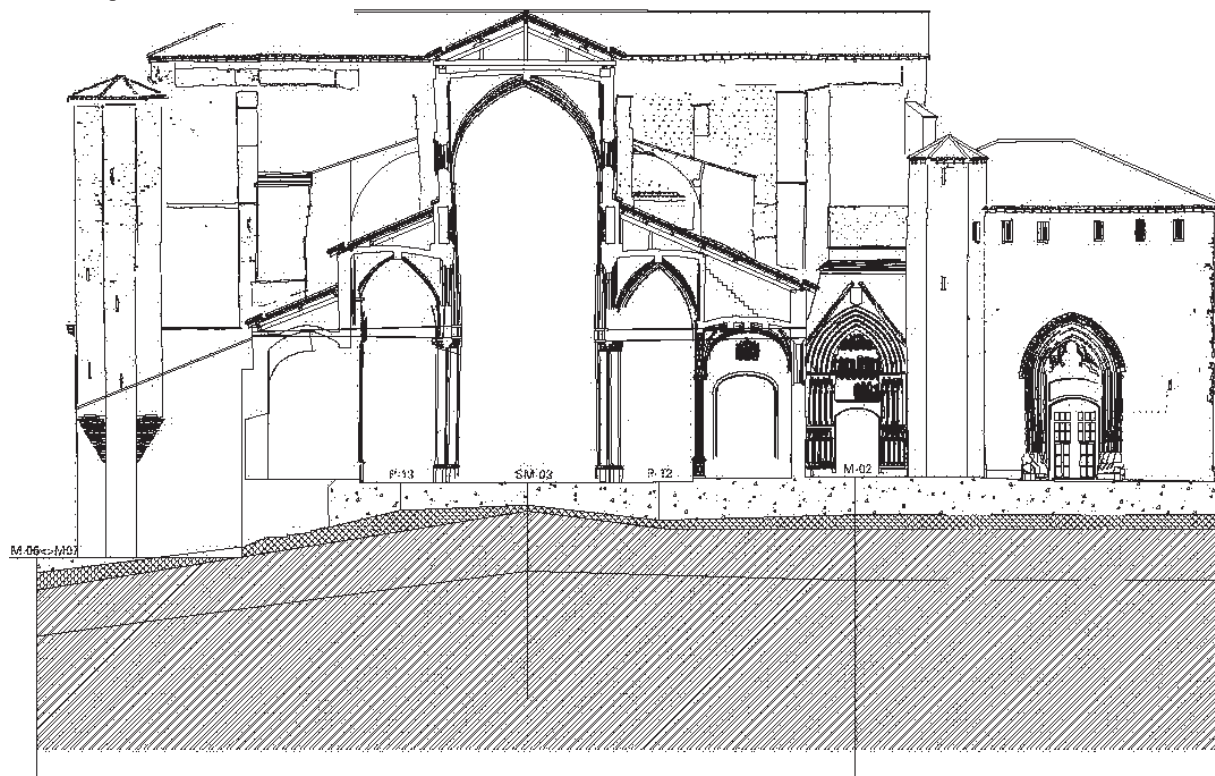
 Rellenos arqueológicos y arcillosos
 Arcillas margosas
 Margocalizas duras a muy duras

Imagen 342. Sección nave iglesia hacia este



4.2.2 ANÁLISIS DE LAS DEFORMACIONES Y LESIONES ESTRUCTURALES

a. Objetivo del estudio

Todas las estructuras existentes han de sufrir ciertas deformaciones para encontrar un acomodo estable frente a las sollicitaciones de cargas que padecen, bien por sus propios pesos bien por acciones exteriores —como los usos, vientos, etc—. Se admite hoy día que esas deformaciones, en las estructuras de nueva construcción, se limiten de manera que el resto de los elementos constructivos, no estructurales, del edificio, no padezca daños, y que la posibilidad de uso del edificio no quede mermada.

En un edificio histórico, el concepto empleado no es tanto el de seguridad o el de utilidad como el de permanencia. Es decir, el estado de deformaciones tolerable en un edificio histórico es siempre mucho más alto que el de un edificio moderno, porque valoramos en aquél otras cuestiones más allá de la utilidad. En cuanto a la seguridad, los márgenes de ésta que tienen todas las estructuras son en general muy altos. En los edificios de nueva planta, la verdadera limitación es la de uso, que queda muy lejos de la de seguridad y obliga a manejar dimensiones mayores de los elementos estructurales. En los antiguos, la capacidad que tienen de adecuarse a modificaciones de los estados de cargas y de las condiciones de contorno son, en general, también muy amplias, y la posible ruina de un edificio pasa por la previa adopción de múltiples posiciones de equilibrio, con más o menos deformaciones en su geometría original.

Esa secuencia de acomodos de la estructura a lo largo del tiempo desemboca en una posición concreta que es la que podemos observar nosotros en el momento actual. Tras ochocientos años de evolución, la Catedral presenta hoy una geometría

determinada, que podemos medir y estudiar para valorar su capacidad remanente de adquirir nuevas posiciones de equilibrio antes de arruinarse.

Las estructuras de fábrica son construcciones hiperestables debido a esa capacidad de adaptación a nuevas situaciones. Pero son estructuras con una muy baja capacidad de resistir esfuerzos de tracción, frente a una muy alta capacidad a compresión. Ésta es tanta que muy extrañamente una estructura histórica se arruina por sobrecompresión, y cuando lo hace es porque el deterioro del material constructivo ha conducido a una acumulación de tensiones en un punto concreto, provocando el fallo del elemento sobrecargado.

Contando con esas dos condiciones, la adaptación de la estructura a lo largo del tiempo pasa por la aparición de lesiones —es decir, grietas—, en los lugares de la construcción sometidos a esfuerzos de tracción. Cuando una parte de la estructura se agrieta pierde además su capacidad de transmitir esfuerzos de compresión, que exigirían el contacto completo de las fábricas. De este modo, la existencia de grietas en un edificio de fábrica no es síntoma de una próxima ruina, sino señal de la existencia de esfuerzos de tracción en ciertas partes de los muros, que normalmente se convertirán en compresiones en otras partes preparadas para resistirlas. Éste es el mecanismo que permite sobrevivir a las estructuras antiguas.

Grietas y deformaciones no son sino mecanismos de adaptación de la estructura, que no significan que la estructura sea insuficiente o ineficaz. Su estudio es necesario para hacer una evaluación tanto de cómo ha evolucionado la fábrica y cuáles han sido sus sucesivas adaptaciones hasta hoy, como de la capacidad que pueden tener todavía en el futuro para adaptarse a nuevas situaciones de cargas y asientos.

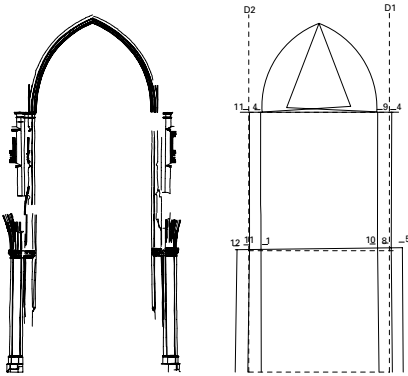


Imagen 343. Deformada del pórtico 12D, arco de triunfo del presbiterio. Sección obtenida por fotogrametría y análisis de la deformación

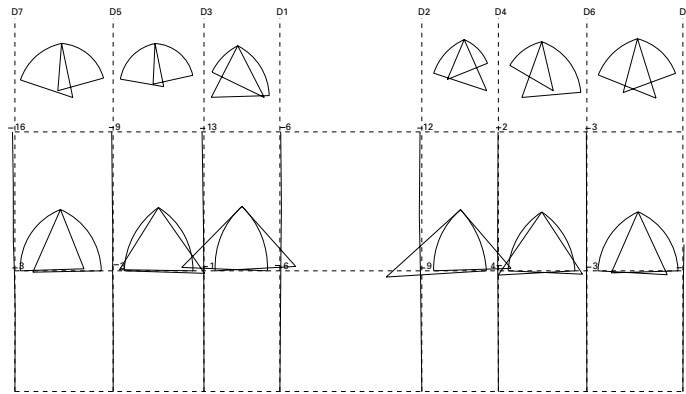


Imagen 344. Alzado este del transepto, tramos 17D y 28D. Estudio de deformación y traza original de los arcos

El estudio que hacemos a continuación tiene por tanto esas dos miras. Sin embargo, para evaluar esos problemas, cuya vertiente diacrónica —es decir, histórica— es fundamental, necesitamos contar con los datos ofrecidos por el estudio histórico. De manera que el análisis de la evolución de la Catedral se hace en otro apartado, quedando éste para hacer una revisión escueta de cuál es la situación actual del edificio en este aspecto, y qué estado de solicitaciones indica. Lo que haya pasado antes y pueda venir en el futuro se explica en el apartado *d* de este capítulo.

b. Elaboración del estudio

La necesidad que tienen todas las estructuras de deformarse antes de equilibrarse totalmente hace que ningún edificio construido tenga una geometría exacta y perfectamente simétrica. Al margen de los posibles errores de replanteo de la construcción, y de la acumulación de diferentes obras sobre un edificio a lo largo del tiempo, con las modificaciones que comportan sobre cualquier traza regular que hubieran podido tener en su origen, todos los edificios

construidos presentan una geometría deformada respecto a su concepción arquitectónica, debida a su acomodo estructural.

La posibilidad de estudiar esta geometría deformada pasa por el uso de sistemas de medición y representación gráfica más o menos sofisticados en función del volumen y la complejidad del edificio en cuestión. En el caso de la Catedral, la herramienta básica empleada ha sido la restitución fotogramétrica completa de las superficies visibles del edificio para conformar un modelo tridimensional de su geometría actual que nos sirve, mediante el uso de herramientas de CAD —Diseño Asistido por Computadora— para evaluar magnitudes cuya medición directa en el edificio es imposible.

Este modelo informático 3D del edificio se refiere, naturalmente, a la situación actual del mismo. Pero para medir una deformación hace falta referirse a una forma original no deformada con la que comparemos medidas, ángulos, etc. Lo mismo sucede con las lesiones: podemos estudiar las que ahora hay y las que hubo en otros momentos, pero debemos comparar con un edificio no lesionado original.



345

Imagen 345. Nave central de la iglesia desde el presbiterio. Se observan las diferentes inclinaciones que padecen los pórticos

Imagen 346. Nave del transepto, hacia el norte. Inclinaciones de las distintas pilastras y deformación de los arcos

Imagen 347. Nave del transepto hacia el sur. Inclinaciones de las distintas pilastras y deformación de los arcos



346

En este segundo apartado, resulta fácil entender que el edificio original se construyó sin grietas, y que ésta es la situación a origen de referencia. En el primer caso, la situación es un poco más confusa, y para resolverla hemos de establecer una condición de partida con un edificio simétrico. Esta condición de simetría no debe entenderse con el significado restringido a la especularidad de las formas según ejes de trazado, sino a una condición de orden constructivo que podemos dar por lógico en cualquier época constructiva: las cornisas se construyen horizontales, los muros y pilares aplomados, los arcos según trazas circulares o elípticas, etc. Aunque estas condiciones de la construcción tienen, claro está, una lógica histórica que es, no sólo variable, sino también, en muchas ocasiones, desconocida por nosotros: por ejemplo, ignoramos casi todo sobre la manera de trazar geoméricamente los elementos de las bóvedas de crucería góticas, o las cáscaras tabicadas elípticas barrocas,



347

trazas que probablemente deban más al proceso constructivo de ejecución que al dibujo geométrico de su forma. Los estudios de historia de la construcción son, en esto, casi inexistentes y, en todo caso, raramente concluyentes.

Además, con el paso del tiempo y de las sucesivas obras de ampliación, reparación, etc, de la Catedral, esas condiciones de simetría se hacen más y más confusas: por ejemplo, si en un momento determinado se amplía la nave de los pies, con ciertas deformaciones de la estructura original ya sobrevenidas, las referencias de horizontalidad o verticalidad de elementos constructivos pueden ya no ser útiles porque la nueva construcción se *truca* para adaptarla a esa deformación anterior, ejecutándose ya *deformada*. Así que la deformada que hoy podemos estudiar es la resultante final de un proceso no lineal de construcciones, ampliaciones, reparaciones, etc, y no se corresponde directamente con la actual situación de cargas y apoyos del edificio.



Imagen 348. Bóvedas del primer y segundo tramo del transepto sur, hacia oeste. Se aprecian las grietas que separan los plementos y arcos formeros del muro

De este modo, las referencias a una geometría original sin deformación se limitan mucho y son una herramienta útil pero de alcance limitado. Para aumentar el alcance del estudio es por lo que hemos hecho un análisis pormenorizado de la evolución del edificio, que nos permitirá desentrañar esas idas y venidas de deformaciones y reparaciones, y su incidencia en la deformación de la Catedral. En este apartado nos limitamos a las referencias más sencillas e indubitables a una geometría ordenada.

El proceso de investigación seguido para el estudio de la deformación es éste:

- En primer lugar, la obtención de la geometría real actual de la estructura mediante el modelo fotogramétrico.
- En segundo lugar, el establecimiento de las reglas de orden originales de la construcción, básicamente dos: los elementos verticales se construyen aplomados y los horizontales nivelados.
- En tercer lugar, el dibujo de unas líneas –ejes– de referencia, simplificando ambas

geometrías –real y simétrica–, para compararlas y medir sus diferencias.

- En cuarto lugar, el reflejo de esas mediciones en cuadros sinópticos y croquis esquemáticos que permiten la rápida visualización del problema.

- Por último, el análisis del significado de esas deformaciones en dos vertientes; a qué se deben y a dónde conducen.

El estudio de las lesiones es más sencillo y pasa por lo siguiente:

- El uso del mismo modelo fotogramétrico de referencia.

- La investigación y localización *in situ* de las lesiones existentes, con dos variantes en este caso: lesiones anteriores a Lorente, selladas por él y no reactivadas; y lesiones vivas, reabiertas con posterioridad a su restauración.

- El dibujo de esas lesiones sobre planos de detalle, con su traza exacta.

- El reflejo esquemático de los movimientos que esas lesiones significan, con las zonas de tracción que aparecen en las fábricas.

- Por último, el análisis del significado estructural de esos problemas.

En lo que sigue, dividiremos este estudio en los dos apartados de análisis de la deformada y de las lesiones.

c. La deformación de la Catedral

Estudiamos a continuación la situación de deformación de la Catedral, centrándonos en aquellas partes que, desde una primera inspección, se puede observar acusan mayores desplazamientos. Para designar las magnitudes de los desplazamientos tomaremos como signos positivos los del sistema de coordenadas establecido en el modelo informático: el eje OX crece hacia el este mientras el eje OY hacia el norte. El uso de signos negativos en la cuantificación de los movimientos indica que éstos se producen hacia el oeste o el sur.

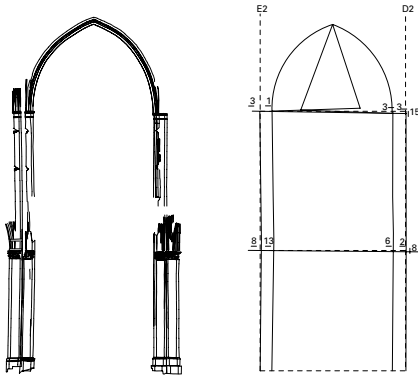


Imagen 349. Deformada del pórtico DE2, arco del cruceo hacia el transepto sur. Sección obtenida por fotogrametría y análisis de la deformación

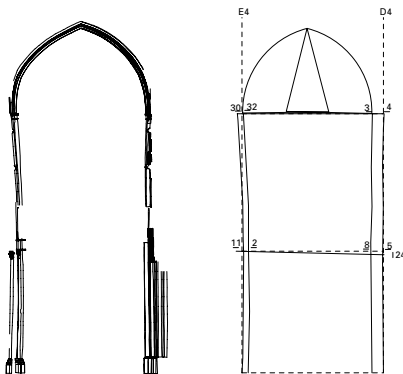


Imagen 350. Deformada del pórtico DE4, arco del transepto sur, entre el segundo y el tercer tramos. Sección obtenida por fotogrametría y análisis de la deformación

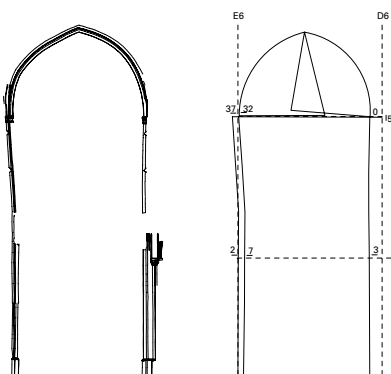


Imagen 352. Deformada del pórtico DE6, arco del transepto sur, entre el primero y el segundo tramos. Sección obtenida por fotogrametría y análisis de la deformación



Imagen 351. Bóvedas del transepto sur. Vista cenital del segundo y tercer tramos, donde se aprecian las grietas junto a los muros y en el intradós de los plementos. En primer plano, uno de los arcos codales

Brazo sur del transepto

Es, sin duda alguna, la parte de la estructura que acusa un mayor problema de pérdida de la geometría regular de sus fábricas, amén de la zona en que las fisuras son mayores y más activas, como veremos más adelante.

Brevemente, podemos describirlo así:

- Los muros inferiores de la nave han sufrido un giro hacia el interior de esa nave. En los sucesivos ejes de estructura, contados a partir del cruceo, estos giros suponen unos corrimientos a la altura de los capiteles de las pilastras inferiores, de unos +10, +10 y +5 cm, respectivamente, en el lado oeste, y de +6, -6, y -3 en el este.
- Mientras que las partes superiores de los mismos se han inclinado en dirección contraria, hacia el exterior de la nave. Refiriendo estos desplazamientos a la base del muro, sus magnitudes son de 0, -30 y -35 cm en los pilares del oeste, y de +3, +3 y 0 en el este.
- El punto de inflexión de esas dos inclinaciones se sitúa aproximadamente al nivel del piso del triforio, si bien la existencia de

los arcos de apeo *arcos del miedo* impide discernir la exacta posición.

- Como consecuencia del desplazamiento de los muros altos hacia el exterior, los puntos de apoyo de arcos perpiaños y ojivos de las bóvedas altas se han desplazado, estirando las cuerdas de los arcos y provocando una pérdida de curvatura en el lado desplazado, y un aumento en el lado más estable. De este modo los dos semiarcos ya no son simétricos.
- Por otro lado, en la sección longitudinal de la nave se aprecia, en el muro oeste, un giro hacia el sur de los ejes de la estructura, y en el este, un giro hacia el norte. Son movimientos de muy pequeña entidad. En el oeste, son movimientos de -3, -3 y -6 cm, y en el este, de +12, +2 y +3 cm.
- A la vista de esas magnitudes, son importantes los movimientos de la columna del cruceo en toda su altura, y del muro de cierre del brazo oeste del transepto en su parte alta, a partir del nivel del triforio.
- Es muy significativa la fuerte asimetría de las deformaciones, siempre mayor hacia el lado oeste.



Imagen 353. Inclinaciones de los distintos tramos del muro occidental del transepto

Brazo norte del transepto

Presenta un estado de deformación y fisuración similar al del lado sur pero menos acusado. Lo describimos con las siguientes notas:

- El giro de los muros en la parte inferior es también hacia el interior de la nave, con magnitudes, en los ejes de estructura contados también a partir del crucero, de +15, +6 y +4 cm, para el lado oeste, y de +2, -5 y -15 para el este.
- En la parte alta de los muros, los desplazamientos de apertura respecto a la base son de +10, -25 y -28 cm, en el oeste, y de +9, +6 y +5 en el este.
- El punto de inflexión de estos desplazamientos se sitúa a la misma altura que en la nave sur, la del piso del triforio.
- En la sección longitudinal, los movimientos son de componente positiva, hacia el norte, en los dos lados, con lecturas de -3, +6 y +3 cm en el lado oeste, y de -6, +13 y +9 en el lado este.
- Como en el lado sur, los movimientos más importantes son los de la cara oeste de esta nave, en su parte superior.
- Aquí también se presenta una fuerte asimetría de deformaciones, con magnitud mayor hacia el oeste.

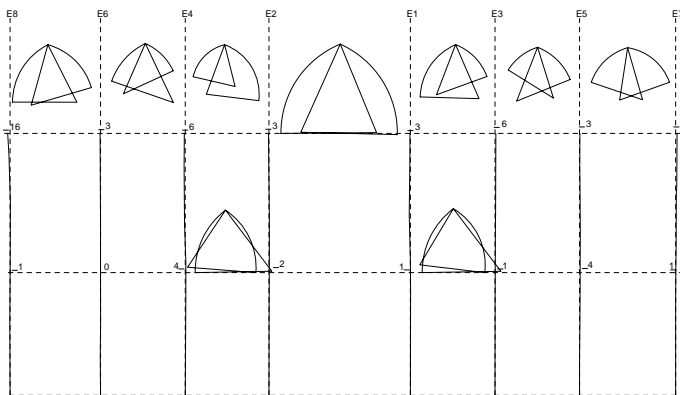


Imagen 356. Alzado oeste del transepto, tramos 17E y 28E. Estudio de deformación y traza original de los arcos

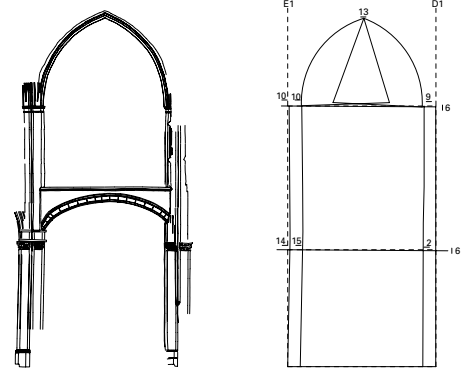


Imagen 354. Deformada del pórtico DE1, arco del crucero hacia el transepto norte. Sección obtenida por fotogrametría y análisis de la deformación

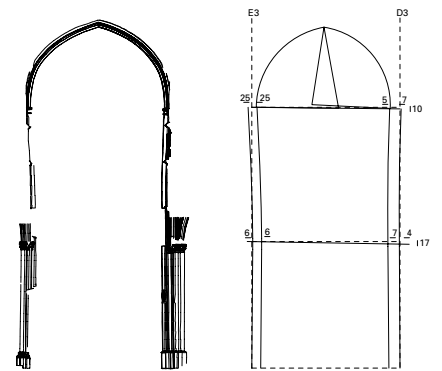


Imagen 355. Deformada del pórtico DE3, arco del transepto norte, entre el segundo y el tercer tramos. Sección obtenida por fotogrametría y análisis de la deformación

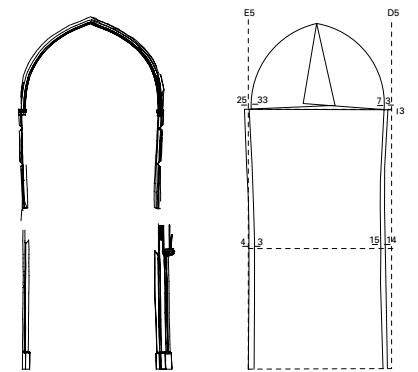


Imagen 357. Deformada del pórtico DE5, arco del transepto norte, entre el primero y el segundo tramos. Sección obtenida por fotogrametría y análisis de la deformación

Nave central

El estado de deformación vuelve a repetir el esquema anterior, aunque con algunas diferencias significativas:

- El giro de los pilares en la parte inferior es más acusado en el lado norte, con magnitudes, contadas otra vez a partir del crucero, de -9, -6, -20, -13, -4 y +1, en ese lado, y de +12, +6, +10, 0, +5 y +8 en los pilares del lado sur, a la altura de sus capiteles.
- El giro de los muros en las partes altas de los muros, en el arranque de los arcos, tiene las magnitudes de -9, -5, +16, +16, +9 y +6 cm, en el norte, y de +8, +4, -4, -12, -5 y +5 en el sur.
- El punto de inflexión, sin embargo, se produce más abajo que en el transepto, en el punto donde acometen los arcos de las naves laterales –por encima del salmer de su arranque–, más bajo que el del triforio. Es la altura a la que se encontraban los *arcos del miedo* desmontados en la restauración de Lorente.
- En la sección longitudinal, los desplazamientos del lado norte según la dirección este-oeste, son de +14, +9, 0, -6 y -5. En la cara sur son de +7, +6, +2, 0 y +2.
- Como en el transepto, las deformaciones son asimétricas, con mayores magnitudes hacia el norte que hacia el sur.
- Además, según avanzamos hacia el oeste, pies de la nave, las deformaciones son menores en todos los puntos, especialmente en la parte superior de los muros, siendo fuertes deformaciones sólo las de los tres primeros pilares desde el crucero.

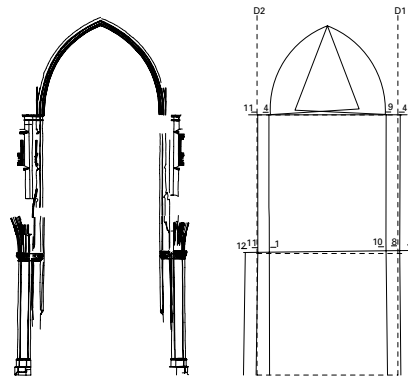


Imagen 358. Deformada del pórtico 12D, arco del crucero hacia el presbiterio. Sección obtenida por fotogrametría y análisis de la deformación

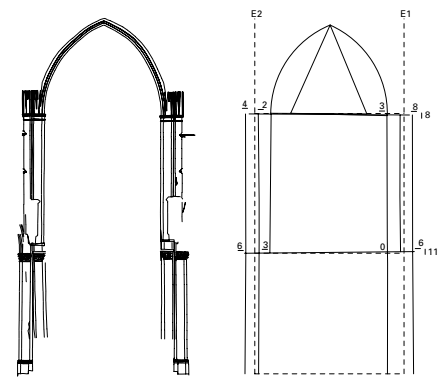


Imagen 359. Deformada del pórtico 12E, arco de la nave central hacia el crucero. Sección obtenida por fotogrametría y análisis de la deformación

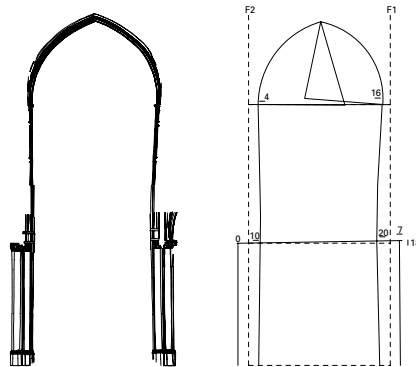


Imagen 360. Deformada del pórtico 12F, arco de la nave central, entre el cuarto y el quinto tramos. Sección obtenida por fotogrametría y análisis de la deformación

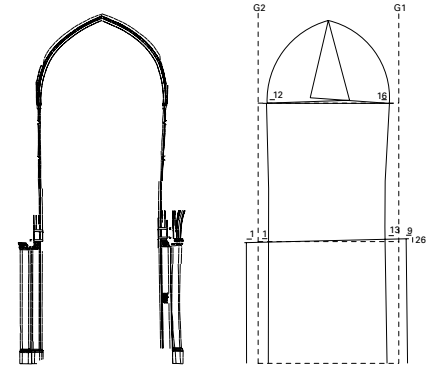


Imagen 361. Deformada del pórtico 12G, arco de la nave central, entre el tercero y el cuarto tramos. Sección obtenida por fotogrametría y análisis de la deformación

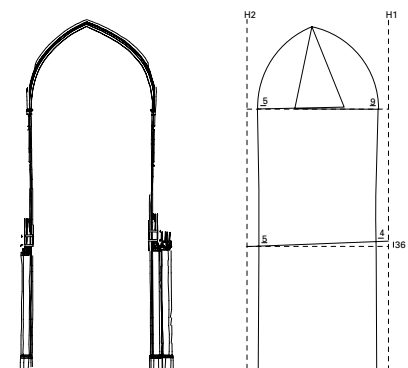


Imagen 362. Deformada del pórtico 12H, arco de la nave central, entre el segundo y el tercer tramos. Sección obtenida por fotogrametría y análisis de la deformación

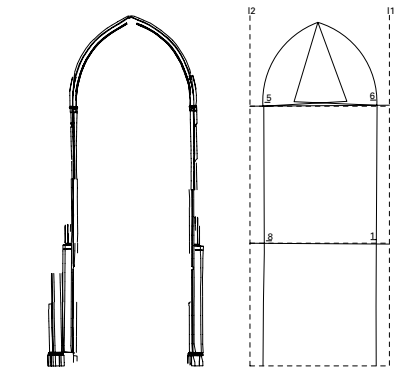


Imagen 363. Deformada del pórtico 12I, arco de la nave central, entre el primero y el segundo tramos. Sección obtenida por fotogrametría y análisis de la deformación

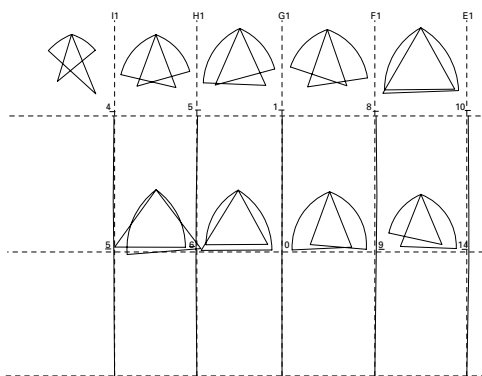


Imagen 364. Alzado norte de la nave del transepto, tramos E1. Estudio de deformación y traza original de los arcos

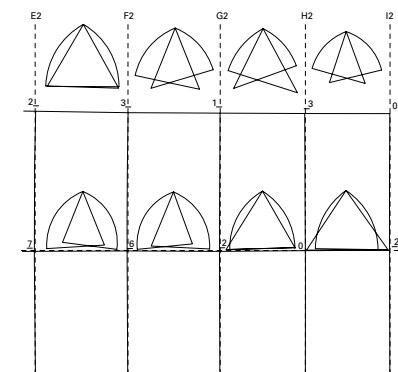


Imagen 365. Alzado sur de la nave del transepto, tramos E2. Estudio de deformación y traza original de los arcos

Pilares del crucero

De la anterior relación de desplazamientos, se observa que los pilares del crucero entre las naves central y de transepto sufren los mayores movimientos, a veces de sentido contrario a los de otros miembros constructivos. Los vectores de desplazamiento de sus cabezas tienen dos componentes: norte-sur, este-oeste, que especificamos.

- El pilar NE –eje D1– presenta un desplazamiento hacia el sur de -9 cm, cerrando el presbiterio, y un desplazamiento, pequeño pero significativo por su dirección, de +2 cm hacia el este.

- El pilar SE –eje D2– acusa: +11 cm hacia el norte, cerrando el vano del presbiterio, y +4 cm hacia el este.

- El pilar NW –eje E1– tiene las componentes siguientes: -6 cm hacia el sur, cerrando la nave, y +15 cm hacia el este.

- El pilar SW –eje E2– se mueve: +5 cm hacia el norte, cerrando la nave, y +10 cm hacia el este.

- La composición de estos movimientos indica que todo el crucero ha sufrido un giro hacia el este, sin mantener la simetría de deformaciones que debía haber tenido, propia de la estructura aproximadamente simétrica que es. Más adelante explicamos el posible motivo de este *error* de estructura.

Otros puntos de deformación acusada

Aunque el cuadro presentado hasta aquí es el más significativo del estado de la Catedral, otros puntos han de tenerse en cuenta para explicar el funcionamiento de la estructura que ha llevado a este estado.

- Los arcos perpiñones de naves norte y sur –menos acusadamente–, en los tramos correspondientes a los pilares más deformados –tres primeros desde crucero, ejes de estructura E1, F1 y G1–, acusan en los semiarcos que apoyan en pilares una fuerte pérdida de curvatura, coherente con el desplazamiento de la cabeza del pilar.

- Los botareles de descarga de los arbotantes del lado sur han sufrido torsiones que han provocado la pérdida de planeidad de sus caras laterales.

d. Las lesiones de la Catedral

El cuadro de lesiones que presentamos a continuación se ha elaborado sobre la planimetría fotogramétrica del edificio, y se ha representado en los planos de sección correspondientes a los distintos paños interiores. En otro lugar se hace una revisión de las grietas del exterior, pero entendiendo que en los muros exteriores de la iglesia las grietas se observan con mayor dificultad debido a la interferencia que producen las cubiertas a distintos niveles, su lectura es algo confusa. En todo caso, la lectura del interior y el exterior da dos cuadros muy similares y, al ser más clara la primera, es a la que nos referiremos en este apartado.

Como en el punto anterior, nos referiremos a las distintas zonas de la Catedral, centrándonos en las más dañadas.

Brazo sur del transepto

El cuadro es el siguiente:

- En el muro oeste, se aprecian fracturas de separación, desde la altura de las bóvedas hasta la del triforio, que desgajan las pilastras y arcos perpiñones de los muros de cierre. Estas grietas se continúan en el contacto entre los arcos formeros y los plementos de las bóvedas, siendo estas las lesiones más alarmantes de la Catedral. Son todas ellas, grietas abiertas tras la intervención restauradora de Lorente.

- En el muro este, las grietas se encuentran en la zona de contacto entre las fábricas nuevas introducidas por Lorente para la ejecución de nuevos ventanales, y las antiguas. Grietas que se prolongan también hasta la línea de contacto de formeros y plementos, pero no afectan a las pilastra ni descienden más debajo de la línea del triforio.

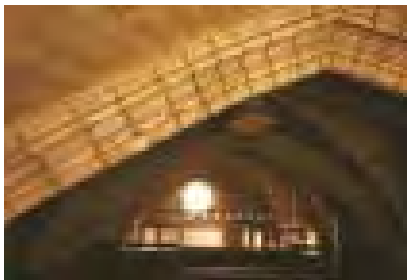


Imagen 366. Detalle del arco perpiño entre el primero y el segundo tramos del transepto sur. Se aprecia la fisura en el intradós de la bóveda y la apertura entre las dovelas, ya una vez reparada con llaves metálicas

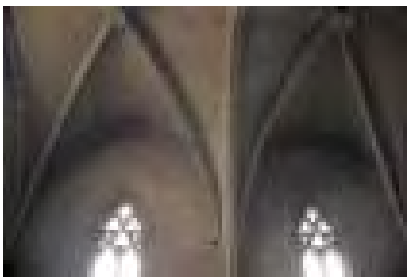


Imagen 367. Bóvedas del primer y segundo tramos del transepto norte, hacia el este. Se aprecia la separación entre los plementos, arcos formeros y muro de cierre

- En el muro sur, las grietas cortan también el muro remontado sobre el óculo, afectando a la parte inferior de éste, hasta el triforio y la capilla de San Prudencio. Seccionando completamente el muro desde esta última altura hasta su remate superior. Otras grietas, selladas por Lorente y estabilizadas ya, seccionaban las dos esquinas sureste y suroeste, liberando las pilastras de esquina de los muros de cierre.

- Por último, las bóvedas presentan fisuras en su cara inferior, en los plementos occidentales de los dos tramos más meridionales, en correspondencia con la deformación sufrida por los perpiños y ojivos de esta parte, que hemos descrito arriba.

Brazo norte del transepto

El cuadro se compone de las siguientes grietas:

- En el muro oeste, las grietas de componente vertical cortan los paños de muros por su centro, y no en los enjarjes con las pilastras como en el sur. Sólo la pilastra de giro hacia la nave norte de los pies se desgaja netamente hacia el interior de la iglesia, rompiéndose en los enjarjes. En los tímpanos superiores, las grietas que cortan los muros se reparten en sistemas de grietas generalizadas que afectan al contacto de los plementos y formeros, separándolos. En el último tramo hacia el norte, la grieta corta el muro hasta casi el nivel del suelo.

- En el lado este, el cuadro es similar al del transepto sur, con lesiones en los enjarjes de las fábricas restauradas y las antiguas. Sin embargo, una lesión importante sí afecta a las fábricas con mayor amplitud: en la esquina noreste se presenta un desgajamiento que corta el edificio hasta una altura por debajo del nivel del triforio, hasta el paso de ronda exterior.

- Esta última fisura se extiende por el plemento oriental del último tramo norte del transepto, hasta la clave de la crucería.

- En el muro hastial, la grieta compañera de la anterior también corta la esquina, desgajándola del resto del muro. En la esquina noroeste, el desgajamiento es menor, acunándose sólo hasta la altura del triforio.

Naves de los pies

Presentan el siguiente cuadro de lesiones:

- En la nave norte, las únicas fisuras remarquables son las que afectan a la pilastra de giro hacia el transepto. Forman sistema con las ya descritas, fueron selladas por Lorente y las hemos redescubierto durante las investigaciones del Plan Director. Indican el desgajamiento de esa pilastra respecto al muro de cierre de la nave. En paralelo a ella, se acusa, junto a la siguiente pilastra, otra grieta de desgajamiento respecto al muro, si bien sólo en uno de sus lados, ya que en el otro, el vano de entrada a la capilla hace las veces de gran fisura.

- En la nave sur las grietas son casi simétricas de la primera descrita: separación de la pilastra del crucero respecto al muro de cierre sur, desplazamiento de aquella hacia el interior de la nave del transepto.

- En el muro norte de la nave central, la grieta más significativa se halla en la pilastra del crucero, que se encuentra desgajada del muro de cierre del primer tramo de naves. Los tres tramos a contar desde el crucero presentan separación, de pequeña magnitud, entre los plementos y los formeros. En los pilares segundo y tercero, al nivel del arranque de los arcos perpiños de las naves laterales, se acusa el desgajamiento de la pilastra respecto a los muros de cierre de las enjutas de arcos y bóvedas.

- En el muro sur de la misma nave, el sistema se repite casi con exacta simetría: separación del pilar del crucero y desgajamiento de las pilastras segunda y tercera; en las bóvedas, la misma fractura entre plementos y formeros tiene, sin embargo, menor amplitud y extensión.

e. Análisis de los resultados

El sistema de deformaciones y lesiones resulta, como era de esperar, enormemente coherente: desplazamientos de la estructura que se pueden detectar con las mediciones fotogramétricas se corresponden claramente con lesiones en las fábricas, normalmente de desgajamiento de las pilastras. Inversamente, sin embargo, algunos sistemas de fisuras, aunque deben corresponderse con deformaciones de las fábricas, éstas resultan difíciles de observar con el modelo gráfico por no poder establecer en esas partes referencias de *orden* claras.

De este modo, el sistema de lesiones y desplazamientos de la estructura se puede resumir, siguiendo nuevamente la descripción por zonas anterior, de la manera que se sintetiza en el croquis adjunto, concretada en los siguientes puntos.

Brazo sur del transepto

Se acusa un claro movimiento de apertura de los muros, que afecta sobre todo a su mitad superior, a partir de la altura del triforio. Esta apertura se traduce en desplazamiento del muro de cierre occidental, hacia la plaza, con apertura de grietas y fuerte deformación en los arcos y plementos de las crucerías. Este es el punto más sensible de toda la estructura de la Catedral.

La novedad de las grietas, abiertas todas desde la obra de Lorente, hace pensar además que los movimientos están activos hoy día. Las deformaciones que previamente a la obra de Lorente hubo sufrido la estructura en esta parte, fueron selladas, sin duda, por él, ya que el desplazamiento de los muros en su parte alta exigiría unas grietas aún de mayor tamaño que las que encontramos.

Sin embargo, no parece ser grave el movimiento en la parte inferior del muro, por dos motivos: el primero es que los corri-

mientos de las pilastras no son importantes; el segundo es que las grietas presentes en la parte superior no se manifiestan ya a esta altura. Probablemente, la construcción de los arcos del miedo vino a detener el movimiento en esta parte.

Hacia el lado oriental de este brazo, sin embargo, la situación no es tan grave. De hecho, las grietas existentes más parecen explicarse por el acomodo entre las fábricas antiguas y las viejas, con formación de arcos de descarga sobre los vanos de nueva construcción, que en algún caso afectan a las bóvedas. Los desplazamientos de los muros en su parte alta son muy pequeños, darían lugar en su momento a la apertura de grietas de la misma magnitud, que probablemente serían selladas en la obra de los sesenta, no reproduciéndose desde entonces.

El corolario de todo ello es que el punto realmente débil de esta parte de la estructura es el tramo de muro y sus dos pilastras adyacentes, correspondientes al tramo central de esta nave, y a partir del nivel del triforio, zona donde se produce un enorme cambio de rigideces de la estructura, que debe, lógicamente, acusarse en mayores deformaciones. Mención aparte merecerá la situación de los pilares del crucero, que luego explicaremos.

Brazo norte del transepto

En esta parte de la estructura, el movimiento más significativo es el que afecta a la esquina nororiental de la nave, que afecta especialmente al último tramo de la construcción y al hastial norte, desde la altura del paso de ronda hasta las bóvedas, con especial magnitud desde el nivel del triforio.

Este movimiento llega a ser de 16 cm en la parte superior de la esquina susodicha, lo que ha llevado a toda esa parte a la aparición de fisuras muy importantes y genera-

lizadas, incluyendo el problema del descenso y corrimiento horizontal del triforio con aparición de escalonados en la balaustrada, problema que sólo se acusa aquí, aparte de los tramos inmediatos al crucero en las naves y el transepto.

Sin embargo, nuevamente la actuación de Lorente sirvió para reparar las grietas correspondientes a tamaños desplazamientos, así como para darnos un testigo de la evolución posterior. La aparición de fisuras hasta el casco de la crucería indica que la magnitud del movimiento es importante.

En la otra esquina, noroeste, también se acusa un estado de fisuración y de corrimientos significativo, aunque su magnitud y extensión son menores.

Por lo demás, se acusan también aquí aperturas en las partes superiores de los muros, con la diferencia de que en este caso, es el muro oriental el que más ha sufrido, quedando el occidental casi estabilizado desde las últimas obras, como se aprecia por la pequeña importancia de las lesiones observadas. Probablemente aquí lo que actuó como contenedor eficaz de los movimientos fue el contrafuerte decimonónico, construido por Saracibar, en el tramo intermedio. Este tramo es el que presenta un mayor desplazamiento hacia el exterior, de una magnitud media de 25 cm, que, nuevamente, no se concuerda con la pequeñez de las fisuras observadas, por lo que debemos acudir nuevamente a las obras de Lorente como las que sellaron las grietas, que debían ser terribles.

Posteriormente a esas reparaciones, los movimientos se han reactivado en el lado oriental, en sistema conjunto con las lesiones de la esquina, probablemente debido a la pérdida de rigidez del muro por la apertura de tres grandes huecos en ellos: el óculo del hastial norte y las ventanas "ojivales" de los dos últimos tramos del transepto. Esta

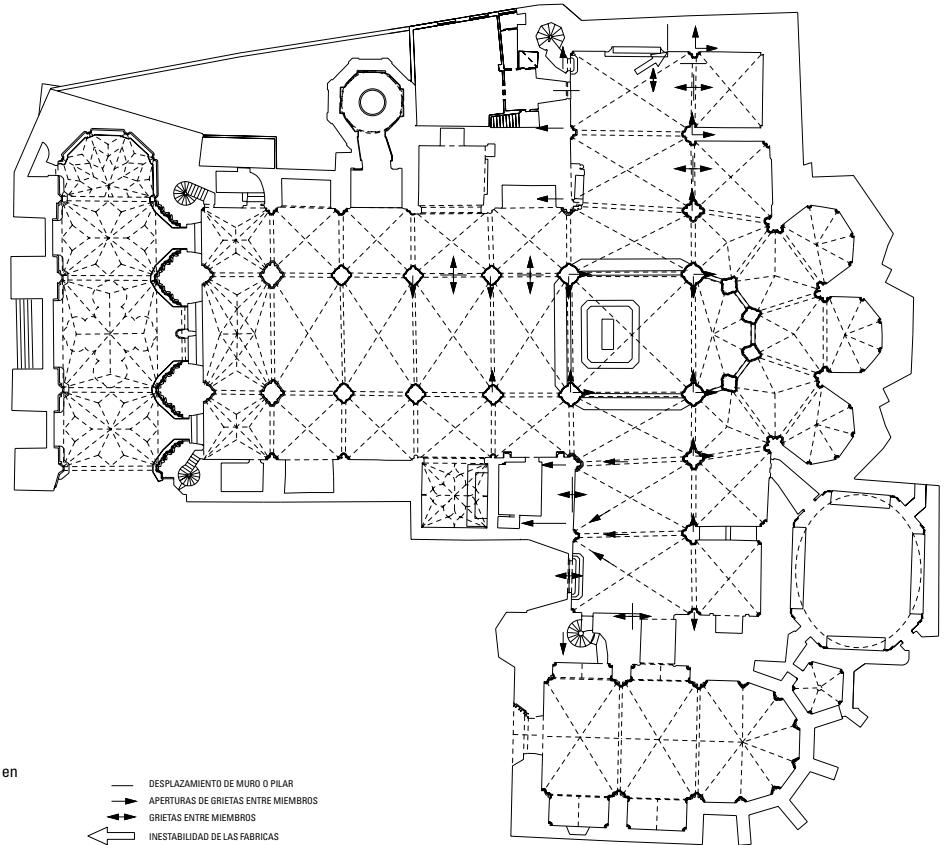


Imagen 368. Esquema de los desplazamientos detectados en la Catedral mediante el modelo tridimensional fotogramétrico. Se señalan con flechas los movimientos padecidos en cada tramo estudiado y los movimientos generales de separación y apertura a que responden

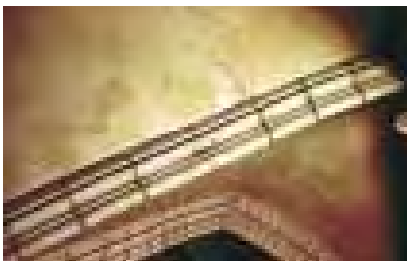


Imagen 369. Detalle de la ojiva D8E6, del primer tramo del transepto sur, hacia oeste. Se aprecia la existencia de una previa apertura de las dovelas, reparada con llaves metálicas y de nuevo reabierta en la siguiente junta

pérdida de resistencia hace que los empujes en la esquina no sean suficientemente soportados por las fábricas.

Nuevamente podemos llegar a establecer como corolario que el punto más débil de la estructura aquí es la esquina noreste de la nave, con unas significativas deformaciones y grietas. La apertura de la nave en su parte alta fue en otro tiempo mayor hacia el lado oeste, donde la estructura era menos rígida, pero posteriormente al refuerzo de este lado en el siglo XIX y, sobre todo, el debilitamiento del contrario en éste, los desplazamientos han invertido su dirección, produciéndose sobre todo hacia el levante.

Naves de la iglesia

Aquí el cuadro de lesiones y deformaciones indica que el movimiento más importante es el que afecta a los dos pilares segundo y tercero desde el crucero, en el lado norte de la nave central. En ellos, los desplazamientos hacia el interior, con sus contrarios hacia el exterior, por encima del nivel del triforio, indican un estado de cargas y de concentración de esfuerzos desequilibrado. Las grietas de desgajamiento de los pilares y pilastras considerados, respecto al muro de cierre, es coherente con esas deformaciones y abona la hipótesis del desequilibrio.

También aquí se nos presenta una notable asimetría en las deformaciones entre

un lado y otro de la nave. Y si en ambos brazos del transepto, la explicación de esas diferencias de deformaciones era fácil hacerla desde la consideración de la asimetría de rigideces entre ambos lados, no ocurre lo mismo en la nave principal, donde esas asimetrías son casi inexistentes, limitándose a la existencia de una mayor altura de construcción en el lado norte, lo que podría hacerlo más esbelto y, por tanto, menos rígido, y la de una diferencia en las técnicas constructivas de los muros de cierre, de mampostería en el norte y de sillares en el sur.

Lo que sí sucede en estos dos pilares, diferente de lo que acontece en el resto, es que los contrafuertes de la nave alta tienen un mayor canto perpendicular a ésta, con lo que el punto de aplicación de su carga sobre los arcos perpieños de la nave lateral se encuentra más alejado de la columna y, por tanto, produce en ella un mayor momento, con una consiguiente mayor deformación, que se acusa también en el comportamiento de los arcos perpieños en que los contrafuertes descansan directamente. Pero esta condición es simétrica a ambos lados de la nave y, por tanto, no justifica la diferencia entre ellos.

El corolario de este problema es la existencia de inestabilidad, debida fundamentalmente a la concentración de cargas en los arcos inferiores, y, posiblemente también, a alguna clase de problema en el cimiento de los pilares del lado norte, que justificaría con más peso la asimetría de deformaciones.

Pilares del crucero

En los cuatro pilares del crucero se acusan fuertes movimientos en la parte inferior, luego compensados casi totalmente en la parte superior. Estos movimientos de las cabezas de los pilares se acompañan de dos fenómenos de lesión diferentes: el desgajamiento de

los pilares de esquina respecto a los muros que los acometen, por un lado, y el corrimiento del piso del triforio, al abrirse los arcos que descansan en los pilares, con el extraño efecto de zig-zag que se produce en el pasamanos de la balaustrada, debido a la formación de rótulas en las uniones entre las piezas labradas que forman toda la tracería del triforio.

Pero esos corrimientos no son iguales en todos los puntos: los dos pilares de entrada a la nave central se desplazan hacia el este y hacia el interior de esa nave, estrangulando tanto la nave del transepto como la de pies. La dirección diagonal de ese corrimiento se justifica por la composición de empujes en las dos direcciones, procedentes de los arcos de las dos naves que se cruzan.

Mientras tanto, los pilares de entrada al presbiterio se desplazan en las mismas direcciones, y no en sus simétricas como exigiría su configuración arquitectónica: es decir, se mueven hacia el este y no hacia el oeste como deberían hacer ante el empuje de los arcos del presbiterio. Y se mueven cerrando la nave principal, en respuesta a los empujes de los arcos de las capillas del transepto.

Esta componente asimétrica de la deformada en este punto podría deberse a dos causas: el corrimiento de toda la estructura de la girola en dirección al este, descendiendo por la ladera del cerro, o el empuje de los arcos del miedo transmitiendo el procedente de las arcadas de la nave principal.

El corolario es que los pilares del crucero presentan una rigidez bastante insuficiente frente a los empujes que reciben, con una merma todavía mayor de resistencia en el paso del triforio. Sin embargo, a partir de esa altura, las deformaciones se compensan por la acción de la bóveda del crucero.

f. Conclusiones

Los cuadros de lesiones y deformaciones que presentamos son sólo relativamente alarmantes. Esto quiere decir que los daños detectados son importantes, se traducen en inestabilidad de ciertas partes de la fábrica y podrían acarrear, en un plazo imposible de determinar, colapsos parciales de la estructura. Pero también significa que la extensión de esos daños es muy localizada, la tenemos bien detectada y conocemos básicamente los fenómenos que los han producido, aunque con ciertas indeterminaciones que habrá que resolver con ulteriores investigaciones.

En otro capítulo se hablará de las intervenciones de consolidación que requiere la solución de estos daños, pero aquí podemos decir que la recurrencia histórica de las lesiones, en los mismos lugares una y otra vez —como se explicará también— indica que las soluciones deben ser completas en esos puntos, con reparación global de la estructura, sin acudir nuevamente a *parches* insuficientes. Esa reincidencia de la Catedral en sus problemas viene a significar que el origen de los daños nunca se solucionó con claridad. Nuestra intervención debe contar con esa experiencia acumulada y no repetir soluciones ineficaces.

El estudio detallado de las lesiones, con explicación de todas y cada una dentro del marco de referencia establecido, se presenta en documento anejo, en él se miden las magnitudes de todos los desplazamientos y las direcciones de lesiones. Se podrá apreciar con mucha claridad que las tendencias de la estructura puestas de manifiesto aquí, se abonan con gran cantidad de datos. Se comprueba también, en el análisis que se hace de las partes *no deformadas* de la estructura, que efectivamente los daños reseñados tienen una extensión bastante limitada, aunque sean muy evidentes para cualquier visitante de la Catedral.

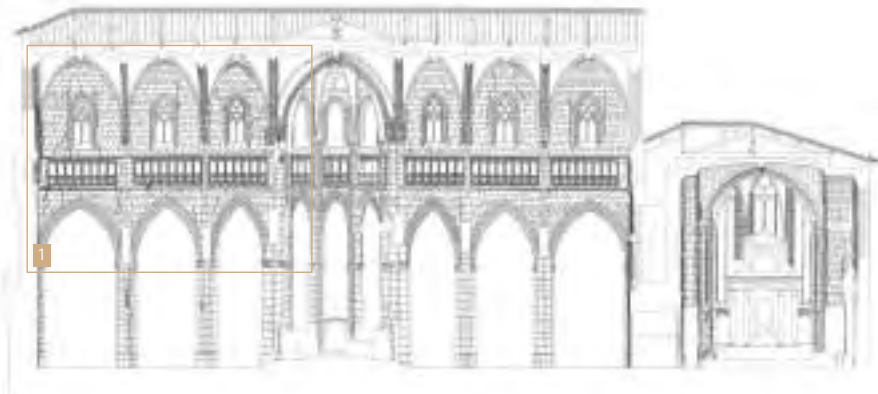
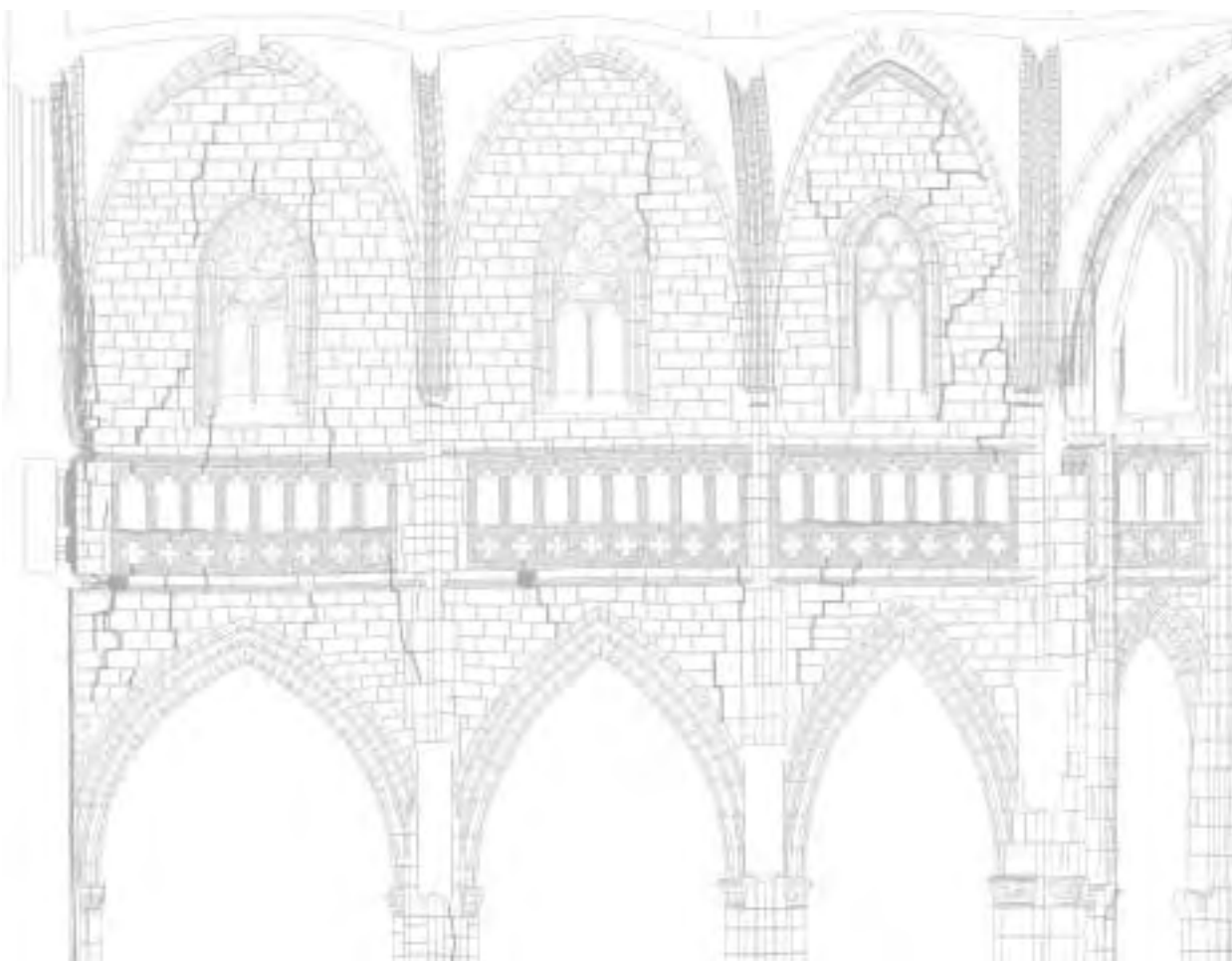


Imagen 370. Sección del transepto hacia el este. Fisuras



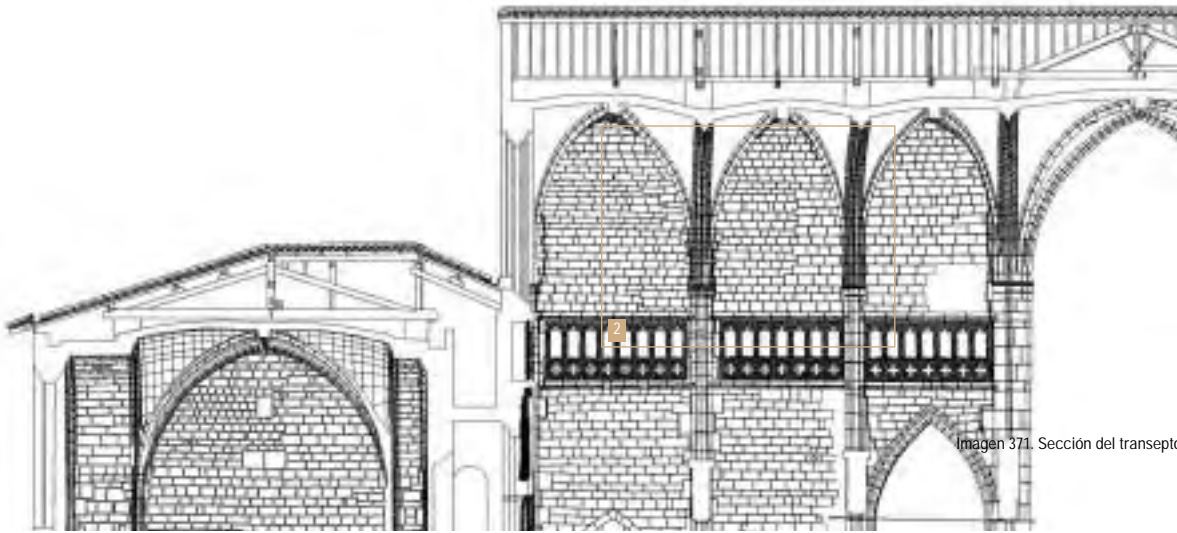
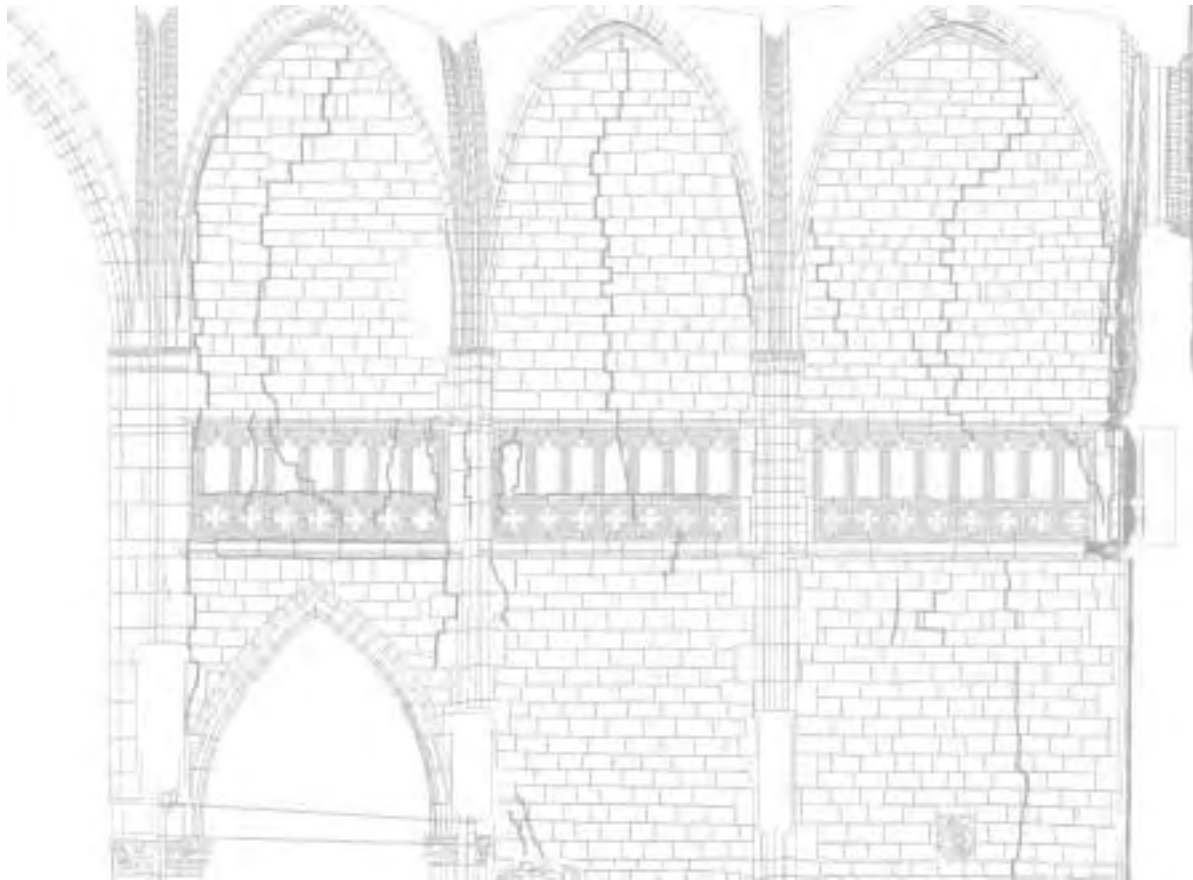


Imagen 371. Sección del transepto hacia el oeste. Fisuras



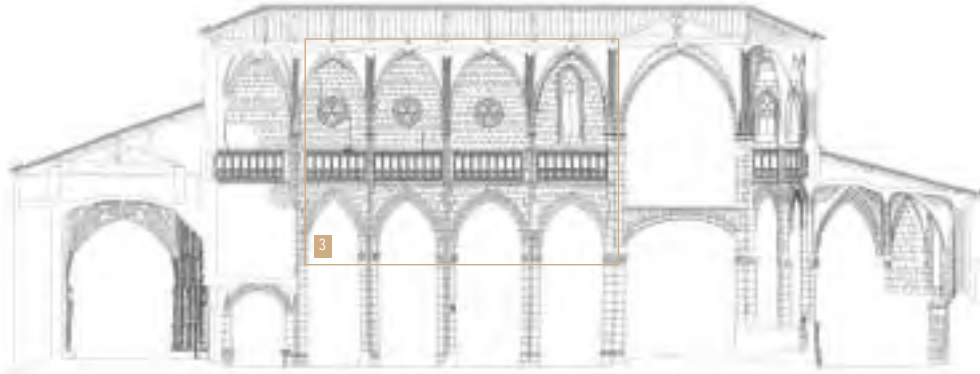
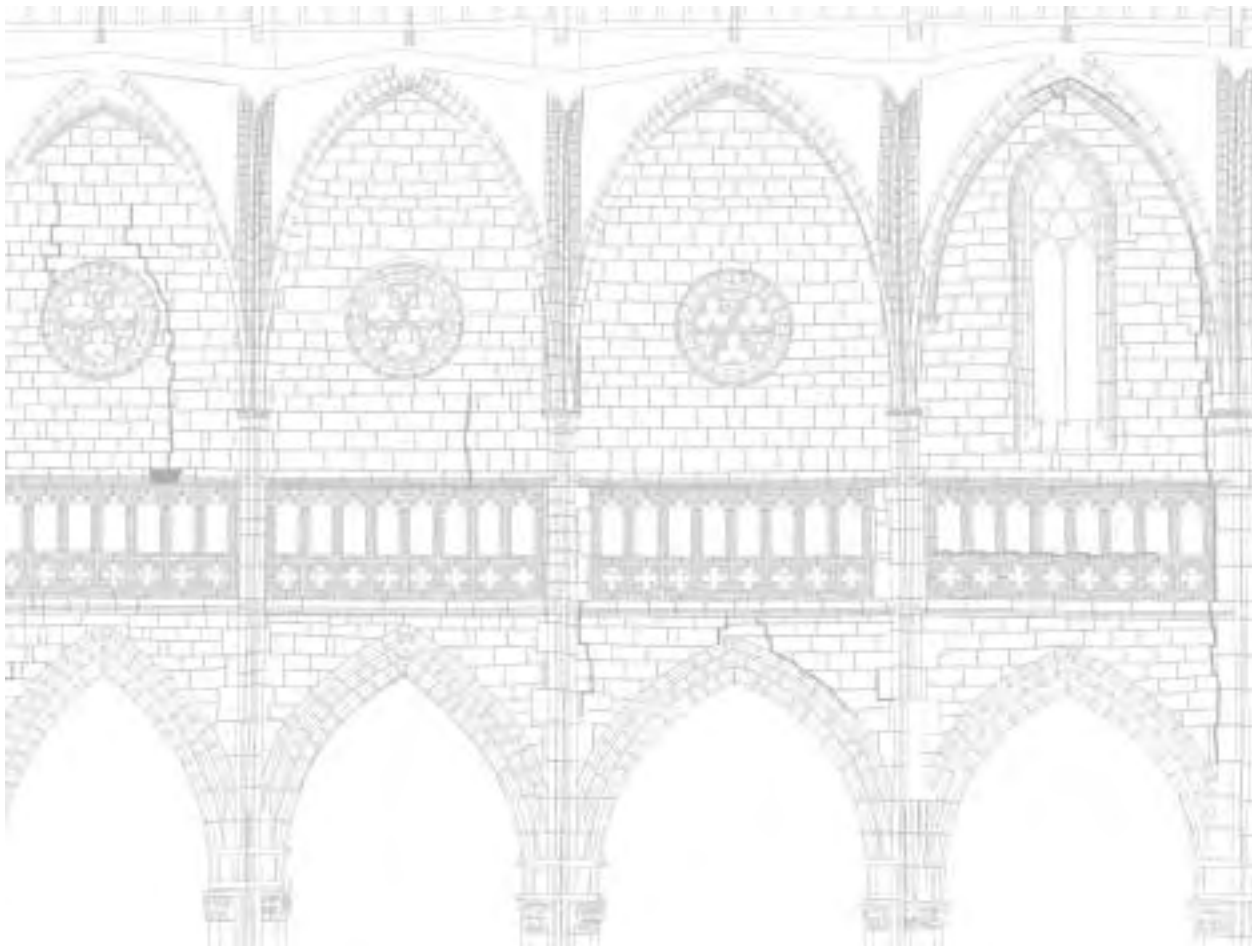


Imagen 372. Sección nave central hacia norte. Fisuras



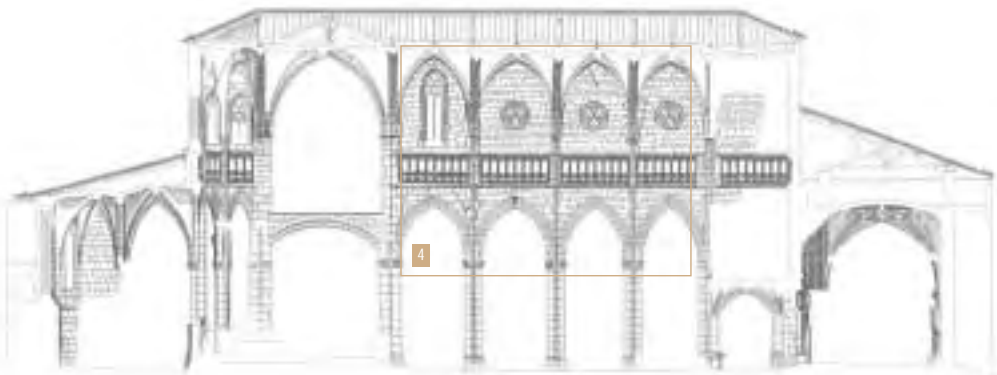
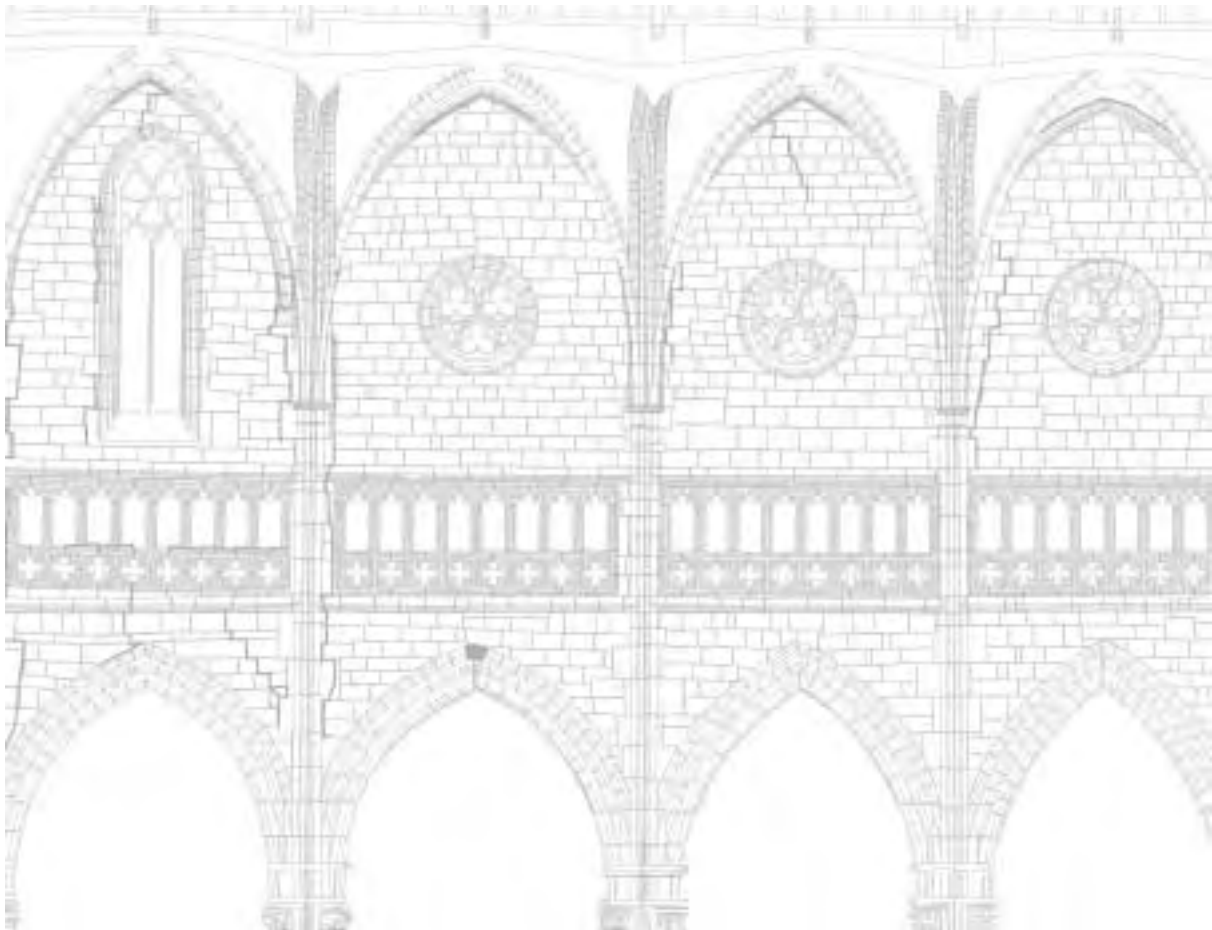


Imagen 373. Sección nave central hacia sur. Figuras



4

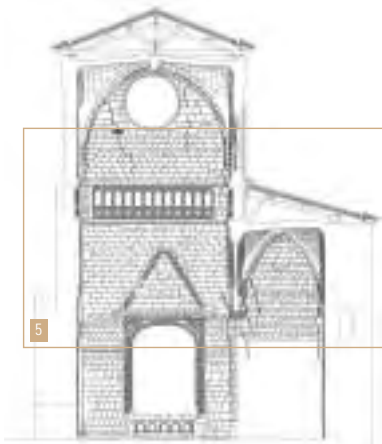
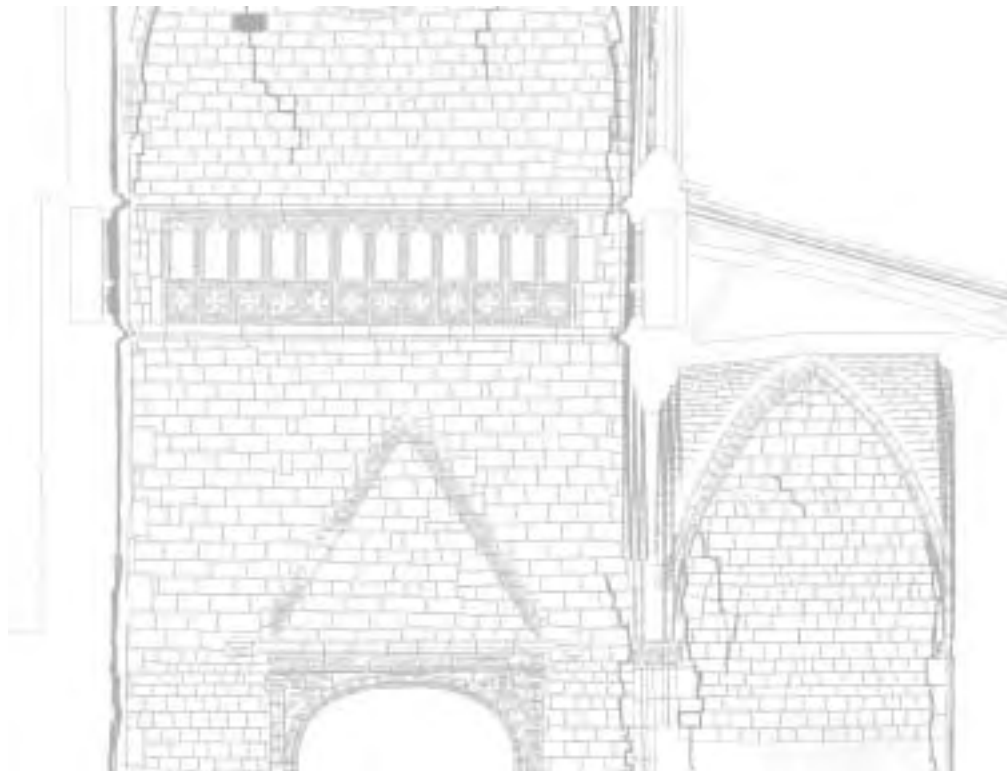


Imagen 374. Sección del transepto hacia el norte. Fisuras



Imagen 375. Sección del transepto hacia el sur. Fisuras



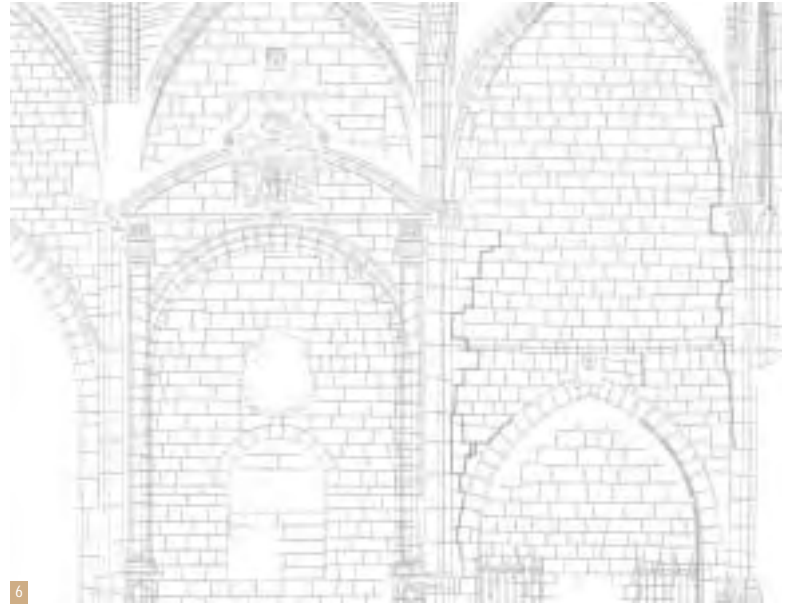
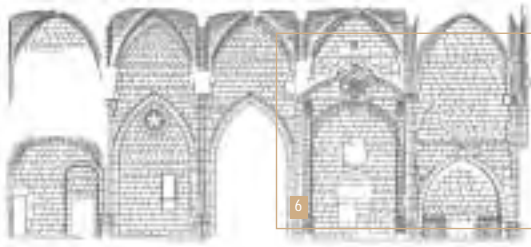


Imagen 376. Alzado interior nave norte. Fisuras

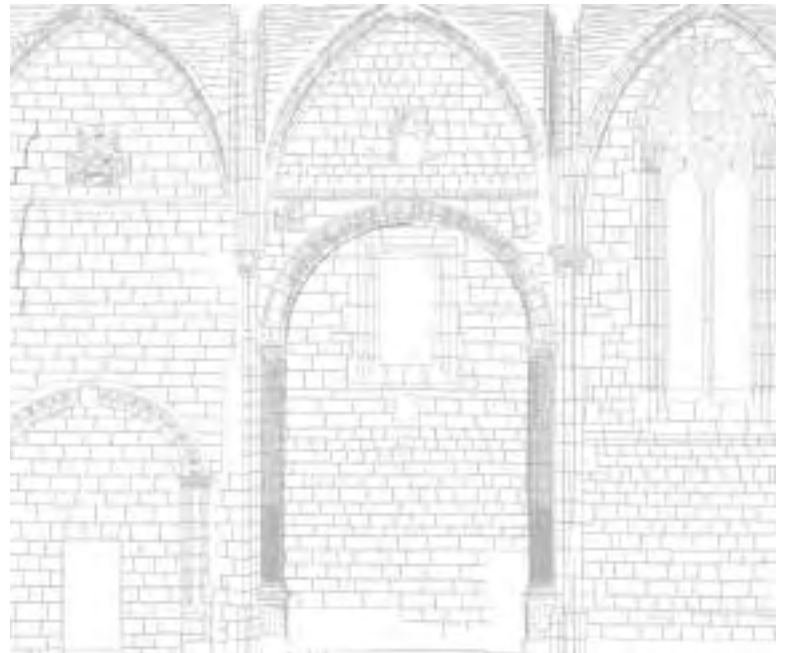


Imagen 377. Alzado interior nave sur. Fisuras

4.2.3 MOVIMIENTOS DE LA ESTRUCTURA. SISTEMA AUTOMÁTICO DE ADQUISICIÓN DE DATOS

a. Objetivo del estudio

La existencia de fisuras abiertas tras veinte años desde las últimas restauraciones efectuadas en los años sesenta, nos hace ver que el edificio no se encuentra perfectamente estabilizado. La localización de estas fisuras, en apertura durante este tiempo, nos indica cuáles son las partes más sensibles de la estructura, aquéllas que padecen movimientos activos.

Sin embargo, tales movimientos son, en la mayor parte de las ocasiones, alternativos y cíclicos, correspondiendo a los meses cálidos una mayor apertura de las grietas, y a los fríos, un cerramiento. Cuando alguno de esos movimientos no es cíclico, su progresión podría conducir a graves daños en la estructura. Hay que considerar que nuestras observaciones, por más que se dilaten en el tiempo, sólo contemplan un lapso breve de la vida del edificio, que podría ser justamente aquél que toda estructura necesita para encontrar su posición de equilibrio más estable. En este caso, aunque el movimiento detectado sea incremental, su final podría estar cerca y llevar, sencillamente, a una posición más favorable.

La medición de estos movimientos, con especial atención a su carácter cíclico, es un índice muy significativo de la posible existencia de situaciones de riesgo, bien de toda o de parte de la estructura. Como quiera que el factor cíclico es fundamental, el control de los movimientos debe prolongarse varios años; la situación óptima es controlar antes, durante y después de las obras de restauración a efectuar. Lo primero, obviamente, para conocer los riesgos actuales. Lo segundo, porque durante las obras, los edificios sufren intervenciones a veces muy traumáticas y es necesario sa-

ber cuánto padecerá la Catedral y prever posibles colapsos debidos a la ejecución. Y lo tercero, porque debemos conocer cuál es el resultado de nuestra intervención: ésta no se debería acometer sin contar con años de seguimiento previo que puedan servir de contraste para las mediciones de la evolución posterior a la obra.

El indicador *cero* de la apertura de nuevas fisuras tras las obras de restauración anteriores nos ayuda a elegir los puntos críticos de la estructura a controlar. Durante aquellas obras, se sellaron muchas fisuras anteriores, algunas se han reabierto. Pero otras fisuras son de reciente aparición, en zonas donde anteriormente no se apreciaban esos movimientos. El control debe ocuparse de ambos sistemas de grietas, buscando las más significativas.

b. Elaboración del estudio

Detectada la situación de las grietas activas, es necesario hacer una hipótesis de cuáles son los movimientos de la Catedral que se corresponden con ese estado de fracturas y deformaciones, de manera que los aparatos de control se sitúen en las zonas más activas, donde los movimientos se vean más amplificadas, y se busque su repercusión en el resto de la estructura.

El control se extiende no sólo a la apertura y cierre de las grietas, indicadores visibles de un movimiento, sino también a los desplazamientos de los muros, de manera que se pueda conocer el alcance del movimiento detectado. Son necesarios distintos tipos de aparatos para ello, en general basados en la medición de las variaciones de extensión de un elemento de ligazón, sin rigidez, establecido entre las dos partes de la construcción separadas físicamente, bien por una grieta –fisurómetro–, bien por el espacio vacío de una nave –medidor de convergencia a hilo–. Además, es necesario conocer cuál de los dos lados del *vacío*

se mantiene en su posición y cuál se mueve, para lo que se instalan medidores de inclinación –inclinómetros–.

En algún caso, se puede acudir a medidores de mayor precisión que detectan los incrementos de tensiones de trabajo en ciertos miembros –como tirantes o puntales metálicos–, cuyo funcionamiento estructural es simple –sólo trabajan a tracción o compresión pura–, y se puede extrapolar linealmente la medición de la deformación sufrida por el elemento. Estos aparatos son los extensómetros, miden la elongación o acortamiento de esos miembros lineales, traduciéndola, vía el conocimiento del módulo de elasticidad del material, en incrementos o decrementos de tensiones.

Para la medición de los fenómenos cíclicos es necesario tomar registro de la posición de los aparatos con un ritmo que al menos se adapte a los ciclos diarios, esto es, que tome un mínimo de dos a cuatro mediciones cada día, en horas de asoleamiento y nocturnas. Y prolongar las mediciones durante años para tomar más de un ciclo de invierno y verano. La programación de la monitorización contará con ello y preverá el sistema de acopio de los datos con la capacidad suficiente de memoria.

c. El estudio de la Catedral entre los años 1992 y 1998

La monitorización de la Catedral se inició en noviembre de 1992 y se mantiene hasta

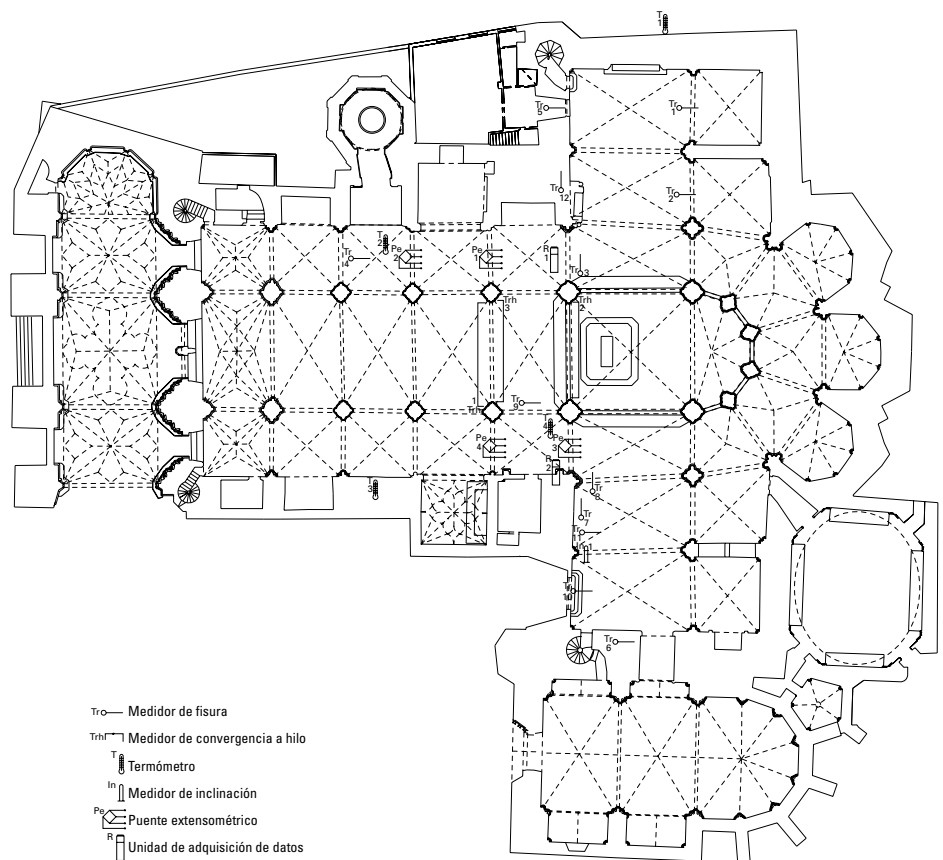


Imagen 378. Distribución en planta de los equipos de medición empleados

ahora mismo. En este informe presentamos los datos acopiados y procesados hasta septiembre de 1996, correspondientes a la primera fase del control, y únicos de los que disponemos por ahora. En la segunda fase, desarrollada desde junio de 1997, se aumentó el número de aparatos introduciendo un sistema de control extensométrico en los apeos provisionales instalados en la nave central y en el transepto, con las obras de emergencia de restauración.

La ejecución de este estudio de monitorización ha corrido a cargo de la empresa Studio Progettazione e Controlli, de Roma, Italia, bajo la dirección de los ingenieros Giorgio Croci y Giuseppe Carluccio.

Todos los aparatos dispuestos hacen mediciones cada seis horas –cuatro al día–, registrando sus resultados en un colector electrónico de datos que, conectado con un aparato de transmisión tipo módem, permite su acopio periódico desde una oficina, en este caso la de SPC. El tratamiento posterior de los datos con programas informáticos de hoja de cálculo permite obtener las gráficas que se presentan en este informe.

En el plano (ver imagen 378), se muestra la situación de los distintos aparatos empleados en el control de los movimientos de la Catedral hasta 1996. Los aparatos colocados últimamente no se reseñan, pues tampoco contamos con los datos que han podido aportar desde su instalación. Se han instalado los siguientes aparatos con las finalidades que se explican:

Medidores de fisuras

El símbolo se dispone en el plano siguiendo la orientación real del aparato, que es perpendicular a la grieta medida y, por tanto, paralelo al movimiento que se quiere medir. Es un sistema de medición directa de las aperturas, consistente en la fijación de una varilla en un lado de la grieta y de

un cabezal de medición en el que se inserta el lado libre de la varilla, al otro lado. El corrimiento de la varilla penetrando o saliendo del cabezal de medición es lo que éste mide.

Tr.1 Colocado en la fisura que separa la cáscara de la bóveda del último tramo norte del transepto del arco formero en que debería descansar. Esta grieta indica un desplazamiento del muro este de la nave del transepto hacia el exterior.

Tr.2 Colocado en la fisura del tramo anterior de bóvedas del transepto norte, para controlar el mismo desplazamiento anterior. (Ver imagen 379)

Tr.3 Colocado en la enjuta que sobremonta al arco perpiaño de final de la nave norte, en su cara hacia el transepto, para controlar el posible desplazamiento de la cabeza del pilar noroeste del crucero hacia el sur.

Tr.4 En el trasdós de la bóveda de la nave lateral norte, para el control de la separación del plemento con respecto al arco perpiaño.

Tr.5 En el *techo* del triforio, junto a la escalera octogonal del noroeste del transepto, para controlar el posible corrimiento de la hoja exterior del triforio respecto a la cara interior –galería– del mismo.

Tr.6 En el interior del hastial sur del transepto, sobre la capilla de Santiago, donde el movimiento de apertura parece indicar una separación de los lados este y oeste de esta nave.

Tr.7 En una fisura vertical que corta el muro del segundo tramo del transepto, a la altura del triforio, grieta que indica una elongación de este tramo de muro, por apertura de la nave, en dirección perpendicular a la de la fisura controlada.

Tr.8 Fisura de fractura vertical de la pilastra entre la nave sur y el transepto, que parece indicar el fallo por sobrecompresión de la hoja de sillería interior del muro –muy

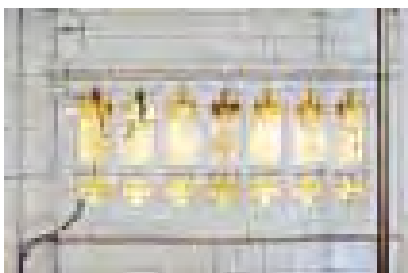


Imagen 379



Imagen 380

inconsistente constructivamente— de cierre occidental de este tramo del transepto.

Tr.9 Fisura en la enjuta del primer tramo de la nave central, sobre el pilar suroeste del crucero, cuyo movimiento aparente es de desplome hacia el este, es decir, hacia la nave del transepto. (Ver imagen 380)

Tr.10 Grieta entre el plemento y el arco formero de la bóveda del último tramo meridional del transepto, que indica el desplazamiento del muro occidental de cierre de éste por el empuje de bóvedas superiores.

Tr.11 Grieta de las mismas características que la anterior, en el tramo segundo del brazo sur del transepto.

Tr.12 Grieta sobre el triforio, de apertura hacia el norte de la nave del transepto.

Medidores de convergencia a hilo

También se dispone el símbolo en la dirección paralela al movimiento que se quiere medir. El aparato consta de un punto fijo en un lado de la nave cuya apertura o cierre global se quiere controlar; de un aparato de medición en el otro lado, donde se dispone una varilla móvil cuya entrada y salida en el cabezal se mide periódicamente; la varilla y el punto fijo del otro lado se conectan mediante un hilo de acero muy fino, sin rigidez que dificulte su movimiento, y mantenido tenso por un contrapeso dispuesto junto al cabezal de medición. Al tratarse de medir una distancia larga con un elemento muy fino, éste acusa las variaciones térmicas, por lo que hay que introducir un factor de corrección de sus estiramientos, lo que se observa en el gráfico correspondiente con los dos colores de línea. Al corregir el efecto de dilatación y contracción propios del hilo, restándoselos a los propios de la estructura, éstos aparecen como de menor entidad —línea verde del gráfico—.

Trh.1 Mide la separación o acercamiento de los muros norte y sur de la nave central, en el segundo pilar desde el crucero, a

una altura ligeramente más alta que el triforio y por debajo del arranque de los arcos y bóvedas superiores.

Trh.2 Mide esa misma separación, en la línea de pilares del crucero y a una altura por debajo del triforio.

Trh.3 Mide en el mismo plano que el primer hilo, pero a la altura del segundo, es decir, bajo el triforio. Conjugando los dos aparatos colocados en el mismo plano vertical se puede evaluar la extensión del problema de la apertura de los muros y evaluar si afecta sólo a la parte superior de los muros o a toda su altura.

Termómetros

La ubicación de algunos termómetros en distintos puntos de la Catedral permite relacionar los aumentos y descensos de temperatura con las dilataciones y contracciones de la estructura, observando el factor cíclico de los movimientos. Se colocan de manera que midan los saltos térmicos diarios y estacionales en distintas partes de la Catedral, teniendo en cuenta la situación de exposición al sol —caras sur y norte del edificio—, y la inercia térmica de la construcción —caras interiores y exteriores de los muros—.

T.1 En el exterior del muro hastial norte del transepto, a la altura del triforio, en la situación de mínimo asoleamiento.

T.2 En el interior del camaranchón de cubiertas sobre la nave norte de la iglesia.

T.3 En el exterior del muro sur de la nave sur de la Catedral, en la situación de máximo asoleamiento.

T.4 En el camaranchón de la nave sur.

Puentes extensométricos

Miden la elongación de cuatro de los tirantes metálicos dispuestos por J.M. Lorente en su restauración para sustituir el efecto de acodamiento de la nave central que hacían los arcos llamados *del miedo*. El

aparato mide alargamientos del tirante con gran precisión y los convierte en aumentos o disminuciones de la tensión de trabajo al multiplicarlos por el módulo de elasticidad del acero, siempre suponiendo que éste se encuentra en fase elástica de trabajo.

Pe.1 En el tirante de la nave norte, a la altura del segundo pilar desde el crucero.

Pe.2 En la nave lateral norte, en el tercer pilar desde el crucero.

Pe.3 En la nave sur, tirante de apeo del pilar suroeste del crucero.

Pe.5 En la nave sur, segundo pilar desde el crucero.

Medidor de inclinación

Todas las mediciones anteriores registran movimientos relativos de un lado a otro de un *vano*, sea este el espacio de la nave o la fisura entre dos miembros constructivos. Ahora bien, no pueden controlar cuál de los dos lados se mantiene en su posición *fija* y cuál se separa o acerca. Para ello sirven los inclinómetros, que miden la progresión de la inclinación de un miembro respecto a la vertical, con registros *absolutos* que permiten interpretar qué lado se mueve. Basta con disponer uno de estos aparatos en un lado. Si este se inclina, podemos comparar su movimiento con el de las fisuras o hilos, de manera que evaluemos qué parte de este último se debe a cada lado del *vano*.

In.1 En el paño de muro oeste de la nave sur del transepto, a la altura del triforio, para controlar la inclinación que pueda sufrir este muro, y su relación con las fisuras medidas por los aparatos Tr.10 y Tr.11.

Nuevos aparatos

Con la colocación de los pórticos de apuntalamiento de las naves central y del transepto, se decidió la instalación de una serie de nuevos aparatos de medición, puentes extensométricos, a disponer en los contactos entre esas estructuras y las fábricas de

la Catedral. Estos puentes medirán dos cosas: la posible separación o acercamiento de los muros, al medir directamente los movimientos de las varillas en los cabezales, y su incidencia estructural, es decir tensional, sobre el refuerzo provisional. Esta medición se hace, como ya hemos dicho, convirtiendo las mediciones directas de separaciones. De este modo podremos controlar también la efectividad estructural de los pórticos de refuerzo y su interacción con las fábricas.

d. Resultados obtenidos

Presentamos las gráficas de registro de los movimientos de los aparatos dispuestos en la Catedral, a falta de los últimos colocados, que aún no han sido procesados y suministrados por SPC. En las gráficas se reflejan los siguientes datos:

- Fisurómetros: curva de tiempo y apertura de grieta, con aquél en eje de abscisas y ésta en el de ordenadas, escala en mm.
- Medidores a hilo: igual que el anterior.
- Puentes extensométricos: curva de tiempo y esfuerzos, aquél en abscisas y éstos en ordenadas, expresados en kilogramos, correspondientes a la sección útil de los tirantes.
- Inclinómetro: curva de tiempo e inclinación, en abscisas y ordenadas respectivamente. La inclinación en grados centígrados, con el cero en la dirección vertical y los ángulos positivos indicando inclinación hacia el exterior y los negativos al interior.
- Termómetros: curva de tiempo y temperatura, aquél en abscisas y ésta en ordenadas, expresado en grados centígrados.

e. Resultado de los controles

Hacemos previamente la salvedad de que los resultados que estamos manejando son provisionales e incompletos, a falta de los registros de los dos últimos años. De este modo, no tenemos posibilidad de evaluar la

eficacia de los apeos provisionales, pues no sabemos si han entrado en carga o no. Junto a ello, resulta que en los brazos del transepto, donde se han situado estos nuevos aparatos, no teníamos hasta el momento ningún control de la convergencia –medidores a hilo– de los dos muros paralelos. A suplir esta deficiencia de la primera fase del control vinieron los nuevos puentes extensométricos que, instalados como están sobre elementos lineales de refuerzo, vienen a tener el mismo efecto de control.

Por otro lado, no contamos con los datos numéricos cuyo reflejo en los gráficos analizamos aquí, también por no haberlos suministrado la empresa SPC. Los valores numéricos que damos están por tanto tomados de la revisión de las gráficas, por lo que no podemos ir más allá en su elaboración de lo que aquí llegamos.

A pesar de ello, las tendencias de evolución de los movimientos en los cuatro años que sí podemos analizar dan unos resultados bastante claros, que podemos resumir de la siguiente manera:

Fisurómetros (ver imágenes 381-392)

- Los aparatos números 4, 6, 7 y 8 presentan movimientos casi exclusivamente cíclicos, que no indican crecimiento apreciable de las grietas en el lapso estudiado.
- Los aparatos 1, 2 y 9 también registran movimientos cíclicos, si bien los tres han sufrido una interrupción en su funcionamiento de casi un año. Por su parte, el aparato número 9 presenta un movimiento errático, con saltos repentinos de difícil explicación.
- Los aparatos 3 y 5 muestran ya una evolución de apertura de las grietas controladas, pero de magnitud pequeña y con un comportamiento no uniforme, de evolución a saltos, no progresiva. Por otro lado, la apertura total en el período de cuatro años es de una décima de milímetro.
- Los aparatos 10, 11 y 12 sí acusan ya movimientos significativos, progresivos y constantes a lo largo del tiempo de estudio. Especialmente los dos primeros, acumulan en esos cuatro años hasta 1,5 milímetros de apertura, aparentemente ya no recuperable. El aparato 12 tiene una progresión más lenta pero también constante, con un acumulado de 2 décimas de milímetro.

Imagen 381. Medidor de grieta nº 1
SPC s.r.l. Roma. Sistema automático de adquisición de datos
Período: de 25-11-92 al 25-09-96

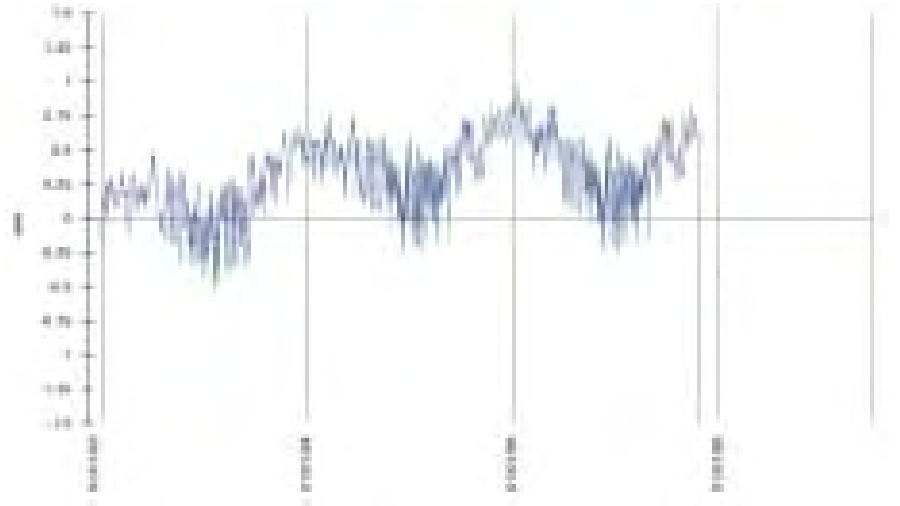
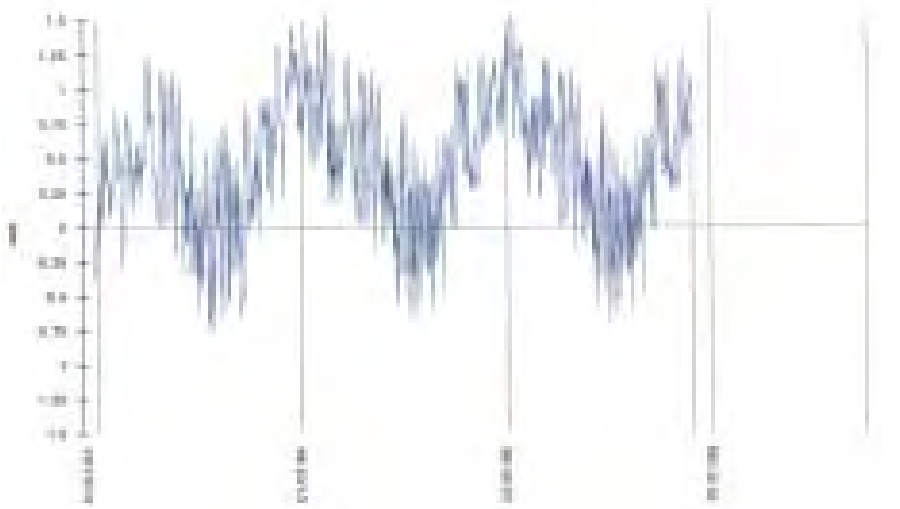


Imagen 382. Medidor de grieta nº 2
SPC s.r.l. Roma. Sistema automático de adquisición de datos
Período: de 25-11-92 al 30-09-96



4 Estudios arquitectónicos

4.2 Estudios estructurales

4.2.3 Movimientos de la estructura. Evaluación del sistema automático de adquisición de datos

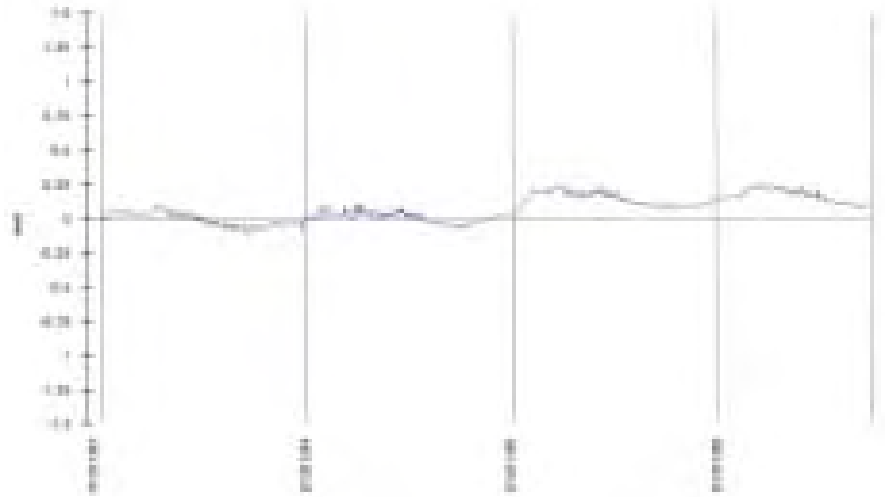


Imagen 383. Medidor de grieta nº 3
SPC s.r.l. Roma. Sistema automático de adquisición de datos
Período: de 25-11-92 al 25-09-96

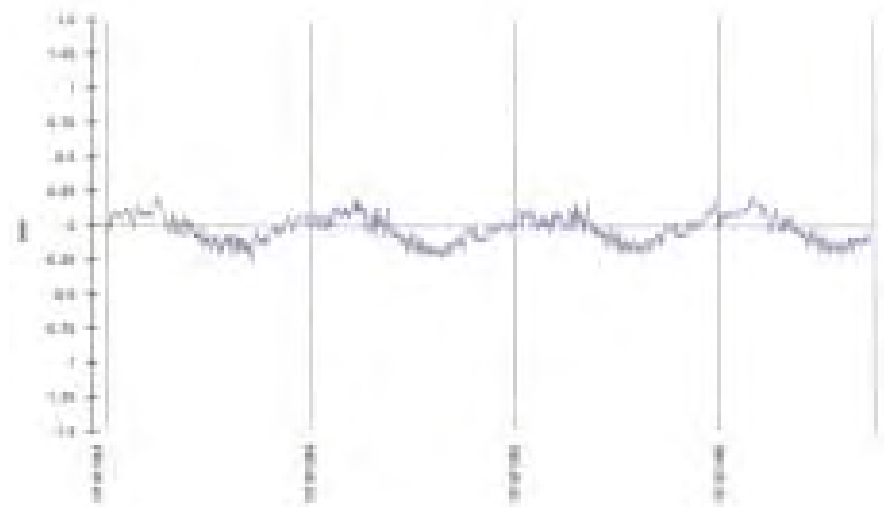


Imagen 384. Medidor de grieta nº 4
SPC s.r.l. Roma. Sistema automático de adquisición de datos
Período: de 25-11-92 al 25-09-96

Imagen 385. Medidor de grieta nº 5
SPC s.r.l. Roma. Sistema automático de adquisición de datos
Período: de 25-11-92 al 25-09-96

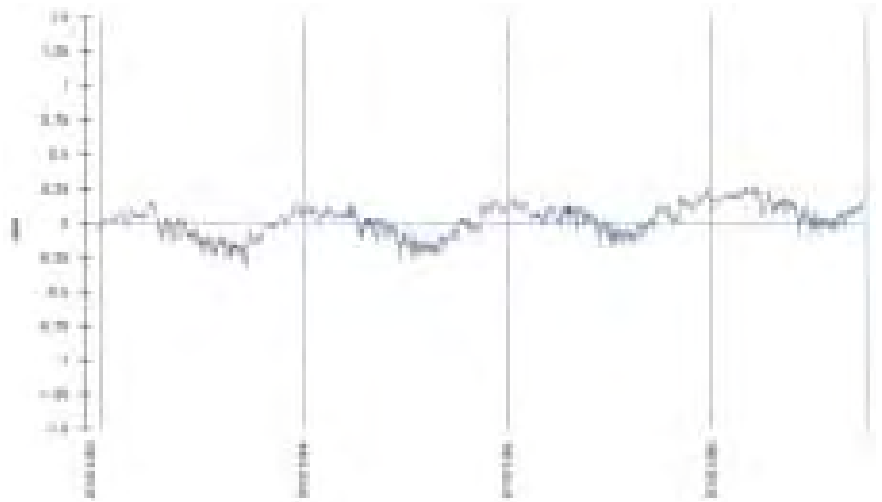
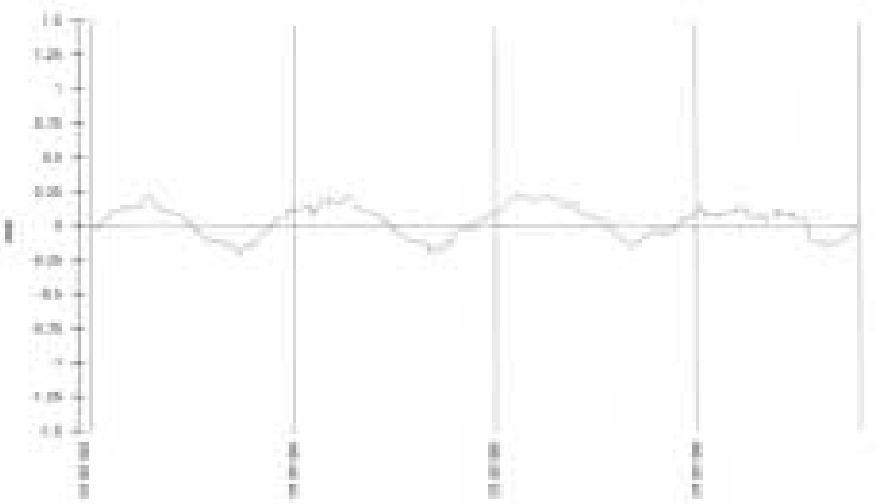


Imagen 386. Medidor de grieta nº 6
SPC s.r.l. Roma. Sistema automático de adquisición de datos
Período: de 25-11-92 al 25-09-96



4 Estudios arquitectónicos

4.2 Estudios estructurales

4.2.3 Movimientos de la estructura. Evaluación del sistema automático de adquisición de datos

Imagen 387. Medidor de grieta nº 7
SPC s.r.l. Roma. Sistema automático de adquisición de datos
Período: de 25-11-92 al 25-09-96

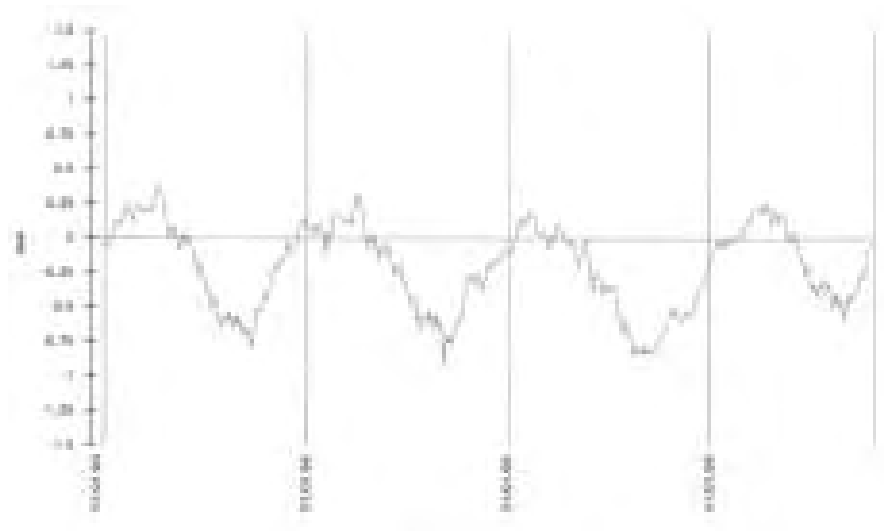


Imagen 388. Medidor de grieta nº 8
SPC s.r.l. Roma. Sistema automático de adquisición de datos
Período: de 25-11-92 al 25-09-96

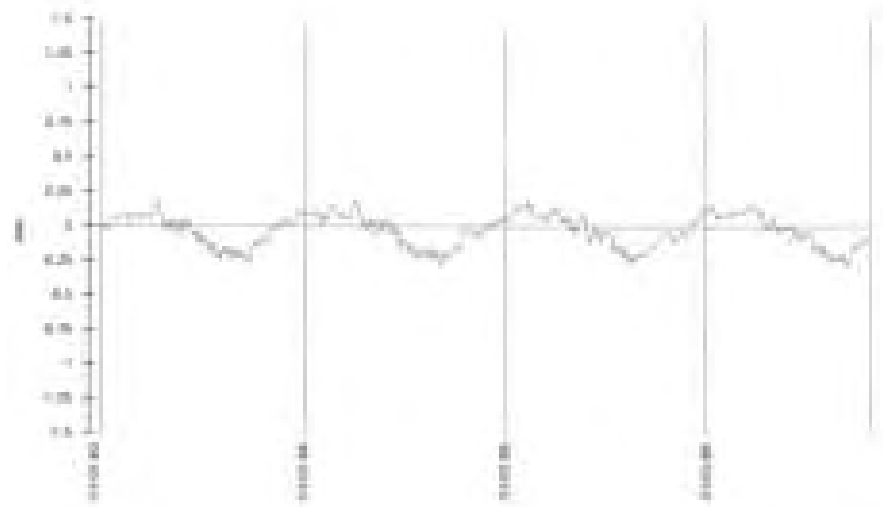


Imagen 389. Medidor de grieta nº 9
SPC s.r.l. Roma. Sistema automático de adquisición de datos
Período: de 25-11-92 al 25-09-96

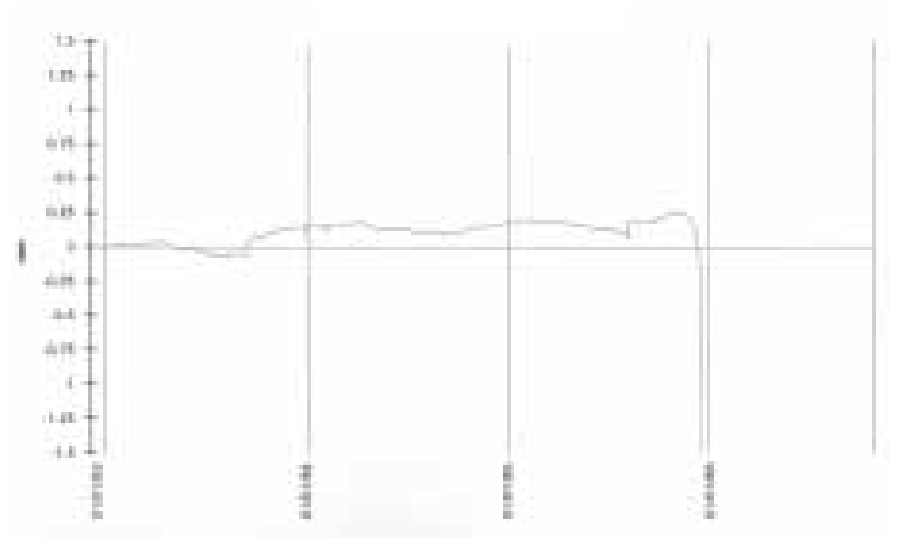
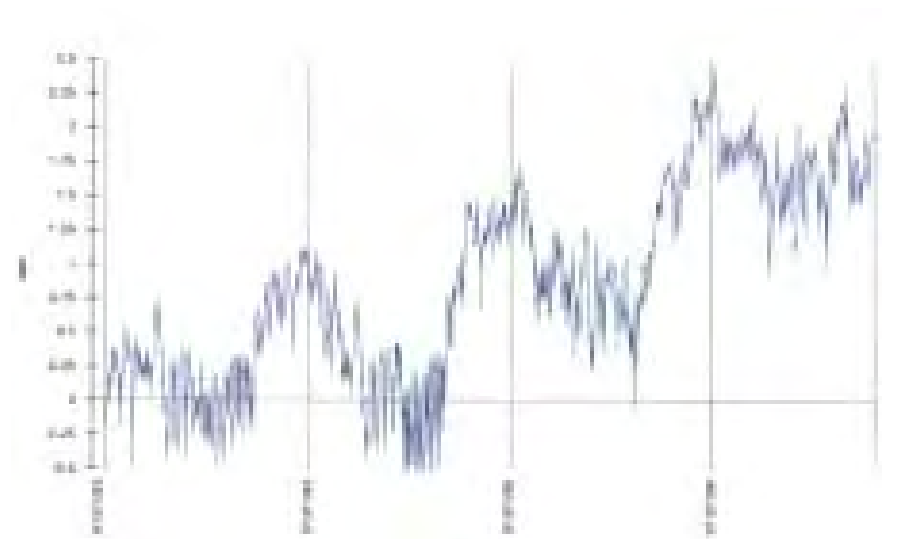


Imagen 390. Medidor de grieta nº 10
SPC s.r.l. Roma. Sistema automático de adquisición de datos
Período: de 25-11-92 al 25-09-96



4 Estudios arquitectónicos

4.2 Estudios estructurales

4.2.3 Movimientos de la estructura. Evaluación del sistema automático de adquisición de datos

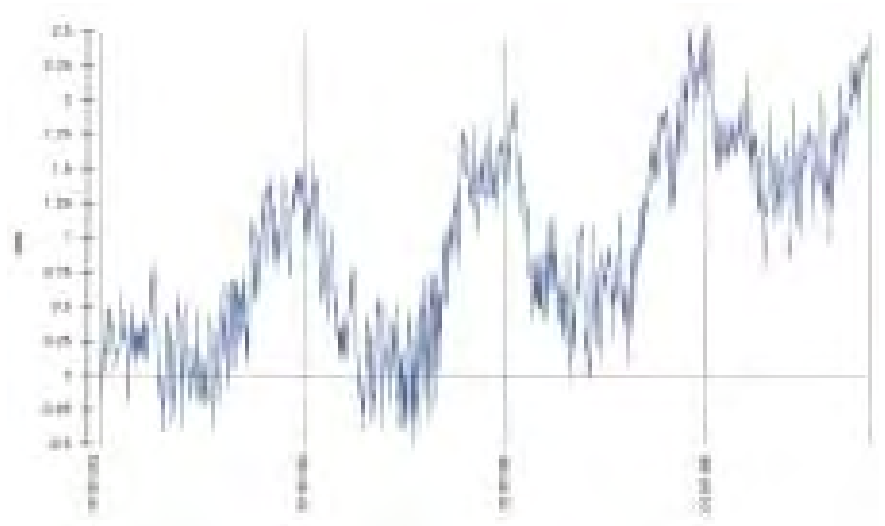


Imagen 391. Medidor de grieta nº 11
SPC s.r.l. Roma. Sistema automático de adquisición de datos
Período: de 25-11-92 al 25-09-96

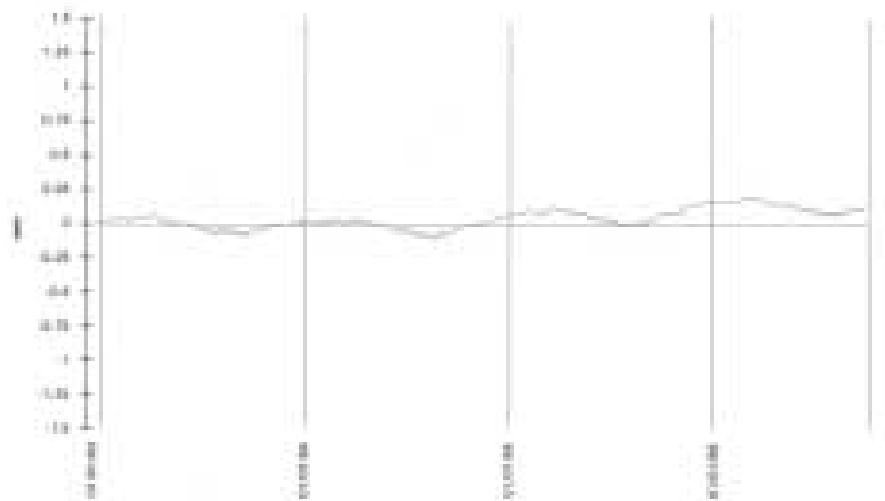


Imagen 392. Medidor de grieta nº 12
SPC s.r.l. Roma. Sistema automático de adquisición de datos
Período: de 25-11-92 al 25-09-96

Medidores a hilo (ver imágenes 393-395)

- Los tres aparatos presentan el mismo cuadro: comportamiento cíclico a lo largo de cuatro años, aunque con ciertos altibajos en la amplitud del movimiento cíclico, que no alcanza las mismas magnitudes todos los años, si tomamos como referencia de origen la posición del aparato a principio de cada año. Las amplitudes de onda de los movimientos son de entre un milímetro, para los medidores 2 y 3, y dos milímetros, para el 1.

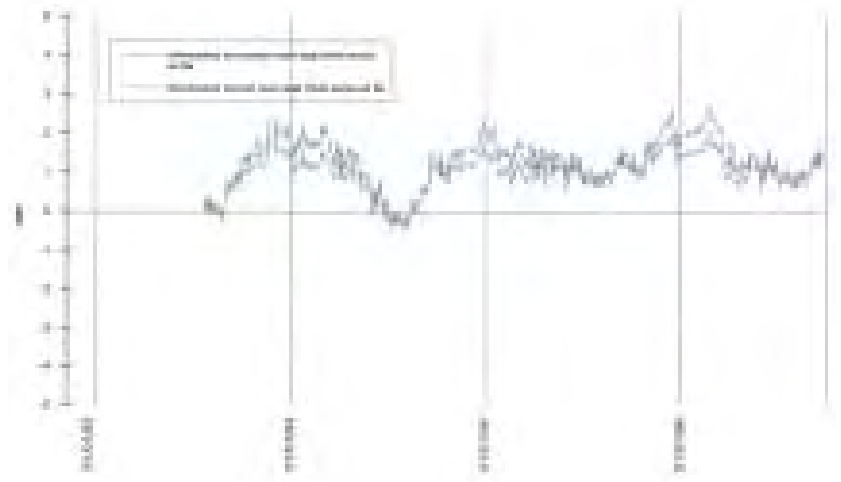


Imagen 393. Medidor a hilo nº 1
SPC s.r.l. Roma. Sistema automático de adquisición de datos
Período: de 25-11-92 al 25-09-96

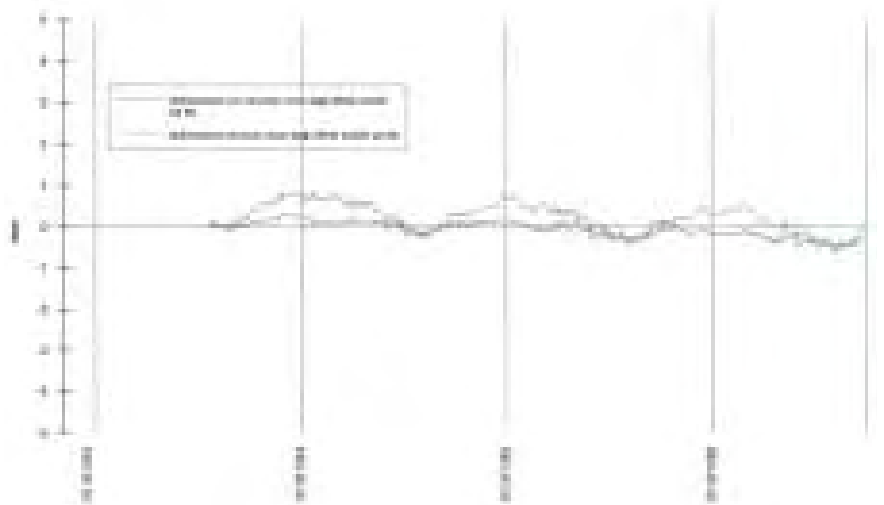


Imagen 394. Medidor a hilo nº 2
SPC s.r.l. Roma. Sistema automático de adquisición de datos
Período: de 25-11-92 al 25-09-96

4 Estudios arquitectónicos

4.2 Estudios estructurales

4.2.3 Movimientos de la estructura. Evaluación del sistema automático de adquisición de datos

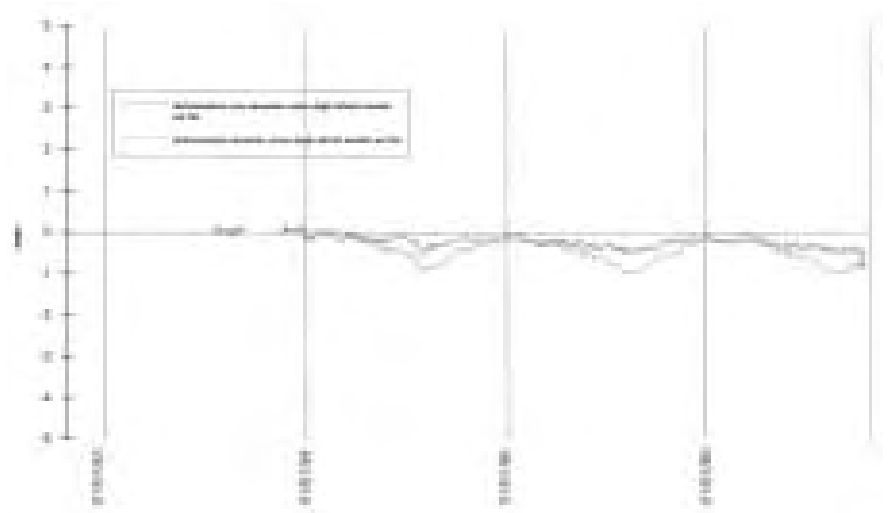


Imagen 395. Medidor a hilo nº 3
 SPC s.r.l. Roma. Sistema automático de adquisición de datos
 Período: de 25-11-92 al 25-09-96

Puentes extensométricos (ver imágenes 396-399)

- Los puentes 3 y 4 acusan movimientos cíclicos, también con amplitudes ligeramente distintas en cada año, pero en todo caso con retorno a la posición inicial siempre. El rango de oscilación es de entre seiscientos y setecientos kilogramos.

- Los puentes 1 y 2 sí acusan un incremento de alargamiento y de la tensión equivalente, con un incremento del esfuerzo de trabajo de 350 kg.

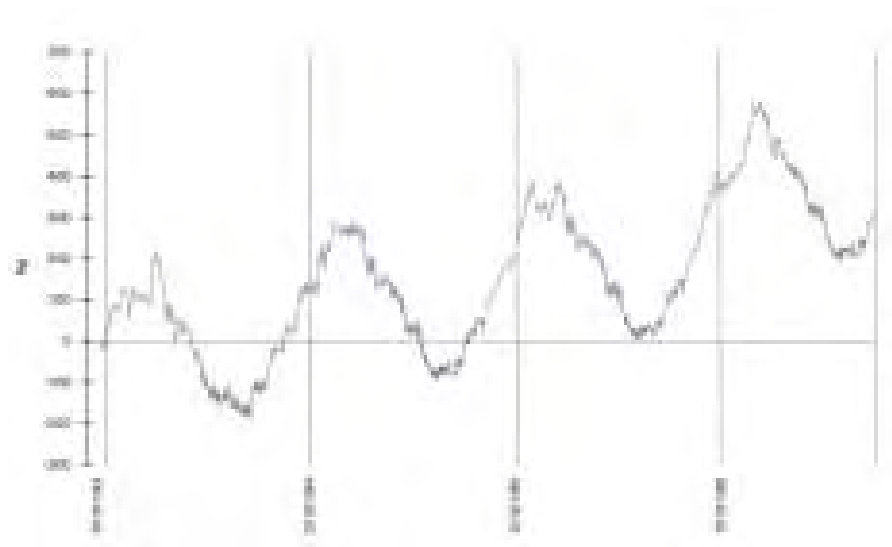


Imagen 396. Puente extensométrico nº 1
 SPC s.r.l. Roma. Sistema automático de adquisición de datos
 Período: de 25-11-92 al 25-09-96

4 Estudios arquitectónicos

4.2 Estudios estructurales

4.2.3 Movimientos de la estructura. Evaluación del sistema automático de adquisición de datos

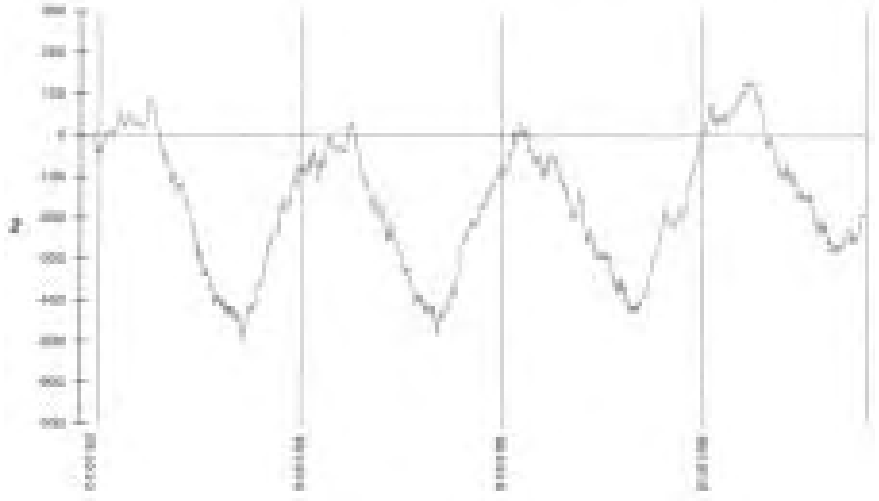


Imagen 399. Puente extensométrico nº 4
 SPC s.r.l. Roma. Sistema automático de adquisición de datos
 Período: de 25-11-92 al 25-09-96

Inclinómetro (ver imagen 400)

- El único existente presenta movimientos cíclicos muy regulares, sin diferencias apreciables de un año a otro. La oscilación anual máxima es de 0,05 grados, muy pequeña.

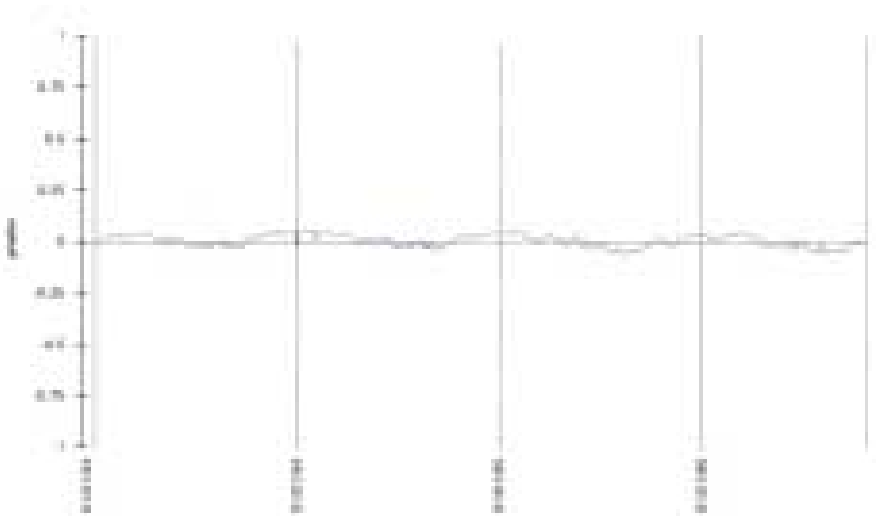


Imagen 400. Medidor de inclinación nº 1
 SPC s.r.l. Roma. Sistema automático de adquisición de datos
 Período: de 25-11-92 al 25-09-96

Termómetros (ver imágenes 401-404)

- Como dijimos, éstos son sólo una referencia para los ciclos de los anteriores, marcando los saltos térmicos diarios y estacionales, que son completamente cíclicos, como es lógico. Se puede observar que los saltos térmicos, diarios y anuales, son notablemente más fuertes en los termómetros exteriores que en interiores, y en los del lado sur que en los del norte de la Catedral. El salto térmico anual en el exterior es de 20° en la fachada norte, y casi 25 en la sur. Al interior, por la inercia térmica de la Catedral, los saltos se atenúan, aunque no tanto en el ciclo anual como en el diario. Sus rangos son de unos 13 grados al norte y unos 15 al sur. Sin embargo, lo más apreciable es que la temperatura media del lado norte es 3 ó 4 grados inferior a la del sur, tanto en interior como en exterior. Estos valores es importante tenerlos en cuenta no sólo al considerar los movimientos registrados por los aparatos de control, sino también al pensar en los fenómenos de evolución reológica de los materiales constructivos de que hablamos en otro apartado.

Imagen 401. Termómetro nº 1
SPC s.r.l. Roma. Sistema automático de adquisición de datos
Período: de 25-11-92 al 25-09-96

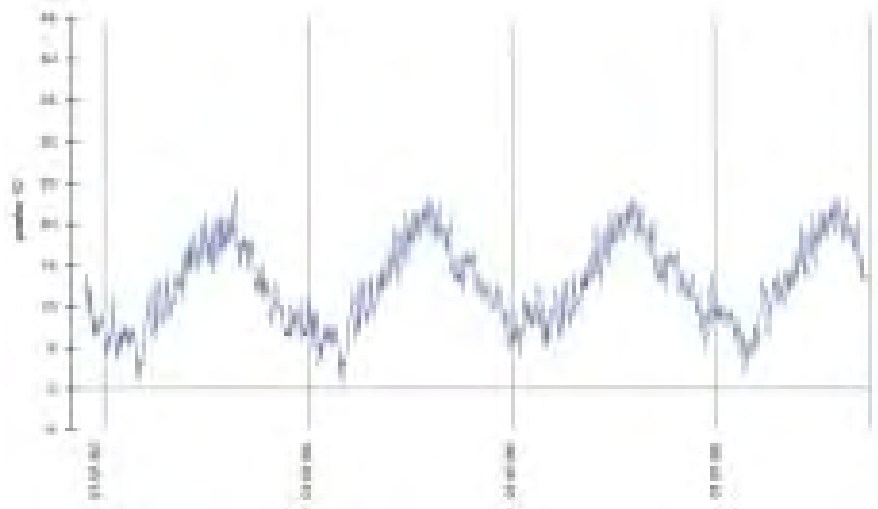
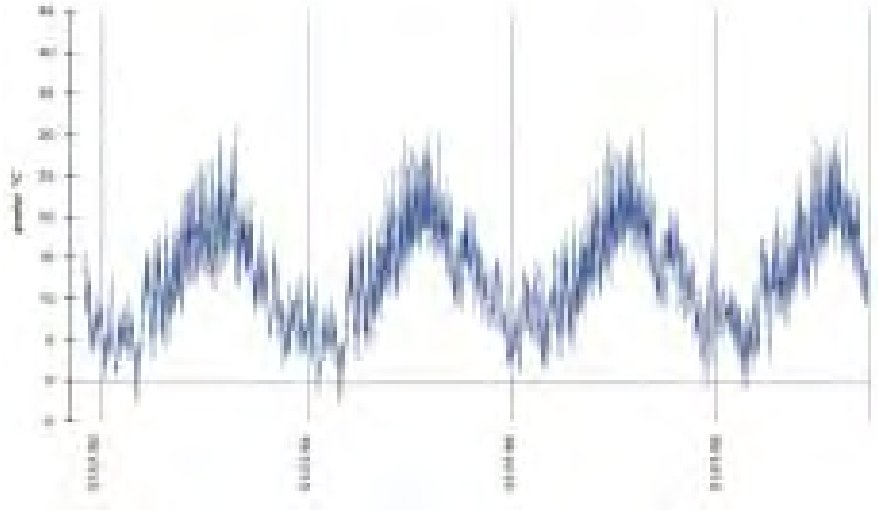


Imagen 402. Termómetro nº 2
SPC s.r.l. Roma. Sistema automático de adquisición de datos
Período: de 25-11-92 al 25-09-96

4 Estudios arquitectónicos

4.2 Estudios estructurales

4.2.3 Movimientos de la estructura. Evaluación del sistema automático de adquisición de datos

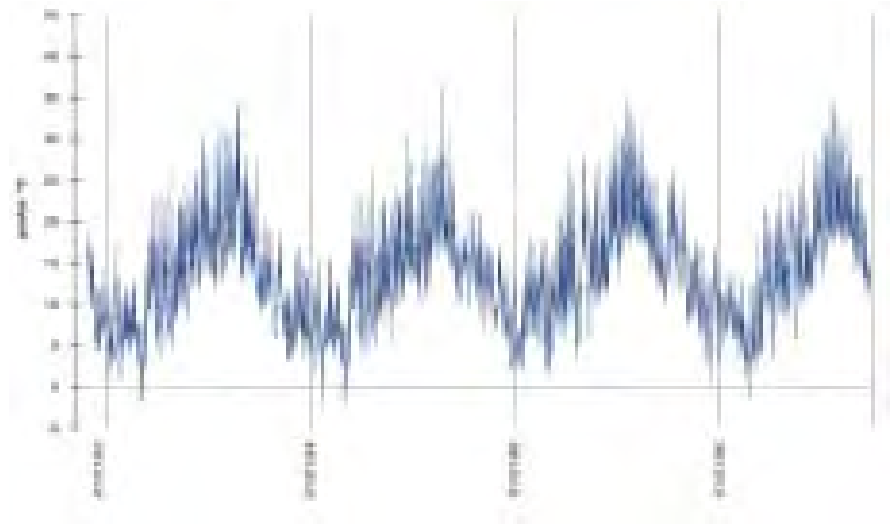


Imagen 403. Termómetro nº 3
SPC s.r.l. Roma. Sistema automático de adquisición de datos
Período: de 25-11-92 al 25-09-96

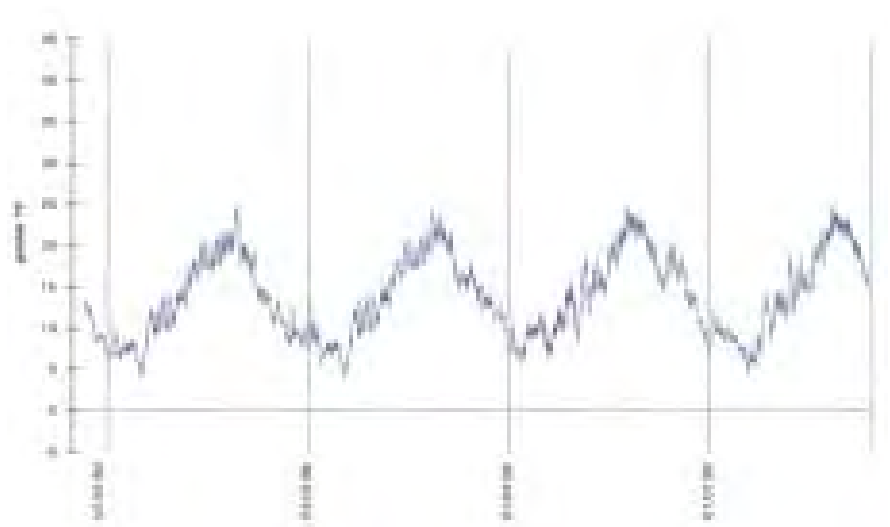


Imagen 404. Termómetro nº 4
SPC s.r.l. Roma. Sistema automático de adquisición de datos
Período: de 25-11-92 al 25-09-96

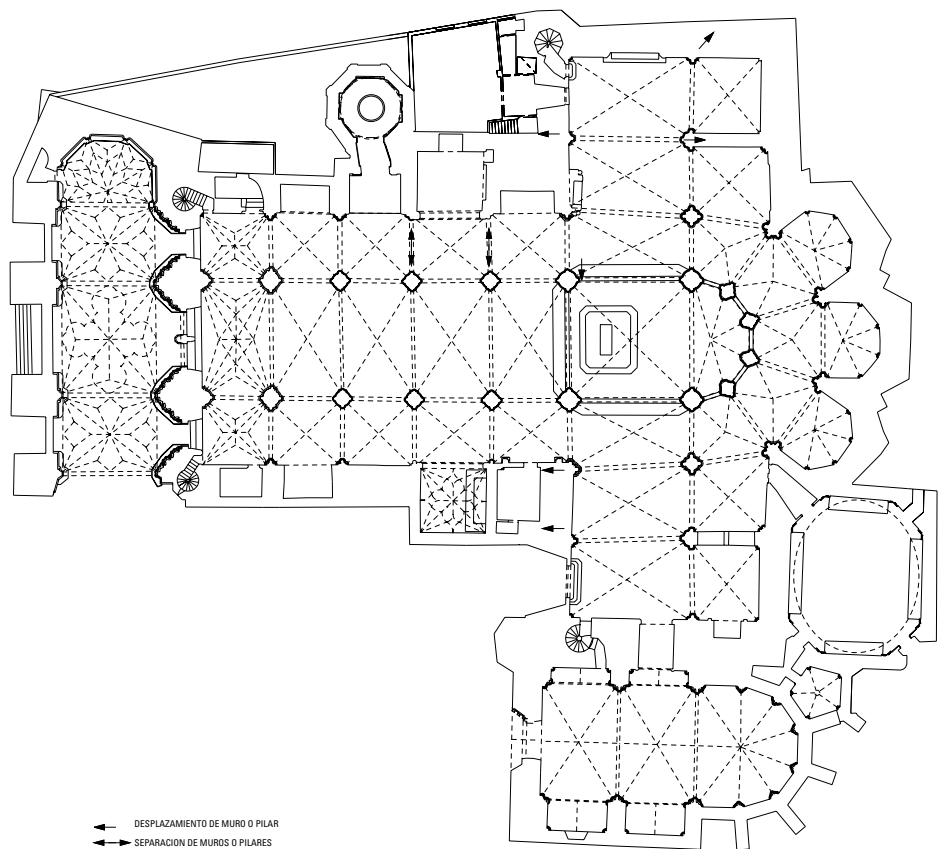
f. Análisis de los resultados

En el croquis adjunto (ver imagen 405), se esquematizan los movimientos que parecen venir indicados por el control de movimientos. Decimos *parecen* porque en algún caso no tenemos suficiente contraste entre distintos tipos de mediciones para establecer a ciencia cierta la dirección de algún movimiento. A suplir estas deficiencias en el control inicial vinieron los segundos aparatos, por lo que algunas de las conclusiones extraídas son provisionales y abiertas.

Sintetizamos estos movimientos, que hemos de entender como *activos* en la Catedral, de la siguiente manera:

Naves

- Los puentes extensométricos 1 y 2 indican un alargamiento de los tirantes instalados por Lorente en la nave norte. Los de la nave sur no indican igual movimiento, pues retornan cíclicamente a su posición inicial.
- Los medidores de hilo de la nave central no indican una apertura de los muros de la misma.
- El fisurómetro 3 muestra un corrimiento hacia el sur de la cabeza del pilar noroeste del crucero.
- Todos estos datos parecen indicar una apertura de la nave, a la altura de los arranques de los arcos. Sin embargo, no



podemos estar seguros de si esa apertura se debe bien a un desplazamiento hacia el sur de las cabezas de los pilares de separación entre nave norte y central o bien a un corrimiento ladera abajo, o bien a un giro desde la base, del muro de cierre norte, pues si bien lo primero está más de acuerdo con la configuración constructiva de la iglesia, que tiene un punto más débil en los pilares que en los muros exteriores, choca con la inexistencia de aperturas o cierres en los medidores a hilo, que habrían de producirse si se movieran las columnas. La posibilidad de que este movimiento se deba a la eliminación por el arquitecto Lorente de los arcos del miedo no debe desecharse plenamente a pesar de esa mencionada falta de movimientos en los medidores de hilo.

Transepto norte

- Los medidores de grieta 1 y 2, desgraciadamente, han fallado en el registro de datos durante el último año de control. Sin embargo, en los tres años registrados no se aprecia más que un levísimo movimiento de apertura en el aparato 1, apertura recuperable en todo caso. El aparato 2 no acusa movimiento que no sea cíclico.
- Los fisurómetros 5 y 12 indican una inestabilidad del muro occidental, si bien no está claro cuál es la composición de movimientos que la provocan, al encontrarse estos aparatos a la misma altura —el triforio—, y con direcciones perpendiculares entre sí.
- Asimismo, faltan también aquí datos de control de la separación de muros, que ahora sí se pueden tomar con los nuevos equipos instalados en los pórticos de apuntalamiento.
- De este modo, la monitorización no da una dirección clara de movimientos en toda esta zona, aunque sí demuestran que es una región inestable de la Catedral, al menos a partir de la altura del triforio.

Transepto sur

- Los fisurómetros 10 y 11 son los que muestran mayores movimientos de todo el edificio, y con una clara tendencia de apertura al exterior del muro occidental.
- Sin embargo, el inclinómetro colocado en este muro presenta movimientos cíclicos. La diferencia de alturas entre los dos tipos de controles, interpretada simplemente, diría que el desplome de los muros se produce sólo a partir de la altura del triforio. Sin embargo, los datos de uno y otro sistema de control son muy heterogéneos, y una apertura del rango de la máxima diferencia detectada en el inclinómetro, de 0,05 grados, extendida a toda la altura del muro, daría una oscilación en la cabeza de 9 mm, muy superior a la detectada, de unos 2 mm. La apertura acumulada detectada, de 1,5 mm, corresponde sólo a un ángulo menor de 0,01 grados, lo que entra dentro del rango de precisión del propio inclinómetro. Esto hace que ambas mediciones sean difíciles de acordar y que debamos suponer, en aras de la seguridad de la estructura, que la inestabilidad se extiende a todo el muro.
- Nuevamente, la instalación de los nuevos puentes extensométricos en los apuntalamientos debería dar datos más concluyentes sobre el fenómeno de inestabilidad detectado.

Pilastra entre el transepto y la nave sur

- Una de las grietas halladas más alarmantes es la que se encuentra controlada por el fisurómetro 8, de fractura, supuestamente por sobrecompresión, de la hoja externa de sillería. Pues bien, de los datos manejados se desprende que tal fisura parece estar, afortunadamente, estabilizada, con muy leves movimientos cíclicos, de rango anual inferior a 0,5 mm, y con una reiteración casi perfecta en los ciclos, sin saltos no explicables.

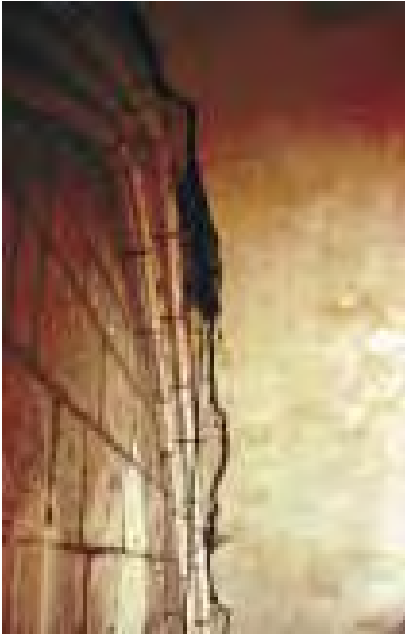


Imagen 406



Imagen 407

- Probablemente podemos interpretar que el forro de sillería efectivamente falló por un exceso de compresión en algún momento dado, relativamente reciente, en todo caso posterior a la restauración de Lorente. Posiblemente la sobrecarga de este forro se debiera a la falta de consistencia de los muros que le acompañan, de una mampostería de mala factura. Sin embargo, al ceder el forro, los muros traseros volverían a entrar en carga, deteniendo la posible ruina de esta parte del edificio. La hipótesis, aun cuando pueda ser plausible, no nos deja mucho margen de seguridad en este punto, aspecto del que hablaremos en el capítulo de diagnóstico.

g. Conclusiones

El control efectuado hasta la fecha ha venido a proporcionar una información sumamente importante sobre la evolución de los movimientos y de las lesiones que sufre la Catedral de Santa María de Vitoria. Es fundamental que este control se mantenga indefinidamente en el tiempo, hasta cuando sea posible, y siempre más allá del período de la obra de restauración. Algunos de los aparatos empleados presentan un deterioro importante debido a su exposición a la intemperie, y el sistema de alimentación de los equipos y de registro y transmisión de los datos adolece de ciertos fallos, achacables a la provisionalidad de las instalaciones de soporte que utilizan –alumbrado y telefonía–.

El sistema se debe revisar en estos aspectos, y ampliar en algunos puntos, dentro de las próximas tareas de restauración, tocando partes de la estructura no revisadas hasta ahora por entenderse que su situación era menos grave. Además, es fundamental contar con los datos permanentemente actualizados del registro de

mediciones, con objeto de poder dar siempre una respuesta rápida a una posible evolución acelerada de las lesiones.

En el apartado de Diagnóstico se pondrá en relación el análisis de estos datos con los de los otros estudios constructivos y estructurales.

4.2.4 EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA ESTRUCTURA

a. Objetivo del estudio

La Catedral de Vitoria es un edificio con una larga vida histórica, llena de acontecimientos constructivos que han venido interesando su comportamiento como estructura construida. Es un objetivo primordial del Plan Director evaluar las sucesivas consecuencias de todos esos acontecimientos y explicar su concatenación. De ello tratan otros apartados de este documento en los que se relaciona el conjunto de intervenciones y de “proyectos” arquitectónicos que se suceden desde el comienzo de la construcción de la iglesia en los inicios del siglo XIII.

Este estudio histórico tiene una aplicación directa en la interpretación de los problemas estructurales que presenta el edificio, por lo que su elaboración se justifica, entre otros motivos, por venir a llenar un vacío de información fundamental para la evaluación de la seguridad y perdurabilidad actuales de la Catedral.

Esa historia de la Catedral viene a ser la recuperación del “historial médico” de un enfermo y puede dar muchas claves sobre los problemas estructurales que en otros apartados de este Plan se detallan. La “anamnesis” practicada sobre el monumento es una de las “piedras de toque” del método elegido por nosotros para la restauración del conjunto catedralicio, no sólo en el tema estructural que interesa en este capítulo sino en todos los problemas de interpretación funcional y contenido simbólico a los que hay que dar solución con las propuestas del Plan Director.

La lectura de esa historia en clave de análisis de las construcciones es lo que en este apartado se presenta: la extracción de la secuencia histórica constructiva que conduce al estado actual del edificio, discriminando los distintos momentos de proyecto

arquitectónico, fases de crecimiento constructivo del edificio e intervenciones de reparación de la estructura que se explican o contradicen unos a otros para dar como resultado la torturada forma arquitectónica que nos encontramos ahora.

b. Elaboración de este estudio

A partir de los datos recabados con técnicas de investigación arqueológica y documental se deduce una secuencia temporal de construcción del edificio, cuyos entresijos de índole estructural queremos desvelar.

Elaboramos el estudio a partir de esa secuencia temporal desvelada por la lectura de los documentos: los escritos recogidos en los distintos archivos y los documentos construidos con forma arquitectónica. En algún caso, los “hiatos” de la secuencia que no han podido ser desvelados podrán explicarse desde este capítulo. Por otro lado, habrá “momentos constructivos” patentes, sacados a la luz por el estudio histórico, cuya “explicación” requiera de argumentos puramente estructuralistas y puedan quizá ser reinterpretados aquí.

Para cada fase constructiva hacemos entonces una descripción de la situación del edificio, según se desprende del análisis histórico. La escasez de evidencias materiales de, por ejemplo, el primer abovedamiento de la iglesia con estructuras de madera, podrá explicarse, como ya se hace en el estudio histórico, con argumentos de segundo orden que, apoyándose en la materialidad real y en la evolución estructural, exigen inequívocamente la aparición de esas estructuras perdidas sin dejar casi recuerdo. Del mismo modo, algunas pérdidas de construcción debidas a intervenciones posteriores exigen una tarea de “reconstrucción mental” del edificio completando esos hiatos suponiendo la existencia en su momento de elementos constructivos imprescindibles desde el punto de

vista estructural, constructivo o arquitectónico. Esto significa que este capítulo es parcialmente una hipótesis de “restitución” de las distintas fases constructivas del edificio, aunque no entra en la “recreación” de espacios o volúmenes que podemos suponer tuvo la edificación en algunos momentos –las perdidas iglesias 1 y 2, las estructuras lineas y de muros de pobre calidad, provisionales, que debió tener tanto la muralla como la iglesia gótica según iba avanzando su construcción “definitiva”, o las propias bóvedas de madera que creemos existieron entre la segunda mitad del siglo XIV y los comienzos del XVI–. El “salto en el vacío” que supone este segundo tipo de investigaciones resultará más o menos controvertible, pero lo consideramos imprescindible para la comprensión de la estructura a pesar de sus riesgos de caer en la entelequia y en el uso de argumentos adecuados para las explicaciones menos evidentes.

De este modo, el alcance real de esta historia de la construcción concreta de la Catedral de Vitoria va algo más allá de la ordenación secuencial de las intervenciones evidenciadas por el resto material o recordadas por el documento escrito para elaborar una hipótesis sobre qué sucedió y por qué se decidió hacer determinadas obras. En este capítulo, este porqué será el apoyo básico para valorar la seguridad del edificio. En otros apartados del Plan Director, este tipo de avances que superan los datos de la evidencia material forman parte de una hipótesis histórica movida por intereses más genéricos –por ejemplo, la historia de las técnicas constructivas, o la de la historia de la ciudad de Vitoria, donde se han producido resultados muy importantes, como se detalla en los capítulos correspondientes–.

Desde otro punto de vista, las hipótesis efectuadas más allá de las evidencias materiales son muchas veces presentadas

como conclusiones ciertas, entrando en una confusión metodológica muy grave. Aquí trataremos de evitar esa confusión advirtiendo en cada momento dónde terminan las evidencias y comienzan las hipótesis de restitución. Ulteriores investigaciones, a efectuar bien por nosotros mismos durante la puesta en práctica de las propuestas del Plan Director o bien por otros técnicos y científicos, podrán confirmar o desmentir nuestras hipótesis, pero siempre tendrán que respetar los datos documentados incontrovertiblemente por la investigación histórica efectuada.

El capítulo se estructura en dos apartados básicos: en el primero se hace, por cada fase, una explicación de la secuencia constructiva basada en los datos históricos y haciendo especial hincapié en recuperar la coherencia de la obra en cada momento, más una evaluación de las repercusiones que para la continuación de la estructura en el tiempo siguiente pudieron tener los distintos momentos arquitectónicos del devenir del edificio; el segundo apartado, redactado a la luz de esta secuencia y teniendo en cuenta datos contenidos en otros apartados del Plan Director, pretende discriminar entre los problemas de la estructura aquellos que han sido históricamente corregidos y los que hoy podemos considerar todavía actuales, es decir, vivos y no resueltos definitivamente, teniendo en cuenta que precisamente por su origen y evolución podemos llegar a establecer este extremo de la “actualidad” del problema, cuestión ésta la más importante para la evaluación de la seguridad de la Catedral.

En cuanto a las herramientas a manejar en el estudio, conviene decir que utilizamos desde dibujos o textos de “restitución” de las formas arquitectónicas proyectadas o realmente construidas en cada momento, y de los restos de esas fases que realmente nos han llegado hasta hoy, hasta

reconstrucciones gráficas no tan evidentes que, apoyándose en esas restituciones y en el conocimiento de cómo se comporta una estructura abovedada de fábrica o de cómo son los procesos “normales” de construcción, explican las transiciones de unas a otras fases, las “suturas” entre ellas y el motivo de algunas de las obras efectuadas en cada momento, salvando a veces los hiatos de la secuencia histórica.

En lo que sigue, releemos la secuencia histórica explicada en capítulo correspondiente, extrayendo los datos más interesantes para el problema estructural en cada fase. En todos los casos se hace un apunte de cómo se encontraba la estructura al final y al inicio de la fase correspondiente, apoyándose sobre los datos arqueológicos y los de comportamiento de la estructura de fábrica, con ánimo de establecer la concatenación de hechos históricos con la mayor precisión. Se verá cómo las fases góticas plenas y el remate de la construcción con bóvedas de piedra son las etapas de mayor incidencia en la evolución de la estructura y en las que acontece la mayoría de los problemas graves, por lo que nos detendremos en ellas para hacer el análisis más detallado de todos, mientras pasaremos por otros momentos sin detallar tanto las obras correspondientes.

c. Desarrollo histórico

Fase 1. Preexistencias. Finales del siglo XII

Descripción

Como se explica en el estudio histórico, las dos preexistencias más importantes son el inicio del muro del hastial norte del transepto, cuya secuencia en relación con la de los muros de inicio de la girola aún está por evaluar con nuevas excavaciones, pero que determina ya una alineación fundamental del edificio a construir posterior-

mente; y el torreón que daba flanco a una puerta de la muralla, en el hastial norte del cuerpo del pórtico occidental, cuya orientación difiere de la del primer resto y queda “esquivada” por la traza de la Catedral, aunque constructivamente incorporado a ella.

Significado constructivo y estructural

Ciertamente la incidencia arquitectónica y constructiva de estos restos es importante, ya que sobre ellos se habrá de apoyar toda la estructura del hastial septentrional. Al tener una orientación diferente que la de estas obras posteriores, aparecerán anomalías arquitectónicas debidas a la adaptación de las alineaciones: se crearán unos muros de planta trapezoidal que condicionarán una serie de ajustes en la parte alta de la iglesia, como los voladizos esviados que dan apoyo al triforio o como la forma trapezoidal de la bóveda del final del transepto (ver imagen 408). Desde el punto de vista estructural, no parece generar problemas, a salvo de la posible falta de calidad

Imagen 408. Vista del hastial norte. Se aprecia la distinta alineación de los muros inferiores, por debajo del triforio, y cómo éste se abre hacia el oeste sobre una serie de tres voladizos sucesivos en cuña



constructiva que tenga el inicio del hastial del transepto y su incidencia en los posibles movimientos de esa parte de la estructura. De este problema de la calidad de la obra de fábrica, en todo caso, se habla en otro lugar.

Por otro lado, la situación de la Catedral en el lugar más abrupto –y por tanto inestable– del cerro de Gasteiz no viene forzado históricamente tanto por la existencia de esos restos como por la matriz urbanística global de la ciudad altomedieval. Esta situación en la ladera del cerro también se estudiará al hablar de los problemas constructivos de la fábrica.

Fase 2. El proyecto inicial, Alfonso VIII de Castilla. Inicio del siglo XIII

Descripción

Sobre este soporte, básicamente nos referimos a un solar vacío –bien lo estuviera real y físicamente, bien se fuera vaciando por delante del avance de las obras–, se comienza la construcción de una iglesia de grandes dimensiones y que posee a su vez un doble objetivo urbanístico militar y religioso.

La traza establecida significa que se pretende la construcción de un gran transepto con cuatro capillas orientales –dos en cada brazo– y una capilla principal, o presbiterio –rodeado por un deambulatorio completo con tres capillas radiales de forma absidal–, inspirado en otros modelos aproximadamente coetáneos de iglesias de peregrinación con la misma potencia constructiva y funcional, levantadas durante el siglo anterior en Francia y en el norte de España.

Como se explica en el estudio histórico, esta traza original sí será ya determinante del desarrollo en planta de la posterior catedral, aunque no de su evolución en altura. La continuación “lógica” hacia los

pies de esta cabecera exigiría la ejecución de unas naves laterales más estrechas que las realmente construidas. Al hacerse éstas, como veremos más adelante, se ensanchan más de la cuenta, provocándose una distorsión en la traza de los últimos tramos del transepto, que adoptarán formas trapezoidales.

Al final de esta fase de obras, el aspecto de la construcción todavía no será el de una iglesia: sólo se podrá ver una serie de torreones sobresalir acusadamente de unos lienzos de muros de traza quebrada, de nueva construcción en el lado este y de construcción en parte reaprovechada en el lado norte, hasta el torreón noroccidental preexistente. Como se explica en la memoria histórica, los vitorianos reconstruyeron simultáneamente una iglesia “auxiliar” de menor envergadura, para el necesario servicio religioso.

Hacia el interior, toda esta fábrica militar probablemente sólo contaría con una serie de estructuras “provisionales” de madera. De otro modo, si se hubieran construido completos los cubos de esquina, habrían tenido que ser demolidos posteriormente, lo que no parece lógico se hiciera, a la vista del completo aprovechamiento de las fábricas existentes que se hace en todo el edificio.

Significado constructivo

La técnica constructiva de esta impresionante iglesia que era a la vez una muralla es sin duda la más potente de las que forman el edificio: muros de entre dos y tres metros de espesor, magníficamente aparejados con sillarejos y lajas de piedra en todo su volumen —es decir, no formados por chapados exteriores y rellenos inconsistentes de bolos y cal— y salvando vanos de medianas luces, forman una infraestructura para el apoyo de la Catedral capaz de soportar una estructura pesadísima y

fuelle de enormes empujes horizontales. Esta anotación es importante por varios motivos.

En primer lugar, la explicación del grosor de los muros es posible desde el punto de vista militar, y sería suficiente justificación para tamañas estructuras. Otras murallas medievales vienen a tener muros de espesores semejantes. Sin embargo, es interesante pensar que el plan de obra previsto contemplaba la ejecución de las estructuras abovedadas propias tanto del gótico en que definitivamente se construyó el edificio como de la arquitectura “protogótica” en que se supone se previó hacerlo. Lo cierto es que esta técnica de construcción de las bóvedas es todavía deudora de las técnicas tardorrománicas y ejecuta obras de pequeñas luces y grandes pesos propios, que dan lugar a fuertes empujes y a importantes estructuras de contrarresto masivo, desconocedoras todavía de las posibilidades “aligerantes” de los estribos y arbotantes exentos característicos del gótico pleno. De modo que, desde el punto de vista de la resistencia a los empujes de bóvedas y arcos, la construcción de la muralla está “sobredimensionada” respecto a las necesidades de la iglesia realmente levantada después, porque se previó para unas construcciones seguramente más masivas.

Dentro de esta variante de la previsión de grandes empujes, resulta también de interés el problema de la construcción a media ladera de un cerro escurridizo, ganando espacio a la plataforma superior natural —que llegaría hasta el muro occidental del transepto— mediante el relleno de los espacios contenidos por la muralla. Estos rellenos de tierras, que se ejecutarán realmente en la fase siguiente, supondrán un empuje pasivo que necesita de una potente estructura de contención como la que de hecho encontramos. Por último, la necesidad de



Imagen 409. Fisura descubierta al excavar las capillas de la girola. A la derecha de la foto se desarrolla la iglesia hacia el oeste. A la izquierda se encuentra el fondo del ábside dentro de la muralla del primer proyecto. La ladera descendiendo hacia este lado y la fisura denota un deslizamiento del muro de cierre en la dirección de la pendiente



Imagen 410. Planta del paso de ronda. Restitución de los restos conservados de la primera fase de obras: construcción de la iglesia-fortaleza de Alfonso VIII

crecer mucho en altura los muros para ganar cota de suelo hasta alcanzar la rasante natural de la coronación del cerro también provoca un requerimiento de mayor masa construida con objeto de reducir la esbeltez de los miembros verticales de apoyo de la estructura, lo que muy probablemente aquellos constructores sabían bien. En este aspecto, es indiferente cuál pudiera ser la cota de "suelo terminado" que se previera obtener –y el problema concomitante de la altura de los vanos a modo de saeteras descubiertas en la excavación arqueológica–, pues la única manera de conseguir un espacio utilizable sin tener que desmontar el cerro rocoso, al partir de una cota intermedia de éste, es crecer los muros en altura. Hasta dónde se pensara crecer tiene seguramente menos importancia, aunque hablaremos de ello más adelante.

Incidencia de la estructura en la evolución posterior

Es importante pensar que no hay errores graves en el planteamiento de esta construcción, antes al contrario, multitud de motivos por los que construir esos muros tan gruesos, con ese magnífico aparejo, a los que da cumplimiento suficiente la estructura que nos ha llegado.

Sin embargo, la situación a media ladera de esta construcción, con su gran masa propia más la masa de rellenos que la empujan desde el intradós, más los posteriores empujes tectónicos debidos a las bóvedas, han provocado, casi sin duda, un deslizamiento de la construcción ladera abajo (ver imagen 409). Es difícil evaluar este problema del deslizamiento porque carecemos casi de referencias de origen para la situación de los muros, aunque algunos datos del estudio de deformaciones –el corrimiento hacia el este de todo el transepto– lo abonan.

En cuanto a si sucede o no el deslizamiento creemos que es físicamente necesario que suceda. Es decir, que la configuración del edificio y del terreno provocan inevitablemente unos empujes y por tanto unas deformaciones en esa dirección. La magnitud y velocidad de estos movimientos es lo que resulta imposible de evaluar sin contar con referencias de origen. El problema del corrimiento del transepto es significativo cualitativamente –al marcar una asimetría en la deformación cuya mejor explicación se encuentra en el problema de la ladera–, pero imposible de utilizar cuantitativamente como referencia –pues en él inciden otros problemas, desde la configuración de empujes de la iglesia hasta las composiciones materiales de las fábricas, lo que explicaremos en el apartado siguiente–.

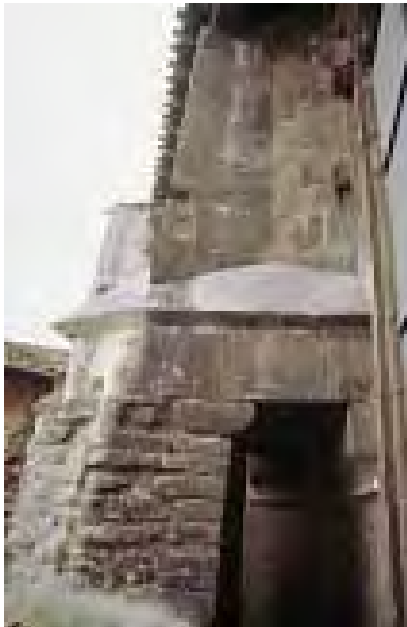
Con todo, el posible deslizamiento sucede muy lentamente, sujeto en su evolución a multitud de factores, desde la exposición de la ladera a agentes atmosféricos degradantes, hasta la intervención humana en el posible descalce de la parte extramuros. Así que su incidencia en las fábricas superiores, no despreciable hoy día al cabo de ocho siglos, sí sería poco importante en el momento en que se acomete el segundo proyecto de Iglesia.

Fase 3. Gótico A. La iglesia gótica clásica, de Alfonso X el Sabio a Sancho IV, 1252-1295

Descripción

Esta segunda iglesia es construida como chapado interior de la muralla y como nueva construcción en las capillas de la girola y en las naves de los pies.

Al inicio de la obra nos encontramos con un soporte formado por la muralla y las torres que albergarán las capillas extremas del transepto, y el cimiento de las capillas de la cabecera (ver imagen 410). La altura

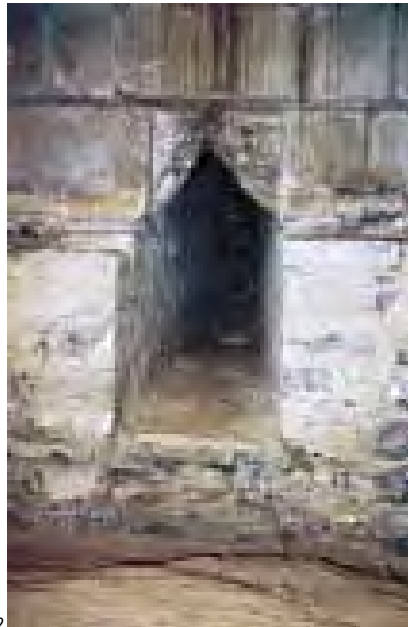


411

Imagen 411. Botarel exterior de la capilla sureste de la girola en el que se ve la diferencia de técnicas constructivas que marca las distintas fases históricas

Imagen 412. Cara interior de una de las ventanas saeteras de la primera fase. Se aprecia que el cambio de técnica constructiva y el escalón formado entre el cimientado y el paño de sillaría superior cortan a la ventana

Imagen 413. Pechinas de arranque de la escalera noroeste



412

a que parece llegaba esta estructura es la del actual paso de ronda. Éste tendría una posibilidad de recorrido completo desde la esquina noroeste de la iglesia hasta la esquina suroeste de la capilla de Santiago, recorrido que en parte se hace a cubierto, por pasadizos en la estructura de los torreones, y a veces se hace al aire libre, entre unos y otros. La traza del adarve es, pues, continua y sólo alterada por dos cambios de altura de rasante en las esquinas noroeste y suroeste —ésta dislocada— del transepto, donde se sitúan sendos husillos que permiten también el acceso desde el interior de la Catedral, a un nivel que ya debe ser parecido al actual pues ninguna de las dos escaleras puede descender más abajo.

Como pies forzados para la consecutiva construcción de la iglesia tendremos, además de este perímetro que envuelve y define completamente la cabecera por sus límites norte, este y sur, el cimientado de arranque de las capillas invadiendo el



413

espacio intramuros y el cierre septentrional de la nave norte hasta el tercer o cuarto tramo. La traza de la iglesia no admite ahora más variante que la articulación entre las capillas del transepto y el inicio de la girola.

Además, quedará definido también el límite norte del cuerpo de las naves, recorrido también por el paso de ronda y levantando incluso el inicio de los botareles, que dejan libre el paso, adintelándolo (ver imagen 411). Estos botareles suponen un punto de contacto entre esta fase y la anterior, como los tres arranques aún conservados en la girola: mantienen la técnica de aquella época y el carácter militar de la traza —supeditado al tránsito defensivo por el adarve— pero ya cuentan con la construcción de un sistema plenamente gótico caracterizado por el uso de botareles “exteriores” para el apeo de los empujes de las naves altas mediante arbotantes.

El otro pie forzado importante es el de la altura a que se sitúan las saeteras en las capillas, que invaden el nivel del suelo que luego va a definir el proyecto gótico (ver imagen 412). Todas ellas tienen esa altura y por tanto exigirían un soldado más alto para la iglesia, según el primer proyecto. La altura que correspondería a este trazado haría acceder a la escalera noroeste del transepto directamente en el arranque del husillo (ver imagen 413), evitando el tramo recto que ahora encontramos; es la

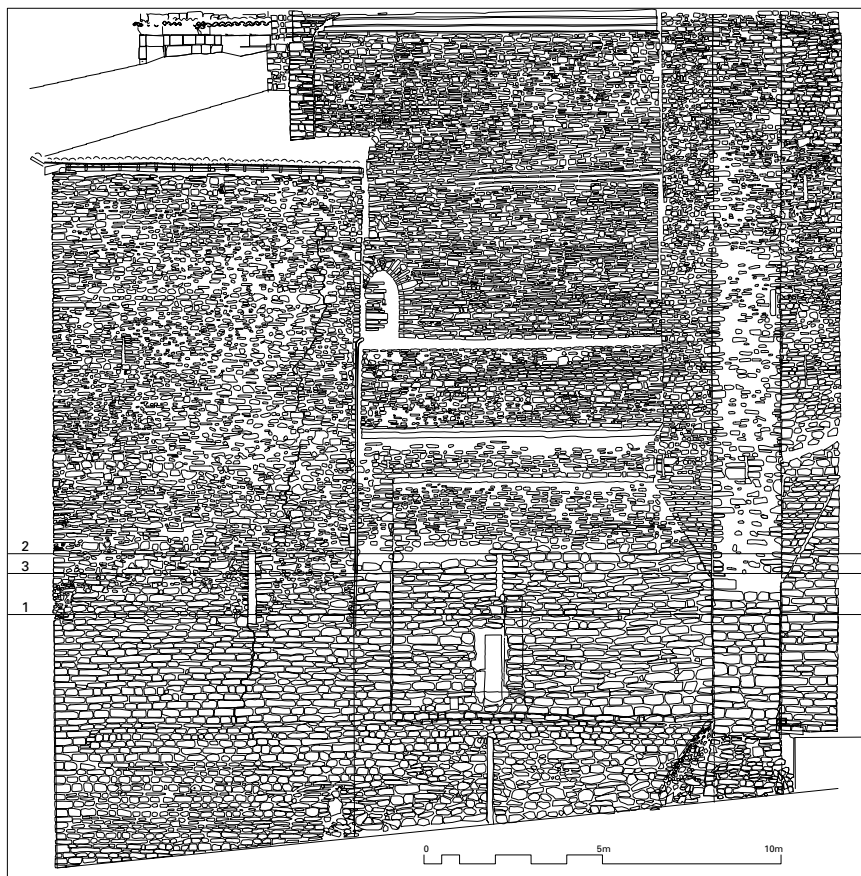


Imagen 414. Alzado parcial del extremo norte del transepto. Se han marcado los niveles: 1, suelo actual de la iglesia; 2, parte alta de las saeteras del primer proyecto; 3, arranque de la escalera de la torre noroeste, sobre las trompas

altura, por lo demás, a que se encuentran las pechinas de inicio de este caracol. (Ver imagen 414)

Este punto es clave para determinar que los pilares del presbiterio, así como el revestimiento de las capillas de toda la cabecera, responden a este segundo trazado que replantea las alturas de la iglesia en todos sus aspectos, cegando las mitades altas de las saeteras al hacer descender el nivel del piso.

Con este sustrato se desarrolla el segundo proyecto, que da forma espacial a la girola y absidiolos, además de levantar los pilares del presbiterio hasta la altura de las bóvedas del deambulatorio, unidos por los arcos fajones y formeros que prevén ya la

construcción de las bóvedas de crucería. Se levantan también los cierres de las capillas absidiales sobre el adarve de la muralla, entre las dos torres norte y sur, con sus ventanales de tracería y descargando empujes sobre los estribos exteriores, que se dejan ya preparados para la recepción de los que habrían de ser los arbotantes de la cabecera. En las capillas de las torres se adaptan las ventanas a las saeteras ya existentes, bien manteniendo su forma en el transepto norte, bien ocultándola con una roseta de tracería en el sur. Se comienza ya por este extremo a abovedar la iglesia, cubriendo las capillas radiales y la nave de deambular, sin llegar todavía a cerrar las capillas del transepto.

Hacia los pies de la iglesia se construyen las dos filas de pilares que separan las tres naves longitudinales, también unidas por sus arcos fajones y formeros, así como el cierre occidental del brazo sur del transepto, sobre un tramo de muro de la fase anterior que cerraba ya este espacio, y el muro de cierre meridional del cuerpo de naves.

Significado constructivo

Toda esta construcción se hace como un revestimiento de sillares en el intradós del muro anterior, salvo los pilares, de nueva construcción y de técnica también nueva, que describimos: formados por un forro de grandes sillares de caliza blanca —de Ajarte— que alberga en su interior un núcleo de caliza negra local más dura, pero sin talla, dispuesto con juntas de argamasa de pequeño volumen. Se abandona por tanto la construcción de grandes sillarejos y mampuestos de la muralla, sustituyéndola por una técnica ya claramente bajomedieval definida por el uso de sillería y rellenos, más económica y de peor calidad por más que estos últimos sean todavía muy consistentes y de buena factura.



Imagen 415. La girola desde el este. Se ven los botareles mochos correspondientes a la primera etapa gótica y, entre ellos, los ventanales de tracería de las capillas absidales

La construcción de esta parte se acomete pensando ya en el sistema estructural gótico, contando con la ejecución de arbotantes de apeo. Así, se levantan los botareles exteriores que habrán de contener los empujes de los arbotantes en la cabecera y en las dos naves laterales (ver imagen 415). Los de la girola y el lado sur se construyen con sillares y proporciones en planta muy alargadas, con gran canto resistente en la dirección del empuje, lo que denota su funcionalidad claramente "gótica" al aprovechar el material de mejor manera que los machones de la arquitectura "protogótica" previa. En efecto, esta concentración de la masa del estribo en la dirección del empuje demuestra que sus constructores ya tienen un mayor dominio de la mecánica de las bóvedas de crucería y entienden que éstas concentran el esfuerzo horizontal en las diagonales de los tramos.

Por el mismo motivo, ya se presentan grandes vanos apuntados y con tracería geométrica entre todos estos miembros resistentes, liberados de las cargas de las bóvedas. En definitiva, la arquitectura de

esta fase muestra los temas constructivos propios del gótico clásico, si bien sus dimensiones son relativamente conservadoras, quizá debido a la necesidad de aprovechar el edificio ya comenzado antes.

Incidencia estructural

De esta obra desconocemos algunos aspectos importantes desde el punto de vista estructural. En primer lugar, la ejecución de los cimios de los pilares del cruceo —los primeros del Presbiterio— que aún no hemos descubierto con excavación arqueológica y que hoy presentan serios problemas de deformación. Lo más probable es que sean similares a los ya descubiertos en la excavación de la girola, con una subestructura formada por un tambor cilíndrico de mampostería de caliza local, en cuyo caso se explicaría su deformación por un problema de asiento diferencial de las juntas de esta mampostería ante la excentricidad de la carga provocada por ser éste el pilar final de la serie que cierra el presbiterio y por tanto el que debe contrarrestar todos los empujes. Parece más improbable que estos basamentos estén hechos con sillares, a la vista del rigor con que los constructores mantienen el nuevo nivel de solado de la iglesia diferenciando la técnica constructiva de "cimiento" bajo esta rasante, y de buena cantería labrada sobre ella, en la parte que ha de quedar visible. Tampoco parece probable que estos pilares apoyen en muros de cimentación como suponemos que puede suceder con los pilares que, junto a ellos, forman la embocadura del deambulatorio. Aunque no tenemos más datos que la teoría de la cabecera con capillas cerradas hacia el deambulatorio para suponer este tipo de cimiento, lo cierto es que estos otros dos pilares tienen una esbeltez mayor todavía que la de los pilares del cruceo y reciben empujes peor contrarrestados, en especial

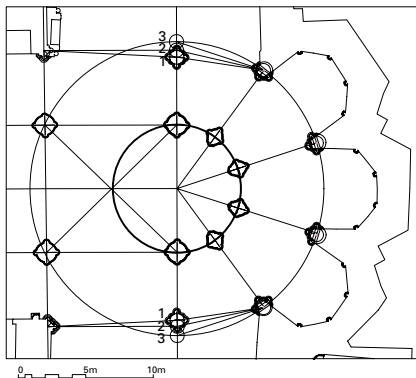


Imagen 416. Planta del deambulatorio. Se han representado los trazados: 1, situación real actual del pilar de separación entre capillas y deambulatorio; 2, situación en la hipótesis de enfrentarlo con la pilastra de entrada a la nave lateral; 3, situación en la hipótesis de mantener constante la anchura del deambulatorio a costa de estrechar las capillas del transepto

el del arco perpiaño de dirección este-oeste que abre la capilla trapezoidal al deambulatorio, y sin embargo no presentan un estado de deformaciones más grave que éstos. Este hecho puede abonar la hipótesis de la existencia de ese muro inferior, si bien en esto la excavación completa de la cabecera será el medio para salir de dudas.

En segundo lugar, queda por ver cuál fue la solución dada al inevitable tropiezo de los pilares y cierre de la nave sur y el transepto meridional con la cabecera de la iglesia auxiliar levantada a la vez que la muralla. Este encuentro se produce justamente en la articulación de la capilla de los Reyes, donde se vienen produciendo los mayores desplazamientos de la estructura que todavía no hemos llegado a contener.

El tercer punto poco claro es el replanteo de la posición de las pilastras y muros laterales de las naves: éstos pierden claramente la alineación con la embocadura del deambulatorio, provocando, como ya dijimos, un tramo trapezoidal, de cuyo replanteo ya son conscientes cuando levantan los pilares de cierre de éste, pues estos pilares presentan un giro respecto a su alineación común para acercarse a las direcciones de los arcos de las bóvedas que han de cargar en ellos. En la imagen 416 se ha marcado la situación de los ejes verticales de los dos pilares y de las alineaciones que los baquetones "piden" para los arcos de las bóvedas. Se puede ver como estas últimas alineaciones no son ortogonales con la alineación de los dos pilares, sino que "se abren" hacia los lados norte y sur de la iglesia, como lo hacen los trapecios de los tramos irregulares, produciendo un giro de la planta del pilar respecto a un posible replanteo ortogonal. Además, si los muros de cierre de las naves —al menos el del lado norte— son anteriores a la construcción de estos pilares de la cabecera con sus bóvedas bajas,

hemos de concluir que el pilar ha de estar desplazado respecto a la situación que hipotéticamente le correspondería en el trazado original de la girola. La posición que ocupa se evidencia en la misma figura, señalando la que hipotéticamente habría de corresponderle en caso de enfrentarse correctamente a la pilastra de esquina de la embocadura de la nave lateral. Se puede ver que se encuentra casi alineado con la última pilastra de las capillas radiales y esta pilastra de la nave, regularizando el trapecio de la capilla del transepto a costa de estrechar la embocadura del deambulatorio respecto a la propia anchura de éste.

Resulta difícil hacer una hipótesis sobre el porqué de este desplazamiento del pilar. Por un lado, porque si lo hubieran situado enfrente de la pilastra de la nave, la embocadura del deambulatorio tendría la misma anchura que éste y que la propia nave lateral, lo que parece lógico. Por otro lado, es también cierto que esta otra posición dejaría muy reducida la capilla trapezoidal, invirtiendo el ritmo decreciente hacia el crucero de las luces de los vanos orientales del transepto. Quizá una posible respuesta sea la voluntad de igualar las superficies de los dos trapecios abovedados —el de la capilla y el primer tramo del deambulatorio— para conseguir un mejor equilibrio de empujes sobre el pilar, y la de dar unas luces más parecidas a los arcos —nada menos que cinco— que arrancan del mismo salmer sobre la columna y facilitar así su ejecución en cantería. Desde luego esta es una hipótesis sin contraste posible pero cuya efectividad es "real" desde un punto de vista estructural y constructivo, puesto que los dos extremos son ciertos. Nos encontramos al borde de un argumento *ad hoc* y lo sabemos, pero creemos necesario encontrar lógica constructiva a lo que no parece tenerla, dando por hecho que los datos materiales suministrados por la arqueología



Imagen 417. Arranque de los arcos perpiaños y ojivos del presbiterio y el crucero sobre el pilar noreste. Se aprecia cómo el *tas de charge* se construye junto con el muro y los ventanales y las piezas de los arcos y los salmeres acuerdan perfectamente con el arranque

ponen al pilar y la pilastra así desviados dentro del mismo proyecto arquitectónico.

Por último, dentro de esta argumentación en torno a los pilares del deambulatorio, queda por decir, volviendo atrás, que en la traza original debería aparecer en este punto un muro separando el deambulatorio de la capilla del transepto, en lugar del pilar construido. En este caso tendríamos una pilastra de remate en el frente del muro mirando hacia el transepto y otra en el lado sur mirando hacia el deambulatorio y formando su embocadura. La relación de luces coherente con esas alineaciones volvería a dejar más estrecha la capilla que el deambulatorio y, sobre todo, que la capilla extrema del transepto, lo que en definitiva parece conducirnos a la misma conclusión anterior de que no se trata en absoluto de un cambio de plan y de replanteo sino de la solución de problemas constructivos realmente planteados.

El cuarto y último punto tiene que ver con el anterior y se refiere a la situación de los pilares opuestos del crucero, los que abren la nave central desde el transepto. Éstos se encuentran también adelantados con respecto a los paños del cierre occidental del transepto, reduciendo la luz de éste en el tramo central, probablemente para tratar de igualarlo a la anchura del presbiterio también con el ánimo de conseguir igualar las curvaturas de los cuatro arcos perpiaños que delimitan el crucero y hacer que sus ángulos con los ojivos sean todos de cuarenta y cinco grados (ver imagen 417). Con todo, no se llegan a igualar las luces, siendo la de la nave y el presbiterio menor que la del transepto. Al encontrar la iglesia de primera fase ya cerrada en los extremos del transepto, los tracistas de la iglesia gótica se vieron obligados a reducir esta luz para poder construir unas jarjas sencillas sobre los cuatro pilares. Como veremos más adelante, esta decisión acarrió luego



Imagen 418. Arco de embocadura de la nave norte desde el transepto, sobre la pilastra adelantada de la esquina entre ambos espacios –a la derecha– y el pilar del crucero –a la izquierda–, también adelantado respecto al paño del muro del transepto

una serie de pies forzados en la construcción de los muros a partir del triforio. Y por de pronto, al propio grupo que decidió el cambio le supuso la construcción de un arco, el de testa de las naves laterales hacia el transepto, ligeramente esviado, con la complicación que esto entraña en el trazado del plano de arranque sobre el salmer. (Ver imagen 418).

A partir de estos pilares se replantean las naves de la iglesia y otra vez se presentan anomalías en las longitudes de los tramos, que son todas distintas a pesar de que la correcta alineación de los pilares entre sí y con el pilar del crucero, y la homogeneidad de sus técnicas constructivas y motivos arquitectónicos –basas y baquetones– hacen concluir que se deben todos a un único proyecto arquitectónico.

Fase 4. Segunda iglesia gótica, 1330-1400

Descripción

La continuación de la iglesia anterior sigue en principio el mismo plan arquitectónico conducente a la construcción de una igle-

sia según modelos góticos, si bien en su terminación el plan también se altera, dejando la iglesia sin el remate de sus bóvedas altas.

En efecto, dentro de esta fase se cierra el aula de naves en su extremo occidental, completando los muros laterales norte y sur, aquél con las capillas entre contrafuertes de bóvedas apuntadas y escaso fondo, y éste con ventanas de tracería. Se abovedan las naves laterales y las capillas del transepto sobre los arcos previamente dispuestos. Y sobre esta estructura, ya completa hasta el nivel del suelo del triforio, se levantan los cierres del presbiterio, el crucero, los primeros tramos a norte y sur del transepto y los dos tramos más orientales de la nave principal. (ver imagen 419)

La técnica constructiva es la misma básicamente que en fase anterior: ejecución de muros con cajones de sillería rellenos de mampostería con argamasa, con cantería labrada en los elementos singulares, ventanas, portadas, etc. Sin embargo, en los muros de las naves altas, se combina esta técnica con la mampostería



Imagen 419. Exterior del presbiterio desde el este. Corresponden a la segunda iglesia gótica el cierre poligonal y los contrafuertes de sillería encastrados. El recrecido por encima de la altura de éstos es de etapa posterior

ordinaria, manteniendo la cantería en el triforio y los ventanales, en los contrafuertes del presbiterio y del transepto y en algún tramo de muros junto al crucero.

En cuanto a las bóvedas, las naves bajas se cubren con un sistema de crucerías y plementos de cantería, mientras que las altas se cierran con bóvedas de madera, hoy desaparecidas totalmente y cuya existencia se deduce de los argumentos que se explican en el estudio histórico, cierre que supone un cambio de plan sobre la marcha de la obra.

Significado constructivo

Lo más importante de cara a nuestra lectura estructural es este replanteo de la obra. Y tenemos que hablar de una modificación “de obra” y no “de proyecto” porque al levantar las naves laterales se erigen botareles muy sobresalientes –de sillería en la fachada sur y de mampostería en el norte– claramente preparados para recibir los empujes de arbotantes superiores, tal y como se hace en la girola durante la primera fase gótica.

En efecto, esto acarreará los primeros problemas de la estructura, pues si la obra del cuerpo bajo responde a todos los cánones del gótico, la de la parte alta presenta multitud de problemas: los contrafuertes de la nave principal y del transepto tienen demasiado espesor y llegan a apoyar en los riñones de los arcos perpiñones de las naves laterales mientras que los del presbiterio, mucho más pequeños, no escapan de la sección resistente del pilar –ampliada en ménsula por el salmer de las bóvedas del deambulatorio–; ítem más, los primeros no parecen estar enjarjados con los muros mientras que sí lo están los segundos. (Ver imágenes 421 y 422)

Estas aparentes incoherencias en la ejecución pueden salvarse con la hipótesis ya expuesta anteriormente de la existencia de una cobertura con bóvedas de madera. Si desde el momento en que empiezan a cerrar las naves altas ya entienden que van a echar estas falsas bóvedas cuyos empujes laterales son despreciables, estarían justificados para despreocuparse del problema de cargar en los riñones de los arcos

Imagen 420. Sección esquemática del apoyo de los contrafuertes sobre los arcos perpiaños de la nave norte.
 a. Sección fotogramétrica y superposición de la hipotética posición original del muro y el contrafuerte aplomados.
 b. Esquema de la deformación sufrida: 1, posición original del muro y la columna en la misma vertical; 2, apoyo del contrafuerte en el trasdós del perpiaño que provocará su deformación; 3, giro inducido en la columna a partir de su arranque; 4, punto que por la gran rigidez de las fábricas interiores de sillería en el pilar y la pilastra no asentará y funcionará como punto de articulación para el giro consecutivo con el asiento en 2; 5, deformación del semiarco izquierdo, que adquirirá mayor curvatura de la original mientras en 2—semiarco derecho— la curvatura se reduce en consecuencia con la apertura del arco en 3; 6, el giro 2 en torno a 4 se traducirá en un desplazamiento muy grande en la cabeza del contrafuerte y en el muro interior que se ve arrastrado en este punto

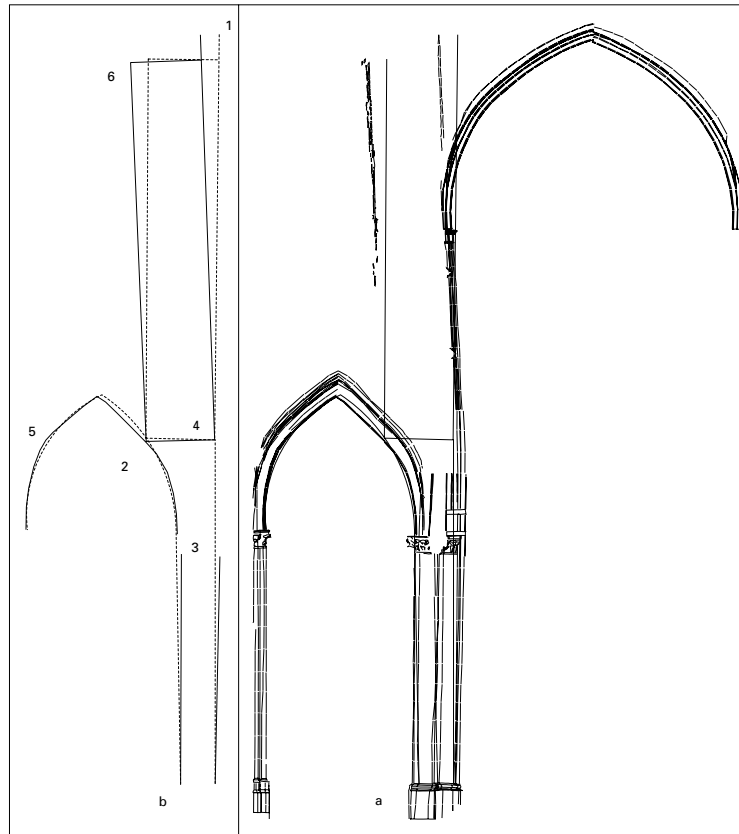


Imagen 421. Superposición de la planta de las bóvedas de los tramos cuarto y quinto de las naves laterales con la del triforio. Se aprecia cómo los contrafuertes adosados en el exterior del ándito apoyan sobre los arcos perpiaños de la nave hasta casi un cuarto de su vano

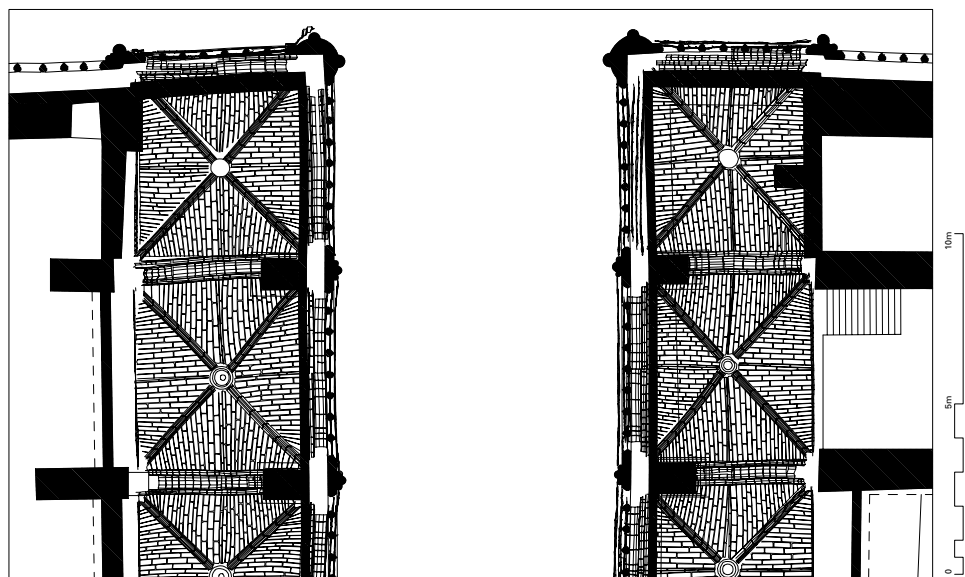




Imagen 422. Sucesión de arcos perpiños de la nave sur. En los semiarcos izquierdos que descansan en los pilares de la nave central se aprecia la pérdida de curvatura debida a la sobrecarga de sus riñones por los contrafuertes del muro de cierre superior

laterales. Sería además éste el motivo por el que no siguieran levantando la altura de los botareles exteriores, tanto los de la girola dejados inacabados por los constructores anteriores como los de las naves de los que eran responsables los actuales. (Ver imagen 420)

En definitiva, el resultado de esta fase es que se renuncia a la construcción de bóvedas de piedra en las naves superiores y consecuentemente se soslaya la construcción de un sistema de arbotantes en toda regla, incapacitando a la iglesia para la resistencia de esos empujes en el momento en que, en fase posterior, se abovedan con piedra todas las naves altas. Como corolario de todo ello, queda que de este problema del espesor de los contrafuertes superiores proceden casi todos los males posteriores del edificio, según explicamos más adelante y se justifica en el capítulo de cálculo.

Incidencia estructural

Aparte de ese problema que habrá de venir en el futuro, lo cierto es que ya con lo que se hace en esta fase la iglesia empieza a padecer serias deformaciones. En el capítulo de estudio mecánico explicaremos qué significa estructuralmente el que un edificio se deforme y la realidad del supuesto peligro que acarrea. Pero desde el punto de vista histórico, que narra hechos mucho más conducidos por los sentires humanos, lo cierto es que una deformación tan violenta como las que ha venido padeciendo la Catedral implica un miedo –que incluso se recoge en noticias históricas– y éste lleva a buscar alguna solución de emergencia.

El primer punto en que debieron presentarse los problemas, tras el abovedamiento de las naves laterales, fue en los pilares del crucero. En efecto, estos pilares se encuentran sometidos sólo al empuje de las naves laterales, sin estar previamente “pre-comprimido” por la continuación del pilar en



Imagen 423. Interior del ándito del triforio oeste del brazo sur del transepto. En primer plano, a izquierda y derecha, se aprecia el cambio de alineación de los muros debido al adelantamiento de los pilares del crucero



Imagen 424. Paño del muro de cierre del segundo tramo de la nave norte del transepto. Se ve el enjarje entre las dos fases de construcción, a izquierda y derecha de la junta requebrada que coincide también con el tramo de la balaustrada en que se ciega el calado de los vértices entre los cuadrifolios. El enjarje marca además un cambio de alineación del propio muro por encima del triforio

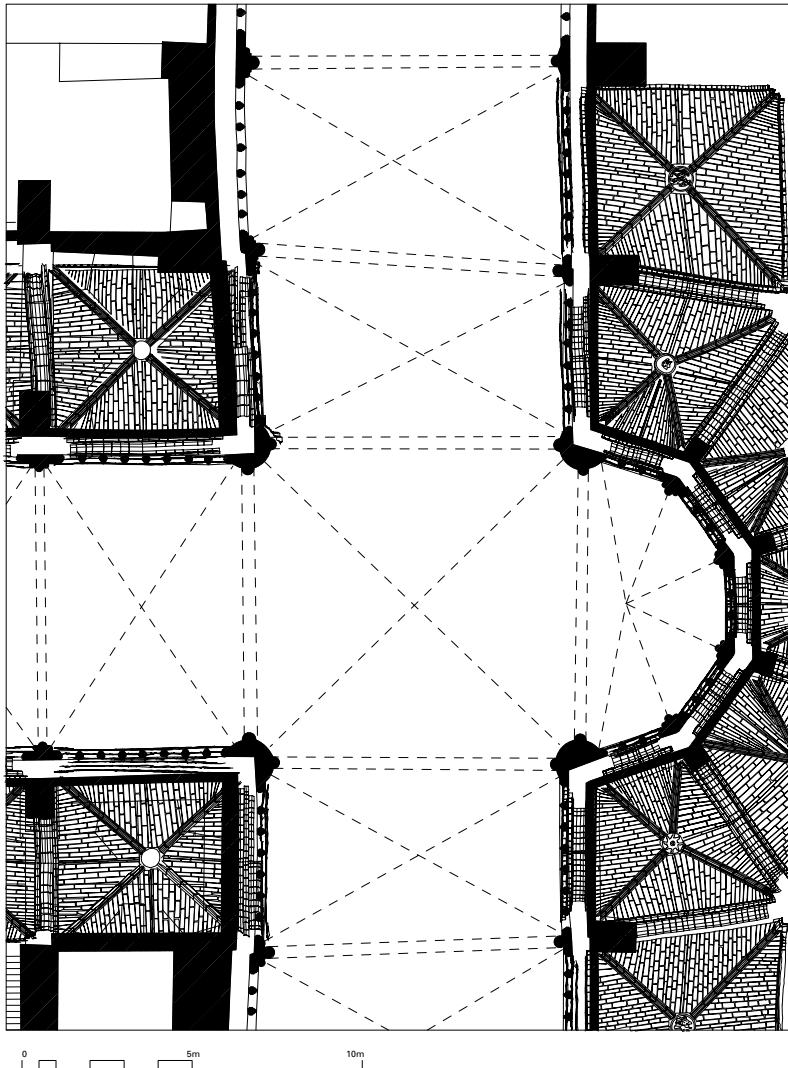


Imagen 425. Superposición de la planta de bóvedas de naves laterales y deambulatorio con la planta del triforio. Se aprecia, en los extremos de las naves, el apoyo del cierre exterior del ándito sobre los propios plementos de la bóveda, fuera del arco perpiaño; en el resto de los tramos el apoyo de ese cierre se ejecuta correctamente sobre los arcos, más resistentes que los plementos. Por otro lado, se ve cómo los contrafuertes del transepto descansan en los arcos perpiaños del deambulatorio hasta un cuarto de su luz, como también sucedía en la nave central. (Ver imagen 421)

Los pilares del crucero, sin ese lastre superior, se verán empujados hacia el crucero y comenzarán a acusar deformaciones importantes. Como quiera que este problema se podría plantear aun con la iglesia terminada, el pilar seguiría siendo el último de la arcada de separación entre las naves central y laterales, esta suposición nuestra de que ya desde el primer momento el pilar se deforma requiere una explicación.

Con ello llegamos a uno de los puntos más singulares de la Catedral, el quiebro que se produce entre los primeros y segundos tramos del transepto, acusado como pequeños retranqueos de los paños de los muros de cierre del triforio, tanto en su cara interior de pilastras y tracería como en la exterior formada por una hoja simple de sillería (ver imagen 425). Estos quiebrros son muy acusados en el muro occidental y más someros en el oriental, y vienen a producirse, en este lado, sobre los pilares exentos de embocadura del deambulatorio, y en aquél sobre las pilastras de esquina entre el transepto y las naves laterales. (Ver imagen 423)

Esta anomalía nos hizo pensar en un primer momento que nos encontrábamos en un punto de sutura entre dos fases de obra que no acordaban correctamente, posiblemente por la ruina previa de una de ellas. Sin embargo, el análisis estratigráfico detecta que el muro de cierre es coetáneo a ambos lados del requiebro, encontrándose una junta entre fases un poco más lejos del crucero, a la mitad de los siguientes tramos de construcción (ver imagen 424). Es decir, que el muro se construye, extrañamente, con el

toda su altura. Es decir, que con ser menores las cargas a que se encuentra sometido en ese momento que las que posteriormente y hasta hoy resiste, sucede que en la composición de esas fuerzas la horizontal debida a los empujes de las bóvedas inferiores es preponderante sobre la componente vertical debida sólo al peso de las mismas bóvedas. Es conocido el "beneficio" estructural que suponen los pináculos que "precomprimen" los botareles para estabilizarlos ante los

empujes laterales: dado que las tensiones que se alcanzan en las bases de esos botareles son muy pequeñas en relación a sus capacidades resistentes, estos elementos admiten sin problemas cualquier sobrecarga —con el único límite de que la estructura de lastre sea estable en sí misma y no tienda a moverse lateralmente por exceso de esbeltez—, de manera que esta componente vertical tiende a reconducir el empuje haciéndolo más vertical.



Imagen 426. Alzado del cierre norte del quinto tramo de la nave central, con el triforio escalonado y el pilar inclinado hacia el crucero –a la derecha–

requiebro intencionadamente. Y esto en los cuatro extremos de muros de cierre, orientales y occidentales norte y sur.

Por un lado, el adelantamiento del pilar hacia el crucero que ya vimos en la fase anterior provoca la alineación esviada de estos tramos respecto a los muros de cierre del transepto. Pero no explica por qué se hubo de hacer el escalonado en los cierres, ya que habría sido posible dar más retranqueo al paño de tracería respecto al paño inferior del muro, acusando más el relieve de las pilastras, tanto las de embocadura de las naves como las de los propios pilares del crucero. Pero para ello el muro de cierre del ándito del triforio debería haber apoyado sobre la bóveda del primer tramo de las naves laterales, al ensancharse respecto al muro de cierre de las bóvedas correspondientes. Esto no sería considerado una buena solución y fue preferible ajustar el cambio de alineaciones en el punto en que realmente se producía, tras la primera pilastra del transepto. A abonar esta hipótesis vienen dos datos constructivos que se pueden observar reflejados en el plano de la planta del triforio, donde se ve que efectivamente en el lado oriental los pilares del crucero sobresalen menos respecto al paño de la tracería del triforio que en lado occidental, manteniendo el plano de las enjutas del arco perpiaño que soporta las bóvedas del deambulatorio, cuando en la parte trasera de este muro sí podría haberse retrasado el muro de cierre del ándito dando más amplitud al triforio. Y quizá éste sea el motivo definitivo, la regla que debía impedir dar mayor anchura al paso del triforio, so pena de tener que abovedarlo y no poder ya cerrarlo por arriba con un sistema de losas de piedra como de hecho se efectuó –siguiendo otra vez la tradición gótica–.

Es decir que, contruidos los pilares de entrada a la nave mayor adelantados respecto al cierre occidental del transepto,

sobre ellos las bóvedas de las naves laterales, con sus arcos perpiaños de apoyo y encima los muros de cierre de sus rellenos, se crea una repisa de apoyo para el triforio que limita la situación de los paños de sus cierres. El triforio se levanta más arriba con una hoja muy esbelta de sillería en su cara trasera, que cierra la catedral, y con una sucesión de columnillas en su cara hacia la nave mayor, formando dos muros resistentes paralelos que han de soportar entre sí un cierre superior mediante losas de piedra cuya luz se encuentra limitada por reglas de proporción –en definitiva, de resistencia– seguramente en función de la propia altura del paso y de los espesores de los muros de cierre. Concretamente, se trata de una relación de 1 a 2 entre el espesor de las losas, igual al de la pared de cierre y al canto de las pilastrillas, de unos 26-27 cm –un pie–, y la anchura del paso del triforio, de unos 55 cm –dos pies–. Así que no queda otra posibilidad de acuerdo entre las dos alineaciones que vienen forzadas –la del cierre del transepto y la de los pilares de la nave– y los espesores y luces del triforio que construir este requiebro. Aun así, el cierre de esta parte del ándito llega a apoyar sobre el plemento de la bóveda inferior.

Pero en este punto viene también a confluir un problema de deformación previa de los pilares producido por dos fenómenos. En primer lugar, el giro de las cabezas de los pilares del crucero hacia las diagonales de éste, motivado como ya dijimos por el empuje de las bóvedas laterales insuficientemente contrarrestado (ver imagen 426). Giro que arrastra un ligero asentamiento del piso del triforio en los dos tramos que hacen la esquina noroeste del crucero, y que se combina en el lado sur con un asiento o con una semirruina de la bóveda de la nave lateral.

En efecto, parece producirse un asiento diferencial de los pilares occidentales del crucero respecto a los inmediatos hacia los

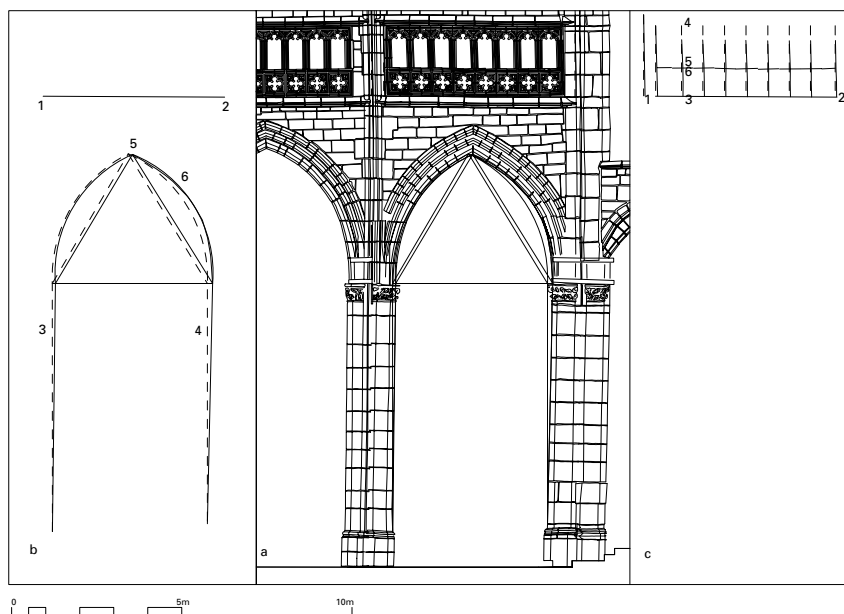


Imagen 427. Alzado del muro norte del quinto tramo de la nave central.

a. Dibujo fotogramétrico en que se ha superpuesto la restitución del estado original del arco y de la balastrada del triforio.

b. Esquema de la deformación padecida por el triforio, consistente en un desnivel 1>2 de cinco centímetros. El pilar 3 se desploma de su vertical cinco centímetros mientras el pilar 4 llega a desplomarse 13 cm; esto provoca en la clave 5 un desplazamiento lateral de 6 cm y un descenso de 2 cm; al abrirse los apoyos, el semiarco 6 se deforma y pierde curvatura: se aprecian los trazados del arco de círculo y el arco deformado, más bajo en la zona cercana a la clave. La conjunción de estos dos descensos provoca el asiento del triforio.

c. El desplazamiento lateral de los pilares inferiores, mientras la parte alta del muro por encima del triforio se mantiene en su posición gracias al empuje del arco perpaño del crucero, se manifiesta en el giro sucesivo de las piezas de la balastrada, articuladas en sus uniones. La pilastra 1 se mueve en su parte inferior 6 cm, mientras la 2 se desplaza 8 cm; ligados a estos desplazamientos se producen los de la parte 3 inferior de la balastrada; en 4 se produce una articulación en torno a la cual gira la pilastrilla; el mismo mecanismo se produce en 5 y 6, donde se articulan y giran las piezas de la balastrada, formando las cejas tan características de este edificio

pies, detectado tanto en la topografía del suelo del triforio como en la restitución fotogramétrica. Este asiento es de entre 3 cm y 5 cm, y en primera instancia parece sugerir un problema de cimentación, aunque una observación más cuidadosa nos lleva a otra explicación dentro de la tectónica de la propia fábrica.

Empezaremos por dar una explicación para el "asiento" debido al giro en la esquina noroeste porque ayudará a entender otro problema del lado sur (ver imagen 427). Lo cierto es que la cabeza del pilar no descende al girar en la base. Geométricamente, con una altura de 14 m hasta el piso del triforio, para conseguir un descenso de 1 cm en éste, sería necesario un desplome de 34 cm. Con el modelo fotogramétrico hemos podido comprobar aquí un desplome de unos 14 cm, es decir, un descenso de 1/2 cm. Y sin embargo, el piso del triforio descende unos 5 cm. Lo que viene a suceder es que el giro real provoca una apertura de los arcos y un descenso de su traza completa que podemos calcular geo-

métricamente. El corrimiento del salmer, a 10 m del suelo, viene a ser de unos 12 cm, lo mismo que se abrirá el arco. Como la cuerda del semiarco más alejado del apoyo que se abre permanecerá aproximadamente igual y sólo girará, podemos tomarla como diagonal igual para el arco original y su deformada. De ésta última medimos en el modelo fotogramétrico la luz, de 4,6 m, y la flecha, de 3,85; el arco original será 8 cm más estrecho, es decir, tendrá una luz de 4,52 m, lo que pide una flecha, manteniendo constante la diagonal —cuerda del semiarco— de 3,87 m. La clave del arco habrá descendido entonces unos 2 cm y el resto del asiento —otros 3 cm— se deberá al acomodo de la propia fábrica de la enjuta sobre el semiarco más desplazado, que, éste sí, se abrirá y alargará notablemente —lo que se aprecia en el dibujo fotogramétrico— perdiendo curvatura y descendiendo netamente en su trasdós. De hecho también se aprecia en el dibujo fotogramétrico cómo las enjutas del primer tramo de la nave central tienen los sillares removidos

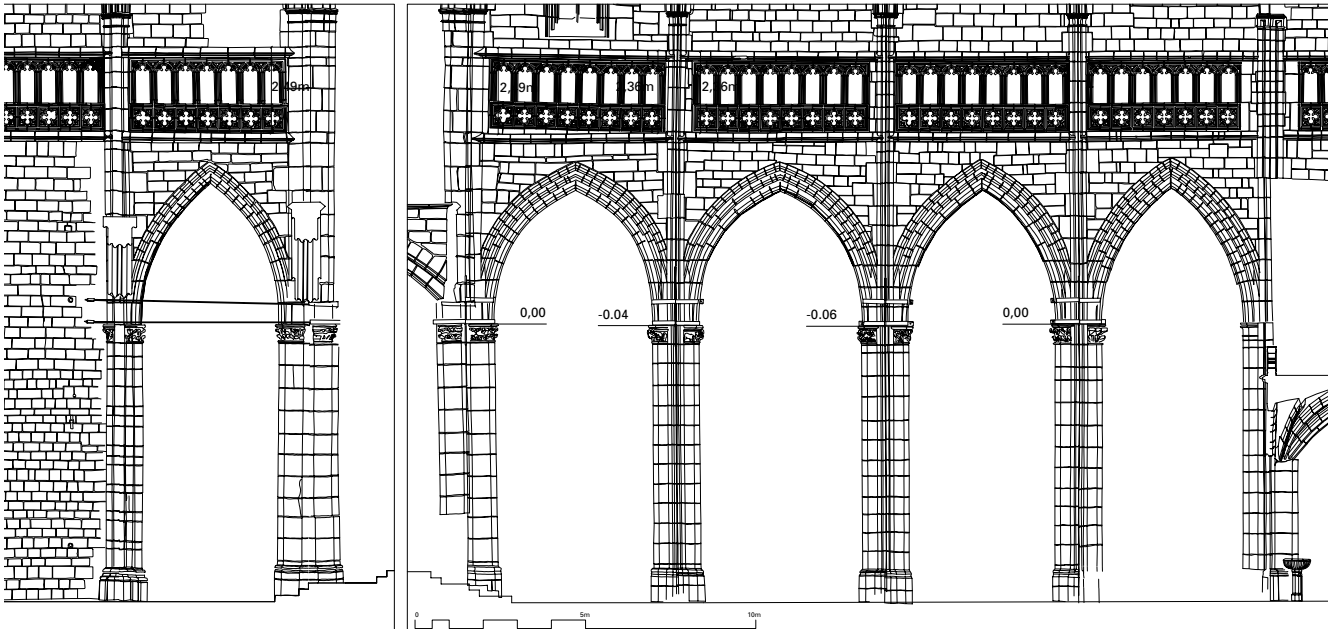


Imagen 428. Alzados sur de la nave central y oeste de la nave del transepto. Se han marcado los desniveles aparentes entre los cimacios de los pilares de la nave central, poco significativos. En el triforio del quinto tramo se aprecia la aparente cuña introducida bajo la balaustrada con objeto de nivelar el triforio. Sin embargo, se trata solamente de una anomalía constructiva necesaria para poner de acuerdo las diferentes alturas del triforio en los tramos siguientes, cuarto de la nave central –con 2,36 m– y tercero de la nave del transepto –con 2,49 m–. La diferencia de alturas –de 8 cm– debe ser salvada en la base de la balaustrada para mantener la regularidad del orden de columnillas y de los propios cuadrifolios de la balaustrada



Imagen 429. Alzado del triforio del muro sur del quinto tramo de la nave central, inmediato al crucero –a la izquierda–. Se aprecia el peralte de las piezas inferiores de la balaustrada y la falta de nivelación de la cornisa superior del triforio

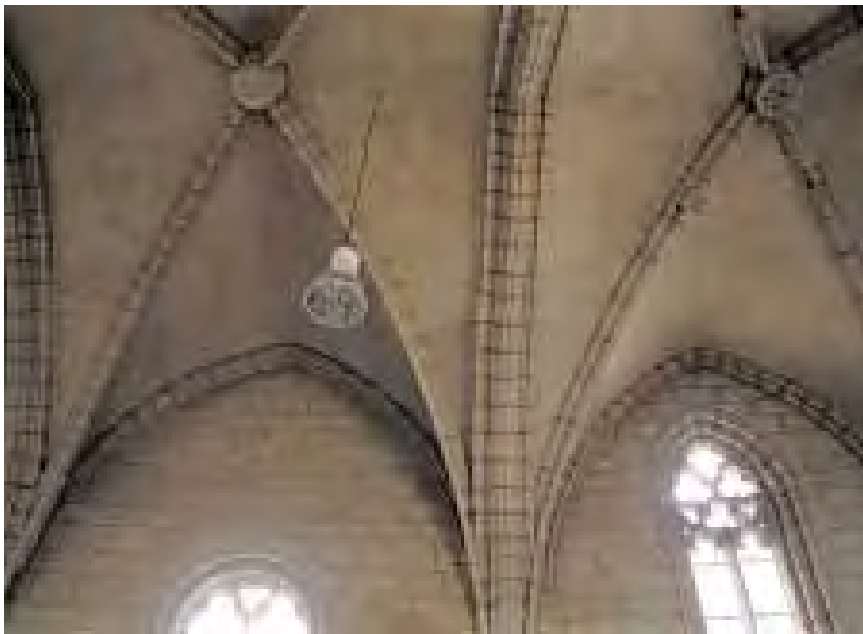


Imagen 430. Arranque de las bóvedas de la nave central sobre la pilastra norte entre los tramos cuarto y quinto. Se aprecia la diferente alineación de los dos paños de muro a un lado y otro de la pilastra provocada por el giro de ésta hacia el exterior –norte– debido al apoyo de su contrafuerte sobre el arco perpiñón de la nave central

aunque arqueológicamente se entiende que no están reparados ni recolocados –se dan todos como de la primera fase gótica–.

Con esta explicación se comprende tanto el asiento del piso del triforio a este lado del crucero como el corrimiento y giro de las piezas caladas de la tracería y las pilastrillas, sin necesidad de acudir a otras hipótesis no contrastadas históricamente como pueden ser seísmos o ruinas de la fábrica que hubieran provocado grandes movimientos de los miembros mantenidos en pie. Basta con entender el hecho de que los arcos, por su curvatura, son muy sensibles a los movimientos horizontales de sus puntos de apoyo, ante los cuales buscan acomodarse que les permitan mantener su eficacia estructural, descendiendo en una proporción notable respecto a lo que se abren y manteniendo todavía su eficacia estructural.

Por otro lado, este giro de los pilares del crucero es un problema clásico en casi todos los edificios góticos del mismo periodo

que habitualmente se resuelve con el mismo sistema empleado en la Catedral de Vitoria, esto es, introduciendo sendos arcos codales a media altura del transepto para equilibrar el empuje de las naves con el del presbiterio. En España cabe ver esta solución en al menos otras dos catedrales, las de Ávila y Tuy.

En el frente contrario de la nave central, alzado sur de ésta, se produce otro fenómeno de difícil explicación (ver imagen 428). En una primera observación parece que se hubiera introducido una cuña de nivelación sobre la cornisa-losa inferior del ándito, antes de construir la balaustrada. Sin embargo, en una revisión cuidadosa de la ejecución material se aprecia que no hay tal cuña sino un peralte en las piezas inferiores caladas que forman la balaustrada (ver imagen 429). Este peralte viene a regularizar la diferencia de alturas entre el triforio de la nave del transepto sur y del cierre sur de la nave central, la de aquél unos diez centímetros mayor que la de éste. Es el techo de este quinto tramo de la nave central el que aparece entonces desnivelado, mientras que el suelo sólo presenta una diferencia de cotas de 3 cm entre el pilar del crucero –más bajo– y el anterior de la nave central –más alto–.

La atribución a las piezas inferiores de la balaustrada de esa función de regularización de alturas tiene su explicación en que se trata de evitar que los vanos lobulados del triforio tengan diferente altura, lo que produciría un mal efecto visual. Queda por saber cuál es el motivo de esa diferencia de alturas entre los triforios de la nave central y el transepto.

El siguiente punto problemático es el ya mencionado del espesor de los contrafuertes exteriores de los muros altos y su apoyo sobre los riñones de los arcos perpiñones de las naves laterales. Lo hemos dejado para este momento porque en realidad no

estamos seguros de que ya en esta fase se manifieste el problema, aunque sí es claro que se hará grave en el momento de cubrir con las bóvedas de piedra.

Y el problema, ya enunciado someramente, es que esos contrafuertes deberían haber sido levantados sobre un sistema de ménsulas en voladizos sucesivos que, apoyando correctamente en la sección capaz del pilar y de los muros de cierre de las enjutas, ganara sección para dar paso al triforio y apoyo a los propios contrafuertes. Tal cosa no sucede, sino el ya dicho apoyo sobre los riñones del arco.

Los arcos son muy sensibles a las cargas puntuales en sus riñones, porque rompen su simetría intrínseca y provocan la aparición de rótulas de mecanismo en partes “imprevistas”, donde los constructores no han preparado sistemas constructivos capaces de atemperar sus consecuencias. (Véase, en el capítulo de descripción constructiva del sistema gótico, el uso de claves de arco en V invertida para atar la rosca inferior del arco perpiaño e impedir su apertura).

Ante tales concentraciones puntuales, el semiarco cargado pierde rápidamente curvatura, abriéndose en el intradós justo bajo la carga, y desplazando lateralmente hacia el eje de la nave central la parte alta del pilar en que apoya. El otro semiarco adquiere una mayor curvatura, aunque poco apreciable. De este modo se consigue el equilibrio de la línea de empujes modificada por la carga puntual (Ver los esquemas que explican ésto en el capítulo dedicado al comportamiento mecánico). Este corrimiento del apoyo no produce sin embargo el problema del caso anterior –pilares del crucero (ver imagen 420)– porque sobre los arcos perpiaños no se encuentra ningún muro.

Pero sí produce el inicio de la deformación más patente en la iglesia: al descender el

punto de apoyo de la parte exterior del contrafuerte, pero no el de la parte interior, y estando ambas partes muy netamente separadas por el paso del triforio entre la pilastra y el contrafuerte, todo el conjunto gira hacia el exterior (ver imagen 430), arrastrando en parte a los muros cercanos –que por sí mismos no tienen motivo para girar–. Al transitar por el triforio se aprecia la inclinación de todo el muro, incluido este mismo paso.

La reacción histórica a esta deformación, consistente en la construcción de arcos codales en todos los tramos de la nave principal, así como las consecuencias para el resto de la estructura, se explica y analiza más adelante en este mismo capítulo.

En conclusión, este periodo es el que ve aparecer los primeros movimientos de una estructura que empieza a no ser correctamente controlada en la dirección de sus empujes por los responsables de sus proyectos y construcción. De los dos problemas descritos sólo el segundo supondrá de hecho un riesgo grave para la Catedral, y ambos, como veremos, serán contrarrestados coherentemente con las reparaciones de fases posteriores.

Fases 5 y 6. Siglos XV y XVI

Descripción

Esta fase es la que viene a completar la construcción de la iglesia tal como hoy está. Se termina de cerrar las naves altas, tanto la mayor hacia el oeste como los dos brazos del transepto hacia norte y sur (ver imagen 431). Y sobre estos muros recién alzados y sobre los erigidos en la fase anterior se cubre el espacio con bóvedas de piedra.

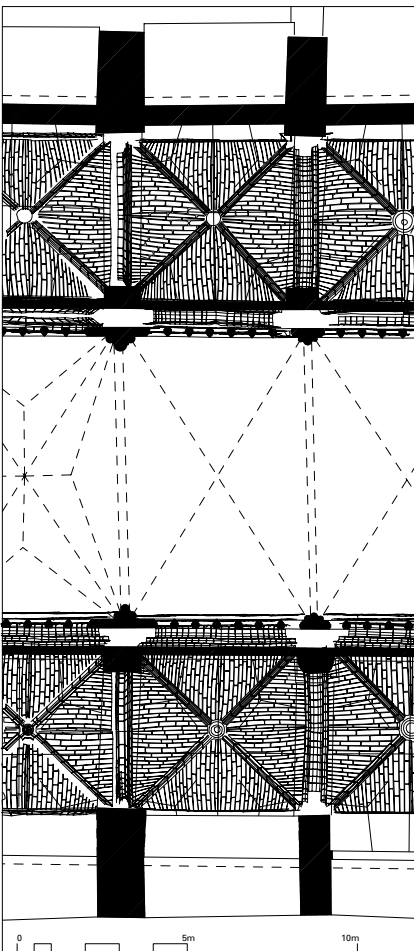
Básicamente se mantiene el sistema constructivo anterior propio del gótico: muros de dos hojas exteriores de sillares y rellenos interiores de argamasa y piedra sin

Imagen 431. Alzado este del transepto en que se aprecia la continuidad del recocado de los muros bajo la cubierta, sobre los cortes verticales entre las distintas fases constructivas anteriores: los dos tramos extremos de cada lado serán los correspondientes a las fases 5 y 6 de la obra

Imagen 432. Superposición de la planta de las bóvedas de los tramos segundo y tercero de las naves laterales con la del triforio. A diferencia de la fase anterior —imágenes 421 y 425—, en esta parte los contrafuertes apoyan prácticamente sobre el tas de charge o ménsulas sucesivas del arranque del arco perpiaño. De esta manera el empuje no produce la misma concentración de tensiones y consecuentes deformaciones del arco perpiaño



Paulino Onbe



tallar. Sin embargo, también se mantiene la coherencia con el resto de la construcción anterior, levantando los muros de la fachada norte de las naves y del brazo norte del transepto y la fachada este del brazo sur con mampostería en su cara exterior, mientras que se hacen con sillares los del lado sur de la nave central y el oeste del brazo sur del transepto.

En la ejecución de las bóvedas se usan dos materiales: cantería de caliza blanca en arcos y nervios y plementería de piedra toba también labrada. Este sistema aligera las bóvedas respecto a las bóvedas bajas construidas anteriormente con caliza. Para la construcción de estas bóvedas se desmontan las existentes bóvedas de madera.

Métodos constructivos

El rasgo más interesante de este momento constructivo atañe al mismo problema ya planteado en la fase anterior, el del apoyo de los contrafuertes de los muros altos de cierre sobre los muros del cuerpo inferior

de las naves laterales y sobre los arcos de sus bóvedas.

En este momento los constructores entienden mejor el mecanismo que se ha de formar en el apoyo del contrafuerte y tienen cuidado de no ensancharlo mucho más allá del espesor del muro de cierre inferior (ver imagen 432). Con todo, no es posible limitarse a ese espesor, pues es apenas un poco más ancho que el necesario para dejar el paso del triforio y sus dos cierres, interior y exterior. Como además parece que tampoco en estas partes de la iglesia se han previsto los vuelos sucesivos en ménsula para permitir el apoyo de esos contrafuertes, se seguirá produciendo una sobrecarga puntual en el trasdós del arco perpiaño, con las consiguientes deformaciones de éste.

El otro punto significativo es el de la manera en que se ejecutan los faldones de cubierta. De la noticia histórica de la sustitución de éstos mediado el siglo XVII se deduce que fueron construidos rellenando los senos de las bóvedas hasta alcanzar cota suficiente para dar pendiente sin más

Imagen 433. Alzado sur de la nave central. Se han superpuesto las trazas de los arcos formeros de arranque de las bóvedas interiores y se ha marcado la línea de retranqueo del muro que marca el arranque del receruido efectuado en la reconstrucción de las cubiertas y el probable final del muro existente en ese momento

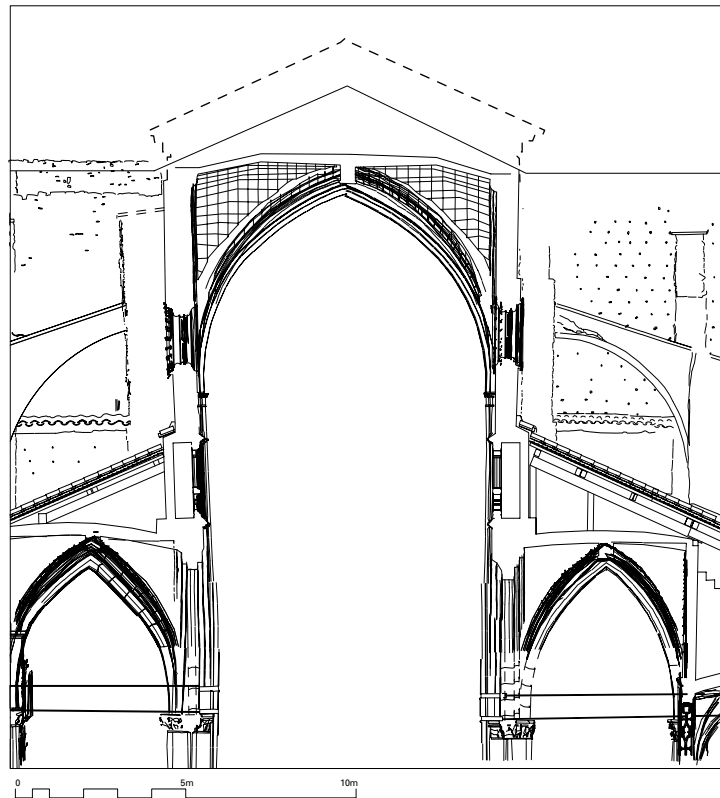
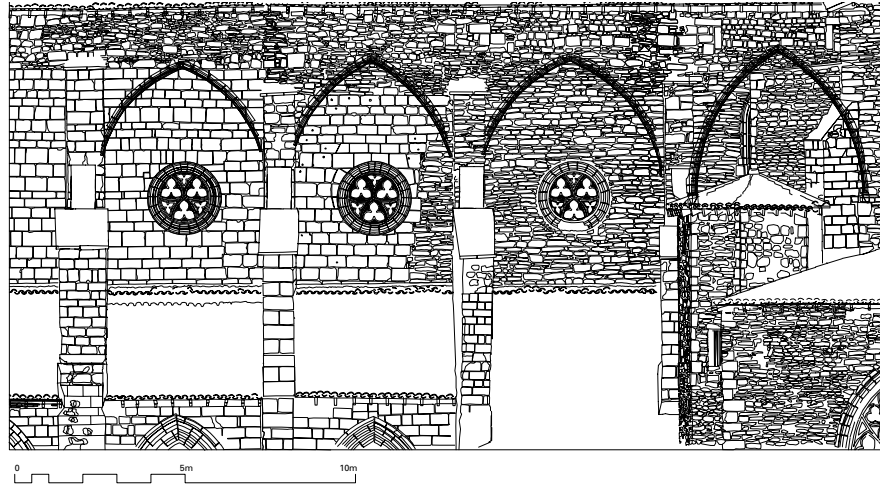


Imagen 434. Sección de la nave central con la hipótesis de las pendientes de las cubiertas formadas por rellenos sobre las bóvedas en relación con el actual perfil de las cubiertas y muros receruidos y con la altura de la clave de las bóvedas

que asentar las tejas encima. Y si bien no tenemos más datos de cómo fueron esos rellenos y que altura pudieron llegar a tener, podemos suponer que en su alero inferior arrancarían de la cota de remate de los muros medievales –la que queda marcada por el recrecido del siglo XVII que más adelante explicaremos–, que viene a ser la de la clave de los arcos formeros de las bóvedas, y rematarían en una cumbre sobre las claves de las bóvedas de cuya altura ya no tenemos absolutamente ningún dato. (Ver imagen 433)

Podemos suponer una pendiente de unos 15°, habitual en las cubiertas de teja cerámica, pero sin ninguna seguridad (ver imagen 434). De hecho, esta pendiente exige una altura de 1,4 m en la cumbre, lo que sin duda es demasiado para unos rellenos inconsistentes. Como no conocemos paralelos de esta manera de construir –sólo para la ejecución de cubiertas casi llanas como en las Catedrales de Sevilla o Plasencia–, hemos de creer que, a pesar de la noticia de su desmontaje, se debió tratar más bien de una combinación de sistemas: rellenos que alcanzarían la cota de los muros exteriores –clave de los formeros–, colmatando los senos de las bóvedas, y algún armazón sencillo de madera que sujetara el resto de las pendientes. En cualquier caso, el sistema constructivo sigue siendo muy ineficaz en cuanto que carga directamente el peso sobre las bóvedas y no sobre los muros como sí harán los cuchillos que se construirán posteriormente.

Incidencia en la estructura

El primero de los “defectos” constructivos ya ha sido explicado en todo su alcance en el apartado anterior. Así que sólo falta decir que en esta segunda intervención, al limitarse el tamaño, la excentricidad de la carga es mucho menor y su apoyo no dista tanto de la base de la columna interior, de

manera que el efecto de pérdida de curvatura del arco y de movimiento de la cabeza del pilar se atempera mucho hasta llegar a ser poco considerable en la evaluación de las deformaciones.

En efecto, se observa en el modelo fotogramétrico que los corrimientos de los pilares y, sobre todo, los giros de las partes altas de los muros, no tienen la magnitud que se puede medir en los de la etapa anterior.

Sin embargo, el problema de estos otros se acentuará por las otras dos obras de esta fase, la construcción de las bóvedas de piedra y su sobrecarga con las cubiertas de rellenos, que amplifica el problema de la carga excéntrica en el contrafuerte.

Las bóvedas y sus sobrecargas producirán un empuje lateral mucho mayor que el debido a las bóvedas y cubiertas de madera, empuje que producirá una resultante de cargas, en composición con los pesos del muro, claramente descentrada del apoyo en el pilar inferior.

Es interesante constatar cómo resulta más dañina la excentricidad de la carga que su magnitud. En estos segundos contrafuertes, el esfuerzo es mayor que en los primeros –puesto que aproximadamente los mismos pesos se reparten en menor superficie de contrafuerte–, mientras es menor la excentricidad. El problema no es tanto esta excentricidad como su apoyo en partes débiles de la estructura inferior –el riñón del arco, ya lo hemos dicho–.

Por otro lado, este menor canto del contrafuerte lo hace en sí mismo más inestable porque la resultante final se encuentra más cerca del borde exterior más cargado y por tanto el equilibrio se encuentra más cerca de un posible vuelco.

La combinación de todos estos “más” y “menos” de magnitudes de esfuerzos, excentricidades en la sección del contrafuerte y apoyos sobre pilares o arcos viene

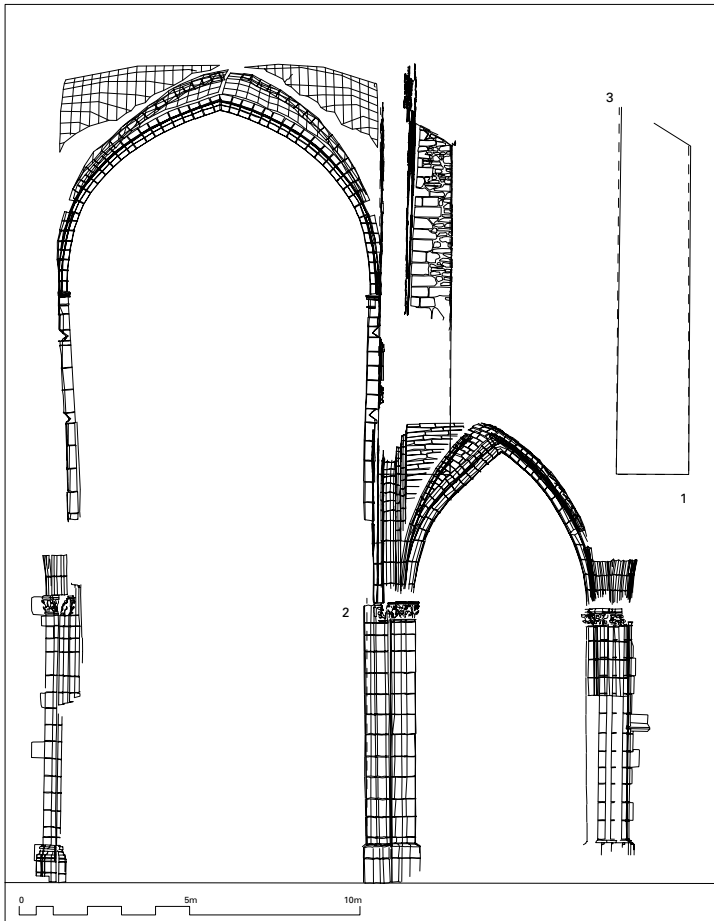


Imagen 435. Detalle del apoyo del contrafuerte oriental del transepto norte sobre el pilar de entrada al deambulatorio a través del arco perpiaño. Se aprecia la deformación sufrida por el arco como consecuencia de la sobrecarga de su trasdós por el contrafuerte en 1. El empuje del arco, acrecentado por la carga puntual, provoca en 2 un giro del pilar hacia el interior de la nave y en 3 un giro de signo contrario del muro de cierre superior y del contrafuerte

a dar como resultado final el ya dicho de una menor deformación de estas partes respecto a las de la fase anterior, movimiento de los arcos y pilares interiores que, con todo, provocará la misma reacción temerosa en los siguientes constructores, quienes, como veremos, comenzarán a reparar la Catedral una y otra vez hasta el siglo XIX.

Todo esto vale en cuanto se refiere al cuerpo de la nave mayor. Pero hay grandes diferencias con lo que sucederá en el transepto. En éste la casuística es mucho más variada y la vamos a ver punto por punto.

En primer lugar, los tramos inmediatos al crucero, ya cerrados en fase anterior pero sobrecargados con bóvedas y rellenos en este momento, tienen contrafuertes de gran sección que, en el lado oeste, apoyan en los muros de cierre de las naves laterales, donde encuentran suficiente apoyo y transmisión de esfuerzos laterales —en un primer momento, porque después todo cambiará al modificarse estos muros con la apertura de capillas funerarias, como veremos—. En el lado este, al contrario, el apoyo se produce sobre los pilares de embocadura del deambulatorio y a través de los arcos perpiaños —que separan a ésta de la capilla trapezoidal del transepto—, lo que viene a tener el mismo efecto de apertura del arco y giro del pilar ya visto, aunque con magnitudes menores (ver imagen 435).

Los siguientes tramos son los más inestables tanto de la construcción que se hace en este momento como de todo el edificio en toda su historia, al encontrarse apoyados en el lado oeste sólo en dos contrafuertes que llegan prácticamente hasta el suelo, con una esbeltez enorme y muy poca capacidad de transmitir empujes. Estos puntos serán los que todavía en el siglo XIX se encuentren sin resolver y hoy mismo supongan un grave problema. En el lado de levante, en cambio, el apoyo se produce sobre el muro que separa las capillas del transepto, que sí tiene consistencia suficiente y permite un buen apoyo para el contrafuerte, aunque su resistencia se ve algo debilitada por los dos arcosolios que se habían abierto durante las fases góticas.

Por último, los extremos del transepto también tienen diferencias en los lados este y oeste. Las esquinas occidentales se apoyarán en las dos torres ya existentes que albergan los husillos de acceso al triforio y al paso de ronda. En el lado norte esta torre se recrece hasta la altura de las propias cubiertas y no se llega a construir sobre ella



Imagen 437. Contrafuerte de la esquina suroeste del transepto, sobremontado en la torre de escaleras de la primera construcción amurallada. Se aprecia una gran fractura del contrafuerte y el muro, reparada en fecha reciente –hacia 1960–

ningún contrafuerte, siendo la propia estructura hueca octogonal la que hace el mismo efecto, con gran eficacia en esta parte por cierto, pues no se detectan giros ni grietas de importancia. En el lado sur la torre no crece más pero se apoya sobre ella un contrafuerte de esquina que viene a absorber los empujes del último arco ojivo del transepto (ver imagen 437). Es una estructura suficientemente capaz que sólo tras las últimas restauraciones muestra algún daño cuya importancia sería menor si no nos encontráramos junto al punto más oscuro de la estructura de la Catedral, el contrafuerte de la portada de Santa Ana.



Imagen 436. Contrafuerte de la esquina noreste del transepto. Se aprecia la grieta entre el muro y el contrafuerte debida al giro de éste acompañando a todo el cuerpo de la capilla nororiental en que apoya

En el lado de levante de este transepto los efectos son también distintos a norte y sur. En ambas esquinas, los contrafuertes descansan sobre los robustos muros de la primera muralla, lo que es un buen punto en el extremo sur pero no en el norte debido a la gran esbeltez que tiene este lado. El empuje del contrafuerte de esquina noreste viene a provocar un giro muy fuerte del muro norte de la capilla del transepto y una separación neta del hastial norte respecto al cierre oriental del transepto, patente en un sistema de fisuras que viene a cortar a éste en toda su altura a partir del arco de cierre de la capilla. (Ver imagen 436)



Imagen 438. Grieta producida en la pilastra de esquina entre el transepto y la nave norte por la apertura, en su muro de cierre, de la capilla de Santa Victoria

Todos estos movimientos debidos a causas tectónicas son analizados en el capítulo correspondiente dedicado a la mecánica de la estructura, pero son aquí mencionados en el momento histórico en que se producen porque es cuando son detectados y se trata de evitarlos. Así, todos los desplazamientos y consecuentes agrietamientos que sufre el transepto comienzan en esta fase de la obra —la del cierre de las bóvedas de piedra— y veremos cómo en adelante se tratará de luchar contra ellos, consiguiendo en ocasiones su detención, su ralentización o —en fecha reciente— su reactivación.

Fases 7 y 8. Primeras alarmas y lucha contra la ruina. Siglos XVII y XVIII

A partir de la construcción de las bóvedas de cantería sobre la nave mayor y el transepto, la Catedral comienza a padecer fuertes desplazamientos, algunos seguramente inmediatos a la construcción de esas bóvedas y otros diferidos en el tiempo, bien por

la evolución propia de las fábricas, bien por las sucesivas reformas inconsecuentes a que se verá sometida por la readaptación a nuevos usos y, sobre todo, por la inclusión de toda clase de capillas que vienen a cortar las líneas de empujes provocando reacomodos en los arcos.

En realidad, esta etapa de las obras no puede entenderse realmente como una fase de construcción sino como el inicio de un largo periodo en el que el único “proyecto” de edificio es el que trata de impedir su ruina frente a los que no paran de perjudicar su estabilidad con la introducción de sus particulares capillas, arcosolios, etc.

La secuencia en que se producen todas estas reformas y sus consecuentes reparaciones es confusa por cuanto los elementos añadidos tienen, en general, por una parte, unas relaciones estratigráficas muy pobres con pocos elementos contiguos de referencia y, por otra, unas características constructivas cuyos rasgos tecnotipológicos son difícilmente comparables con otras obras del edificio, y en las que, al tratarse de obras de reparación “estructural” no se deja mucha impronta decorativa. Si hemos podido datar la mayoría de las intervenciones “negativas” —capillas y arcosolios—, estudiaremos su efecto de acuerdo con su sucesión histórica.

La apertura de capillas y arcosolios

Ya en la fase anterior, mientras se iban terminando o reparando por primera vez las bóvedas altas, se comienza la construcción de las capillas funerarias con la de Santa Victoria, en el quinto tramo de la nave norte, la de San Bartolomé, en el cuarto tramo de la nave sur, la de la Concepción en el mismo tramo del norte, la de san José, en el segundo tramo del sur y la de los Reyes, en el quinto tramo del sur.

El efecto de todas ellas es parecido al producir una pérdida de rigidez lateral de los



Imagen 439. Fondo sur de la amortizada capilla de Los Reyes, en el quinto tramo de la nave sur. Se aprecia el cegado de los vanos, el arranque de la demolida bóveda de terceletes y, a la izquierda, el gran machón de refuerzo del contrafuerte junto a la portada de Santa Ana, que se encuentra tras este muro del fondo

muros de cierre de las naves. Sin embargo, son especialmente graves las aperturas de santa Victoria y la de los Reyes.

La primera (ver imagen 438) provocará que los empujes del contrafuerte alto del primer tramo del transepto norte se vean cortados en su transmisión al suelo y se redirijan hacia el lado contrario —el mecanismo se explica en el capítulo correspondiente— y provoquen el giro de la pilastra hacia el interior de la nave del transepto y su desgajamiento completo respecto al muro de cierre de la nave norte. Las grietas que este reajuste de la fábrica produjo se encontraron todavía en la restauración de la década de 1960, cuando fueron ocultadas con revocos de mortero que ahora hemos levantado para redescubrir el problema. El problema se había resuelto históricamente con la construcción del arco codal de este tramo del transepto, que contuvo la cabeza de la pilastra enfrentándolo y compensándolo con el movimiento contrario del pilar de la embocadura del deambulatorio.

La segunda capilla, la de Los Reyes, traerá peores consecuencias. En primer lugar provocará un efecto parecido al de la capilla anterior pero amplificado por tratarse de una capilla de un porte enorme y porque desmonta no sólo el muro de cierre de la nave sur sino también el muro oeste del transepto. Lo cierto es que este muro podía tener un espesor muy grande antes de construirse la capilla —toda vez que era parte del proyecto de Alfonso VIII—, pero se vio tan mermado en su capacidad que casi llegó a provocar la ruina de todo el transepto sur. La obra de la capilla degeneró en un pleito cuyo fallo obligó a su amortización y a la reparación de los daños. No está claro cuál fue la reparación efectuada pero sin duda comprendió también la construcción del correspondiente arco codal y el refuerzo del muro del transepto. Años después estos problemas seguían manifestándose,

por lo que se ven obligados, ya en el siglo XVII, a demoler la bóveda de la capilla de los Reyes para introducir un machón exterior entre el segundo y el tercer tramo, y a cegar todos sus huecos (ver imagen 439). A juzgar por la necesidad de ulteriores reparaciones durante el siglo XIX, parece que esos refuerzos no fueron suficientemente efectivos.

El resto de las capillas de las naves laterales que hemos enunciado no provocarán mayores problemas, aun cuando su efecto de debilitamiento de los muros de cierre tenga también su traducción en pequeños asientos de las fábricas y bóvedas que apoyan en ellos: las bóvedas de las naves laterales y arcadas entre las naves, en primera instancia, y los muros de cierre superiores y bóvedas altas, en segundo lugar. Es difícil explicar la concatenación de esos movimientos porque se imbrican unos con otros, pero hay que tenerlos en cuenta a la hora de entender que fueron exigiendo posteriores refuerzos.

Sin embargo, en las capillas del transepto ya anteriormente se habían abierto arcosolios cuyo efecto también había de ser pernicioso: el que peores consecuencias tuvo afectó al muro entre las capillas del transepto sur y provocó, como la capilla de Santa Victoria, una inversión de la dirección del empuje debido a las bóvedas altas en el momento en que éstas se contruyeron y fue necesario contar con la resistencia del muro a los esfuerzos horizontales. Estos esfuerzos —y también los de las bóvedas de las propias capillas— vieron cortada su transmisión al suelo por los arcos insertados, que los redirigieron hacia el centro de la nave del transepto. Nuevamente la solución puede haber consistido en la construcción del tercer arco codal del brazo sur, aunque sin las correctas dataciones de todos estos momentos es difícil evaluar la relación causal entre unos y otros, así como



Imagen 440. Vista hacia el sur de la nave del transepto con los arcos codales que aún permanecen intactos. Se puede observar que todos ellos tienen distinta técnica de ejecución y diferente trazado

saber el momento exacto en que empiezan a manifestarse las grietas provocadas por la inversión de la dirección de los esfuerzos, grietas hoy todavía existentes y que han provocado el desgajamiento de la pilastra respecto al muro macizo.

Refuerzos históricos

A pesar de la duda sobre la secuencia histórica, en todo caso sí podemos sostener que los arcos codales vienen sin duda a tratar de contener ese tipo de movimientos, fueran estos recientes o estuvieran ya estancados en el momento de poner los refuerzos, que entonces sólo responderían al miedo de los usuarios de la iglesia.

Durante esta fase de sucesivas reformas se hacen dos tipos de estructuras de refuerzo, ambas buscando solución para el mismo problema, que no es otro que el ya explicado del giro y desplome de los pilares y pilastras de las naves y el deambulatorio debido al apoyo de los contrafuertes sobre los riñones de los arcos perpiñanos y

Imagen 441. Vista aérea del sistema de arbotantes septentrional de la nave central. Se aprecia la distinta traza y ejecución de cada uno de ellos y de los botareles en que descargan salvando la nave norte. Al fondo, en el segundo tramo de la nave del transepto, se observa el contrafuerte bajo y ataludado construido por M. Saracibar hacia 1870. También se puede apreciar el pequeño retranqueo del muro recreado sobre los cierres de las naves altas al construir las cubiertas superiores con estructura de madera



el consecuente aumento de magnitud de su empuje lateral. Este giro del pilar inferior y de la base de apoyo del contrafuerte provoca un giro contrario de la parte alta del muro.

La primera estructura que describiremos –no tiene por qué ser la primera históricamente dispuesta– es el arco codal que atalaza las cabezas de los pilares de las naves y el transepto. Hasta la restauración de la década de 1960 existieron arcos de este tipo en todos los tramos del transepto y de la nave mayor, desde el crucero hasta el coro. En éste, el arco estaba, y está, más bajo, formando la bóveda rebajada que soporta el coro elevado. En el resto de los pilares, el arco se situaba a la altura de los capiteles, destruyéndolos en buena parte. Con su afán de perfeccionamiento del estilo gótico de la iglesia, el arquitecto J.M. Lorente desmontó los cuatro arcos de la nave mayor, aunque no se decidió a hacerlo con los del transepto porque estos “entorpecían menos” la visión del espacio

catedralicio (ver imagen 440). Más adelante veremos las consecuencias de esta restauración.

El efecto que estos arcos vienen a producir es el de compensar los empujes laterales de los arcos inferiores impidiendo el movimiento de las cabezas de los pilares. Son congruentes con el sistema de empujes de la iglesia aunque no sean muy “elegantes” formalmente hablando. Son una solución, como ya dijimos, convencional durante los siglos barrocos, cuando se tiene miedo de los movimientos de las estructuras góticas que ya no se entienden muy bien, a pesar de lo cual, al encontrarse todavía dentro del sistema constructivo de fábricas, arcos y bóvedas, son capaces de hacer unos refuerzos mínimamente coherentes con lo anterior. En cuanto a su efectividad, ésta es relativa, no porque se dispongan en mal lugar sino porque se disponen a deformación mayormente sobrevenida, es decir, cuando ya la estructura puede haber encontrado su equilibrio propio. Sin la secuencia

histórica detallada no podemos afirmar esto con rotundidad, pero la idea está abonada por la facilidad con que fueron eliminados por Lorente los arcos de la nave mayor sin que ésta colapsara.

El otro sistema de refuerzo empleado es también congruente con el sistema de arcos y bóvedas pero muestra cierto problema de indecisión en su utilización, lo que revela lo inusuales que eran ya los arbotantes en el momento en que se construyen los de la Catedral.

Para contrarrestar el otro giro hacia el exterior de los muros altos de las naves, se erigen arbotantes en todos los tramos de la nave mayor excepto en el hastial occidental (ver imagen 441). No se hacen en el transepto porque donde se manifiestan los movimientos es en su cierre del oeste, donde no hay una nave ni capillas con sus muros de cierre a los que conducir el empuje. En el lado este, al no detectarse graves movimientos, no se hace ningún refuerzo.

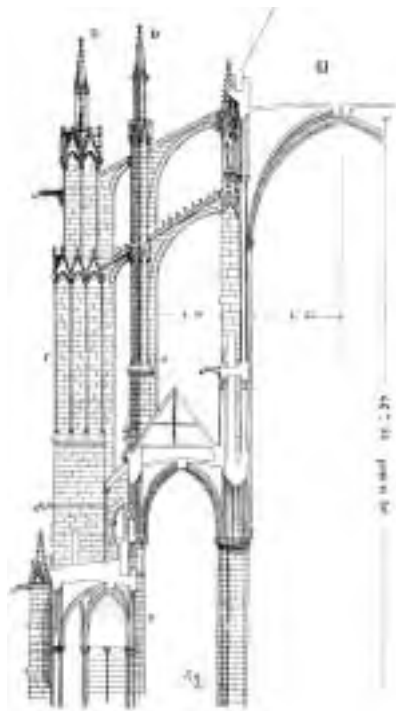


Imagen 442. Sección de la Catedral de Beauvais, tomada de Viollet le Duc, en la que se aprecia el doble orden de arbotantes. El inferior viene a descargar el empuje de los arcos perpiños y ojivos interiores en la zona del *tas de charge* evitando el deslizamiento lateral hacia el exterior de los sillares que forman esa parte de la construcción, bajo la jarja de los arcos. El superior viene a tener dos efectos: por un lado resistirá los esfuerzos laterales de la cubierta y del viento sobre ella, por otro vendrá a estabilizar lateralmente la esbeltísima "pantalla" formada por la sucesión de arcos formeros y tracerías del claristorio –que en Beauvais es prácticamente toda la superficie del muro por encima del triforio–. Viollet-Le-Duc, E. (1998)

Los arbotantes se hacen descansar recreciendo los botareles exteriores, que habían quedado mochos en la fase gótica plena al soslayarse su construcción con las bóvedas de madera. De modo que cada uno de ellos tiene un trazado y sección resistente distintos, debido por un lado a que sin duda se hacen en distintos momentos y no dentro de un plan global de refuerzo de la estructura, y por otro a que los mismos botareles en donde apoyan son de distintos momentos y tienen distintas secciones.

En cuanto al efecto de los arbotantes, se entiende que en el sistema gótico clásico vienen a contener el empuje de las bóvedas superiores limitando su transmisión a través de los contrafuertes adosados al muro –que por otro lado suelen tener un canto muy pequeño en relación al espesor de éste– y controlando así el efecto de deformación sinuosa del muro y los pilares inferiores. Cuando la nave es muy alta y las cubiertas muy peraltadas aparece un segundo sistema de arbotantes, más altos, que deben servir para contener los empujes debidos al viento y a la propia estructura de la cubierta, pues su punto de aplicación muy por encima de los salmeres de las bóvedas altas les impide colaborar sustancialmente a contener el empuje de éstas. (Ver imagen 442)

En la Catedral de Vitoria, el punto de aplicación del único nivel de arbotantes varía tanto como lo hace la técnica de ejecución, pero en promedio se encuentran a la altura de los salmeres, lo que hace que su efectividad sea correcta desde ese punto de vista. Sin embargo, son arcos muy poco pendientes y propensos por tanto a sufrir grandes asientos cuando por efecto del viento y de los saltos térmicos varían las condiciones de la compresión que transmiten. En efecto, su mayor curvatura respecto a un arbotante clásico hace que la línea de empujes varíe más dentro de su traza, lo que los hace menos rígidos que aquéllos. Además, el apoyo en el

lado de la bóveda, sobre el contrafuerte del muro de la nave mayor, es casi en horizontal, lo que también los hace poco rígidos y tolerantes a esos movimientos cíclicos.

Con estas consideraciones cabe llegar a una conclusión parecida a la de los arcos codales: que la efectividad de los arbotantes es relativa debido a su ejecución poco "canónica", pero que eso vendrá a significar más bien que en el momento en que se levantan la iglesia casi ha encontrado un punto de equilibrio propio.

Es decir, en ambos casos se puede aplicar el criterio de los "cinco minutos" que establece Heyman: si la estructura abovedada resiste los primeros cinco minutos desde su descimbrado y puesta en carga, aguantará "para siempre". El matiz que hay que hacer a este "para siempre" es el de que no se alteren "nunca" las condiciones de contorno de esa bóveda, lo que hemos visto sucede continuamente en la Catedral de Vitoria. Por este motivo tendemos a relacionar causalmente la construcción de los arcos codales y los arbotantes con los desequilibrios que producen las sucesivas intervenciones en el interior del edificio. Una vez construidas las bóvedas altas y más o menos estabilizadas en su posición de equilibrio –que admitimos pudo adoptar una forma muy torturada y que infundiera miedo a los habitantes de Vitoria–, sólo esos posteriores destrozos en forma de capillas y arcosolios vinieron a alterarlas y a motivar suficientemente la construcción de los refuerzos.

Esos refuerzos fueron por su parte eficaces cuando no eran innecesarios. Es decir, en el supuesto de que se debieran a miedos infundados porque el movimiento que querían controlar ya estaba detenido, habrían sido innecesarios pero no dañinos; y en el caso de que fueran necesarios por culpa de una de esas intervenciones, su eficacia fue suficiente a pesar de su no del todo correcta ejecución.



Imagen 443. Rincón suroeste de la Catedral, entre la nave central y el transepto sur –al fondo–. Se observa claramente la diferente técnica de ejecución del recrecido del muro del camaranchón de la cubierta, de mampostería sobre las fábricas inferiores, en general de sillería aunque a su vez formadas por distintas etapas. También se aprecia el sistema de contrafuertes, todos ellos distintos entre sí, y el resto del machón que reforzaba y ocultaba la portada de Santa Ana

El recrecido de los muros de las naves altas

La última afirmación anterior se basa en el dato fundamental que nos trae la secuencia de construcción de la última reforma movida por daños en la estructura que vamos a comentar.

No se trata de la última de ellas acaecida en la secuencia histórica, ya que su datación –que en este caso sí sabemos que es de mediados del siglo XVII– no es la más moderna de las que podemos suponer para los distintos refuerzos. Pero sí es la que nos da un punto final para el resto de las intervenciones en los muros de las naves altas,

pues la secuencia estratigráfica concluye que esta obra de recrecido de los muros de toda la iglesia es posterior a todas esas obras de ampliación y reparación, aun cuando en ella misma se encuentren más tarde pequeñas alteraciones y otro recrecido posterior. (Ver imagen 443)

Sabemos cuándo se produce el recrecido porque viene a corresponder con la sustitución del sistema de rellenos para soporte de la cubierta por el actual de cuchillos de madera apoyados en las cabezas de los muros de cierre. Como dijimos, estos muros terminaban a la altura de los arcos formeros del interior, altura

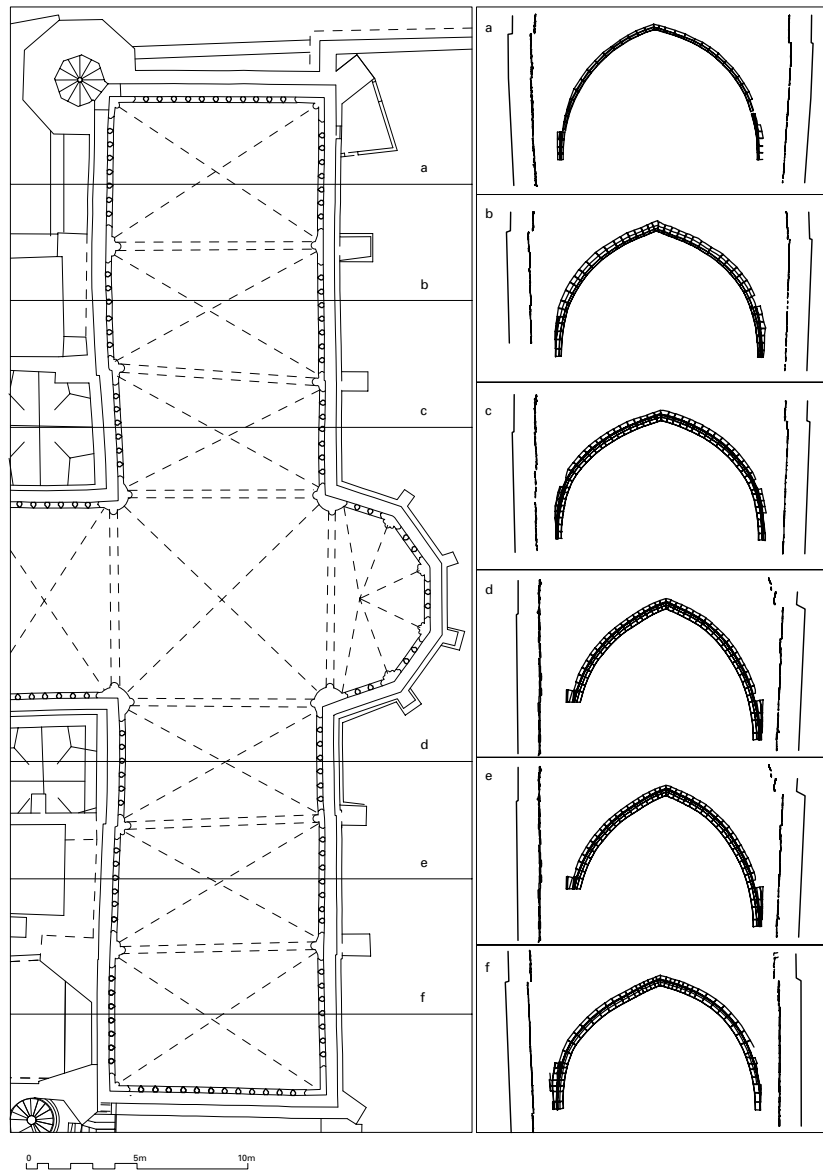


Imagen 444. Serie de secciones por los muros altos –por encima del triforio– en los distintos tramos del transepto. Se aprecia cómo en todos ellos los muros de cierre de las naves habían sufrido grandes desplomes antes de que se acometiera el recrecido de las cubiertas. El muro de cierre del camaranchón se construye aplomado en el siglo XVII y así lo muestra todavía la fotogrametría

insuficiente para apoyar unos cuchillos con tirantes debido a la mayor cota que tienen las claves centrales de las bóvedas. El peralte de éstas provoca esa diferencia de alturas y obliga a recrecer los apoyos de los cuchillos para poder salvarlas. La noticia histórica habla de la eliminación de los rellenos y la construcción de unas estructuras de madera para soporte de la cubierta. No podemos estar seguros de que la cubierta que nos ha llegado no haya sido alterada en su configuración, porque se encuentra ligada a otro recrecido más reciente a base de muros de entramado de madera y fábrica de ladrillo, pero sí lo estamos de que el recrecido mayor corresponde a la primera estructura de madera y por tanto al siglo XVII.

Los puntos importantes de este “sellado” de la secuencia de intervenciones en los muros altos son dos: el primero viene a decir que después de ese momento no se producen ruinas ni reparaciones de envergadura de estos muros, es decir que se encuentran básicamente estabilizados y tampoco amenazan ruina; el segundo punto se tiene que apoyar también en la lectura de los datos de deformación aportados por la fotogrametría, lo que explicamos con cuidado.

En las distintas secciones transversales de las naves altas de la iglesia, tanto en la de transepto como en la mayor, se aprecia la enorme inclinación que han adoptado los muros a partir de la altura del triforio y cuyo origen ya hemos explicado sobradamente (ver imagen 444). Esta deformación es muy apreciable en el interior de la iglesia, tanto desde el suelo como, sobre todo, desde el triforio. Infunde miedo y mueve a hacer todo tipo de consolidaciones de la estructura.

En la visión desde el exterior, más difícil porque no se puede subir al nivel del triforio y ver la alineación de los muros

completa ni su contraste a un lado y otro de la nave, las deformaciones no parecen tan graves. Así que prima la lectura interior sobre la otra en todos los que ven la Catedral.

Sin embargo, en las mismas secciones se puede apreciar lo que ni desde el interior ni desde fuera de la Catedral se puede ver: es decir, que a partir del nivel de inicio de los recrecidos del siglo XVII, las inclinaciones de los muros son prácticamente inexistentes. Sólo el dibujo minucioso y en tres dimensiones que hemos hecho de toda esa mampostería permite revisar tramo a tramo de la iglesia –sección a sección– la situación de “aplomo” del muro recrecido. Y la conclusión es que cuando se construye este muro se hace, lógicamente, aplomado, vertical, y que así sigue ahora, tras trescientos cincuenta años. Sólo en el transepto sur sobre la portada de santa Ana y en la esquina noreste del transepto norte se puede apreciar que ha habido un pequeño desplome posterior, aunque en los dos casos se puede comparar con el tremendo giro sufrido por el muro gótico, en el curso de doscientos años, para concluir finalmente que es un movimiento poco importante.

Lo que esto significa en definitiva es que si esos movimientos que padeció la construcción gótica y tardogótica –siglos XIII al XV– fueron muy serios, de alguna manera cuando se cambian las cubiertas en el siglo XVII ya han sido detenidos o lo son a partir de ese momento. Como con los arbotantes y arcos codales, podemos decir que la sustitución de las cubiertas es o muy eficaz o innecesaria pero no dañina, pues el hecho es que después de ella no se mueve más la Catedral; otra vez no podemos afirmar que se estuviera moviendo todavía cuando se hace esa obra, aunque la noticia histórica que habla de un abandono de la iglesia por parte de

la corporación municipal temerosa de la ruina nos diga que sí era todavía inestable; pero sí podemos estar seguros –porque la restitución fotogramétrica nos lo dice con toda claridad– de que se estabiliza desde entonces.

El corolario de toda esta etapa es que la Catedral parte de una situación de estabilidad relativa dentro de una deformidad muy patente debido a la construcción de las bóvedas de cantería y al insuficiente apoyo de los contrafuertes laterales de las naves, y pasa por una sucesión de intervenciones que menguan su capacidad resistente y otra que las aumenta hasta estabilizar el conjunto de la estructura durante los siglos XVII y XVIII. En los siglos posteriores sucederán nuevos movimientos, pero ninguno provocará graves daños ni amenazará la estabilidad de la iglesia, como vamos a ver en los dos últimos apartados de lectura de la secuencia histórica.

Fase 9. Últimas reparaciones históricas. Siglo XIX

Tras la sucesión de pequeñas reformas y reparaciones de los dos siglos anteriores, la Catedral llega hasta mediado el siglo XIX relativamente estabilizada. Y si bien algunas de las reparaciones vistas en el apartado anterior se pueden atribuir a este último siglo, las consideraremos como “ya pasadas” porque forman parte de la misma lucha contra la ruina emprendida más atrás, lucha de la que son el último episodio de un tipo de operaciones todavía coherentes con el sistema estructural de arcos y empujes.

El indicador ya visto del cierre superior de las naves nos dice que tras esa “lucha” llegó una relativa estabilidad. Pero el hecho de que todavía reaparezcan los temores a derrumbes, manifiestos en nuevas y contundentes reparaciones, introduce esa “relatividad”.

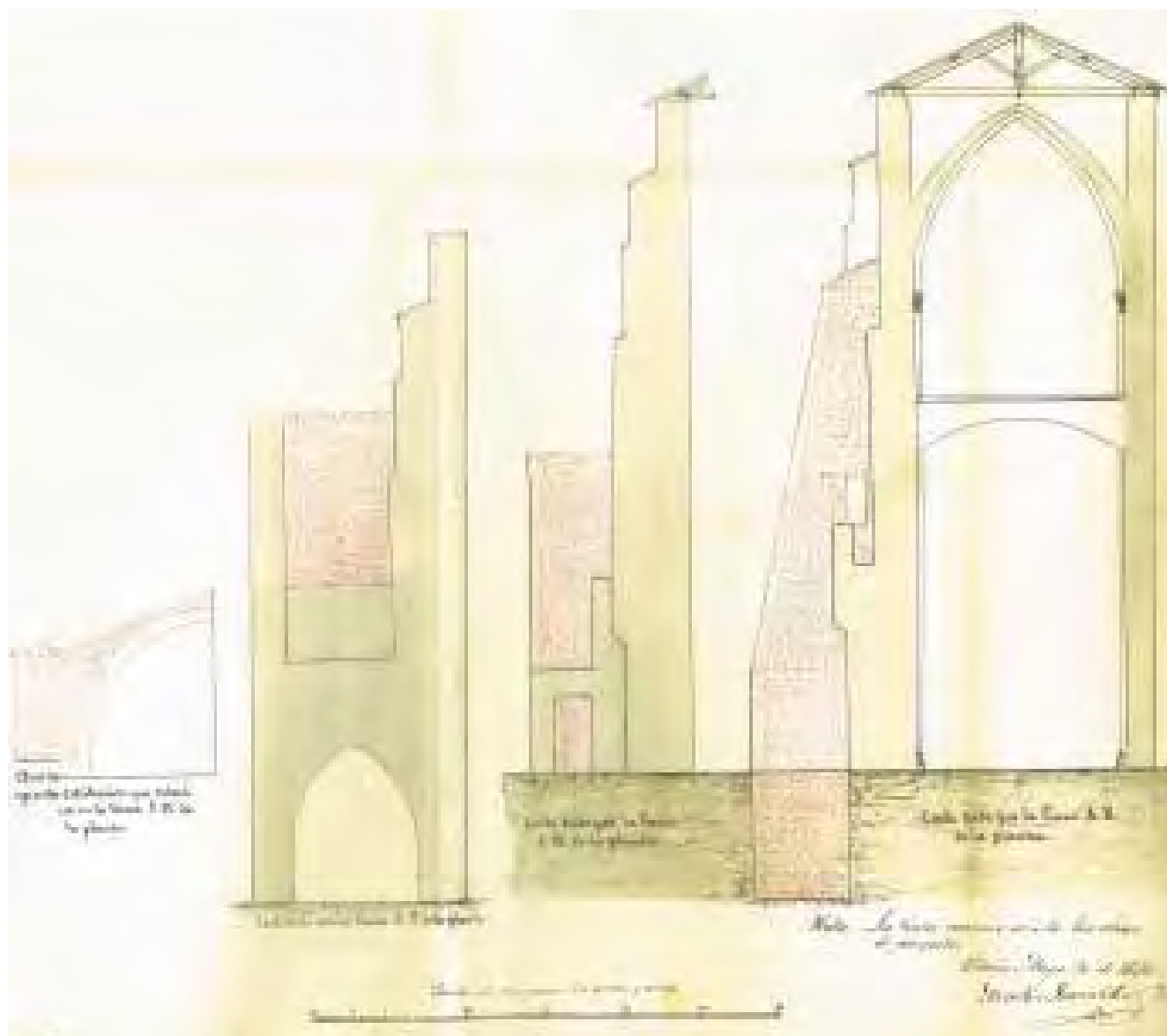


Imagen 445. Plano original de Martín Saracibar, mayo de 1870, con el detalle de ejecución del machón occidental del brazo norte del transepto.

Ref. Archivo Diocesano de Vitoria. Caja 62^a. Obras, obras y planos, legajo de varios, siglos XIX y XX. Expediente de obra, año 1870

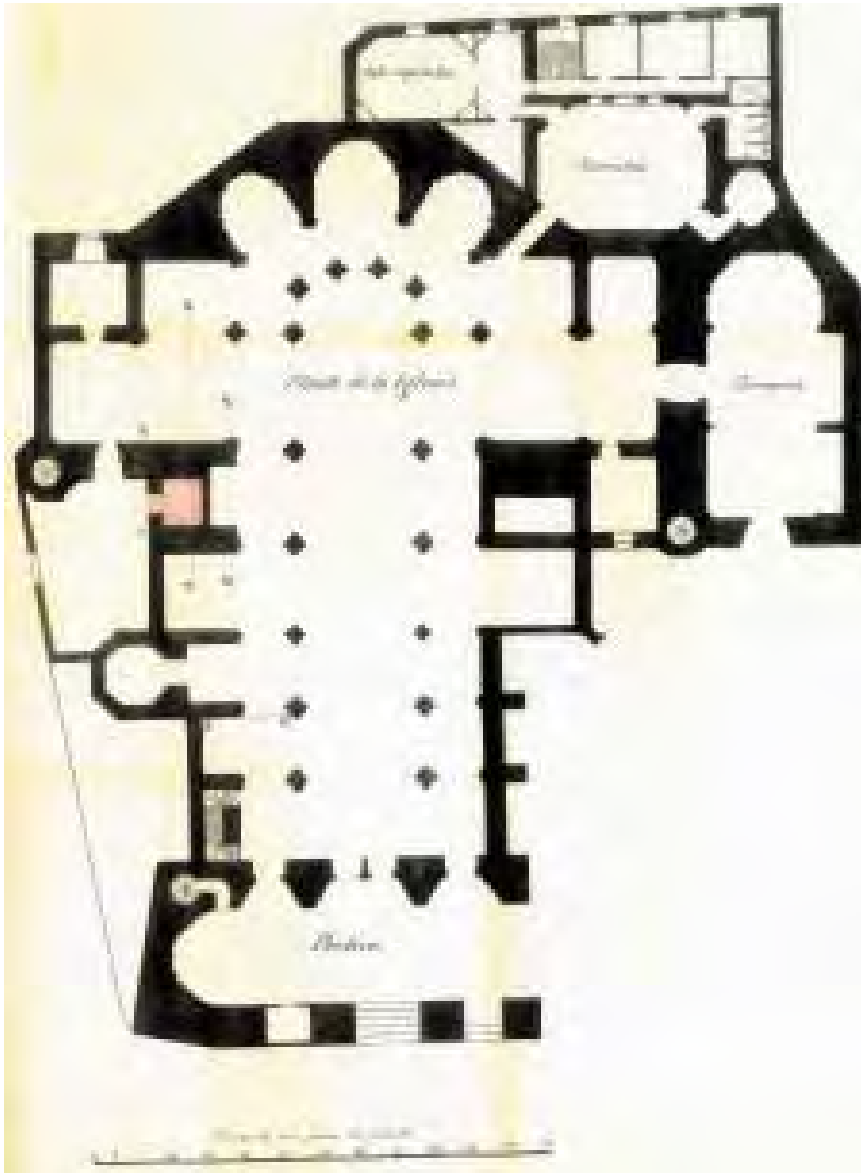


Imagen 446. Detalle del plano original de Martín Saracíbar que con el de la anterior figura forma su proyecto de consolidación de 1870. En él se aprecia que ya se ha hecho previamente el refuerzo del contrafuerte junto a la portada suroccidental del transepto –portada de Santa Ana– que se encuentra oculta en una capilla sin acceso exterior

Tales reparaciones consistirán en la construcción de sendos machones en el frente occidental de ambos brazos del transepto, erigidos entre 1860 y 1870 por el arquitecto Martín Saracíbar. Los dos machones son muy distintos en técnica constructiva, ubicación y significado estructural, por lo que los analizaremos por separado tanto en su motivación como en su construcción y consecuencias estructurales.

Contrafuerte del brazo norte

Es el más antiguo de los dos y del que tenemos incluso un plano de proyecto (ver imagen 445). Consiste en una ancha estructura de planta rectangular y perfil ataludado que se adosa al segundo tramo de la nave norte, aunque sin llenar todo el espacio entre los contrafuertes propios del muro. Construido con mampostería ordinaria reforzada con encadenados de sillería en sus dos esquinas y rematado con una albardilla inclinada y escalonada. (Ver imagen 441)

El motivo que podemos suponer para su construcción ya se ha mencionado de pasada más arriba: la imposibilidad de construir en estas zonas arbotantes y botareles eficaces que vinieran a contener los empujes de las bóvedas correspondientes a la altura adecuada. Parece que los muros de la nave debían encontrarse fuertemente desplomados. Así aparecen hoy, aunque aquí sí se muestra el indicador del recrecido del muro como testigo de que se encontraban estabilizados desde el siglo XVII.

En algún momento debieron manifestarse nuevos movimientos con sus agrietamientos consecuentes, que indujeron a la construcción del machón. Sin embargo, éste se levantó hasta una altura sólo un poco mayor que la del paso del triforio, formando sobre éste un “talón” que vendría a sujetar al muro superior para impedir su vuelco (ver imagen 445). Es decir, el



Imagen 447. Plaza de Santa María y rincón sureste de la Catedral hacia 1960. Se aprecia el tamaño original del machón del brazo sur del transepto que ocultaba la portada de Santa Ana. Al amortizar la portada se encierra en una capilla o sacristía que sólo tiene acceso desde el interior de la Catedral por la propia portada. Esta habitación y parte del machón serán desmontados en la restauración de 1960-65

machón va dirigido a ayudar al muro, no al contrafuerte anterior, lo que se ve tanto en el hecho de la poca altura como en el de su posición entre los contrafuertes, a los que no suplementa en ningún caso. Esa altura no llega, con mucho, a la necesaria para ayudar a sostener las bóvedas en su arranque, como habría sido "lógico" en caso de pretenderse este efecto.

Que se pretendiera reforzar el muro no quiere decir que el efecto del machón sea sólo este, ya que la gran interrelación entre los contrafuertes con el empuje de las bóvedas y los muros entre ellas hace que una contención de éstos coadyuve a la de aquéllos. Pero sí quiere decir que si el efecto buscado fuera el de apejar a los primeros, su disposición debía haber sido otra, igual a la que ocupa el machón del lado sur.

En cuanto a la eficacia estructural de este refuerzo, cabe decir que se encuentra con dos problemas serios: por un lado, la ya dicha colocación muy baja y en el muro, por donde los empujes conducidos son pequeños; y por otro, su propia evolución posterior que exige dos asientos diferentes

en el tiempo, el del terreno de apoyo, en este caso no muy grande si, como parece, el machón llega a cimentar en la roca, y el de la propia fábrica de mampostería, cuya abundancia de juntas de mortero muy plástico la hace menguar con el paso del tiempo.

De manera que este machón podría llegar a ser un estorbo para la eficacia de la estructura si estos problemas de asientos afectasen a la fábrica, aunque no parece que esto suceda en gran medida porque su trabazón con la fábrica antigua parece muy pobre.

Por otro lado, la existencia del machón sí supone un cierto incremento de la rigidez de la estructura en esta parte, cambio que implicará una mayor deformación de la otra parte —la de la fachada este—, que a partir de este momento será relativamente menos rígida en la sección considerada —es decir, en comparación con la nueva rigidez adquirida por la semisección occidental reforzada—. Ello se manifestará ante posibles alteraciones posteriores de la fábrica y ante el efecto acumulado de las sucesivas pequeñas deformaciones por cambios higrotérmicos y por acción del viento.

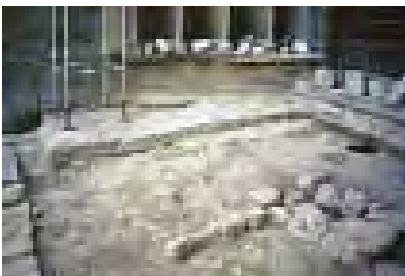


Imagen 448. Restos del cimiento del machón de la portada de Santa Ana desmontado en la restauración de 1960-65. Se ve el esquinazo y el arranque del flanco sur del contrafuerte que, efectivamente, ocultaría completamente la jamba norte de la portada

Imagen 449. Alzado del muro occidental del tercer tramo del transepto sur, medianero con la demolida capilla de Los Reyes. Se aprecia el anclaje de las llaves metálicas de atado entre el refuerzo trasero del muro y la cara oriental que se ve aquí. También se puede ver el anclaje de los tirantes de la nave lateral sur en sendos perfiles laminados empotrados en el muro junto al encastre de los arcos codales

Transepto sur

En este lado de la estructura, en cambio, el machón sí va claramente dirigido a ayudar al contrafuerte que se encuentra entre la capilla de Los Reyes –semidesmontada por el pleito de la ruina del Crucero– y la portada de Santa Ana, pues se adosa a él en toda su altura, hasta más arriba incluso de la zona de entrada de los empujes de las bóvedas. (Ver imagen 447)

Sin embargo, el arquitecto debía considerar que el equilibrio de los muros también era insuficiente en este brazo sur, pues, por un lado, prolongó este machón hacia el sur llegando a tapar la jamba izquierda –norte– de la portada (ver imagen 446) y, por otro, construyó otro muro de refuerzo en el interior de la capilla de Los Reyes, también levantado hasta la altura del triforio.

Con las últimas investigaciones arqueológicas hechas en esta parte hemos descubierto que las dos obras se hicieron de distinto modo: el machón del contrafuerte de Santa Ana se levantó cimentándolo en los restos del proyecto de Alfonso VIII que todavía se encontraban bajo esta portada



(ver imagen 448). Recordemos que la inclusión de ésta durante el XIV se hace precisamente desmontando en parte ese muro que era aquí el cierre occidental del transepto construido según aquel primer proyecto.

Mientras tanto, el muro que refuerza al del transepto en el tramo de la capilla de los Reyes, muro este último que se encontraba muy perjudicado y no suficientemente arreglado tras el pleito del Crucero, se encuentra muy mal cimentado, asentando sobre una bolsada de tierras de relleno que cubre a los restos del cimiento de la muralla. Con lo que en este caso sí está claro que se producirán asientos del refuerzo que serán perjudiciales para el muro al que pretenden ayudar. Y lo serán porque en este caso sí tenemos constancia de que se ocuparon de organizar una correcta ligazón constructiva entre ambos mediante el uso de zunchos (ver imagen 449) de hierro cuyas claves de anclaje se ven en el paño interior –hacia el transepto– del muro, y cuyos alzados laterales se pueden ver en una de las fotos de la última obra de reparación de la capilla hecha por M. Lorente. (Ver imagen 450)

Por último, hay que decir que tanto el machón como el refuerzo del muro habrán sufrido posteriores asientos en su propia altura debidos al problema ya mencionado de la gran masa de mortero muy compresible, aunque es muy difícil evaluar la magnitud de tales asientos.

Otras reparaciones

En esta misma época, durante el siglo XIX, se acometen otras tres pequeñas intervenciones de refuerzo que tratan de ayudar en el muro oeste del transepto septentrional, y que consisten en el apeo de los contrafuertes más cercanos al crucero y del siguiente hacia el norte mediante tres muretes de mampostería que descansan

en los muros de cierre de las naves laterales y de las capillas del lado norte.

Estos muretes son de muy pequeña entidad constructiva y carecen de trabazón con los contrafuertes a los que apean, por lo que su eficacia estructural es casi nula. Como otros refuerzos efectuados en la Catedral, se trata de obras efecto del miedo a la ruina que en realidad no hacen prácticamente nada por evitarla. Si el edificio no se mueve más es porque no lo necesita, no porque estos refuerzos lo impidan. Otra cosa habría sido la construcción de arbotantes en estos puntos, incluso si no tienen una traza muy correcta como los efectuados en la nave mayor, pues al menos acodalarían realmente a los contrafuertes, supondrían un verdadero “puntal” para la fábrica como lo son los arbotantes del gótico para sus muros superiores.

Fases 10 y 11. Las restauraciones del siglo XX

Tras un periodo de casi cien años en que la Catedral de Vitoria parece no ser objeto de mayores transformaciones, en la década de 1960 se acomete una gran obra de restauración que, so capa de una “restitución” del edificio a su supuesta pureza gótica original, incide en una serie de puntos con gran repercusión en la estabilidad de la estructura.

Previamente a esta gran obra se hacen, durante la década de 1940, algunas restauraciones en las bóvedas del crucero y transepto. De estas obras sabemos con seguridad que en el año 1943 se reconstruye la bóveda del primer tramo del transepto norte.

De la obra dirigida por el arquitecto José Manuel Lorente Junquera, a la sazón responsable dentro de la Dirección de Bellas Artes de la zona centro-norte de la península –Aragón, La Rioja y el País Vasco–, sí tenemos bastante documentación como



Imagen 450. Alzado lateral del muro medianero entre la capilla de los Reyes –en la foto– y el transepto meridional. Se aprecian los zunchos de hierro que ligan el refuerzo del muro –parte derecha del mismo– con el muro antiguo –parte izquierda– y cómo el refuerzo y el machón que se ve al fondo ocupan casi la mitad de la superficie útil de la capilla. Archivo Municipal de Vitoria. Autor: anónimo. Ref. P-307



Imagen 451. Foto histórica del momento de la obra de restauración de los años 1960-65 en que se comienza el apeo de los arcos codales de la nave central para su posterior desmontaje
DFA. Archivo del Territorio Histórico de Álava. Fondo Schommer Koch 28968. Año 1961



Imagen 452. Vista de la nave norte desde el transepto. Se puede ver la sucesión de los tirantes de los arcos perpiaños, cuatro por cada arco, dispuestos durante la restauración de 1960-65 para sustituir el efecto centrador de las cargas en los pilares de la nave que era producido por los arcos codales desmontados entonces



Imagen 453. Exterior de la capilla de San Bartolomé y de la nave sur. Se pueden ver las placas de anclaje de los tirantes dispuestos en los arcos perpiaños del interior de esta nave

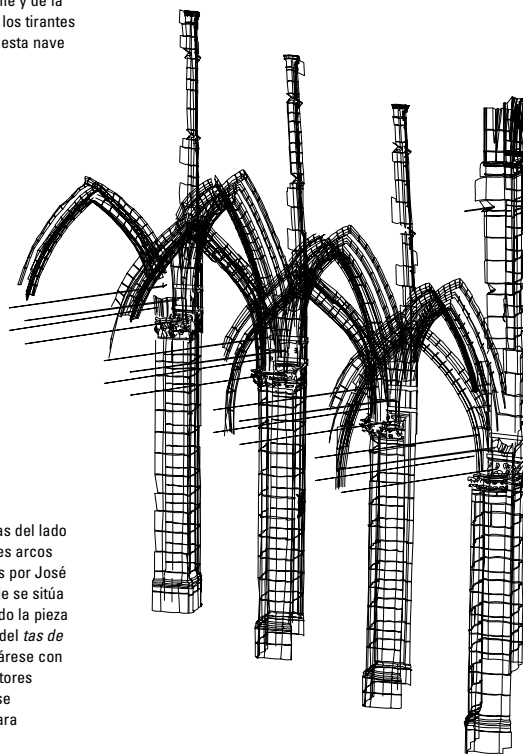


Imagen 454. Dibujo de los cuatro pilares y pilastras del lado norte de la nave central, con sus correspondientes arcos perpiaños y la situación de los tirantes dispuestos por José Manuel Lorente en 1965. Se aprecia que el anclaje se sitúa en los primeros sillares sobre los capiteles, cuando la pieza que podría deslizar es el tercer sillar, el más alto del *tas de charge* inmediatamente debajo del salmer. Compárese con la imagen 442, en la que se ve cómo los constructores góticos sí sabían bien dónde se podía producir ese deslizamiento y disponían el arbotante exterior para contrarrestarlo

para establecer su alcance, aunque en algunos extremos dudamos de éste. Vamos a describir las obras que tienen alguna consecuencia estructural, analizando el posible porqué de su ejecución, su contenido real y las repercusiones.

La eliminación de los arcos codales de la nave mayor

Con el ánimo de recuperar la "limpieza" del espacio gótico de la nave central de la Catedral, se decide desmontar los cuatro arcos codales que ataban las cabezas de los pilares a sus dos lados, manteniendo intactos los seis del transepto. (Ver imagen 451)

El motivo no es, pues, de índole estructural o constructiva, sino estrictamente formalista. Los arcos se apean provisionalmente con una cimbra sobre un andamio de madera y se desmonta cuidadosamente reparando tanto la zona de encastre del arco sobre los capiteles de los pilares como el frente apilastrado de estos mismos. En las fotos históricas previas a la eliminación de los arcos se ve que algunos de ellos están apeados con una pilastrilla o baquetón adosado al frente del pilar gótico. Al eliminar el arco se retiran también estos apeos y se restituye la forma original de los fustes y las basas, que también se encontraban deterioradas.

El resultado es una pérdida clara de consistencia estructural al dejar otra vez libres los posibles movimientos de los pilares y las consecuentes aperturas de los perpiaños laterales. Sin embargo, y siguiendo la línea de argumentación presentada al hablar de la construcción de los arcos, esta pérdida es más teórica que real. Como se puede ver en el capítulo que explica la evolución mecánica de la estructura, la construcción del arco se hace con la deformación del pilar ya sobrevenida y estabilizada, por lo que su eliminación no parece que pueda provocar una reanudación de los movimientos.

Con todo, desde ese punto de vista teórico más general, la obra supone una merma de la capacidad resistente de la Catedral, por ejemplo ante un posible sismo o un corrimiento inesperado de los cimientos de los pilares debido a intervenciones que se pudieran hacer en ellos.

Los tirantes de las naves laterales

Previamente a la eliminación de los arcos, el arquitecto decidió contener las posibles aperturas de las naves laterales mediante la instalación de un sistema de cuatro tirantes metálicos por cada arco en los cuatro tramos alterados. (Ver imagen 452)

Esos tirantes se anclan mediante dos llantas en el arranque de los arcos y pilastras sobre el capitel de los pilares y, en el otro extremo, de manera variada en función de la estructura existente.

En el primer tramo desde el crucero el anclaje se hace hasta la pilastra de la esquina entre el transepto y la nave lateral, encastrando tras ella unos perfiles laminados en U en los que se anclan los tirantes con simple tornillería (ver imagen 450). Como quiera que estas pilastras, a los dos lados de la iglesia, se encuentran ya muy deterioradas en su consistencia y, sobre todo, en su ligazón constructiva con los muros que se juntan en ella, sucede que este anclaje carece totalmente de la resistencia mínima para ser eficaz. El problema, en este caso, no se encuentra en el dimensionado de los tirantes y aparatos de anclaje, sino en que el supuesto punto fijo es en realidad más débil que la propia columna que se trata de sujetar.

En el siguiente tramo se encuentran las dos capillas: San Bartolomé y Concepción, que presentan bóvedas de mayor altura y dimensiones, por lo que los tirantes han de pasar sobre ellas hasta anclarse en los muros exteriores mediante escudos de acero que unen sus extremos dos a dos en

altura. Es, probablemente, el anclaje que se puede entender como más eficaz de todos al trabar entre los dos pares de tirantes unos muros –los de cierre de las capillas– que sí tienen rigidez lateral suficiente (ver imagen 453). Sin embargo, lo cierto es que al no atravesar estos muros uniéndolos los dos pares de tirantes, el resultado no acaba de ser bueno, pues se confía la transmisión del posible “tirón” del arco a la trabazón de esquina entre el muro de anclaje –paralelo a la nave– y el muro transversal de la capilla.

Por último, los dos tramos anteriores al coro tienen los anclajes del lado norte también más allá del canto de los botareles de este lado, mientras que los del lado sur no pasan más allá del muro de cierre de la nave lateral. Es decir, en el norte nos encontramos con una situación parecida a la de las grandes capillas: elemento de fábrica suficientemente rígido pero con deficiente unión con los tirantes. En el lado sur ni siquiera podemos decir que el miembro en que se fijan las placas de anclaje sea suficientemente fuerte, pues se trata del muro de cierre.

Pero es que, además, el propio anclaje en el lado de la nave mayor, sobre las pilastras, se hace a un nivel demasiado bajo respecto al arranque del arco (ver imagen 454). Parece olvidar que los arcos góticos no arrancan, para su comportamiento estructural, en donde lo hacen formalmente, sino sobre los salmeres. Es esta pieza, de ser alguna en concreto, la que transmite el empuje del arco al muro vertical y por tanto la que debería ser atirantada. De otro modo se podrá producir el deslizamiento de ella –del salmer– sobre los sillares inferiores cuyas juntas de hilada son todas horizontales. Tal cosa no se produce, obviamente, porque esas hiladas se encuentran sobrecargadas por la masa de las pilastras, arcos diafragma –los que separan las naves– y



Imagen 455. Foto histórica de la Catedral desde el este. Se ve el alzado exterior de la nave del transepto en el que todavía no están abiertos los ventanales de los dos primeros tramos de cada extremo. En este momento sólo aparecen los ventanales del presbiterio y los de los tramos del transepto inmediatos a éste, únicos vanos originales de la iglesia junto a los dos del quinto tramo de la nave central. DFA. Archivo del Territorio Histórico de Álava. Fondo: López de Guereñu. Nº 4098



Imagen 456. Alzado este del brazo sur del transepto con los dos nuevos vanos abiertos en la restauración de 1960-65 (izquierda y centro). Se aprecia la ejecución de estos vanos con morteros tallados y decorados con juntas falsas imitando a la sillería del tramo derecho, original

muros superiores, impidiendo cualquier corrimiento. Pero también porque, en definitiva, no hay desplazamientos que contener. El control de las tensiones en los tirantes que tenemos efectuado desde hace seis años nos permite saber –como se explica en el capítulo de monitorización– que los tirantes se alargan y acortan erráticamente, más en sintonía con los movimientos de la fábrica debidos a los saltos térmicos que con un supuesto movimiento de apertura de las naves laterales.

Como corolario de este punto, cabría decir lo mismo que para la eliminación de los arcos codales: éstos no eran necesarios pero beneficiaban a la estructura; los tirantes por su parte tampoco lo son y también suponen algún beneficio para los posibles casos de desplazamientos repentinos de los pilares. Llegado este caso, sus condiciones de situación, dimensionado y anclaje quizá los harán muy poco eficaces, pero de algo podrían servir.

La apertura de vanos

Prácticamente en toda la Catedral se abrieron ventanales, de mayor o menor tamaño, durante esta restauración. En la nave del transepto se hicieron los de más repercusión: un gran óculo circular en el hastial norte y cuatro grandes ventanales apuntados en el muro oriental de los tramos extremos y sus inmediatos (ver imágenes 455 y 456). En la nave mayor se hicieron cuatro pequeños óculos circulares, a imitación de otros dos previamente existentes, cuya repercusión estructural no tiene mayor importancia. Como para los casos anteriores, suponen una merma de la capacidad resistente, pero en este caso ni siquiera en puntos comprometidos del equilibrio de la fábrica.

El resultado de esta obra es una muy importante mengua de la capacidad portante de los muros de cierre del transepto.

Como se explica en la investigación histórica, los constructores del siglo XVI, conscientes de que no contaban con el apeo mediante arbotantes de las bóvedas que iban a levantar, hicieron todos estos muros ciegos para dar mayor trabazón a los contrafuertes, uniéndolos entre sí para mejorar su capacidad de resistir los empujes. Si bien es cierto que la resistencia lateral de esos muros no es grande, el efecto que sí hacen es el de cierta trabazón longitudinal del muro.

Es también cierto que la teoría dice que las fábricas no tienen la resistencia a tracción que necesitarían para resistir las elongaciones que supone una diferencia de giros de los distintos contrafuertes, pero la verdad es que algo sí hacen cuando esos empujes comienzan a tener componentes de la dirección del muro, lo que podrá suceder cuando los arcos inferiores se abran o cierren alternativamente en esa dirección. En el capítulo dedicado a la mecánica de la estructura se explicará esto sobre la sección concreta del muro de cierre del transepto.

Es esta poca capacidad resistente la que queda eliminada cuando se abren todas esas ventanas. A partir de ese momento hemos visto cómo se reactivan movimientos de giro del contrafuerte extremo de la esquina noreste, con una rotura completa del muro del triforio hasta la altura de la ventana recién abierta (ver imagen 457). Cierto es que este movimiento ya se había manifestado históricamente y que no sabemos a ciencia cierta si estaría totalmente detenido cuando Lorente restaura, pero sí podemos ver que desde entonces se ha movido, y lo vemos precisamente por el testigo “cero” que él mismo nos deja con su “lavado de cara” de todo el edificio, testigo que consiste en el estucado del intradós de las bóvedas superiores de la iglesia y que en esta parte se encuentra agrietado nuevamente.



Imagen 457. Interior de la esquina noreste del transepto y de la última capilla del mismo. Se ve el sistema de grietas –el mismo mostrado en la imagen 438 desde el exterior– formado por el giro del muro hastial norte y el contrafuerte y la pilastra de esquina, que se separan completamente del muro de cierre oriental del transepto –a la derecha en la foto–. Este sistema de grietas ya se había manifestado históricamente y reparado en distintos momentos. Desde la última restauración de 1960-65 se ha vuelto a abrir, lo que se observa en la fractura de la bóveda, estucada completamente entonces



Imagen 458. Portada de Santa Ana y el machón de refuerzo de su contrafuerte septentrional semidesmontado por M. Lorente entre 1960 y 1965. Se observa la falsa trompa que imita a la construcción medieval de la torre noroeste del transepto (ver imagen 413), pero que aquí no se hace por verdaderos voladizos sucesivos, sino que es un mero acabado con morteros de un muro descarnado

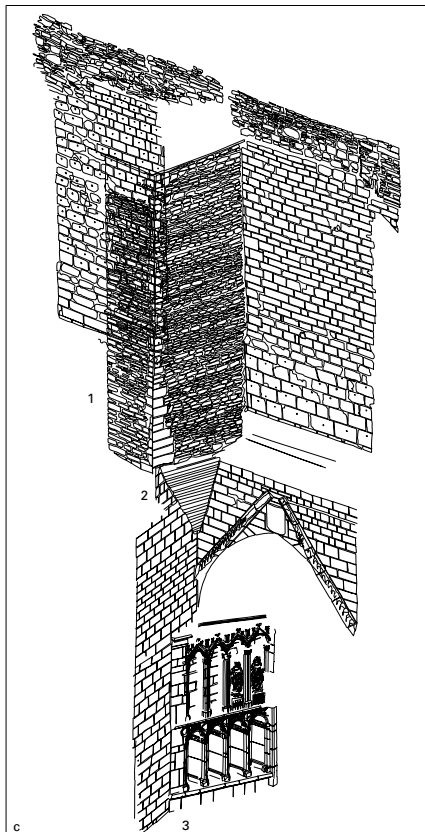
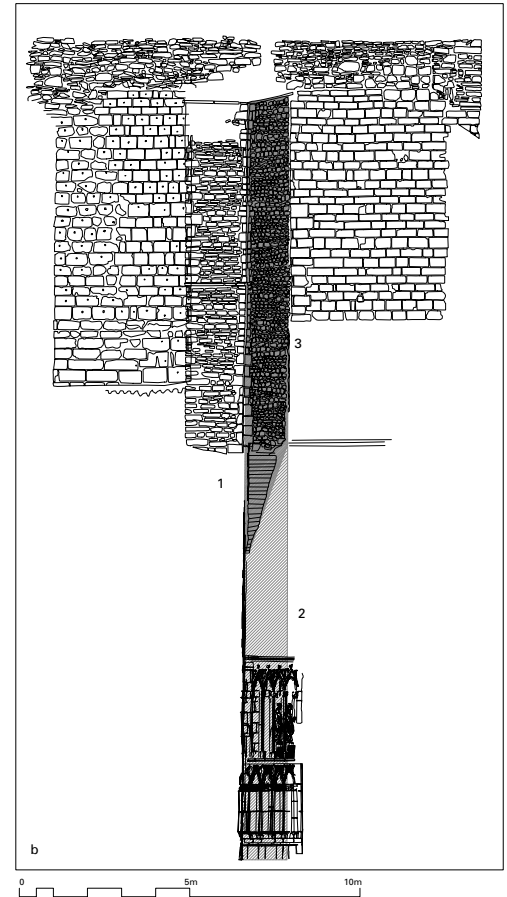
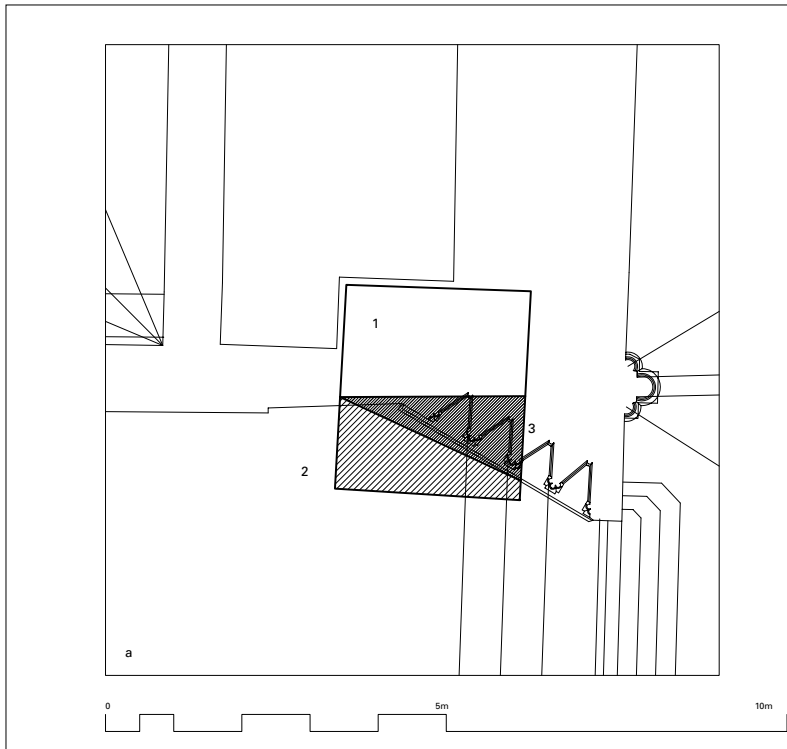


Imagen 459. Estado actual del contrafuerte de la portada de Santa Ana.

a. Se muestra la planta 1 restituida de lo que era el contrafuerte antes de su desmontaje; el trapecio 2 fue desmontado en toda la altura del machón; el triángulo 3 se mantuvo por encima de la portada descansando sobre la falsa trompa triangular que falsea la forma de unos voladizos sucesivos similares a lo que se encuentran en la torre noroeste del mismo transepto.

b. Se muestra el alzado correspondiente al mismo desmontaje; el contrafuerte 1 es desmontado en su parte 2 para descubrir toda la jamba norte de la portada, dejando el volumen 3 gravitando sobre la falsa trompa.

c. Vista en perspectiva del estado actual del contrafuerte y la portada

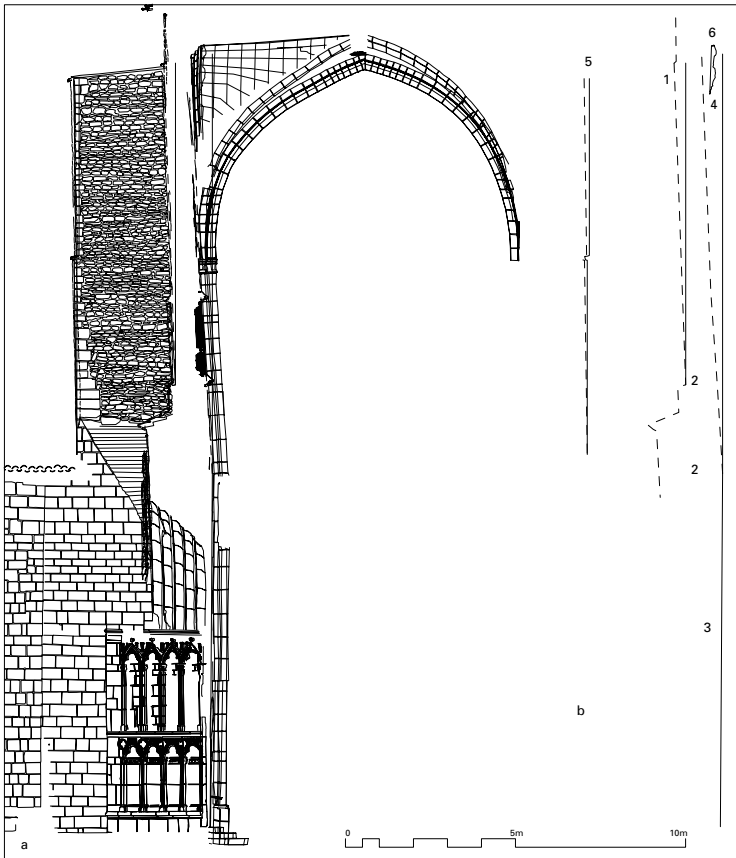


Imagen 460. Sección por la portada de Santa Ana mostrando el contrafuerte decimonónico semidesmontado.

a. Sección fotogramétrica en la que se aprecian las deformaciones sufridas por el muro y contrafuerte.
 b. Esquema de los giros: el muro por encima del triforio, acompañando a la pilastra de apoyo de los arcos de la bóveda superior girará en torno a los puntos 2, de mayor estabilidad por tener el gran grosor de la portada; la parte inferior de la pilastra, por debajo del triforio, permanece prácticamente aplomada; en 4 se muestra el desplome total padecido por la pilastra interior desde su posición vertical original; en 5 se aprecia el giro, de menor magnitud, sufrido por el machón de refuerzo decimonónico; este movimiento todavía está activo, como se manifiesta en la grieta 6, que afecta al encuentro de la bóveda con el arco formero y se ha venido desarrollando desde la restauración de 1960-65; el hecho, por otro lado, es que la apertura de esta grieta es hoy de unos 6cm, casi la mitad del desplome total –de 16 cm– que tiene el contrafuerte exterior, lo que significa que el giro de éste se ha acelerado desde su restauración

La reducción del contrafuerte de la portada de Santa Ana

El arquitecto Saracíbar había amortizado la portada destruyendo toda su jamba izquierda para construir su machón y ocultando el resto –típano, arquivoltas y jamba derecha– con una capilla o sacristía a la que se accedía desde la Catedral por la propia portada.

Otra vez con el ánimo de recuperar las formas góticas “originales”, Lorente decide desmontar parcialmente el machón decimonónico y rehacer la jamba de la portada imitando la conservada.

Para ello elimina aproximadamente una cuarta parte del refuerzo, descarnando la

mampostería, eliminando la espina de sillaría de refuerzo y dejando otro cuarto de la sección gravitando sobre un voladizo en forma de pseudopechina obtenida aparentemente por vuelos sucesivos desde la masa del contrafuerte (ver imagen 458). Además, para poder rehacer la jamba, todavía descarna más el machón en la parte baja de manera que pueda encajar los sillares y los nichos decorados, dejando tras estos un hueco semirrelleno de piedras y argamasa inconsistente. (Ver imagen 459)

En definitiva consigue reducir casi a la mitad la sección eficaz del contrafuerte en su parte baja. Pero lo que es peor es que no se decide a desmontar la misma proporción de la sección por encima de la portada y deja una masa informe de mampuestos volando y por tanto “tirando” hacia fuera del contrafuerte original y del muro del transepto. Además, el cierre que hace de la cara diagonal descarnada está mal trabado con la masa de éste permitiendo un movimiento de asiento de toda ella que también hace ceder al machón. Y aún más, la pseudopechina no es más que un acabado de mortero sobre algunas hiladas de piedras menudas que no llegan a penetrar en la masa resistente del machón, con lo que no tienen realmente capacidad de comportarse como los sucesivos voladizos empotrados que se supone debían ser.

Todo ello viene a implicar una reactivación de los movimientos que parecían detenidos tras la construcción del machón de Saracíbar. Como para el caso de los recrecidos, aquí tenemos que acudir a los datos de la fotogrametría tridimensional para explicar esta afirmación.

En la sección por esta parte de la iglesia se puede ver el muro de cierre del transepto sobre la portada y, adosado a él, el machón del siglo XIX, prácticamente vertical. Más arriba se ve también el recrecido del siglo XVII correctamente aplomado. En

Imagen 461. Plementería y arcos perpiaño y ojivo del primer tramo del transepto sur, mirando hacia la portada de Santa Ana. Se ve el sistema de grietas que afecta al intradós del plemento, debido a la apertura de sus apoyos y la consiguiente pérdida de curvatura. Esto mismo sucedió ya históricamente en los arcos, tanto el ojivo –en el centro de la foto– como el perpiaño –a la derecha–. Este último fue reparado durante el siglo pasado –quizá por M. Lorente, quizá anteriormente– con la introducción de unas grapas metálicas cosiendo las dovelas del tercio central de su desarrollo. Sin embargo, los movimientos del apoyo en el machón de Santa Ana han provocado una nueva apertura del arco en esa zona de su intradós, en las juntas inmediatas a las que se cosieron



este caso, la secuencia que interesa resaltar tiene tres momentos. (Ver imagen 460)

En el primero, el muro de cierre y, probablemente, el contrafuerte original que ahora está embebido en el machón, giran hacia el oeste con la consecuente apertura de los arcos de las bóvedas, tanto el perpiaño perpendicular al muro –que aparece en la sección– como los ojivos diagonales. Se produce también un pequeño giro hacia el interior de la parte baja del muro, apreciable con la fotogrametría pero casi indistinguible a simple vista.

En el segundo momento se introducirá un arco codal en el interior que vendrá a mejorar las cosas en la parte baja pero que no significará nada para el equilibrio de la bóveda. Es decir que ésta se encontrará muy dañada por la gran apertura de sus apoyos, hasta el punto de que se constata la evidencia de dos ruinas en diferentes momentos; en el siglo XV se continúa la construcción hacia el sur, de manera simétrica a lo que pasa en el transepto norte;

esta obra colapsa y sólo queda, como evidencia de ella, un paño y parte del triforio en el cierre oriental del segundo tramo. Reconstruyen las dos bóvedas del segundo y tercer tramos y cierran el hastial sur en el siglo XVI. Esta obra sufre de nuevo un colapso, aunque sólo se ve afectada la bóveda del tercer tramo, reconstruida en el siglo XVII, momento en que también se reconstruye el contrafuerte entre el segundo y el tercer tramo del cierre occidental, el que luego será reforzado por Saracibar.

En el tercer momento se construirá el machón. Estamos en el siglo XIX, y aunque esta intervención es masiva y alejada ya de los sistemas góticos, como dijimos, la técnica de ejecución es correcta. Y para valorar su eficacia es cuando hemos de acudir a la fotogrametría. Se aprecia en el dibujo la gran inclinación que había adoptado el muro cuando se le adosa este machón sin más que observar la arista de unión entre ambos. Es evidente que el muro estaba ya inclinado cuando se hace

el machón. Aún más, se ve que el muro de recrecido está aplomado sobre el muro antiguo inclinado.

Por su parte, en los cien años que transcurren desde su construcción hasta su semidesmontaje, el machón todavía sufre alguna inclinación ulterior, lo que revela probablemente tanto un asiento de su propia fábrica como una persistencia de los empujes de la bóveda, aún no del todo estabilizados. Podríamos volver otra vez al teorema de los "cinco minutos" para explicar que esos movimientos latentes todavía en la bóveda no se deben tanto a su peso propio y el empuje derivado –que se resuelven en esos cinco minutos del des-cimbrado– como a la evolución de los apoyos y a los sucesivos y pequeños acomodos ante los saltos térmicos y los esfuerzos del viento. Aun así, son movimientos reales que terminan afectando también al machón. Éste gira y llega al momento de la restauración de Lorente prácticamente en el estado que se ve en nuestro dibujo.

Por último, entonces, se produce ese desmontaje parcial y los movimientos se reactivan. Ahora mismo tenemos en este punto no sólo una de las grietas mayores de la Catedral –entre el arco formero, arrastrado con el muro, y la plementería (ver imagen 461)– sino, sobre todo, la que acusa un avance neto en el control monitorizado de movimientos. Es decir, que, sumado a todas las posibles causas históricas y constructivas, el debilitamiento del machón viene a ser un motivo ciertamente importante de inestabilidad de esta parte de la iglesia.

Resultado de la restauración de la década de 1960

En casi todas las intervenciones anteriores a esta restauración, las obras habían tenido por objeto el refuerzo de la estructura. Ya hemos separado las obras como las aperturas de arcosolios y capillas que vienen a suponer lo contrario, pero queda el hecho de que todos los que se preocupan por la Catedral en su conjunto, y no por su particular gloria mundana, tienden a reforzarla con unas u otras obras, al menos desde el siglo XVII hasta el XX.

Sin embargo, el interés en la pureza del gótico, que corresponde a una manera de entender la historia de la arquitectura y la disciplina de la restauración basada en tópicos sobre los estilos y en la incorrecta concepción de los edificios como formas congeladas en el tiempo, hizo que con la última obra se invirtiera esa tendencia, acometiéndose obras que en lugar de mejorar la capacidad de la estructura tendieron a socavarla.

d. Conclusiones

Hemos de admitir que la Catedral de Vitoria no fue nunca un ejemplo de calidad constructiva y estructural. Pasadas la primera y segunda fases que consideramos “clásicas” y que construyen la girola y las naves

laterales, el edificio viene a sufrir las consecuencias de una pugna entre los que quieren “embellecerla” sin considerar su poca resistencia a las alteraciones, y los que, tras ellos, se ven obligados a “reforzarla” sacrificando su “pureza” formal.

En este “tira y afloja” el edificio va poco a poco asentándose y adoptando formas cada vez más torturadas, pues es imposible recuperar en cada restauración estructural la figura que tuviera antes de la última restauración formal. Hemos heredado un edificio lleno de achaques y de “prótesis” que tratan de sujetarlo en pie, pero que en conjunto se encuentra estabilizado dentro de esas formas torturadas y sólo en las partes en que se ha visto “formalmente” restaurado en los últimos años nos muestra una evolución desfavorable.

En todos los edificios el paso del tiempo supone un deterioro de los materiales, un asiento de los suelos y las fábricas y una sucesión de reformas arquitectónicas de mayor o menor calado. Todo ello viene a suponer una lenta –o rápida– evolución hacia la ruina y desaparición de la estructura. En todas las épocas esto se ha apreciado por los usuarios de esos edificios y ha recibido una respuesta por su parte. De este modo, la “curva” que representa la evolución de la estructura muestra una serie de inflexiones que invierten momentáneamente la tendencia “natural” a la ruina y que corresponden a las distintas restauraciones.

En la Catedral de Vitoria podríamos ir particularizando esos cambios de tendencia siguiendo la secuencia de las obras que hemos ido redescubriendo con la investigación histórica efectuada. A cada momento de los descritos en este capítulo podríamos ir atribuyendo una inflexión positiva o negativa. Pero no llegaríamos nunca a saber en qué punto de la curva nos podemos encontrar, ya que existirá

otra serie de factores casi imponderables –que se explican en otros capítulos sobre los materiales y las fábricas– y cuya combinación nos vendrá a dar un “coeficiente de seguridad” dependiente de muchas variables.

Este estudio de la evolución histórica de la estructura es entonces una aproximación a esa evaluación de su posible “perdurabilidad” –término que nos parece más adecuado que el de “seguridad”– basada en el seguimiento de las vías que el edificio ha ido siguiendo para descubrir cuáles han terminado estabilizándose y cuáles parecen no encontrar solución definitiva. Señalando éstas, podremos obrar limitadamente sobre la estructura y, sobre todo, evitar las intervenciones que vendrían a ser “redundantes” tanto para bien, reforzando partes de la estructura que ya no lo necesitan, como para mal, reincidiendo en obras que han demostrado ser dañinas para la Catedral.

4.2.5 EVALUACIÓN DE CARGAS

a. Introducción

El contenido de este capítulo se distancia en cierto modo del tipo de análisis que se ha venido haciendo en otros apartados de este Plan Director, basados en un entendimiento de las estructuras deudor de los análisis límites que consideran la formación de rótulas por plastificación de algunas partes de la construcción como hechos necesarios para una situación de equilibrio real, más bien que de un análisis estático que supone “indiferente” este equilibrio a las condiciones de deformación y concentración de esfuerzos reales.

Y en efecto, en el capítulo siguiente, dedicado al análisis de la formación de mecanismos articulados en el interior de las fábricas, se discutirá esa primera manera de entender la estructura, empleando para ello algunos datos de los que se deducen en el presente apartado.

Debe entenderse que ambos estudios son complementarios, o más bien que éste es soporte de aquél, que es el que resulta más concluyente para evaluar la seguridad de la estructura. Pues el análisis límite viene a suponer que la localización de las “rótulas” en la estructura en cierto modo “prevé” las que formará realmente el edificio antes de colapsar. Busca las posibilidades de fallo por formación de mecanismos inestables para comprobar esa seguridad.

Los cálculos que se presentan aquí evitan por ahora entrar en esta consideración, analizando mediante los métodos de la estática gráfica la evolución de los resultantes de las cargas dentro de la fábrica hasta llegar al suelo de asiento. Dejan de soslayo esa inevitable formación de rótulas para centrarse en una evaluación de cargas y reacciones que nos permita discutir sobre el orden de magnitud que pueden llegar a adquirir las tensiones en los

materiales de la fábrica –piedra, morteros y suelo natural– en relación con sus tensiones admisibles.

Con esta intención se ha preparado una serie de seis secciones significativas de las distintas configuraciones estructurales de la iglesia, evaluando los pesos propios de sus distintas partes y buscando las posibles líneas de empujes que los conducen hasta el terreno. Las secciones se han tomado del levantamiento fotogramétrico, por lo que se trabaja con el edificio en su geometría real, no idealizada, para estar seguros de que tanto esos pesos evaluados como las secciones resistentes por las que han de transitar son verdaderas y no una idealización formal sin referencia material.

b. Modelo de comportamiento

Las anteriores consideraciones requieren una reflexión más pormenorizada dado que parecen suponer una simplificación muy grosera de la evaluación de la estabilidad de la estructura.

El hecho es que tal simplificación nos situaría del lado de la seguridad al suponer que todas las líneas de empujes se encuentran dentro del tercio medio de la sección resistente –en el caso de los arcos– y evitar la formación de las rótulas plásticas.

Por otro lado, cierto es que estas rótulas son siempre inevitables y marcan ineluctablemente los puntos por los que han de pasar esas líneas de empujes. Y la estática gráfica debe seguir al análisis plástico para resituar las líneas en función de la formación de esas rótulas, procediendo a un recálculo de los esfuerzos.

El problema es que el proceso así establecido se complica sobremanera al tratar con una estructura real, como de hecho veremos en el capítulo siguiente. Lo que resulta relativamente fácil de establecer para un arco simple de medio punto, que

formará esas rótulas en el intradós de la clave y en el trasdós de los riñones para el caso más habitual de que los estribos se separen ante su empuje, o viceversa en caso de que se junten por otros esfuerzos exteriores, es mucho más difícil en un arco real apoyado en unos muros con una relativa y siempre distinta capacidad de resistencia horizontal, así como estos lo hacen en un suelo más o menos compresible. Discutiremos este problema más adelante y mostraremos su aplicación práctica en el caso de nuestra Catedral refiriéndonos a las mismas secciones de cálculo. Pero para lo que necesitamos en este capítulo, consideraremos que no se forman rótulas plásticas y analizaremos las líneas de empujes sin preocuparnos de que éstas se sitúen o no dentro de los tercios medios de las secciones.

Por otro lado, hay que hacer una serie de consideraciones en relación a las características de las construcciones de fábrica y, en especial, de los arcos de cantería, consideraciones aplicables tanto a este análisis como al cálculo plástico.

La primera de ellas atañe a la resistencia del material, que se supone de un rango muy superior al de las tensiones que ha de soportar, por lo que se deduce que es prácticamente indeformable. Como ya se ha dicho en otras partes de este Plan Director y se explica con más detalle en el capítulo siguiente, esta consideración no es ni mucho menos cierta, por lo menos en lo que hace a los morteros, que son una parte sustancial –y a veces muy voluminosa en relación a la piedra– de la construcción. Estos morteros son siempre muy compresibles, y cada vez más según se degradan por el paso del tiempo. Cuando los morteros forman un porcentaje alto de la dimensión de la fábrica paralela al esfuerzo considerado –juntas horizontales en un pilar o radiales en un arco–, su asiento, siempre

diferido en el tiempo como todos los fenómenos de fluencia y degradación de los materiales, llega a comprometer seriamente esta hipótesis de partida.

La segunda es la de que no se producen deslizamientos entre las piezas que forman la estructura. Esto también es, en los casos reales, sólo relativamente cierto. Por un lado, se producirán asientos de algunos elementos como dovelas si ciertos esfuerzos –como el viento o vibraciones de la estructura– provocan pequeñas descompresiones momentáneas en su directriz. Pero por otro lado tenemos que volver a considerar el problema de las juntas de mortero que, por su plasticidad, también permiten pequeños movimientos paralelos al plano de sus asientos, aun sin llegar a fallar y sin “despegarse” de las piedras de la fábrica.

La tercera es que las fábricas sólo son capaces de resistir compresiones, lo que sí es cierto en todos los casos en que la fábrica no es “ayudada” por ciertos recursos constructivos que las proveen de resistencias a cortante, aprovechando bien la propia resistencia de la piedra a estos esfuerzos bien la que darían otros materiales como el hierro o la madera insertados en su masa. De lo primero hay muchos ejemplos de construcciones históricas en los que se usan encajes entre las piedras, asientos sinuosos entre las hiladas de sillares, engatillados entre ellas y otro sinfín de recursos para contener esfuerzos de cortadura que, en definitiva, vienen a ser “tracciones” en la fábrica.

Las arquitecturas tardorromanas orientales, bizantinas, siríacas y otomanas –unas herederas de otras– ensayaron multitud de estos sistemas obligadas por encontrarse en zonas de gran actividad sísmica. Y en todas partes y desde siempre se conoce la posibilidad de usar zunchos o grapas de madera y hierro superpuestos o embebidos

en la fábrica en las partes donde se producen habitualmente los esfuerzos de cortadura o tracción. El alto coste de este tipo de refuerzos y la dificultad constructiva de hacerlos trabajar de consuno con la fábrica hace que su uso se limite estrictamente a las partes más claramente necesitadas de ellos. Pero tendemos a soslayar su posible existencia, y aunque esto parezca ponerlos del lado de la seguridad, lo cierto es que nos lleva siempre a la ignorancia del comportamiento real de los edificios en que se hallan y, en muchos casos, a acometer obras de consolidación innecesarias y a veces claramente perjudiciales para los edificios históricos.

En la propia catedral de Vitoria se encuentran algunos de estos recursos constructivos, como se señala en el capítulo de descripción del “sistema gótico”, si bien limitados a los del tipo de “llaves” de cantería para atado de arcos, al menos hasta donde hemos podido averiguar por ahora tras una larga serie de estudios.

Todas estas salvedades se harán valer, en todo caso, en el análisis posterior de la Catedral, donde tienen su aplicación inmediata al modificar claramente los sistemas de empujes supuestos. En el estudio estático que aquí se hace se darán por perfectamente válidas las tres hipótesis básicas.

c. Cálculos gráficos: funiculares, antifuniculares, línea de empujes

De modo que nos encontramos manejando un sistema de cálculo puramente estático, pues no considera otro problema que el del equilibrio de las cargas con la estructura para calcular las magnitudes de las reacciones. De éstas deduciremos después un estado tensional aproximado que, siempre, se encontrará muy por debajo de la capacidad real del edificio, como suponemos en base a la primera de las hipótesis anteriormente enunciadas.

Esta seguridad en la pequeña magnitud de los esfuerzos se verá contrastada después con el análisis de los puntos en que las deformaciones de la estructura han provocado una concentración casi puntual de los esfuerzos conducidos según la línea de empujes –las rótulas plásticas–.

Para deducir las magnitudes “reales” operaremos con las herramientas estrictamente gráficas de la estática. Y dentro de los métodos de ésta, nos centraremos en establecer unas líneas funiculares –antifuniculares en realidad– que sean capaces de satisfacer las condiciones de equilibrio de la fábrica en todo su trazado.

La condición básica de ese equilibrio es que la línea de empujes hallada se encuentre dentro de la sección resistente de la fábrica en todo momento. Veremos que en algún punto de la estructura –el paso del triforio– esa trayectoria se hace a través de una sección útil que está formada realmente por dos semisecciones separadas por el ándito, pero esto no es un problema si el trabajo conjunto de ambas semisecciones queda asegurado por un modo de conexión entre ellas eficaz de cara a los esfuerzos considerados. Discutiremos en detalle el problema del paso del triforio en el capítulo siguiente.

En otros casos, la línea de empujes podrá pasar a través de los rellenos inconsistentes de los senos de las bóvedas, y en este caso la consideración que habrá que hacer es la de la gran compresibilidad que éstos tienen, aunque no se cuestionará su capacidad de transmitir el esfuerzo. También se discutirá este punto en el capítulo siguiente.

En el análisis que se presenta, la línea de empujes es en algunos casos un “haz” de líneas que tiene en consideración la confluencia de las distintas trayectorias. Esto es especialmente patente en las secciones longitudinales de la iglesia en las

que se producen sucesiones de arcos distintamente cargados y empujándose unos contra otros hasta equilibrarse sobre unos cuantos pilares o contrafuertes que acaban por transmitir las fuerzas hasta el terreno.

Sin embargo, estos “haces” de empujes se mantienen dentro del plano de la sección considerada, simplificando de esta manera el comportamiento global. Pues, en efecto, en estos largos paños de muro se encastran líneas de estructura perpendiculares a ese plano –las de los arcos perpiños de la nave paralela a la sección– que se suman a los esfuerzos del plano, siendo esta suma “vectorial”, es decir, una composición de fuerzas en tres dimensiones cuya resultante está “esviada” tanto respecto al plano considerado como respecto al perpendicular. En este análisis soslayaremos esta composición “3D” de empujes y la estudiaremos, a la manera clásica, en cada uno de sus planos. Por tanto, también tendremos que discutir este problema en el capítulo siguiente.

Dentro de esta simplificación del análisis clásico consideraremos que las cargas que “entran” en cada sección proceden de la mitad del tramo, nave o iglesia que corresponde al semiarco, semibóveda o semimuro de cada punto. De manera que el sumario de cargas en cada punto de apoyo –pilares, fundamentalmente– sea el mismo si hablamos de la sección longitudinal que si se trata de la transversal, magnitud final que se considerará en su relación con la capacidad portante de los apoyos. Como queda dicho, de esas cargas se tendrá en cuenta sólo la componente vertical si proceden de fuera del plano de la sección.

Por último, al llegar al cimiento, esas cargas se transmitirán de distinta manera hasta el suelo en función de la configuración constructiva de aquél. Esta observa-

ción viene al caso porque el hecho cierto es que desconocemos todavía casi todo sobre esa configuración, habiendo descubierto hasta ahora, mediante excavación arqueológica, sólo cuatro de los pilares de las naves y otros cuatro del presbiterio. En el capítulo de evolución estructural se hacen algunas hipótesis sobre cómo pueden ser las otras cimentaciones aun por descubrir. Aquí trataremos de ponernos en el caso más desfavorable desde el punto de vista estructural, que no quiere decir que sea el que esperamos encontrar en las futuras excavaciones. Este caso más desfavorable es el que se presenta en los pilares del presbiterio, con un cimiento formado por un tambor cilíndrico de mampostería con una sección resistente prácticamente igual a la del propio pilar.

En algunos puntos consideraremos también la presencia de soluciones claramente incorrectas —como el apoyo sobre relleños del refuerzo del muro del transepto en la capilla de Los Reyes— para evaluar la posibilidad de que realmente la línea de esfuerzos pueda atravesarlas y el efecto de gran asiento que el esfuerzo podría suponer.

Al final del diagrama llegaremos a un suelo, este sí afortunadamente muy resistente y homogéneo —ver el capítulo del estudio geotécnico—, en el que se podrán alcanzar tensiones probablemente más que suficientes para las acciones de la estructura. Aunque lo más importante no es que la capacidad de carga sea suficiente, ya que lo es casi en cualquier suelo por la pequeña magnitud de las tensiones transmitidas, sino que el suelo es básicamente indeformable bajo la carga constante a lo largo del tiempo, al tratarse de un lecho rocoso sano, lo que nos libra de giros y asentamientos diferenciales en todo el edificio.

Como última anotación previa a la presentación de los cálculos que siguen, hay

que decir que todo este análisis ha de encontrar a la fuerza una línea de empujes eficaz, ya que la estructura se encuentra por ahora en pie. Los movimientos que está sufriendo en algunas partes se han de explicar con base en fenómenos evolutivos de los materiales, pues en cuanto al modelo de cálculo que empleamos tenemos que seguir los ya mencionados teoremas de la seguridad para las estructuras de fábrica y de “los cinco minutos”.

El primero viene a decir que si encontramos una línea de empujes eficaz, el edificio será capaz de encontrarla antes que nosotros. Puesto que el edificio está en pie, tal línea ha de existir y nosotros tendremos que encontrar al menos una posible.

El segundo teorema dice que si el edificio aguanta los primeros cinco minutos tras su descimbrado, resistirá otros quinientos años. El instante de “puesta en carga” debido a la última restauración sucedió hace ya treinta y cinco años, por lo que la estructura es “estáticamente” eficaz y segura. Como va dicho, sus movimientos se deberán al curso de la evolución de sus materiales dentro del margen de los siguientes quinientos años. En el capítulo de diagnóstico estructural haremos una revisión más matizada de las consecuencias de estas ideas.

d. Acciones consideradas y tensiones admisibles

Para los cálculos que siguen se han usado unos valores de referencia sobre las resistencias y densidades de los materiales de la fábrica obtenidos en ensayos reales efectuados sobre muestras de material extraídas del edificio —que se explican en los otros capítulos del Plan Director—. La extrapolación de esos resultados al conjunto del edificio tiene ciertas salvedades que en algún caso son importantes y se hacen como anotación al margen. Otros

valores proceden de las tablas al uso contenidas en las normativas habituales. En nuestro caso empleamos la contenida en la NTE-ECG (Norma Tecnológica Española, Estructuras, Cargas Gravitatorias).

En cuanto a las acciones, sólo se considera un supuesto de sollicitación: el peso propio de la estructura, sin sobrecargas de uso. La no consideración de sobrecargas de uso se debe a la despreciable magnitud que éstos pueden suponer respecto a los pesos propios. Es una consideración habitual en la evaluación de este tipo de estructuras, también porque el uso real que se hace de ellas se produce en la planta baja, casi siempre directamente sobre el terreno y sin incidencia en la estructura.

En cuanto al problema del empuje lateral debido al viento, su pequeña magnitud hace que sólo tenga incidencia real en la estructura como problema local sobre los arbotantes y contrafuertes del cuerpo superior. Cualquier esfuerzo lateral sobre las naves altas supondrá una oscilación de los empujes de esa parte dentro de las secciones de los contrafuertes que los transmiten, de manera que su punto de aplicación en el muro o machón inferior cambiará un poco, pero de manera casi insignificante respecto a los empujes producidos por el peso propio de bóvedas y muros. Sin embargo, esa oscilación de las cargas sí tendrá una incidencia local en el comportamiento del arbotante. Discutiremos este problema también en el capítulo siguiente.

En cuanto a la composición de pesos y resistencias para “promediar” los valores de las fábricas hay que hacer otras salvedades. Son casi seguras para la evaluación de los pesos, pues podemos valorar con cierta exactitud la composición material real, con sus porcentajes de argamasas, piedra y huecos. O al menos una estimación media no nos alejará demasiado de esa realidad.

Otra cuestión es la resistencia de las fábricas. Cuando el miembro es homogéneo en su sección transversal –los arcos, las bóvedas, el muro de cierre del triforio y las pilastillas de éste–, la resistencia será la del propio material sin más variación que el deterioro que en algún punto haya podido sufrir. Si la composición de la fábrica es “sencilla” también podremos estimar razonablemente su resistencia; por ejemplo para los cimientos de los pilares del presbiterio, de mampostería muy regular con juntas de mortero uniformes, o para la gran infraestructura de la muralla, de sillarejos y grandes lajas aparejados casi en todo su espesor, o para los plementos de las bóvedas.

Cuando la sección transversal es muy heterogénea, lo que sucede en casi todo el resto de las fábricas no citadas, el problema de la resistencia de la sección del muro es muy difícil de resolver. En los cálculos que siguen operaremos como si las secciones fueran siempre homogéneas y otra vez remitiremos a un análisis pormenorizado –casuístico– en el capítulo siguiente.

No podemos dejar de mencionar el hecho de que se encuentra muy poca bibliografía sobre ensayos de carga y resistencia de fábricas “reales” –o que las imiten–. Y en todos los que hemos podido encontrar (citados en la bibliografía al final del capítulo de estudios estructurales), los resultados obtenidos son muy poco concluyentes, casi en sí mismos una casuística más o menos extensa pero siempre poco “intensa”. Es decir, carente de conclusiones estadísticas por el poco número de muestras ensayadas para cada “tipo” de fábrica.

e. Elaboración de las secciones

Las secciones en que se han establecido las líneas de empuje son representativas de los distintos tipos de configuraciones estructurales y por ser puntos “delicados” para la seguridad, según los análisis

hechos en capítulos previos basados en los movimientos, estados de fisuración o deformación y evolución histórica. Explicamos para cada una de ellas lo que se pretende descubrir con el cálculo y el resultado obtenido.

Se presentan las secciones mediante dos dibujos enfrentados por cada una. El dibujo izquierdo muestra la descomposición de la sección en masas aproximadamente homogéneas tanto en composición material como en densidad y modo de comportamiento estructural. La sección se acompaña con las plantas a distintos niveles mostrando la superficie en planta de cada una de esas porciones constructivas. A la derecha se muestra el dibujo de las líneas de empujes con los valores obtenidos para las resultantes y para los empujes en las claves de arcos y bóvedas.

Para la construcción de los gráficos funiculares se siguen las normas de la estática gráfica aplicadas teniendo en cuenta el modo en que está construida la Catedral. Es decir, la suma sucesiva de pesos, siguiendo la intersección de las direcciones de cada uno con la resultante anterior, lleva el orden en que constructivamente se aplican esas cargas. Así se puede asegurar que el gráfico obtenido “representa” la manera en que se combinan realmente los empujes y pesos para equilibrar la estructura.

En los gráficos que se presentan se muestran los pesos de cada porción de edificio mediante pequeñas flechas insertadas en el centro de gravedad de cada masa. Los pesos de arcos y bóvedas –los que producen empujes laterales– se descomponen sencillamente en dos esfuerzos inclinados en los arranques de los arcos y dos empujes iguales y de sentido contrario –que se anulan por tanto– en las claves. Se obvia la ejecución de un gráfico detallado de la conducción de la línea de empujes dentro del arco para ser analizada en el

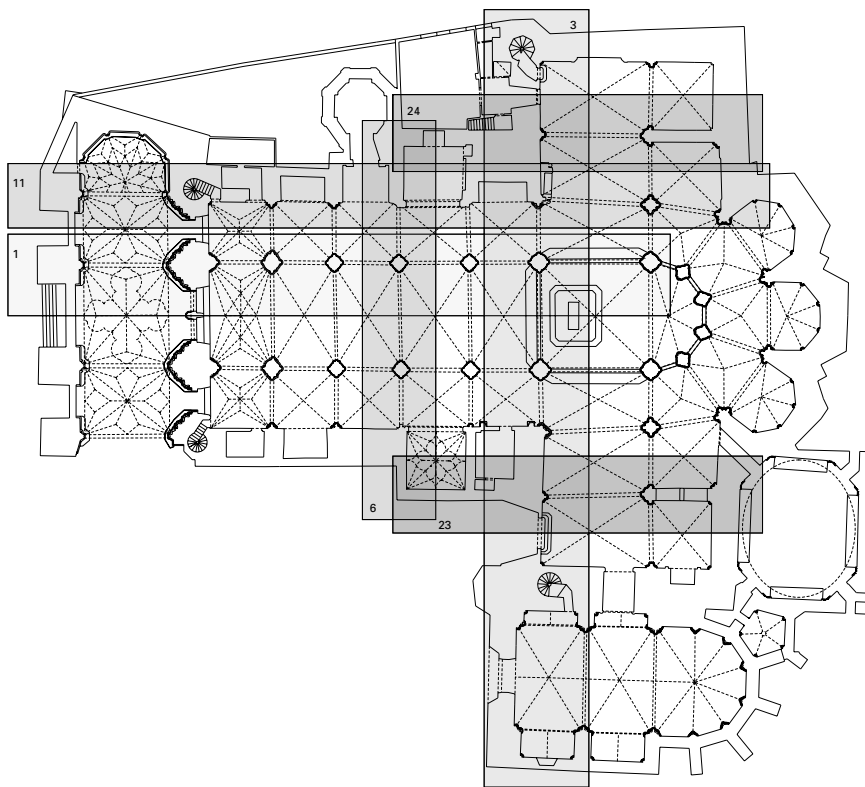


Imagen 462. Evaluación de cargas. Situación de secciones

capítulo siguiente, en aquellos arcos cuya pérdida de curvatura puede haber provocado una línea de empujes en el límite de la sección resistente.

De los arcos y bóvedas hacia abajo se irán componiendo los empujes de los arranques con los pesos superiores —cubierta y muros de cierre del camaranchón— y con los de los contrafuertes en que descargan. Más abajo se sitúan los arcos y bóvedas de naves laterales, girola, coro, pórtico y capillas, que producirán otra serie de empujes laterales. Pero además contaremos con los pesos aportados a la sección por los arcos que entran en ella transversalmente —sin contar con el empuje lateral perpendicular a la sección, como ya explicamos—. Unos y otros tienen su “entrada” en la sección a la altura del arranque de los

arcos sobre los pilares y pilastras de las naves inferiores. A partir de este punto, entonces, se sumarán a los esfuerzos resultantes de la sección superior para dar lugar a la “penúltima” resultante que deberá pasar por la sección resistente del pilar o muro inferior. Al paso por este elemento sumará este peso y dará la última resultante a aplicar al cimiento.

En este punto interrumpimos ya la suma de esfuerzos porque, salvo en los pilares en que la carga se encuentra muy concentrada, en general la línea de empujes ya no es significativa del comportamiento real de las cargas. En los cimientos continuos y masivos de los muros los empujes se “difunden” produciendo un reparto de los esfuerzos en el suelo que será más o menos homogéneo en función de la geometría y composición material del cimiento.

A continuación hacemos una presentación de cada sección y una revisión de los resultados del análisis gráfico. Para cada sección nos centraremos en los puntos más significativos de cara a evaluar el comportamiento de la estructura.

f. Secciones consideradas

Sección 23

Entre el tramo medio y el extremo del brazo sur del transepto. Se trata de la sección en la que se detectan los movimientos con una más clara tendencia de apertura de las grietas; en donde la deformada de la sección del muro alto del cierre occidental está más inclinada, los arcos perpiaños y ojivos más abiertos y faltos de curvatura; donde en el pasado histórico se luchó contra la ruina con la introducción de un machón y un arco codal; y en donde se han producido las últimas intervenciones de “reducción” de la capacidad resistente al eliminar parte del machón.

Se trata entonces de establecer cómo la línea de empujes se comporta dentro de la sección resistente en el momento actual, de manera que se pueda prever una posible situación de riesgo si los movimientos se acentúan, revisando la capacidad de la línea de empujes de adoptar nuevas trazas hasta el límite de su equilibrio.

Observaciones

En el lado izquierdo de la sección se puede observar que el empuje superior desciende holgadamente conducido dentro de la sección del contrafuerte. Al llegar al paso del triforio el empuje ya ha salido hasta situarse en la masa exterior. Este contrafuerte, a su vez, descansa sobre el muro medianero de las capillas meridionales del transepto, macizo y perfectamente resistente.

En esa zona de apoyo se produce la entrada de las cargas de las bóvedas de las capillas y del arco codal, así como las más importantes de los muros de cierre –perpendiculares a la sección– que entran por los arcos diafragma que dan apertura a las capillas desde el transepto. De este modo se obtiene una resultante muy poco inclinada para todos los pesos y empujes de bóvedas y muros de cierre.

Sin embargo, la apertura de los arcosolios en la parte inferior de ese muro provoca un corte en la línea de descenso de esa resultante obligando a formar un mecanismo de arco de descarga sobre los dos arquillos de los enterramientos. En esta descarga, la sección izquierda –al este de las capillas– recibe un empuje lateral de componente muy fuerte que es equilibrado sólo gracias al enorme espesor y peso de la muralla exterior a la que empuja. La resultante por este lado tiene una notable inclinación hacia el exterior. En la parte derecha de los arcosolios –hacia la nave del transepto– ese mismo empuje lateral debe conseguir que la

resultante de las cargas superiores se dirija hacia la parte resistente de la pilastra del muro medianero, dando otra resultante muy inclinada. En la parte central de los arcosolios podemos hacer la cuenta de que el peso de todo el tercio medio del muro medianero desciende sin problemas por la pilastra entre las dos tumbas, para descargar en el cimiento sin mayores problemas aunque concentrando mucho las cargas en la pilastra intermedia.

Como consecuencia de la formación de ese arco de descarga sobre los arcosolios, se produce un empuje lateral muy grande tanto en la pilastra como en el muro del fondo –muralla exterior– que provoca un agrietamiento entre esa pilastra y la parte central del muro, por encima de los arquillos de los enterramientos, muy patente en el edificio.

En la parte derecha de la sección la resultante de sumar los empujes de las bóvedas y arcos y el peso de la parte alta del contrafuerte-machón se aleja mucho del muro. En efecto, al situarse el centro de esta masa tan alejado debido a su gran espesor, la suma de los esfuerzos viene a descargar más abajo en la zona donde se reduce la sección del contrafuerte por la pseudotrampa introducida por la restauración de 1960. De hecho, aunque en el gráfico se ha sumado esta resultante a los pesos de los tercios medio e inferior del machón –más el peso del arco codal y de los muros de cierre de las naves altas– para conseguir la resultante final de las cargas de esta semisección, lo cierto es que esa suma es en cierto modo irreal porque las líneas de las direcciones de las dos semirresultantes obtenidas no se encuentran “hacia delante” sino “hacia atrás”. En los métodos de la estática gráfica, la suma es correcta; desde el punto de vista de cómo se comportan las cargas en la arquitectura de fábricas, no lo es tanto.

El corolario de esta apreciación, o su interpretación en términos de funcionamiento del edificio, vendrá a ser que, como se dice en otros apartados de este libro, el corte producido en el machón por J.M. Lorente prácticamente invalida su utilidad al impedir que la sección inferior contribuya eficazmente al sostenimiento de la superior, por encima de la pechina. Si sumamos a esto la apreciación de la mala calidad constructiva de la pechina, obtendremos la posibilidad real de un fallo local de la estructura.

Esfuerzos y tensiones obtenidos

Las resultantes y empujes que se obtienen del cálculo gráfico vienen a dar unas tensiones de trabajo en general de pequeña magnitud, salvo en los puntos de alta concentración de cargas en las pilastras de los arcosolios. (Ver cuadro inferior)

En la clave del arco perpiaño de la bóveda superior la tensión media será de 1,4 kg/cm², con un máximo en la cara de trasdós del arco de 3 kg/cm², valores que se encuentran dentro de los esperados según una de las hipótesis de partida: de muy pequeña entidad frente a la resistencia a compresión de la caliza sana, de casi 800 kg/cm².

Esas tensiones son algo mayores en las claves de los ojivos de las bóvedas y el

arco codal de la nave del transepto. En la más desfavorable, la bóveda de la capilla, la tensión media de 24,4 kg/cm² tendrá un máximo de 50 kg/cm², todavía por debajo del 10% de la resistencia de la piedra.

En los arcosolios se producirá, sin embargo, la mayor tensión, de 30 kg/cm², con un máximo de 60 kg/cm², pero discutiremos en el siguiente capítulo cómo funciona realmente el “arco de descarga” que se forma por encima de los arquillos.

Distinto es el caso de la pilastra central de los arcosolios, donde la carga debe pasar por una sección resistente muy pequeña, produciendo un estado tensional que todavía no es importante –unos 16,5 kg/cm²– pero que se complica por la constitución constructiva de esa pilastra, que ya no es maciza de sillería caliza como en los arcos, sino que alberga un pequeño núcleo inconsistente.

De la misma manera, en la pilastra de la derecha, hacia la nave, la tensión llega a 44 kg/cm². Y en este caso la descomposición constructiva de la sección resistente es todavía más grave al haberse descompuesto los rellenos interiores del muro al abrir los vanos de los arcosolios, con lo que probablemente se alcancen estados tensionales del doble de ese valor en las partes de sillería más sanas de la sección, encontrándose los rellenos inconsistentes prácticamente descargados.

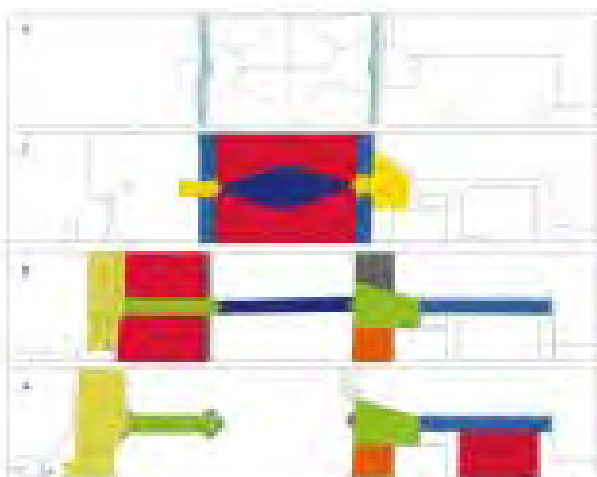
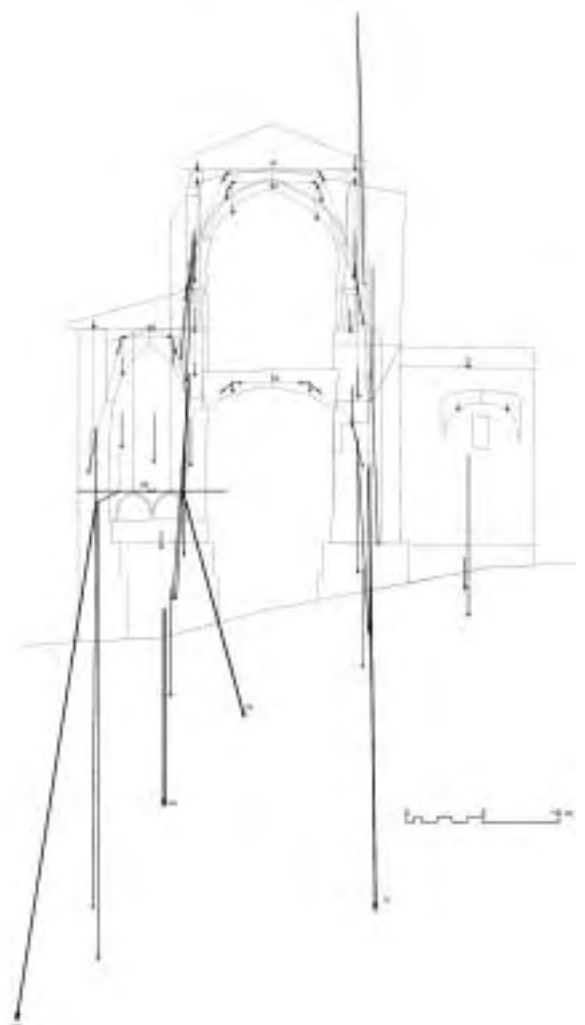
Por su parte, las dos resultantes extremas se han de distribuir en secciones muy grandes de la fábrica, por lo tanto las tensiones transmitidas son pequeñas, de 13 Kg/cm² en el contrafuerte de Santa Ana y de 8 kg/cm² en la muralla, valores ambos que son de pequeña entidad como se suponía desde un principio.

Evaluación de la sección

En resumen, tendríamos que considerar dos problemas importantes en esta sección:

Designación	Elemento constructivo	Esfuerzo (toneladas)	Superficie (m ²)	Tensión de trabajo (kg/cm ²)
Empuje e1	Arco ojivo superior	5,0	0,36	1,4
Empuje e2	Arco perpiaño superior	4,9	0,16	3,1
Empuje e3	Arco ojivo capilla	6,1	0,25	24,4
Empuje e4	Arco codal transepto	14,6	0,42	3,5
Empuje e5	Arcosolios muro	98,4	0,32	30,1
Resultante R1	Contrafuerte Sta. Ana	579	4,50	12,9
Resultante R2	Muro exterior (muralla)	688	9,00	7,6
Resultante R3	Pilastra transepto	308	0,70	44,0
Carga en R4	Pilastra de arcosolios	66	0,40	16,5

Sección 23



Resultantes

R1 = 579 to
 R2 = 688 to
 R3 = 308 to
 R4 = 259 to

Empujes

e1 = 5 to
 e2 = 4,9 to
 e3 = 6,1 to
 e4 = 14,6 to
 e5 = 98,4 to

Imagen 463. Líneas de empujes

Imagen 464. Evaluación de cargas

- En el muro entre las capillas, la concentración de tensiones y empujes laterales provocará en la pilastra que da a la nave del transepto un sistema de fisuras y una cierta inestabilidad.
- En el contrafuerte de la portada de Santa Ana, la excentricidad del empuje de la parte alta respecto a la capacidad portante de la sección inferior, antes de llegar a la base de ésta y al cimientó, será la causante de una inestabilidad local al nivel de la pechina.

Sección 1

Longitudinal de la nave mayor por la arcada que la separa de la nave norte. Es la sección en que se produce una sucesión de empujes en la arcada sobre los pilares inferiores; en la que éstos aparecen con inclinaciones debidas a esos empujes y a los transversales debidos a la sección perpendicular (sección 6 que veremos a continuación); en la que se produce el asiento lateral del triforio y su balaustrada; en la que se lucha contra la ruina con la disposición de un arco codal; en la que se abren, creemos que sin incidencia estructural, tres nuevos óculos en la última restauración; y de la que conocemos algunos de los cimientos descubiertos por excavación, no siendo alguno de ellos de gran calidad constructiva.

El objetivo es revisar la magnitud de los empujes al final de la arcada, la utilidad real del arco codal, la veracidad de la hipótesis enunciada en el capítulo de evolución de la estructura sobre el desarrollo de las inclinaciones del triforio, y las acciones transmitidas a los cimientos de los pilares. Por simetría, podremos deducir prácticamente el mismo comportamiento para la arcada opuesta, al sur.

Observaciones

En efecto, se puede apreciar cómo la serie de empujes producidos por las bóvedas

altas en las pilastras y contrafuertes intermedios se equilibran perfectamente unas con otras, lógicamente debido a la regularidad casi uniforme de las anchuras de los tramos y a la igual composición material de todos ellos. Sólo al llegar a la nave del transepto el empuje lateral es un poco mayor y se consigue en la pilastra del crucero una resultante ligeramente inclinada hacia el oeste.

En la arcada inferior, la sucesión de arcos y bóvedas viene a dar la misma serie de resultantes casi verticales en los pilares inferiores de la nave. Sin embargo, aquí sí hay una mayor incidencia de la diferencia de luces de los distintos tramos porque las cargas que se transmiten por los arcos diafragmas sobre los pilares acumulan todo el peso de los muros del cierre alto de la nave. De ese modo, se producen distintas inclinaciones en las resultantes: las tres más occidentales –izquierda de la sección– se dirigen hacia el oeste mientras las dos más orientales –el pilar del crucero y su inmediato– van hacia el este.

En la cabeza del pilar del crucero, se produce un encuentro de tres esfuerzos de distintas direcciones: por un lado, la resultante de las bóvedas superiores, dirigida hacia el oeste; por otro, la resultante de la sucesión de arcadas, dirigida hacia el este con una componente horizontal de mayor magnitud; por último, el arco codal, que también empuja hacia el oeste, viene a compensar el empuje de la arcada diafragma y a conseguir que la resultante final descansa casi en el tercio central de la sección de la base del pilar, si bien con una fuerte excentricidad sobre el cimientó. El efecto que este descentramiento de la resultante ha de producir es el de un giro del pilar en la dirección del empuje final, según un mecanismo que se explica en el capítulo siguiente. Este giro es apreciable a simple vista y está bien detectado y medido por la fotogrametría.

En cuanto al efecto del arco codal, hay que decir que no sería difícil encontrar una línea de empujes que satisficiera el equilibrio de la arcada —y del pilar del crucero— sin contar con él, pero a costa, sin duda, de una mayor excentricidad en la resultante del pilar, que provocaría un mayor giro. La discusión en este punto se centra entonces en el problema histórico de si el pilar había ya encontrado un punto de equilibrio estable antes de la construcción del arco codal —ver el capítulo sobre la evolución histórica de la estructura—.

Hacia el otro lado, se produce también una inclinación grande de la resultante en el pilar bajo el coro, debido al peso que éste tiene y a su transmisión al pilar en una dirección muy rasante provocada por el pequeño peralte de sus bóvedas. Cuanto más rebajadas son éstas, mayor es el empuje lateral que provocan. Aún así, el problema no es más grave que el ya expresado en el caso del pilar del crucero, y es interesante observar cómo el pilar del coro no se ha inclinado como lo ha hecho el otro. Esto se debe, sin duda, a la diferente calidad constructiva de los dos cimientos.

Por último, en el pórtico, el trazado de las líneas de empujes es muy sencillo gracias a

la enorme sección resistente de los machones, tanto los de la fachada oeste como los de las portadas. Se puede ver cómo los empujes —no muy grandes— de las bóvedas han de ser absorbidos por los machones exteriores, dando una resultante algo inclinada sobre el terreno que no ha producido inclinaciones apreciables del machón. En la otra pilastra, la de las portadas, la confluencia de empujes de tres niveles de bóvedas de la iglesia —coro, nave lateral norte y nave central— viene a contrarrestar el procedente del pórtico, obteniéndose una resultante prácticamente vertical.

Esfuerzos y tensiones obtenidos

En esta sección las tensiones obtenidas son de rango parecido a las medias normales en una estructura de fábrica.

En los arcos y pilares de la nave, las tensiones existentes se pueden observar en el cuadro inferior.

Como en la sección anterior, los valores que se obtienen para las tensiones en los arcos son muy pequeñas, no llegando más que a unos 6 kg/cm² —en el ojivo diagonal del sotocoro—, tensión media que supondría una máxima de 12 kg/cm² en el borde superior de la sección.

Designación	Elemento constructivo	Esfuerzo (toneladas)	Superficie (m ²)	Tensión de trabajo (kg/cm ²)
Empuje e5	Arco ojivo superior	2,4	0,16	1,5
Empuje e7	Arco perpiaño superior	7,6	0,36	2,1
Empuje e12	Arco ojivo nave lateral	2,6	0,25	1,1
Empuje e19	Arco diafragma nave	20,6	0,50	4,1
Empuje e13	Arco codal transepto	9,2	0,42	2,2
Empuje e15	Arco perpiaño pórtico	13,4	0,50	2,7
Empuje e21	Arco ojivo sotocoro	17,8	0,30	5,9
Resultante R1	Pilar del crucero	228	1,00	22,8
Resultante R2	Cuarto pilar nave	255	0,60	42,5
Resultante R3	Tercer pilar nave	247	0,60	41,2
Resultante R4	Segundo pilar nave	194	0,60	32,3
Resultante R5	Pilar sotocoro	305	1,15	26,5
Resultante R6	Pilastra portada	559	7,04	7,9
Resultante R7	Machón pórtico	391	9,62	4,1

Sección 1

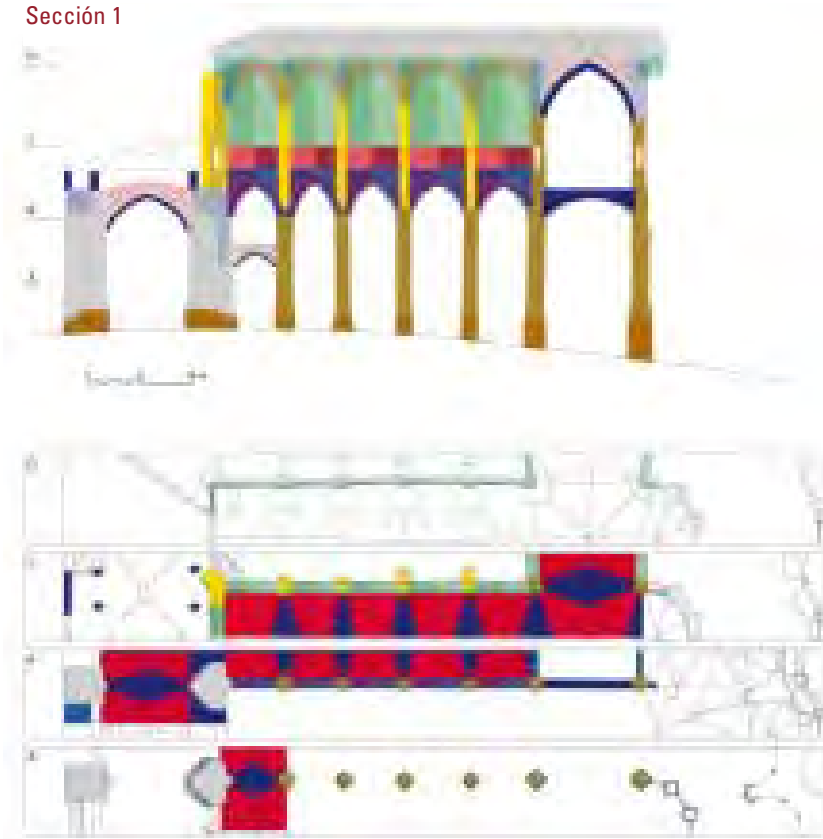


Imagen 465. Evaluación de cargas

En los pilares las tensiones son de mayor magnitud, pero siguen dentro de unos valores característicos para las fábricas. Sin embargo, como sucede en los arcos, donde el empuje no se situará en el punto medio de la sección, produciendo una distribución triangular de las tensiones, en el apoyo de los pilares también tendremos una distribución no uniforme –triangular o trapezoidal– en función de la excentricidad de la carga respecto al centro de la sección resistente del cimientto. Esta asimetría en las tensiones podría llegar a provocar un máximo de tensión de 85 kg/cm^2 en el cuarto pilar de la nave, si bien en éste la excentricidad no es tan fuerte como para ello. Sí lo es en el pilar del crucero, donde la tensión máxima estará en el borde más oriental –a la derecha del dibujo– y alcanzará los 85 kg/cm^2

En los machones de portadas y pórticos, las tensiones son muy pequeñas, lo que era de esperar dada la enormidad del tamaño de sus secciones.

Evaluación de la sección

Destacamos los siguientes aspectos:

- La sucesión de arcadas y pilares que separan las naves norte y centro –y por simetría básica, los de las naves sur y centro– se encuentra muy bien equilibrada, con resultantes poco inclinadas y sin gran excentricidad al descargar en el cimientto.
- El pilar extremo de la serie, en el crucero, tiene una resultante inclinada y excéntrica que ha provocado su giro por diferencia de tensiones entre una cara y otra de la sección del cimientto.

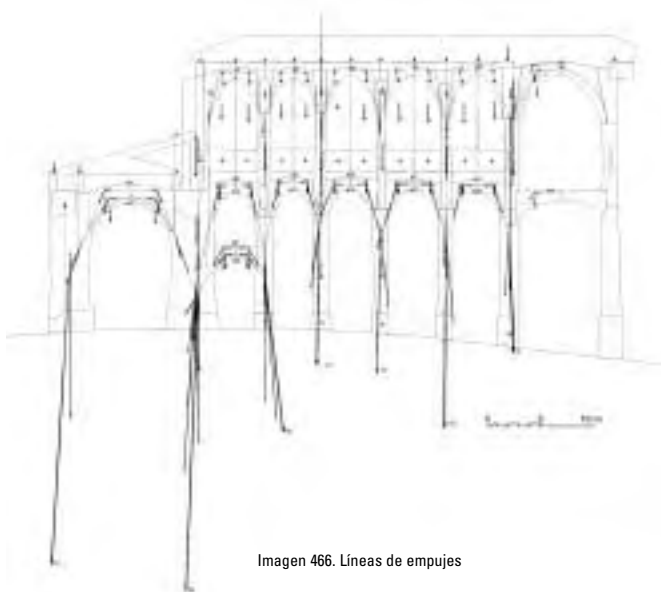


Imagen 466. Líneas de empujes

Resultantes

R1 = 227,6 to
R2 = 254,6 to
R3 = 247,4 to
R4 = 193,8 to
R5 = 304,8 to
R6 = 559 to
R7 = 390,6 to

Empujes

e 1 = 2 to
e 2 = 2,2 to
e 3 = 2,2 to
e 4 = 2,6 to
e 5 = 2,4 to
e 6 = 5,2 to
e 7 = 7,6 to
e 8 = 2 to
e 9 = 1,6 to
e 10 = 2 to
e 11 = 2,4 to
e 12 = 2,6 to
e 13 = 9,2 to
e 14 = 10,4 to
e 15 = 13,4 to
e 16 = 11,2 to
e 17 = 9,4 to
e 18 = 15 to
e 19 = 20,6 to
e 20 = 16,8 to
e 21 = 17,8 to
e 22 = 11,8 to

Sección 6

Transversal por el cuerpo de las naves de los pies entre el primero y el segundo tramos. En ella se encuentran los puentes extensométricos que acusan ciertas elongaciones y acortamientos cíclicos con una errática tendencia a abrirse en la nave lateral norte y sin tendencia ninguna en la nave sur; se construyeron contrafuertes de fábrica en la parte alta de la nave apoyando en los rellenos de la bóveda lateral y a través de éstos en los riñones del perpiaño; se sustituyeron bóvedas de madera por otras de piedra y se cambió el sistema de las cubiertas; se abrieron dos enormes capillas, cimentadas incorrectamente, a los lados de las naves laterales; se luchó contra la ruina introduciendo uno de los arcos codales; y se redujo la capacidad de la sección en la última restauración sustituyendo este arco por dos cuartetos de tirantes anclados en las cabezas de los pilares y en el exterior de la iglesia.

Se ha de revisar cómo la línea de empujes sorteaba el triforio, se transmite a través de los rellenos y el perpiaño hasta llegar al pilar, en cuya cabeza se anclan los tirantes que podrían contribuir a reducir la componente horizontal. Y la dirección y magnitud del empuje sobre el cimiento y el terreno.

Observaciones

La sección transversal "típica" de la Catedral nos muestra de una manera clara y precisa uno de los principales problemas padecidos por ésta: la descarga de los empujes de las naves altas sobre los senos de las bóvedas y los riñones de los arcos perpiaños más antiguos.

En efecto, a ambos lados de la sección se aprecia cómo los contrafuertes que apean esos empujes descansan en los perpiaños de las naves laterales. Conducido por estos contrafuertes, el peso y el empuje de las bóvedas y de las cubiertas viene

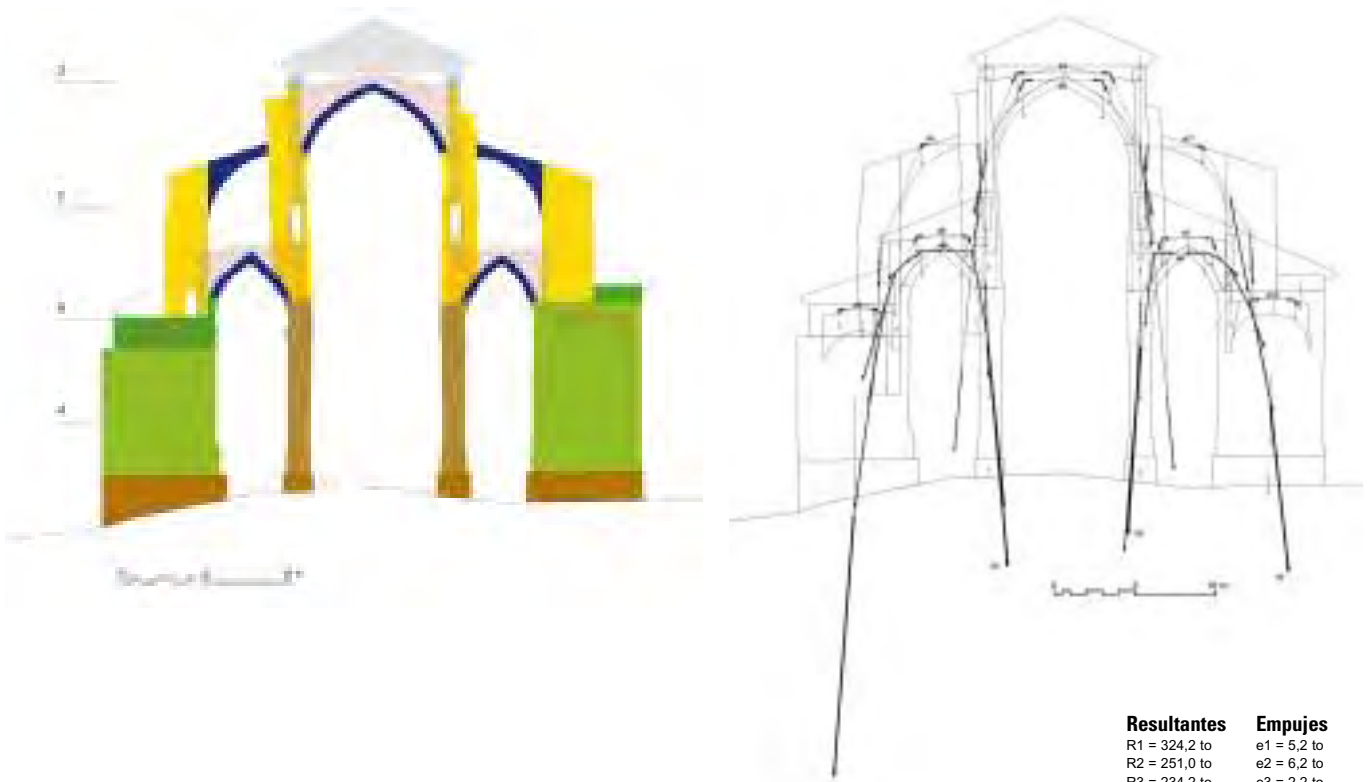
dirigido a cortar el arco a la mitad del desarrollo de su mitad más cercana al eje de la nave, aproximadamente a un tercio del desarrollo de la parte adovelada del arco y fuera de la vertical de los voladizos sucesivos del *tas de charge*.

En esa intersección del empuje superior con el arco lateral la línea de empujes ha de forzarse mucho para conseguir que entre dentro de la sección resistente de las primeras dovelas. Eso provoca un gran empuje en la clave de ese arco que se transmitirá a la parte baja del contrafuerte exterior –botarel– para reunirse allí con el peso de éste y los de los muros de cierre de la nave norte, así como con la variedad de configuraciones de masas provocada por las distintas capillas introducidas históricamente. Ese mismo empuje desviará notablemente la resultante hacia el pilar, que entrará en la sección de arranque de éste muy excéntrica, casi en el borde de la sección resistente.

El sistema de empujes así formado exige la anómala deformación que ha sufrido el semiarco perpiaño interior, perdiendo curvatura por el enorme esfuerzo de "flexión" que padece y provocando el giro de las dos secciones en que apoya: al exterior, el otro semiarco, que verá cómo se levanta y gira su dovela de clave y ganará curvatura para adaptarse a ese giro; al interior, el pilar de la nave se desplomará hacia el eje de la iglesia como consecuencia de la asimetría de las tensiones en el cimiento –como se explica en el capítulo de mecánica de la estructura–.

En relación a la existencia antigua del arco codal y su muy reciente desaparición, podríamos decir, como en la sección 1 anterior, que efectivamente debió tener un efecto "centrador" de las resultantes en el pilar –como aún lo tiene en esa otra sección– pero que no es imprescindible para el equilibrio de la sección, aunque sí favorecería

Sección 6



Resultantes	Empujes
R1 = 324,2 to	e1 = 5,2 to
R2 = 251,0 to	e2 = 6,2 to
R3 = 234,2 to	e3 = 2,2 to
R4 = 206,0 to	e4 = 3,0 to
	e5 = 3,0 to
	e6 = 27,6 to
	e7 = 4,6 to
	e8 = 19,4 to
	e9 = 1,6 to
	e10 = 4,8 to
	e11 = 3,0 to

Imagen 467. Líneas de empujes

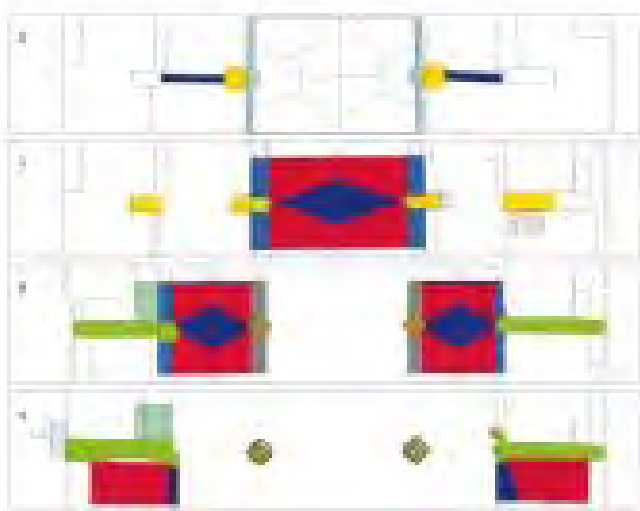


Imagen 468. Evaluación de cargas

mucho al comportamiento del cimientado de los pilares, más compresibles que este mismo por su técnica constructiva menos cuidadosa.

Por su parte, los tirantes metálicos dispuestos en sustitución de los arcos codaless, quedó ya dicho en el capítulo de evolución histórica que no debemos contar con ellos en el cálculo porque su pobre anclaje los hace muy ineficientes. En todo caso, es la lectura de los datos de monitorización de los extensómetros dispuestos en esos tirantes la que dice que la propia catedral “prescinde” de utilizarlos para su equilibrio –pues parecen no estar cargados– y, sobre todo, moverse a destiempo respecto a los desplazamientos cíclicos que sufre el edificio, lo que indica que los anclajes no son capaces de transmitir los movimientos del edificio a los tirantes metálicos. En el análisis gráfico hemos prescindido de los tirantes, a pesar de que haberlos incorporado al funicular nos habría permitido centrar tanto la resultante en el pilar como el empuje transmitido al botarel exterior.

Esfuerzos y tensiones obtenidos

Como en los casos anteriores, (ver cuadro inferior) con los valores de resultantes y empujes obtenidos y su conversión en tensiones de trabajo en los puntos principales de la estructura.

Como en las anteriores secciones, se comprueba la reducida tensión de trabajo de los arcos, siempre por debajo de 6 kg/cm². Es de destacar en este sentido el comportamiento de los arbotantes, con tensiones que apenas alcanzan 1 kg/cm². En el capítulo de mecánica de la estructura que sigue a éste se analiza la consecuencia de esta baja tensión de trabajo –habitual en esta clase de elementos estructurales– en relación sobre todo con los empujes del viento que serán sumados o restados a este empuje, provocando inestabilidades locales y temporales.

En cuanto a los arranques de los muros sobre los cimientados, se ve otra vez una concentración de esfuerzos y tensiones en los pilares de la nave mientras que los elementos exteriores, botareles y muros medianeros de las capillas, tienen un gran área de reparto y suficiente altura como para difundir el empuje haciendo que las tensiones en la parte inferior se reduzcan muchísimo.

En las bases de los pilares tendremos, por tanto, tensiones máximas del orden de 42 kg/cm² que, debido a la excentricidad de la resultante, producirán un diagrama de tensiones triangular con un máximo de 85 kg/cm² en la cara del pilar que da al eje de la nave. Esta tensión máxima ya alcanza el valor del 10% de la resistencia estimada del material, si bien, como explicamos en el

Designación	Elemento constructivo	Esfuerzo (toneladas)	Superficie (m ²)	Tensión de trabajo (kg/cm ²)
Empuje e1	Arco ojivo superior	5,2	0,16	3,3
Empuje e2	Arco perpiaño superior	6,2	0,36	1,7
Empuje e7	Arco ojivo nave lateral	4,6	0,25	1,8
Empuje e6	Arco perpiaño norte	27,6	0,36	7,7
Empuje e8	Arco perpiaño sur	19,4	0,36	5,4
Empuje e3	Arbotante norte	2,2	0,40	0,6
Empuje e11	Arbotante sur	3,0	0,40	0,8
Resultante R1	Botarel-capilla norte	324	8,37	3,9
Resultante R2	Pilar norte nave	251	0,60	41,8
Resultante R3	Pilar sur nave	234	0,60	39,0
Resultante R4	Botarel-capilla sur	206	5,67	3,6

capítulo de evolución, la falta de ensayos y posibles comparaciones con otras experiencias nos impide evaluar la tensión admisible por la fábrica, que será siempre menor que la correspondiente a la piedra sana.

Evaluación de la sección

El resumen que cabe hacer de las anteriores observaciones remarca los siguientes puntos:

- La sobrecarga de los riñones de los arcos perpiaños de las naves laterales produce una de las más fuertes deformaciones que se encuentran en la Catedral, que compromete al propio arco, haciéndole perder curvatura, y sobre todo al pilar de la nave y al contrafuerte sobre éste. El pilar se inclinará hacia el interior por asiento diferente de la parte del cimientado más comprimida; el contrafuerte –y con él todo el muro superior y las bóvedas de la nave central– girará hacia el exterior.
- El gran empuje que se produce en el arco perpiaño inferior obligará a ganar curvatura a la semisección exterior del mismo y a transmitir esfuerzos a través de los rellenos de sus senos traseros hasta los botareles exteriores, con el problema de la inconsistencia constructiva de esos rellenos.
- Los botareles y arbotantes estarán poco cargados pero contribuirán grandemente al equilibrio de la estructura al compensar los grandes empujes de las naves laterales, pero no por su incidencia directa sobre la nave central.

Sección 3

Alzado interior del muro de cierre occidental del transepto. En esta parte se produce también el asiento lateral del triforio con el escalonado típico de su balaustrada; se encuentran dos arcos, los de embocadura de las naves laterales, que no tienen, hacia la nave central, contrarresto alguno; se produce además una flexión contra el

plano del muro por el adelanto de los pilares del crucero, con la consiguiente excentricidad de los empujes debidos al perpiaño de embocadura de la nave central desde el transepto; se abrió la portada de Santa Ana que es un arco formado por grandes arquivoltas y cuajado interiormente por placas de piedra decoradas sin rigidez alguna; se impidieron los movimientos de las cabezas de los pilares con la introducción de otro arco codal; en el lado sur encontramos además el muro de la capilla de los Reyes cuya semirruina provocó el “pleito del Crucero” y que más tarde se reforzó con un rechapado que descansa sobre rellenos del suelo; se reforzó el muro norte con un gran machón en la misma época; se abrieron en el tramo extremo del norte dos vanos, uno sobre otro, para dar entrada a la sacristía de Beneficiados, más una ventana sobre ellos (luego cegada) que también menguan la sección; y nuevamente se debilitó la sección sustituyendo el arco codal por dos haces simétricos de cuatro tirantes de acero muy deficientemente anclados sobre las pilastras del ángulo entre las naves laterales y el transepto.

Se trata de comprobar cómo se transmiten los esfuerzos “sorteando” todos esos arcos no contrarrestados, vanos mal abiertos, arcos codales eliminados, triforios deformados, etc; cómo se comportan los dos pilares “exentos” a la hora de transmitir los empujes debidos al peso de los grandes muros que descargan en los arcos de embocadura de las naves; cómo se pasan las cargas a través del triforio; y cómo se llega hasta un cimientado, que sabemos formado por un muro continuo, atravesando tantas “discontinuidades”.

Observaciones

Como ya vimos en la sección 1, muy parecida a ésta al mostrar los dos niveles de arcos y bóvedas de la iglesia, los empujes

Sección 3

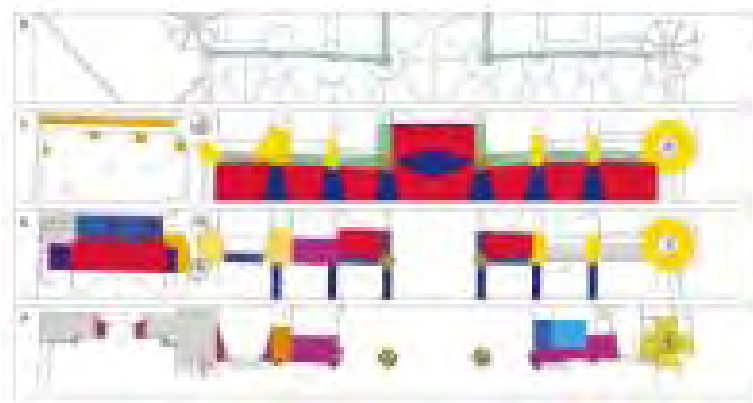
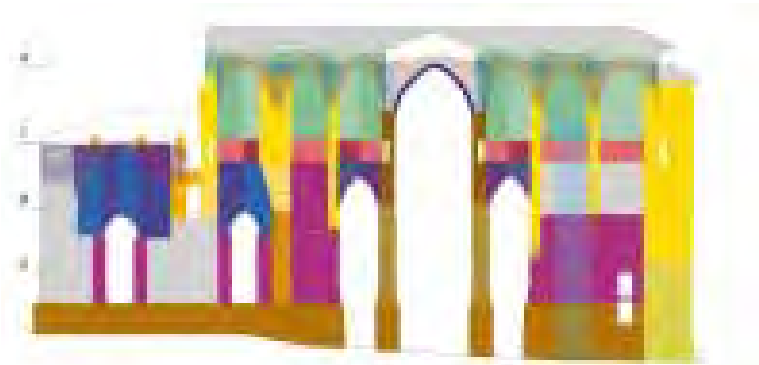


Imagen 469. Líneas de empujes

Resultantes

R1 = 445,8 to
 R2 = 259,2 to
 R3 = 267,8 to
 R4 = 338,2 to
 R5 = 474,2 to
 R6 = 453,4 to
 R7 = 182,8 to
 R8 = 259,6 to
 R9 = 273,0 to
 R10 = 234,6 to
 R11 = 667,1 to
 R12 = 113,6 to
 R13 = 423,5 to
 R14 = 653,0 to

Empujes

e1 = 2,2 to
 e2 = 1,8 to
 e3 = 1,8 to
 e4 = 3,8 to
 e5 = 6,2 to
 e6 = 1,8 to
 e7 = 1,8 to
 e8 = 2,4 to
 e9 = 7,2 to
 e10 = 2,4 to
 e11 = 21,6 to
 e12 = 2,2 to
 e13 = 21,8 to
 e14 = 53,2 to
 e15 = 44,4 to

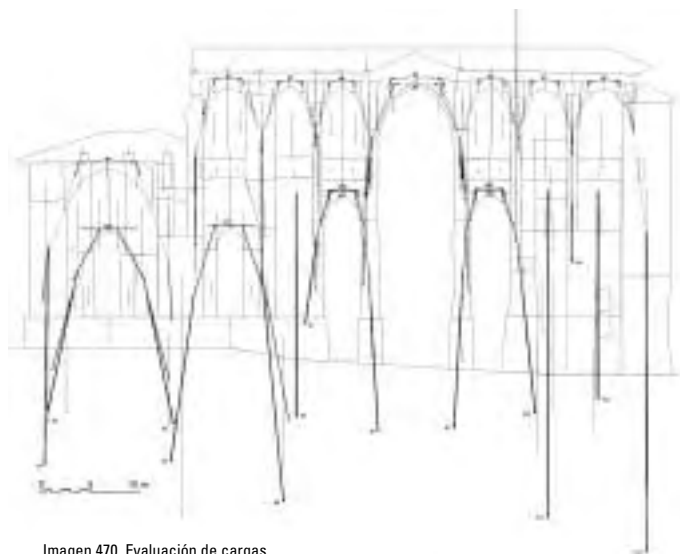


Imagen 470. Evaluación de cargas

de las bóvedas altas están perfectamente contrarrestados unos con otros dando resultantes verticales en todos sus apoyos excepto los de los pilares del crucero, donde la mayor luz de la nave central provoca un aumento de los empujes laterales y una inclinación de la resultante superior tendente a abrir los pilares por su extremo superior. Esta deformación no se produce porque estos pilares tienen ese movimiento completamente coaccionado por la gran masa de los muros de cierre de las naves altas, que los soportan lateralmente.

Más abajo, sin embargo, ya no se produce la sucesión de arcos y bóvedas, encontrándose sólo la testa de las naves laterales asomando a la del transepto. Y en estas bóvedas y arcos diafragma, no contrarrestadas hacia el eje de la nave central, se genera un empuje de gran magnitud debido al peso del muro de cierre que apoya en el arco.

Ese empuje es tan grande como para invertir la inclinación de la resultante superior, dirigiendo la resultante final hacia el eje de la nave central, si bien sobre este plano, la resultante no acusa excentricidad apreciable en el punto de apoyo sobre el cimiento. Este equilibrio tan bien conseguido entre los empujes superior e inferior tiene su premio en la mínima inclinación hacia el interior de la nave central de estos dos pilares del crucero, que aparecen prácticamente verticales –véase el capítulo de estudio de lesiones y deformaciones–.

El arco codal desmontado entre los dos arcos de las naves habría tenido, como los anteriormente vistos, un efecto de reducción del empuje de la nave lateral en la cabeza del pilar del crucero. Sin embargo, la resultante final no habría diferido mucho en su dirección dada la pequeña entidad del empuje provisto por el codal. El efecto de este arco codal sería más de equilibrio

local del punto de entrada del arco diafragma de la nave que de equilibrio global de la estructura.

El contrarresto simétrico de ese empuje de las naves laterales se transmitirá a los muros de cierre del transepto, que son medianeros con las capillas de los Reyes –al sur, izquierda de la sección y detrás del plano de ésta– y de Santa Victoria –al norte, derecha de la sección–. En ambas capillas se producen históricamente obras –la apertura de las mismas capillas, en realidad– que suponen un corte de esa línea de empujes. En el caso de la de los Reyes, enorme, se cortarían dos líneas de empuje, la que en esta sección se muestra sobre el muro del transepto, y la perpendicular a esta sección –sobre la sección 12, no estudiada en detalle–, corte más grave porque afecta al apoyo del contrafuerte superior. Esto se explica en la sección 11 que sigue, aplicado a la capilla de Santa Victoria, que tiene el mismo efecto.

El resultado de esos cortes de las líneas de descarga de los muros y bóvedas superiores será una amenaza de ruina completa del crucero que degenerará en pleito –según se explica en la memoria histórica– y en la eliminación de la capilla y reconstrucción del muro de la capilla de los Reyes. En la de Santa Victoria se producirá un sistema de grietas muy importante, posteriormente reparado.

A la derecha de la sección –brazo norte del transepto– se ve cómo el resto de las cargas descienden prácticamente en vertical hasta el cimiento, sin combinarse unas con otras por la inexistencia de empujes por debajo de los de las bóvedas, que se compensan perfectamente. En el extremo del transepto aparece la gran torre de escalera que funciona como contrafuerte para contener el último empuje de esas bóvedas.

A la izquierda –brazo sur del transepto– ese mismo efecto lo produce el contrafuerte sobre la torre escalera sur, más esbelto y menos pesado que el norte y que por ello acusa más la inclinación de la resultante debida al empuje. Aun así, éste es casi vertical hasta encontrar al que procede de la portada de Santa Ana, donde el muro de cierre superior se apea mediante la gran estructura de arquivoltas que la enmarcan. Unidos los dos empujes darán una resultante con acusada inclinación pero que no dará problemas de excentricidad en su descenso porque lo hace a través de un muro continuo –el cierre del proyecto de Alfonso VIII– de gran espesor y consistencia, perfectamente capaz de difundir las tensiones hasta llegar a su base en la roca.

El empuje de esa portada, hacia el norte vendrá a apearse en el menguado machón decimonónico, que verá comprometida lateralmente su estabilidad también según esta dirección norte-sur. Aunque la resultante del peso del machón superior y el empuje de las arquivoltas viene a caer en la sección inferior del machón, lo cierto es que sabemos –ver capítulo de inspección endoscópica de las fábricas– que esa

parte se encuentra muy deteriorada por la obra de reconstrucción de la jamba norte de la portada.

Por último, más al sur está la fachada oeste de la capilla de Santiago, en cuya portada las arquivoltas también producirán fuertes empujes laterales dado el gran peso del muro que han de soportar –cierre de la muralla de la ciudad–. Pero también esos empujes se centrarán gracias al resto del peso de la fachada y se difundirán en la gran masa del cimiento antes de llegar al suelo.

Esfuerzos y tensiones obtenidos

En el cuadro inferior se muestran los principales valores característicos de la sección.

Las tensiones en los arcos son también pequeñas, no sobrepasando los 6kg/cm², valor nuevamente obtenido en un arco que ha de soportar todo el muro de cierre de la nave superior –en este caso, la del transepto–.

En cuanto a las tensiones en las resultantes, también se constata que las mayores se dan en los pilares del crucero, donde se concentran cargas medianas en secciones pequeñas, mientras que no son grandes en los elementos que funcionan

Designación	Elemento constructivo	Esfuerzo (toneladas)	Superficie (m ²)	Tensión de trabajo (kg/cm ²)
Empuje e4	Arco ojivo superior	3,8	0,16	2,38
Empuje e5	Arco perpiño superior	6,2	0,36	1,72
Empuje e12	Arco ojivo nave lateral	2,2	0,25	0,88
Empuje e13	Arco diafragma n. lateral	21,8	0,36	6,06
Empuje e15	Arquivoltas Santa Ana	44,4	1,80	2,47
Empuje e14	Arquivoltas Santiago	53,2	1,21	4,40
Resultante R1	Contrafuerte Santiago	446	11,10	4,02
Resultante R3	Jamba norte Santiago	268	9,12	2,94
Resultante R5	Contrafuerte Santa Ana	474	4,50	10,53
Resultante R9	Pilar norte crucero	273	1,10	24,82
Resultante R10	Machón-muro S.Victoria	235	1,94	12,11
Resultante R13	Muro cierre transepto	423	6,72	6,30

como grandes masas autoportantes, esto es, los contrafuertes y los muros de cierre, especialmente los que formaron parte de la muralla, como el del transepto norte, en el que las tensiones son de entre 6 y 7 kg/cm².

En los pilares del crucero esa mayor entidad de las tensiones, sumada a una posible excentricidad nos daría otra vez un valor extremo de 50 kg/cm². Sin embargo, en esta sección, como explicamos más arriba, la resultante llega casi centrada a la base del pilar y no provoca giros de éste por concentración de tensiones en una de las caras del cimientado.

Evaluación de la sección

Como puntos importantes en el análisis de esta sección se han de destacar los siguientes:

- Los empujes producidos sobre los pilares del crucero, debidos a las bóvedas de la nave central y de las laterales más bajas, se contrarrestan mutuamente dando una resultante bien centrada que no ha de provocar importantes giros del pilar, extremo éste que es posible de constatar con el análisis del modelo fotogramétrico que se realiza en el capítulo correspondiente, dedicado al estudio de las deformaciones.
- En el contrafuerte de Santa Ana se produce un empuje lateral aplicado en la base de la zona que fue semidesmontada para la restauración de la jamba norte.
- Los pesos propios de elementos murarios masivos no producen importantes tensiones en el cimientado, siendo, sin embargo, fácilmente conducidos al terreno.

Sección 11

Muro de cierre de la nave norte y arco entre el tramo inmediato al crucero y el intermedio del brazo norte del transepto, interesando el pilar de embocadura del deambulatorio. Se produce una combinación de los

fenómenos anteriores: en este pilar del deambulatorio carga un contrafuerte de gran canto sobre el perpiño; desconocemos cómo está cimentado este pilar y podemos suponer, bien que lo hace sobre un muro continuo, bien que lo hace sobre un tambor cilíndrico como los del presbiterio –dibujado en la sección por ser la hipótesis más desfavorable–; se encuentra el muro de cierre con una sucesión de capillas mal abiertas en su base, hasta llegar a la de Santa Victoria y el consiguiente destrozo en la pilastra de esquina con el transepto; se encuentra ahora esta pilastra con unas fisuras que la desgajan del muro; se intenta contener los desplazamientos de la pilastra de esquina del transepto y de la de entrada al deambulatorio mediante otro arco codal, todavía existente; se “apea” la pilastra de esquina con un gran sepulcro decorado.

Los problemas a estudiar ya repiten los de secciones anteriores en otra combinación: conducción de esfuerzos a través de las sucesivas alteraciones de la fábrica; transmisión de los empujes por la pilastra y el pilar; eficacia del arco codal; cimientado de la cabecera.

Observaciones

De izquierda –oeste– a derecha –este– de la sección, podemos hacer las siguientes apreciaciones:

En la zona del pórtico los empujes de las bóvedas son transmitidos a los machones occidentales y a las grandes pilas-jambas de las portadas de la Catedral sin ningún problema de grandes excentricidades de las resultantes, gracias a la gran sección resistente y al gran peso propio de esos machones y pilas.

En la sucesión de arcos y bóvedas de la nave lateral sur estudiada aquí, los empujes aplicados en los botareles exteriores vienen a dar una resultante prácticamente vertical en todos los casos.

Sin embargo, en la sucesión de los arcos de las capillas encastradas en el muro de cierre sur, los problemas son variados. Bajo el coro, la falta de una capilla con su arco de descarga en el muro hace que el empuje de la capilla siguiente –tramo segundo desde los pies– descentre la resultante notablemente, produciendo probablemente en el machón una concentración de tensiones en la cara occidental. Sin embargo, la propia rigidez lateral del muro de cierre del sotocoro impide el giro del machón ante ese empuje no contrarrestado.

El siguiente machón se encuentra equilibrado gracias a la simetría de los arcos de las dos capillas que lo flanquean –tramos segundo y tercero–. Los problemas difíciles empiezan cuando la primitiva capilla del tramo cuarto, que debía ser también apuntada y estrecha como las anteriores, es desmontada y ampliada con un gran arco de embocadura de medio punto y una cúpula vaída para cubrir la nueva capilla de la Concepción. Este arco, más alto y rebajado, producirá mayores empujes que el apuntado colateral, dando una resultante muy excéntrica en el machón. Hacia el otro lado el problema es más complicado, y lo explicamos a partir de la nave del transepto.

En efecto, cuando se construye la iglesia, esta nave alta se apea mediante un contrafuerte construido sobre el muro de cierre de la nave sur. El diagrama muestra el descenso lógico de la línea de cargas por ese contrafuerte y a través del muro de cierre hasta encontrarse con la pequeña capilla de Santa Victoria. Pero al abrir ésta, la línea de empujes se corta y debe ser reconducida por los arcos-bóvedas de cañón apuntado hacia los dos machones que flanquean la capilla.

Esos empujes de descarga de la capilla se sumarán, en el lado izquierdo –oeste– con los ya de por sí bastante desequilibrados de

la también nueva capilla de la Concepción, dando una resultante con fuerte inclinación hacia el oeste que malamente se conduce a través del machón; en el lado derecho –este– nos encontramos con la nave del transepto y el arco diafragma que abre a éste la nave lateral. Este arco con los pesos de muros de cierre que descarga, más el codal del transepto, darán una resultante que también malamente es capaz de centrar el empuje de la descarga de Santa Victoria. Además, sobre las dos capillas así abiertas se producirán empujes horizontales de gran magnitud.

Como se explica al hablar de la evolución constructiva de la catedral, la apertura de esta capilla, junto a la de los Reyes y los arcosolios de las capillas del transepto sur serán las obras más perjudiciales para la estructura de todas las acometidas durante su larga vida de más de quinientos años. En esta sección 11 y en la anterior sección 23 se muestra el efecto que la descarga de esas aperturas produce sobre las líneas de descenso de las cargas.

Por último, en el lado derecho –este– de la sección se produce otra vez el efecto de descarga del arco perpiño de la nave lateral –de capillas del transepto y deambulatorio– en el que viene a descargar el contrafuerte del cuerpo superior con una resultante de cargas y empujes que actúa sobre el centro del semiarco izquierdo. El efecto de esta carga puntual en el arco se explicó para la sección 6 y es enteramente igual en esta parte de la Catedral.

Y también como en la sección 6, esa carga puntual provocará un empuje en la cabeza del pilar que, transmitido al cimientto junto a los pesos de los muros y arcos de cierre superiores, dará una resultante inclinada y muy descentrada respecto a la sección de la base del pilar, lo que otra vez provocará el giro de éste.

Sección 11

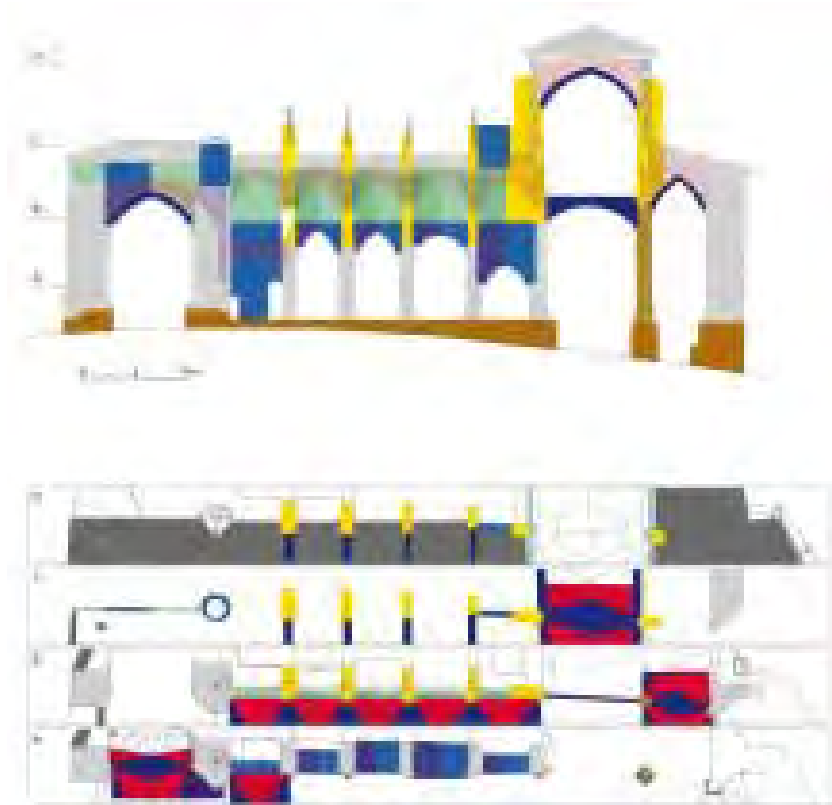


Imagen 471. Líneas de empujes

Resultantes Empujes

R1 = 394,2 to	e1 = 5,4 to
R2 = 541,4 to	e2 = 11,8 to
R3 = 295,8 to	e3 = 8,2 to
R4 = 283,0 to	e4 = 22,0 to
R5 = 372,4 to	e5 = 3,4 to
R6 = 413,0 to	e6 = 2,4 to
R7 = 484,4 to	e7 = 3,0 to
R8 = 295,8 to	e8 = 3,4 to
R9 = 442,4 to	e9 = 3,2 to
	e10 = 8,0 to
	e11 = 3,6 to
	e12 = 37,8 to
	e13 = 10,4 to
	e14 = 30,8 to
	e15 = 29,2 to
	e16 = 59,6 to
	e17 = 201,4 to

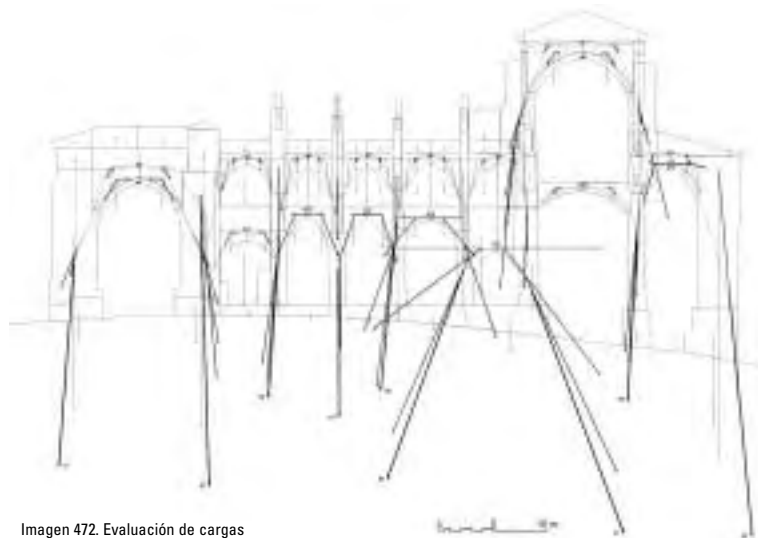


Imagen 472. Evaluación de cargas

Designación	Elemento constructivo	Esfuerzo (toneladas)	Superficie (m ²)	Tensión de trabajo (kg/cm ²)
Empuje e1	Arco ojivo superior	5,4	0,16	3,38
Empuje e2	Arco perpiaño superior	11,8	0,36	3,28
Empuje e8	Arco ojivo nave lateral	3,4	0,25	1,36
Empuje e14	Arco-bóveda capilla	29,2	0,85	3,44
Empuje e16	Arco capilla Concepción	59,6	0,22	27,09
Empuje e17	Arco capilla Sta. Victoria	201	0,75	26,80
Empuje e12	Arco perp.deambulatorio	37,8	0,32	11,81
Resultante R4	Machón tramos 2º-3º	283	3,36	8,42
Resultante R6	Machón tramos 4º-5º	414	2,20	18,82
Resultante R7	Machón transepto	484	2,20	22,00
Resultante R8	Pilar deambulatorio	296	0,80	37,00
Resultante R9	Muro exterior, muralla	442	9,70	4,56

Esfuerzos y tensiones obtenidos

Presentamos aquí otro cuadro con los principales valores característicos de la sección.

Las tensiones en los arcos, como en las secciones anteriores, no sobrepasan los 3,5 kg/cm², a excepción de los dos arcos de las capillas de la Concepción y Santa Victoria, donde las tensiones llegan a los 27 kg/cm², o al doble en la cara del trasdós de las dovelas si se ha de producir una distribución triangular de las tensiones en la sección. Con todo, son valores perfectamente admisibles para una roca de construcción normal, pues siguen por debajo del décimo de la resistencia a compresión de la roca sana ensayada en laboratorio.

En cuanto a las resultantes, otra vez se puede observar que son los pilares exentos –en este caso el del deambulatorio– los que sufren las mayores tensiones a pesar de no soportar los mayores esfuerzos. Estos se dan, lógicamente, en los elementos más masivos, como machones y muralla exterior, donde a cambio toda la sección del muro llega hasta el cimiento, transmitiendo unas tensiones de rangos muy pequeños –en general por debajo de 15-25 kg/cm²–.

Evaluación de la sección

Los puntos más remarcables son los siguientes:

- La apertura de las capillas laterales, espe-

cialmente la de Santa Victoria y, en menor medida, la de la Concepción, provoca un reacomodo de las líneas de descenso formando arcos de descarga sobre los vanos de entrada en las capillas y, en consecuencia con los fuertes empujes que se producen en estos arcos de descarga, unos sistemas de fisuras graves en las zonas de machones o muros en que descargan.

- El pilar exento del deambulatorio se comporta bastante bien a pesar de la fuerte componente esviada de la resultante que transmite. Esto podría significar que su cimiento es de mejor calidad que el de los pilares de la nave central, quizá incluso un muro completo unido al cimiento de la girola y la muralla exterior –como apuntamos en el capítulo de evolución de la estructura–.

- El arco sobre este pilar sufre la carga puntual del contrafuerte superior y se deforma perdiendo su curvatura.

Designación	Elemento constructivo	Esfuerzo (toneladas)	Superficie (m ²)	Tensión de trabajo (kg/cm ²)
Empuje e1	Arco ojivo superior	2,6	0,16	1,62
Empuje e2	Arco perpiaño superior	6,4	0,36	1,78
Empuje e4	Arco ojivo nave lateral	6,6	0,25	2,64
Empuje e3	Arco codal transepto	10,6	0,70	1,51
Resultante R1	Muro de cierre oeste	407	3,41	11,94
Resultante R2	Muro y machón oeste	554	8,40	6,60
Resultante R3	Pilastra transepto	475	1,45	32,76
Resultante R4	Muro exterior –muralla–	612	16,24	3,77

Sección 24

Tramo anterior hacia el norte de la nave del transepto, interesando hasta el muro de cierre exterior de la capilla de la Concepción. Se producen problemas similares a los de la sección 23: un giro de la pilastra que se trata de evitar con el arco codal; el giro progresa en la parte alta y se introduce el contrafuerte decimonónico; por último, como obra menor, se completa el refuerzo de la semisección occidental con el murete tardío.

Los problemas a estudiar son la estabilidad de la semisección oeste, con los posteriores refuerzos de machón y murete. Además, en la semisección de levante se produce un desgajamiento de la pilastra respecto al muro medianero de las capillas por efecto del empuje de las bóvedas de éstas. La transmisión al suelo no debe tener problemas por la continuidad del cimiento en toda la sección.

Observaciones

En la semisección este –derecha– se observa cómo las cargas de los muros de cierre superiores y de las bóvedas del transepto no llegan a incidir en la sección principal del muro medianero de las capillas. Esto provoca una concentración de los esfuerzos en la zona cercana a la pilastra de testa de ese muro que se desgajará de él formando un sistema de fisura que ya hemos descrito –ver capítulo de estudio de las deformaciones–.

En la otra mitad de la sección, hacia el oeste –izquierda–, la línea de empujes desciende a través del machón y el muro antiguo –muralla– bajo el contrafuerte superior. Debido probablemente a la homogeneidad y continuidad que tienen las fábricas de estos machones y muros, no se produce el mismo efecto de desgajamiento que en la otra semisección.

Esfuerzos y tensiones obtenidos

Presentamos en este apartado el último cuadro con los valores característicos de las tensiones en la sección.

Las tensiones en los arcos se encuentran en los mismos rangos observados en secciones anteriores, por debajo de 5 kg/cm², al igual que las tensiones resultantes en los elementos masivos, muros y machones, donde se llega sólo hasta 12 kg/cm².

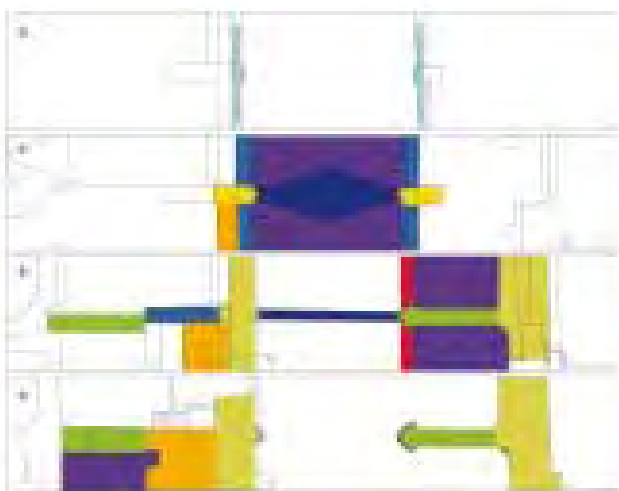
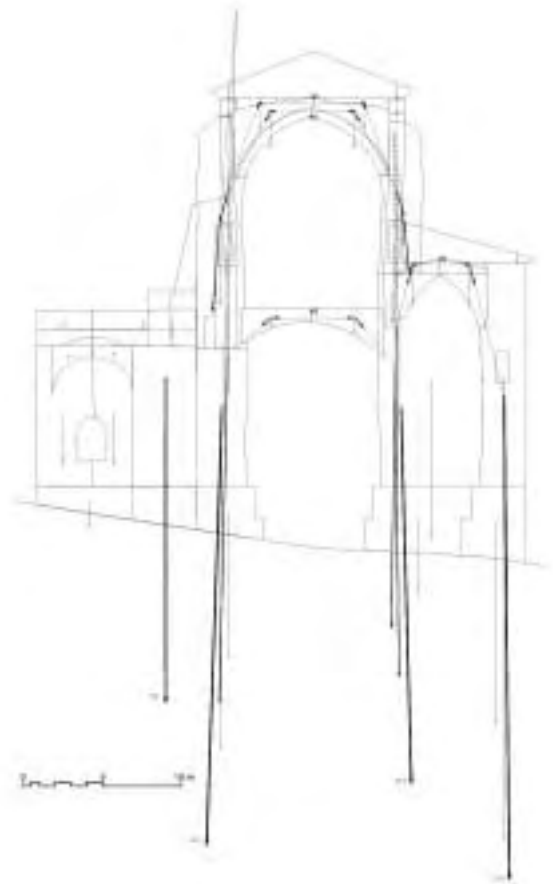
Y nuevamente también, la tensión más alta se obtiene al considerar a la pilastra del muro medianero de las capillas del transepto como un “pilar” aislado debido a la fractura que de hecho lo separa prácticamente del resto de ese muro. Aquí se alcanza una tensión estimada de casi 33 kg/cm².

Evaluación de la sección

Sólo se detecta un problema de importancia:

- La concentración de esfuerzos sobre la pilastra del transepto entre las capillas del brazo norte ha provocado su desgajamiento y podría provocar su fallo por pandeo lateral una vez que ha quedado suelta y se comporta como un pilar pero sin la compacidad constructiva que éste tiene.
- La mayor parte de ese esfuerzo concentrado en la pilastra no procede de la sección considerada sino de la perpendicular a ella –sección 4, no considerada en detalle– que carga todos los muros de cierre del transepto y la sucesión de arcadas que dan acceso desde éste a las capillas orientales, al deambulatorio y al presbiterio.

Sección 24



Resultantes	Empujes
R1 = 406,6 to	e1 = 2,60 to
R2 = 554,2 to	e2 = 6,40 to
R3 = 475,2 to	e3 = 10,6 to
R4 = 611,6 to	e4 = 6,60 to

Imagen 473. Evaluación de cargas

Imagen 474. Líneas de empujes

g. Conclusiones

Del análisis de los funiculares que se han presentado se desprende una serie de conclusiones que vuelven a incidir en los mismos problemas ya detectados mediante los otros análisis estructurales practicados:

- Los pilares de las naves, el crucero y el deambulatorio, es decir todos los que están exentos en la planta de la Catedral, son los que soportan mayores tensiones de trabajo al transmitir las cargas que soportan dentro de la estructura. Además, en todos ellos las resultantes tienen alguna componente horizontal que hace que se descentren en su aplicación al cimiento y provoquen en éste asentamientos diferentes y consecuentes giros de toda la estructura. Aparecen en la Catedral como los miembros más deformados.
- Esa deformación máxima se transmite cambiada de signo a las partes altas de la catedral, donde los empujes no son muy grandes y están bien transmitidos por los contrafuertes. Sin embargo se abren porque sus resultantes descargan "en vacío" sobre los vanos de los arcos que a su vez empujan a los pilares y pilastras. En unos casos esa descarga en vano se produce por un fallo en el plan de construcción, como sucede con los grandes contrafuertes de la nave central y el alzado oriental del transepto; pero en otros casos, el vano es abierto posteriormente para la ejecución de alguna reforma de la iglesia por agentes inexpertos que "cortan" la línea de empujes provocando fuertes reacomodos de la fábrica, con agrietamientos y desplomes muy considerables.
- En los cimientos masivos de muros o machones, las tensiones son muy pequeñas y no se producen grandes deformaciones debidas ni a los pesos propios ni a empujes de bóvedas y arcos.
- Por su parte, los arcos y bóvedas también trabajan con unas tensiones muy

bajas y responden en general bien a los esfuerzos puntuales a que están sometidos algunos de ellos, gracias precisamente al "sobredimensionado" de los miembros según técnicas de trazados constructivos basadas en reglas de proporcionalidad entre los miembros muy "conservadoras".

- En el capítulo de estudio mecánico de la estructura se hace una revisión de los puntos más significativos de la estructura, teniendo allí en cuenta la posibilidad de formación de mecanismos de fallo local que pudieran dañar la integridad de la estructura.

- Los funiculares presentados no representarán exactamente la forma en que se producen las líneas de empuje "reales" en la Catedral, pero muestran una vía "razonable" para ellos, pues tienen en cuenta aspectos constructivos más allá de los meros problemas del cálculo gráfico de composición de pesos y empujes. A pesar de su inexactitud, tienen un doble valor: por un lado "demuestran" que hay una posibilidad de equilibrio de la iglesia por sí misma, por si su actual situación "en pie" no fuera suficiente evidencia; por otro, lo más importante, ayudan a comprender el sistema de empujes en que, ahora sí, realmente está basada la construcción gótica: un funicular tiene sobre todo una utilidad "representativa" de esa tectónica, es el modo más adecuado de hacer una estimación de esfuerzos y tensiones en la arquitectura de esa época.

4.2.6 MECÁNICA DE LA ESTRUCTURA

a. Introducción

En el capítulo anterior explicamos que la más significativa de las lecturas sobre la estructura de la Catedral que hemos de hacer parte de la consideración de los estados límite de sus fábricas como criterio para evaluar su evolución y seguridad. En efecto, este tipo de análisis se basa en “anticipar” la forma en que una estructura dada puede llegar a formar un mecanismo inestable por la formación de rótulas en ciertos puntos de la construcción solicitados por esfuerzos de rango muy alto. Este estado de la estructura anterior al colapso será el límite para esa estructura dada.

Para el análisis de las estructuras reales, se tratará de encontrar los puntos en que ciertos elementos constructivos pueden llegar a “plastificarse” por concentración de tensiones de compresión o flexión formando puntos en los que el giro de los miembros sería “libre”.

Ahora bien, la teoría de las estructuras de fábrica no habla nunca de plastificación de una sección de piedra porque se supone que es un material incapaz de tener ese comportamiento elástico. Hemos de buscar los puntos en que una piedra puede girar respecto a la contigua para situar las rótulas, que se producirán fracturando el mortero de unión, inconsistente frente a esfuerzos de tracción. Esta “búsqueda” se puede acometer de distintos modos, a través de análisis estáticos y mediante la inspección directa de la estructura en pie.

Nosotros hemos acudido a una combinación de ambos sistemas. Por un lado, el análisis gráfico efectuado en el capítulo anterior nos indica dónde se han de producir esas concentraciones de tensiones, normalmente en los arcos y pilares, elementos de sección lineal cuyas tensiones de trabajo, como vimos, superan en mucho a las de

los elementos masivos, como muros y cimientos, y en los que las excentricidades de las cargas necesarias en una estructura de empujes llevan las líneas de carga a los bordes de las secciones resistentes provocando los giros que buscamos.

El modelo de análisis que hacemos en este capítulo parte entonces de una revisión conjunta de las secciones estudiadas en el capítulo anterior en combinación con una revisión de sus técnicas constructivas para localizar esos puntos singulares en los que el edificio acumula tensiones y giros. Pero junto a esos puntos de vista viene a añadir un tercer aspecto significativo, el de la evolución temporal de la estructura considerada en su medio físico natural.

En el capítulo de evolución histórica hicimos una revisión de las distintas fases por las que pasó el edificio y centramos algún detalle concreto que creíamos necesario para explicar la secuencia de ruinas —o amenazas de ellas— y reparaciones o refuerzos de la estructura. En este capítulo nos referiremos además a los problemas “naturales” de la estructura, es decir los que proceden de su interacción con el entorno, especialmente los que se repiten cíclicamente dando lugar a fenómenos reológicos de fluencia y a asientos diferenciales.

b. Modelo estructural

Para empezar haremos una breve revisión de los antecedentes teóricos de este tipo de análisis, antecedentes que obviamente no podemos llamar “análisis límite” porque no responden a tal noción estrictamente “moderna”. Se puede calificar de moderna a esta teoría no por su fecha reciente de elaboración sino porque se basa en comprobaciones estadísticas y en una reflexión “a posteriori” de éstas, mientras que el tipo de análisis que vamos a usar como guía y referencia histórica en este capítulo es estrictamente “práctico” y, sobre todo,

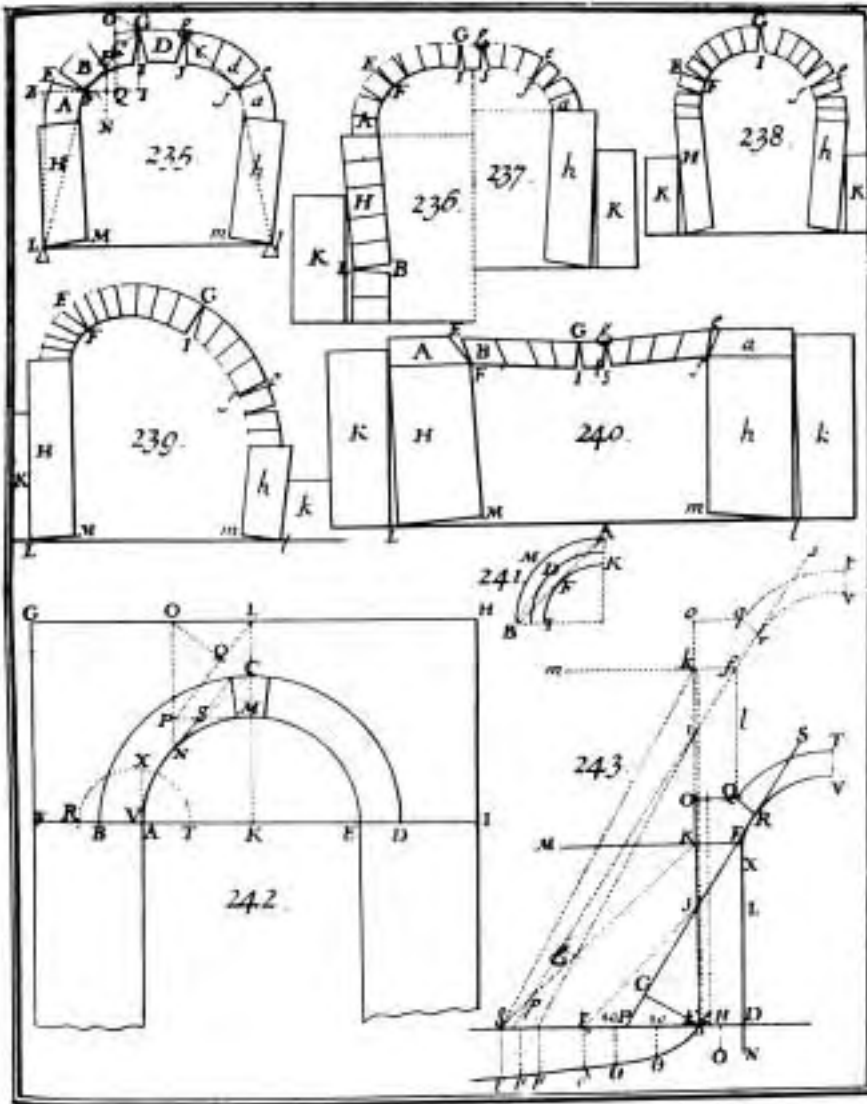


Imagen 475. Colapso de arcos de dovelas, según Frézier y Danyzy. Heyman, J. (1999)

constructivo. Aprenderemos de los antiguos, que construían arcos y bóvedas reales y se preocupaban de establecer reglas útiles para su proyecto y cálculo.

Articulaciones en los arcos de dovelas

Los primeros esquemas teóricos a que nos referimos tienen quizá su más antigua exposición en una muy conocida lámina de

Frézier (1737-1739) que ilustra los experimentos de Danyzy (1732) sobre la estabilidad de los arcos y la magnitud de sus empujes (ver imagen 475). En todos los esquemas de la lámina se muestran los mecanismos de colapso que, en cada situación, tienden a formarse, de modo que el estudio viene a ser una versión anticipada de la teoría de estados límite.

El trabajo de los ingenieros franceses muestra cómo se producen los mecanismos de cuatro o cinco articulaciones que pueden conducir a una estructura arcuata a la ruina: debido al esfuerzo horizontal del empuje, el apoyo H puede girar en torno a un punto de su base o de su contrarresto; coherente con este giro es una apertura del arco que se fracturará en las articulaciones EF y GI; en la primera, a la altura de los riñones del arco, el giro se producirá en torno a una rótula formada en el intradós, y se manifestará como una apertura del trasdós; inversamente, en la segunda el giro será en torno al trasdós, acusándose la fractura en el intradós del arco.

Este sistema de cinco articulaciones se comportará como un mecanismo y la estructura colapsará. O de otro modo, si el giro del apoyo es "libre", es decir, no suficientemente coaccionado, la apertura del arco será total y la ruina inmediata. Esta comprobación inmediata de estabilidad es la que se produce en el descimbrado de los arcos y da lugar al teorema de los cinco minutos de Heyman: si en esos primeros momentos la estructura se sostiene, está bien concebida y resistirá "siempre".

En los casos reales, después de esa comprobación de equilibrio instantáneo, los giros se producen lentamente por el cedimiento progresivo de los estribos. Después, la formación de las articulaciones implica un aumento de las tensiones en la zona de giro, fenómeno que es autoincrementante: cuanto más aumenta la tensión, más se

acerca su punto de aplicación al borde de la piedra –borde interior en EF y superior en GI– y mayor es el giro inducido; al aumentar el giro, el centro de aplicación se acerca más al borde, y así sucesivamente. Sin embargo, para que así sea es necesario el giro de los apoyos en torno a algún punto “débil” del sistema: en suelos arcillosos, plásticos, el giro se produce por diferencia de asiento relativo en la base de la cimentación; si el suelo es rígido o el cimiento se encuentra empotrado por su propia técnica constructiva de ejecución, la articulación LM se producirá a cierta altura del pilar, donde el momento cambia de signo positivo a negativo, en función de los cambios de rigidez debidos a su heterogeneidad material o a cambios de su sección resistente. En los muros o pilares reales, esta articulación se puede producir por la propia fluencia y pérdida de consistencia del material de la fábrica. En todo caso, siempre es necesario encontrar esta última articulación que es la que condiciona la formación del mecanismo de ruina.

Lo que la figura pone de manifiesto, por otro lado, es el hecho de que un arco –y por extensión una estructura abovedada– es tan resistente como lo sean sus estribos. Salvado el problema del dimensionado de la sección resistente no por la ejecución de cálculos de resistencia de materiales como ahora haríamos sino mediante el uso de “reglas de oro” para proporcionar los espesores en función de los vanos –lo cual viene a ser una forma elemental de establecer un límite elástico a cada miembro aun sin conocer la teoría de la elasticidad–, salvado este problema, decimos, la cuestión importante pasa a ser la magnitud de los movimientos de los estribos inducidos por el empuje del arco o bóveda.

En definitiva, es este empuje horizontal el determinante del equilibrio del arco. La seguridad de éste dependerá, en la práctica,

de la capacidad de los estribos de soportarlo con una deformación cuyo límite viene dado por las condiciones geométricas del arco y su capacidad de cambiar de forma. Cuanto mayor sea el espesor del arco más posibilidades tendrá de mantener la línea de empujes “controlada”, pero también será mayor la resultante total del empuje que dé sobre los estribos y el movimiento consecuente de éstos. Asimismo, el arco será más estable –más tolerante a desplazamientos de sus apoyos– cuanto mayor sea la relación entre su peralte y su luz, siendo el arco apuntado el más eficaz en este aspecto.

El análisis de estos movimientos en fase de construcción –de retirada de las cimbras concretamente– y en los sucesivos momentos de la evolución histórica de la estructura es el único modo de hacer una evaluación de su seguridad. La revisión del dimensionado del arco vendrá a calcular el margen residual de movimientos que podemos admitir en el futuro. Pero, como dice el teorema de los cinco minutos, la comprobación del correcto dimensionado del arco para el supuesto de apoyos “rígidos” ya la ha hecho el edificio al ser construido. Es la revisión de los “siguientes quinientos años” la que procede hacer aquí, como ya se ha explicado en el capítulo dedicado a la evolución de la estructura.

Y en esos quinientos años, en la Catedral de Vitoria se ha sucedido toda una serie de avatares que ya hemos explicado en ese capítulo anterior y cuyas consecuencias, algunas ya mencionadas allí para poder seguir la secuencia histórica, las revisamos aquí en detalle con la ayuda de una serie de cálculos numéricos y gráficos y con una serie de esquemas del comportamiento mecánico del final de esa secuencia.

Como último comentario a la imagen 475, queda decir que demuestra que la preocupación de los ingenieros por este problema

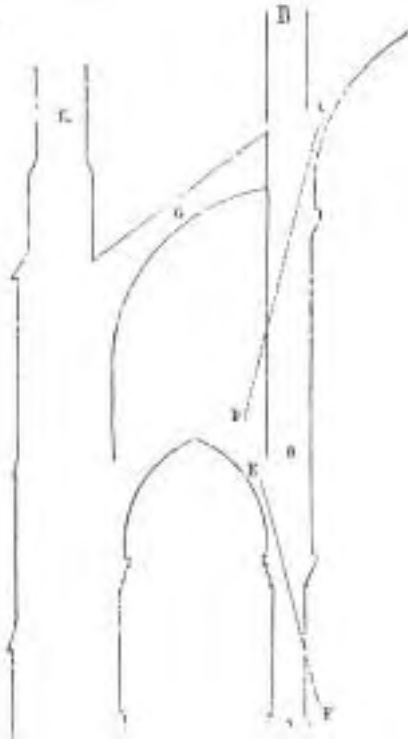


Imagen 476. Empujes debidos a las bóvedas góticas. Viollet-Le-Duc, E. (1996)

de la estabilidad del apoyo se debe a que es el que realmente compromete la eficacia de la construcción de arcos y bóvedas. De hecho, durante el siglo XVIII se comienzan a asentar las ideas correctas sobre la resistencia de materiales, pero éstas no proceden del estudio y ensayo de los arcos sino del de las vigas de madera o hierro, problemas “realmente” elásticos. La casi imposibilidad de producir el fallo de un arco de fábrica por agotamiento de su sección —que se produce en algún caso por concentración de tensiones en un punto provocando su quiebra— hace que los ensayos sobre su equilibrio no lleven a conclusión alguna sobre la resistencia de los materiales.

Del mismo modo, el problema de la resistencia del material, en la hipótesis enunciada de un correcto dimensionado del arco mediante reglas prácticas, no permite establecer sus condiciones de equilibrio. Como bien sabemos por la teoría moderna de estructuras, el del equilibrio de las cargas y el de los estados tensionales son dos problemas distintos, y sus investigaciones tienen desarrollos históricos distintos.

La transmisión de los empujes

Si un arco debe entonces su equilibrio no tanto a sí mismo como a los estribos en que apoya, resultará fundamental estudiar de qué manera los empujes que produce pueden transmitirse por las fábricas en que apoya hasta llegar al suelo, supuesto que éste es el elemento de infinita rigidez en que han de absorberse definitivamente todos los esfuerzos —verticales y horizontales— debidos al peso del edificio.

Un puente de un solo vano será el único ejemplo de un arco “puro”, es decir el que tiene sus apoyos directamente sobre el terreno. Si éste es suficientemente rígido en las dos orillas, el arco tendrá su estabilidad asegurada en tanto una riada no se lo lleve por delante.

Pero la arquitectura de bóvedas tiene una complejidad muy superior a ese modelo del arco simple del que suele hablar la teoría. Y si se trata de un edificio gótico, donde los sistemas de bóvedas llegan a complicarse muchísimo con diferencias de alturas, luces y direcciones de las naves, la transmisión de los empujes hasta ese suelo se convierte en un problema realmente difícil.

Como en el punto anterior, haremos una breve introducción al problema con referencias a cómo ha sido considerado por los estudiosos de la arquitectura gótica. Viollet le Duc (ver imagen 476) muestra una versión muy simple sobre el equilibrio de los empujes en el muro de cierre de la nave central —el muro más alto y hueco de una catedral—. Se ve la supuesta traza de salida del empuje desde el arco del orden de bóvedas superiores y el de las inferiores. Pero no se hace ningún estudio sobre cómo estos esfuerzos se transmiten, equilibran y centran en la sección de la fábrica en combinación con los pesos verticales del conjunto de la construcción.

El equilibrio de esos empujes y los pesos de la estructura es establecido por Unge-witter (ver imagen 477) para media sección de la estructura —por simetría, esta mitad se equilibrará con la otra—. En su diagrama se establece la nulidad de las cargas y la de los momentos respecto al punto central de la base del pilar de las naves; así se obtiene el valor del empuje que debe ser aportado por el arbotante. Sin embargo, no es imprescindible que se equilibren los momentos en ese punto central, sino que vale cualquier otro punto dentro de la sección resistente; lo único que sucederá es que el diagrama de tensiones en la base del pilar —y de su cimiento, más abajo— será de forma trapezoidal o, en el límite, triangular. Esta observación da mayor seguridad a la estructura, al hacerla tolerante a las alteraciones de los estados de cargas que se

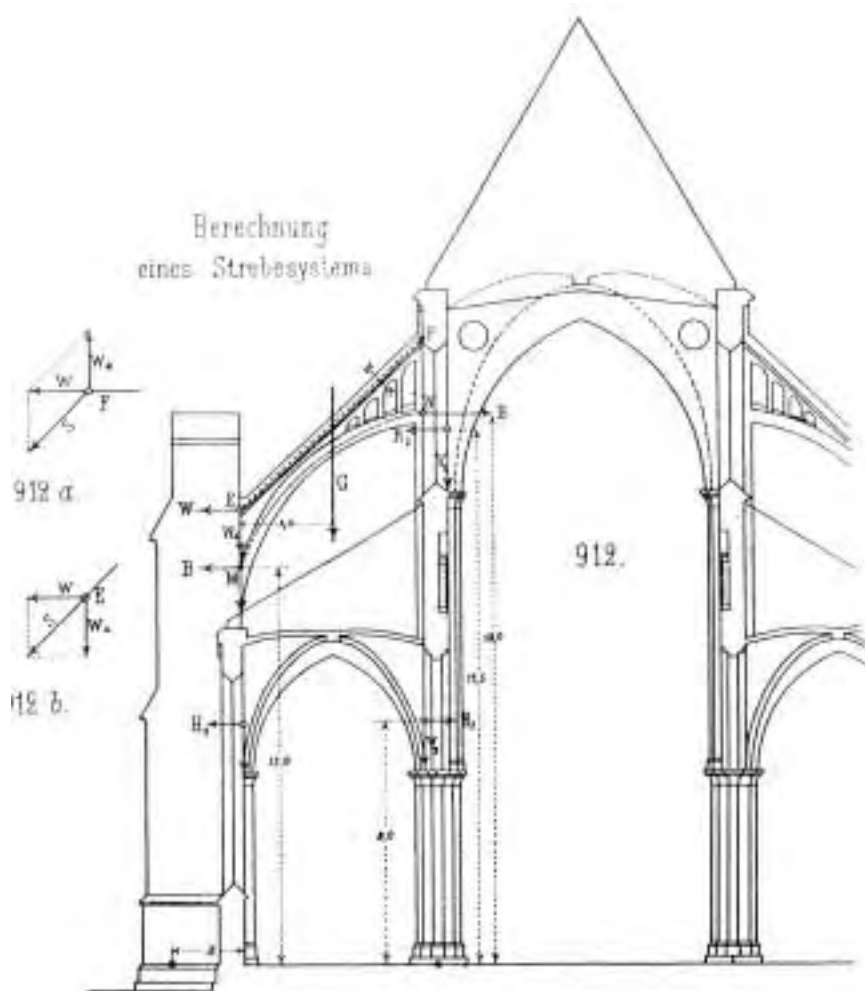


Imagen 477. Equilibrio global de una estructura gótica, según Ungewitter. Heyman, J. (1999)

pueden producir por obras de reformas y, sobre todo, por la acción del viento; pero también empieza a comprometer otra variable importante, la de la manera en que se distribuyen las tensiones en las fábricas. La teoría establece que éstas nunca superarán las tensiones admisibles del material pétreo, pero otra cosa son los morteros altamente plásticos empleados en la construcción antigua, así como el propio terreno de asiento, que ante solicitaciones de tensión variables sufrirá asientos diferentes provocando el giro del plano de apoyo.

A partir de ese sistema de equilibrio global se puede hacer un análisis detallado del modo en que se compensan dentro de la sección los distintos pesos y empujes parciales, lo que se muestra en otro dibujo del mismo autor (ver imagen 479). Se muestra ya una aproximación calculística basada en la estática gráfica con el trazado de líneas de descensos de cargas obtenidas a partir de los empujes y pesos muertos aplicados en el miembro que estamos considerando para conducir adecuadamente la resultante hasta el terreno sin salir del núcleo resistente de la sección.

Sin embargo, el que realmente se produzca este mecanismo de transmisión de los empujes depende sobremanera de la técnica constructiva del miembro: en primer lugar, de que las uniones entre elementos respondan al tipo de esfuerzos que han de transmitir y no se produzcan deslizamientos entre las piezas, lo que los constructores góticos conseguían, por ejemplo, situando los arbotantes a la altura del *tas de charge*, o sobremontando los botareles con pináculos que los precomprimen antes de cargarlos con los arbotantes; en segundo lugar, depende de que la parte de la sección oculta que ha de participar en la transmisión tenga una coherencia constructiva suficiente para cumplir su tarea.

El dibujo siguiente muestra (ver imagen 478), también en versión de Viollet le Duc, la técnica constructiva empleada en los miembros de soporte de los empujes, así como el relleno de los senos de la bóveda, tan importante para el equilibrio de la bóveda. En este dibujo constructivo, la transmisión de los esfuerzos por la línea de cargas se haría a través del relleno inconsistente del muro. Obviamente, la línea es una esquematización del comportamiento de esas transmisiones de esfuerzos que, en una construcción real, se realizará por las partes más consistentes de la construcción.

Tafel XLI.

Wirkung des Strebboogens

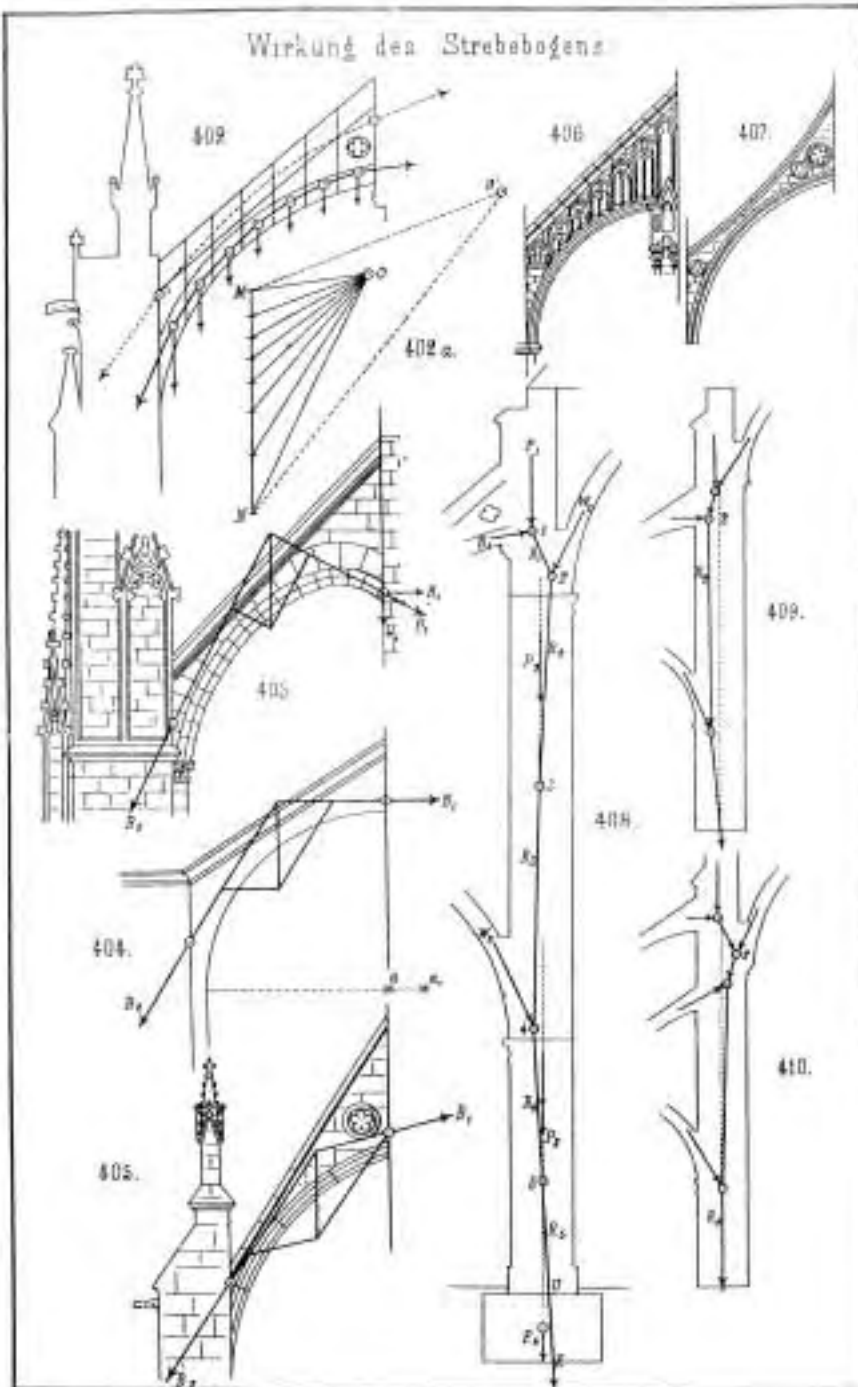


Imagen 478. Sección constructiva de la catedral de Amiens. Viollet-Le-Duc, E. (1996)

Imagen 479. Conducción de empujes a través de un pilar gótico, según Ungewitter. Heyman, J. (1999)

Así llegamos al problema de la sección constructiva y las posibilidades que ésta tiene de sufrir fallos locales debido a la concentración de tensiones en miembros no preparados para aceptarlas. Nuevamente, como en el equilibrio del arco, la capacidad inmediata de resistir esos esfuerzos se demostrará al erigir la obra y descimbrar los arcos. Pero el problema se podrá volver a presentar mientras el edificio se pueda mover y la situación de la línea de empujes pueda cambiar hasta comprometer alguno de esos "puntos débiles". Localizar estos puntos es una tarea importante de cara a verificar la seguridad de una estructura, sobre todo si ésta se encuentra efectivamente en movimiento, como ciertas partes de la Catedral de Vitoria –ver el estudio de monitorización de movimientos–.

Por último, esos empujes llegarán a un suelo que no siempre será una roca de resistencia y estabilidad infinitas. Afortunadamente, este último problema no se nos ha de presentar en este análisis porque el terreno en que parece asentada la cimentación de la Catedral es una roca razonablemente sana –ver el estudio geotécnico–. Sí habremos de discutir el problema de la calidad constructiva de la cimentación, pero considerada como una parte más de la sección constructiva.

c. Movimientos y formación de articulaciones en la fábrica

En conclusión con todas esas apreciaciones preliminares, diremos que el análisis que sigue se concreta en la revisión de la sucesión de movimientos de la fábrica en respuesta al empuje de las bóvedas, sea esta respuesta inmediata o diferida en el tiempo.

Obviamente, no se trata sólo de la acción de los empujes laterales, sino que también las cargas verticales del peso propio –y algunos esfuerzos añadidos como el viento y, sobre todo, la sucesión de dilataciones y

contracciones por los saltos térmicos– producirán movimientos significativos para el equilibrio.

Un asiento de un pilar debido a la fluencia de un terreno arcilloso, por ejemplo, acarreará un cambio en la geometría del arco soportado y una recolocación de la línea de empujes. Y una sobrecarga puntual o masiva desequilibrada también tendrá ese efecto.

Conviene entonces ver cómo cada una de las situaciones de carga produce movimientos que, poco a poco, son asumidos por los arcos hasta formar una serie de rótulas consecuentes y, en el último momento, constituir un mecanismo inestable.

En ese momento, el sistema de rótulas habrá llegado al límite y habremos retornado nosotros al modelo de análisis estructural límite. El problema de evaluar esta situación es que se producirá "progresivamente", condicionada por la evolución de las fábricas y el cimiento. Ya hemos visto que podemos despreocuparnos de la evolución del suelo al tratarse de una roca razonablemente estable. Pero no podemos olvidarnos de una serie de características constructivas y formales de la Catedral de Vitoria que hacen que las fábricas sí tengan una inequívoca evolución.

En realidad, todas las fábricas tienden a la degradación. Los morteros pierden consistencia si no están correctamente fraguados –lo que sucede en la mayor parte de los casos– y los materiales sufren, por un lado, pequeñas deformaciones viscosas bajo carga constante –aunque la magnitud de la carga sea muy pequeña para lo que son capaces de resistir– y por otro lado, netos deterioros de su estructura física y química por acción del agua, el hielo, las sales y otros agentes contaminantes. En el caso de la Catedral de Vitoria, buena parte de los estudios constructivos quieren determinar las características concretas

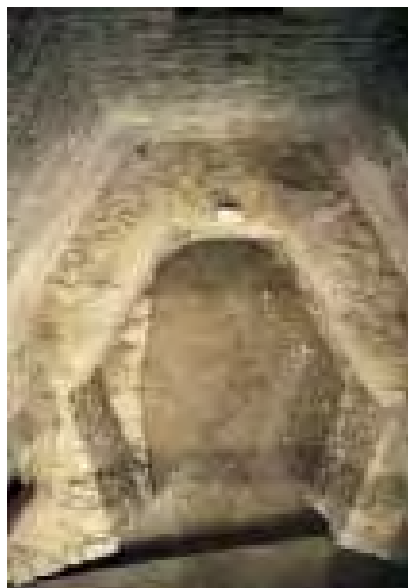


Imagen 480. Excavación arqueológica de la capilla central de la girola. Se aprecian a izquierda y derecha, en los alzados de los muros, las fisuras debidas al corrimiento del fondo de la capilla

que habrá de tener la evolución de los materiales reales. Porque esa será la manera de establecer una secuencia “real” de la historia del edificio tanto como de prever su evolución futura. En lo que sigue hacemos una revisión de lo averiguado, comenzando por enmarcar en líneas generales cuáles son los fenómenos a considerar. Después hacemos una revisión de las distintas secciones de la estructura y por último se estudia una serie de aspectos constructivos concretos.

d. Los fenómenos evolutivos de la estructura

Asientos del terreno y corrimientos en la ladera

La consolidación de los terrenos arcillosos supone un asiento diferido bajo carga constante en el tiempo, en el que la velocidad del asiento es función, en primera instancia, del grado de consolidación de partida y de la tensión transmitida por la cimentación, y, más tarde, de las posibles

alteraciones de las “condiciones de contorno”, tales como la sucesión de ciclos largos de sequía y humedad, la ejecución de obras en la cercanías o el posible tránsito rodado con sus correspondientes vibraciones. En algunos casos, se juntarán posibles heterogeneidades de la composición del suelo para provocar que los asientos se produzcan a distinta velocidad en unas y otras partes del edificio –dando en cada momento una diferencia de asientos– y se produzcan deformaciones “asimétricas”. Entre estas posibles condiciones de asimetría se encuentra la posibilidad de fluencia de los terrenos en ladera, fenómeno natural que también se ve incrementado por actuaciones artificiales y por la propia sobrecarga que impone el edificio.

En el caso de la Catedral de Vitoria, el terreno no es arcilloso sino una roca relativamente consistente, relatividad que procede de la existencia en su interior, a escasa profundidad, de planos de intrusión de material más blando que podrían actuar como superficies de deslizamiento de unos estratos sobre otros. Desgraciadamente es poco factible contrastar la realidad de esos deslizamientos, pues se producirán con gran lentitud –o como fallo repentino, pero en este caso no habrá mucho más que hacer que asistir a un fuerte reacomodo o a un colapso casi inmediato del edificio–, y no dispondremos de testigos para su medición.

Sin embargo, en el análisis de las deformaciones y estado de fisuración de la Catedral sí se detectan dos problemas aparentemente explicables por un corrimiento de la estructura por la ladera. El edificio es para esto el propio testigo de lo que le ha pasado si sabemos estudiarlo con detenimiento.

El primero de estos problemas es el giro de todo el presbiterio hacia el lado norte, contraviniendo las condiciones propias de su

simetría de cargas y condiciones geométricas. Tal giro podría en efecto deberse a un deslizamiento bien de los cimientos de la muralla –que es en definitiva el muro de contención de todos los empujes laterales de la cabecera– por la ladera, aunque cierto es que cabe explicarlo de otra manera, como luego veremos.

El segundo problema aparece en los cimientos de la propia cabecera, en las capillas de la girola, donde se presentan una fisuras –bien que de poca entidad– que marcan claramente un desplazamiento lateral de los fondos de esas capillas respecto a los esquinazos de encuentro entre cada pareja de capillas (ver imagen 480). Como quiera que los empujes de apertura de la forma de la capilla son muy débiles para producir una fractura, máxime cuando en los encuentros entre ellas acometen los arcos perpiaños del deambulatorio, que sí suponen un fuerte empuje lateral que iría en la misma dirección que el de las bóvedas de la capilla, cabe deducir que esa fisuración se debe al desplazamiento de la base del muro de cimentación.

Degradación de los materiales

Este es, en el caso de Vitoria, el problema probablemente más influyente en los movimientos detectados en el edificio (ver imagen 481). La degradación de la piedra por su deterioro ambiental o bajo la carga constante a que está sometida es probablemente poco importante al ser de poca magnitud. Sin embargo, el problema de los morteros sí es en nuestro caso muy importante.

Los muros de la Catedral, como se explica en otros capítulos, están formados por dos hojas de fábrica aparejada y rellenos inconsistentes en su interior. Si bien este sistema es habitual en la construcción bajo-medieval, la especificidad de Vitoria es doble: por un lado, en el mismo muro se

encuentran una cara interior de sillería y otra exterior de mampostería, heterogeneidad propia de la fábrica; por otro, eso sucede en el lado norte de la nave mayor y en el este del transepto sur, mientras que en el sur de la nave –no en toda su longitud en cualquier caso– y en el oeste del transepto sur, el muro es interior y exteriormente de sillares, es decir, es la iglesia en conjunto la que presenta una heterogeneidad –una asimetría– en su configuración.

El fenómeno que en estas condiciones se producirá se puede describir así: por un lado, toda la fábrica cederá un tanto –un porcentaje de su altura– por el asiento plástico de las juntas de mortero; pero en las caras de mampostería, la proporción de argamasa respecto a la altura total del muro es mayor que en las caras de sillería, por lo que asentarán en mayor medida con el paso del tiempo. Esta asimetría de los asientos se producirá dentro del mismo muro cuando sus dos hojas sean distintas, como en el lado norte de la nave mayor; y se producirá entre los dos lados de una nave cuando uno sea de sillería y el otro de mampostería. En el primer caso –muro heterogéneo– el resultado será un giro del muro en su altura; en el segundo, un asiento distinto de uno de los apoyos de las bóvedas.

Es difícil evaluar la magnitud de esos asentamientos viscosos de los muros, por lo que no sabremos nunca atribuirles directamente ningún daño concreto de la edificación. Pero sí podemos observar que de hecho las mayores deformaciones de la Catedral siguen esta tendencia cuando no existen otras condiciones de asimetría. Por ejemplo, en el brazo sur del transepto, este problema conduciría a un mayor giro del muro oriental, mientras que observamos lo contrario, un mayor desplazamiento lateral del apoyo occidental de la bóveda debido seguramente a dos problemas, uno conse-



Imagen 481. Detalle de la fábrica de sillería del muro sur de la nave central. Deterioro de los materiales

cuencia del otro: la mayor esbeltez del muro oeste acarrearía un principio de evolución en este sentido, que se vería incrementado con las intervenciones posteriores, tal como ya se explicó con la evolución de la estructura.

Esfuerzos cíclicos y cambiantes

El ciclo anual de deformaciones térmicas implica sucesivos acomodos de la estructura que seguramente acarrearán la aparición de deformaciones remanentes irreversibles: si un arco se abre y desciende ligeramente por efecto de las dilataciones térmicas, posiblemente no vuelva a su posición exacta original con la contracción consiguiente. Esta acumulación de deformaciones —o de apertura de grietas en la fábrica— puede llegar a ser grave. Y en el caso de una estructura que parece tener un equilibrio precario, conseguido por obra de múltiples apeos, refuerzos, etc., este fenómeno probablemente se acusa más: al tener las deformaciones térmicas la misma

“dirección” que las tendencias estructurales propias del edificio, a éste le costará más recuperarse.

Por otro lado, esas deformaciones cíclicas han de suponer un cierto fenómeno de fatiga de las fábricas, que se acusará en la aparición de microfisuras más o menos generalizadas o de grietas de cierta importancia en las regiones de contacto de estructuras muy diferentes —como las bóvedas y sus muros de apoyo—. Nuevamente, como en el caso anterior, evaluar la progresión de este deterioro de las fábricas es casi imposible, pero no deja de producirse por el hecho de que no lo sepamos calcular.

Y dentro de este mismo tipo de acciones variables sobre la estructura hay que considerar el efecto del viento, cambiante en dirección e intensidad casi a cada momento, y que supone leves deformaciones momentáneas que vendrán a provocar pequeños asentamientos irreversibles de los apoyos.

Las alteraciones históricas (artificiales)

Por último, hay que considerar los cambios de la configuración resistente del edificio por la actuación de los propios hombres que lo han usado durante casi ochocientos años. Entre estas obras habrá algunas que supongan una reducción de la capacidad portante, mientras que otras mejorarán la estructura. No insistiremos ahora en cómo se producen, ya que han venido siendo explicadas, en tono general, en el capítulo de evolución de la estructura. En la explicación que sigue sobre el comportamiento de cada sección constructiva y resistente volvemos sobre ello cuando es necesario.

e. Líneas de cargas y aspectos constructivos

Trabajaremos sobre las secciones de la estructura para las que hemos obtenido una representación gráfica del descenso de cargas y empujes hasta la cimentación. Sobre

ellas se hace una revisión de los aspectos más destacables según lo que se concluye en el análisis de las líneas de empujes, poniéndolo en relación con las cuestiones constructivas de las partes afectadas. Para estudiar cada uno de esos puntos singulares, pondremos en relación las dos secciones perpendiculares que les afectan.

Contrafuerte de la portada de Santa Ana

Se trata de un punto especialmente preocupante: el estudio monitorizado de los movimientos detecta en las grietas de las bóvedas altas aperturas progresivas; el análisis de las deformaciones con el modelo fotogramétrico encuentra allí los mayores desplomes de una pilastra y muro de la Catedral –62 cm en una altura de 12,31 m, un giro de 3°–; la portada ya había sido anulada con un machón de refuerzo sin duda debido a que se apreciaba una progresión de los giros; por último sufrió la reforma “debilitadora” de la última gran restauración.

Las líneas de empujes

En las imágenes 482-a, b y c se puede ver la dirección que tienen los empujes y las partes de la construcción por las que han de pasar. La primera, 482-a, muestra los empujes deducidos para la sección transversal del transepto y cómo tanto el polígono en su recorrido como la resultante final de los empujes requieren la participación de la parte baja del contrafuerte, la que ha sido muy mermada por la obra de recuperación de la portada. Se ve en cambio que la parte superior del contrafuerte no participa en la transmisión de los esfuerzos y que su única contribución al equilibrio es el aporte de su propio peso para impedir que el empuje se aleje más de la base del muro. Sin embargo, si prescindieramos de ese peso, el empuje encontraría todavía la misma sección resistente en esa

posición más alejada, con lo que el resultado del equilibrio sería mejor al tener la parte inferior del contrafuerte una menor tensión de trabajo.

La segunda figura, 482-b, muestra una resultante que se inclina hacia el norte de la portada, en dirección a la base realmente existente del contrafuerte, por acción del empuje lateral de las arquivoltas y el peso del muro que éstas soportan. La tercera, 482-c, muestra las mismas líneas de empuje vistas desde el exterior, donde se aprecia la disminución de la sección resistente del contrafuerte y cómo la resultante se mete por detrás de la reconstruida jamba norte en la base del contrafuerte. Sin embargo, también se ve que en la parte alta la línea de empujes se mueve cerca de la arista reconstruida al desmontar parcialmente el machón, pasando tangente a la falsa trompa de apeo. Lo que sabemos, por otro lado –ver estudio endoscópico– es que parte del muro por detrás del rechapado de la jamba norte está muy descompuesto, con multitud de huecos y material suelto.

Combinación de esfuerzos

Por otro lado, de la conjunción de los tres diagramas se puede deducir que el problema es un poco más complicado y peligroso. En la imagen 482-a se puede comprobar que la composición de las fuerzas entre la línea de empujes de la parte alta del muro –bóveda de la nave del transepto– y la de la parte baja –arco codal y, sobre todo, arquivoltas con el peso del muro superior– sólo es posible recurriendo a los “artificios” de la estática gráfica, es decir, componiendo los esfuerzos por detrás de sus puntos de aplicación y no en el avance de las cargas reales hacia el suelo –haciendo una suma vectorial analíticamente correcta pero constructivamente errónea–. Esto significa que el funcionamiento de los empujes es

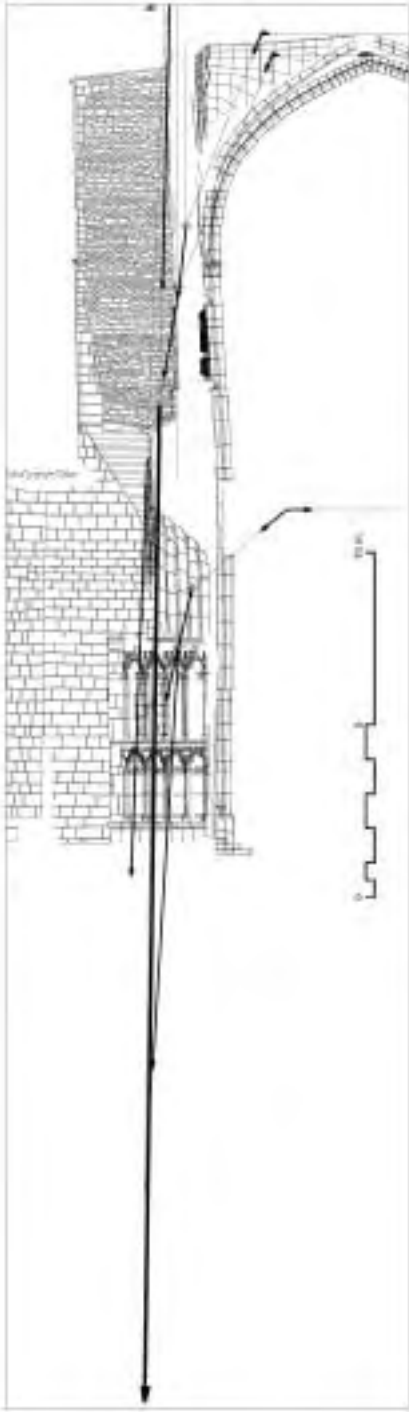
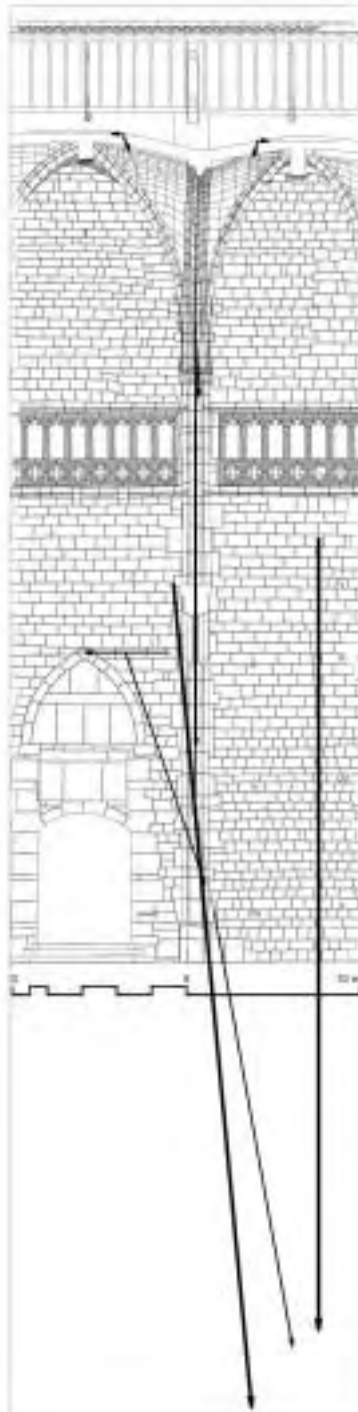
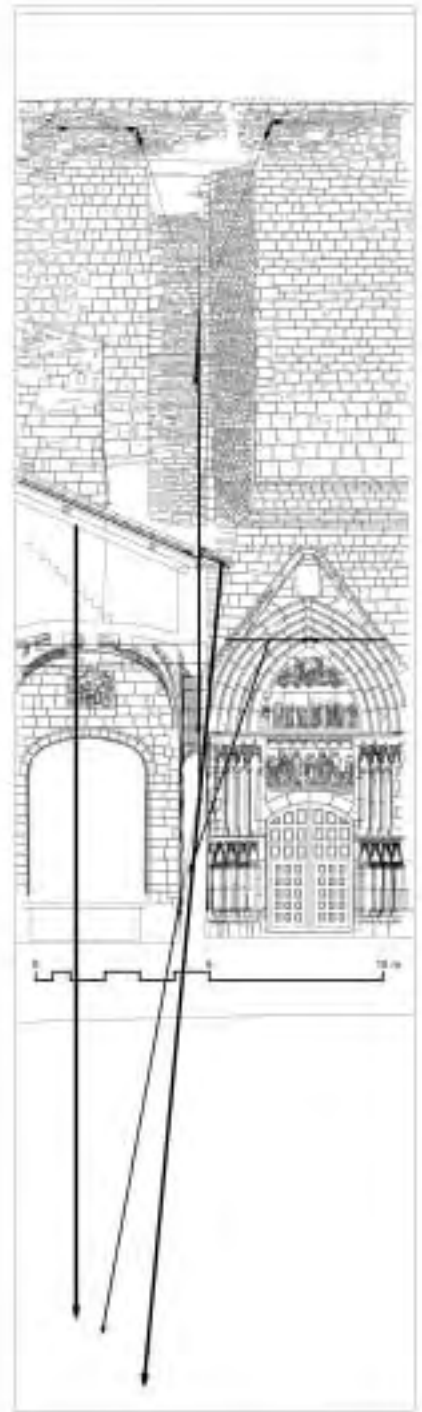


Imagen 482. Estudio de cargas en el contrafuerte de Santa Ana
a. Sección transversal hacia el norte



b. Sección longitudinal hacia el oeste

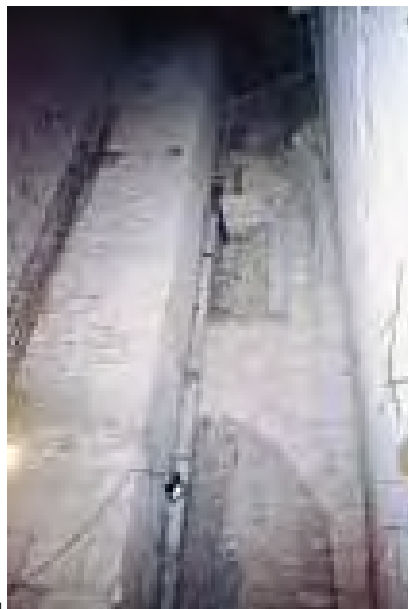


c. Alzado exterior oeste



483

Imagen 483. Cimentación del contrafuerte de Santa Ana, en el centro, y del cierre del muro de la desaparecida capilla de los Reyes, al fondo



484

Imagen 484. Alzado interior del cierre trasero de la desaparecida capilla de los Reyes y sus vanos cegados inconsistentemente



485

Imagen 485. Articulación en el intradós del arranque de los arcos perpiños y ojivos del segundo tramo del brazo sur del transepto, sobre el contrafuerte de Santa Ana. Se aprecia la pérdida de material sufrida, luego reparada

más bien el de dos resultantes distintas, la primera, procedente de la parte superior, vendrá a descargar al norte de la jamba en la prolongación del muro de cierre de la capilla de San Bartolomé, en un muro recompuesto durante la restauración y sobre un cimiento de mala calidad (ver imagen 483), del que hablamos más adelante. Por su parte, el empuje de la parte baja –arquivoltas y arco codal– descenderá por la trasera de la jamba, en los rellenos inconsistentes de la reparación efectuada.

Los desplazamientos necesarios

Como consecuencia de este problema, los empujes se transmitirán al suelo, sin duda –de lo contrario, ya habría colapsado la estructura–, pero lo harán provocando una deformación de asiento de los rellenos del trasdós de la jamba, de mala calidad, y de la hoja de aparente sillería que cierra la destruida capilla de Los Reyes. En la imagen 484, tomada desde el interior, se ve que ese muro es en realidad inconsistente,

pues los vanos del arco inferior y de la ventana, no visibles desde el exterior, tienen un cegado de pésima calidad. Este asiento, debido a la mala calidad de la construcción, provocará un giro de la parte alta de la nave, que ya se detecta en la aparición y crecimiento de las grietas de las bóvedas y que podría desembocar en un colapso de esta parte de la estructura si llega a provocar una apertura del arco perpiño no tolerable por éste.

Formación de rótulas

Ese giro y apertura de los arcos superiores llevará aparejada la aparición de rótulas en distintos puntos, que se muestran en la imagen 485, correspondiente al enjarje de los tres arcos –dos ojivos y un perpiño– que descargan en este punto, y en la imagen 486, del tramo medio del perpiño. Es interesante observar en esta última imagen que la colocación de grapas cosiendo tres dovelas entre sí –durante la anterior restauración– es completamente inútil, porque



Imagen 486. Segundo arco perpiaño del transepto sur, con la formación de articulaciones en el intradós de la parte central del semiarco izquierdo, hacia la portada de Santa Ana. Se puede ver la introducción de grapas de atado entre las dovelas que provoca el traslado de la articulación a las juntas inmediatas

el arco formará sus articulaciones en las juntas inmediatas a las anteriormente abiertas. Los cosidos, tanto los de pequeña entidad como éstos como otros de mayor calado, sólo desplazan el problema, no lo solucionan.

Avance de las deformaciones

El movimiento detectado se hace patente además en la formación de fisuras en los plementos de las bóvedas. Estas son de dos tipos diferentes: las primeras son del tipo de “Sabouret” –ver más adelante– y afectan al encuentro entre el plemento y el formero del muro (ver imagen 487). Se deben al giro del muro y este arco, giro que no es seguido por el plemento ya que éste apoya en los arcos ojivos y perpiaños, cuya apertura es menor que la del formero al tener su apoyo más bajo y, por tanto, menor radio de giro; el otro tipo de grietas supone mayor riesgo de colapso (ver imagen 488). Afecta a la clave del plemento y a una porción media de sus superficies y se debe a

la apertura de sus apoyos sobre los ojivos y la correspondiente pérdida de curvatura de la bóveda y formación de articulaciones similares a las que aparecen en los arcos.

Posibles mecanismos de colapso

El aumento de los giros debido a esos fenómenos de compresibilidad del material del machón –especialmente del de relleno– puede llevar a la estructura a un estado de gran deformación que podría provocar una descompresión de los plementos, en primera instancia, y a una pérdida de curvatura del arco perpiaño, en última. La tolerancia de ambos miembros frente a esas pérdidas de curvatura es muy variable, en función del espesor de las bóvedas, del material de junta y del grosor de ésta, así como de la posible presencia de otras sollicitaciones distintas a la del peso propio, tales como posibles cargas puntuales de la cubierta.

El mecanismo, en todo caso, debe empezar por una todavía mayor apertura de los arcos, con aparición de rótulas en el extradós



Imagen 487. Separación del plemento y su arco formero del alzado del muro de cierre



Imagen 488. Formación de grietas en los plementos sobre la portada de Santa Ana. Se aprecia la grieta transversal a la directriz de la bóveda en su clave y la perpendicular a ella, junto al arco formero

del otro semiarco –quizá ya existente– y una concentración de tensiones en la articulación del arranque, sobre la portada –por la formación de la articulación de intradós correspondiente–. Esta última seguramente debería manifestarse en la fractura local del nervio, con posible pérdida de material del intradós.

A partir de esa mayor apertura y formación de nuevas rótulas podríamos encontrar un mecanismo similar a uno de los representados por Frezier (fig. 1, núm. 235). Es interesante hacer notar que la asimetría total que se da en la apertura de los estribos –ya que el derecho, al este de la nave, no ha padecido giros significativos–, articulaciones que en esa figura se representan afectando a la clave del arco, en nuestro caso se encuentran en el lado izquierdo –oeste– afectando, originalmente, a dos dovelas y ahora también a las dos contiguas hacia arriba y abajo debido a la inclusión de las grapas que han creado una especie de gran dovela única formada por tres sillares.

Formación de grietas en los plementos de las bóvedas

La imagen 489, debida a Sabouret, muestra de qué modo tienden a formarse las grietas en los plementos de las bóvedas si los apoyos de éstas sobre los muros sufren un corrimiento horizontal debido al giro descrito más arriba. La vista en perspectiva sigue el eje de la nave, estando los muros a izquierda y derecha del dibujo. Se ve la formación de una fisura longitudinal en el intradós de la clave del plemento, acompañada de la de los arcos fajones y coherente con la formación de la articulación superior de éstos. En paralelo se aprecian otras dos fisuras que cortan el plemento desgajando una porción que queda enganchada al muro y le acompaña en su giro, y otra porción que quedaría apoyada en los arcos ojivos.

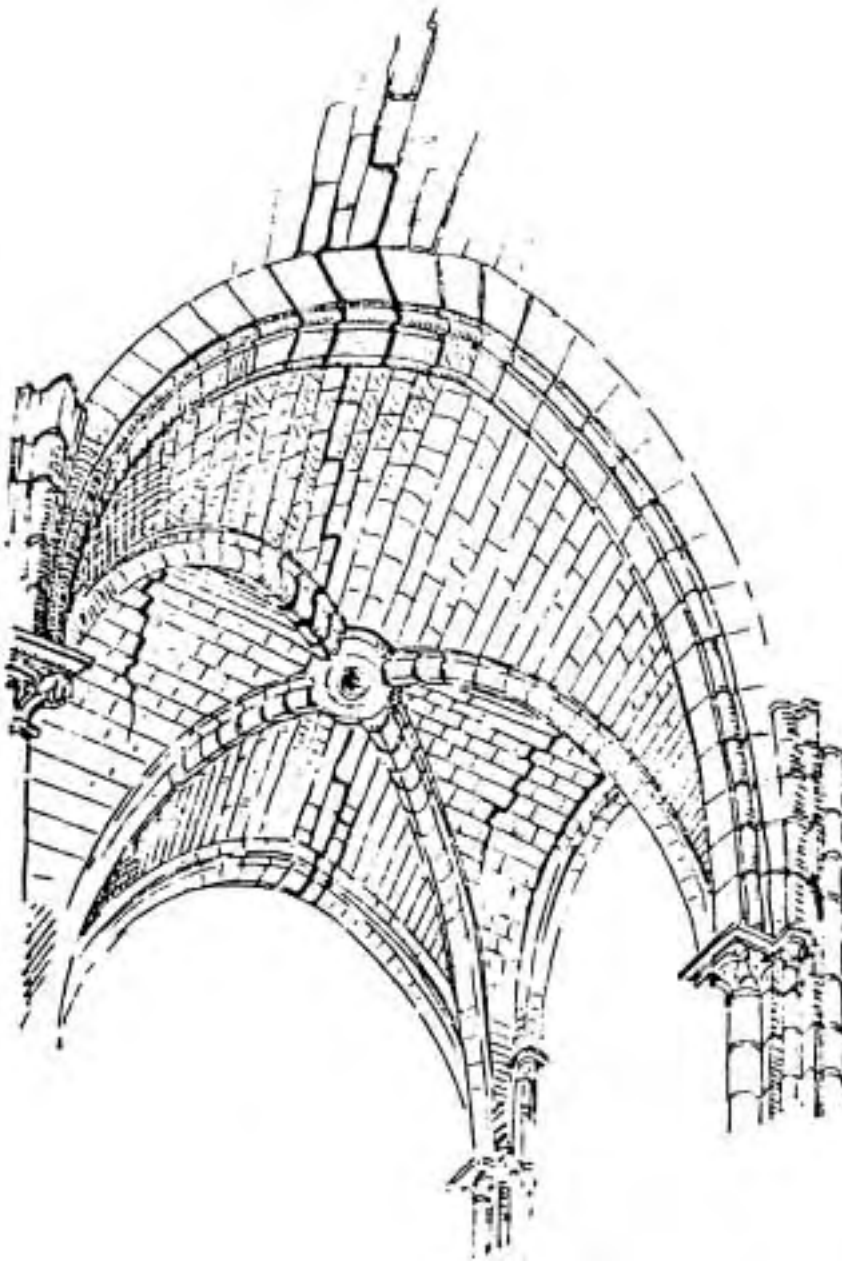


Imagen 489. Formación de grietas en una bóveda de crucería, según Sabouret. Heyman, J. (1999)

Este segundo sistema de fisuras no siempre se produce de este modo: como sucede en la Catedral de Vitoria (ver imagen 487) la quiebra se ha producido en el encuentro del plemento con el arco formero o en el de éste con el muro, conservándose la integridad propia del cascarón. La diferencia entre un sistema de fisuras y el otro ha de estar en dos variables: una, la técnica de ejecución de los plementos en relación con los ojivos –cómo apoyan sobre ellos en el momento de su construcción, si los sobremontan o son tangentes, etc.– y de la cáscara misma –trabazón entre las dovelas, espesor de éstas, etc.–; y otra, la geometría del cascarón: curvaturas, peraltes, etc. Lo que sí es cierto es que el sistema del dibujo de Sabouret es menos seguro que el de Vitoria, pues la estabilidad del plemento depende de la resistencia del ojivo: el triángulo más cercano al centro de la bóveda no descarga por sí mismo en los apoyos, sino a través del arco. En la Catedral, el apoyo sí puede ser directo del plemento a la pilastra y el muro; además, contaríamos con un segundo grado de seguridad que podría dar el apoyo sobre los nervios en el caso de un fallo local del arranque del plemento.

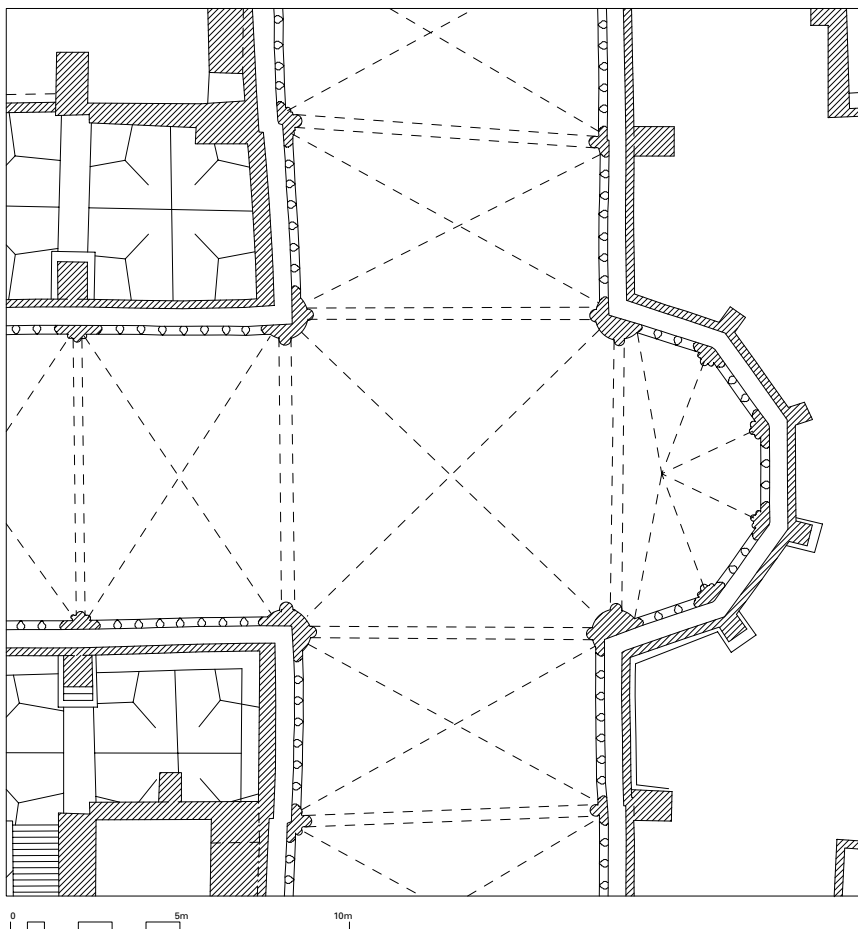
El mecanismo de ruina asociado a este sistema de fisuración pasa realmente por la descompresión del plemento al formarse las fisuras descritas: si se trata de una cáscara de pequeño espesor, la apertura de los muros puede provocar, en primera instancia, la aparición de las fisuras; coherentemente, los arcos forman sus propias articulaciones, pero debido a su mayor curvatura y espesor admiten una mayor deformación de los apoyos; llega un momento en que un plemento delgado no puede seguir perdiendo curvatura y entonces descansa sobre el sistema de arcos, fracturándose totalmente; depende entonces de la rigidez –curvatura– que pueda tener el plemento en la otra

dirección —de un arco fajón a un ojivo o de éste a un fornero— la estabilidad local del casquete desprendido. Eventualmente, se pueden producir caídas de esos casquetes.

Pilares del crucero

Como sucede con el triforio, y muy en relación con él, los pilares del crucero son un punto débil de la estructura. A la altura del mismo triforio, el pilar (ver imagen 490) es reducido notablemente en su sección por su paso. La inconsistencia de la estructura que se produce en ese punto es enorme, y sólo la rigidez que aporta el muro trasero del triforio, debida a su forma angular, es

Imagen 490. Detalle de la planta al nivel del triforio en que se ve la sección constructiva de los pilares del crucero en el paso del ándito



suficiente para impedir las grandes deformaciones que estos pilares padecerían por culpa de esta disminución de sección. En la imagen 491 se aprecia, junto a la gran deformación que sufre la pilastra del lado norte del cuarto tramo de la nave central, la que padece el pilar del crucero, también acusadísima en esta dirección. La imagen 492 muestra el pilar del crucero visto frontalmente, pudiéndose apreciar, en combinación con la anterior, el doble giro que sufre a la altura del triforio: el pilar gira tanto hacia la nave central como hacia el transepto, es decir, en la diagonal del crucero, en su tramo inferior, e invierte el sentido de los dos giros en el tramo alto.

Más arriba del triforio se produce el empuje de sentido contrario de las bóvedas altas: la del crucero, por sus mayores luces y superficie cubierta, provoca una acción mayor. En torno al triforio se produce el giro de la sección del pilar, muy acusado. Además, este giro produce un corrimiento lateral de la cabeza del pilar, en la base del triforio, con un estiramiento de la base de éste en su tramo inmediato, acompañado de un descenso del suelo del ándito de unos 5 cm respecto a los extremos del transepto y de los pies de la iglesia. Así se explica el origen de los escalonados de la balaustrada del triforio en esos tramos —ver capítulo de evolución estructural—.

Las líneas de empujes

Las imágenes 493-a y 493-b muestran las líneas de empujes obtenidas para las dos secciones que interesan al pilar noroeste del crucero. La primera muestra el empuje de dirección norte-sur en la nave del transepto. La resultante de los empujes de las bóvedas superiores no tiene una gran inclinación pero sí se acusa en ella la diferencia de tamaños, pesos y empujes que hay entre la bóveda del crucero y la del tramo inmediato del transepto, que da una resultante



Imagen 491. Pilares cuarto y quinto de la arcada norte de la nave central, con su forma sinuosa



Imagen 492. Alzado interior del arco del quinto tramo de la nave central, con sus dos pilares inclinados hacia la derecha, donde se sitúa el crucero. Al fondo se ve la capilla de Santa Victoria y el sistema de grietas formado en el paño de muro sobre ella

parcial dirigida hacia el norte y que vendría a presionar esta cara del pilar si faltara el empuje de la bóveda inferior. En este punto se conjuga con ella para dar una resultante de dirección sur, aunque prácticamente centrada en la base del pilar.

La imagen 493-b es la sección correspondiente a la nave central de la iglesia, en la que las combinaciones de empujes son prácticamente iguales excepto por la aparición del debido al arco codal. Éste contribuye poco al centrado del empuje, tanto en dirección como en punto de aplicación, debido al poco peso relativo frente al que tienen los arcos diafragma de las naves, que cargan con el muro de cierre superior, además de las bóvedas de la nave lateral. La comparación de una y otra lámina viene a mostrar que al prescindir de la acción del arco codal –tras su desmontaje en restauración anterior–, el pilar sufrirá un descentramiento de las cargas en su base, pero siempre sin salir de su sección resistente central y, por tanto, sin peligrar su equilibrio.

Combinación de esfuerzos

De la reunión de las dos resultantes se obtendrá una componente del empuje horizontal prácticamente sobre la diagonal del crucero, pues el método seguido en la obtención de las líneas de empujes ha pasado por “proyectar” los debidos a los arcos diagonales sobre el plano de la sección considerada, mientras que las cargas verticales se han considerado las mismas en los dos casos. Es decir, al sumar las resultantes sólo tendremos que hacerlo con las componentes de los empujes proyectadas según las dos direcciones norte-sur y este-oeste, pero considerando sólo una vez el peso.

Los desplazamientos necesarios

Descritos ya más arriba como observación hecha antes de comenzar el cálculo –ver el

análisis fotogramétrico–, los giros del pilar en su parte inferior tendrán esa dirección diagonal, apreciándose tanto en la sección de la nave central como en la del transepto (ver imagen 494). Así lo apreciaron los que decidieron construir arcos codales en las dos direcciones. Y así también se manifiesta en el giro de las piezas de la balaustrada del triforio. Como hemos dicho, por encima de éste, los giros se producirán en la otra dirección, si bien tendrán muy poca entidad dado que los empujes de las bóvedas altas se equilibran prácticamente en el arranque mismo sobre el pilar.

Formación de rótulas

En estos pilares se producen entonces tres puntos singulares de concentración de tensiones y giros consecuentes. En primer lugar, el pilar inferior, cuyo giro vendrá motivado seguramente por un asiento diferencial de un cimiento formado por material altamente compresible y con gran cantidad de mortero muy degradable. En el apartado dedicado al análisis de los cimientos se explica este extremo. En segundo lugar, al girar el pilar, los dos arcos diafragma de las naves laterales se abrirán, perderán curvatura y sufrirán un asiento en la clave y en los riñones de la semisección que apoya en el pilar, lo que provoca el asiento del suelo del triforio –ver el capítulo sobre la evolución estructural–.

El problema que queda pendiente es el presentado más arriba de la pérdida de sección resistente por el paso del triforio. Observando las líneas de empujes se ve además que en las dos direcciones la resultante del peso de las bóvedas y los muros de cierre de los camaranchones viene a “pasar” por el vano del triforio. Esto no supone un problema estático, ya que por encima del vano hay una losa de piedra que debe ser capaz de resistir ese peso –a flexión– y transmitirlo a sus apoyos en las

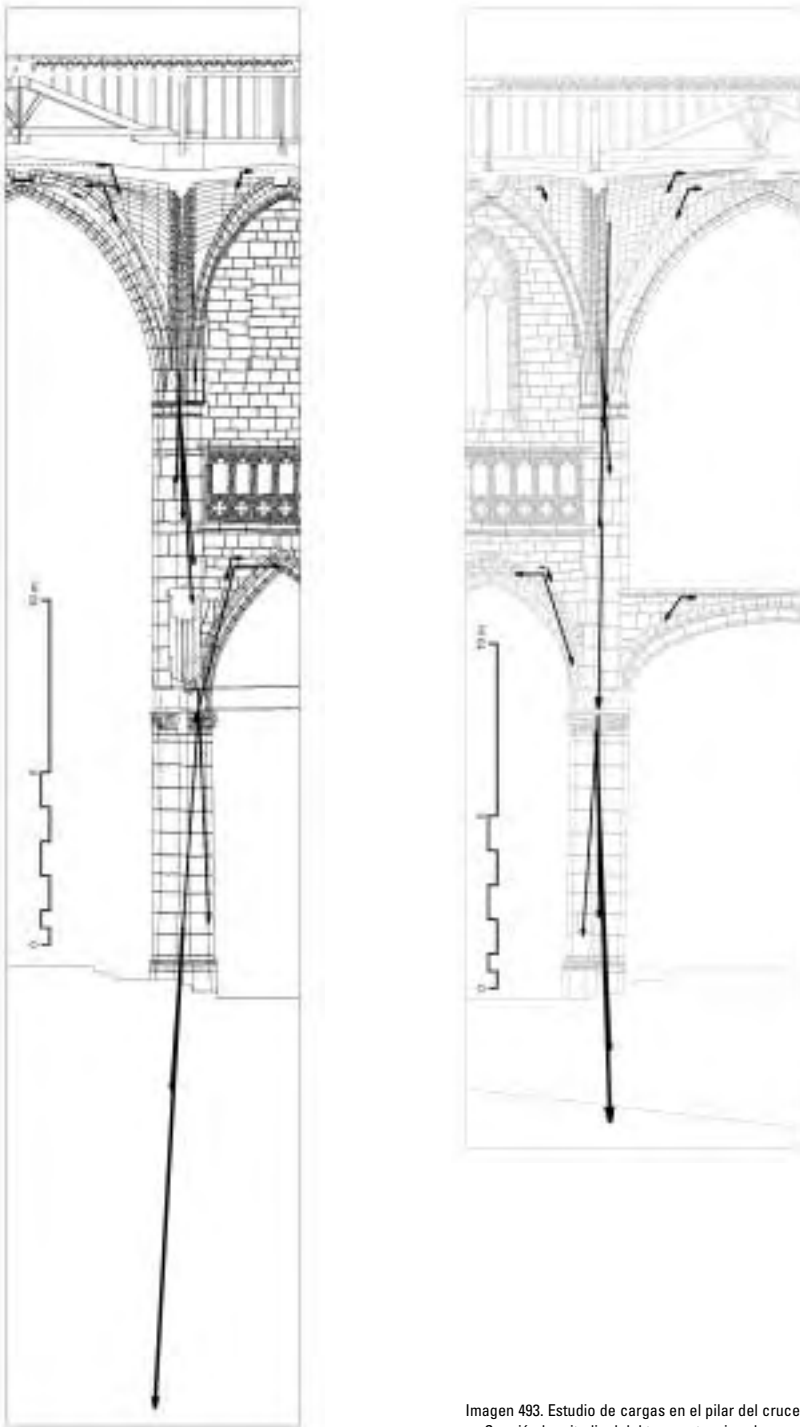


Imagen 493. Estudio de cargas en el pilar del crucero
 a. Sección longitudinal del transepto mirando a oeste
 b. Sección longitudinal de la nave central mirando al norte

dos semisecciones que forman el pilar. Como se muestra en la imagen 490, la sección de la parte interior –hacia las naves– tiene bastante área. Sin embargo, la sección comprometida en el exterior, parte del muro de cierre del ándito, es bastante exigua. El análisis de esta sección de muro viene a estimar su área resistente en unos $0,1 \text{ m}^2$, con un esfuerzo resistente de las cargas superiores de unas 120 to, lo que, dividido por dos apoyos, da una tensión de trabajo de unos 60 kg/cm^2 , que se acerca ya a valores muy altos para las fábricas. Probablemente sólo gracias a que forma un ángulo, como hemos dicho, no ha sufrido una inestabilidad lateral, que se habría debido a esa sobrecarga, combinada con una excentricidad provocada por la inclinación que padece por efecto de los giros del pilar inferior. En todo caso, es uno de los puntos débiles de la estructura, como empezamos diciendo.

Avance de las deformaciones

Por todo lo dicho, parece que puede entenderse que los giros están detenidos ya históricamente. Sin embargo, una de las fisuras detectadas posteriormente a la última restauración viene a situarse en el enjarje entre el pilar y el tímpano del arco formero de la nave del transepto, por encima del triforio (ver imagen 495). En este punto se dispuso un equipo de control de la apertura de la grieta que no ha mostrado avances sino sólo movimientos cíclicos. Probablemente podamos atribuir la aparición de la grieta al reacomodo que sufrió el pilar tras la eliminación del arco codal de la nave central, sin ulteriores avances.

Posibles mecanismos de colapso

De todo este análisis queda esa mengua de la sección al paso del triforio como punto localmente en riesgo. Pero con el agravante de ser un punto que, multiplicado por las cuatro esquinas del crucero en que sucede,



Imagen 494. Vista inferior del pilar del crucero en que se aprecia la inclinación cambiante en los tramos hasta el triforio y por encima de él

puede poner en peligro el crucero central de la iglesia (ver imagen 496). Y con el problema, también específico, de que el posible colapso se produciría repentinamente, ante algún cambio imprevisto de las condiciones “de contorno” que pudiera aumentar la intensidad o excentricidad de la carga.

Pilares laterales de la nave central

Los pilares de los tramos segundo, tercero y cuarto de la nave central, a ambos lados, muestran una gran inclinación hacia el eje de la nave en su parte inferior, mientras las pilastras superiores, con los muros de cierre sobre el triforio, giran hacia el exterior del edificio. Es especialmente acusado en el cuarto pilar, contiguo al del crucero estudiado en el punto anterior (ver imagen 491). Históricamente, se produjeron estos giros probablemente poco después de abovedarse el edificio y al producirse la sobrecarga de los riñones de los arcos por los contrafuertes superiores —como ahora veremos—. La respuesta fue

la construcción de una serie de arcos codales (ver imagen 497), hoy desaparecidos, que contenían el esfuerzo lateral dado por el arco perpiaño de la nave menor contra la cabeza del pilar —en sus *tas de charge* sobre el capitel—.

El aspecto actual de toda la sucesión de pilares del alzado norte de la nave se muestra en la imagen 498, donde se ve que no todos ellos tienen la misma inclinación, hasta llegar al del coro, prácticamente aplomado —ver estudio fotogramétrico de las deformaciones—. Acompaña a este sistema de giros un consecuente sistema de fisuras que desgajan la pilastra del tímpano del arco diafragma de la nave lateral, debido tanto al giro hacia la nave como del perpendicular a él, hacia el transepto, este último siguiendo al giro, mayor, del pilar del crucero en esa dirección.

Las líneas de empujes

Las imágenes 500-a y b muestran las líneas de empujes obtenidas para describir el fenómeno. La primera da la sección transversal



495



496

Imagen 495. Alzado oeste del triforio en el tramo tercero de la nave norte del transepto. Se aprecia el escalonado de la balaustrada y la aparición de una grieta entre el pilar y el muro de cierre sobre el triforio

Imagen 496. Los cuatro apoyos de la bóveda del crucero, todos ellos con el mismo sistema de giros en dos direcciones y con la sección mermada al paso del triforio

Imagen 497. Refuerzo de los pilares de la nave norte y del crucero con arcos codales hoy desaparecidos. Archivo Municipal de Vitoria. Ref: VERC (Fondo Guinea)

Imagen 498. Serie de los pilares de la nave norte con sus diferentes inclinaciones debidas a la distinta calidad constructiva del cimiento y a la diferente sección de los contrafuertes adosados en el exterior del muro de cierre superior



497



498



Imagen 499. Zona del *tas de charge* del cuarto pilar norte de la nave, con las grietas que lo desgajan de las enjutas de los arcos diafragma por causa del empuje del arco perpiaño de la nave lateral, detrás en la foto

de la nave central y es, probablemente, la más interesante de todas las calculadas. En ella se ve cómo el empuje que viene de las bóvedas altas es conducido por el contrafuerte adosado exteriormente hasta recaer sobre los riñones del semiarco perpiaño que apoya en el pilar de la nave central. Al llegar esa carga puntual a apoyar en el arco, éste hará lo necesario para transmitirlo hacia el otro semiarco y hacia su propio salmer sobre el pilar. El resultado estático es un esfuerzo inclinado hacia el interior de la nave y un empuje en la clave del arco de gran magnitud, que a duras penas es centrado por las cargas del muro de cierre transmitidas por el arco diafragma. Por fin, la resultante en el pilar tiene una fuerte excentricidad en la base, aplicada casi en su borde interior, y una componente horizontal importante, de 21 to.

En la otra sección estudiada, (ver imagen 500-b) se logra una resultante prácticamente vertical, contando que la sucesión de arcos diafragma viene a estar bien contrarrestada al final por el arco codal del transepto. Como quiera que no fue siempre así, en la explicación de la inclinación del pilar hacia el este se considerará el giro del pilar del crucero como responsable del problema.

Combinación de esfuerzos

Ante esta falta de excentricidad de la sección longitudinal de la arcada, la única resultante que producirá giros será la procedente de la transversal, de manera que la resultante en el cimiento se dirigirá perpendicularmente hacia el eje de la nave. Siempre con la salvedad hecha respecto al efecto del arco codal.

Los desplazamientos necesarios

En el capítulo de evolución de la estructura se explicó el resultado del apoyo del contrafuerte sobre el relleno del trasdós del

arco, cargando en última instancia sobre éste. La explicación no es completa ya que no dice cómo se produce esa deformación del arco, centrándose sólo en el giro del contrafuerte que obliga a erigir el arbotante exterior, siguiendo la secuencia histórica.

Formación de rótulas

El semiarco que sufre la carga puntual se comportará como una especie de arco inclinado en el que será más importante la magnitud y dirección de esa carga puntual que el peso propio que habitualmente equilibra el arco. Se formará un sistema de articulaciones en el propio semiarco que viene a tener la "clave" en las dovelas centrales —en los riñones y bajo la acción de la carga puntual—. En esas dovelas centrales se abrirá el arco por el intradós —contrariamente a lo habitual—; en la clave real del arco perpiaño se producirá la articulación en el intradós, con la apertura del trasdós. Igualmente sucederá en el apoyo sobre el pilar, donde la articulación se producirá en el arranque, aunque aquí sí coincide ya con la forma habitual de trabajar de un arco, lo cual es como debe ser, porque de lo contrario tendríamos una "tracción" sobre la cabeza del pilar —es decir, un fuerte empuje del lado contrario—, lo que no es el caso. La inversión del sistema de articulaciones tampoco sigue en la otra semisección, donde el fuerte empuje en la clave se transmite formando el sistema normal de articulaciones.

Avance de las deformaciones

Todo este sistema se formará en última instancia a costa de la inclinación del pilar, que, lógicamente, necesitará un cimiento deformable para girar, como ya hemos visto en el pilar del crucero. Históricamente parece que el problema se solventó con la introducción de los arcos codales, pero ya hemos puesto en duda la necesidad real de ese apeo. En el dibujo de la línea de cargas

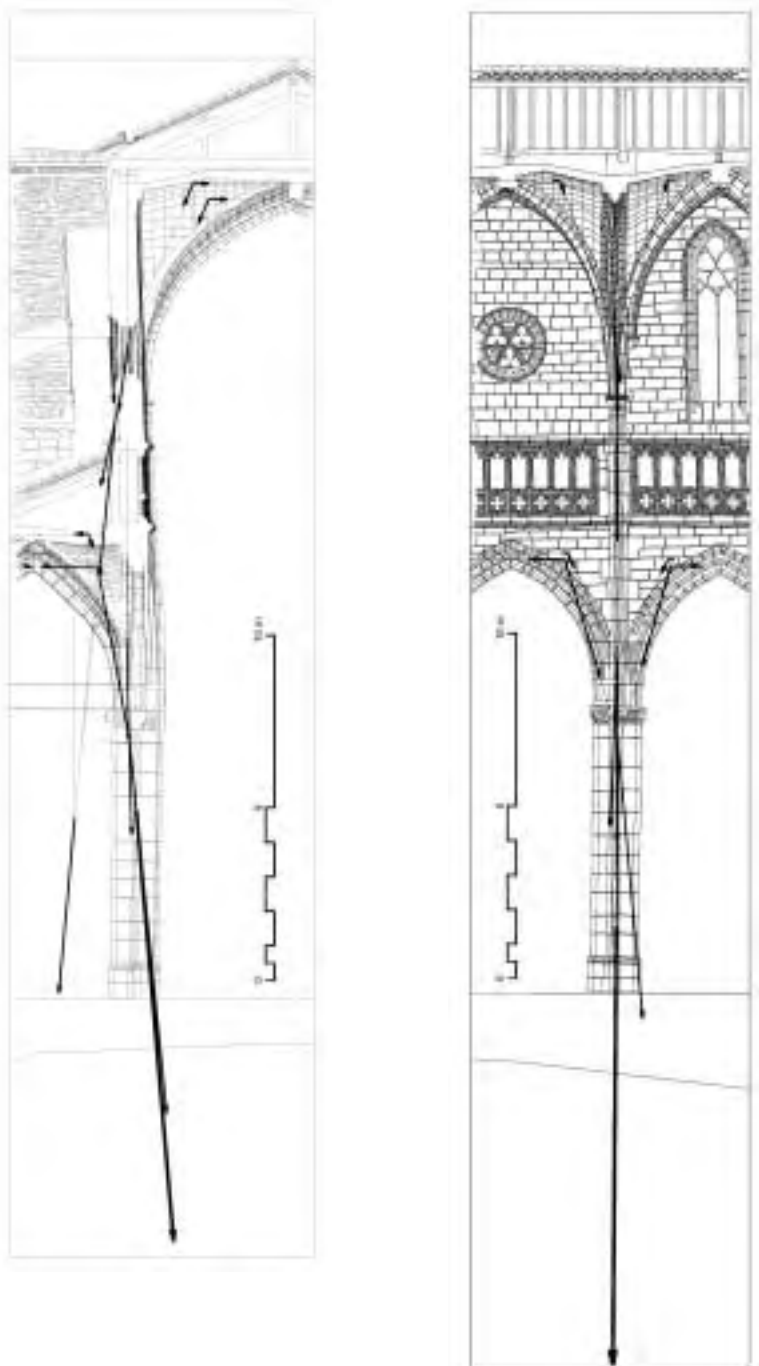


Imagen 500. Estudio de cargas en el cuarto pilar norte de la nave central

- a. Sección transversal de la nave mirando a este
- b. Sección longitudinal de la nave central mirando al norte

se obtendría una menor excentricidad de la resultante si introdujéramos el empuje del codal, pero eso no hace que éste sea imprescindible para el equilibrio, como se demuestra por la existencia de una línea de empujes completamente dentro de la sección resistente de la fábrica.

Posibles mecanismos de colapso

Sin embargo, sucede que la concentración de tensiones en la cara interior de la cimentación puede producir posteriores giros del pilar, sobre todo en la hipótesis de una composición constructiva del cimiento de poca calidad, con morteros degradados y mal aparejo de los mampuestos –ver más adelante–.

Esa inclinación del pilar vendría a tener el efecto de abrir más el arco y forzar mayores giros en las articulaciones del semiarco flexionado, que podría fallar. Con todo, como en el análisis del machón de Santa Ana, es necesario un giro demasiado grande para producir este efecto.

El posible fallo de esta sección podría venir porque la concentración de tensiones en la cara interior del cimiento produjera, no un asiento diferencial de esa parte, sino un fallo local que despidiera material provocando un daño local que no podemos predecir hasta dónde podría llegar. Esto lo discutiremos más adelante, al hablar de cimientos.

Capillas y arcosolios

Estos problemas de concentración de cargas puntualmente sobre un arco se ha producido en varios puntos de la Catedral por la apertura de vanos, capillas y arcosolios que cortan las líneas de descenso de cargas de los contrafuertes de las bóvedas altas.

El punto más conflictivo, que estuvo a punto de provocar la ruina del crucero de la Catedral, fue el de la capilla de los Reyes,



Imagen 502. Deambulatorio y, al fondo, capilla del transepto norte con el vano apuntado de paso a la capilla noreste, hoy cegado. Archivo Municipal de Vitoria. Ref: GUI-VI-17.16



Imagen 501. Grieta en el muro medianero de las capillas del brazo norte del transepto, junto a la pilastra de la nave, producida por la apertura del arco fornero

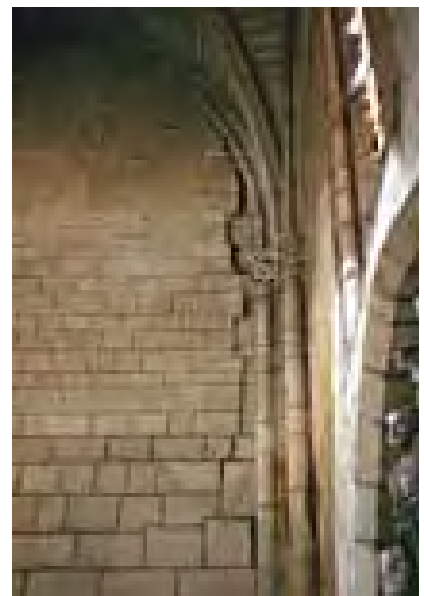


Imagen 503. Simétrica a la anterior, grieta en el extremo opuesto del mismo muro, junto al cierre exterior de la muralla, producida por la misma apertura del arco fornero



Imagen 504. Capilla de Santa Victoria, con su arco apuntado, detrás del arcosolio adosado a la pilastra de esquina entre el transepto y la nave lateral norte, antes de las restauraciones de la década de 1960. Archivo Municipal de Vitoria. Ref: GUI-VI-17.17

y lo discutimos más adelante porque tiene unas características especiales.

Los otros tres puntos graves se encuentran en la capilla de Santa Victoria –muro de cierre de la nave norte en esquina con el del transepto (ver imagen 492, al fondo)–, los arcosolios entre las capillas del transepto sur, ambas cosas existentes todavía, y la apertura de una puerta en el muro entre las capillas del transepto norte (ver imagen 502), que dio lugar a la aparición de una serie de grietas en el tímpano del muro (ver imágenes 501-503) reparadas posteriormente en la misma restauración en que se vuelve a cegar la puerta.

Vamos a estudiar el problema de la capilla de Santa Victoria (ver imagen 504), donde se hace más patente y fácil de comprender –aunque revisando el cálculo y la construcción de la sección 23 se obtienen conclusiones similares–. La capilla se abre desmontando el muro de cierre norte debajo del contrafuerte que apea el segundo arco perpiño de la nave norte de transepto.

Las líneas de empujes

Afortunadamente, la capilla tiene poca altura y la tremenda inclinación de los empujes que produce está lo bastante cerca del cimiento como para permitir su “entrada” en la sección resistente. En la imagen 505 se puede comprobar el descenso de la resultante de los pesos de la parte alta de la nave del transepto y cómo, de manera similar a la sección del pilar de la nave, este esfuerzo se convierte en una carga puntual muy cerca de la clave del arco de la capilla. Probablemente debido a que no se trata realmente de un arco sino de una bóveda de cañón de la misma anchura que la capilla, y también a que la resultante viene aplicada en una sección ancha –la del propio muro– que sobremonta a la bóveda de la capilla, muy grueso por formar parte del

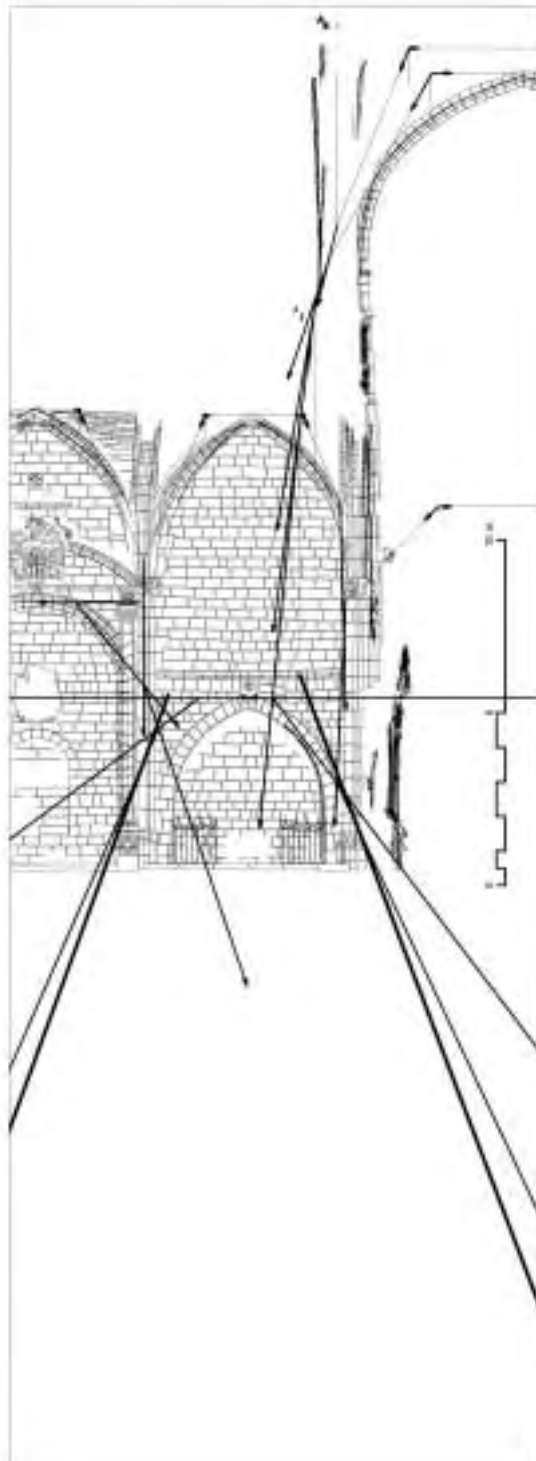


Imagen 505. Estudio de cargas en el quinto tramo de la nave lateral norte, sobre la capilla de Santa Victoria

primer proyecto –la muralla–, las tensiones que se obtienen en las dovelas no son muy altas y el propio arco no acusa la misma deformación con contracurvatura que el perpiaño de la nave lateral visto antes.

Sin embargo, la descomposición de esa resultante para que salve el arco obliga a introducir un empuje enorme en la clave, con una tensión en este punto de 27 kg/cm^2 –ver estudio de cargas, sección 11–, y una resultante en el apoyo con una fuerte inclinación hacia la derecha –este de la Catedral de Vitoria–. Nuevamente, tan sólo el peso del muro de cierre, transmitido por el arco diafragma, consigue centrar un poco la dirección de la resultante hasta conseguir que pase por la sección resistente del muro.

Combinación de esfuerzos

Ese empuje enorme en la clave debe poder encontrar contrarresto en el que procede del arco de la contigua capilla de la Concepción, más alto, de mayor luz y de medio punto, pero, naturalmente, menos cargado. Ese empuje contrario apenas consigue que la resultante a este lado quede dentro de la sección del machón que separa las capillas –y que apea, por su parte, a uno de los botareles del lado norte–.

Probablemente, el mecanismo formado para equilibrar los dos empujes pase por reducir el de la capilla de Santa Victoria, lo cual sólo es posible subiendo su línea de acción, es decir creando un arco de descarga por encima del arco constructivo, en la masa del muro. De esta manera, los esfuerzos se diluyen y la resultante final puede ser algo menos inclinada.

Los desplazamientos necesarios

Este mecanismo de descarga es el que detectan las grietas formadas tanto en este paño de muro –junto a la pilastra del

transepto, a la derecha de la imagen 505–, como las que se muestran en las imágenes 501 y 503, que corresponden al muro medianero de las capillas del lado norte. Es posible incluso que el propio arco formero haya sido el responsable de descargar al muro en los dos casos –y sobre los arcosolios del sur, sección 23–, lo que viene indicado porque el sistema de grietas formado es tal que el arco formero se desgaja del muro de su tímpano en la parte de sus arranques porque sufre una apertura.

Formación de rótulas

Sin embargo, esa apertura de los formeros lleva a giros de las pilastras en que apoyan, que también se desgajarán del muro de cierre, en los tres casos. Se forma así una fisura que corta completamente la pilastra y el muro, lo que nos llevó en el apartado anterior a advertir sobre la posibilidad del fallo de ésta por excesiva compresión, al tratarse de un miembro descompuesto y no previsto para trabajar independientemente del muro al que daba remate –como sí lo son, en cambio, los pilares exentos, bien aparejados en todas sus caras–.

Avance de las deformaciones

Esas fisuras tenderán a abrirse aun cuando ahora podamos cerrar los vanos de las capillas y arcosolios, porque han perdido la trabazón con el muro y ya es difícil que vuelvan a descargar en él aunque éste sea reparado.

La construcción de los arcos codales vino a limitar el problema, aquí sí con eficacia porque no se trata de un problema de equilibrio global –que estaría salvado– sino de fuertes daños locales con desplazamientos muy acusados de apertura de los arcos formeros y conversión de las pilastras en falsos –y malos– pilares.

Posibles mecanismos de colapso

La dificultad con que las líneas de empujes forman arcos de descarga sobre las aperturas de los muros viene a ser un problema que hace muy inestable la línea de empujes obtenida, forzando a trabajar a miembros no previstos –como los formeros– y con grandes lesiones locales –en los arranques y en las pilastras–. La posibilidad de un fallo vendrá de que esos miembros extrañamente comprometidos en el equilibrio acumulen tensiones en puntos débiles y sufran un fallo local.

f. Otros aspectos singulares de la estructura

La construcción del triforio

De modo similar al problema estructural y constructivo descrito para el pilar del cruce-ro, se producen en todo el recorrido del triforio una serie de desajustes muy acusados en las zonas donde, por otros motivos, los movimientos de la Catedral se magnifican. En la imagen 506, interior del triforio en el muro oeste del transepto sur, se aprecia la diferencia de inclinaciones de los distintos cierres, así como los extraños enjarjes del requiebro sobre la pilastra de la nave sur –ver capítulo de evolución estructural–.

En la imagen 507 se acusa otro de los temas graves que se encuentran en la construcción de la Catedral. Corresponde al interior del camaranchón sobre la nave lateral sur y muestra un contrafuerte, en el centro, y la pantalla exterior del triforio, al fondo. Están construidos con distinta técnica y adosado el contrafuerte a la sillería del triforio, sin enjarje. Esto bien puede ser una cuestión de técnica constructiva –justificada por la delgadez del muro del triforio que le impide casi cualquier unión con otras fábricas–, aunque compromete también problemas de fases históricas de ejecución. La segunda cuestión importante es la relación

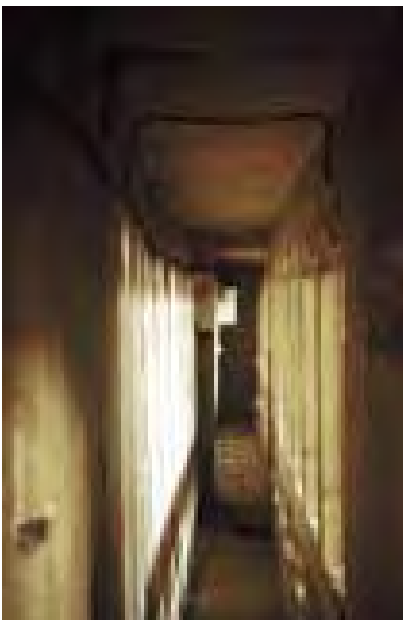


Imagen 506. Interior del ándito del triforio en su tramo oeste de la nave sur del transepto. Se aprecia la inclinación de los distintos tramos y el escalonado del muro de cierre exterior –a la izquierda– provocado por el replanteo de la obra al nivel del triforio



Imagen 507. Exterior del muro de cierre del triforio sobre la nave sur y contrafuerte adosado de gran canto. Se ven las hiladas recrecidas sobre los muros de cierre de las naves laterales, también formados en dos etapas constructivas

de ambas construcciones con el muro inferior, que aparece desnudo, ejecutado en mampostería de regular factura con una relativamente buena trabazón entre las bases del muro y del contrafuerte. Esto quizá indique la congruencia general de la estructura superior con la inferior, pero contando con que aquélla se ejecuta en sucesivas fases y con múltiples refacciones, mientras que ésta se desarrolla unitariamente.

Por último, nos interesa señalar que de esa manera, el cierre del triforio será una pantalla vertical muy cargada por el peso del muro de cierre superior y que escasamente podrá contar con el refuerzo que deberían suponer esos contrafuertes ante una posible inestabilidad lateral por excentricidad de las cargas.

Así, nos queda el problema de la enorme esbeltez del muro exterior del triforio, pues tiene una relación entre el espesor y la altura de 1/9 que lo hace casi incapaz de resistir el menor descentramiento de las cargas

que pudiera provocar la aparición de un momento de pandeo. Esto significa que todos los empujes laterales de las bóvedas deben transmitirse a través de los contrafuertes, arbotantes y estribos exteriores, y que el triforio sólo es capaz de transmitir cargas estrictamente verticales, las del muro que lo sobremonta. Por otro lado, el hecho de que ya hoy el triforio se encuentra muy desplomado hace que incluso las cargas de transmisión vertical sean excéntricas en la sección del muro –y de los parieluces, obviamente–, con el delicado problema de equilibrio que ello supone. Esta condición inestable del muro a la altura del triforio se salva sólo, y escasamente, como dijimos, por la pequeña posibilidad que tiene de estabilizarse gracias a los apeos de los contrafuertes adosados, que reducen algo su esbeltez horizontal y le confieren cierta rigidez.

Los arcos codales y los tirantes de la última restauración

En distintos momentos de fechas posteriores al siglo XV, se dispusieron los arcos de contrarresto de las deformaciones que debían ya padecer los pilares de las naves. Tradicionalmente se llama a estos arcos “del miedo”, pues fue el temor de una ruina de las bóvedas superiores el que determinó su construcción. La secuencia histórica de la construcción de estos arcos comienza en el siglo XVI, pero faltan datos tanto documentales como estratigráficos para fijar las fechas concretas. (Ver imagen 508) Pero creemos que estos arcos se construyeron ya con el templo prácticamente estabilizado, siendo innecesarios. La eliminación de los arcos de la nave principal por el arquitecto J. M. Lorente y su sustitución por unos ineficaces “tirantes del miedo” podría probar esta inutilidad de modo patente para el caso de la nave central –es distinto el caso del transepto por los problemas



508



509



510

Imagen 508. Arcos codales de la nave central antes de su desmontaje en las restauraciones de la década de 1960. DFA. Archivo del Territorio Histórico de Álava. Fondo: López de Guereñu. Nº 3975

Imagen 509. Arcos codales de la nave norte del transepto

Imagen 510. Vista inferior del segundo arco codal del transepto sur, entre la pilastra de la capilla de los Reyes y el pilar sur de entrada al deambulatorio

locales ya vistos en relación con las capillas y arcosolios (ver imagen 509)—, si no fuera por la aparición de fisuras post-restauración en lo alto de las bóvedas del cuarto tramo de la nave, y por la constatación de la apertura, un tanto errática, de los puentes extensométricos instalados en los tirantes correspondientes a este tramo —pero no en los simétricos del sur, extrañamente—.

Estos dos fenómenos, en efecto, indican algún tipo de inestabilidad local en el lado norte del cuarto tramo de los pies, pero no implican que su origen sea la destrucción de los arcos codales —ver la explicación para los pilares, más arriba—, pues la aproximada simetría del sistema estructural exigiría entonces una apertura similar de los puentes del lado sur. Por otro lado, en cuanto a la ejecución constructiva de los arcos, hay que decir también que difícilmente sea eficaz para el objetivo propuesto. La escasa curvatura que tienen y el poco canto de sus dovelajes hacen que sean elementos, por lo primero, poco tolerantes a

los posibles movimientos de apertura de sus apoyos, y, por lo segundo, poco resistentes ante esfuerzos sobre su directriz (ver imagen 510). Si examinamos además la ejecución de los rellenos superiores, veremos también cuán inconsistentes son frente a una compresión lateral. De hecho, hay que concluir, más bien, que si se aguantan en pie es porque no sufren ni aperturas ni grandes compresiones, salvo los del cruce-ro —según lo explicado antes— y los que apean las capillas del transepto y de las naves laterales.

La desaparecida capilla de Los Reyes

En el quinto tramo de la nave lateral sur se encuentran los restos de la que fue capilla de los Reyes, destruida tras un pleito que determinó que su construcción ponía en peligro la estabilidad del crucero de la Catedral (ver imagen 511). La secuencia, ya explicada, comienza con la destrucción del apoyo del contrafuerte del segundo peripiaño de la nave sur del transepto para abrir



Imagen 511. Interior de la demolida capilla de los Reyes. Se ven los arranques de las bóvedas demolidas y, a la izquierda, el arco que se abría hacia la nave sur cortando la línea de empujes del contrafuerte entre el segundo y el tercer tramos del brazo sur del transepto, luego embebido en el refuerzo del muro medianero, parte inferior de la foto

el arco de entrada a la gran capilla. Es intervención simétrica de la de Santa Victoria, pero de mayor amplitud y gravedad, pues aquí el corte fue radical, eliminando el muro en toda su altura hasta el arco fornero.

Tras la amortización de la capilla se ciegan sus vanos y se refuerza el muro medianero con el transepto. Este refuerzo se encadena al muro existente mediante llantas metálicas ancladas en la cara del muro hacia el transepto –ver capítulo de evolución constructiva–. Sin embargo, el muro se construye sobre una bolsa de rellenos de tierra que cubre el cimiento del muro de cierre de la iglesia que todavía databa de Alfonso VIII. Por error de cálculo –desconocimiento de la existencia de ese cimiento inferior– o por una construcción poco cuidadosa, el caso es que se consigue un apoyo claramente compresible, lo que provoca el asiento diferencial de la hoja exterior –trasdosado de reparación, mal cimentado– respecto a la interior, correctamente

descargada en aquel cimiento. Además, la ejecución del muro en mampostería con grandes juntas de mortero también provoca un asiento de la propia masa de la fábrica.

Este asiento de la masa del muro y de su cimiento tiene dos efectos. Por un lado, provoca la concentración de tensiones en la pilastra de esquina entre la nave sur y el transepto, con la aparición de fisuras de componente vertical (ver imagen 513) probablemente debidas a una sobrecompresión de los sillares que forman el forro exterior de la pilastra. Por otro lado, provoca un giro del propio muro hacia el oeste, que se suma al provocado por el machón de Santa Ana, convirtiendo a todo el flanco occidental del transepto sur en la zona más inestable y en riesgo de la Catedral.

La esquina noreste del transepto

Ésta es, por último, la otra sección del edificio donde se encuentran serios problemas de inestabilidad. Como en la portada de



Imagen 512. Cimiento del refuerzo del muro medianero de la capilla de los Reyes y el transepto, asentado sobre un relleno de tierras por encima del resto del cimiento del antiguo muro de cierre

Imagen 513. Pilastra de esquina entre la nave lateral sur y el transepto, en la zona de la capilla de los Reyes. Se aprecian las fisuras verticales producidas en los sillares, probablemente por concentración de esfuerzos de compresión debida al asentamiento plástico del muro reforzado en la capilla



Santa Ana, aquí se detectan movimientos de apertura en el control monitorizado y se miden grandes desplomes de los muros de cierre y, sobre todo, grandes sistemas de grietas que vamos a ver.

Confluyen tres problemas en esta parte, dos de ellos de configuración constructiva y geométrica del edificio, originales; el tercero, provocado por una inadecuada intervención restauradora.

El primer problema es la configuración del alzado este del transepto y su posición en la ladera de Gasteiz, que hacen que el contrafuerte extremo de la serie de bóvedas y arcos de ese alzado tenga una esbeltez enorme, contando con la altura de la capilla de la muralla del primer proyecto de la que arranca hacia arriba (ver imagen 514). Así sucede que en este lado los empujes de la sucesión de arcos del alzado dé una resultante que se encuentra muy forzada para entrar en la sección resistente tanto del muro de la capilla como

del mismo contrafuerte. Aquella presenta un desplome en la parte de la pilastra de entrada a la capilla –patente en el estudio fotogramétrico–, donde se interrumpe la arcada inferior del alzado. El contrafuerte, por su parte, gira sobre su apoyo en la cabeza del muro de cierre de la capilla, separándose del muro de cierre oriental, arrastrando consigo a la pilastra de esquina y al arco ojivo que descansa en él. (Ver imagen 516)

El corte del contrafuerte con el muro es casi completo, como se acusa en las grietas que se ven en la imagen 516, del interior del triforio en esa esquina, donde se ve la grieta que corta el dintel sobre la puerta de la derecha y, un poco más allá, un corte completo del muro de cierre del ándito. Además se produce una apertura de los arranques de las bóvedas que separan al muro y los formeros de los plementos (ver imagen 517) en un mecanismo ya explicado para el otro brazo del transepto.

Imagen 514. Exterior del alzado este del brazo norte del transepto. Se aprecia la fisura que separa al contrafuerte noreste, a la derecha, del muro de cierre



Imagen 515. Pilastra de la esquina noreste del transepto, desgajada del muro de cierre del mismo, a la derecha



El segundo problema será el del deslizamiento del cimientto de esta estructura —la parte más alta de la Catedral— respecto al suelo, si exceptuamos la torre, más tardía. Como hemos comentado ya antes, ese deslizamiento está sin comprobar, pero su incidencia, de producirse, es grande precisamente por el mismo problema de la esbeltez de los muros.

El último problema es histórico, y consiste en la apertura de los vanos de los dos primeros tramos en la anterior restauración. Se ve en la imagen 518 que esos ventanales no existían a mediados del siglo XX. El efecto que su apertura ha significado es un debilitamiento mayor de la estructura. El argumento que lo explica sería el siguiente: la apertura de los ventanales pseudogóticos con los que en las obras de la década de 1960 se imita a los únicos que había —los inmediatos al crucero, que son los de sillería, pues los de restauración son de mortero imitando esa sillería—, provoca

la pérdida de la escasa rigidez transversal que los muros podían tener y que contribuiría a resistir los esfuerzos de dirección norte-sur aplicados por las bóvedas. Este empuje es insuficientemente contrarrestado por el contrafuerte de la esquina nor-oriental, debido a su gran esbeltez. La fractura del muro y su debilitamiento por la apertura de los ventanales hace que ya sea muy deformable ante la componente del empuje en dirección este-oeste, con el consiguiente giro y el desgajamiento de la bóveda del transepto que hemos visto.

Cimentación

Todos los esfuerzos que hemos venido calculando o explicando en los apartados anteriores tienen que ser transmitidos al suelo a través del cimientto. Y hemos atribuido al deficiente comportamiento de éste algunos de los giros, muy acusados, de la estructura. No se los podemos achacar al suelo porque se trata de una roca de calidad



Imagen 516. Vista interior, a la altura del triforio, de las grietas que separan al contrafuerte noreste del muro de cierre oriental del transepto



Imagen 517. Grietas entre las bóvedas del transepto norte y el muro oriental del mismo, sobre los formos



Imagen 518. La Catedral vista desde el este en una foto histórica, anterior a la apertura de los vanos del muro oriental del transepto y de su hastial norte.
DFA. Archivo del Territorio Histórico de Álava. Fondo: López de Guereñu. Nº 4241



Imagen 519. Cimiento de un pilar del presbiterio descubierto en la excavación arqueológica de la girola. Se aprecia su construcción mediante lajas de caliza margosa y juntas muy anchas de mortero altamente plástico, con la aparición de una fisura horizontal, posiblemente debida al giro del cimiento



Imagen 520. Cimiento del segundo pilar norte de la nave central, ejecutado con fábrica masiva, sin aparejar y sin forma, en una estructura altamente compresible y degradable. Se aprecia también su mal apoyo sobre los restos de estructuras anteriores

mediana pero perfectamente capaz de resistir los empujes que se le transmiten. Y en efecto, en las excavaciones arqueológicas ya efectuadas han aparecido distintos tipos de cimentación, a los que podemos atribuir diversos comportamientos mecánicos que, hasta donde conocemos, son coherentes con los sistemas de deformaciones hallados.

Pilares del presbiterio

(Ver imagen 519). Son los más antiguos de los descubiertos hasta ahora –exceptuando a la muralla del primer proyecto– y muestran una técnica de ejecución bastante correcta, aparejando lajas de caliza margosa con juntas muy anchas de mortero para formar unos tambores cilíndricos de sección algo mayor –no mucho– que la de los propios pilares a los que aguantan. Este tipo de cimentación puede perfectamente tener un comportamiento en cierto modo plástico o viscoso que le haría ir asentando bajo carga constante. Basta con que la carga sea excéntrica para que el asiento sea distinto en la zona más comprimida y se produzca el giro descrito tantas veces.

Pilares de la nave

(Ver imagen 520). Sólo conocemos por ahora dos cimientos de pilares de las naves –más los dos de sotocoro que comentamos en el próximo punto–, y lo cierto es que no sólo es posible en ellos la formación del mecanismo de asientos diferentes explicado, sino que podría también producirse un fallo local dada la pésima calidad de ejecución de la fábrica, prácticamente una acumulación de bolos y lajas con mortero pero sin aparejo definido y asentadas sobre rellenos y restos de muros anteriores sin formar previamente una buena superficie de apoyo saneada. Si los cimientos de los pilares más inclinados –los cuartos de la nave central– son similares a éstos, podemos



Imagen 521. Cimiento del primer pilar norte de la nave central, bajo el coro, bien aparejado con lajas de caliza y juntas de mortero, y bien apoyado en la roca sana, cortando para ello los restos de construcciones anteriores



Imagen 522. Cimientos de la capilla de San Bartolomé. En primer plano el cimiento del muro de cierre sur de la nave, desmontado para abrir la capilla. Detrás, el aglomerado de cimientos distintos debidos a diferentes momentos de uso de la Catedral y la capilla

estar casi seguros de que, efectivamente, el mecanismo de giro de los soportes en su base será según lo hemos descrito más arriba.

Pilares de sotocoro

(Ver imagen 521). Por el contrario, los dos pilares del primer tramo, bajo el coro, tienen la mejor calidad constructiva encontrada, bien asentados en la roca cortando los restos de cimientos anteriores para formar la caja de la zapata. Ésta es de buen aparejo de caliza con juntas ya no tan gruesas ni descompuestas. Probablemente incidan otros factores en el equilibrio correcto de estos pilares, como el menor tamaño del contrafuerte adosado en los muros de cierre de la nave alta –ver capítulo de evolución estructural–, pero lo cierto es que la cimentación magnífica que tienen es un valor muy positivo para ese equilibrio, pues los asientos de la masa de construcción serán muy pequeños.

Muros de cierre de las naves

(Ver imagen 522). En primer plano en la foto se ve el cimiento del muro de cierre de la nave sur, cortado para abrir la capilla de San Bartolomé, a la que pertenece la cimentación que se ve al fondo, irregular y hecha en múltiples fragmentos de distintos momentos. La de la nave, cortada además por la ejecución de una tumba, presenta una técnica de lajas de caliza margosa local, de pequeño tamaño y aparejadas sin mucho cuidado y con gruesas juntas de mortero para formar dos hojas exteriores que encofran un relleno de mortero y bolos más inconsistente. Es un cimiento suficientemente grueso, bien aparejado y ejecutado para no tener problemas de giros o asentamientos de los muros o botareles que descansan en él. Sin embargo, el problema podrá venir, nuevamente, de la dañina acción de los que se enterraron en las capillas de



Imagen 523. Cimiento del muro de cierre sur del tramo tercero de naves, cortado para la ejecución de una pequeña capilla funeraria exterior a la iglesia

la iglesia, pues llegan a cortar completamente la continuidad de los cimientos para hacer su tumba, y esto sí debilita seriamente su comportamiento al impedir la absorción de empujes horizontales de ciertas direcciones y su posible compensación, por ejemplo a un lado y otro de un botarel. En la imagen 523 se ve este problema al exterior del tercer tramo sur, junto a la capilla de San Bartolomé, a la derecha. El botarel ha pasado a formar parte del cierre de esta capilla y su cimiento ha sido cortado a paño del muro de cierre y de su esquinazo con el botarel, cuando originalmente parecía tener la anchura del muro más este estribo exterior, solución lógica para evitar posibles inestabilidades laterales ante el empuje de los arbotantes.

g. Conclusiones

El análisis efectuado hasta aquí nos permite entender el comportamiento estructural de la Catedral siguiendo un esquema “normal” en el cálculo de estructuras: se determina una situación de equilibrio de

las cargas que sea “razonable” y con ella se hace una estimación de los esfuerzos que han de resistir los miembros, cuyo dimensionado se revisa en función de los valores obtenidos para las tensiones de trabajo.

La diferencia importante es que el concepto de tensión de trabajo tiene poca aplicación en las estructuras de fábrica salvo cuando los esfuerzos se concentran en algún punto singular que pudiera fallar localmente, provocando la eventual ruina del conjunto o de una parte importante del mismo. La revisión de los estados tensionales por tanto se convierte en una localización de los lugares de la fábrica en que se producen grandes concentraciones, con lo que casi naturalmente –como los ingenieros franceses del siglo XVIII– desembocamos en una versión reducida y práctica del análisis límite, pues buscar esos puntos de concentración de tensiones viene a ser tanto como establecer el mecanismo de múltiples articulaciones que forma una Catedral.

En la revisión pormenorizada efectuada hemos tratado de avanzar hasta el colapso en todos los apartados, con objeto de revisar de esta manera la seguridad de la estructura: prever hacia dónde se dirige nos permite adelantar ciertas soluciones de reparación constructiva que eviten el riesgo de ruina.

El hecho es, por otro lado, que esa previsión es hasta cierto “alarmista” en cuanto que aísla fenómenos que no se producen separadamente y cuya interacción produce reacciones en todo el conjunto del edificio, de manera que la formación de ciertos mecanismos locales es motivo para que el propio edificio, hasta donde puede, forme mecanismos alternativos de reacción. El caso de los formeros de los muros medianeros de las capillas del transepto es paradigmático de este fenómeno: ante una sobrecompresión de los arcos que salvan capillitas y arcosolios, el arco formero –cuya participación en la construcción gótica no suele pasar de ser la “cimbra” de los plementos de las bóvedas tendidas entre ellos y los ojivos– se convierte en un miembro activo de la estructura resistente, siempre hasta donde se lo permiten sus propios apoyos encastrados en el muro sobre las pilastras de esquinas y la deformación consecuente de éstas.

Con todo, debemos guiarnos de este análisis para “localizar” los puntos conflictivos de la estructura, de modo que podamos ayudar a la formación de mecanismos de seguridad alternativos a los “naturales” de la estructura, evitando que al final un pequeño fallo local pueda arruinar el edificio completo. Pues es conocido que, una vez establecido el equilibrio general de una estructura abovedada de la complejidad de una catedral gótica, sólo ese tipo de fallos locales debidos a asentamientos de cimientos o de las mismas fábricas puede dar lugar al colapso.

Por último, en la evaluación final de la seguridad de la estructura haremos participar fundamentalmente a los dos análisis, histórico y mecánico, que entendemos más significativos. Este segundo porque revisa el estado “actual” del edificio y localiza sus puntos débiles. Aquel primero porque establece la secuencia en que los mecanismos se han ido formando en el curso del tiempo y el modo en que la Catedral se ha sobrepuesto a esos problemas, con la ayuda de los refuerzos introducidos por sus usuarios o adoptando por sí misma deformaciones convenientes al equilibrio de las cargas. El margen de confianza en la capacidad que tiene el edificio de perdurar desprendido de este análisis nos permite trabajar con cierta tranquilidad, acometiendo las posibles intervenciones de restauración con la cautela de no introducir nunca refuerzos cuya “asimilación” por el edificio le obligue a la formación de nuevos e imprevistos mecanismos.

4.2.7 CÁLCULOS POR EL MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS

a. Introducción

Se presentan en este capítulo dos estudios del comportamiento estructural de la Catedral efectuados mediante cálculos por el Método de los Elementos Finitos. El primero está dirigido por el Prof. Giorgio Croci, de la Università La Sapienza de Roma, y el segundo por el prof. Santiago Sánchez Beitia, de la Universidad del País Vasco.

Los dos estudios se hicieron antes de acometerse la elaboración del Plan Director, como primera evaluación de la seguridad del edificio ante el primer suceso de caída de material de la bóveda del transepto sur junto a la portada de Santa Ana. Por tanto, adolecen de una falta de información tanto respecto a las condiciones materiales de la construcción como respecto a su génesis y desarrollo histórico, que se dejan sentir en algunos aspectos de los análisis.

Ambos son diferentes en la manera de acometer el problema y en los criterios con que modelizan el edificio para su análisis. El primero trata de deducir una secuencia histórica "hacia atrás" en función de las necesidades que el modelo plantea: si las deformaciones que el análisis detecta son incompatibles con la construcción existente, se deducirá que ésta debía ser distinta y se harán desaparecer arbotantes y arcos codaless; después se hace un análisis parcial de una sección de la Catedral siguiendo esa secuencia histórica "deducida" previamente.

Esta secuencia es efectivamente muy parecida a la encontrada por el análisis arqueológico y a la explicada en el capítulo de evolución de la estructura, por lo que en este aspecto el uso del modelo MEF ha sido provechoso.

En el segundo estudio la secuencia se introduce "desde fuera", es decir basándose en cierta historia de la Catedral apoyada

en la historiografía tradicional anterior a los estudios históricos del Plan Director. Con todo, como en el caso anterior, es correcta a grandes rasgos, por lo que el estudio del modelo es también útil.

Esta utilidad del modelo se manifiesta en la confirmación que hace, paso por paso, de las sucesivas situaciones de deformación que el templo vino adquiriendo en el curso de los siglos y como consecuencia tanto de su propia evolución material como de las intervenciones de reforma y reparación que fueron acaeciéndose.

La historia así explicada se concretaría en la siguiente secuencia de construcción:

- En primer lugar se construiría una iglesia sin estribos exteriores ni arbotantes que padecería una fuerte deformación de su mitad superior hacia el exterior, acompañada de un desplazamiento contrario del pilar inferior hacia el interior de la nave.
- En segundo lugar se haría un "apuntalamiento" de la nave alta con arbotantes, y de los pilares de la nave inferior mediante los arcos codaless.
- Por último, la eliminación de éstos vendría a suponer una reactivación de las deformaciones al desequilibrar de nuevo los empujes de las naves laterales sobre los pilares del aula, si bien aquí los dos estudios difieren en un matiz importante: el del Profesor Croci viene a dudar de la efectividad real de los arcos codaless porque los actuales tirantes se encuentran prácticamente privados de carga, lo que significa que la construcción de esos arcos vino a producirse cuando la deformación no sólo se había producido ya, sino, sobre todo, cuando ya estaba "detenida" en su desarrollo estructural –siendo otra cuestión el problema de la posterior deformación viscosa de las fábricas–; mientras tanto, el del profesor Sánchez Beitia afirma que la Catedral se encuentra seriamente desequilibrada al desaparecer los arcos codaless.

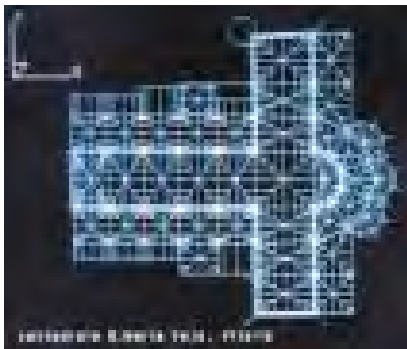


Imagen 524

En definitiva, ambos coinciden en negar eficacia a la solución de los tirantes, llegando el primero a negar también su necesidad –la de los propios arcos codales– mientras el segundo echa en falta los arcos.

A continuación se presentan los textos y las ilustraciones originales de las conclusiones de los autores de los estudios, el primero traducido del italiano por nosotros mismos. Los anejos de cálculos y demás gráficos complementarios no se presentan por obvias razones de falta de espacio.

b. Los modelos elásticos lineales y no lineales

Algunas hipótesis sobre las modalidades y las fases constructivas de la iglesia y las sugerencias de la observación ofrecen interpretaciones posibles de los daños que no encuentran reflejo documental por la escasez de las fuentes histórico-arquitectónicas, dudosas incluso sobre los importantes trabajos de consolidación y restauración de los años sesenta. La única posible oportunidad de interpretación está, por tanto, en el análisis estructural.

De hecho, dada la escasez de los datos disponibles, las hipótesis y los análisis sobre el estado de deformaciones y sobre su evolución en el tiempo, no deben ser considerados enteramente preliminares al análisis matemático pero han sido por necesidad elaboradas al tiempo que este otro. Por tanto, basándose en los datos poco a poco adquiridos con el análisis matemático, han sido puestos a punto, ya la hipótesis sobre la historia del comportamiento estructural de la Catedral, ya la preparación de los propios modelos distintos de cálculo poco a poco analizados.

Modelos elásticos globales

El estudio analítico se ha emprendido con un modelo completo del cuerpo basilical en su forma actual sin considerar el estado de

deformación y fisuración presente (Ver imagen 524). Se ha querido de este modo afrontar el cálculo sin complicarlo inicialmente con las problemáticas inherentes a la efectiva configuración deformada del edificio y renunciando en primera instancia a formular hipótesis sobre la estructura original de la construcción. El modelo así obtenido ofrece una ayuda a la comprensión del comportamiento de la estructura y establece los límites para una sucesiva fase de investigación.

Primer modelo elástico global

En este primer modelo surge la importancia de los pilares, donde viene a concentrarse la acción del peso propio de la nave central, con presiones al pie del orden de 14 kg/cm², frente a los 3-5 kg/cm² al pie de los contrafuertes exteriores y de las paredes perimetrales.

La actual presencia de los tirantes y de los contrafuertes exteriores impone sin embargo una deformación, bajo la acción de los pesos propios, que tiene una evolución contraria a la actual configuración deformada.

Un incremento de deformaciones de este género puede preverse sólo en caso de ulteriores deformaciones viscosas, distribuidas entre los diversos miembros proporcionalmente a la distribución de las cargas (siempre que ésta corresponda a la distribución propia de un análisis elástico).

Uno de los puntos en los que surge rápidamente un comportamiento elástico del modelo no correspondiente a la realidad de la estructura muraria se puede apreciar en los arcos transversales de las naves laterales, cuya mitad hacia la nave central resulta casi completamente en tracción, suspendida en la clave a la mitad exterior, que funciona por tanto como ménsula a causa del acortamiento diferencial de los pilares respecto a las paredes perimetrales; se debe a la mayor carga de la nave central. Este fenómeno



Imagen 525

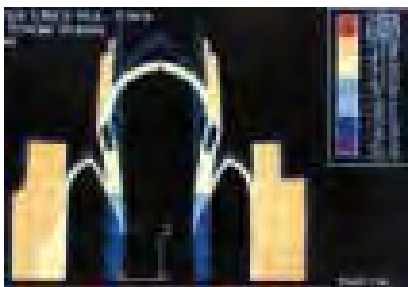


Imagen 526

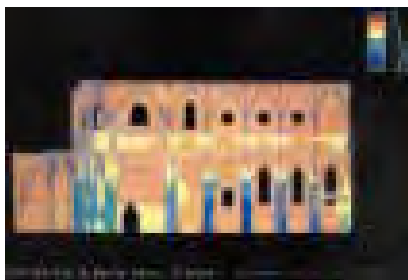


Imagen 527



Imagen 528

provoca además una reducción de la carga encontrada en el pie de los pilares.

Se ha decidido por tanto realizar un segundo modelo matemático, derivado del primero insertando "rótulas" en la clave y en las impostas de los arcos transversales y diagonales de las naves laterales, efectuadas abriendo juntas de manera conveniente.

Además se ha procedido a disminuir las rigideces a flexión de los plementos de las mismas bóvedas laterales, que en la realidad parecen tener un comportamiento más de membrana que como bóveda delgada.

Segundo modelo elástico global

Con la reducción de la rigidez de las bóvedas laterales sucede, como era lógico esperar, un incremento de las cargas sobre los pilares, que aumentan de 14 a 17 kg/cm², mientras la deformada comienza a mostrar una cierta curvatura en la parte inferior de los pilares.

En el complejo, sin embargo, la deformada está todavía lejos de la actual y parece evidente que los arcos codales en el tramo central deben haber sido introducidos después de la manifestación de los daños hoy visibles.

Además, al faltar la colaboración de las bóvedas laterales al sostenimiento de la nave central, son los arbotantes exteriores quienes muestran un comportamiento en ménsula incompatible a su ejecución en fábrica, que los lleva a sostener una cuota demasiado grande del peso de la nave central.

Tercer modelo elástico global

Se ha realizado entonces un tercer modelo en el que, para aproximar mejor el comportamiento original de la estructura, han sido suprimidos los tirantes de las naves laterales (o sea se ha hecho la hipótesis de la ausencia inicial de los arcos codales) y se ha reducido la rigidez a flexión de los arcos rampantes mediante la apertura de juntas

adecuadas, del mismo modo a lo efectuado ya en los arcos y en las bóvedas laterales. (Ver imagen 525)

Naturalmente, la carga en la base de los pilares sufre un ulterior aumento (alcanzando los 18-20 kg/cm²) y la deformada de los mismos pilares, bajo el triforio, tiene una forma similar a la actual.

Hay que hacer notar, sin embargo, que por encima del triforio la deformada del modelo es todavía de signo contrario al encontrado en los levantamientos más detallados; levantamientos que nos han llegado mientras estaban ya en curso estos análisis sobre modelos matemáticos.

Por tanto sobre la base de los levantamientos y de las observaciones del estado actual de los muros, parece lícito formular las siguientes hipótesis:

- Inicialmente no se habían previsto arbotantes exteriores; hipótesis avalada por la falta de arbotantes en la zona del transepto.
- Inicialmente existían contrafuertes con arbotantes (quizá más débiles que los actuales) que habrían fallado (¿por sobrecarga en punta?) poco después de completarse la nave central, y después reconstruidos cuando el cuadro de deformaciones hoy visible se había ya desarrollado.

La observación del modelo matemático nos ha llevado a excluir la segunda hipótesis dado el bajo nivel de solicitaciones de los arbotantes en su funcionamiento como puntal inclinado.

Cuarto modelo elástico global

Se ha realizado por tanto un cuarto modelo global de la Catedral, liberado ya de los arcos codales de la nave central (y del transepto) y de los arbotantes exteriores. (Ver imagen 526, 527 –mod_g3– 529)

Además de un ulterior incremento de las cargas verticales en los pilares (que alcanzan los 21-23 kg/cm² de compresión en la base) se puede apreciar una notable



Imagen 529

mejoría en la forma de la deformada, lo que confirma la hipótesis de la inexistencia inicial de los arbotantes exteriores. Permanece en todo caso el límite intrínseco de un modelo elástico de una estructura de fábrica y en particular de una de tipo gótico: la menor deformabilidad del modelo respecto a la estructura real, debida a la imposibilidad de seguir en un análisis elástico la progresiva formación de lesiones, fracturas y reducción de las juntas con las consiguientes rotaciones rígidas de los sillares de piedra.

Conclusiones sobre los modelos elásticos globales

En los resultados de la simulación numérica se encuentra reflejada la característica principal de la construcción gótica, es decir, la concentración en algunos elementos de la capacidad portante y, en consecuencia, la fuerte diferencia de solicitaciones a que son sometidos los distintos miembros: en la base de los pilares encontramos tensiones medias ocho o diez veces más altas que en la de los contrafuertes y los muros perimetrales.

Esta notable descompensación, que obligaba a los arquitectos góticos a realizar sus obras de manera que fueran bastante flexibles para absorber con daños limitados los asentamientos del progresivo aumento de las cargas, crea otras tantas dificultades en la modelización elástica.

Por tanto las diversas deformaciones elásticas sufridas por las estructuras portantes verticales a causa del propio peso, siendo de lejos las más importantes, obligan a una modelización de cada fase constructiva capaz de reproducir en el análisis, como en la realidad, la puesta en carga de las estructuras, evitando en él la aparición de importantes tensiones parásitas.

La correcta modelización del comportamiento declaradamente ortótropo de los delgados paramentos de los plementos o

de los corrimientos relativos entre los sillares superpuestos de los arcos requiere ulteriores atenciones particulares y esfuerzo de cálculo.

Se ha de hacer notar por fin que en la sujeción de las cargas verticales, a la limitada colaboración existente entre las estructuras portantes en la dirección transversal, es necesario añadir también la escasa colaboración existente en la dirección longitudinal.

De hecho el reparto de las cargas verticales, entre los distintos pilares de la nave central, debería ser asegurada por el muro de cierre por encima de las arcadas y entre un pilar y el sucesivo; se debe considerar sin embargo la importancia de las metodologías y de las fases constructivas que puedan haber sido empleadas.

Desde el momento en que esa realización se haya efectuado por tramos tal colaboración debería ser considerada nula, salvo por las deformaciones viscosas y asientos a largo plazo.

A falta de datos documentales precisos algunas indicaciones pueden ser recabadas sólo de la observación visual de la estructura: en correspondencia con cada pilar se observa un escaso enjarje entre los sillares del mismo y los del cierre (ver imagen 530). Este hecho, si no puede ser una confirmación cierta de una realización por tramos, es en cualquier caso la traza de una ejecución en momentos distintos de los pilares y del cierre.

Considerando entonces también la presencia del triforio podemos dar seguramente por escasa la colaboración longitudinal y en todo caso inferior a la que se utiliza en el modelo elástico global.

Sobre la base de estas consideraciones a propósito de la escasa colaboración estructural, sea en sentido longitudinal o transversal, se han estudiado distintos modelos de un solo tramo de la nave central,



Imagen 530

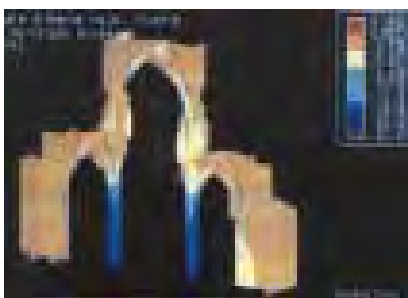


Imagen 531

con distintas hipótesis respecto a la sucesión de fases constructivas, recogidas en el siguiente apartado.

Modelo elástico de un tramo de la Catedral, transversal a la nave central

Con el fin de valorar la colaboración longitudinal que se desarrolla en el modelo elástico global, se ha hecho un modelo de un tramo transversal de la Catedral, de anchura similar a un módulo constructivo, en correspondencia con el pilar más solicitado (ver imágenes 530 y 531). Para no alterar la comparación, el tramo se ha extraído del cuarto modelo global, sin ulteriores modificaciones excepto la introducción de vínculos de rotula plana en correspondencia con los dos planos verticales de seccionamiento.

Al pie del pilar se ha encontrado un incremento del orden del 10% de la tensión máxima de compresión.

Esto significa que incluso el modelo global, no obstante su excesiva hiperestaticidad, no implica una colaboración longitudinal tan grande como para poner en duda la validez del estudio de un tramo simple de la nave central.

Incluso la configuración deformada resulta comparable a la del mismo tramo correspondiente dentro del cuarto modelo global, sólo ligeramente amplificada.

Modelos elásticos de un tramo de la nave central, analizado por fases constructivas

Modelos matemáticos relativos a las diversas fases de construcción

La escasez de noticias históricas sobre la construcción y sobre los acontecimientos sucesivos y la completa ausencia de un estudio arqueológico profundo obligan a definir el proceso de edificación a través de hipótesis de estudio indicadas por el análisis arquitectónico del edificio y por el conocimiento

genérico de las técnicas edilicias empleadas en época gótica, hipótesis cuya verosimilitud puede venir en parte de la comparación de los resultados del cálculo con el estado de la construcción hoy observable.

Como se subraya en la descripción arquitectónica general, existe la opinión compartida de que esta iglesia debió sufrir sustanciales reparaciones y reconstrucciones parciales ya en época anterior al siglo XVI.

La distribución del complejo responde a un diseño homogéneo, a pesar de que no se ha hecho notar aún por los críticos de arquitectura algunas incongruencias significativas, especialmente respecto a los elementos dispuestos para la contención de los empujes de las bóvedas, o sea los contrafuertes adosados, los arbotantes y los arcos codales de contrarresto.

Al individualizar las posibles fases constructivas del edificio debemos por tanto fijar la atención en primer lugar sobre estos elementos y sobre las intervenciones que han incidido en ellos en momentos pasados, que indican indudablemente un origen lejano de los daños hoy observables.

La ejecución de los arcos codales puestos entre las pilastras (hoy removidos), a la altura de la imposta de las bóvedas laterales, sugiere, de hecho, una intervención de consolidación efectuada para contener la deformación de las fábricas que, por otro lado, debe haberse producido libremente hasta casi el estado actual.

Los arcos codales existentes en el transepto no muestran, de hecho, deformaciones congruentes con las notables solicitaciones que habrían sufrido en caso de que hubieran estado presentes en la obra desde el origen, e incluso los tirantes que hoy sustituyen a los arcos removidos resultan estar casi totalmente descargados.

Parece fundado por tanto creer en una introducción de los arcos codales posterior a la primera realización, con los daños ya

acaecidos, quizá contemporáneamente a las obras que afectaron a los contrafuertes adosados de las que queda testimonio en los muros de mampuestos y ladrillos, de la construcción o reconstrucción de los arbotantes y del cierre de las arcadas laterales de las capillas en el segundo tramo del transepto.

Establecido que en el origen el edificio debía presentarse con una geometría distinta de la conservada con los siglos, queda todavía por definir las posibles fases constructivas de su construcción.

El orden en la construcción de los elementos de un tramo simple, siquiera sea para una investigación a grandes rasgos, presenta una variante fundamental ligada a las tradiciones constructivas locales: el cierre de las bóvedas laterales podía efectuarse antes o después del completo cubrimiento del edificio.

En el intento de discriminar el conjunto de las etapas esenciales en la construcción del edificio es obligado valorar dos caminos diferentes de los cuales uno, que prevé el cierre de las bóvedas laterales antes de la ejecución de las cubiertas, puede ser definido así:

1ª fase: construcción de los cierres de fábrica hasta la altura de la clave de la bóveda lateral.

2ª fase: puesta en obra de los arcos transversales (fajones) y de los arcos ojivales de la bóveda lateral.

3ª fase: cierre de los plementos de las bóvedas laterales.

4ª fase: levantamiento de las fábricas hasta las cubiertas.

5ª fase: ejecución de las cubiertas.

6ª fase: puesta en obra de los arcos transversales (fajones), de los arcos ojivales de la bóveda superior y de los arbotantes de los estribos.

7ª fase: cierre de los plementos de la bóveda superior.

El otro proceso vería sucederse las fases 4 y 5 antes de la 2.

Este segundo esquema constructivo, que inserta las bóvedas en la construcción en último lugar como si fuera un falso techo y ofrece la ventaja de absorber mejor los empujes horizontales de las crucerías durante la construcción, estaba difundido en los lugares en los que las iglesias abovedadas eran una novedad y lo tradicional era unir las fábricas perimetrales mediante las cubiertas.

Una ulterior variante de estos dos caminos esbozados es aquella en que los arbotantes exteriores hubieran sido realizados en un periodo posterior, contemporáneos a los arcos codales interiores.

Al retomar la modelización matemática parece evidente la imposibilidad de establecer *a priori*, en el estado de los conocimientos, una secuencia constructiva para la iglesia de Vitoria en toda su complejidad.

Por tanto, hemos decidido continuar con el análisis limitándolo al elemento generador básico de la construcción, o sea una porción elegida entre los ejes de dos tramos adyacentes y limitada interiormente por la construcción del eje de la nave, y más precisamente, queriendo profundizar en el análisis del comportamiento de la nave principal, se ha elegido estudiar un modelo de la porción de edificio correspondiente al tercer pilar del lado derecho.

La característica técnica de construcción por tramos verticales disminuye la común participación del conjunto durante la construcción de manera que el modelo, aunque sea parcial, ofrece resultados suficientemente fiables y permite al mismo tiempo, dado el menor esfuerzo de cálculo requerido, una más fina modelización geométrica y una más fácil calibración de las características mecánicas, pudiendo comparar ágilmente los resultados de distintas hipótesis de trabajo.

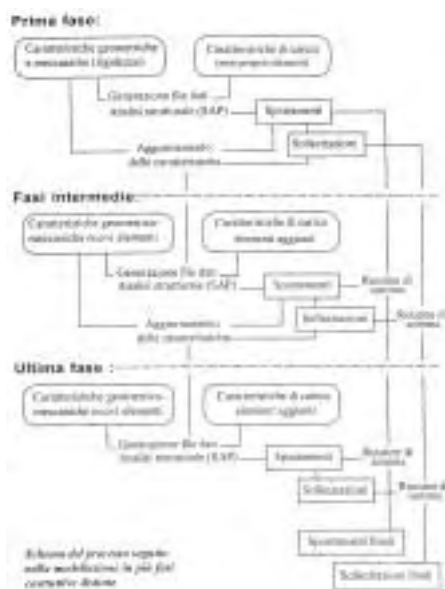


Imagen 532

Se ha desarrollado entonces distintos modelos, o mejor series de modelos, con el fin de valorar la influencia sobre el estado de sollicitación final de la construcción sea de las posibles variantes en la edificación sea en la modelización en grandes fases cerradas del proceso constructivo, exento en la realidad de auténticas soluciones de continuidad.

Siguiendo las indicaciones de desarrollo de los trabajos antes explicados, se ha procedido a crear para cada hipótesis de trabajo una serie de modelos, cada uno representativo de la Catedral en un momento de su construcción teniendo en cuenta las sollicitaciones y deformaciones acaecidas en los momentos precedentes. Brevemente, incluso mediante el uso de rutinas de cálculo desarrolladas específicamente, se ha llegado a las conclusiones para cada hipótesis a través del proceso explicado en el esquema propuesto en la imagen 532.

Análisis de los resultados de los modelos por fases constructivas

Un primer grupo de estos modelos se ha realizado previendo la realización de los arbotantes exteriores coetáneamente a los arcos de las bóvedas de la nave central, antes del cierre de la bóveda, mientras el último modelo considera la realización sucesiva y en el mismo periodo de la puesta en obra de los arcos codales interiores.

La deformada de la parte superior sufre por la presencia prematura de los arbotantes; los modelos del primer grupo han sido útiles, por tanto, para confrontar las distintas posibles modalidades de construcción del organismo estructural.

De los resultados obtenidos surge como más probable la construcción por tramos verticales con la realización final de las bóvedas. El último modelo, finalmente, (ver imágenes 533-537) llega a mostrar una configuración deformada muy similar a la actual, aunque de menor entidad. (Ver imagen 538)

En general se obtienen, obviamente, ulteriores aumentos de tensión en la base de los pilares (ver imágenes 539 y 540), con respectivos incrementos en la deformación que, sin embargo, en los puntos de máximo desplazamiento es todavía inferior a la real en al menos un orden de magnitud.

Esto sucede en cuanto cada fase constructiva es de hecho analizada en campo elástico, con los límites consecuentes (ya mostrados en párrafos precedentes).

Por este motivo y para mejor valorar los límites y márgenes de seguridad de los pilares más deformados de la nave central, se han realizado ulteriores estudios *ad hoc*, recogidos en otro capítulo.

Modelos de un tramo de la bóveda del transepto y de la nave central

Sobre la base de la observación directa y de las pocas noticias históricas e icónicas sobre las intervenciones del pasado y sobre las más recientes de 1960, es bastante probable que gran parte de los plementos de cierre de la bóveda de la nave central y del transepto no sean ya los originales.

Este convencimiento encuentra apoyo en los análisis recogidos en otro apartado, referidos a la estabilidad de los pilares de la nave central, donde parece evidente que la ruina de las bóvedas pueda haber sido un factor decisivo para la detención (o por lo menos para una ralentización) de la progresiva deformación de los pilares y los muros de la nave central (y del transepto); esta ruina puede haber dado tiempo para la puesta en obra de un apuntalamiento de urgencia, si no del ya definitivo constituido por los arcos codales del interior y por los arbotantes del exterior.

Para valorar y controlar mejor esta hipótesis se ha decidido analizar una bóveda genérica sencilla de las de la nave central, correspondiente por lo demás también a la bóveda genérica del transepto.

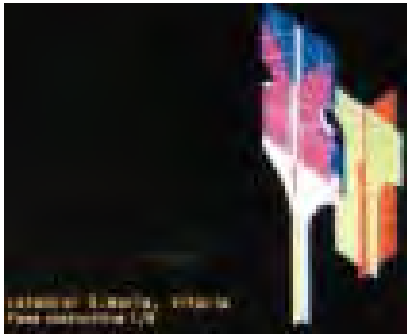


Imagen 533

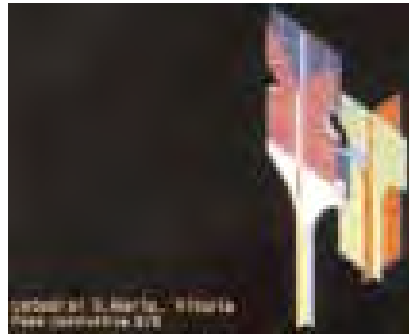


Imagen 534

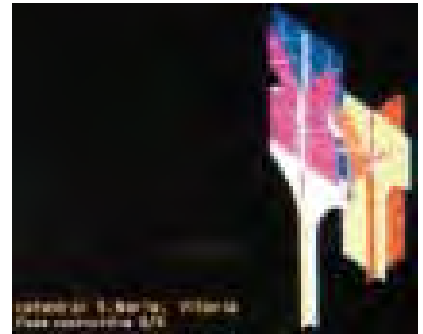


Imagen 535

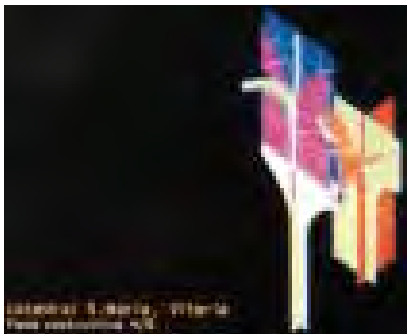


Imagen 536

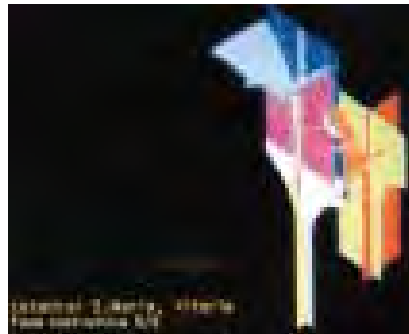


Imagen 537



Imagen 538

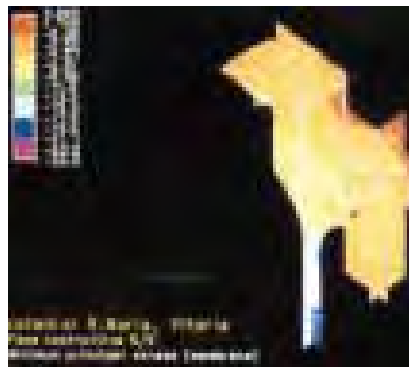


Imagen 539



Imagen 540



Imagen 541



Imagen 542



Imagen 543



Imagen 544

Con este fin se han realizado algunos modelos de elementos finitos analizados sea en campo plástico sea mediante procedimientos no lineales cuando procede.

Modelos elásticos de un tramo de bóveda de crucería

Para valorar la estabilidad de forma de la crucería en su configuración original, inicialmente se han efectuado dos modelos completos de una crucería teniendo en cuenta sólo las partes aparejadas, esto es soslayando los rellenos (ver imagen 541), vinculando con empotramiento perfecto las impostas de los arcos transversales y diagonales. En el primer modelo se han empleado elementos finitos de tipo membrana mientras en el segundo elementos tipo placa (*plate-shell*) con distintos espesores para distinguir los arcos transversales, los arcos diagonales, la clave, las impostas y los elementos de cierre; además se ha procedido a distinguir el material de los elementos de los de los arcos para tener en cuenta la distinta calidad de la piedra y el espesor de las juntas. También se ha considerado la separación completa de las bóvedas respecto a las paredes laterales (excepto en las impostas) para tener en cuenta el hecho de que este tipo de daño es el primero en manifestarse incluso con mínimas separaciones de las impostas.

Por lo que se refiere a la colaboración de los tramos adyacentes se han considerado las dos hipótesis límite de: (a) absoluta falta de colaboración (libre deformación longitudinal correspondiente a una situación de falta de las bóvedas adyacentes o de deformada global con alargamiento longitudinal, como ha sucedido en parte en el transepto); (b) perfecta colaboración y por tanto posibilidad de deformación sólo en sentido transversal (vínculos con rótulas planas verticales en correspondencia con los arcos transversales).

Estos primeros modelos han puesto en evidencia la importancia de la presencia de los rellenos (aunque modestos) en cuanto el funicular de las cargas debido al peso propio no resulta bien centrado; los modelos de membrana presentan una notable inestabilidad en la proximidad de las impostas (ver imagen 542) mientras los de elementos tipo placa presentan fuertes momentos flectores, con fibras tensionadas en el extradós en las mismas zonas. (Ver imagen 543)

Se han realizado por tanto otros dos modelos (uno de membrana y otro de placa) añadiendo a los precedentes los rellenos realizados con elementos de tipo bloque (*brick*) que evidencian los beneficios aportados por dichos rellenos. (Ver imagen 544)

En una segunda fase se ha querido entonces analizar los efectos sobre estas bóvedas de crucería de un alejamiento de las impostas de la misma magnitud que el encontrado en la realidad.

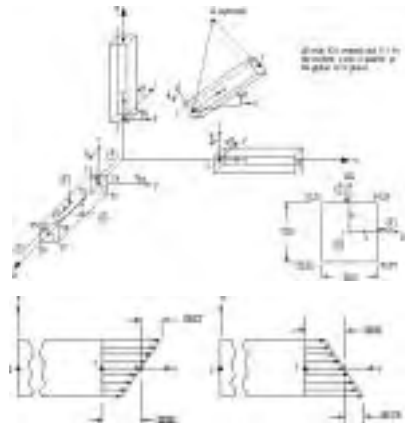
Con ese fin se ha modelado un cuarto de bóveda de crucería disponiendo vínculos de rótula plana sobre los planos de simetría y sobre el plano de separación del tramo sucesivo (considerando, por tanto, despreciables los alargamientos o cedimientos en dirección longitudinal), así como de rótulas horizontales en correspondencia con las impostas, acompañados por oportunos elementos de contorno elásticos, horizontales, capaces de simular un cierto contrarresto ofrecido por las paredes laterales, sea en correspondencia con las impostas como, de manera decreciente hacia arriba, sobre la cara del relleno apoyada en la pared lateral misma. Para poder valorar los esfuerzos flectores (y por tanto la entidad de las fragmentaciones) se han usado elementos finitos tipo placa (*plate-shell*).

El modelo elástico revela una notable resistencia por forma, capaz de convertir en insignificante la presencia de los elementos de contorno elásticos horizontales.

THREE DIMENSIONAL ELASTIC BEAM

Element name	Stif4	
No. of nodes	3	I,J,K (k def. orientation (optional))
Degrees of freedom	6	UX, UY, UZ, ROTX, ROTY, ROTZ
Real constants	10	AREA, IZZ, IYY, TKZ, TKY, THETA, INITIAL STRAIN, IXX, SHEARZ, SHEARY
Material properties	4	(IXX = IZZ + IYY O OR BLANK) EX, ALPX, NUXY, DENS
Pressures	2	OZ, OY (LOAD PER UNIT LENGHT) (USE NEGATIVE VALUE FOR OPPOSITE LOADING)
Temperatures	3	TCENT, TTOPZ, TBOTY
Special features		STRESS STIFFENING, LARGE DEFLECTION
Keyopt (6)	0	No printout of member forces or moments
	1	Print out member forces and moments in the element coordinate system

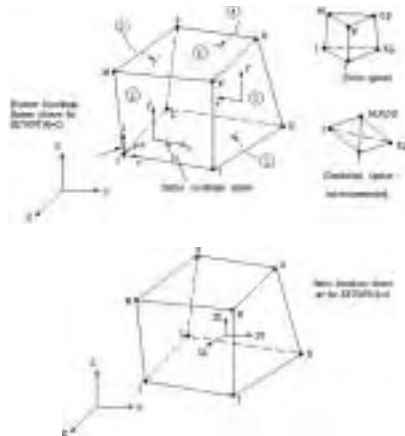
Note - ShearZ goes with IZZ, if ShearZ = 0, there is no shear deflection in the element Y direction
 Note - ShearY goes with IYY, if shearY = 0, there is no shear deflection in the element Z direction



Imágenes 545 y 546

THREE DIMENSIONAL ISOPARAMETRIC SOLID

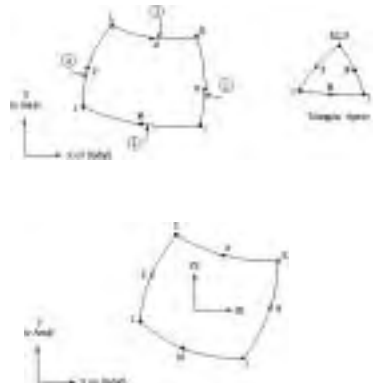
Element name	Stif45	
No. of nodes	8	I,J,K,L,M,N,O,P
Degrees of freedom	3	UX, UY, UZ
Real constants	0	
Material properties	13	EX, EY, EZ, ALPX, ALPY, ALPZ, NUXY, NUZY, NUXZ, DENS, GXY, GYZ, GXZ
Pressure Faces	6	JILK, IJNM, JKON, KLPO, LIMP, MNOP
Temperatures	16	T(I), T(J), T(K), T(L), T(M), T(N), T(O), T(P), F(I), F(J), F(K), F(L), F(M), F(N), F(O), F(P)
Special features		PLASTICITY, CREEP, SWELLING, STRESS STIFFENING, LARGE DEFLECTION
Keyopt (1)	0	Include modified extra displacement shapes
	1	Supress extra displacement shapes
Keyopt (3)	0	General 3-D application
	1	Generalized plane strain option
Keyopt (4)	0	Element coordinate system is parallel to the global coordinate system
	1	Element coordinate system is based on the element I-J side
Keyopt (5)	0	Basic element printout
	1	Repeat lines 2 thru of solution for all integration points (adds 24 more lines per element)
	2	Nodal stress printout (adds 9 more lines per element)
Keyopt (6)	0	Basic element printout
	1	Surface printout for face 2 also
	2	Surface printout for both faces 2 and 4 also (surface printout valid for linear materials only)
	3	Nonlinear printout at each integration point also (adds up to 29 more lines per element)
	4	Surface printout for faces with nonzero pressure



Imágenes 547 y 548

2-D 8-NODE ISOPARAMETRIC SOLID

Element name	Stif82	
No. of nodes	8	I,J,K,L,M,N,O,P
Degrees of freedom	2	UX, UY
Real constants	0	If keytop (3) = 0,1,2
	1	Thickness, If Keytop (3) = 3
Material properties	7	If plane stress - EX, EY, NUXY, ALPX, ALPY, DENS, GXY
	11	If AXISYM OF PLANE STRAIN - EX, EY, EZ, NUXY, NUZY, NUXZ, ALPX, ALPY, ALPZ, DENS, GXY
Pressure faces	4	IJ, JK, KL, LI
Temperatures	16	T(I), T(J), T(K), T(L), ---, T(P) F(I), F(J), F(K), F(L), ---, F(P)
Special features		PLASTICITY, CREEP, SWELLING, STRESS STIFFENING, LARGE DEFLECTION
Keyopt (3)	0	Plane stress
	1	Axisymmetric
	2	Plane strain (Z strain = 0.0)
	3	Plane stress with thickness input
Keyopt (5)	0	Basic element printout
	1	Repeat lines 2 thru of solution for all integration points (adds 8 more lines per element)
	2	Nodal stress printout (adds 9 more lines per element)
Keyopt (6)	0	Basic element printout
	1	Surface printout for face 1 also
	2	Surface printout for both faces 1 and 3 also (surface printout valid for linear materials only)
	3	Nonlinear printout at each integration point also (adds up to 14 more lines per element)
	4	Surface printout for faces with nonzero pressure



Imágenes 549 y 550

Se ha hecho la hipótesis sobre la presencia de rótulas (cilíndricas) en correspondencia con las claves de las bóvedas (sea la longitudinal o la transversal). Estas rótulas pueden ser consideradas constructivas en cuanto los dos plementos que se encuentran en la clave resultan estar efectivamente sólo apoyados el uno en el otro en el lugar de la propia clave.

En esta configuración, sin contornos elásticos horizontales, el modelo elástico conserva en cualquier caso una cierta rigidez de forma incluso aunque permite un desplazamiento horizontal de las impostas de hasta 6 cm (frente a 0,87 cm permitidos por el modelo sin articulación en la clave).

Este último modelo se ha utilizado, por tanto, en un análisis no lineal por pasos con objeto de valorar la resistencia de los plementos bajo el efecto del peso propio y con cedimientos horizontales de las bóvedas.

Análisis no lineal por pasos de un cuarto de bóveda de crucería

Desde el primer paso elástico surge como las zonas más solicitadas son los arcos transversales y diagonales en la cercanía de las impostas, así como los plementos transversales en la cercanía de las impostas y los plementos longitudinales en la clave. (Ver imágenes 545-547)

Las primeras zonas de los plementos que llegan a una situación de crisis son de hecho las cercanas a las impostas, hacia la pared lateral, para las que se viene a producir pronto una pérdida de colaboración entre los plementos mismos y los arcos (por cuanto se refiere a la rigidez en dirección transversal), incrementando la deformabilidad de las bóvedas y por tanto su empuje horizontal en las impostas. (ver imagen 548)

Este tipo de lesión o rotura se encuentra todavía hoy en muchos tramos de bóveda, sobre todo en el transepto.

Sucesivamente resultan progresivamente lesionados gran parte de los plementos (ver imágenes 549 y 550) hasta el punto que para desplazamientos de las impostas actualmente medibles (12-15 cm) respecto a la configuración original, podemos considerar seguramente arruinados los plementos de cierre originales (por lo menos en la parte situada a una cota superior a los rellenos).

Los arcos se muestran en mejores condiciones en cuanto la inevitable formación de la rótula de clave ha llevado a una reducción de las sollicitaciones de flexión a lo largo del arco mismo en su parte superior, la más inestable. Viceversa, zonas con sollicitaciones de flexión elevadas, es decir fragmentación de las secciones, están presentes en los arcos transversales cerca de las impostas, pero presentando las fibras traccionadas en el extradós, la consecuen-te deformación resulta eficazmente contrarrestada por los rellenos.

Es por tanto razonable pensar que las ruinas sucedidas hayan incidido (en la nave central) casi exclusivamente en los plementos de cierre, mientras que los arcos serían aún los originales; cosa esta última que encuentra confirmación en el análisis de su deformada actual que se hace en otro capítulo.

c. Simulación local: análisis por Elementos Finitos

En la propuesta de modelización parcial de la catedral de Santa María de Vitoria se ha procedido a simular la estructura de la catedral asemejando la misma a un elemento seriado y seriable que repite el mismo conjunto de bóvedas, arcos, arbotante, pilares, etc., en cada tramo de modo que podemos analizar uno sólo de ellos, y del estudio del mismo inferir el comportamiento genérico del conjunto en los tramos centrales de la estructura. Queda claro que el comportamiento del edificio en puntos singulares no puede

aproximarse de esta forma dado que en ese caso se debiera recurrir a otros elementos de simulación tensional.

El modelo elegido corresponde a un tramo de la nave principal del templo incluidas las naves laterales y los muros de cierre del conjunto. Se ha decidido cortar el tramo por los puntos altos de las bóvedas de modo que el centro del modelo no tendría tensiones en sus bordes extremos en tanto que los conceptos de rigidez estructural y comportamiento tensional se ajustan correctamente a la realidad. Incluso el modelo se ajusta correctamente a la forma del edificio de modo que se ha procedido a desarrollar una modelización en tres dimensiones del conjunto para comprobar este extremo.

Desde un punto de vista de análisis tensional se ha procedido a proponer un modelo formado por elementos tridimensionales masivos en las partes portantes y elementos laminares bidimensionales en las zonas correspondientes a las bóvedas y cáscaras cilíndricas dada la realidad laminar de estos elementos y su falta de engarce estructural con los cuerpos masivos.

El Método de Elementos Finitos

El Método de Elementos Finitos (MEF) es la técnica de simulación sobre ordenador más utilizada. Sus posibilidades son múltiples, tanto para fabricar productos de calidad reduciendo su ciclo de desarrollo como en las diferentes disciplinas de la ingeniería, donde puede calcular tensiones, desplazamientos, campos magnéticos o temperaturas. Su campo de actuación varía, por lo tanto, desde puentes y edificios a motores y transformadores pasando por cualquier tipo de estructura o pieza mecánica.

La teoría del método es conceptualmente sencilla, si bien su desarrollo implica un gran número de cálculos complejos cuyo cálculo manual sería prácticamente imposible. Brevemente podemos decir que el MEF

consiste en dividir una estructura en una red de elementos geométricos simples como placas o sólidos y asociar a cada elemento ecuaciones que describan sus características físicas como tensión y deformación o propiedades térmicas y magnéticas. El comportamiento de la estructura podrá reproducirse mediante la resolución del sistema de ecuaciones resultante.

La posibilidad de estudiar la realidad a partir de un modelo numérico nos permite experimentar con la estructura sin que exista peligro para ella, además de prever problemas antes de que estos ocurran. También podemos simular los procesos que históricamente han actuado sobre una estructura y estudiar sus efectos sobre ésta.

Existen dos tipos básicos de análisis a realizar. Un análisis lineal se emplea en problemas en los que la relación tensión-deformación del material es lineal y las deformaciones estructurales relativamente pequeñas. Cuando los materiales, geometría o condiciones de contorno no se comportan de forma lineal puede calcular una presión sobre una estructura de acero, pero sólo mediante un análisis no lineal conoceremos la reacción de una pieza de plástico bajo presión.

Los problemas pueden clasificarse en: estáticos, cuando todas las fuerzas están en equilibrio, dinámicos, para calcular frecuencias y vibraciones, térmicos, de fluidos, de fatiga, impacto o electromagnéticos.

Para analizar una estructura es necesario seguir las siguientes fases:

- Análisis del problema.
- Creación del modelo geométrico.
- Definir las propiedades del material.
- Discretizar con elementos finitos el modelo.
- Aplicar condiciones de contorno al modelo.
- Resolver el sistema de ecuaciones resultante.
- Representar y evaluar gráfica y numéricamente los resultados.

- Modificar el modelo si es necesario y repetir el análisis.

La geometría del modelo se crea utilizando programas CAD en 2 ó 3 dimensiones, para dividir posteriormente el modelo en una serie de puntos llamados nodos. Este proceso es crítico en un análisis condicionando en gran medida tanto la velocidad del análisis como el resultado final. El número y tamaño de los elementos determina la densidad del modelo y la exactitud del cálculo, aunque puede alargarse en exceso los tiempos de solución. El proceso de mallado puede recortarse utilizando rutinas de mallado automático, donde el usuario determina la densidad del mallado y el programa genera automáticamente la malla.

Una vez creada la malla se definen las cargas y las condiciones de contorno. Las condiciones de contorno establecen la dirección en la que un modelo puede moverse y las cargas son las fuerzas aplicadas al modelo. Toda la información generada hasta este momento y que se engloba dentro de la llamada fase de preprocesado se envía al módulo de cálculo que resuelve las ecuaciones resultantes en función del análisis especificado.

Una nueva fase, llamado postproceso, recoge los resultados generados por el módulo de cálculo y los presenta de la manera más adecuada posible. Además de los resultados numéricos, una forma útil es comparar la deformada del modelo con el original. También es muy interesante representar la figura mediante mapas de colores que permiten detectar rápidamente las áreas críticas del modelo.

El programa ANSYS

El programa ANSYS es un programa de elementos finitos de propósito general desarrollado y actualizado por Swanson Analysis Systems Inc. El programa contiene

varias rutinas todas ellas relacionadas de forma que pueden funcionar interactivamente.

El programa ANSYS puede funcionar en la mayoría de los ordenadores utilizados en ingeniería, desde el PC hasta potentes estaciones de trabajo, sin embargo en entornos poco potentes puede ver disminuido su potencial en algunas de sus características.

El número de ecuaciones que permanecen activas después de que se hayan procesado todos los elementos presentes en un análisis se denomina frente de onda. Este frente de onda depende básicamente del número de grados de libertad presentes en el modelo. Se entiende por grados de libertad (GDL) las primeras incógnitas determinadas por el análisis y que se corresponden con desplazamientos, rotaciones, temperaturas, presiones, voltajes, etc. Así un modelo en el que sólo se contemplen desplazamientos será mucho más simple que otro en el que, por ejemplo, se estudien también rotaciones y temperaturas.

La forma en que un modelo puede moverse viene determinada por los tipos de elementos usados en el modelo. Un elemento viga 2D tiene 4GDL, mientras que un elemento sólido 3D de 8 nodos tiene 24GDL.

Para incrementar el número de ecuaciones que pueden ser resueltas, se dispone de una opción virtual que permite realizar cálculos más complejos a expensas de un mayor consumo de tiempo. Estos cálculos pueden realizarse en tiempo real o procesarse por lotes cuando el tiempo previsto para su resolución sea excesivo. Es preciso tener en cuenta que el tiempo requerido para resolver un sistema es proporcional al cuadrado del frente de onda, y que éste no sólo depende de los elementos que lo componen, sino también de su disposición geométrica.

La elección de los elementos, entre las docenas de tipos disponibles, está registrada por la propia geometría. Así, por ejemplo, las

superficies se podrán mallar con láminas, membranas o placas, pero no con elementos sólidos o tetraedros. Los tipos de elementos se pueden clasificar en las siguientes categorías:

- Elementos 1D, para modelar vigas, columnas, barras y cables. En este caso, una de las dimensiones, la longitud, es muy larga comparada con las otras dos. Se usan en la construcción de celosías, pórticos, torres de transmisión, puentes y redes de tuberías.
- Elementos membrana o placa asimétricos 1D para discretizar estructuras laminares y recipientes de pequeño espesor.
- Elementos 2D, para modelar estructuras planas (sólidos planos en donde todas las fuerzas y planos actúan en el plano del elemento) o espaciales 3D (membranas, placas y láminas en general).
- Elementos sólidos axisimétricos 2D para discretizar estructuras sólidas axisimétricas. Estos elementos pueden tener forma triangular y de cuadrilátero con 4, 6 u 8 nodos.
- Elementos 3D, que sirven para discretizar estructuras sólidas que no pueden modelarse mediante otro elemento más simple. Tienen un alto coste de computación y de preparación de datos, y están disponibles en tetraedros (especialmente indicados en malla automática), pentaedros y hexaedros entre 8 y 20 nodos.
- Elementos espaciales, como muelle, amortiguados, junta, interfase, fisura, tubería, contacto/fricción, etc, para análisis especiales.

El análisis en la Catedral Vieja de Santa María de Vitoria

El análisis realizado en la Catedral Vieja de Santa María de Vitoria ha sido de tipo estático utilizándose el proceso conocido como *Large Deflection* que realiza un estudio de tipo híbrido entre el análisis lineal y el no lineal. Básicamente el procedimiento es de tipo lineal, pero para su resolución se lleva a

cabo un proceso interactivo tal que las fuerzas que se ejercen sobre un elemento cambian la dirección con la que actúan según este elemento vaya deformándose o desplazándose.

Esto nos permite contemplar un posible efecto de plasticidad, si éste se produjera y estudiar con mayor detalle las deformaciones más pronunciadas del modelo.

Dentro del estudio se han estudiado desplazamientos, tensiones y en algunos casos las rotaciones producidas. Para su representación el programa ANSYS utiliza los siguientes símbolos:

- SX, SY, SZ, SXY, SXZ y SYZ son las tensiones referidas a las direcciones de los ejes y se representan en diferentes colores que aparecen a la derecha del gráfico.
- SIG1, SIG2, SIG3 y SIGE son las tensiones principales y equivalentes. La sigma 1 se asocia a las tracciones y aparece en color blanco en los diagramas vectoriales. La sigma 3 representa las compresiones y aparece en color azul en los diagramas vectoriales. La sigma equivalente es la tensión más importante en el estudio de daños de la estructura, ya que se calcula como una tensión promedio de las otras tres. A diferencia de las anteriores su signo es siempre positivo, ya que sólo revela la concentración de tensiones, no sus direcciones.
- UX, UY, UZ, DISP representan los desplazamientos producidos en cada una de las tres direcciones de los ejes. Los desplazamientos máximos, en cualquier dirección, se representan con DISP.
- ROTX, ROTY, ROTZ representan las rotaciones producidas en el modelo en las tres direcciones de los ejes cartesianos.
- PDIR significa que se está reproduciendo un gráfico vectorial en el que en lugar de bandas de color se utilizan vectores para representar la sigma 1 (color blanco), sigma 2 (color verde) y sigma 3 (color azul). Para aparecer conjuntamente o por separado.



Imagen 551

Para los análisis realizados en la Catedral Vieja de Santa María de Vitoria han sido utilizados principalmente los siguientes elementos ANSYS:

- STIF4. Viga elástica tridimensional con tres nodos y 6 grados de libertad. Utilizada para simular las columnas del triforio orientadas hacia la nave central y los nervios de las bóvedas de las naves.
- STIF45. Sólido isoparamétrico tridimensional con 8 nodos. Utilizado para simular los modelos de visualización tridimensional.
- STIF82. Sólido isoparamétrico con 8 nodos. Utilizado para simular los modelos de visualización bidimensional.

Se incluye a continuación la descripción detallada de estos tres elementos:

El modelo geométrico utilizado para la simulación

El modelo utilizado para este análisis mediante elementos finitos procede de la cartografía realizada en este mismo trabajo sobre uno de los tramos de la nave central de la Catedral Vieja de Vitoria. El hecho de elegir un único tramo para la simulación se debe a la necesidad de abstraer y simplificar al máximo el modelo para así poder obtener la mayor precisión posible en el cálculo de elementos finitos.

Cada uno de estos tramos representa una unidad que contiene todos los elementos estructurales críticos en el análisis. La repetición modular de este tramo compone la nave central con todos sus pilares, arbotantes, contrafuertes, paredes laterales y bóvedas nervadas, sin que exista la pérdida de ningún elemento importante susceptible de modelización.

Dado que cada uno de estos tramos se anula longitudinalmente con los tramos adyacentes, puede ser objeto de modelización con una correcta adecuación de las condiciones de contorno, tal y como propone Robert Mark. Sin embargo, para comple-

tar este análisis, debe prestarse una especial atención al encuentro entre las naves central y crucero, lugar en donde se rompe el ritmo de éstas, y que precisa de un análisis global para su estudio.

Para el análisis detallado del tramo característico de Catedral de Santa María se han realizado tres tipos diferentes de estudios, utilizando para ello tres modelos diferentes geométrica y conceptualmente:

- Un estudio detallado de uno de los tramos de las bóvedas de las naves central y lateral.
- Un estudio básico mediante elementos tridimensionales del tramo principal de la Catedral.
- Un estudio detallado mediante elementos *shell*, en el que se ha tratado de reconstruir el paso del tiempo de la Catedral Gótica desde su fundación hasta nuestros días, tomando para ello cuatro modelos diferentes correspondientes a los momentos histórico-constructivos más destacados.

El estudio de las bóvedas

La mayor complicación del estudio de las bóvedas ha radicado en la dificultad de su geometría. Para poder representarla correctamente se han utilizado elementos *shell* planos para la plementería junto a elementos viga tridimensionales para la nervadura.

Se debe recalcar que aunque la representación gráfica de estos elementos tenga apariencia plana, a efectos de cálculo tanto la plementería como la nervadura de la bóveda poseen el grosor real según la planimetría.

Tras realizar el análisis en la bóveda de la nave central, apreciamos que sus condiciones son muy equilibradas y del orden de la mayoría de las Catedrales Góticas. Los empujes horizontales y verticales están compensados, siendo los últimos mayores, lo que beneficia a la estabilidad del conjunto, como se aprecia en la imagen 551.

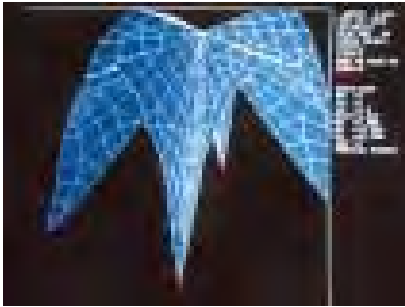


Imagen 552



Imagen 553

El único lugar en el que se aprecian tensiones elevadas es el lugar donde las bóvedas se unen con los pilares, alcanzándose una tensión equivalente SIGE de 17 kg/cm^2 (ver imagen 552), tensión ésta que no excede tampoco las tensiones encontradas en otras catedrales de características semejantes. La trayectoria de las fuerzas de compresión que actúan sobre la bóveda se dirigen hacia los pilares de forma uniforme, y no siguiendo la traza de la nervadura como antiguamente se presuponía.

No obstante es necesario recalcar que las casi 70 toneladas de peso de cada tramo de la bóveda de la nave central, no suponen ningún problema estructural por si mismas siempre y cuando no se modifiquen las condiciones de contorno de modelo, esto es, los pilares de apoyo no se desplacen hacia el exterior. Si esto ocurre (posteriormente se comprobará que sí), el resto del conjunto de la Catedral se desplazará, haciendo que las bóvedas aumenten su tendencia a caer por la clave y se sujeten en los puntos de apoyo incrementando la componente horizontal de la fuerza de la bóveda hasta duplicarla e incluso triplicarla.

El estudio tridimensional

La realización de un estudio de elementos finitos utilizando elementos tridimensionales requiere un gran número de cálculos matemáticos para su resolución, por lo que es necesario ajustar perfectamente la geometría del modelo evitando cualquier detalle ornamental carente de significado estructural. Pese a la complejidad de un estudio con elementos tridimensionales reales, es éste el que mejor puede aproximar los resultados a la realidad, ya que pueden ser definidas con más precisión las condiciones de contorno y las características del material de cada uno de los bloques que componen el modelo.

En la imagen 553, podemos observar claramente que la tendencia a la deformación del modelo coincide plenamente con el estado real de la Catedral, los pilares están pandeados hacia el interior de la nave, el claustorio aparece desplazado hacia el exterior y la clave de la bóveda claramente hundida. Una gráfica generada permite evaluar en centímetros la deformación del pilar y su extensión hasta la cubierta (23,75 m). Destaca la curiosa forma en S del gráfico en la que se aprecian las dos máximas deformaciones a la altura de los pilares y del claustorio, siendo la deformación de los pilares más destacada, aunque visualmente la del claustorio pueda parecer mayor, ya que entre ambas aparecen unos 40 cm.

Es importante reseñar que las deformaciones aquí mostradas no coinciden cuantitativamente con las de la Catedral, aún mayores, pero sí que es cierto que cualitativamente se aproximan con bastante exactitud. No hay que olvidar que este análisis se basa en un estado homogéneo del conjunto piedra-mortero, y que la inconsistencia de estos materiales, las grietas, los rellenos, etc, hacen que con toda seguridad el modelo real se encuentre en peor estado que el modelo simulado.

La misma imagen 553 muestra el mapa de tensiones SIG3, que representa las tensiones en dirección vertical. El fuerte pandeo de los pilares hace que en ellos se alcancen tensiones próximas a 30 kg/cm^2 .

Las fuerzas horizontales se muestran en dicha imagen, en la que se comprueba cómo sobre la bóveda de la nave lateral aparecen fuerzas de tracción y compresión que dañan gravemente la bóveda alcanzando las tensiones horizontales en este punto, valores próximos a los 20 kg/cm^2 . Una de las causas de estas altas tensiones en la bóveda de la nave lateral, radica en la excesiva horizontalidad del arbotante que se apoya sobre el contrafuerte que a su vez



Imagen 554

descarga su peso sobre la bóveda, efecto éste amplificado por las deformaciones de los pilares y el clerestorio.

La imagen también nos muestra la tensión principal equivalente SIGE, en la que como promedio de todas las tensiones principales, aparecen tensiones de hasta 34 kg/cm² centradas principalmente en los pilares y, sobre todo, en la bóveda de la nave lateral.

El estudio histórico

Para este estudio se han modelizado mediante elementos *shell* cuatro secciones transversales de la Catedral a lo largo del tiempo, desde la primera Catedral Gótica hasta nuestros días. Las cuatro secciones son las siguientes: (ver imagen 554)

- Sección transversal original. Ésta es la sección original tal y como fue construida en un principio. Destaca la ausencia de arbotantes que contengan el empuje lateral de las bóvedas, por lo que se produce un primer desplome hacia el exterior de los muros del clarestorio y, por tanto, una caída de varios centímetros de las bóvedas.

Aparecen las primeras deformaciones del templo junto a la tensión equivalente SIGE, que en estos momentos se mantiene todavía por debajo de los 20 kg/cm².

- Sección transversal con arbotantes. Una vez localizado el problema de la Catedral en el empuje de las bóvedas, se decidió añadir arbotantes y aumentar los contrafuertes para su apoyo. Esta decisión también fue llevada a cabo de forma acertada en muchas catedrales europeas, sin embargo, la falta de recursos con los que se acometió la obra en Santa María, dio como resultado unos arbotantes estética y estructuralmente pobres, mal engarzados a la nave y con una inclinación inadecuada. La imagen 555 nos muestra un diagrama

donde aparecen las tensiones principales, indicando las zonas en las que hay una mayor compresión (en color azul) y donde aparecen las primeras tracciones (color blanco). Podemos comprobar como la ubicación de los arbotantes no es la idónea, ya que apenas aparecen comprimidos. De la misma manera, el engrosamiento de los contrafuertes que unen los arbotantes con la nave central, hace que éstos se apoyen peligrosamente sobre las naves laterales, extendiendo y generalizando el problema a toda la Catedral.

El resultado final aparece reflejado en la imagen 556, en la que se aprecia claramente la tendencia a la deformación de la sección transversal. Es importante destacar la diferencia de cota sobre la que se asientan los contrafuertes más externos. Al aumentar éstos para permitir la colocación de los arbotantes, el contrafuerte de la izquierda aparece demasiado largo y esbelto, lo que provoca su fácil deformación ante el empuje de la nave, arrastrando el conjunto y provocando una asimetría en la sección que anteriormente no existía y que en la actualidad podemos apreciar perfectamente en la Catedral de Santa María.

- Sección transversal con arcos codales. Sin duda alguna fue el excesivo pandeo de los pilares lo que motivó que se añadieran en la nave principal unos arcos codales, tal y como se muestra en la imagen 557. El estado tensional del edificio mejora de una manera muy notable: se frena el progresivo pandeo de los pilares, se distribuyen mejor las cargas y el engrosamiento de los pilares dota al conjunto de una mayor seguridad.

Sin ser una actuación profunda, ni estéticamente brillante, hay que reconocerle una mejora estructural del templo, tal y como se muestra en la misma imagen 557, en la que se aprecian unas tensiones equivalentes,

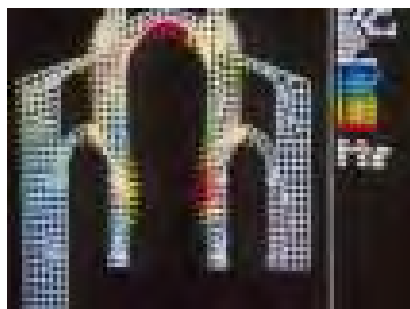


Imagen 555



Imagen 556

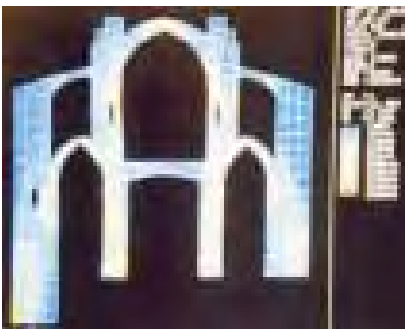


Imagen 557

SIGE, próximas a los 18 kg/cm^2 frente a los aproximadamente 25 kg/cm^2 que aparecían en el modelo anterior.

• Sección transversal actual. En la última actuación llevada a cabo en la Catedral se decidió eliminar los arcos codales y rebajar de nuevo el grosor de los pilares. Esta actuación, llevada a cabo siguiendo criterios estrictamente estéticos, no se vio compensada con una actuación estructural seria, lo que llevó de nuevo al edificio a un estado de inestabilidad con la aparición de tracciones en numerosos puntos.

La tensión equivalente alcanza los valores máximos en la historia de la Catedral Santa María, amenazando los pilares y las bóvedas, en especial la bóveda de la nave lateral izquierda.

Es importante destacar que, con toda seguridad, estas tensiones serán más altas en numerosos puntos del modelo que las que aquí se representan. Ello es debido a que la degradación de la piedra y el mortero, además de las numerosas actuaciones a lo largo del tiempo, habrán hecho perder homogeneidad al material. Existirán, por tanto, numerosos puntos donde las mediciones sobrepasarán los valores aquí presentados, como se ha podido demostrar experimentalmente.

BIBLIOGRAFÍA

- AZCÁRATE, J. M. *Arté Gótico en España*. Madrid: Catedral, 1990.
- BREBBIA, C. A. *Structural Repair and Maintenance of Historical Buildings*. Berlin: Computational Mechanics Publications, Ed. 1989.
- BREBBIA, C. A. J. Domínguez; F. Escrig. *Estructural Repair and Maintenance of Historical Buildings II I y II*. Southampton, Boston: Computational Mechanics Publications, Ed. 1991.
- CHOISY, A. *Historia de la Arquitectura II*. Buenos Aires: Victor Leru, 1980.
- DIRECCIÓN DEL PATRIMONIO HISTÓRICO ARTÍSTICO, DPTO. DE CULTURA, GOBIERNO VASCO. *Monumentos Nacionales de Euskadi I*. Zamudio (Vizcaya): Elexpuru, 1985.
- EGUÍA LÓPEZ DE SABANDO, J.; PORTILLA, M. J. *Gotikoa Araban*. Donostia: Kriselu, 1990.
- ERLANDE-BRANDENBURG, A. *El Arte Gótico*. Madrid: Akal.
- FAVIER, J. 1990. *The world of Chartres*. Londres: Thames and Hudson, 1992.
- FLETCHER, B. *Historia de la Arquitectura por el Método Comparado*. Madrid: Giner, 1985.
- GRODECKI, L. *Arquitectura Gótica*. Madrid: Aguilar, 1977.
- I ENCUESTOS NACIONALES EDUARDO TORROJO. 1993. *Investigación Científica y Patrimonio Arquitectónico*. León: COAL, JCL y CSIC.
- MÁLE, E. *El Gótico la Iconografía de la Edad Media y sus Fuentes*. París: Encuentro, 1986.
- MARK, R. *Experiments in Gothic Structures*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 1984.
- MARTINDALE, A. *Gothic Art*. Londres: Thames and Hudson, 1896.
- MURRAY, S. *Beauvais Cathedral, Architecture of Transcendence*. Nueva Jersey: Princeton University Press, 1989.
- NAVASCUÉS PALACIO, P.; SARTHOU CARRERES, C. 1983. *Catedrales de España*. Madrid: Espasa-Calpe.
- OBRA CULTURAL DE LA CAJA DE AHORROS MUNICIPAL DE VITORIA. *Catálogo Monumental Diócesis de Vitoria III*. Vitoria: Caja de Ahorros Municipal de Vitoria, 1968.
- PANOFSKY, E. *Arquitectura Gótica y Pensamiento Escolástico*. Madrid: La Piqueta, 1986.
- SALVADORI, M. *Why buildings stand up*. Nueva York: W. W. Norton & Company, 1980.
- SALVAT EDITORES. *El Gran Arte. Arquitectura XIII y XIV*. Barcelona: Salvat, 1987.
- TORRES VALVAS, L. *Ars Hispaniae VII*. Madrid: Plus-Ultra, 1952.
- VIOLLET-LE-DUC, E. *Encyclopédie Médiéval I*. Bayeux: Inter-Livres, 1978.
- VON SIMON, O. *La Catedral Gótica*. Madrid: Alianza, 1985.
- WILSON, C. *The Gothic Cathedral*. Londres: Thames and Hudson, 1990.

4.2.8 ESTUDIO DE LAS TENSIONES REALES DE TRABAJO DE ALGUNOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Se presentan los resultados de una serie de ensayos efectuados en la Catedral según dos técnicas de determinación *in situ* de las tensiones de trabajo de elementos constructivos de fábrica.

La primera es la del *gato plano*, que cuenta con un corpus de experiencias muy amplio y ofrece resultados contrastables en función sobre todo de la experiencia de los operadores y analistas. Se trata de un conjunto de ensayos efectuados por la empresa Tecnocontrolli bajo la dirección general del ingeniero Giorgio Croci y efectuados por el ingeniero Giuseppe Carluccio. Se recoge a continuación la memoria preparada por el propio equipo, en la que se explican tanto las características de los ensayos efectuados como los resultados obtenidos.

La segunda serie se basa en la técnica de *hole drilling* y procede del mundo del ensayo de materiales de alta resistencia y poco espesor –fundamentalmente placas metálicas–, con lo que su aplicación en el estudio de edificios históricos está poco contrastada, siendo difícil establecer hasta qué punto son extrapolables sus resultados tomados *tal cual*. También en este caso, la explicación de la técnica y de sus resultados se recoge de la memoria preparada por el equipo de la cátedra de Física Aplicada de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de San Sebastián que, bajo la dirección de Santiago Sánchez Beitia, es el autor del estudio.

a. Investigaciones, controles y ensayos con el gato plano

Generalidades

En el marco del estudio y diagnóstico de la Catedral se han efectuado las siguientes investigaciones *in situ*:

- Pruebas de fractura con el *gato plano*.
- Investigaciones endoscópicas a través de taladros de pequeño diámetro.
- Investigación ultrasónica de los muros y pilares.
- Investigaciones sobre las estructuras y el terreno de cimentación.
- Recogida de muestras de la piedra constitutiva de los pilares y ejecución de ensayos de laboratorio.

Ensayos de fractura

Generalidades

En el ensayo se introduce, en la zona a analizar, un gato plano en el interior de un corte horizontal efectuado en el muro. El gato tiene forma cuadrada con 30 cm de lado.

El ensayo consiste en introducir presión en el gato mediante un circuito de aceite a presión provisto de una bomba, midiendo simultáneamente los desplazamientos entre las bases de medida, dispuestas a ambos lados del corte, correspondientes a los distintos niveles de carga, crecientes gradualmente.

El registro de la sollicitación aplicada se efectúa mediante manómetros insertos en el circuito de aceite; los desplazamientos entre las bases de referencia, situadas a una distancia entre ellas de 20 cm, arriba y debajo del corte, se miden con un deformómetro de precisión con rango de sensibilidad de una centésima de milímetro.

Se pueden preparar diagramas de carga-deformación que permiten comprobar los desplazamientos en función del estado de tensiones inducido en el muro durante el ensayo; de la curva de valores medios relativos a las tres bases de lectura se puede deducir la tensión de trabajo del muro, midiendo exactamente la posición relativa entre las bases antes y después de efectuar el corte necesario para el ensayo.



Imagen 558. Zona del estado tensional T3

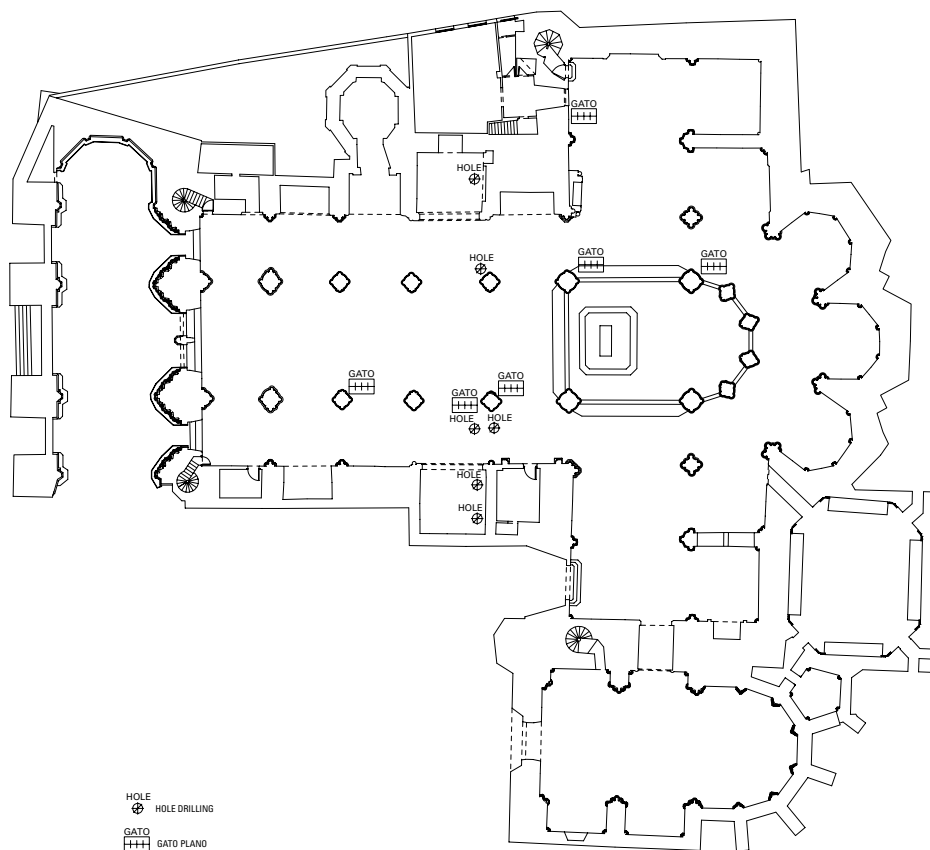


Imagen 559. Relación de ensayos efectuados

Los ensayos de compresión se han efectuado en cuatro pilares y en la pared del transepto sur. (Ver imagen 559)

Los pilares de la nave central

En los pilares de la nave central se han efectuado tres pruebas de control del estado tensional: dos en sendas caras contrapuestas del penúltimo pilar de la derecha, y una en el segundo pilar, también de la derecha; el primer pilar investigado es representativo de una zona bastante deformada, mientras el segundo lo es de una zona con deformación bastante contenida.

El valor de la tensión de trabajo medido en los dos lados opuestos del primer pilar es de unos 60 kg/cm² y de unos 34 kg/cm², con el valor más alto en el lado que mira a

la nave central, ensayos T1 y T2 de las tablas y gráficos adjuntos.

El resultado de los ensayos permite advertir la presencia de notables heterogeneidades en las tensiones del interior de la sección considerada, en cuanto que los valores medidos llevarían a una tensión media de unos 47 kg/cm², no justificada por el esfuerzo normal presente en el pilar, cuyo valor medio de tensión calculado es inferior a 22 kg/cm². Teniendo en cuenta entonces el efecto de flexión producido por la deformación, debemos decir que éste habría debido producir una distribución de las tensiones opuesta respecto a la medida en el ensayo, con tensiones mayores hacia el centro de la iglesia y no hacia la nave lateral.



Imagen 560. Determinación del estado tensional T2

Los valores medidos encuentran sólo una justificación: la sustitución de los sillares de piedra efectuada en el pasado, de la que existe testimonio fotográfico en cuanto se refiere a las intervenciones de los años 60, pero que no se puede excluir que pudiera haberse producido también en otros tiempos, ha llevado a una distribución no homogénea de las tensiones presentes en la sección, con los sillares sustituidos prácticamente sin carga y los sillares originales (o más antiguos) notablemente cargados.

Tal interpretación de los resultados de los ensayos encuentra ulterior confirmación en el diferente valor de las tensiones encontrado en el segundo pilar investigado, de unos 26 kg/cm², decididamente más bajo que los medidos en el anterior pilar, y también más próximo a los valores calculados mediante los análisis numéricos.

Los pilares del transepto

En los pilares del crucero se han efectuado dos pruebas de carga (ensayos T3 y T6).

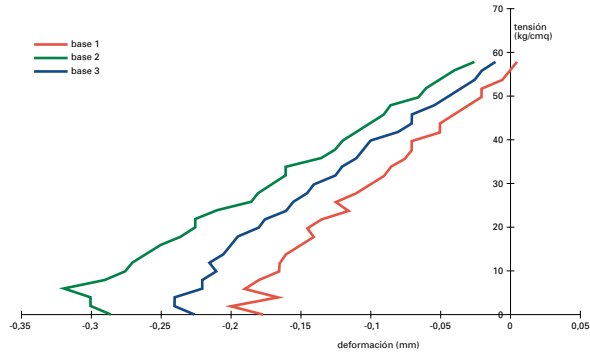


Imagen 561. Determinación del estado tensional T6

Los valores de la tensión de trabajo medidos han resultado ser de 14 kg/cm² y 34 kg/cm², no siendo posible tampoco en este caso confrontarlos con los valores de tensión calculados por las probables variaciones sufridas por las secciones a causa de la sustitución de los sillares.

El muro del transepto

En la pared izquierda del transepto se ha efectuado un ensayo de fractura con el gato plano, a la altura aproximada de una persona. El ensayo ha afectado tan sólo, obviamente, a la porción del muro constituida por los sillares de piedra. El valor de la tensión medida es de unos 36 kg/cm², decididamente más alto que el resultante del cálculo. La mayor sollicitación tensional puede estar justificada por la mayor rigidez de la pared de sillares respecto al macizo del muro, causa ésta que, como ya se ha mencionado, puede haber provocado las deformaciones por inestabilidad descritas en el capítulo anterior.

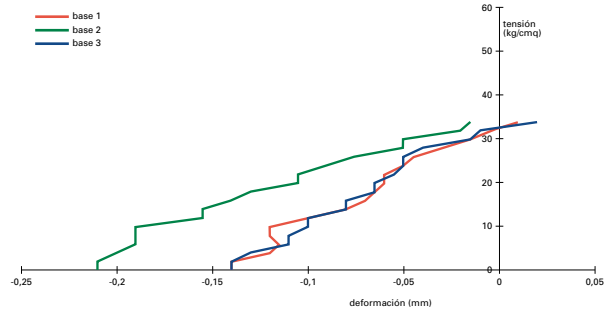


Examen del estado de tensión T1

Operadores Carluccio De Vito
 Instrumento Deformómetro centesimal
 Área de prueba 1225 cm²
 Base de medida 20 cm

Los primeros dos valores con cero atm. corresponden respectivamente a las medidas efectuadas antes y después del corte

Carga (kg)	ATM.	Base 1	Base 2	Base 3	Base 1	Base 2	Base 3
		(mm)			(delta)		
	0	7.08	10.69	7.37	0	0	0
	0	7.255	10.975	7.595	-0.175	-0.285	-0.225
	2	7.28	10.99	7.61	-0.2	-0.3	-0.24
	4	7.245	10.99	7.61	-0.165	-0.3	-0.24
	6	7.27	11.01	7.59	-0.19	-0.32	-0.22
	8	7.26	10.98	7.59	-0.18	-0.29	-0.22
	10	7.245	10.965	7.58	-0.165	-0.275	-0.21
	12	7.245	10.96	7.585	-0.165	-0.27	-0.215
	14	7.24	10.95	7.575	-0.16	-0.26	-0.205
	16	7.23	10.94	7.57	-0.15	-0.25	-0.2
	18	7.22	10.925	7.565	-0.14	-0.235	-0.195
	20	7.225	10.915	7.55	-0.145	-0.225	-0.18
	22	7.215	10.915	7.545	-0.135	-0.225	-0.175
	24	7.195	10.9	7.53	-0.115	-0.21	-0.16
	26	7.205	10.875	7.525	-0.125	-0.185	-0.155
	28	7.19	10.87	7.515	-0.11	-0.18	-0.145
	30	7.18	10.86	7.51	-0.1	-0.17	-0.14
	32	7.17	10.85	7.495	-0.09	-0.16	-0.125
	34	7.165	10.85	7.49	-0.085	-0.16	-0.12
	36	7.155	10.825	7.48	-0.075	-0.135	-0.11
	38	7.15	10.815	7.475	-0.07	-0.125	-0.105
	40	7.15	10.81	7.47	-0.07	-0.12	-0.1
	42	7.13	10.8	7.45	-0.05	-0.11	-0.08
	44	7.13	10.79	7.44	-0.05	-0.1	-0.07
	46	7.12	10.78	7.44	-0.04	-0.09	-0.07
	48	7.11	10.775	7.425	-0.03	-0.085	-0.055
	50	7.1	10.755	7.415	-0.02	-0.065	-0.045
	52	7.1	10.75	7.405	-0.02	-0.06	-0.035
	54	7.085	10.74	7.395	-0.005	-0.05	-0.025
	56	7.08	10.73	7.39	0	-0.04	-0.02
	58	7.075	10.715	7.38	0.005	-0.025	-0.01

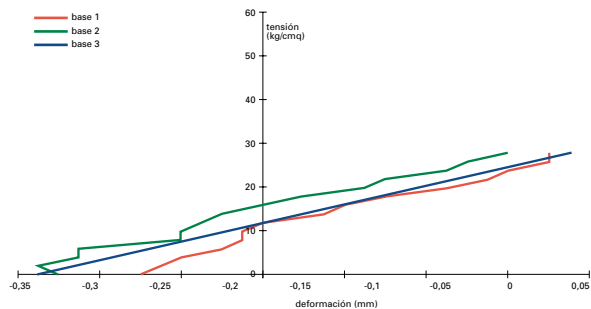


Examen del estado de tensión T2

Operadores Carluccio De Vito
 Instrumento Deformómetro centesimal
 Área de prueba 1225 cm²
 Base de medida 20 cm

Los primeros dos valores con cero atm. corresponden respectivamente a las medidas efectuadas antes y después del corte

Carga (kg)	ATM.	Base 1	Base 2	Base 3	Base 1	Base 2	Base 3
		(mm)			(delta)		
0	0	8.85	8.94	8.2	0	0	0
0	0	8.99	9.15	8.34	-0.14	-0.21	-0.14
2	2	8.99	9.15	8.34	-0.14	-0.21	-0.14
4	4	8.97	9.14	8.33	-0.12	-0.2	-0.13
6	6	8.965	9.13	8.31	-0.115	-0.19	-0.11
8	8	8.97	9.13	8.31	-0.12	-0.19	-0.11
10	10	8.97	9.13	8.3	-0.12	-0.19	-0.1
12	12	8.95	9.095	8.3	-0.1	-0.155	-0.1
14	14	8.93	9.095	8.28	-0.08	-0.155	-0.08
16	16	8.92	9.08	8.28	-0.07	-0.14	-0.08
18	18	8.915	9.07	8.265	-0.065	-0.13	-0.065
20	20	8.91	9.045	8.265	-0.06	-0.105	-0.065
22	22	8.91	9.045	8.255	-0.06	-0.105	-0.055
24	24	8.9	9.03	8.25	-0.05	-0.09	-0.05
26	26	8.895	9.015	8.25	-0.045	-0.075	-0.05
28	28	8.88	8.99	8.24	-0.03	-0.05	-0.04
30	30	8.865	8.99	8.215	-0.015	-0.05	-0.015
32	32	8.855	8.96	8.21	-0.005	-0.02	-0.01
34	34	8.84	8.955	8.18	0.01	-0.015	0.02
36	36						
38	38						
40	40						
42	42						
44	44						
45	45						
48	48						
50	50						
52	52						
54	54						
56	56						
58	58						



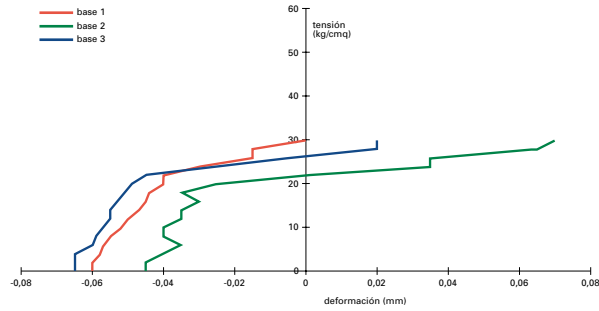
Examen del estado de tensión T3

Operadores Carluccio De Vito

Instrumento Deformómetro centesimal
 Área de prueba 1225 cm²
 Base de medida 20 cm

Los primeros dos valores con cero atm. corresponden respectivamente a las medidas efectuadas antes y después del corte

Carga (kg)	ATM.	Base 1	Base 2	Base 3	Base 1	Base 2	Base 3
		(mm)			(delta)		
0	0	8.3	11.58	12.88	0	0	0
0	0	8.33	11.63	12.905	-0.03	-0.05	-0.025
2	2	8.325	11.635	12.905	-0.025	-0.055	-0.025
4	4	8.32	11.625	12.895	-0.02	-0.045	-0.015
6	6	8.31	11.625	12.895	-0.01	-0.045	-0.015
8	8	8.305	11.6	12.89	-0.005	-0.02	-0.01
10	10	8.305	11.6	12.885	-0.005	-0.02	-0.005
12	12	8.3	11.595	12.88	0	-0.015	0
14	14	8.285	11.59	12.87	0.015	-0.01	0.01
16	16	8.28	11.58	12.86	0.02	0	0.02
18	18	8.27	11.57	12.86	0.03	0.01	0.02
20	20	8.255	11.555	12.845	0.045	0.025	0.035
22	22	8.245	11.55	12.84	0.055	0.03	0.04
24	24	8.24	11.535	12.835	0.06	0.045	0.045
26	26	8.23	11.53	12.825	0.07	0.05	0.055
28	28	8.23	11.52	12.815	0.07	0.06	-0.065
30							
32							
34							
36							
38							
40							
42							
44							
46							
48							
50							
52							
54							
56							
58							

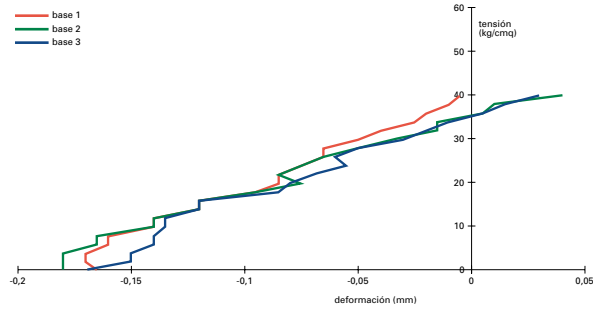


Examen del estado de tensión T4

Operadores Carluccio De Vito
 Instrumento Deformómetro centesimal
 Área de prueba 1225 cm²
 Base de medida 20 cm

Los primeros dos valores con cero atm. corresponden respectivamente a las medidas efectuadas antes y después del corte

Carga (kg)	ATM.	Base 1	Base 2	Base 3	Base 1	Base 2	Base 3
		(mm)			(delta)		
0	0	9.44	11	8.575	0	0	0
0	0	9.5	11.045	8.64	-0.06	-0.045	-0.065
2	2	9.5	11.045	8.64	-0.06	-0.045	-0.065
4	4	9.498	11.04	8.64	-0.058	-0.04	-0.065
6	6	9.497	11.035	8.635	-0.057	-0.035	-0.06
8	8	9.495	11.04	8.634	-0.055	-0.04	-0.059
10	10	9.492	11.04	8.632	-0.052	-0.04	-0.057
12	12	9.49	11.035	8.63	-0.05	-0.035	-0.055
14	14	9.487	11.035	8.63	-0.047	-0.035	-0.055
16	16	9.485	11.03	8.628	-0.045	-0.03	-0.053
18	18	9.484	11.035	8.626	-0.044	-0.035	-0.051
20	20	9.48	11.025	8.624	-0.04	-0.025	-0.049
22	22	9.48	11	8.62	-0.04	0	-0.045
24	24	9.47	10.965	8.6	-0.03	0.035	-0.025
26	26	9.455	10.965	8.58	-0.015	0.035	-0.005
28	28	9.455	10.935	8.555	-0.015	0.065	0.02
30	30	9.44	10.93	8.555	0	0.07	0.02
32							
34							
36							
38							
40							
42							
44							
46							
48							
50							
52							
54							
56							
58							

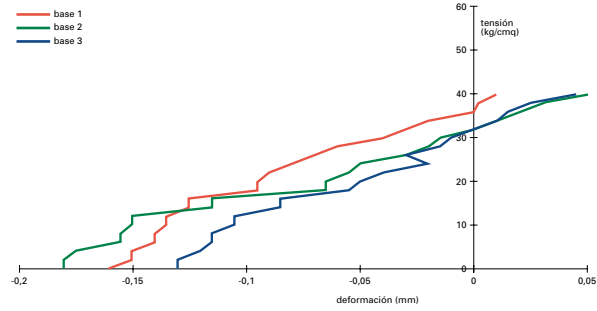


Examen del estado de tensión T5

Operadores Carluccio De Vito
 Instrumento Deformómetro centesimal
 Área de prueba 1225 cm²
 Base de medida 20 cm

Los primeros dos valores con cero atm. corresponden respectivamente a las medidas efectuadas antes y después del corte

Carga (kg)	ATM.	Base 1	Base 2	Base 3	Base 1	Base 2	Base 3
		(mm)			(delta)		
0	0	5.79	4.51	7.59	0	0	0
0	0	5.955	4.69	7.76	-0.165	-0.18	-0.17
2	2	5.96	4.69	7.74	-0.17	-0.18	-0.15
4	4	5.96	4.69	7.74	-0.17	-0.18	-0.15
6	6	5.95	4.675	7.73	-0.16	-0.165	-0.14
8	8	5.95	4.675	7.73	-0.16	-0.165	-0.14
10	10	5.93	4.65	7.725	-0.14	-0.14	-0.135
12	12	5.93	4.65	7.725	-0.14	-0.14	-0.135
14	14	5.91	4.63	7.71	-0.12	-0.12	-0.12
16	16	5.91	4.63	7.71	-0.12	-0.12	-0.12
18	18	5.885	4.605	7.675	-0.095	-0.095	-0.085
20	20	5.875	4.585	7.67	-0.085	-0.075	-0.08
22	22	5.875	4.595	7.66	-0.085	-0.085	-0.07
24	24	5.865	4.585	7.645	-0.075	-0.075	-0.055
26	26	5.855	4.575	7.65	-0.065	-0.065	-0.06
28	28	5.855	4.56	7.64	-0.065	-0.05	-0.05
30	30	5.84	4.545	7.62	-0.05	-0.035	-0.03
32	32	5.83	4.525	7.61	-0.04	-0.015	-0.02
34	34	5.815	4.525	7.6	-0.025	-0.015	-0.01
36	36	5.81	4.505	7.585	-0.02	0.005	0.005
38	38	5.8	4.5	7.575	-0.01	0.01	0.015
40	40	5.795	4.47	7.56	-0.005	0.04	0.03
42	42						
44	44						
46	46						
48	48						
50	50						
52	52						
54	54						
56	56						
58	58						



Examen del estado de tensión T6

Operadores Carluccio De Vito
 Instrumento Deformómetro centesimal
 Área de prueba 1225 cm²
 Base de medida 20 cm

Los primeros dos valores con cero atm. corresponden respectivamente a las medidas efectuadas antes y después del corte

Carga (kg)	ATM.	Base 1	Base 2	Base 3	Base 1	Base 2	Base 3
		(mm)			(delta)		
0	0	0.8	4.17	3.68	0	0	0
0	0	0.96	4.35	3.81	-0.16	-0.18	-0.13
2	2	0.95	4.35	3.81	-0.15	-0.18	-0.13
4	4	0.95	4.345	3.8	-0.15	-0.175	-0.12
6	6	0.94	4.325	3.795	-0.14	-0.155	-0.115
8	8	0.94	4.325	3.795	-0.14	-0.155	-0.115
10	10	0.935	4.32	3.785	-0.135	-0.15	-0.105
12	12	0.935	4.32	3.785	-0.135	-0.15	-0.105
14	14	0.925	4.285	3.765	-0.125	-0.115	-0.185
16	16	0.925	4.285	3.765	-0.125	-0.115	-0.085
18	18	0.895	4.235	3.735	-0.095	-0.065	-0.055
20	20	0.895	4.235	3.73	-0.095	-0.065	-0.05
22	22	0.89	4.225	3.72	-0.09	-0.055	-0.04
24	24	0.88	4.22	3.7	-0.08	-0.05	-0.02
26	26	0.87	4.2	3.71	-0.07	-0.03	-0.03
28	28	0.86	4.19	3.695	-0.06	-0.02	-0.015
30	30	0.84	4.185	3.69	-0.04	-0.015	-0.01
32	32	0.83	4.17	3.68	-0.03	0	0
34	34	0.82	4.16	3.67	-0.02	0.01	0.01
36	36	0.8	4.15	3.665	0	0.02	0.015
38	38	0.798	4.14	3.655	0.002	0.03	0.025
40	40	0.79	4.12	3.635	0.01	0.05	0.045
42	42						
44	44						
46	46						
48	48						
50	50						
52	52						
54	54						
56	56						
58	58						

b. Deducción experimental de los esfuerzos que soportan los elementos estructurales



Imagen 562

Introducción

El análisis pretende poner a punto un método para el cálculo experimental de esfuerzos en roca, como material constructivo de las edificaciones del Patrimonio Histórico.

El problema es que se trata de evaluar una carga que está actuando en el material; no es una carga por aplicar sino ya presente. Los métodos experimentales más usados en la Comunidad Científica son la técnica difractométrica de Rayos X así como los métodos de eliminación de material.

El primer método es aplicable fundamentalmente a materiales metálicos lo cual excluye su aplicación en este trabajo. De los métodos de eliminación existen diversas variantes. El denominado *Hole Drilling* se usa en la Industria en materiales metálicos, plásticos, cerámicos y hormigón. En roca y fundamentalmente en edificaciones de Patrimonio Histórico se ha empleado el método que puede traducirse al castellano como *gato plano*. La técnica consiste en cuantificar la relajación producida en la roca cuando se elimina una placa horizontal; posteriormente y mediante un gato hidráulico, se cuantifica la presión que se necesita aplicar hasta recuperar totalmente la relajación anteriormente cuantificada. Por medio de esta técnica se puede deducir las tensiones globales en una dirección perpendicular a la placa de piedra eliminada. El problema se presenta cuando los esfuerzos no son unidireccionales e interesa deducir las tensiones principales y su dirección.

Debido a las consideraciones anteriores se ha puesto a punto para este trabajo de investigación el método denominado *Hole Drilling*, ampliamente utilizado en la Industria de las Tensiones Residuales y que se detalla a continuación.

Hasta el momento, el uso de la técnica extensométrica combinada con el método *Hole Drilling* ha estado restringido al campo industrial y fundamentalmente a materiales metálicos. La razón hay que buscarla en las Tensiones Residuales presentes en un material pueden ser decisivas en muchos casos, en la rotura en servicio en piezas y componentes metálicos industriales. Debido a la existencia de Tensiones Residuales ha sido preciso poner a punto diversas técnicas que permitan su cuantificación. Concretamente, se dispone en el mercado de dispositivos estándar denominados rosetas, en las que las tres bandas extensométricas dispuestas y el agujero central donde se realiza la perforación es de aproximadamente 1 mm de diámetro. (Ver imagen 562)

Cálculo experimental de esfuerzos en edificaciones del patrimonio histórico

Fundamentalmente se va a adaptar un método industrial para la obtención de las Tensiones Residuales en materiales metálicos, al cálculo de esfuerzos reales que soportan los elementos estructurales en las Edificaciones del Patrimonio Histórico. Esta adaptación va a ser realizada por primera vez sobre la Catedral.

La Técnica Extensométrica se basa en el cambio de resistencia de un hilo de cobre en función de la deformación que presente. La variación de resistencia se evalúa mediante el montaje de un puente de *Wheatstone*. El módulo experimental de medida aporta una corriente al circuito *Wheatstone*. Después registra el cambio de resistencia. Si el hilo de cobre (dispositivo llamado banda extensométrica) está adherido perfectamente al elemento estructural de interés, registrará las deformaciones que éste presente. El método de *Hole Drilling*, combinado con la técnica extensométrica, puede considerarse Quasi No Destructivo (QND) en el ámbito de aplicación que nos ocupa.



Imagen 563

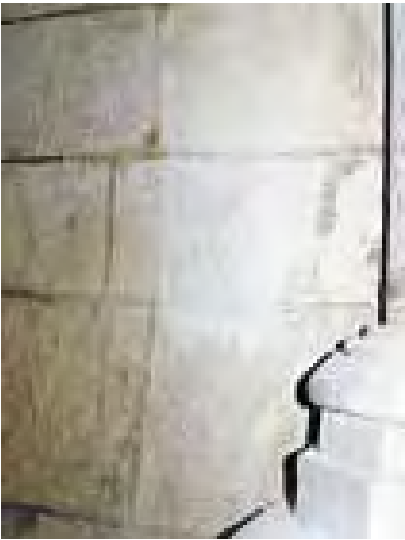


Imagen 564

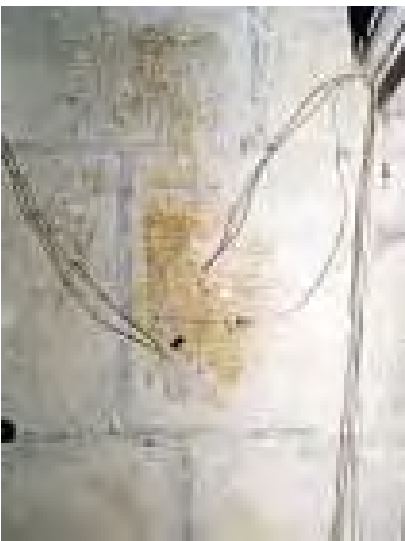


Imagen 565

En la aplicación de este método hay factores que afectan al proceso de medida, y que a continuación se detallan. (Ver imagen 563)

Factores que dependen del material

- Granulometría de la roca. Cuando la longitud de la banda extensométrica es mayor o igual a diez veces el tamaño de partícula, el error cometido en la medida es de aproximadamente un 5 %. Por ello se ha utilizado una banda modelo 10/120 LY 11 (marca comercial de la firma HBM) de 10 mm de longitud, siendo el tamaño de partícula en todo caso inferior a medio milímetro.

- Limpieza de la superficie de medida. La zona de colocación de las bandas extensométricas debe de estar ausente de polvo y de estucos que alteran su adherencia a la roca. La limpieza se efectúa mediante un cepillo metálico conectado a un taladro convencional.

- Tipo de superficie. Además de la propia rugosidad de la piedra, es conveniente que la superficie donde se colocan las bandas esté lo más plana posible. El proceso de limpieza anteriormente mencionado, permite conseguir una superficie suficientemente plana.

- Elección de un buen lugar de medida. Normalmente se ha elegido el centro de los sillares para evitar posibles distorsiones provenientes de la presencia de mortero entre sillares. Por otra parte se han buscado sillares en buen estado de conservación.

Factores que dependen de la preparación experimental

- Centrado del círculo de perforación y centrado y alineamiento de las bandas extensométricas. Este proceso es utilizado mediante un transportador de ángulos y una regla milimetrada con la meticulosidad que requiere una actuación científica de estas características. Siempre se originarán errores accidentales que pueden amortiguarse debido a la repetitividad experimental.

Las bandas extensométricas se colocan a 0°, 90° y 225° respecto de una dirección arbitraria, que siempre ha sido una dirección sobre la roca y con sentido de izquierda a derecha según un observador colocado frente al punto de medida. Las tres direcciones se cortan en el centro del círculo de perforación, siendo de 4 cm su distancia a las bandas. (Ver imagen 564)

- Pegado de las bandas extensométricas. Las bandas extensométricas se adhieren al material mediante un pegamento de dos componentes denominado X60 suministrado por la firma HBM.

- Montaje de los puentes de *Wheastone* con banda de compensación en temperatura. Uno de los factores que más afectan al cambio de resistencia eléctrica de un material es la variación térmica durante el proceso de medida. Esta variación proviene de la atmósfera y del uso de focos en el interior de la Catedral de Santa María de Vitoria. Por este motivo se dispone una banda extensométrica en las cercanías del punto de medida y sin adherir al material, de tal modo que registre el cambio de resistencia por efecto térmico. El cableado de las bandas extensométricas formando puentes de *Whestone* se ejecuta mediante una soldadura convencional con estaño. (Ver imagen 565)

Factores que dependen del proceso de adquisición de datos

- Proceso de perforación. La perforación se realiza mediante una corona con punta de diamante conectada a un taladro de media/baja potencia.

El diámetro de la corona es de 5,6 cm. En uso industrial convencional, se considera que cuando la profundidad del taladro es de aproximadamente 1,2 veces el diámetro, el estado tensional medido mediante la técnica extensométrica es el promedio del que soporta el material eliminado. Por ello, la profundidad de el caso de la Catedral de Santa



Imagen 566

María ha sido de 7/8 cm. De todos modos, se ha realizado una penetración a pasos, de tal modo que se ha registrado de la deformación captada por las bandas en función de la profundidad. En todos los casos se ha observado que a estas profundidades, la deformación no varía especialmente. El centrado de la perforación está asegurado por la inclusión de una broca centradora. (Ver imagen 566)

- Oscilación de los datos en función de las vibraciones provenientes del exterior. Una vez dispuesto completamente el sistema de medida se ha observado que al conectar el equipo, se producían oscilaciones en torno al cero, con anterioridad al proceso de taladrado. En algunos casos se ha interrumpido el proceso de medida debido a las fuertes oscilaciones provenientes de la circulación viaria exterior. En los casos en los que las variaciones eran aceptables, se ha registrado las deformaciones captadas por las bandas durante 5 minutos, cada 20 segundos. En todos los casos se han recogido unas oscilaciones aleatorias de ± 20 mm/m en torno al cero. Después de este lapso de tiempo se ha considerado correcto comenzar el proceso de medida propiamente dicho.

- Tiempo de adquisición de datos. El taladro y el registro de deformaciones se ha realizado a *pasos* en profundidad. Inmediatamente después de retirada la corona de taladrado, se ha conectado el equipo, registrándose, cada 20 segundos, la deformación captada.

Sorprendentemente se observa en muchos casos, que estas deformaciones varían asintóticamente con el tiempo. Este fenómeno debe de ser objeto de un análisis más detallado y que puede inicialmente relacionarse con un comportamiento anelástico de la Catedral. En cada paso se ha llegado a registrar durante 20 minutos, cada 20 segundos, las deformaciones cap-

tadas. En todos los casos se han mantenido el tiempo de adquisición de datos hasta la estabilización de los registros.

Resultados experimentales en la Catedral

El trabajo experimental llevado a cabo está enmarcado en el análisis estructural completo de la Catedral. Se pretende deducir en todo punto el estado tensional real del material. Para ello se ha elaborado un modelo local en 3-Dimensiones mediante la aplicación informática ANSYS que se detalla en el apartado I.V.I. La zona modelizada corresponde al comprendido entre las secciones A-Á y B-B' de la imagen 558.

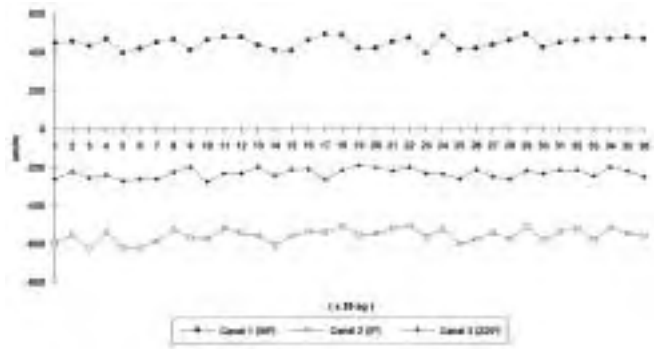
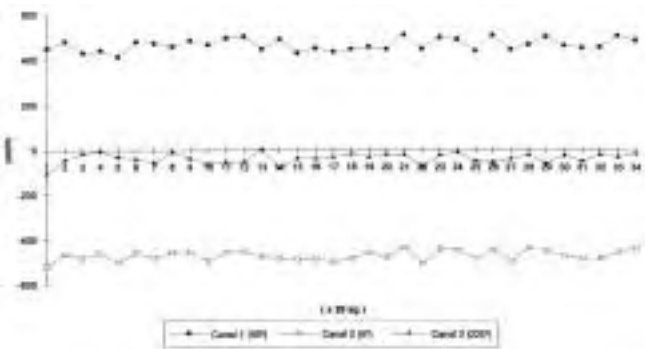
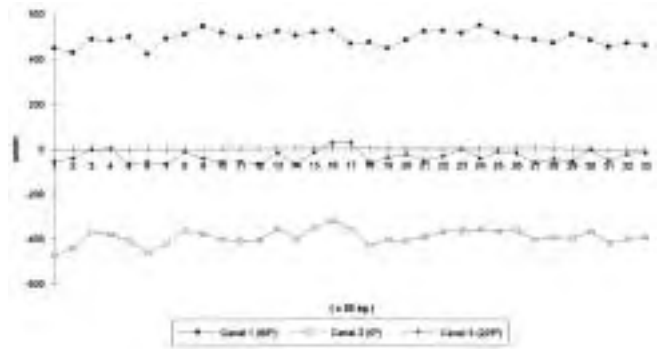
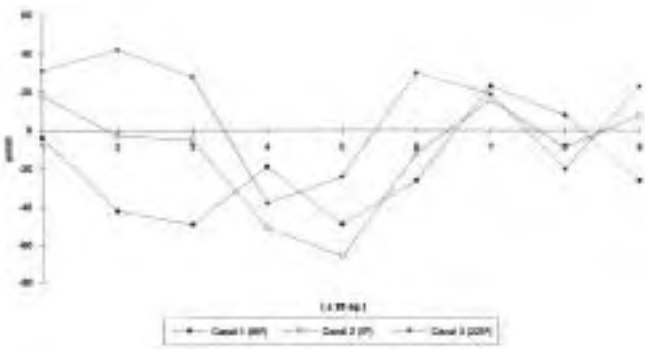
Para la comprobación del modelo o bien para corroborar que las hipótesis supuestas son razonablemente correctas, las tensiones obtenidas experimentalmente deben de coincidir con las que se deducen por simulación.

Consecuentemente se han obtenido los esfuerzos que soportan los puntos señalados en la dicha figura. Los puntos 4,5 y 6 están situados respectivamente a 140 cm, 135 cm, y 75 cm del suelo y a 110 cm, 125 cm, y 240 cm de la nave lateral adyacente. El punto 1 está situado a 32 cm de la basa de su columna y a 18 cm de la columna adosada por su lado oriental. El punto 2 está colocado a 7 cm de la basa y a 12 cm de la columna adosada por su lado meridional. Por último el punto 3 está situado 50 cm de la basa y a 25 cm de su columna adosada en el lado meridional (es preciso recordar la orientación de la nave central con al cabecera dirigida hacia el este). Los puntos 3 y 2 corresponden a zonas superior e inferior a la medida realizado mediante *gato plano* por el grupo del profesor Giorgio Croci. Es preciso mencionar que, el estado tensional de esos puntos 2 y 3 está siendo alterado por dicha medida. Los resultados se detallan a continuación en la Tabla 1.

- 4 Estudios arquitectónicos
- 4.2 Estudios estructurales
- 4.2.8 Estudio de las tensiones reales de trabajo de algunos elementos estructurales
- 4.3 Usos e instalaciones técnicas
- 4.3.1 Informe sociológico

	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6
Tensión Principal Máxima (T. MÁX)	62	16	-6	-14	1	2
Tensión Principal Mínima (T. MÍN)	-39	-24	-23	-8	-48	-17
Ángulo de T. MÁX con la Horizontal	-12°	124°	73°	-13°	26°	-42°
Tensión Vertical	-34	2	-8	-7	-42	-9
Tensión Horizontal	-58	-11	-22	0	-21	-7
Tensión Cortante Máxima						
Valor	50	20	8	4	17	10
Inclinación con la Horizontal	32°	169°	117°	32°	71°	3°

Tabla I. Resultados experimentales de esfuerzos (kg/cm²) y sus direcciones (grados)



4.3 USOS E INSTALACIONES TÉCNICAS

4.3.1 INFORME SOCIOLÓGICO

El objetivo del estudio es conocer la realidad física y social del entorno urbano de la Catedral, con el fin de realizar una valoración precisa de la situación del y en función de ésta acometer en el desarrollo del Plan Director su rehabilitación conjuntamente con la estructura de la Catedral.

El estudio urbano está ligado a la Manzana 4, situada dentro del Casco Histórico de Vitoria-Gasteiz, clasificada como *manzana especial* por el Plan Especial del Casco de Vitoria del año 1982, puesto que está constituida por la preponderancia relativa de un solo edificio, la Catedral de Santa María sobre el resto de las edificaciones clasificadas como bienes de interés histórico y arquitectónico.

Sus límites quedan definidos por el tramo de la calle Cuchillería que abarca del portal nº 85 –ahora inutilizado– hasta el nº 103

en su lado este. La calle Fray Zacarías Martínez delimita su lado oeste y los Cantones de San Marcos –donde se localiza el portal nº 1 que sustituye al nº 85 de Cuchillería– y de Santa María –donde tienen salida dos lonjas– delimitan su lado sur y norte respectivamente.

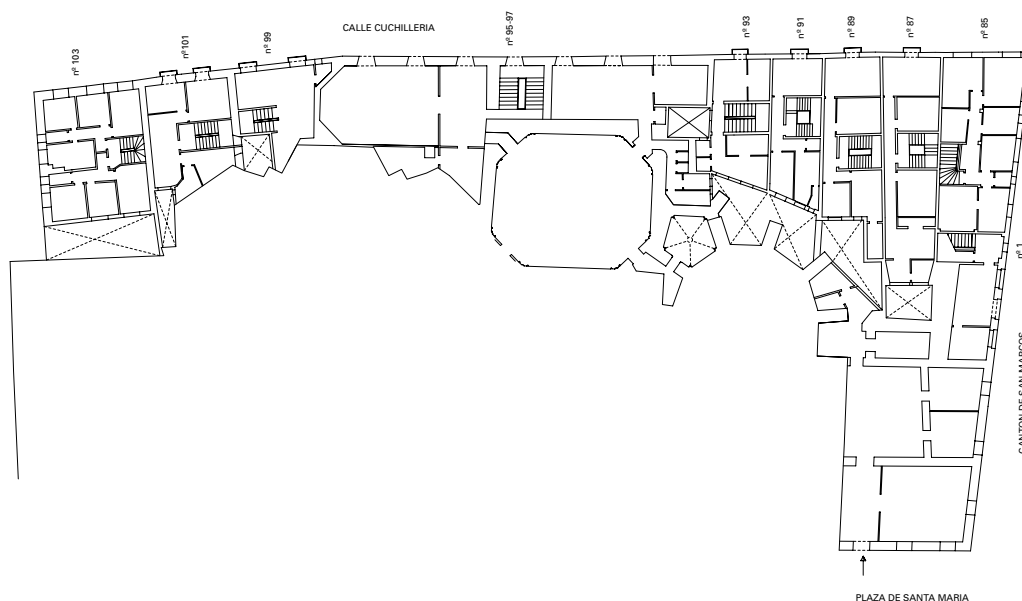
Los resultados obtenidos se han materializado en un análisis global físico y sociológico del entorno de la Manzana 4, compuesta por 10 edificios, –portales con los números 85, 87, 89, 91, 93, 95-97, 99, 101, 103– y un cuadro resumen de la información obtenida sobre cada uno.

El estudio ha sido llevado a cabo por la socióloga Idoia Etayo Macazaga, durante un período de tres meses dando comienzo el 1 de agosto de 1997 obteniendo los siguientes resultados:

a. Análisis global físico

El estudio de las características del entorno físico en el que se inserta la manzana

Imagen 567. Plano de la manzana 4 del Casco Histórico de Vitoria-Gasteiz, objeto del estudio sociológico



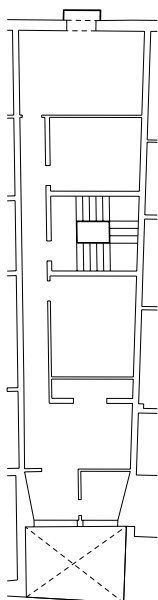


Imagen 568. Tipología edificatoria: portal nº 8

objeto del análisis permite crear una idea de las condiciones de habitabilidad que reúne los edificios, viviendas y locales de la misma.

Los edificios

La descripción de los edificios es la siguiente: 8 de los 10 edificios analizados mantienen una tipología de edificación urbana medianera y los 2 restantes medianera y de esquina. Esta tipología corresponde a edificaciones residenciales de los siglos XIX y XX, que se asientan sobre una parcela estrecha y alargada con una superficie mínima de 36,86 m², disponen de un único portal y una escalera en su centro que divide la vivienda en dos. A esta definición responden los edificios de uso residencial nº 87, 89, 91, 93, y 101. El portal nº 1 de San Marcos da entrada a los pisos correspondientes al nº 85 de Cuchillería ahora inutilizado. El portal nº 95 está inutilizado y la entrada al edificio se realiza por el nº 97; ambos edificios están comunicados y su planta y uso religioso difieren del resto.

El análisis consta de 10 edificios compuestos por 25 viviendas y 19 locales.

Las viviendas

La Manzana 4 está compuesta por 25 viviendas situadas todas ellas en planta de piso. De las cuales 22 se encuentran ocupadas y 3 vacías. De estas tres, dos pertenecen a la iglesia y una a un particular, no pudiendo ser habitadas debido al mal estado de conservación actual.

Para analizar las condiciones de habitabilidad se han seleccionado los siguientes indicadores:

- Título de ocupación: el 68% de los residentes de la Manzana 4 son propietarios mientras que uno de cada tres están en alquiler. Del total de propietarios, el 41% tiene la vivienda pagada, mientras que un 22,7% dependen de préstamo o crédito.

- Número de residentes: casi todas las viviendas están ocupadas, siendo la mayoría propietarios. El índice de ocupación de las viviendas no es alto ya que la mayor parte de los residentes viven solos o en pareja. El número total de residentes asciende a 43.

- Superficie: la superficie media por vivienda es de 33 m². El 40% de las viviendas no alcanza los 40 m². El reducido tamaño de las viviendas no parece preocupar a la mayoría del colectivo, puesto que el 45% de los residentes viven solos.

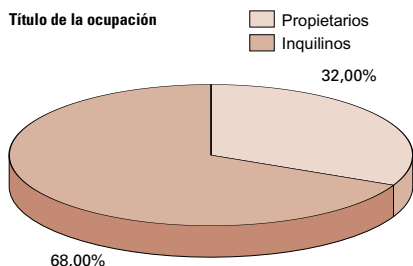
- Distribución de la vivienda: entendemos el número de habitaciones que posee. Dentro del número de habitaciones se han considerado sala y dormitorios. El número total de habitaciones es 7, de las cuales un tercio tiene denominación de *alcoba*, *trastero* o *despacho*, en los planos de planta general de pisos. Todos ellos son habitaciones interiores que rondan los 8 m².

- Estado de conservación: debido a la antigüedad de los edificios la humedad en los pisos afecta a las viviendas. También debemos señalar el mal estado de los tejados que provoca goteras en los últimos pisos. Respecto a las reformas acometidas en viviendas tan solo el 18% de las mismas ha sufrido una rehabilitación total mientras que el 41% no han sido reformadas ni mejoradas en los últimos años.

- Instalaciones: las características comunes a todos los edificios son las siguientes: carecen de ascensor para acceder a los pisos y mantienen instalaciones aéreas de luz y teléfono.

La electricidad está actualizada en todas las viviendas excepto en 6 de ellas en las que sigue siendo de 125W o combinada con 220W.

Respecto a la cocina, 4 viviendas tienen cocina *económica* o de carbón, de las cuales 2 poseen también cocinas de gas.



Del total de 25 viviendas, 10 carecen de cuarto de baño completo (retrete, lavabo, ducha), de éstas sólo tienen retrete.

Los locales

Existen un total de 19 locales, de los cuales 14 están en activo y los restantes inactivos cesaron su actividad por razones de bajo rendimiento de la misma.

El 37% de los locales tiene fines religiosos, el 26% representan actividades comerciales, el 21% se usan como almacenes, el 11% como talleres, y un 5% están ocupados por asociaciones vinculadas a la iglesia de Santa María y la Catedral.

b. Análisis social

El estudio sociológico del colectivo vinculado a las viviendas, permite conocer las características socioeconómicas y la vinculación del mismo al barrio, en una aproximación sobre el impacto social que podría ocasionar una intervención.

- El estudio resalta el envejecimiento de la población con una total ausencia de niños y en la que se aprecia un equilibrio respecto al sexo.

La media poblacional registrada es de 49 años y más del 80% de los inquilinos tiene una edad superior a 60 años mientras que la edad de los propietarios se encuentra más repartida siendo más de la mitad menores de 60 años.

- La renta per cápita refleja un bajo nivel económico puesto que casi la mitad del colectivo no alcanza las 60.000 pts, lo cual impide el cambio de alojamiento a corto plazo a pesar de que algunos consideren su vivienda como transitoria. (Ver Tabla 1)

- La opinión de los residentes respecto al tamaño de su vivienda es el siguiente: dos de cada tres están contentos si bien hay que tener en cuenta que el 45% viven solos, con lo que el espacio puede resultarles más que suficiente. (Ver Tabla 2)

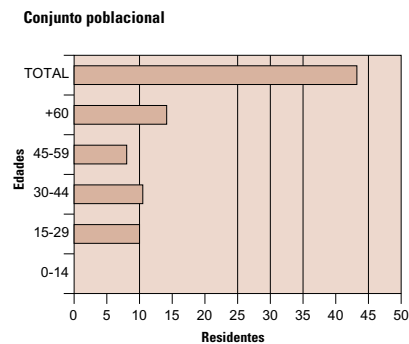
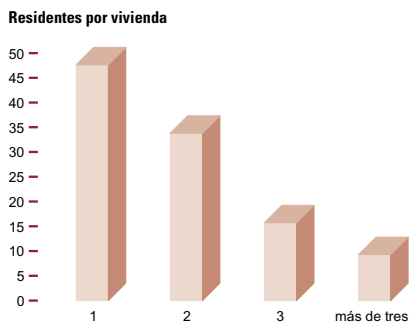
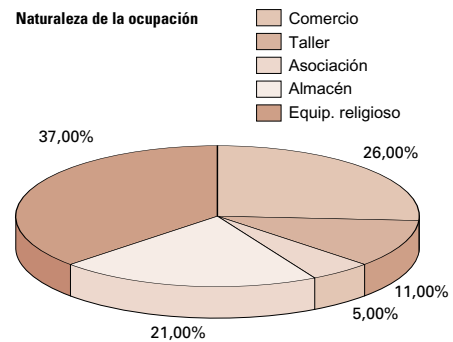
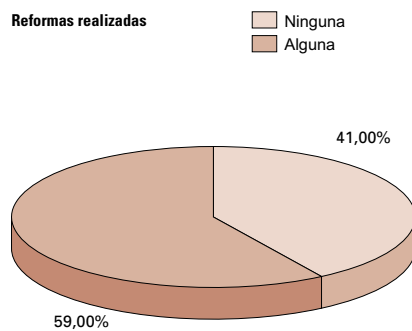
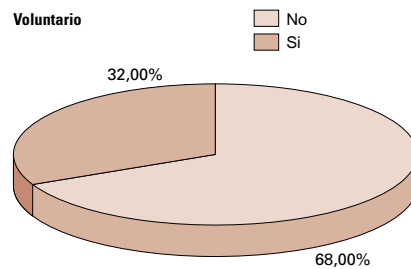
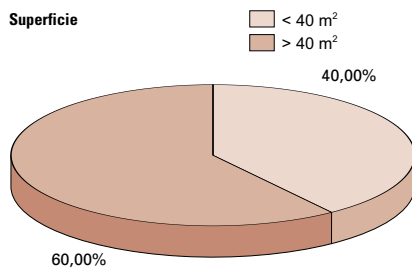
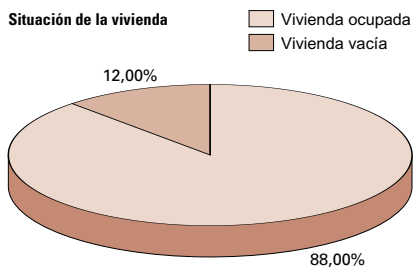
- La vinculación del colectivo con el barrio es fuerte, aun no utilizando de forma mayoritaria los equipamientos del Casco. El arraigo puede explicarse porque la mitad de ellos llevan más de diez años residiendo en él. En cuanto a aquellos que residen desde hace menos tiempo valoran el bajo coste de la vivienda y su céntrica localización. Las opiniones expresadas reflejan que los residentes tienen una buena opinión del Casco en todos sus aspectos, aunque destaca el tema del ruido durante los fines de semana y el problema del aparcamiento. (Ver Tabla 3)

- En cuanto a la actitud ante el cambio no se pueden apreciar diferencias entre propietarios e inquilinos. Al plantearles un cambio forzoso de vivienda la mitad prefiere seguir dentro del barrio; sin embargo, prácticamente en su totalidad están abiertos al diálogo; menos el colectivo vinculado a los locales que no tiene intención de cambio.

Finalmente, consideramos que es importante valorar el impacto de otras intervenciones en la zona. En este sentido, los antecedentes señalan que los afectados, en cuanto colectivo, no han planteado dificultades. Por su parte, la Asociación de vecinos de la zona tiene como principales preocupaciones, entre otras, el tráfico, las drogas y la seguridad ciudadana, si bien no plantean reivindicaciones.

En nuestro caso, la información sobre el estudio aparecida en algunos medios de comunicación local, radio y prensa, hace presentir que cualquier tipo de intervención tendría cierto eco social.

Por otro lado, un importante número de residentes, antes de iniciar la entrevista, tenía la idea preconcebida de que los edificios iban a desaparecer o se iba a actuar sobre ellos ya que estaban al tanto del Plan de Rehabilitación de la Catedral de Santa María de Vitoria.



Renta per Capita*	Título de Ocupación		Total
	Propietario	Inquilino	
<60	7 46.7	3 42.9	10 46%
60-100	5 33.3	2 28.6	7 32%
100-150	2 13.3	2 28.6	4 18%
<150	1 6.7		1 4%
Total	15	7	22

Tabla 1
*En miles de pts/mes por familia

Tamaño	Valores	
	Absoluto	Relativo
Insuficiente	8	36
Suficiente	14	64
Total	22	100%

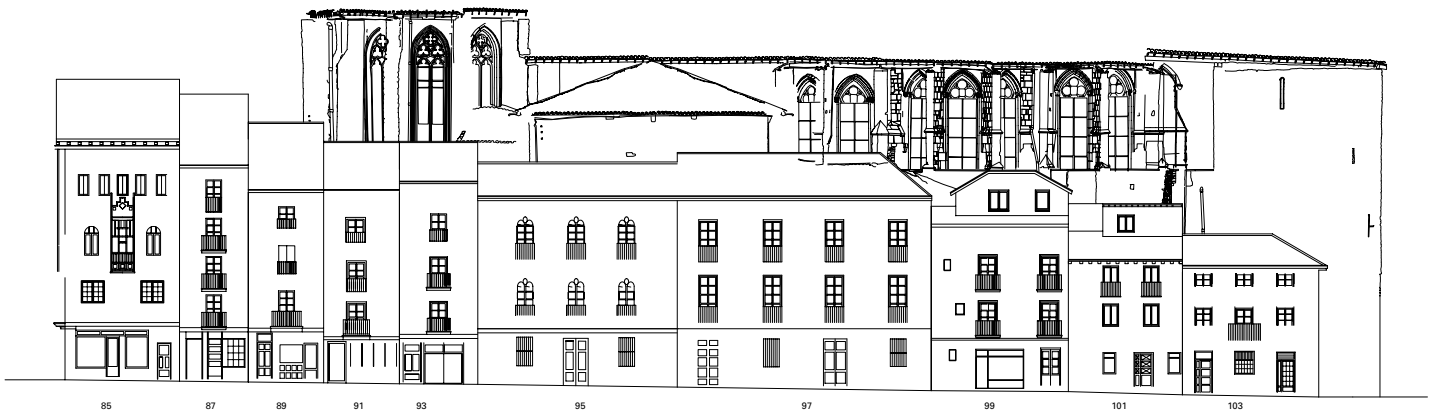
Tabla 2

Razón de elección	Título de Ocupación		Total
	Propietario	Inquilino	
Situación céntrica	2	1	3
	13	14	13%
Vivienda barata	6	1	7
	40	14	32%
Toda la vida	4	3	7
	27	43	32%
Otros*	3	2	5
	20	29	23%
Total	15 68%	5 32%	22 100%

Tabla 3
*Herencias y cesiones

Cuadro de usos y superficies del conjunto de las viviendas que se adosan a la Catedral de Santa María											
Inmueble	Planta baja		Primera planta		Segunda planta		Tercera planta		Cuarta planta		Total 2.039,16 m ²
85	Residencial Gran interés		Comercial+religioso		Equipamiento religioso		Vivienda colectiva (A)		Vivienda colectiva		434.74 m ²
	XX	6 vecinos	89.74 m ² 74.03 m ²	Tapicería Scout	74.49 m ² 45.86 m ²	Catequesis Sacristía	75.31 m ²	3 adultos 3 niños	75.31 m ²	Vacío	
87	Residencial Interés hist+arq		Comercial		Vivienda colectiva		Vivienda colectiva (P)		Vivienda colectiva (P)		287.11 m ²
	XIX	8 vecinos	53.43 m ²	Tapicería	58.48 m ²	1 Adulto	58.48 m ²	2 adultos	58.48 m ²	2 adultos	
89	Residencial Interés hist+arq		Comercial		Vivienda colectiva (A)		Vivienda colectiva (P)		Vivienda colectiva (P)		171.66 m ²
	XIX	8 vecinos	39.48 m ²	Antigua farmacia	43.97 m ²	2 adultos	43.97 m ²	2 adultos 2 jóvenes	43.97 m ²	2 adultos	
91	Residencial Interés hist+arq		Almacén		Vivienda colectiva (P)		Vivienda colectiva (A)		Vivienda colectiva (P)		172.67 m ²
	XIX	7 vecinos	37.75 m ²	Vinos	36.62 m ²	2 adultos	57.22 m ²	3 adultos	41.08 m ²	2 adultos	
93	Residencial Interés hist+arq		Taller		Vivienda colectiva (A)		Vivienda colectiva		Vivienda colectiva (A)		236.26 m ²
	XIX	2 vecinos	38.94 m ²	Madera	36.86 m ²	1 adultos	38.46 m ²	Vacía	36.86 m ²	1 adulto	
95	Equipamiento Religioso Adaptable		Equipamiento religioso		Equipamiento religioso		Equipamiento religioso				187.2 m ²
	XX		66.24 m ²	Almacén Catedral	66.24 m ²	Sala Reunión	66.24 m ²	Vestuario Cabildo			
97	Equipamiento Religioso Adaptable		Equipamiento religioso		Equipamiento religioso		Equipamiento religioso				389.25 m ²
	XX		129.75 m ²	Sala Reunión	129.75 m ²	Almacén	129.75 m ²	Sala Capitular			
99	Residencial Interés hist+arq		Comercial		Vivienda colectiva (P)		Vivienda colectiva (P)		Vivienda colectiva (P)		153.38 m ²
	XIX	4 vecinos	42.20 m ²	Inactivo	38.95 m ²	1 adulto	38.95 m ²	2 adultos	33.08 m ²	1 adulto	
101	Residencial Interés hist+arq		Lonja		Vivienda colectiva (P)		Vivienda colectiva (P)		Vivienda colectiva (P)		107.47 m ²
	XIX	7 vecinos	14.70 m ²	Antiguo estanco	37.29 m ²	3 adultos	37.29 m ²	1 adulto	18.19 m ²	3 adultos	
103	Residencial Adaptable		Comercial+cultural		Vivienda colectiva (P)		Vivienda colectiva (A)				216.19 m ²
	XIX	4 vecinos	32.93 m ² 27.52 m ² 18.09 m ²	Bar Asc. Cult. Almacén	40.69 m ² 28.28 m ²	1 adulto 1 adulto	40.40 m ² 28.28 m ²	1 adulto 1 adulto			

Imagen 569. Alzado de la calle Cuchillería



4.3.2 ESPACIOS, SUPERFICIES Y USOS

La Catedral, templo mayor de una Diócesis y donde el Obispo tiene su sede, su cátedra y su altar. Además de esta función –consideramos la principal– una parte de la estructura de Santa María se usa como iglesia parroquial para lo que se segregó la capilla de Santiago adosada en el extremo sur del crucero. Coexisten funciones específicas de una sede episcopal con la de una parroquia incluyendo todos los espacios de servicios necesarios para desarrollar ambas. El templo alberga los usos y funciones de un conjunto catedralicio y de su Cabildo, y la capilla de Santiago es la iglesia parroquial del barrio que rodea el monumento. Además de estos usos, en la manzana urbana donde queda inmerso el edificio, están los espacios de servicios de la Catedral y el Cabildo y los específicos de la parroquia que se entremezclan en la edificación con los usos de carácter residencial y comercial característicos del casco histórico. Nos encontramos con una manzana urbana completa del casco histórico en la que los espacios que tienen una función directa o indirectamente de carácter religioso ocupan aproximadamente más del 70% de la superficie construida.

En el espacio que se dedica a la Catedral diferenciamos templo, sacristía y Cabildo. La estructura del templo puede descomponerse en los espacios del pórtico de acceso, naves central y laterales norte y sur, el coro, el transepto norte y sur, las capillas que se adosan a las naves laterales y al transepto –excepto capilla de Santiago que funciona como templo parroquial–, el presbiterio, la girola y la torre campanario. Las funciones de cada uno de estos elementos son de sobra conocidas ya que se repiten sistemáticamente en todos los templos cristianos y están supeditados a su función litúrgica.

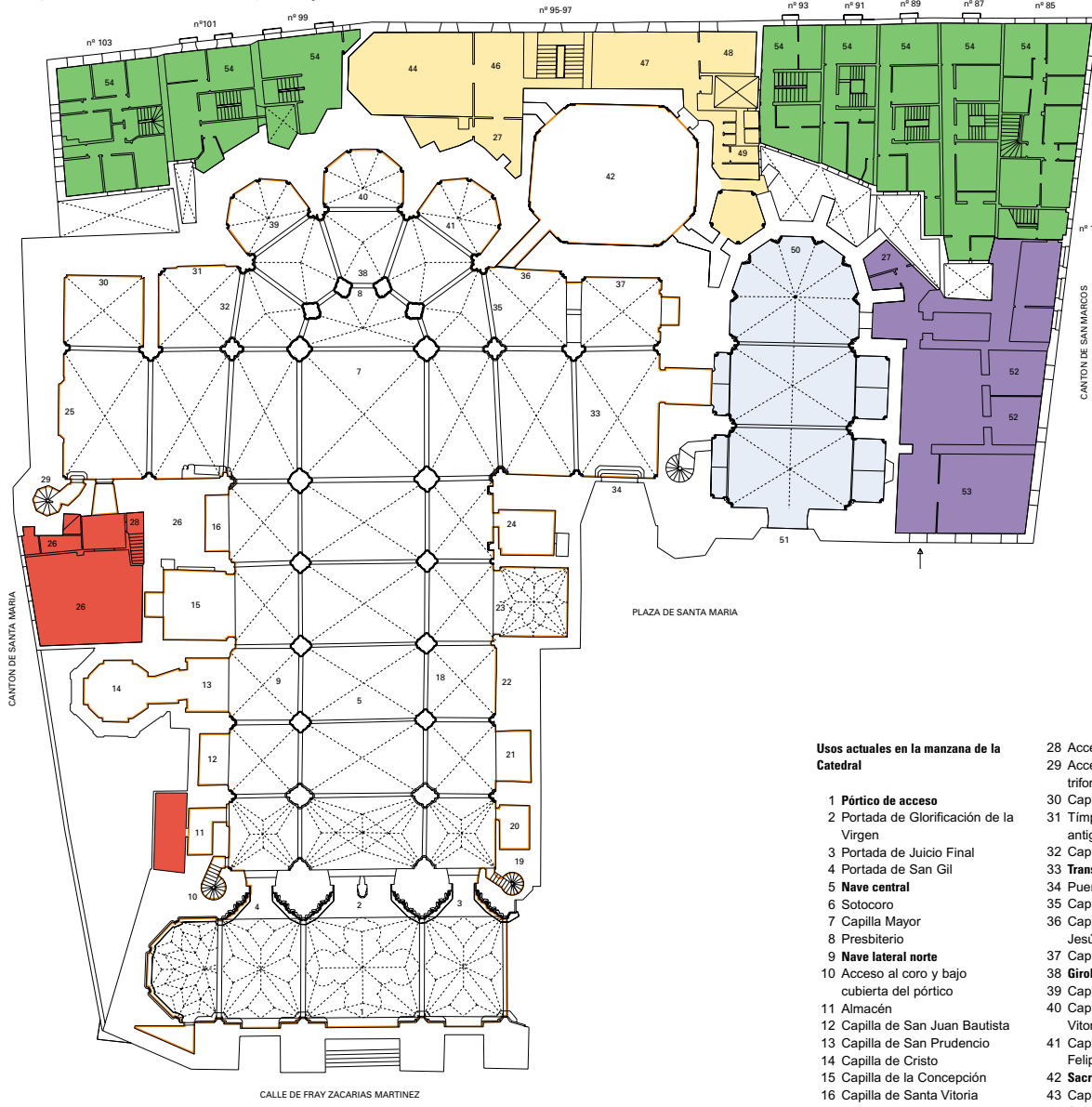
La sacristía se adosa en el lateral oriental del crucero sur y es una estructura neoclási-

ca que sirve como pieza de enlace entre el templo y los espacios de servicios y del Cabildo que se sitúan en las edificaciones de tipología residencial que se adosan a la estructura de la Catedral por el levante. Como espacios dependientes de la sacristía se encuentran el vestuario de canónigos, unos aseos y un almacén a los que se accede desde una de las cuatro puertas que la sacristía tiene en sus esquinas. Otra de estas puertas da a un pasillo que permite pasar al interior del templo, la tercera comunica con un vestíbulo desde el que se accede a las dependencias del Cabildo y a la sala capitular y desde la última puerta se accede a una antigua capilla que suponemos pudo haber funcionado como sacristía.

Las dependencias del Cabildo y los espacios anejos a la sacristía ocupan el centro de la edificación de la calle Cuchillería. Se accede a ellos por el portal nº 95-97 de esta calle en la que existe una escalera que comunica los tres niveles de la edificación. En el nivel de la calle de esta construcción, unida con el sótano de la sacristía, se sitúan la instalación de calefacción y las acometidas y contadores de la instalación de electricidad y de suministro de agua. En la primera planta, a la que se accede únicamente desde este núcleo de escalera, existe un almacén y un local que ocupa la asociación de la *Adoración Nocturna*. Desde el último descansillo de esta escalera se accede a un vestíbulo que comunica, como hemos dicho, con la sala capitular y con la sacristía. En este nivel, junto al vestuario de canónigos, existe un pequeño archivo y un despacho.

En la fachada norte, ocupando el espacio del crucero y apoyándose en los muros del edificio principal existe una pequeña edificación de mala factura a la que se accede desde el cantón de Santa María. La edificación tiene dos niveles; el inferior un almacén de trastos donde hay una antigua calefacción de carbón que estaba sin uso, en el

Imagen 570. Usos existentes. Planta baja. Nivel plaza de Santa María



Litúrgico		
Catedral	2.291,96	m ²
Capilla de Santiago	415.47	m ²
Cabildo	173.51	m ²
Parroquia	217.87	m ²
Residencial	585.01	m ²
Edificación actualmente desaparecida	97.9	m ²

- Litúrgico**
- Catedral
 - Capilla de Santiago
 - Cabildo
 - Parroquia
 - Residencial
 - Edificación actualmente desaparecida

- Usos actuales en la manzana de la Catedral**
- 1 Pórtico de acceso
 - 2 Portada de Glorificación de la Virgen
 - 3 Portada de Juicio Final
 - 4 Portada de San Gil
 - 5 Nave central
 - 6 Sotocoro
 - 7 Capilla Mayor
 - 8 Presbiterio
 - 9 Nave lateral norte
 - 10 Acceso al coro y bajo cubierta del pórtico
 - 11 Almacén
 - 12 Capilla de San Juan Bautista
 - 13 Capilla de San Prudencio
 - 14 Capilla de Cristo
 - 15 Capilla de la Concepción
 - 16 Capilla de Santa Vitoria
 - 17 Capilla de los Santos Inocentes
 - 18 Nave lateral sur, Epistola
 - 19 Acceso a la torre
 - 20 Almacén
 - 21 Capilla de San José
 - 22 Capilla de San Rafael (desaparecida)
 - 23 Capilla de San Bartolomé
 - 24 Sala de Infantes de Coro (antes Capilla de los Reyes)
 - 25 Transepto norte, Evangelio
 - 26 Sacristía beneficiarios
 - 27 Aseos
 - 28 Acceso al sótano
 - 29 Acceso al patio de ronda y triforio
 - 30 Capilla de san Roque
 - 31 Tímpano XXI, sepulcro antiguo
 - 32 Capilla de Todos Los Santos
 - 33 Transepto sur, Epistola
 - 34 Puerta de Santa Ana
 - 35 Capilla de Santísima Trinidad
 - 36 Capilla del dulce nombre de Jesús
 - 37 Capilla de Santa Ana
 - 38 Girola
 - 39 Capilla de San Marcos
 - 40 Capilla de Santa María de Vitoria
 - 41 Capilla del Pilar (antes Stos. Felipe y Santiago)
 - 42 Sacristía Mayor
 - 43 Capilla del Reconciliatorio
 - 44 Sala Capitular
 - 45 Almacén
 - 46 Vestíbulo
 - 47 Vestuario de canónigos
 - 48 Archivo
 - 49 Aseos
 - 50 Parroquia de Santa María (antes Capilla de Santiago)
 - 51 Portada de la Capilla de Santiago
 - 52 Despacho parroquial
 - 53 Salón parroquial
 - 54 Viviendas

superior existe una sala designada como sacristía de Beneficiarios y unos aseos que dan a un vestíbulo al que se accede por una puerta abierta en el crucero norte.

El espacio de la capilla de Santiago está formado por una sola nave sin pilares con grandes estribos laterales entre los cuales se sitúan las capillas laterales. A través de una de estas capillas situada en su lateral occidental existe una puerta que da acceso a un pasillo abovedado que comunica con el testero sur del transepto. Mediante este pequeño espacio se establece la comunicación entre los dos templos. La sacristía de esta capilla y los espacios del despacho parroquial se sitúan en un pequeño edificio de una sola planta que remata la esquina suroeste del conjunto. En este edificio, la sacristía funciona como un espacio central de distribución al que se abren directamente los dos despachos parroquiales y dos vestíbulos que comunican: el primero con la puerta de acceso al despacho parroquial desde la plaza de Santa María, y el segundo comunica con el interior de la capilla. Desde estos vestíbulos se accede también a los salones parroquiales y a unos aseos.

La configuración en *e/e* de la edificación permite que aparezca, ocupando una de las esquinas de la manzana urbana, una plaza (Santa María) delimitada por dos de las fachadas del monumento y por las de dos de las manzanas colindantes. A esta plaza, que ocupa el espacio donde en otros conjuntos catedralicios se sitúa el claustro, se abren todos los accesos públicos a la Catedral, a la capilla de Santiago y al despacho parroquial. De hecho, las fachadas más ricas y representativas de la Catedral y de la capilla son las que configuran esta plaza y donde se sitúan sus portadas decoradas. En realidad esta plaza funciona como espacio de antesala y vestíbulo de acceso al monumento permitiendo reuniones de personas antes y después de las celebraciones.

En el conjunto urbano que rodea la Catedral, la parroquia tiene cedido el uso del local de la planta baja del nº 91 de la calle Cuchillería a una asociación de jubilados de carácter benéfico y el Cabildo, local del nº 97, a una asociación gitana del casco histórico. La parroquia es propietaria también del edificio que conforma la esquina sureste de la manzana entre Cuchillería y el cantón de San Marcos. En este edificio de viviendas que se comunica a través del portal nº 1 del cantón de San Marcos con el despacho parroquial, la parroquia tiene un local cedido a un grupo scout y el otro arrendado a un taller de tapicería. Tiene también arrendadas las viviendas de los pisos superiores menos una conservada para uso propio.





Como hemos comentado de las 25 viviendas existentes en la manzana hay tres vacías, nueve ocupadas con alquileres de renta antigua y el resto ocupadas por sus propietarios. Los locales comerciales de la planta baja padecen problemas parecidos, bastantes se encuentran desocupados y vacíos o infrautilizados como trasteros. El resto de los locales son usados para actividades comerciales o artesanales de pequeña escala, como un bar o un taller de tapicería.

A diferencia de otros conjuntos catedralicios más importantes y ricos, en la Catedral no existía ningún uso de carácter socio-cultural organizado. No se había creado ningún museo de la Catedral, ni de sus tesoros, ni de su patrimonio mueble, ni del arte sacro contenido y las visitas al monumento no estaban ni organizadas ni regladas. Podía ser visitada como cualquier otro templo en momentos que por necesidades litúrgicas estuviese abierto al público. Recientemente se ha abierto en los sótanos de la Catedral nueva un pequeño museo de arte religioso con piezas procedentes de toda la Diócesis. Como excepción a la ausencia de actividades socio-culturales, se organizaba una vez al año un ciclo de música clásica.

Imagen 571. Usos existentes. Planta calle. Nivel calle de Cuchillería

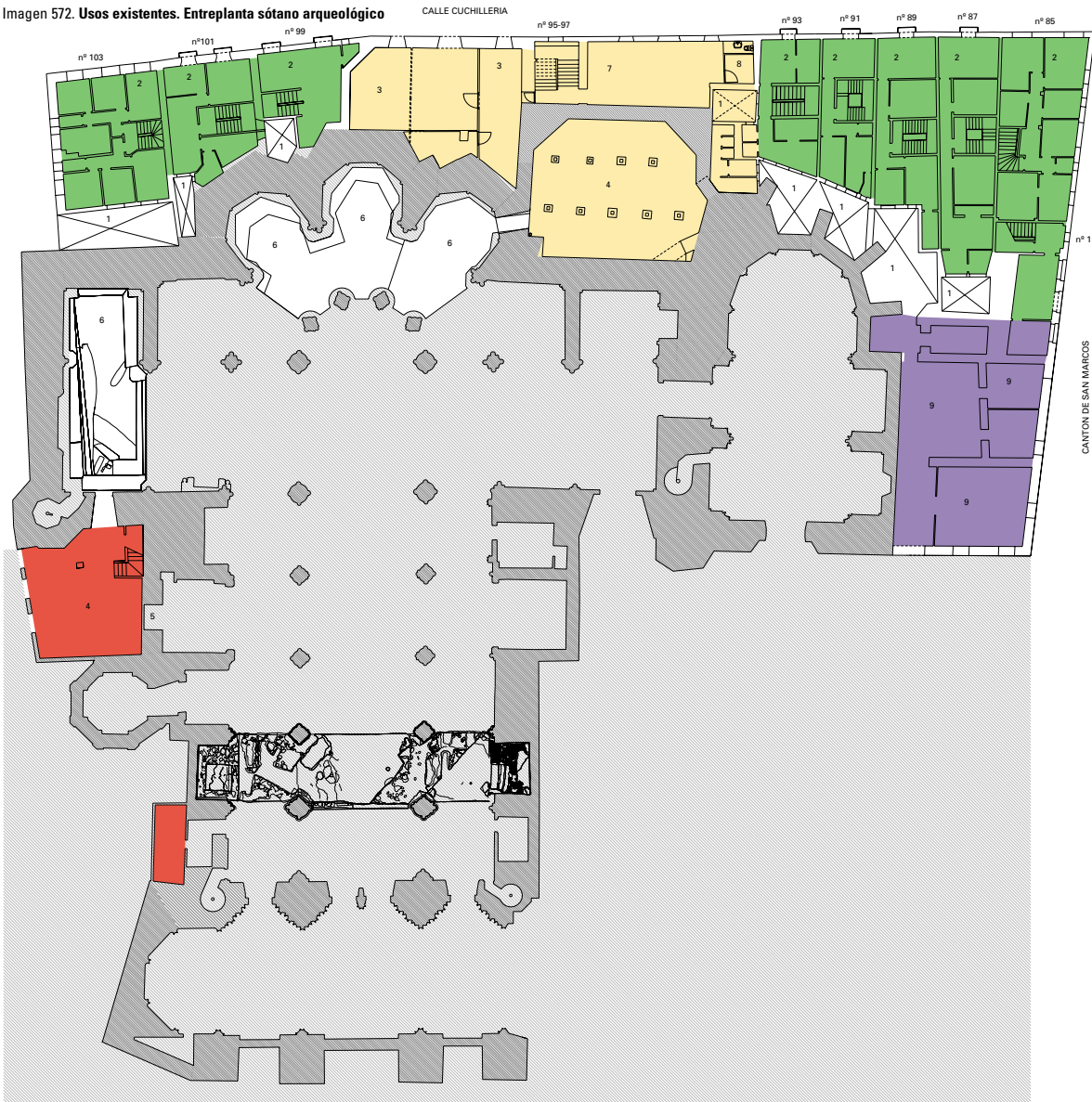


Litúrgico		
Catedral	0	m ²
Capilla de Santiago	0	m ²
Cabildo	253	m ²
Parroquia	120.71	m ²
Residencial	258.66	m²
Edificación actualmente desaparecida	329.35	m²






Litúrgico
Catedral
Capilla de Santiago
 Cabildo
 Parroquia
 Residencial
 Comercial

Usos actuales en la manzana de la Catedral
1 Almacén
2 Bar
3 Patio
4 Local comercial
5 Portal de vivienda
6 Local asociación
7 Aseos
8 Caldera calefacción Catedral
9 Depósito fuel-oil Catedral
10 Garaje

Imagen 572. Usos existentes. Entreplanta sótano arqueológico



Litúrgico		
Catedral	0	m ²
Capilla de Santiago	0	m ²
Cabildo	373.71	m ²
Parroquia	217.87	m ²
Residencial	588.01	m²
Edificación actualmente desaparecida	97.9	m²

Litúrgico
Catedral
 Capilla de Santiago
 Cabildo
 Parroquia
 Residencial
 Edificación actualmente desaparecida

Usos actuales en la manzana de la Catedral

- 1 Patio
- 2 Vivienda
- 3 Almacén de objetos litúrgicos
- 4 Local de la caldera de calefacción
- 5 Paso en muro de conducto de aire-calefacción a la Catedral
- 6 Excavaciones arqueológicas
- 7 Local de la Adoración Nocturna
- 8 Aseos
- 9 Sótano-almacén de la parroquia

4.3.3 INSTALACIONES TÉCNICAS

a. Introducción

El estudio del estado de las instalaciones técnicas se puede entender como de menor importancia en el caso de un edificio como la Catedral de Vitoria, aquejado de una serie de problemas constructivos, estructurales y funcionales muy graves, que ponen en riesgo incluso la propia posibilidad de uso del edificio.

Sin embargo, la carencia de unas instalaciones en orden es origen de degradaciones del edificio casi tanto como la propia configuración de las fábricas o de las estructuras de madera. En los capítulos anteriores se ha revisado el estado del sistema de evacuación de aguas pluviales, destacándose lo poco apropiado de su concepción –trazado, dimensionado–, de su ejecución –materiales empleados, juntas, medios de sujeción– y estado de conservación –atascos, roturas de la red–; acompaña a ese estudio una revisión de las zonas donde ese sistema ha provocado filtraciones de aguas, algunas muy importantes.

Esas instalaciones son parte muy esencial del edificio, y su funcionamiento incorrecto provoca graves daños al edificio en dos aspectos fundamentales: por un lado, ocasiona un deterioro de las fábricas que contribuye a la posible ruina; por otro, impide un uso cómodo del edificio. Por estos motivos se han apartado de este capítulo, donde nos centramos en estudiar aquellas instalaciones cuyo mal funcionamiento o inexistencia provocan una distorsión en el uso del edificio pero son indiferentes a la conservación de las fábricas.

De hecho, las instalaciones técnicas existentes en la Catedral son muy pocas, pobres y anticuadas, lo que denota no tanto errores de concepción –con independencia de que también los haya– como

fallos de conservación, que sí son graves por cuanto proceden de un desinterés por la utilidad de la Catedral que es origen de gran parte de sus problemas.

b. Iluminación y electricidad

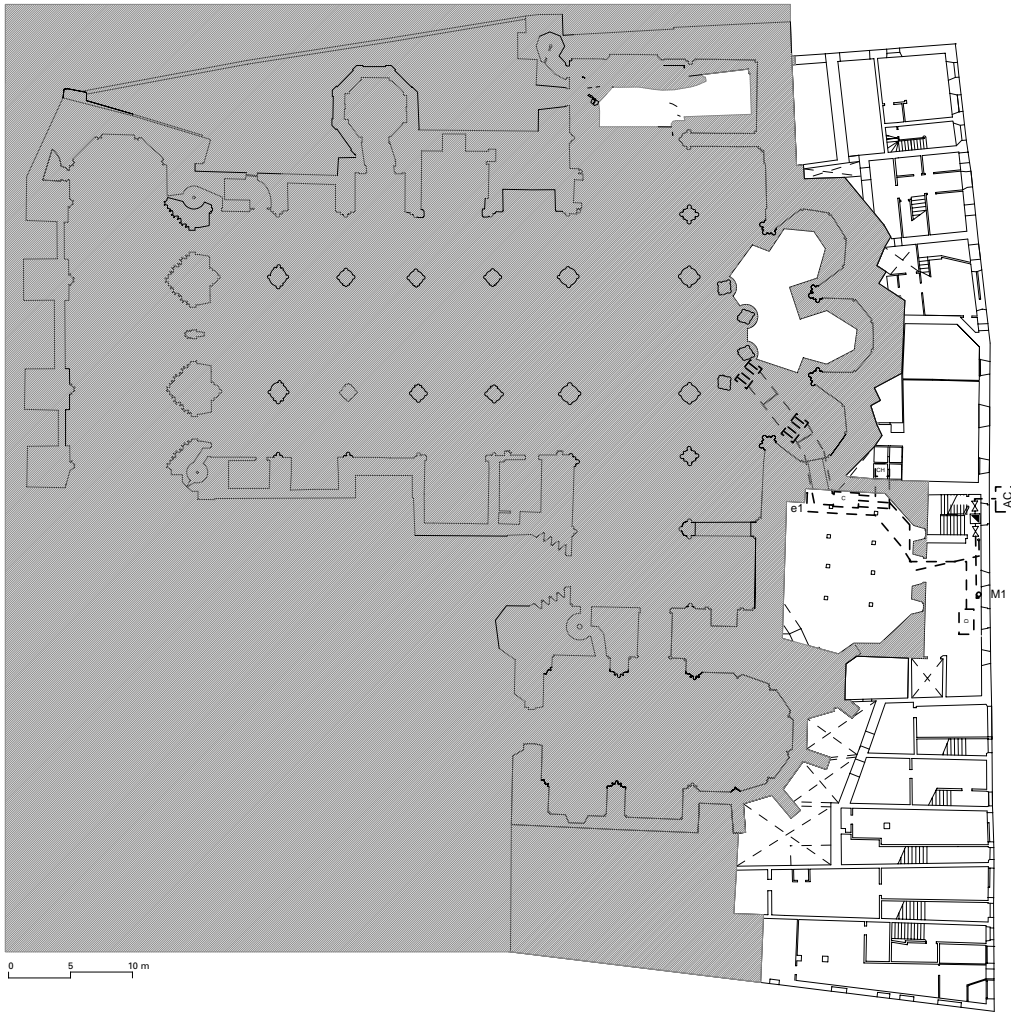
La instalación eléctrica del edificio comienza en la zona de la Sacristía, donde se encuentra el cuadro general de acometida, pobremente dimensionado, anticuado y sin las protecciones normalizadas. Situado además en un pasillo, en la entrada a la Sacristía desde la Catedral, carece incluso de la protección de un armario.

A partir de ese punto, las conducciones se producen por hilos de escaso dimensionado –salvo los de la última iluminación de las bóvedas que luego comentamos– y todos ellos sin tubo o canaleta de protección, fijados a la fábrica mediante grapas metálicas claveteadas. Algunos de ellos están empotrados en pequeñas rozas efectuadas en los muros y pilares, dañando la superficie de la sillería y, en muchos casos, las zonas decoradas de las mismas, como molduras de basas y capiteles de los pilares y las cornisas de los muros.

Por toda la Catedral se encuentra además multitud de otros cableados en desuso, resto de anteriores instalaciones que nadie se había molestado en retirar cuando dejaron de funcionar.

Toda esta instalación carece de tomas de tierra y medidas de protección frente a sobretensiones en la línea o a sobrecargas de la propia instalación, de modo que constituye una fuente potencial de riesgo de incendio en las zonas –como la propia Sacristía– donde la estructura y buena parte de los acabados son de madera.

Por otro lado, la instalación no se extiende, ni con mucho, a todo el edificio, quedando grandes zonas del mismo carentes de iluminación y de posibilidad de utilizar equipos eléctricos de cualquier tipo.



Instalaciones

Distribución de agua

- AC Arqueta acometida
- Contador
- Canalización de agua fría
- Canalización de agua caliente
- Llave de paso
- Grifo de agua fría
- Grifo de agua caliente
- Calentador individual
- Columna de agua fría
- Columna de agua caliente

Red eléctrica

- Caja general de protección
- Línea repartidora bajo tubo
- Centralización de contadores
- Cuadro de campanas
- Cuadro general de distribución
- Conductor eléctrico vertical
- Interruptor unipolar
- Interruptor bipolar
- Conmutador
- Base de enchufe 10/16 A

Iluminación

- Punto de luz en techo
- Punto de luz en pared

Calefacción

- Caldera
- Depósito
- Rejilla
- Radiador
- Chimenea

Imagen 573. Planta de acceso (calle Cuchillería)

Las zonas con una instalación todavía utilizable son, por un lado, la Sacristía y todas las dependencias del cabildo –sala capitular, vestuario, despacho, almacenes–; y por otro lado la propia Catedral y la capilla de Santiago, ambas con la mínima instalación para permitir una iluminación de bajo nivel lumínico y mala distribución.

La iluminación servida por esa instalación consiste básicamente en:

- Luminarias en la Catedral: un sistema de iluminación formado por luminarias de chapa metálica y vidrio opal –diseñadas por el arquitecto J.M. Lorente–, adosadas a los pilares de la nave central y dotadas con dos lámparas fluorescentes, y otro sistema, de mayor potencia lumínica pero de igualmente mal rendimiento de color formado por una serie de luminarias de chapa metálica colgando de las bóvedas de la nave central y del transepto y dotadas de lámparas de vapor de mercurio de bajo consumo.

- Luminarias en Sacristía y anejos: en cada habitación se encuentra una luminaria de techo, casi todas del tipo de “araña” colgante, con lámparas incandescentes de poca potencia. El rendimiento lumínico de estas luminarias es muy bajo, pues se produce casi todo él como luz reflejada en el techo, con las pérdidas que esto supone, máxime cuando este techo no siempre es blanco –en la Sacristía es azul, por ejemplo– ni está limpio –en la Sala Capitular o en los vestuarios–. En las zonas de almacén, no hay siquiera luminarias, contando sólo con lámparas en casquillos colgando del techo.

- Alumbrado monumental: en el paso de ronda este y sobre la cubierta de la nave principal se halla una serie de luminarias de exterior, de gran potencia, en carcavas de aluminio protegidas con vidrio, albergando lámparas de halogenuros. Deberían iluminar la zona del exterior de la girola,

por un lado, y la torre, por otro, pero no están en buen uso por falta de limpieza y mantenimiento.

El resto de espacios de la Catedral carecen absolutamente de iluminación artificial, por lo que son intransitables desde la puesta del Sol: pasos de ronda exteriores –norte y este– e interiores –noroeste y sureste–; bajo cubiertas de naves laterales y girola, Sacristía, capillas, pórtico, naves superiores; la torre en toda su altura; el pórtico; los cuartos de calderas bajo la Sacristía Mayor y bajo la sacristía de Beneficiados; todas las escaleras de caracol –hasta cinco– y espacios menores –capillas cerradas–.

c. Fontanería y saneamiento

El sistema de distribución de agua en la Catedral es casi tan precario como el eléctrico, aunque menos necesario para un uso normal del edificio.

Básicamente se encuentran tres núcleos de instalaciones sanitarias: el primero se localiza junto a la Sacristía Mayor y está dotado de cuatro cabinas de servicio y lavabos; el segundo, en el vestíbulo de entrada a la sacristía de Beneficiados, dotado con dos cabinas y lavabos; y el tercero, en la planta intermedia del edificio del Cabildo, en los locales cedidos a la Asociación de Adoración Nocturna, es un aseo convencional.

En todos ellos sólo se dispone de agua fría, pues no hay en la Catedral ninguna caldera de agua caliente sanitaria. La evacuación de aguas residuales es también muy precaria, pues no se encuentran arquetas suficientemente grandes en la base de las bajantes. De hecho, en los aseos de la sacristía de Beneficiados ni siquiera hay tal arqueta, vertiéndose las aguas a una atarjea de fábrica que las conduce a otra similar en el exterior, en el cantón de Santa María, al norte de la Catedral.



Instalaciones

Distribución de agua

- Arqueta acometida
- Contador
- Canalización de agua fría
- Canalización de agua caliente
- Llave de paso
- Grifo de agua fría
- Grifo de agua caliente
- Calentador individual
- Columna de agua fría
- Columna de agua caliente

Red eléctrica

- Caja general de protección
- Línea repartidora bajo tubo
- Centralización de contadores
- Cuadro de campanas
- Cuadro general de distribución
- Conductor eléctrico vertical
- Interruptor unipolar
- Interruptor bipolar
- Conmutador
- Base de enchufe 10/16 A

Iluminación

- Punto de luz en techo
- Punto de luz en pared

Calefacción

- Caldera
- Depósito
- Rejilla
- Radiador
- Chimenea
- Caldera en desuso

Zonas húmedas Z1

- Nº aparatos
- | | |
|----------|---|
| Lavabos | 1 |
| Inodoros | 1 |

Imagen 574. Planta sótano (excavaciones arqueológicas)

La arqueta de pie de los otros dos aseos –Sacristía y locales de Adoración– se confunde con la de aguas pluviales de toda la girola, que está infradimensionada y rebosa inundando el suelo del patio de luces por donde baja. Se puede ver en el capítulo de evacuación de aguas pluviales que esta bajante es precisamente la que alivia una mayor superficie de cubierta.

La distribución del agua fría se hace a partir de una acometida desde la calle de la Cuchillería, en el portal del edificio capitular. Un montante en la escalera del mismo la lleva hasta el nivel de la Catedral, donde sirve a los aseos de la Sacristía Mayor por una conducción horizontal en su forjado. Pero a partir de ese nivel sube atravesando la cubierta para llegar al paso de ronda oriental, recorre este por una conducción horizontal grapada a la fábrica y protegida de las heladas por una coquilla de espuma de poliuretano para llegar hasta la vertical de los aseos de la sacristía de Beneficiados y descender para abastecerles; todo un recorrido complicadísimo para algo que se podría solucionar al nivel de la calle.

d. Acondicionamiento ambiental.

Calefacción

La instalación de acondicionamiento ambiental es una muy precaria calefacción por aire caliente impulsado desde dos calderas con sus correspondientes ventiladores.

Bajo la Sacristía mayor, en un local accesible desde la calle Cuchillería, se encuentra una caldera de combustible gasóleo, en un espacio de estructura de madera, tanto en los soportes como en el forjado que lo cubre –y que es el piso de la Sacristía–, y sin ningún sistema de detección o extinción de incendios. En el vestíbulo anterior a este local, junto a la calle, se encuentra el depósito aéreo del gasóleo.

Desde esta sala de calderas se impulsa aire caliente mediante un conducto de fábrica

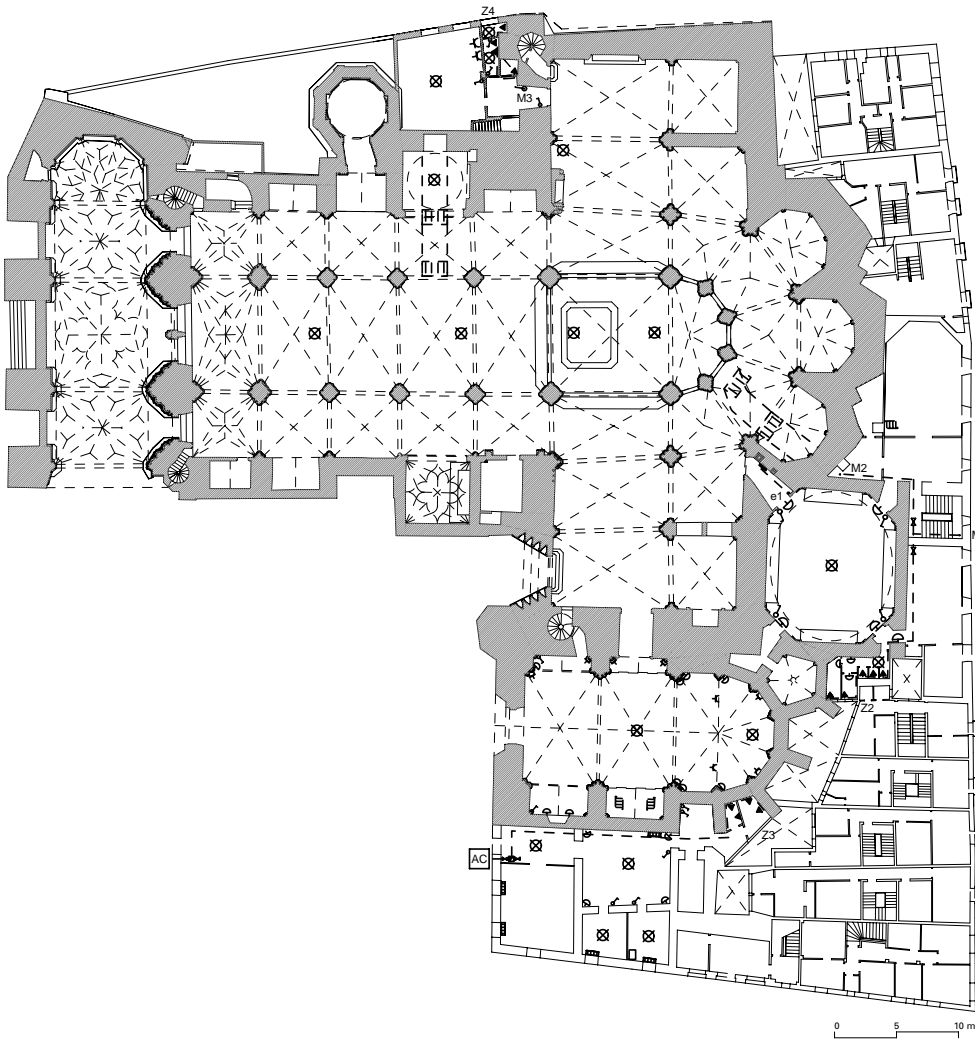
ca y atravesando el muro oriental de la girola, correspondiente a la antigua muralla de la iglesia de Alfonso VIII. El aire entra a través de dos grandes rejillas de fundición de hierro, situadas en el suelo del deambulatorio, frente a la capilla sur de la girola.

Un sistema similar se encuentra bajo la sacristía de Beneficiados, con una caldera de carbón, construida en fábrica de ladrillo junto al muro norte de la capilla de la Concepción. Atravesando y destruyendo la antigua cripta mortuoria bajo esta capilla, se construyeron dos conductos de fábrica de ladrillo por los que se impulsa el aire caliente a la Catedral por otras dos rejillas, una situada frente a la entrada a la capilla y la otra entre los pilares de separación de las naves central y norte.

Todo este sistema de calefacción tiene serios problemas de funcionamiento. El primero de ellos es la imposibilidad de distribuir correctamente el calor desde dos puntos tan distantes entre sí y, sobre todo, tan alejados de muchas partes de la Catedral. El segundo es su insalubridad, pues la impulsión de aire desde el suelo remueve el polvo y obliga a respirarlo a los usuarios, además de levantarlo hacia las partes altas de la Catedral, donde se deposita en espesas capas sobre las cornisas y otros elementos horizontales –alféizar de ventanas, balaustradas, etc–.

Pero el más importante compete a la propia configuración espacial de la Catedral, de grandísimas dimensiones y muy difícil de calefactar con cualquier sistema.

Para ejecutar el estudio termográfico se intentó caldear el aire interior empleando potentes radiadores eléctricos y se pudo comprobar que bóvedas altas y triforio son dos áreas de gran fuga de calor, pues se trata de construcciones de una hoja delgada de piedra maciza, ambas separando la Catedral de dos espacios bajo cubiertas –de las naves altas y de las inferiores y cabecera–.



Instalaciones

Distribución de agua

- Arqueta acometida
- Contador
- Canalización de agua fría
- Canalización de agua caliente
- Llave de paso
- Grifo de agua fría
- Grifo de agua caliente
- Calentador individual
- Columna de agua fría
- Columna de agua caliente

Red eléctrica

- Caja general de protección
- Línea repartidora bajo tubo
- Centralización de contadores
- Cuadro de campanas
- Cuadro general de distribución
- Conductor eléctrico vertical
- Interruptor unipolar
- Interruptor bipolar
- Conmutador
- Base de enchufe 10/16 A

Iluminación

- Punto de luz en techo
- Punto de luz en pared

Calefacción

- Caldera
- Depósito
- Rejilla
- Radiador
- Chimenea

□ Zonas húmedas Z2 Z3 Z4

Nº aparatos	Z2	Z3	Z4
Lavabos	1	2	1
Inodoros	2	2	2
Placa turca	2	0	1

La posibilidad de aislar estos dos espacios mediante la protección térmica de las cubiertas será el único modo de limitar esas pérdidas y la formación de “puentes térmicos” en esos paramentos de piedra para intentar algún sistema de calefacción más eficiente. Parece necesario que ese sistema de calefacción se concentre en mejorar las condiciones de la zona “habitabile”, es decir, dos metros por encima del nivel del piso de las naves; todo intento de calefactar el espacio completo chocará con la realidad de dos fenómenos: la ascensión del aire caliente y la imposibilidad de mantenerlo caliente con las fuertes pérdidas de esos muros delgados. Deberá centrarse en horarios de uso real de la iglesia, pues es casi inmediata la pérdida del calor aportado.

e. Otras instalaciones

- Protección frente a rayos. Se encuentran dos pararrayos, uno sobre el chapitel de la torre y otro en la cubierta de la nave central, en su cruce con la de la nave del transepto.

Los pararrayos son del tipo de puntas, poco eficientes para la gran superficie a proteger. Es peor la carencia de una toma de tierra adecuada pues nos encontramos enseguida con el lecho rocoso, mal conductor y mal receptor de descargas eléctricas. Y aún peor, el trazado de los cables que bajan desde la cubierta y la torre, el primero por el rincón entre el muro norte de la nave central y el oeste del transepto, hasta el bajo cubierta de la nave norte, donde gira y, en horizontal, colgado de la estructura de madera, llega hasta el extremo norte del pórtico, donde desciende hasta la arqueta situada en el patio norte de la Catedral; el segundo desciende por el exterior del chapitel hasta la terraza del campanario, baja por el lado norte de la torre y entra en el bajo cubierta del pórtico, donde también dobla para recorrerlo en horizontal hasta su extremo norte, salir al exterior y descender a la misma arqueta.

Ambos recorridos son demasiado tortuosos para ser eficaces, además de recorrer espacios con estructuras de madera inflamables sin ninguna protección frente a incendios.

- Protección de incendios. Carece completamente de sistema alguno de detección o extinción de incendios, a pesar de tener una estructura de madera en todas sus cubiertas, en el interior de la torre y, sobre todo, en los espacios más habitables del edificio capitular. Cualquier foco de fuego podría provocar un grave incendio, pues la madera está en general muy seca, no le faltaría aporte de oxígeno a la combustión y no existen prácticamente muros u otros elementos que puedan actuar como cortafuegos.
- Seguridad frente a robos. También carece de sistema de alarma de intrusión o filmación de seguridad, por lo que los bienes muebles se encuentran seriamente desprotegidos.
- Telefonía. Hay una línea, con acceso desde el despacho junto a la Sacristía mayor.

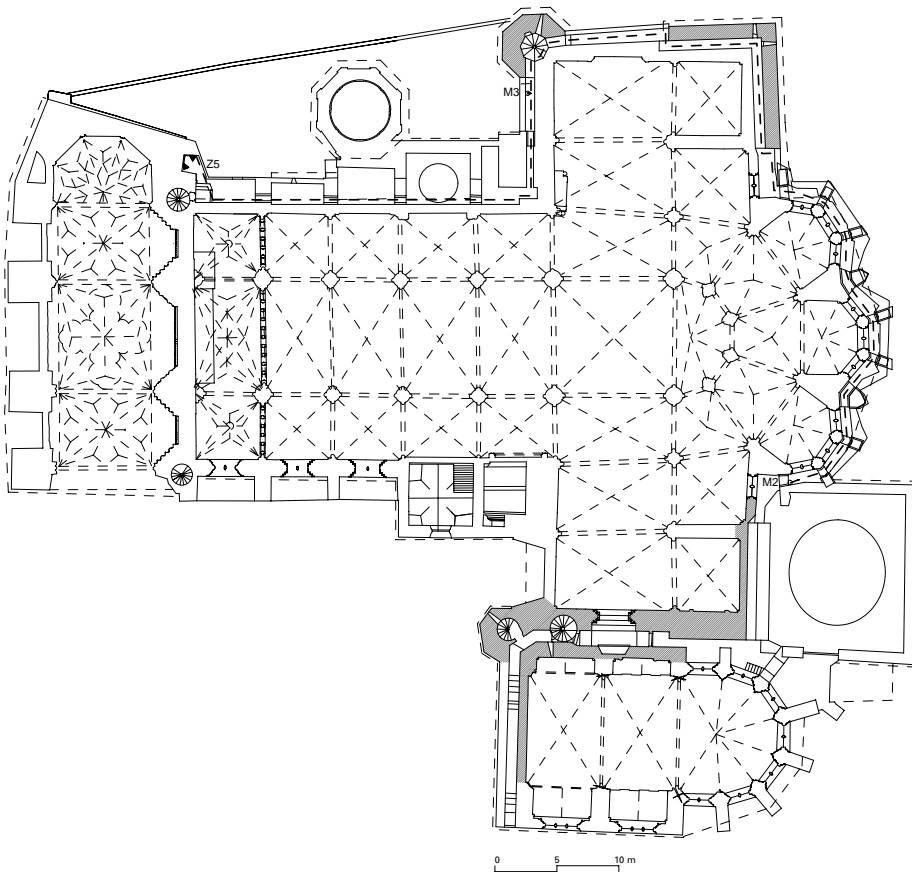
f. Conclusiones

En definitiva, las instalaciones son muy deficientes, no se aprovechan para la funcionalidad del edificio, ni en su estado actual ni en su posible uso futuro de espacio visitable. Deberán ser todas eliminadas y sustituidas por otras de mejor calidad y eficacia.

Especialmente precarias son las instalaciones de protección, muy importantes en edificios patrimoniales de cara a la preservación de su integridad, tanto la del edificio como la del patrimonio mueble contenido.

Especialmente difíciles de concebir son las de calefacción, por las dificultades que el edificio plantea, contando con que el sistema tenga un coste de mantenimiento razonable.

Todo ello es lo habitual en edificios de este tipo, pues las inversiones en mantenimiento son siempre escasas, o inexistentes. Y porque su gran tamaño complica y encarece la preparación de buenos sistemas, eficientes y fáciles de mantener en servicio.



Instalaciones

Distribución de agua

- AC Arqueta acometida
- Contador
- Canalización de agua fría
- Canalización de agua caliente
- Llave de paso
- Grifo de agua fría
- Grifo de agua caliente
- Calentador individual
- Columna de agua fría
- Columna de agua caliente

Red eléctrica

- Caja general de protección
- Línea repartidora bajo tubo
- Centralización de contadores
- Cuadro de campanas
- Cuadro general de distribución
- Conductor eléctrico vertical
- Interruptor unipolar
- Interruptor bipolar
- Conmutador
- Base de enchufe 10/16 A

Iluminación

- Punto de luz en techo
- Punto de luz en pared

Calefacción

- Caldera
- Depósito
- Rejilla
- Radiador
- Chimenea

Zonas húmedas Z2 Z3 Z4

Nº aparatos	
Lavabos	1
Inodoros	1

Imagen 576. Planta pasillo de ronda

5 BASE DE DATOS Y SISTEMA DE INFORMACIÓN MONUMENTAL

Durante la redacción de un Plan Director se acopia gran cantidad de información procedente de distintas investigaciones: el análisis arqueológico y los estudios históricos y documentales de toda índole hasta los resultados numéricos de cualquier clase de análisis estructural; desde las composiciones y comportamientos de los morteros y cerámicas hasta los análisis mineralógicos de piedras; y tantos otros. Toda esa información tiende a crecer exponencialmente, convirtiéndose muchas veces en un paquete de documentos difícil de consultar, relacionar y sintetizar. Ello exige el uso de algún método de sistematización que facilite su gestión integral y la puesta en relación de los datos de distintas procedencias.

De otro lado, la información sobre un edificio tiene siempre, por fuerza, extensión física. No basta con caracterizar los tipos líticos de un edificio si no precisamos su situación a lo largo y ancho de las fábricas. Necesitamos saber, con la mayor exactitud posible, cuántos sillares de cada tipo de piedra tenemos y dónde se encuentran para poder prescribir sus tratamientos de restauración en caso necesario.

En cuanto a la herramienta gráfica necesaria, el modelo 3D desarrollado es un magnífico soporte; permite el reflejo de todos los datos en los miembros constructivos en que se producen, y sobre la extensión física que abarcan. La relación entre el modelo 3D y la información de los estudios previos es una cuestión de gran importancia para conseguir un sistema de acopio, consulta y manipulación de la información de uso general e integrado entre las distintas disciplinas. El modelo debe estar preparado para que sobre él se aplique la discriminación de todos los fenómenos, con sus extensiones y características concretas.

Los S.I.M. se empiezan a desarrollar ahora basándose en la potencia relacional de los modernos sistemas de gestión de bases de datos y en la apertura de los sistemas de CAD al enlace con esas bases de datos. La integración de aplicaciones informáticas permite la obtención de unos instrumentos de gestión integral de informaciones de distintos alcances. El sistema que estamos desarrollando en la Catedral de Vitoria une el modelo 3D con un conjunto de bases de datos, separadas por temas de investigación y unidas por elementos comunes que permiten el establecimiento de relaciones entre ellas.

Cada entidad del modelo gráfico estará relacionada con todas las bases de datos del sistema, estableciéndose las relaciones durante la investigación, al acudir al principio de *extensión física* de los fenómenos que se observen en el edificio (Ver imagen 577).

Un sillar de la Catedral simultáneamente será de un tipo lítico bien caracterizado, tendrá una datación arqueológicamente bien establecida, padecerá una serie de daños y estará sometida a unos esfuerzos tectónicos cuantificables con algún método. Cada una de estas variables se almacenará en una base de datos distinta dentro de un conjunto interrelacionado. La relación se establecerá bien directamente, por ejemplo si sabemos que una cantera concreta de un tipo lítico determinado sólo se explotó en cierto momento histórico, bien indirectamente, mediante la ejecución de consultas estructuradas. Llegaremos de esta manera a conclusiones interconectadas entre las distintas disciplinas.

Todo este sistema de gestión de la información permite en definitiva la generación de modelos temáticos, para configurar un

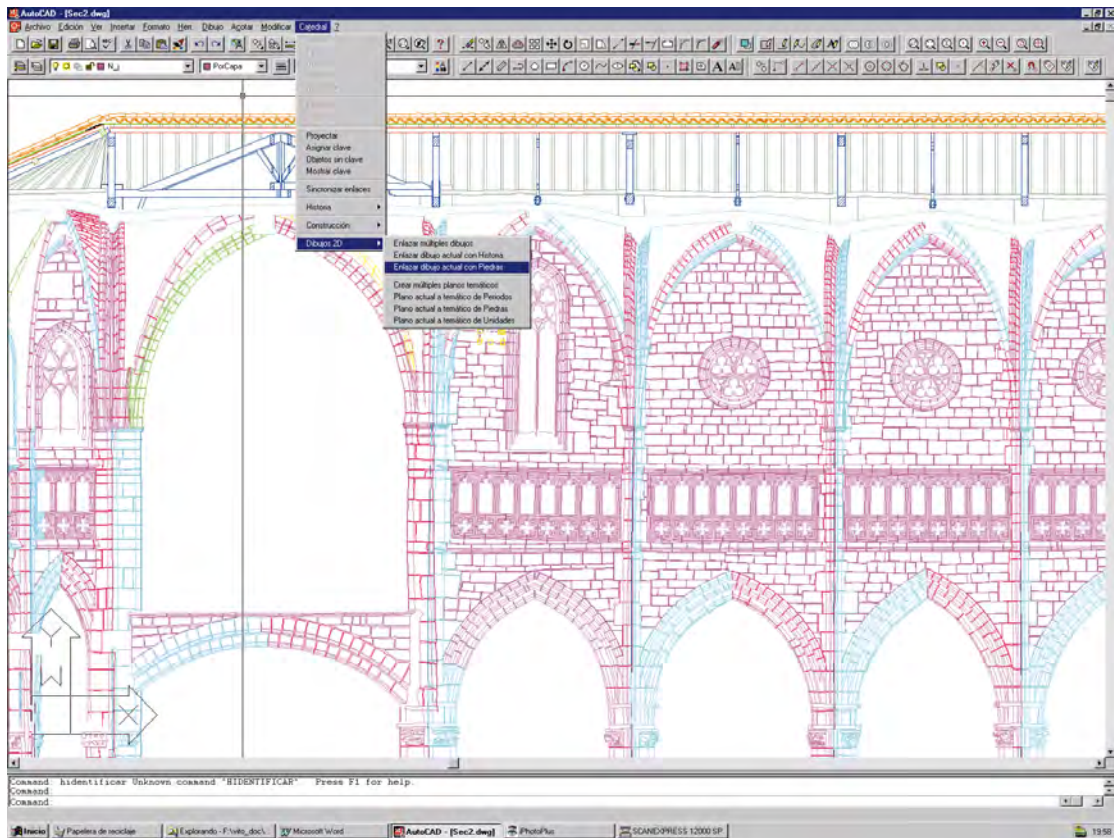


Imagen 577

atlas del edificio, en el que una serie de planos con distintos contenidos nos dan una visión compleja, no unidireccional, de la realidad del monumento. La superposición de tramas de visión mediante filtros de la información, permite la puesta en relación de los distintos problemas con su extensión física. El uso de consultas al sistema de información nos irá dando pautas para interpretar el modo en que se comporta, global y sintéticamente, la Catedral.

La posibilidad de actualización de esta información es el último punto importante a reseñar. Tendemos a considerar que nuestras intervenciones sobre los edificios

históricos son las que los dejarán *restaurados*, y en esto erramos de dos maneras: porque la historia no se detiene en nosotros y lo que hoy nos parece útil y bello no lo será para nuestros descendientes; y porque ni siquiera estamos completamente seguros de la eficacia de lo que hacemos para los fines que nos proponemos. Hemos de asumir que en buen número de ocasiones nos equivocamos en las soluciones que planteamos, y debemos permitir que otros puedan corregir el resultado. El registro de todo aquello en que nos apoyamos para nuestras decisiones de proyecto, así como de los tratamientos que

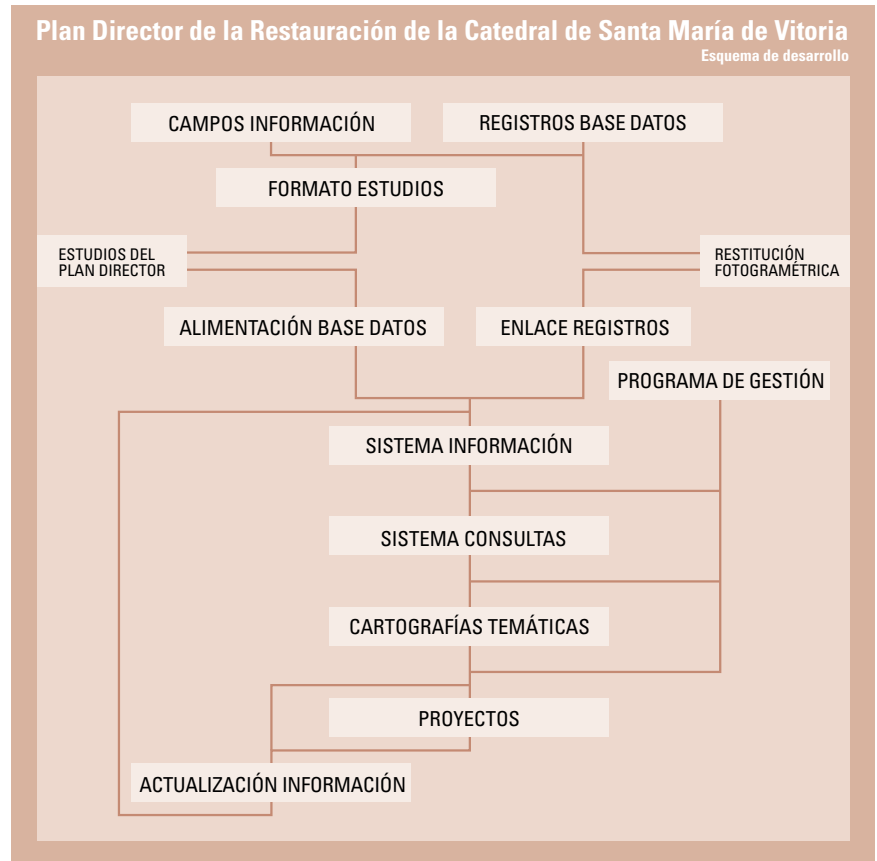


Imagen 578

prescribimos en éste, forma la base de la gestión a través del S.I.M. Éste debe quedar abierto para registrar el resultado, a corto, medio y largo plazo, de nuestras intervenciones, almacenando en un *historial* la evolución de los daños, los tratamientos y las mejorías o empeoramientos padecidos por la Catedral, para que podamos cambiar nuestras ideas y técnicas de intervención corrigiendo sus efectos cuando sean perniciosos. Si no mantenemos ese historial, muy difícilmente podremos después evaluar la eficacia de nuestras soluciones.

Por último, en otro orden de importancia, la generalización de los sistemas de gestión y control de las intervenciones, sea mediante estos sistemas informatizados o con otros más convencionales, es fundamental para la elaboración de un *corpus* de las técnicas y los criterios de restauración, que haya de servir de ayuda en el futuro para mejorarlas contrastando los resultados obtenidos de cada vez. Al final se podrá obtener una gran base de datos de experiencias en restauración que nos ayudará en la mejor conservación y utilización de nuestro Patrimonio.

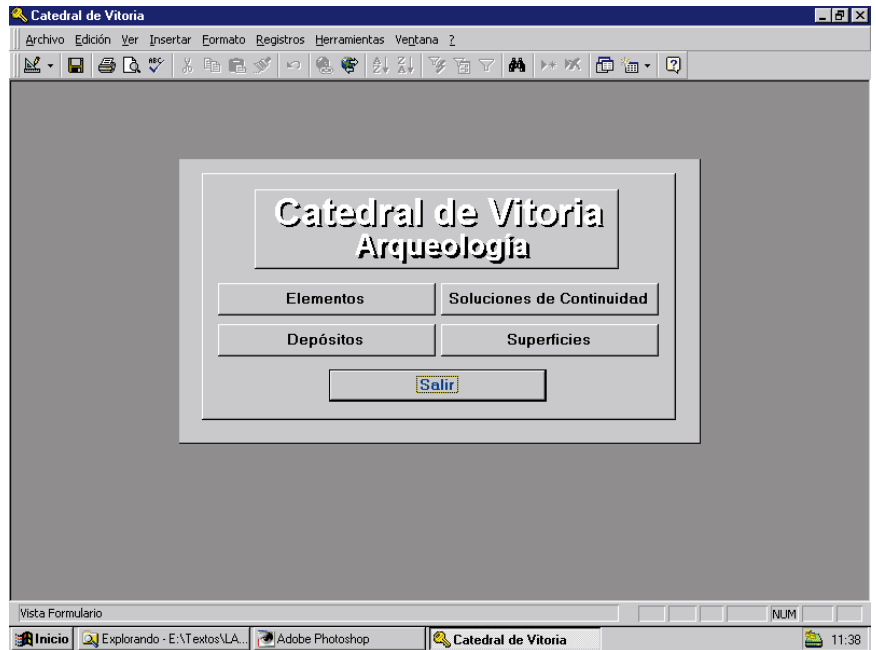


Imagen 579

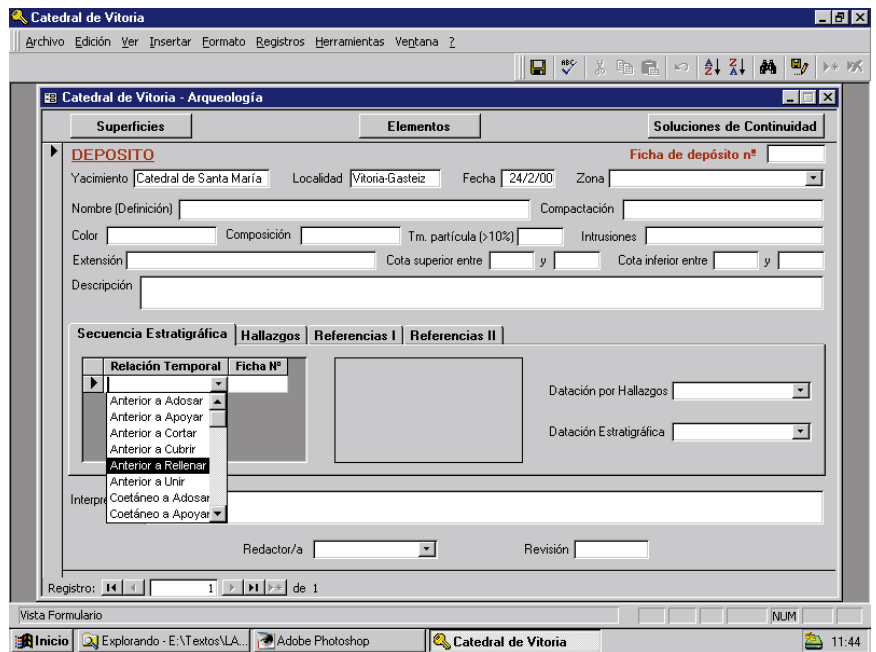


Imagen 580

6 OBRAS Y ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS AL DESARROLLO DEL PLAN DIRECTOR

6.1 INTRODUCCIÓN

Durante la redacción del documento de Evaluación Preliminar del Plan Director, se pudo detectar una serie de deficiencias graves sobre las que había que actuar urgentemente mediante la ejecución de una serie de obras de reparación o apeo provisional. Como ya hemos comentado, el equipo del profesor Croci ya había propuesto una serie de obras provisionales de acodalamiento y atirantamiento de las bóvedas principales de la nave y el cruce-ro. Pero, además del problema general del equilibrio de la estructura de la Catedral –consecuencia de su geometría heterodoxa– existían una serie de problemas de carácter constructivo que aumentaban la magnitud y la gravedad de este problema. En primer lugar, el lamentable estado de la cubierta y del sistema de canalones y bajantes –que se encontraba roto y atascado en numerosos puntos– provocaba innumerables goteras sobre las bóvedas y en las cabezas de los muros. Las goteras eran tan importantes que, en muchos casos, cuando la lluvia era intensa, el agua chorreaba por los muros y los pilares hasta formar charcos en el interior de la Catedral. Lógicamente, este movimiento del agua provocaba humedades muy importantes, tanto en las bóvedas como en los muros, lo que afectaba a la resistencia de los materiales y a la cohesión de las fábricas que, de este modo, veían mermada su capacidad para resistir los empujes de las bóvedas.

Este problema, estaba relacionado con la falta de mantenimiento y conservación que había sufrido el edificio durante los últimos años; lo que había provocado, la rotura de cristales y carpinterías, la invasión de la bajocubierta del edificio por cientos de

palomas y otras aves y la suciedad generalizada de todos los espacios secundarios. Como sabemos, la presencia de aves y su anidamiento en las cubiertas de los edificios provoca el movimiento de las tejas, la rotura y la obstrucción de canalones y bajantes y, en definitiva, la aparición de goteras y humedades. Además, sus excrementos son especialmente nocivos para la piedra al disolverse con el agua. Por otro lado, algunas cerchas de la estructura de madera apoyaban directamente sobre los plementos de las bóvedas o tenían graves deficiencias en los nudos o en su apoyo sobre los muros laterales que provocaban empujes laterales sobre los muros.

Por último, toda esta serie acumulada de problemas constructivos y estructurales había provocado la degradación y descomposición de algunas fábricas y en una serie de puntos concretos del edificio se había producido el desprendimiento y caída de lascas de piedra o de trozos de mortero. Lógicamente, este hecho aumentaba considerablemente la alarma sobre el estado de las bóvedas fisuradas del cruce-ro, desde donde se habían desprendido varios fragmentos. También se habían producido desprendimientos de material degradado desde el campanario de la torre, lo que había puesto en peligro a las personas que habitualmente recorren estas calles.

En definitiva, la situación de colapso “teórico” de la estructura de la Catedral, la situación de abandono y suciedad a la que durante años se había condenado a sus espacios secundarios y el deterioro de la cubierta exigían una intervención urgente e inaplazable. Sin embargo, no queríamos acelerar la ejecución de los estudios que se estaban realizando, ni acortar los tiempos “necesarios” para la redacción y gestión de

los proyectos de obra correspondientes. Queríamos que el Plan Director y su desarrollo posterior tuviesen los plazos lógicos para realizar correctamente este tipo de trabajos; de tal modo, que las soluciones que se adoptasen en la restauración definitiva no estuviesen condicionadas por la precipitación y resolviesen, de un modo global, la totalidad de problemas existentes en el edificio.

Sin embargo, dada la gravedad de los problemas que padecía la Catedral no era posible posponer su solución para incorporarla a los proyectos de restauración definitivos. Si hubiésemos obrado de este modo, nos habríamos visto obligados a acelerar la redacción del proyecto de restauración correspondiente, con el menoscabo que esta decisión hubiese supuesto para la calidad de la solución proyectada y el agravante añadido que supondría la irreversibilidad de la obra ejecutada en el contexto de un proyecto global de intervención en el edificio. Sabemos, que un proyecto que está obligado a dar una respuesta inmediata a una patología grave acaba centrándose en este problema y olvidándose de plantear y de resolver globalmente la totalidad de los problemas que realmente se presentan. Además, suele suceder que únicamente los problemas de carácter constructivo y estructural provocan alguna alarma social y, muchas veces, estos no son más que la consecuencia de otros problemas de carácter funcional o formal que suelen quedar sin una respuesta definida, y que normalmente no tienen una solución específicamente constructiva. En definitiva, estamos acostumbrados a observar como los problemas graves de conservación de la estructura física de un monumento son, muchas veces, el único Plan Director que existe y que es capaz de movilizar recursos y despertar el interés de las instituciones y la sociedad.

En nuestra situación, no teníamos más remedio que abordar una obra que resolviese, aunque fuese de un modo temporal, los problemas más graves e inaplazables que habíamos detectado en el edificio. La ejecución de estas obras de "emergencia" se justificaba –desde un punto de vista metodológico– como la única vía para garantizar la seguridad y la conservación del edificio durante el desarrollo "normal" del Plan Director y de las obras de restauración. Su coste, se traducía fundamentalmente en tiempo. Tiempo para estudiar y ensayar, tiempo para conocer el edificio, tiempo para la reflexión sobre la totalidad de sus problemas y patologías, tiempo para buscar las soluciones más apropiadas y demostrar su bondad y tiempo para abordar las obras de restauración con tranquilidad y seguridad. Sin embargo, para evitar que estas obras condicionasen en el futuro las soluciones que se adoptaran en la restauración definitiva del monumento, era necesario garantizar su economía, provisionalidad y reversibilidad. Para reducir sus costes y garantizar su provisionalidad, las obras debían realizarse con materiales baratos y resistentes (acero), olvidándose de integrar los visual o estéticamente con el edificio. Para garantizar su reversibilidad debían poder desmontarse, una vez ejecutadas las obras definitivas, sin afectar gravemente a la estructura y la materia del edificio preexistente.

Como complemento de este objetivo, las obras se plantearon también, como apoyo a los estudios y a las investigaciones proyectadas en el documento de Evaluación Preliminar. Sabíamos, que de nada servía la contratación de algunos estudios, se ponían a disposición de los diferentes equipos de trabajo una serie de medios auxiliares de grandes dimensiones como grúas o andamios que, por sus características, era imposible que fuesen gestionados por los propios

equipos de investigación. Además, durante el desarrollo de estos estudios, era necesario realizar una serie de obras complementarias de apeos, contención de tierras, catas, perforaciones o trabajos de limpieza y desescombro para acceder y poder observar determinados aspectos de la construcción y de las patologías del edificio y que, normalmente, tampoco se ponen a disposición de los equipos de investigación. Por ejemplo, uno de los trabajos más importantes que se había proyectado era la excavación arqueológica de la girola y sabíamos, por los primeros resultados de los estudios geotécnicos, que la excavación en estos puntos iba a alcanzar una profundidad de aproximadamente 10 m lo que nos exigiría la ejecución de una estructura importante de acodamiento de la cimentación, un entibado de los perfiles resultantes de la excavación y ayudas para el movimiento y la retirada de tierras y escombros por el interior de la Catedral.

Finalmente, nos pareció que también era inaplazable, tanto para el desarrollo del Plan Director como para la conservación del propio edificio, incluir en los objetivos de la obra de emergencia, la limpieza y el desescombro completo del monumento. Como hemos comentado, el grado de suciedad y de abandono que presentaba la Catedral era tan importante que, en muchos puntos, la acumulación de escombros impedía ver y estudiar la construcción del edificio. Para que nos hagamos una idea de este problema, en las escaleras de caracol de acceso a las cubiertas la acumulación del guano de las palomas había enterrado los peldaños de la escalera que se había convertido en una rampa de desarrollo helicoidal. Estos trabajos, que ya no tenían un carácter provisional, han permitido que la toma de datos de los diferentes estudios se realizase con mucha más comodidad y el diagnóstico de los problemas y patologías existentes con

- 6 Obras y actuaciones complementarias al desarrollo del Plan Director**
- 6.1 Introducción
- 6.2 Contenido y desarrollo de las obras ejecutadas
- 6.2.1 Estructuras provisionales de refuerzo y apeo de la estructura de la Catedral



Imagen 581. Vista general del crucero desde su esquina NW

más precisión. Además, la limpieza y el desescombro del edificio nos ha permitido realizar el seguimiento del resultado de estas obras y del estado de conservación del edificio y dejar el monumento preparado para el inicio de los trabajos de restauración.

En definitiva, el objetivo con el que planteamos y desarrollamos estas obras de emergencia ha sido minimizar y congelar en el tiempo las patologías más graves que presentaba el edificio, articular todas las ayudas necesarias para el desarrollo de los trabajos de investigación y realizar la limpieza y el desescombro de toda su estructura. Las obras se han ejecutado como un complemento al desarrollo lógico del Plan Director, y estamos convencidos de su importancia metodológica ya que ha permitido desarrollar y ejecutar muchas de las investigaciones que se han realizado, aportando los medios para llegar a ver y comprender muchos de los problemas existentes.

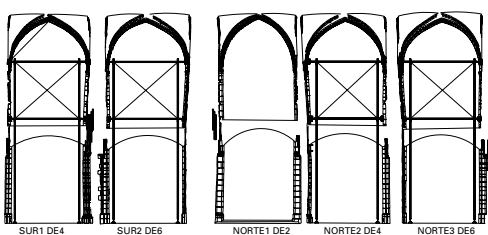


Imagen 583. Alzado de los pórticos de atirantado de las bóvedas del crucero

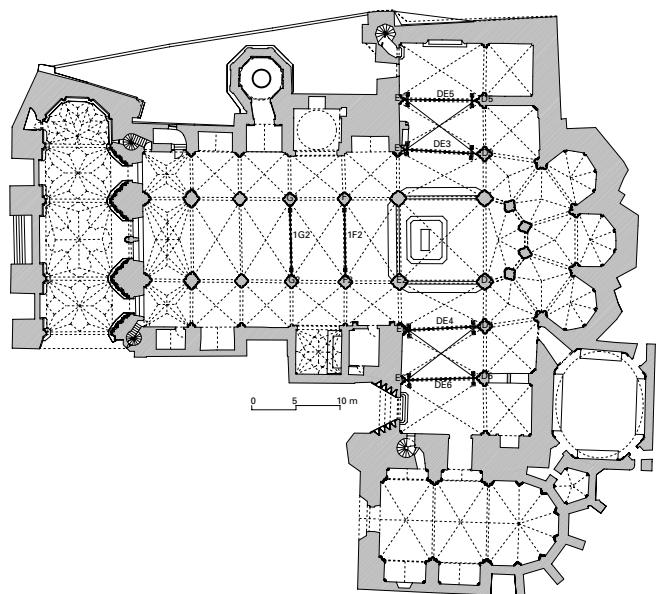


Imagen 582. Situación de los pórticos provisionales de acero para acodalamiento de los pilares 3º y 4º de la nave y atirantado de las bóvedas del crucero



Imagen 584. Detalle del nudo del pórtico de acodamiento de los pilares de la nave

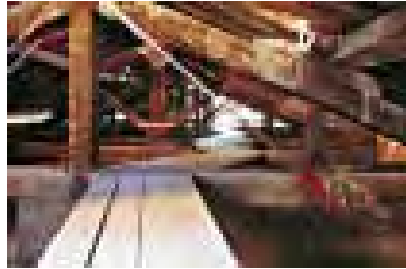


Imagen 585. Vista de la actuación



Imagen 586. Vista de la actuación

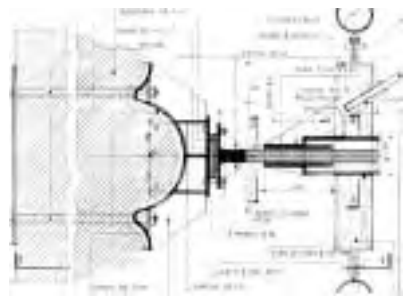


Imagen 587. Vista en alzado de este mismo nudo

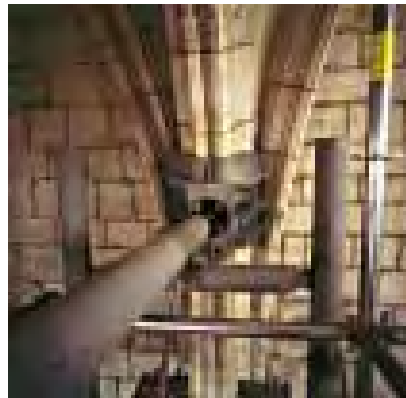


Imagen 588. Detalle en planta del nudo superior del pórtico de atirantado de las bóvedas del crucero. (plano S2. Proyecto Giorgio Croci)

6.2 CONTENIDO Y DESARROLLO DE LAS OBRAS EJECUTADAS

6.2.1 ESTRUCTURAS PROVISIONALES DE REFUERZO Y APEO DE LA ESTRUCTURA DE LA CATEDRAL

a. Obras de apeos provisionales de las bóvedas del crucero y acodamiento de las bóvedas de la nave

Proyecto de Giorgio Croci y Guiseppe Carluccio. De acuerdo a los resultados del control del movimiento de la estructura del edificio que se estaba realizando, se han acodalado y atirantado aquellas bóvedas en las que se había detectado el movimiento de sus muros de apoyo o la apertura de sus fisuras. Para contrarrestar la deformación lateral de los pilares de la 3^o y 4^o fila de la nave principal se ha optado

por introducir entre los pilares un codal provisional de tubo de acero, colocado al mismo nivel que el centro de los empujes de las naves laterales. Este elemento tiene sus extremos regulables para que pueda ponerse en carga y se apoya en sus extremos en dos pies extensibles que llegan hasta el suelo de la Catedral. En el transepto, se ha observado una fuerte deformación de los muros occidentales, a la altura de la línea de los empujes de las bóvedas, en el lado en que estos empujes no están contrarrestados por los muros de las capillas. La estructura de contrarresto de los empujes está formada por dos tubos de acero; el primero, más bajo a la misma altura que el colocado en la nave acodalando los empujes de las bóvedas de las capillas y de las naves laterales; el segundo a la altura de la línea de empujes de las bóvedas superiores, atirantando estos empujes. Este elemento, al igual que el descrito para la nave, tiene sus extremos regulables para que pueda ponerse en carga y se apoya en sus extremos en dos pies extensibles que llegan hasta el suelo de la Catedral. Con el objetivo de poder absorber fácilmente la irregularidad de la construcción y de la puesta en obra se ha previsto la introducción, en los extremos de los puntales y de los atirantamientos, de un apoyo elastomérico armado capaz de permitir pequeñas rotaciones y giros de los pilares de contrarresto.

6 Obras y actuaciones complementarias al desarrollo del Plan Director
6.2 Contenido y desarrollo de las obras ejecutadas
6.2.2 Refuerzo de las estructuras de madera
6.2.3 Reparación de la cubierta y del sistema de evacuación de agua

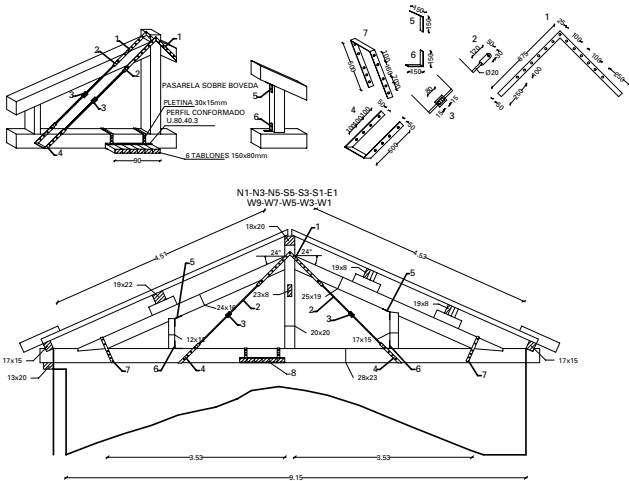


Imagen 589. Refuerzos de la cercha antigua sobre contrafuertes

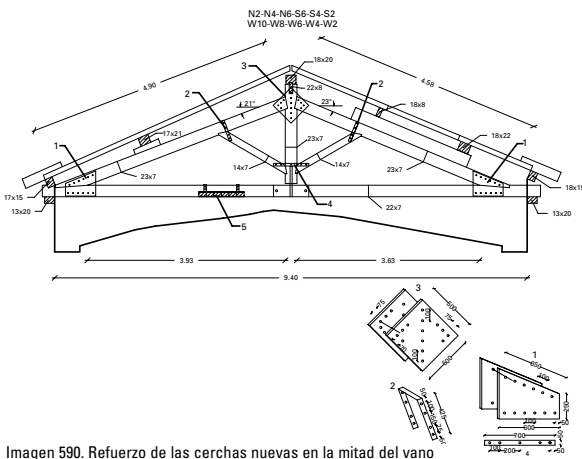


Imagen 590. Refuerzo de las cerchas nuevas en la mitad del vano

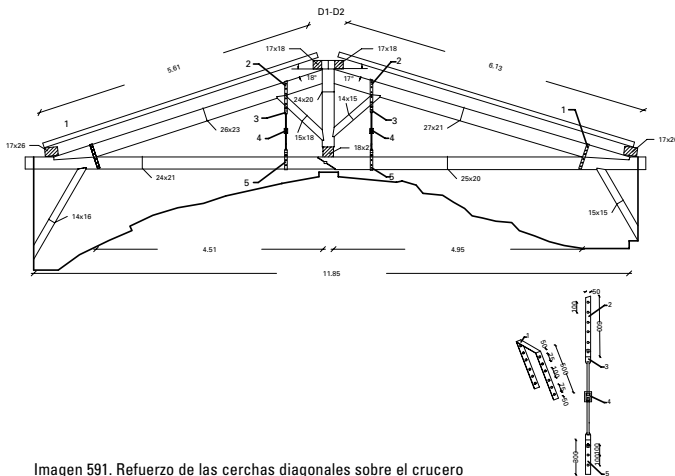


Imagen 591. Refuerzo de las cerchas diagonales sobre el crucero

REFUERZOS DE LA CERCHA ANTIGUA SOBRE LOS CONTRAFUERTES:

1. Pletina de acero galvanizado de 5 mm de espesor en ángulo recto de 875 mm de lado con perforaciones de 10 mm de diámetro. Se fija a la cercha con clavos autotaladrantes para madera de 8 mm de diámetro y de 120 mm de longitud y se une al tirante con un pasador roscado de 20 mm de diámetro.
2. Tirante: redondo, 20 mm de diámetro de acero galvanizado, rematado en uno de sus extremos con una pletina de acero de 5 mm de espesor y 120 x 50 mm, y en el opuesto con rosca para unión con tensor.
3. Tensor convencional de tirantes de 20 mm de diámetro.
4. Pletina de acero galvanizado de 5 mm de espesor en forma de U para abrazar el tirante de la cercha de madera. Se fija con clavos autotaladrantes para madera de 8 mm de diámetro y 120 mm de longitud.
5. y 6. Ángulos de pletina de acero galvanizado para rigidización de los montantes de la cercha. Fijados con clavos autotaladrantes de 8 mm de diámetro y 120 mm de longitud.
7. Pletina de acero galvanizado de 5 mm de espesor en forma de U invertida para fijar el apoyo de la diagonal de la cercha y evitar su deslizamiento. Se fija con clavos autotaladrantes para madera.
8. Pasarela sobre el trasdós de las bóvedas colgada de las cerchas. Soporte formado por dos pletinas de acero galvanizado con forma de U invertida y perfil conformado de acero galvanizado U.80.40.3. Tablero formado por seis tablonos de pino de 150 x 80 mm.

REFUERZOS DE LAS CERCHAS NUEVAS:

1. Par de tableros contrachapados de E = 22 mm con forma trapezoidal cogidos con pasadores de D = 12 mm para rigidizar los nudos de apoyo de las cerchas.
2. Pletina de acero galvanizado E = 5 mm en forma de U invertida. Fija el apoyo de la diagonal de la cercha con las tornapuntas y evita su deslizamiento. Se fija con clavos autotaladrantes para madera de D = 8 mm y L = 120 mm.
3. Par de tableros contrachapados de E = 22 mm con forma de cuadrado cogidos con pasadores de D = 12 mm para rigidizar el vértice superior de las cerchas. Nudo entre el pendolón y las diagonales.
4. Par de pletinas de acero galvanizado de E = 5 mm y de 50 x 700 mm para rigidizar el nudo de las tornapuntas y el pendolón. Se fija con clavos autotaladrantes para madera de D = 8 mm y L = 120 mm.
5. Pasarela sobre el trasdós de las bóvedas colgada de las cerchas. Soporte formado por dos pletinas de acero galvanizado U.80.40.3. Tablero formado por seis tablonos de pino de 150 x 80 mm.

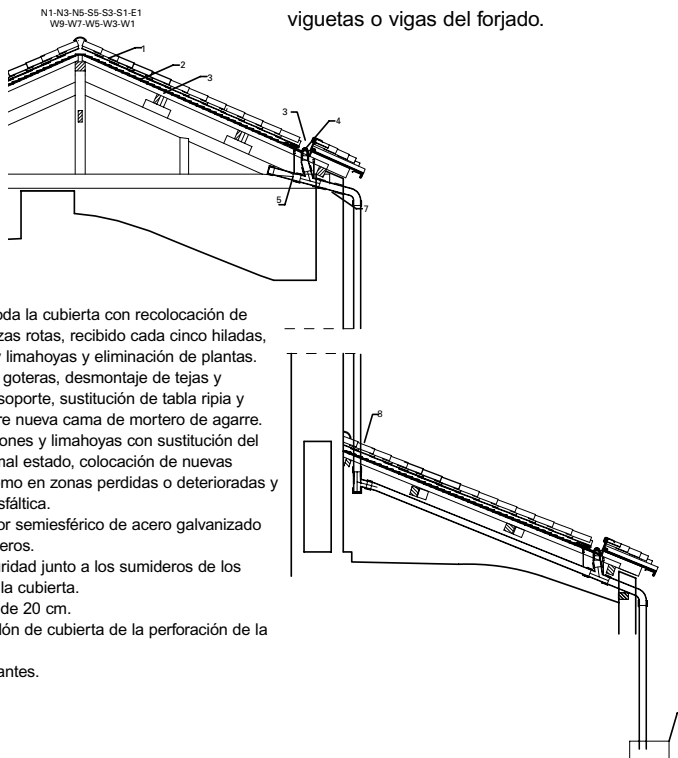
REFUERZOS DE LAS CERCHAS DIAGONALES SOBRE EL CRUCERO:

1. Pletina de acero galvanizado E = 5 mm en forma de U invertida. Fija el apoyo de la diagonal de la cercha con el tirante y evita su deslizamiento. Se fija con clavos autotaladrantes para madera de D = 8 mm y L = 120 mm.
2. Pletina de acero galvanizado de E = 5 mm en forma de U invertida. Se fija a la cercha con clavos autotaladrantes para madera de D = 8 mm, y L = 120 mm. Los extremos de la U se unen al par de tirantes con un pasador roscado de D = 20 mm.
3. Tirante: redondo, D = 20 mm de acero galvanizado, rematado en uno de sus extremos con una pletina de acero de 5 mm de espesor y de 120 x 50 mm, y en el opuesto con rosca para unión con tensor.
4. Tensor convencional de tirantes de D = 20 mm.
5. Pletina de acero galvanizado de E = 5 mm de espesor en forma de U para abrazar el tirante de la cercha de madera. Se fija con clavos autotaladrantes para madera de D = 8 mm, L = 120 mm. Y se une al tirante con pasador roscado de D = 20 mm.



Imagen 592. Cubierta de la nave de la Catedral después de la intervención

Imagen 593. Sección constructiva de la intervención propuesta en la cubierta y en el sistema de evacuación de agua



1. Corrido general de toda la cubierta con recolocación de tejas, sustitución de piezas rotas, recibido cada cinco hiladas, limpieza de canalones y limahoyas y eliminación de plantas.
2. Retejo de zonas con goteras, desmontaje de tejas y eliminación de mortero soporte, sustitución de tabla ripia y colocación de tejas sobre nueva cama de mortero de agarre.
3. Reparación de canalones y limahoyas con sustitución del soporte de madera en mal estado, colocación de nuevas láminas y patillas de plomo en zonas perdidas o deterioradas y eliminación de lámina asfáltica.
4. Colocación de colador semiesférico de acero galvanizado en la boca de los sumideros.
6. Rebosadero de seguridad junto a los sumideros de los canalones en aleros de la cubierta.
7. Perforación de muro de 20 cm.
8. Protección sobre faldón de cubierta de la perforación de la bajante.
9. Arqueta a pie de bajantes.

6.2.2 REFUERZO DE LAS ESTRUCTURAS DE MADERA

a. Refuerzo de las cerchas de la nave y el transepto

Se mejoró su triangulación y el comportamiento de sus nudos mediante elementos de acero galvanizado –tirantes y pletinas– y de tablero contrachapado sobrepuestos a la estructura existente y fijados a ella mediante pasadores o tornillos autorroscantes. Se sustituyeron todos los pares y cabios podridos de todas las estructuras. Completando esta actuación se construyó una pasarela de tabloneros de madera apoyada en una perfilaría metálica sobre los tirantes inferiores de las cerchas y que sustituye a una anterior de fábrica que se ha demolido.

b. Refuerzos del entablado de suelo de los forjados interiores de la torre

Doblando el entablado existente con un tablero contrachapado de pino de 40 mm y fijado a él por clavazón sobre los nervios, viguetas o vigas del forjado.

6.2.3 REPARACIÓN DE LA CUBIERTA Y DEL SISTEMA DE EVACUACIÓN DE AGUA

Se repasó y retejó la totalidad de las cubiertas –unos tres mil metros cuadrados– y se reparó el sistema de evacuación de agua de todo el edificio.

a. Reparación del tablero de cubierta

Se repasó la totalidad de la superficie cubierta, tal y como estaba configurada, limpiando los canales del tejado, sustituyendo las tejas rotas y colocando las movidas, limpiando y arreglando los canales y limahoyas y cogiendo con mortero de cal una de cada cinco hiladas y también las cumbres y limatesas. En las zonas donde la cubierta se encontraba muy deteriorada se desmontó el tablero de la cubierta, se recuperó el material en buen estado, y se recompuso la cubierta sustituyendo el material deteriorado incluido el entablado de ripia. Finalmente se colocaron ventanas practicables en los diferentes faldones de la cubierta.

b. Reparación del sistema de evacuación de agua

Se repasó todo el sistema de evacuación de agua, de canalones y bajantes eliminando todos los elementos deteriorados. Las cazoleas de desagüe de los canalones se protegieron con una rejilla semiesférica y desde este punto todos los codos del sistema de bajantes se sustituyeron por un codo de PVC registrable. En las bajocubiertas se suprimieron todos los recorridos horizontales posibles creando nuevas bajantes para evitar la concentración de canales. Siempre que fue posible, conectamos las bajantes de pluviales con la red de alcantarillado.

c. Reconstrucción del piso del pasillo de ronda

El sistema de evacuación de aguas que discurre bajo él, se sustituyó por un canalón de zinc abierto y una pasarela de PVC.

6 Obras y actuaciones complementarias al desarrollo del Plan Director
6.2 Contenido y desarrollo de las obras ejecutadas
6.2.3 Reparación de la cubierta y del sistema de evacuación de agua

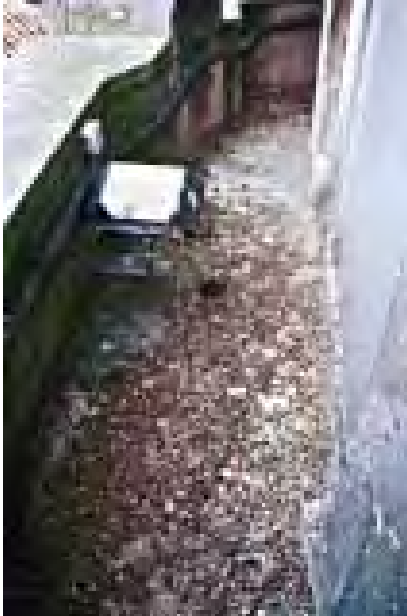


Imagen 594. Estado del pasillo de ronda antes de la intervención. Detritos acumulados, sumideros atascados, instalaciones deterioradas, escombros, etc



Imagen 595. Intervención en el pasillo de ronda



Imagen 596. Detalle de registro de una bajante en su encuentro con el pasillo de ronda



Imagen 598. Obras de reparación de la cubierta

Imagen 597. Detalle de registro en un nudo al que acometen varios canales



Imagen 599. Vista general del apeo y cimbreo de las bóvedas del crucero sur y detalle de esta actuación



600



601



602

Imagen 600. Protección del campanario de la torre

Imagen 601. Malla metálica para impedir el acceso de las palomas al interior de las cubiertas en el pasillo de ronda

Imagen 602. Detalle de la sujeción

6.2.4 ESTRUCTURAS PROVISIONALES DE PROTECCIÓN

a. Protección de las bóvedas del transepto sur

Para evitar la caída de material de las bóvedas más orientales del brazo sur del transepto y permitir la reparación de las cerchas que se encuentran sobre ellas, se construyó un sistema de cimbras de madera apeando los arcos perpiaños y los ojivos de estas bóvedas. Estas cimbras se apoyaron sobre un forjado de madera soportado por una estructura de andamio que se levanta desde el suelo del crucero.

b. Protecciones del campanario de la torre

Se colocaron unas mallas de protección que envuelven todo el cuerpo de campanas

—el más dañado— para evitar que los continuos desprendimientos de material de la superficie de los sillares cayese a la calle.

c. Protección contra las palomas y otras aves

Se colocó una malla metálica de protección en todos los vanos exteriores de las bajo-cubiertas, pasillo de ronda y torre, así como en los aleros. En los vanos grandes y entre los contrafuertes de la girola (en el pasillo de ronda), la malla se fijó a unos cables tensados y anclados en la fábrica o en las estructuras de madera mediante pernos o tirafondos. En todos los huecos de acceso a las cubiertas o de paso al pasillo de ronda y en los huecos del campanario, donde no existían carpinterías o estaban rotas, se han colocado unos cierres de tramex de acero que permitan la entrada de luz.



Imagen 603. Vista general del acodamiento de los muros y de las cimentaciones descubiertas en las excavaciones arqueológicas

6.2.5 ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS DE APOYO A LAS EXCAVACIONES ARQUEOLÓGICAS

a. Acodamiento y apeo de los muros y cimentaciones descubiertas en la excavación

Se realizó mediante un sistema articulado de codales formados por HEB 200 y tirantes formados por redondos de 32 mm anclados todos a las fábricas mediante piezas de acero inoxidable.

b. Entibación de los bordes de las excavaciones arqueológicas

Se realizó con una pantalla de tablero contrachapado de madera sujeta por perfiles de acero que se empotran en las fábricas con placas de anclaje y pernos de acero inoxidable.

c. Protección de la roca de cimentación descubierta en las excavaciones

La roca del subsuelo de la Catedral y sobre la que se cimienta el edificio, se descompone con rapidez al dejarse al descubierto en las excavaciones y quedar expuesta a los cambios higrotérmicos. Para evitar este proceso de descomposición todos los fondos de excavación se protegieron con una malla geotextil y un relleno de grava.

d. Pasarelas para transitar sobre las excavaciones arqueológicas

Realizadas con perfilera metálica y tablero de madera.

- 6 Obras y actuaciones complementarias al desarrollo del Plan Director
- 6.2 Contenido y desarrollo de las obras ejecutadas
- 6.2.6 Demoliciones, limpiezas y ayudas a los estudios del Plan Director
- 6.2.7 Instalaciones eléctricas y de emergencia

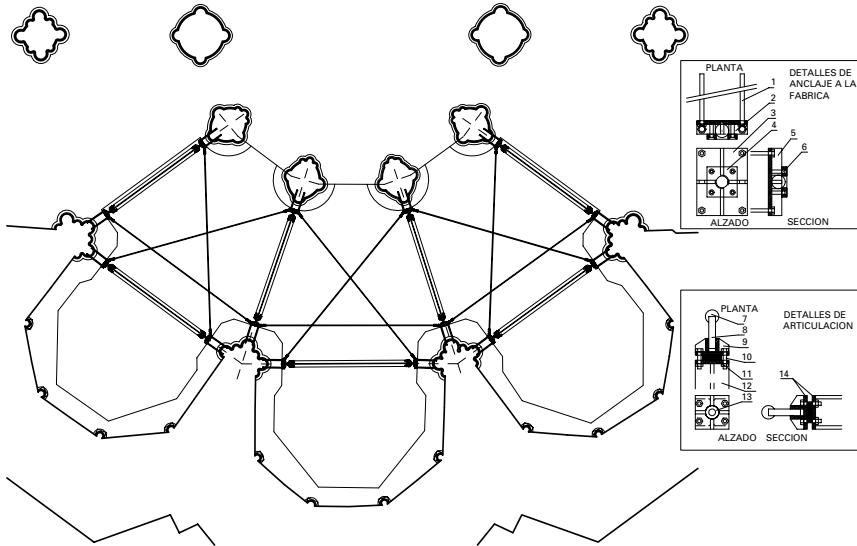


Imagen 604. Planta y detalles del acodamiento de los muros y cimentaciones descubiertas en la excavación arqueológica

DETALLES DE ARTICULACIÓN Y ANCLAJE A LA FÁBRICA:

1. Cuatro anclajes: varilla acero inoxidable roscada o corrugada. Diámetro 20 mm, longitud 60 cm, en taladro diámetro de 30 mm con mortero sin sales y sin retracción tipo Texsa o Bettor.
2. Cartelas de fijación de tirantes y rigidización de anclajes. Espesor 20 mm, acero inoxidable, 60 x 135 mm.
3. Chapa de anclaje. Acero inoxidable, 45 x 35 cm, espesor 20 mm.
4. Chapa de cierre de articulación. Acero inoxidable, 20 x 20 cm, espesor 30 mm.
5. Cartela de rigidización. Acero inoxidable, 60 x 185 mm, espesor 20 mm.
6. Tornillo cabeza Allen. Acero inoxidable, diámetro 20 mm.
7. Bola de acero inoxidable para articulación, diámetro 80 mm, con perforación fresada de diámetro 40 mm y 40 mm de profundidad.
8. Vástago de anclaje de articulación, acero inoxidable, diámetro 40 mm, longitud 20 cm, con 10 cm roscados para ajuste del codal y puesta en tensión.
9. Cuatro cartelas de rigidización de anclaje del codal. Acero inoxidable, 80 x 60 mm, espesor 20 mm.
10. Fijación del codal a la articulación: cuatro tornillos acero inoxidable, diámetro 20 mm, longitud 100 mm.
11. Banda de asiento de codal, en neopreno, 15 x 15 cm, espesor 3 cm.
12. Codal, perfil HEB 200 acero A52, soldado a chapa de asiento de acero A52, 20 x 20 cm, espesor 20 mm.
13. Tubo perforado con fresa y roscado, acero inoxidable, diámetro exterior 80 mm, interior 40 mm, longitud 80 mm.
14. Chapa de asiento de articulación, acero inoxidable, 20 x 20 cm, espesor 20 mm.



Imagen 605. Vista de la entibación realizada en los cortes de las excavaciones

6.2.6 DEMOLICIONES, LIMPIEZAS Y AYUDAS A LOS ESTUDIOS DEL PLAN DIRECTOR

a. Retirada de escombros

Retirada del trasdós de las bóvedas del edificio procedente de antiguos retejos y sin ninguna función estructural (no era material del contrarresto de los empujes de las bóvedas).

b. Demolición de pasarela

Demolición de pasarela de fábrica de ladrillo y solado de mortero de cemento construida en la última restauración sobre las bóvedas de la nave y el crucero. Esta pasarela, impedía el estudio detallado de las técnicas constructivas de las bóvedas, aportaba sales solubles a sus piedras, rigidizaba parcialmente su comportamiento



Imagen 606. Demolición del encapotado de mortero de cemento de las bóvedas del pórtico

estructural e introducía un peso innecesario. Esta pasarela se sustituyó con una pasarela de tabloncillos de madera apoyada en los tirantes inferiores de las cerchas.

c. Picado de encapotados de morteros de cemento del trasdós de las bóvedas

En el trasdós de las bóvedas de la nave central y el transepto se retiraron con medios manuales ya que no era más que una capa de limpieza y se encontraba prácticamente suelta. En las bóvedas del pórtico, en las de las capillas laterales y en la capilla de Santiago el espesor de estos encapotados nos hizo pensar que podía ser de hormigón armado. Para comprobarlo se ejecutaron unas catas que desmintieron esta hipótesis.

d. Limpieza de residuos orgánicos

En todos los espacios que han sido accesibles para las aves. Este trabajo fue especialmente duro, dada la cantidad de detritos y polvo que fue necesario retirar. Sin embargo, el resultado fue espectacular pues nos permitió reconocer la construcción y la estructura del edificio en muchos puntos.

e. Demolición y retirada de diferentes elementos

Forjado de hormigón que cubría el espacio de la capilla que dio lugar al pleito del Crucero; desmontaje de las mamparas de vidrio que protegen por el exterior los vitrales de la girola, que quedarán protegidos por las mallas de alambre antipalomitas; desmontaje de las mamparas de cierre de los espacios bajo el coro de las naves laterales.

f. Ayudas a los estudios del Plan

Mediante este proyecto de obra se articuló la contratación de plataformas elevadoras de personas de diferentes magnitudes,

según la altura de la inspección que había que realizar, se colocaron andamios y diferentes plataformas de trabajo y se realizaron catas y perforaciones donde fue necesario.

6.2.7 INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y DE EMERGENCIA

Se realizaron las instalaciones de alumbrado, tomas de corriente en el interior de la Catedral y las de protección frente a incendios y rayos.

a. Alumbrado de espacios secundarios y de emergencia

En los espacios bajo cubierta y en la torre, así como en el triforio y las naves laterales de la iglesia. En los husillos de escaleras y en el pasillo de ronda, se instaló un sistema de alumbrado de emergencia para permitir la visita turística.

b. Sistema de detección de incendios

Con detectores iónicos de humos en todos los espacios bajocubierta y una serie de extintores manuales dispuestos en los accesos a estos espacios.

c. Pararrayos

Los actuales pararrayos, situados en la torre y en el crucero de las naves altas, no reúnen condiciones suficientes de protección. Se sustituirán por dos nuevos pararrayos, mejorando sus conducciones de caída a tierra y las tomas de tierra finales.



Imagen 607. Ayudas a la investigación. Recogida de muestras de la portada de Santa Ana

III Diagnóstico. Descripción y evaluación de las patologías más significativas detectadas en el edificio

1	Histórico. Evolución constructiva de la Catedral de Santa María	654
1.1	Preexistencias	654
1.1.1	Sector 11	654
1.1.2	Sector 13	656
1.1.3	Estructuras extremo noroeste	657
1.2	Conquista castellana. Alfonso VIII. El proyecto inicial	660
1.2.1	Su conservación	661
1.2.2	Su funcionalidad	662
1.2.3	Su cronología	662
1.3	Alfonso X. El cambio de proyecto	663
1.3.1	Gótico A	665
1.3.2	Gótico B	668
1.4	Siglos XV-XVI. Sustitución de bóvedas lúneas por bóvedas de fábrica y terminación del templo	669
1.4.1	Bóvedas de madera. Argumentos textuales	670
1.4.2	Bóvedas de madera. Argumentos estructurales	671
1.5	Siglo XVII. Primera alarma general	674
1.6	Siglos XVIII-XIX. Lucha contra la ruina	676
1.7	Siglo XX. Restauración del arquitecto M. Lorente	677
1.7.1	Supresión de arcos codales	677
1.7.2	Supresión de los enlucidos históricos	678
1.7.3	Apertura de nuevos vanos	678
1.7.4	Descubrimiento de la Portada de Santa Ana	678
	<i>Addenda: las excavaciones arqueológicas en la catedral de Santa María y los orígenes de Vitoria-Gasteiz (Avance de la campaña del año 2000)</i>	<i>680</i>
2	Arquitectónico	688
2.1	Constructivo	688
2.1.1	Introducción	688
2.1.2	La humedad	688
2.1.3	Los materiales constructivos	692
2.1.4	Las fábricas	695
2.1.5	Las estructuras de madera	697
2.1.6	Las cubiertas	699
2.1.7	Carpintería y cerrajería	699
2.1.8	Revestimientos	700
2.1.9	Conclusiones	701
2.2	Formal. Los problemas derivados de la forma y la geometría del monumento en su configuración actual	702
2.2.1	Planteamiento general. Forma y patología	702
2.2.2	Los problemas formales de la Catedral	706
2.2.3	El sistema de contrafuertes, arbotantes y botareles de las fachadas norte y sur de la nave y de la girola	709
2.2.4	Ventanales y vitrales	711
2.2.5	La volumetría del edificio. La forma de la cubierta y su remate	711
2.3	Estructural	716
2.3.1	La estructura de la Catedral en 1996	716
2.3.2	La estructura tras la última restauración, hacia 1965	717
2.3.3	La construcción de la Catedral en varias etapas entre los siglos XII al XVI	718

2.3.4	La Catedral mantenida en pie a través de los siglos XVII al XIX	719
2.3.5	Por qué todavía no se ha caído pero tampoco se ha estabilizado	721
2.3.6	Premisas para una obra que ayude a la conservación de la Catedral	722
2.4	Funcional. La infrautilización del monumento y sus consecuencias.	
	El uso litúrgico y el uso socio-cultural	724
2.4.1	Planteamiento general. Espacios, condiciones ambientales, usos y circulaciones	724
2.4.2	Los usos de un conjunto catedralicio	726
2.4.3	Los problemas de infrautilización de la Catedral de Santa María y su relación con la Catedral Nueva	727
2.4.4	Propuesta de nuevos usos y circulaciones	728
2.4.5	El recorrido diseñado para la exposición	730
2.5	Urbano. Interacción entre monumento y entorno.	
	La manzana urbana y su rehabilitación integral	736
2.5.1	La manzana de la Catedral	736
2.5.2	La demolición	742
2.5.3	El esponjamiento	745
2.5.4	La conservación del uso residencial y de la tipología existente	747
2.5.5	La conservación integral	748
2.5.6	La rehabilitación como espacio de carácter socio-cultural y museo	748
2.5.7	Entorno urbano y plazas	749

1 HISTÓRICO. EVOLUCIÓN CONSTRUCTIVA DE LA CATEDRAL DE SANTA MARÍA

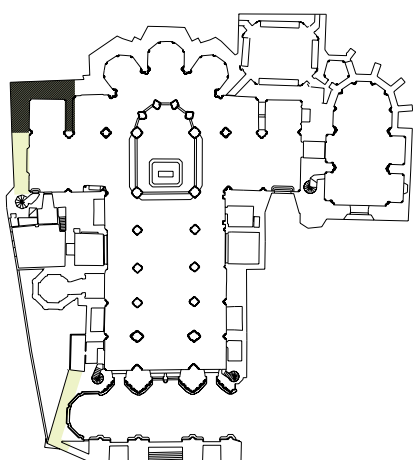


Imagen 1. Planta baja Preexistencias

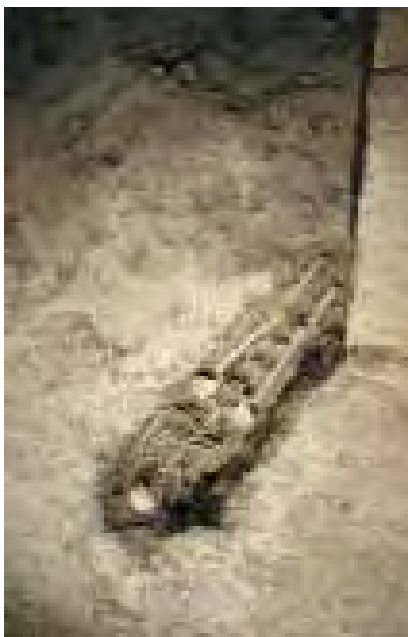


Imagen 2. Enterramiento perteneciente a la necrópolis de la iglesia nº 1, aparecido en la zona 13

No es fácil resumir los resultados de un trabajo que ha identificado, para la lectura de paramentos, 2.632 U.E. reducidas posteriormente a 1.455 Unidades de Síntesis y, para la excavación arqueológica 544 U.E. Todas ellas se han sintetizado en 303 Actividades, 75 Grupos de Actividades, 11 Fases y 5 Períodos. En las líneas que siguen a continuación expresaremos de una manera literaria todo este complejo proceso. Su articulación, de acuerdo con el sistema de registro seguido, puede verse en el Apéndice que adjuntamos.

1.1 PREEXISTENCIAS¹

Antes de que se iniciara la construcción de la iglesia de Santa María (actual Catedral), existió en el extremo septentrional de la colina un urbanismo antiguo correspondiente a la primitiva Gasteiz², del que han aparecido algunos restos en las excavaciones practicadas tanto a los pies de la Catedral como bajo el transepto norte, así como en la limpieza efectuada en el extremo noroccidental de la Catedral. Resulta sumamente interesante observar que algunos de estos restos³ poseen una orientación común y diferente, sin embargo, a la que actualmente impone el eje axial de la Catedral de Santa María, reflejando, sin duda alguna, un urbanismo diferente al actual.

Todas estas preexistencias tienen un indudable interés de carácter histórico, pero algunas de ellas poseen un valor añadido al mostrar una relación directa con la geometría que adoptará la Catedral vitoriana con el tiempo. En un caso, (G.A.5), este valor añadido es trascendental, por constituir el punto de partida de toda la geometría actual de la cabecera y de algunas de sus anomalías.

1.1.1 SECTOR 11

Para su mejor comprensión, ordenaremos dichas preexistencias por sectores, comenzando por el 11. Nos encontramos a los pies de la Catedral y, más concretamente, en el tramo segundo de sus tres naves. No vamos a fijarnos en los hallazgos por estar explicados en capítulos anteriores, sino en lo más sustancial para el problema que nos ocupa. Por ello, dejando en esta ocasión las obras de época moderna y los diversos niveles de enterramientos relacionados con la iglesia de Santa María, nos detendremos en los restos de dos iglesias anteriores a la actual y en los más antiguos testimonios poblacionales de la vieja Gasteiz, en este caso de carácter rupestre. Finalmente, y aunque no constituyan estrictamente preexistencias, mencionaremos también los asientos de los pilares góticos por estar precisamente condicionados por aquéllas.

Los más antiguos testimonios constructivos que conocemos sobre Gasteiz⁴ son sin duda *las estructuras talladas en la roca* (G.A.1 y 72) que se descubrieron en el último de los niveles arqueológicos excavados en este sector. Descritos ya en un capítulo anterior⁵, ahora recordaremos únicamente su triple morfología y funcionalidad: pequeños agujeros circulares destinados a acoger los postes con los que se construyeron habitaciones de carácter lúgneo; pozos de diámetro mayor construidos para servir de silos de almacenaje; y, finalmente, una estructura rectangular que responde posiblemente a un fondo de cabaña.

A un momento posterior responden los restos de las cimentaciones de dos muros (G.A.3) que tienen una orientación de 108° N, desviada 41° respecto al eje axial de la Catedral actual, y que articulan un espacio interior de 8,60 m con muros de 2,20 m de



3

Imagen 3. Vista de uno de los pilares de los dos más próximos a los pies del edificio. Como puede apreciarse tiene un asiento muy bueno, con un cajeadado en la base

Imagen 4. Base de uno de los pilares orientales del segundo tramo de la nave, con una cimentación poco consistente



4

grosor. En su momento interpretamos este espacio como un edificio cultural al que denominamos *iglesia nº 1*. Las excavaciones llevadas a cabo en la plaza durante el año 2000 han confirmado su funcionalidad (con una necrópolis en su perímetro exterior). Se trataría en efecto, de una iglesia que tuvo inicialmente una sola nave y que fue posteriormente ampliado con dos naves laterales. Desconocemos su momento de amortización que no debe ser, en cualquier caso, lejano al reinado de Alfonso VIII. Cuando este monarca comienza el gran proyecto eclesial al que luego nos referiremos parece estar ya obliterada.

Coincidiendo parcialmente con la dirección de la iglesia nº 1, se levantó sobre ella un nuevo templo que hemos denominado como *iglesia nº 2*⁶. De ella se conservan potentes cimentaciones realizadas en argamasa de gran dureza y compacidad (G.A 10), que cortan rellenos con monedas de Alfonso VIII fechadas en 1211-1212. Su construcción es, por tanto, posterior y res-

ponde a la necesidad de contar con un templo mientras durasen las obras del ambicioso proyecto iniciado por el monarca castellano.

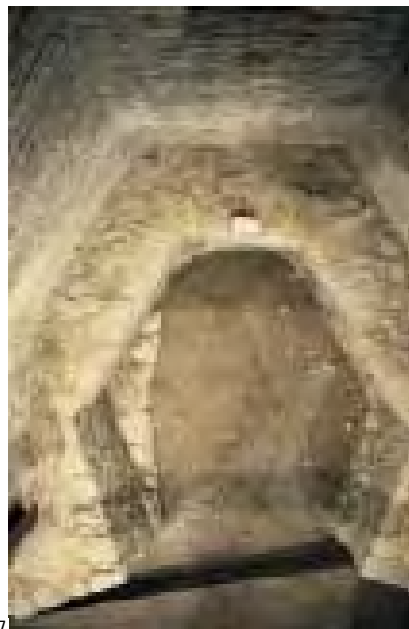
a. Influencia de las preexistencias en los asientos góticos

Como hemos indicado en otro lugar, se excavó este tramo precisamente para comprobar el estado de cimentación de cuatro de los pilares del templo y los resultados confirmaron, en algún caso, la sospecha que se tenía sobre su posible asiento defectuoso. No es el caso de los dos más próximos a los pies del edificio, perfectamente asentados, uno de ellos sobre la sólida estructura que hemos definido como iglesia nº 2 y el otro bajando de forma escalonada hasta la roca, en la que se talló incluso un cajeadado previo.

Los otros dos pilares, sin embargo, ofrecen una situación mucho más delicada. El del lado de la Epístola se acomoda parcialmente sobre las cimentaciones de la iglesia



5



7



6

Imagen 5 Imagen del muro de grandes proporciones encontrado en la base del extremo septentrional del crucero. Este muro es el origen de algunos de los problemas estructurales de esta zona del edificio

Imagen 6 Estructura cuadrangular descubierta en las excavaciones bajo el transepto norte

Imagen 7 Estructuras hexagonales de los absidiolos, que sirven de cimentación a la obra iniciada por Alfonso VIII

nº 2, pero apoya también sobre unas hileras de mampuesto que no llegan a alcanzar la roca, quedando, pues, parcialmente *colgado*. El del lado del Evangelio descansaba sobre las cimentaciones de la iglesia nº 1. Debido a la fábrica mucho menos consistente de esta estructura, con argamasas muy deleznable, el pilar debió sufrir problemas de asentamiento que se resolvieron con un forro que cubre parcialmente enterramientos de la propia Catedral.

1.1.2 SECTOR 13

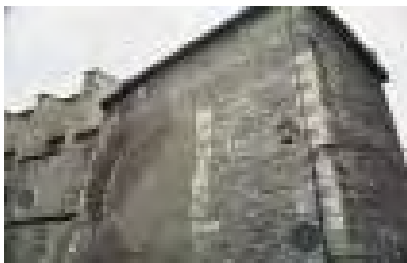
Nos encontramos bajo el tercer tramo del transepto septentrional. Su subsuelo se había vaciado, en una fecha que desconocemos, para la habilitación de un espacio que ha venido usándose como sótano. Su excavación resultó del máximo interés por dejar al descubierto importantes preexistencias.

La más antigua de ellas es un *potente* muro con un grosor aproximado de 4 m, y que puede apreciarse tanto en las excava-

ciones bajo el transepto norte como desde el exterior (desde el actual cantón de Santa María); esta enorme estructura tiene una orientación diferente a los muros de la Catedral, que se le apoyan. Estos últimos aprovechan la cara externa, pero no la interna del muro aquí descrito, adoptando de esta manera una forma en planta trapezoidal que motivará algunos de los defectos estructurales de esta zona del edificio. Su cara interior es una cara no vista por haberse practicado con el corte del propio cerro. Desconocemos su funcionalidad.

Contigua a la descrita, existe otra importante preexistencia. Se trata de una *estructura cuadrangular* que enlaza con el extremo oriental del muro ya descrito, al que corta buscando un mejor enjarje, para doblar luego hacia el sur 90º y otros tantos hacia el oeste. Esta estructura fue interpretada, en un primer momento, como una preexistencia anterior a Alfonso VIII (1158-1214) y perteneciente, por tanto, a la época fundacional de Sancho el Sabio. La secuencia estratigráfica confirmaba plenamente esta interpretación. Esta estructura está cortando rellenos con cerámica del siglo XII y está cubierta por un relleno que aporta una moneda de Alfonso VIII (1158-1214). Estratigráficamente, por lo tanto, resultaba inevitable suponerla de un momento anterior a este monarca castellano y que pertenece, en consecuencia, al rey fundador navarro.

El problema se planteó cuando —en un momento posterior de la intervención arqueológica— aparecieron en los absidiolos de la cabecera (Sector 12) unas estructuras hexagonales totalmente imprevistas. La cota final de la estructura bajo el transepto y la de los hexágonos de la cabecera es prácticamente la misma, lo que nos llevó a preguntarnos sobre la posible coetaneidad de todo ello. Como pronto veremos, sin embargo, los hexágonos son obra



Paulino Oñibe

Imagen 8. Aspecto del torreón conservado en la esquina noroccidental del edificio, que serviría como defensa de uno de los accesos a la ciudad



Imagen 9. Jamba y arranque de un arco que marcan el emplazamiento de la puerta más antigua documentada en la ciudad de Vitoria. Como puede verse tanto la jamba como las dovelas tienen una serie de refacciones, lo que nos permite pensar que esta puerta tuvo una vida útil más o menos dilatada

de Alfonso VIII, entrando en contradicción cronológica con la estructura del transepto que parece del momento de Sancho el Sabio. Estos puntos oscuros sólo serán resueltos excavando el transepto norte (propuesta ésta que ha asumido ya el Plan Director), lo que permitirá conocer la conexión física entre las estructuras de la cabecera y las del extremo norte del transepto del evangelio, y resolver la cuestión de su coetaneidad y su relación funcional.

1.1.3 ESTRUCTURAS EXTREMO NOROESTE

Con el título de “Estructuras extremo noroeste” hemos denominado un Grupo de Actividades (G.A. nº 6) cuya interpretación resulta de una complejidad notable y sobre la que mantenemos aún ciertas dudas. El reciente derribo de algunos adosados a la fachada septentrional de la Catedral ha dejado al descubierto nuevos lienzos que están todavía en proceso de análisis. Cualquier referencia (tanto gráfica como escrita) que hagamos sobre esta zona de la actual Catedral de Santa María de Vitoria deberá tomarse, por tanto, con las reservas que demandan todas las hipótesis de trabajo.

Quizá la preexistencia de mayor porte de cuantas se han conservado, a pesar de su estado de ruina, lo constituya el arranque de la *una gran puerta de acceso* a la ciudad, la más antigua que conservamos. Ubicada en la actualidad en el exterior septentrional del primer tramo de las naves, quedaba parcialmente oculta por un adosamiento contemporáneo derribado recientemente. Gracias a esta circunstancia, podemos hoy contemplar por primera vez su jamba derecha, constatando la existencia de varias refacciones que no podemos comentar aquí por estar todavía pendientes de estudio. Sí que podemos calcular, por el contrario, sus dimensiones, que alcanzaban una altura de ca. 7 m desde su clave y una luz de 4,60 m. En planta este vano

seguía una orientación distinta a la que luego adoptó el eje axial de la Catedral de Santa María, desviándose 20° al sudeste respecto de aquél.

Este último dato resulta muy revelador. Hay que recordar que la iglesia nº 1 se desviaba respecto a la Catedral 41° en la misma dirección, que otro tanto ocurría con la iglesia nº 2 (42°) y también con el fondo de cabaña (41°), todos ellos exhumados en el sector 11. Estos datos, confirmados por la excavación llevada a cabo en la plaza en el año 2000, nos están revelando de forma inequívoca la existencia de un urbanismo anterior, de dirección sensiblemente distinta a la que históricamente hemos conocido.

Esta puerta de acceso se derribó cuando la construcción del futuro edificio catedralicio llegó a sus pies. El resto de la preexistencia sin embargo se mantuvo, dándole al paño septentrional del pórtico esa extraña geometría que sólo se explica de la manera en que lo estamos haciendo. Derribado el acceso, había que construir uno nuevo, que se hizo contiguo al anterior hacia poniente, abriendo en el viejo paño otra gran arcada –de mayor luz que la primera– de ca. 6,4 m de altura (en alguno de sus momentos constructivos) y 5 m de cuerda. Para su construcción se reutilizaron los materiales del vano anterior. Esta *segunda gran puerta de acceso* mantuvo su funcionalidad hasta que, en la segunda mitad del siglo XV, se construye el pórtico que protege el ingreso principal a la Catedral y se ciega este vano que venía siendo usado desde hacía más de dos siglos. Sus restos, en la actualidad, impiden avanzar excesivas precisiones sobre la morfología que pudo llegar a tener. Sospechamos, incluso, que pudiera haber variado de aspecto en alguna ocasión a juzgar por las anomalías que se aprecian en las caras externas de la cadeneta de sus jambas. Sea como fueren sus diversas configuraciones, de lo que no

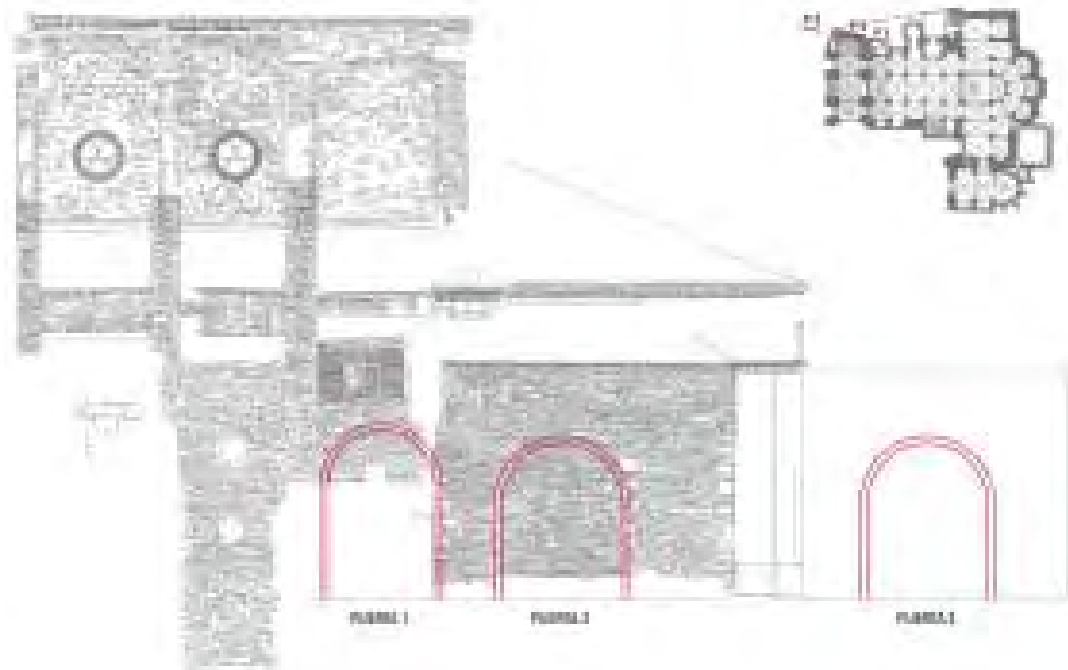


Imagen 10. Alzado del extremo noroccidental del edificio, visto desde el norte. En rojo, se indican las tres puertas que existieron en este punto a lo largo de la historia del edificio. De las puertas 1 y 2 se conservan jambas y algunas dovelas; la ubicación de la puerta 3 la conocemos por la documentación histórica (tanto escrita como gráfica), así como por la orientación que toman los muros del torreón noroeste (Actividad 19)

cabe dudar es de la existencia en el lugar de una entrada importante a la parte alta de la ciudad entre la primera mitad del XIII y el primer tercio del siglo XVI.

El cierre de este segundo vano debió plantear problemas de acceso a la ciudad vieja por este lado septentrional. Conservamos un documento⁸, escrito pocas décadas después (1539), en el que se solicita licencia a la Corona para hacer uso de una puerta en este mismo punto. Otro documento⁹ del año siguiente (1540) recoge el pago de 21.448 mrs. por la construcción de una puerta nueva hacia la Brullería y empedrado de la calleja. El primero resulta de notable interés. Habiendo sufragado las “*dignidades, canónigos e parrochianos*” de Santa María una nueva puerta y su calleja empedrada en las Brullerías (actual calle de Fray Zacarías) y no pudiendo usarla (por algún problema con las autoridades de la ciudad¹⁰) solicitan a la Corona que vuelva a

dar licencia de apertura puesto que “*los vezinos e moradores de esta çiudad que biben en las calles de la burullería e cuchillería e pintorería e calle nueva... a causa de estar la dicha yglesia apartada y en parte fraguosa y en esta tierra hazer grandes inviernos asi de aguas commo de niebes no podian gozar ni benir a las procesiones*”.

Es muy probable, por tanto, que poco antes de 1539 –quizá tres años¹¹– fuera cuando se construyó la *tercera puerta de acceso*¹² –cronológicamente– de entre las que existieron en este lado de la ciudad. Esta puerta existía aún en 1825, –según se observa en un interesante documento cartográfico conservado en el Museo Histórico Provincial–, y el testimonio de su jamba izquierda puede apreciarse todavía nítidamente en la fábrica conservada en la esquina de Fray Zacarías con el cantón de Santa María. Su existencia abarcó desde



Imagen 11. Plano de Vitoria fechado en el año 1825. Se aprecia claramente, junto al extremo noroccidental de la Catedral, el trazado de una puerta de acceso (Archivo Municipal de Vitoria. M. A. Chavarri, Plano topográfico de Vitoria y sus barrios, 1825. AMV AG-M-1)



Imagen 12. Plano de Vitoria fechado en el año 1860. La puerta que aparecía marcada junto a la Catedral en 1825 ha desaparecido. Y consideramos que no debe tratarse de un olvido del dibujante, ya que otras puertas de acceso al casco medieval (sobre todo las del sur) están claramente identificadas (Archivo Municipal de Vitoria. Plano de Vitoria. Hacia 1860. AMV AG-M-3)

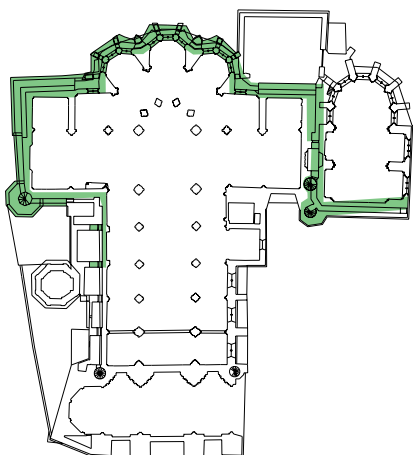


Imagen 13. Planta paso de ronda conquista castellana

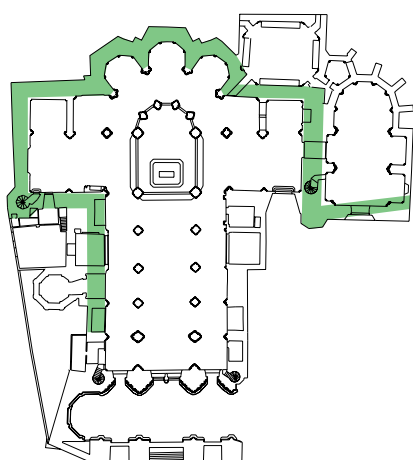


Imagen 14. Planta baja conquista castellana

1536 hasta mediados del siglo XIX, como se puede ver en un plano de la ciudad fechado en 1860, en el que claramente se dibujan otros accesos a la ciudad y sin embargo no aparece el aquí mencionado.

1.2 CONQUISTA CASTELLANA. ALFONSO VIII. EL PROYECTO INICIAL

Tras la conquista de 1200 y el incendio en el año 1202, el monarca castellano inicia en Vitoria una importante actividad constructiva que modificará notablemente su configuración urbanística. La ampliación del tejido urbano hacia occidente con tres nuevas calles (Correría, Zapatería y Herrería) constituía hasta el momento el único testimonio conocido de este fenómeno. El proceso de investigación llevado a cabo en la Catedral de Santa María, ha enriquecido notablemente nuestro conocimiento a este respecto. A la vez que se ampliaba la ciudad por poniente, con la obra iniciada por Alfonso VIII se procedió también al mejor cerramiento del perímetro urbano por el norte, poniendo en marcha un sorprendente y ambicioso proyecto: la construcción de una gran iglesia que cumpliera un doble objetivo. Mejorar, por una parte, la defensa de la ciudad —¿afectada tal vez por el incendio?— y, por otra, crear un templo que, por sus dimensiones, respondiera al ambicioso proyecto urbano emprendido.

Los habitantes de la ciudad debieron ser conscientes, no obstante, de que la construcción de este gran templo iba a ser un proyecto costoso y dilatado en el tiempo y la primitiva iglesia de Santa María (Iglesia nº 1) estaba ya amortizada. Se procederá, por lo tanto, —y aunque pudiera parecer paradójico— al inicio del nuevo proyecto y a la reconstrucción de la primitiva iglesia en la idea de que esta segunda atendiera al culto en tanto finalizasen las obras de la primera. Todo ello queda perfectamente reflejado en el análisis arqueológico tanto

del subsuelo como de la fábrica actual de la Catedral de Santa María.

La construcción de una iglesia (iglesia nº 2) de dimensiones menores, al tiempo que se inicia el proyecto de Santa María puede, en efecto, producir cierta perplejidad. La secuencia estratigráfica, sin embargo, resulta a este respecto indiscutible. Los niveles que contienen monedas de Alfonso VIII (1158-1214), se encuentran cortados por la zanja de fundación de las cimentaciones de la Iglesia nº 2.

Las excavaciones llevadas a cabo en la cabecera del actual edificio catedralicio condujeron al descubrimiento de importantes novedades que han modificado radicalmente el conocimiento que teníamos sobre la historia constructiva de Santa María. Considerada habitualmente por la historiografía como una edificación que responde, en conjunto, a cánones estéticos del gótico clásico, sorprendía sin embargo la planta de su cabecera, más próxima a modelos anteriores. Esta contradicción fue resuelta —aunque la explicación fuera insuficiente— aludiendo al carácter *arcaizante* de su diseño en planta.

Afortunadamente, actualmente podemos explicar con certeza —gracias a la investigación arqueológica llevada a cabo— la razón de este presunto arcaísmo que no es otro que la existencia de un gran proyecto anterior que había pasado desapercibido a cuantos estudiosos se han ocupado de esta Catedral. Todo el mundo había apreciado el adusto aspecto que la iglesia de Santa María presenta al exterior, sobre todo en su flanco septentrional, un aspecto de carácter indudablemente defensivo. Basándose en ello, la historiografía ha ido repitiendo lugares comunes acerca de su construcción sobre una antigua muralla, identificando incluso torreones pertenecientes —se decía— nada menos que al fundador Sancho El Sabio. La realidad, sin embargo, es muy

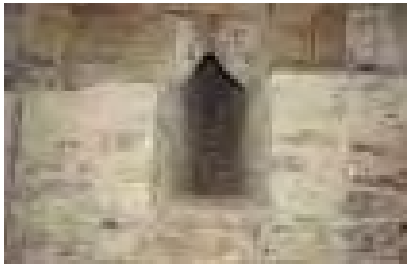


Imagen 15. Vista de uno de los vanos que aparecen en toda la cabecera de la obra iniciada por Alfonso VIII. Se aprecia su gran derrame hacia el interior. La mitad superior está oculta por un forro de sillería de la obra gótica

distinta. Las excavaciones arqueológicas de la cabecera descubrieron, como decíamos, una información sorprendente y desconocida hasta el presente.

Bajo el suelo de los absidiolos de la cabecera la arqueología ha dejado al descubierto una potentísima obra de mampostería que, en un principio, podría interpretarse como una importante cimentación. Esta interpretación, sin embargo, quedaba descartada por poseer esta fábrica grandes vanos —a modo de aspilleras— ubicados en los testeros de los absidiolos, con una cota incompatible con el actual edificio catedralicio. El suelo de Santa María, en efecto, estaba adosado contra este tipo de vanos a la mitad aproximadamente de la embocadura interior de éstos, lo que demostraba indudablemente la pertenencia de la fábrica de mampostería a un proyecto distinto al templo gótico que contemplamos hoy en día.

La aparición de estos vanos obligó al equipo de arqueólogos a revisar todos los paños de la cabecera, descubriéndose en ellos el mismo tipo de aperturas puestas al descubierto por las excavaciones. Esta importante constatación venía a confirmar que el proyecto arquitectónico al que pertenecían estos vanos alcanzaba, cuanto menos, a toda la cabecera del conjunto catedralicio. ¿A qué respondía este proyecto? ¿Se conservaba únicamente bajo la cota cero? ¿Quedaba restringido sólo a la cabecera? La lectura estratigráfica del edificio nos permitió responder a todas estas cuestiones. Veamos cuáles han sido los principales argumentos.

Los vanos de los tres absidiolos habían pasado desapercibidos por estar forrados al interior¹³ por una obra que, como veremos, corresponde a una fase gótica más tardía y, al exterior, por quedar totalmente ocultas por las casas de la calle Cuchillería, adosadas a todo el frente oriental de Santa María.

Resultaba muy difícil, en consecuencia, observar su articulación constructiva con el conjunto del edificio.

El crucero norte, sin embargo, está libre, por su exterior, de cualquier aditamento constructivo. Una vez descubierta la existencia, también en el transepto septentrional, de aberturas idénticas a las descritas, se procedió a librarlas del cegamiento que habían sufrido, observándose que sus embocaduras exteriores se integraban perfectamente en una fábrica de mampostería que alcanzaba hasta la cota más elevada del cubo que conforma el extremo nororiental de la cabecera. Esta mampostería era exactamente igual a la descubierta en las excavaciones de la cabecera. Tanto el propio material —calcarenita de Olárizu— como su articulación en hiladas bastante regulares y el mortero utilizado para trabarlo (según reflejaron las analíticas) eran los mismos.

Quedaba claro, en consecuencia, que ese proyecto previo descubierto por las excavaciones no se circunscribía a un ámbito soterrado, sino que conservaba al exterior un gran volumen de fábrica que, paradójicamente, había pasado totalmente desapercibido o había sido erróneamente interpretado. Resultaba imprescindible, por tanto, investigar en detalle aquellos lugares de la Catedral que conservasen aún testimonios significativos de este primer proyecto constructivo.

1.2.1 SU CONSERVACIÓN

El estudio efectuado en toda la fábrica de la Catedral, permitió individualizar los principales rasgos tanto formales como constructivos presentes en el edificio. Una vez identificados —explicado en el capítulo dedicado a la metodología— se procedió tanto a georreferenciar en el edificio cada una de estas claves como a observar y analizar la combinación tridimensional de todas ellas

III	<p>1 Histórico. Evolución constructiva de la Catedral de Santa María</p> <p>1.2 Conquista castellana. Alfonso VIII. El proyecto inicial</p> <p>1.2.1 Su conservación</p> <p>1.2.2 Su funcionalidad</p> <p>1.2.3 Su cronología</p> <p>1.3 Alfonso X. El cambio de proyecto</p>
-----	--



Paulino Orbe

Imagen 16. Aspecto exterior del extremo norte del crucero, visto desde el este. Se aprecia claramente el carácter defensivo de esta construcción, con la articulación de las aspilleras en tres niveles, y el paso de ronda que la recorre (visible a la derecha de la fotografía, a media altura del muro)

entre sí. Los principales rasgos de este proyecto constructivo al que nos venimos refiriendo son los siguientes:

- Mampostería de calcarenita bien aparejada.
- Vanos, de dimensiones diversas, con marcado derrame interior articulados en tres niveles diferentes de altura.
- Ménsulas corridas en cuarto de bocel en las zonas arquitrabadas.
- Muros de un grosor notable, superior siempre a los 3 m.

El conocimiento de las características técnicas y formales de este período constructivo permitió su identificación en la fábrica de la actual Catedral, confirmando que fue, sin duda, una obra de grandes dimensiones. Su traza incluía prácticamente el perímetro de la Catedral, con la excepción del tramo equivalente a la nave de la epístola.

Pero lo más sorprendente, sin duda, es la volumetría de los restos, con unos alzados de hasta 20 m que preservan casi íntegramente una arquitectura militar de notable antigüedad.

1.2.2 SU FUNCIONALIDAD

De la descripción efectuada cabe deducir rápidamente que este proyecto constructivo respondió a una doble intencionalidad. Su planta cruciforme —aunque sin cerrar todavía en su lado meridional¹⁴ ni alcanzar los pies hacia poniente— y los absidiolos de la cabecera no dejan ninguna duda sobre el carácter eclesial que caracteriza la construcción. Quien diseñó el proyecto pensaba en una iglesia de importantes dimensiones, con su crucero bien marcado en planta y siete capillas en la cabecera —dos rectangulares en cada transepto y una capilla mayor con tres absidiolos poligonales—.

El perímetro conservado, sin embargo, su remate en un paso de ronda y sus dos altos torreones de los extremos del crucero con sus saeteras articuladas en tres niveles

diferentes, tampoco permiten albergar vacilación alguna sobre el carácter poliorcético de la construcción. Se trataba, sin duda alguna, de un ambicioso proyecto urbano que, remodelando totalmente el cerro por su sector nordoriental, dotaba a la ciudad de unas sólidas defensas, a la vez que sentaba las bases para la edificación en el futuro de un templo de notables dimensiones.

1.2.3 SU CRONOLOGÍA

Aquí entramos, sin duda, en una de las cuestiones más importantes. ¿Cuándo se inició este proyecto? ¿A qué monarca castellano se debe? Aunque los asuntos relacionados con las cronologías de los restos materiales resulten casi siempre particularmente delicadas, disponemos de suficientes argumentos para posicionarnos con seguridad a este respecto. Las excavaciones arqueológicas llevadas a cabo han sido, en este sentido, definitivas. Resumiendo, recalcaremos en este breve texto sólo los siguientes puntos:

- Los absidiolos se comenzaron a construir en planta hexagonal, sufriendo posteriormente un replanteo que los convierte en octogonales. La coetaneidad de los dos planteamientos de obra ha sido confirmada tanto por los hallazgos numismáticos de los rellenos que se les asocian —monedas de Alfonso VIII (1158-1214)— como por la utilización de argamasas idénticas en ambos tipos de ábsides (análisis de morteros).
- El inicio de este proyecto en el transepto norte aprovechó las estructuras preexistentes que describíamos anteriormente. Al construir el muro de separación entre las capillas rectangulares y resultando insuficientes las dimensiones de la cimentación anterior, tuvieron que efectuar un añadido para lo cual cortaron un relleno que contiene monedas de los monarcas Alfonso I el Batallador (1104-1134) y de Alfonso VIII (1158-1214). Esta cimentación

añadida será cubierta por un relleno posterior que dio una moneda de Alfonso X (1252-1284).

- Existe todavía un tercer argumento arqueológico más evidente, y en el que insistiremos posteriormente. Los rellenos que amortizan –cegándolos– los vanos de este primer proyecto están fechados por monedas del monarca Alfonso X (1252-1284). Es, por lo tanto, indiscutible, que el comienzo de toda la fase constructiva anteriormente descrita no pueda deberse sino a un monarca anterior, que no sería otro que Alfonso VIII (1158-1214).

Esta obra, en efecto, comenzó durante los años finales del reinado de Alfonso VIII, pero continuó con sus sucesores. Será con Alfonso X, como posteriormente veremos, cuando se cambie radicalmente este proyecto inicial y se continúe la obra con unos cánones constructivos y estéticos muy distintos a los previamente establecidos.

La importancia de esta constatación es extraordinaria:

- Desde el punto de vista *patrimonial e histórico* porque redescubre, casi intacto, un resto monumental de notable antigüedad e importancia.

- Desde el punto de vista de la *Historia de la Arquitectura*, porque da explicación a una contradicción no resuelta por la Historia del Arte. Nos referimos al presunto arcaísmo de la planta y a la contradicción que planteaba respecto a sus alzados. En la actualidad podemos explicar con certeza el motivo de este presunto arcaísmo que no es otro que la existencia de un gran proyecto anterior que había pasado completamente desapercibido a cuantos se habían ocupado de este templo hasta el momento.

- Desde el punto de vista *estructural*, ya que advierte sobre la existencia de una gran iglesia, anterior, no tenida nunca en cuenta y que condiciona tanto la geometría como la estática del futuro templo catedralicio.



Imagen 17. Aspecto del forro de sillería que oculta por el interior de la iglesia los vanos de la obra iniciada por Alfonso VIII, una vez descubiertos tras la lectura estratigráfica

1.3 ALFONSO X. EL CAMBIO DE PROYECTO

El inicio del ambicioso proyecto de construcción de una gran iglesia que urbanizara y defendiera el sector más septentrional de la colina es obra, pues, de Alfonso VIII, monarca castellano que arrebatara Vitoria al navarro Sancho el Sabio. La necesidad de defender su conquista, el valor indudablemente estratégico de la nueva plaza y el incendio que al poco de conquistarla la había afectado de forma importante, debieron impulsar al rey castellano a tomar esta decisión. Sabemos, sin embargo, que el proyecto sufrió una radical transformación durante el reinado de Alfonso X. Veamos cuáles son los rasgos constructivos que denuncian este cambio de obra.

El más revelador de todos ellos queda evidenciado en los vanos a los que antes nos referíamos al comentar la excavación de la cabecera. La tipología de estos vanos es la siguiente: están contruidos en un muro de 3 m aproximadamente de grosor, poseen un marcado derrame en sus jambas y están cubiertos por un curioso sistema arquitrabado que desciende escalonadamente hacia la embocadura interior. Este arquitrabe escalonado está constituido por toscas losas que traban con la mampostería típica del primer periodo constructivo con el que conforman una obra perfectamente unitaria. Existe, sin embargo, un dato sumamente revelador. Las dos o tres losas (según los casos) más próximas a la embocadura interior son totalmente distintas, siendo meridianamente claro el corte producido en la fábrica primitiva para la inclusión de esta nueva obra. Pues bien, estas nuevas losas son idénticas en talla y módulo a las del paño interior de la cabecera ya plenamente gótica, enjarrando perfectamente con ella.

Para comprender la importancia del dato hay que recordar que el proyecto de Alfonso VIII que analizábamos en el capítulo



Quintas Fotografías

Imagen 18. Ventana del cierre oriental de la capilla de San Roque. La sillería es, en este caso, un forro de una obra anterior de mampostería. El gran grosor de los muros (se trata de la parte superior de uno de los torreones de la obra iniciada por Alfonso VIII) obligó a los constructores del período gótico a adoptar esta solución, que a algunos estudiosos llevó a pensar en una obra cisterciense

precedente, alcanzaba al exterior una notable altura que no se aprecia, sin embargo, al interior. No se aprecia porque en una nueva fase constructiva, la fábrica de Alfonso VIII fue forrada por un aparejo de sillería mucho más noble. Para llevar a cabo este aplacado –y proveerse de un rebaje para su asiento– se picó la cara interna de la primera obra.

Que este forro –de notable influencia en el deficiente comportamiento estructural de la Catedral– es realmente un *rechapado* puede constatarse nítidamente en varios

lugares del actual templo¹⁵. Los ejemplos más significativos se ubican en ambos extremos de la cabecera –precisamente en los puntos en los que la obra alcanzó una mayor altura– y más en concreto en sus cuatro vanos superiores.

Uno de estos vanos –situado en lo alto del paño Norte de la capilla más septentrional de la cabecera (San Roque)– permanecía oculto desde que lo cegara el arquitecto M. Lorente en la última restauración llevada a cabo durante los años sesenta del siglo XX. Vuelto a abrir durante la investigación arqueológica, permite observar el forro al que nos referimos –en algún caso efectuado con sillares de muy poco grosor– trabando deficientemente con la potente fábrica de mampostería de período anterior. Y otro tanto ocurre en la capilla equivalente del extremo Sur (Santa Ana). En lo alto de su testero existe un óculo que está enmascarando una potente aspillera de mampostería perteneciente a la obra iniciada por Alfonso VIII.

Los dos vanos restantes –uno en el testero de San Roque y el otro el paño meridional de Santa Ana– han merecido las calificaciones más peregrinas, siendo consideradas incluso como obra románica. Se debe ello a su tipología, con remate en arco de medio punto y fuerte derrame hacia el interior, que las asemeja a obras tipológicamente más primitivas. En realidad no son sino antiguas aspilleras de la obra iniciada por Alfonso VIII, forradas en esta nueva fase en la que la Catedral irá adquiriendo una fisonomía plenamente gótica. El enorme grosor de los primitivos muros impedía otra solución que no fuera la que finalmente adoptaron.

Esta nueva fase que hemos denominado Gótica se divide a su vez en dos momentos claramente diferenciados entre sí desde el punto de vista constructivo. Los distinguiremos en adelante denominándolos fase A y fase B respectivamente.

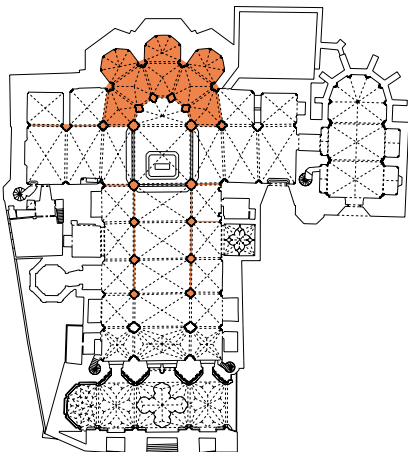


Imagen 19. Planta bóvedas Gótico A

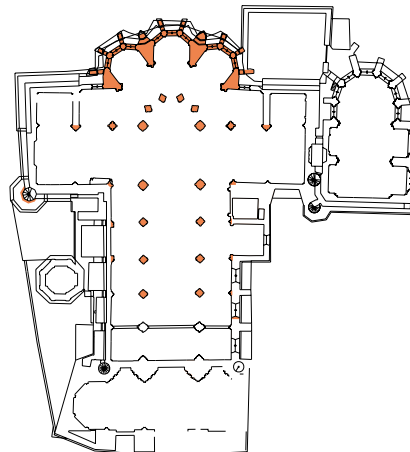


Imagen 20. Planta paso de ronda Gótico A

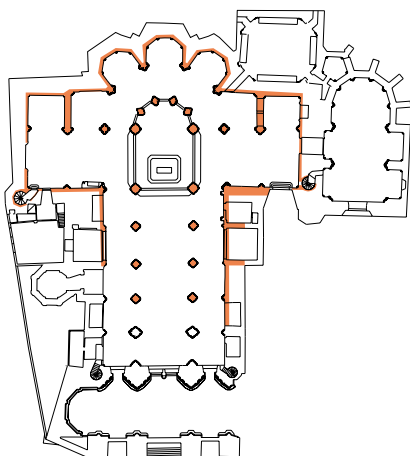


Imagen 21. Planta baja Gótico A

1.3.1 GÓTICO A

a. Su conservación

Fase caracterizada por determinados rasgos de carácter formal y constructivo que se concentran sobre todo en la cabecera de la Catedral –aunque no únicamente– y que han sido descritos en capítulos anteriores¹⁶:

- Aparejo de sillería caliza (lumaquela), de módulo de gran tamaño, dispuesta a tizón en las hiladas inferiores y a sogá en las superiores.
- Ausencia total de gafas y marcas de cantero en los sillares.
- Talla realizada con gradina de trazo mediano o grueso.
- Perfiles específicos en las basas de pilares y pilastras, así como en las cornisas existentes en los contrafuertes del paso de ronda de la cabecera, mostradas en el capítulo dedicado a la cronotipología.

Los artifices de esta fase tuvieron que adecuarse a la obra iniciada por Alfonso VIII, así como éste tuvo que hacerlo respecto a las estructuras anteriores a él. Esta sucesiva readecuación de las nuevas fábricas a las ya existentes constituye un rasgo

de máxima importancia para descubrir las causas de muchas de las patologías estructurales que sufrirá la Catedral en el futuro. Más adelante tendremos ocasión de insistir nuevamente sobre lo mismo.

La obra de este periodo comenzó al interior, con un forro de sillería que fue ennoblecendo la fábrica del proyecto anterior. Este revestimiento –cuyos rasgos hemos descrito– cubría la vieja fábrica de mampostería hasta una altura cercana al paso de ronda, aunque no en todos los lugares se haya conservado hasta hoy día. Para su ejecución se procedió al robo parcial de la obra anterior en aquellas zonas de la cabecera en las que la altura alcanzaba el paso de ronda, tal y como se aprecia en el corte de las aspilleras al que nos referíamos.

Pero esta labor de revestimiento no fue la única que se acometió en esta fase. Se procedió también al levantamiento de las ventanas de los absidiolos y las de cada una de las capillas rectangulares contiguas a aquellos, se abovedó el espacio correspondiente a los tres absidiolos y a la girola, comenzó el cerramiento de los espacios que habían quedado libres en el proyecto de Alfonso VIII –nave de la epístola– y se levantaron parcialmente los pilares de separación entre las naves hasta el tramo segundo. Todo ello conllevó, obviamente, la amortización de la mencionada iglesia nº 2, ubicada a los pies de la actual Catedral.

b. Su cronología

La cronología de todas las actividades descritas ha podido ser precisada por los datos procedentes de las excavaciones arqueológicas y completada con importantes aportaciones de los especialistas en Historia del Arte.

Para proceder a esta fase de trabajo, el espacio que tras el proyecto de Alfonso VIII había quedado entre los absidiolos y la girola fue ocupándose con rellenos, con la



Imagen 22. Aspecto general de los absidiolos, construidos en la fase Gótico A. Estos absidiolos fueron levantados en dos fases de obra. En la primera de ellas se levanta la mitad meridional, avanzando hacia el norte en un segundo momento



Imagen 23. Aspecto de uno de los rellenos que colmataban los absidiolos. El que se aprecia en la fotografía corresponde al momento en que se estaban construyendo las bóvedas de la cabecera, y se ven claramente los desechos de talla diseminados por el suelo

intención de ganar cota y proceder a las diversas actividades ya descritas. La estratigrafía conservada, en este sentido, ha resultado de una importancia extraordinaria. Pero, previamente, conviene efectuar algunas consideraciones sobre este espacio de la cabecera.

Los vanos a los que venimos haciendo referencia constantemente –descubiertos durante el proceso de excavación de los absidiolos de la girola– plantean algunas cuestiones para las que no tenemos todavía respuesta clara. Con su cota de arranque ca. 90 cm por debajo del suelo de uso de la futura obra gótica y su dintel ca. 60 cm por encima, su apertura en los gruesos paños denuncia una articulación distinta del espacio interno, un proyecto diferente por completo. ¿A qué necesidades respondían estos vanos? ¿Cuál pudo ser su funcionalidad?. Su profundo derrame las inhabilita como saeteras y parece concederles, por el contrario, una funcionalidad lumínica. Sólo cabe pensar en ellas como puntos de iluminación de una cripta que iba a ocupar toda la cabecera del templo que proyectaron los artífices de Alfonso VIII y sus sucesores. Construido el testero a pie de ladera, sólo una solución como ésta les permitía salvar el desnivel y alcanzar la cota suficiente para el piso de la nueva construcción.

Con el cambio de proyecto efectuado durante el reinado de Alfonso X, los artífices de este monarca abandonaron la solución de la cripta, optando por amortizar este espacio con potentes rellenos que levantarán el pavimento hasta la cota que históricamente hemos conocido. Su excavación arqueológica ha sido sumamente útil para dar cronología a los distintos momentos constructivos.

Un primer relleno que se adosa a la obra iniciada por Alfonso VIII, contiene restos de los mampuestos de calcarenita procedentes del robo mencionado y restos de talla del forro de lumaquela que nos ocupa.

Seguía a este relleno una serie de estratos con hallazgos numismáticos sumamente significativos. El primero de ellos correspondía a un suelo de gran potencia, utilizado durante la mayor parte de la obra gótica de Fase A, con abundantes restos de talla tanto de la calcarenita del mampuesto como de la lumaquela del forro y que responde, sin duda, al proceso de robo y chapado al que nos referíamos. Ofreció una moneda de Alfonso X (1252-1284).

Con la intención de elevar la cota de los suelos de obra, en el momento de acometer el remate y cubrimiento de los ábsides se procedió a rellenar el espacio utilizado hasta entonces. La notable cantidad de monedas recuperadas en este potente paquete de rellenos y su homogeneidad –11 monedas de Alfonso X (1251-1284)– denuncian que fue durante el reinado de este monarca cuando se ejecutó gran parte de la obra de esta Fase A del período gótico. La aparición de una moneda de Sancho IV (1284-1295) en las cotas finales del relleno parece indicarnos que esta fase continuó durante el sucesor del monarca sabio. Todo ello nos permite ubicar la actividad constructiva de esta fase en una horquilla cronológica que puede situarse sin error en la segunda mitad del siglo XIII.

Cabe preguntarse sobre el estado en el que pudo quedar la construcción tras la actividad llevada a cabo por Alfonso X y su sucesor. Sabemos que la iglesia existente a los pies fue derruida ante el avance del nuevo templo. Éste, sin embargo, sólo pudo estar medianamente terminado en la zona de su cabecera, incluyendo el crucero. Las bóvedas de crucería sólo cubrían en esta fase los tres absidiolos y la girola, por lo que cabe suponer que el resto de los techados de la cabecera tuvieron carácter líneo, cerrándose el templo hacia los pies con un hastial provisional a la altura, probablemente, del tramo contiguo al presbiterio.

1 Histórico. Evolución constructiva de la Catedral de Santa María

1.3 Alfonso X. El cambio de proyecto

1.3.2 Gótico B

1.4 Siglos XV-XVI. Sustitución de bóvedas lígneas por bóvedas de fábrica y terminación del templo

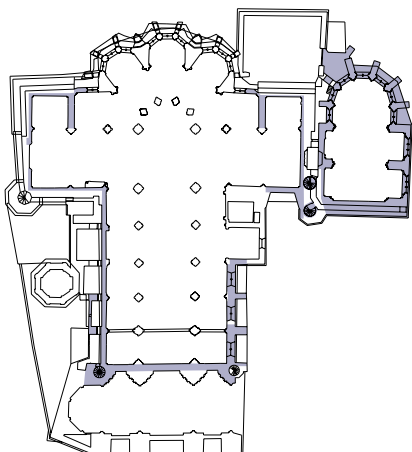


Imagen 24. Planta paso de ronda Gótico B

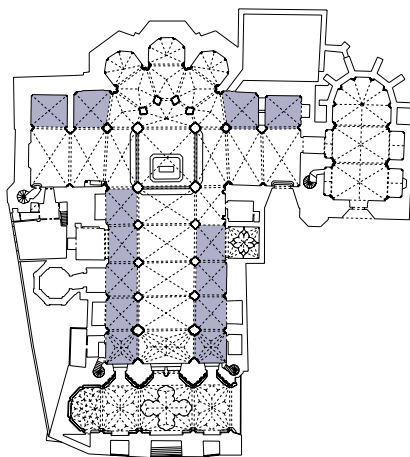


Imagen 25. Planta bóvedas Gótico B

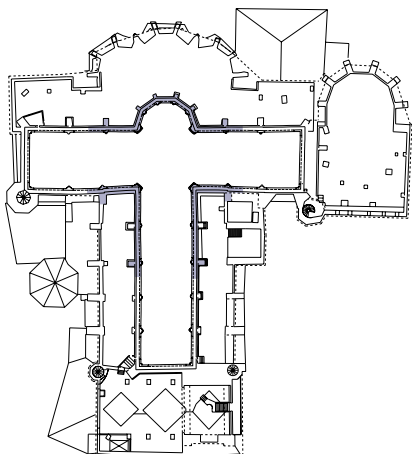


Imagen 26. Planta triforio Gótico B

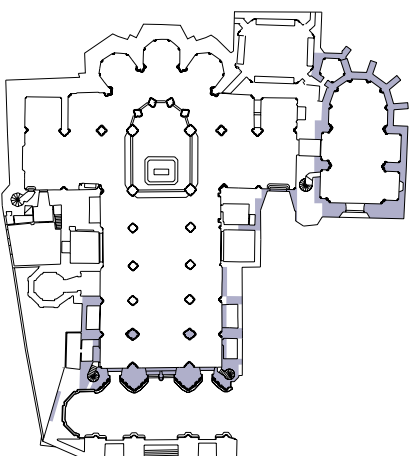


Imagen 27. Planta baja Gótico B

1.3.2 GÓTICO B

La construcción de la iglesia quizá sufrió un parón de algunos años, difíciles de precisar, aunque no parece que fueran muchos. Lo que resulta claro del análisis de la fábrica es la presencia de nuevos artifices, denunciados por un cambio radical en los modos constructivos. Cambia el módulo de los aparejos (haciéndose más pequeño y más alargado horizontalmente), cambian también las trazas dejadas por los instrumentos de cantería (ahora con una gradina de trazo más fino), aparecen por primera vez marcas de cantero –desconocidas hasta el presente en el templo– y evolucionan los rasgos iconográficos con una escultura decorativa distinta a la del período anterior.

a. Su conservación

Los artifices que participaron en la construcción de Santa María en esta segunda fase del gótico fueron los responsables, en términos generales, de la imagen actual de templo catedralicio. Consiguieron cerrar su perímetro tal y como hoy lo conocemos. Para ello levantaron la portada de Santa

Ana en el paño occidental del crucero del sur; llevaron los pies del edificio hasta su punto actual con la adición de dos nuevos tramos; cerraron éstos con una magnífica portada hoy protegida por un pórtico más tardío; abrieron otra portada al norte y de la que nos queda como testimonio el tímpano reubicado en la capilla de Todos los Santos; acometieron la construcción de la capilla de Santiago, adosándola extramuros al viejo proyecto iniciado por Alfonso VIII; procedieron, finalmente, a la elevación del nivel superior de la Catedral con la construcción del triforio.

b. Su cronología

La arqueología no ha podido ofrecer para esta fase una cronología absoluta. Del análisis estratigráfico de su fábrica quedaba claro únicamente que nos encontrábamos ante una actividad constructiva posterior a la Fase A. Ha sido en esta ocasión el análisis de la escultura decorativa ofrecida por los historiadores del Arte la que ha permitido algunas precisiones de tipo cronológico.

La portada de Santa Ana –una de las primeras actividades constructivas de esta fase– ha sido fechada por la Dra. Lucía Lahoz a comienzos del segundo tercio del siglo XIV. La puerta de la epístola –Juicio Final– del pórtico occidental en la segunda mitad del mismo siglo, la puerta del evangelio –San Gil– en torno a 1350 y la puerta central en torno a 1360-70. Sabemos, por otra parte, que la capilla de Santiago estaba finalizada para finales de siglo puesto que el benefactor Abaunza ordenó la sustitución de sus bóvedas de madera por otras nuevas de piedra en el año 1401. Todo, pues, nos invita a pensar que este segundo impulso constructivo del gótico fue obra de Alfonso XI y que, iniciándose aproximadamente en la segunda década del siglo XIV, se prolongó hasta los últimos años de la centuria.

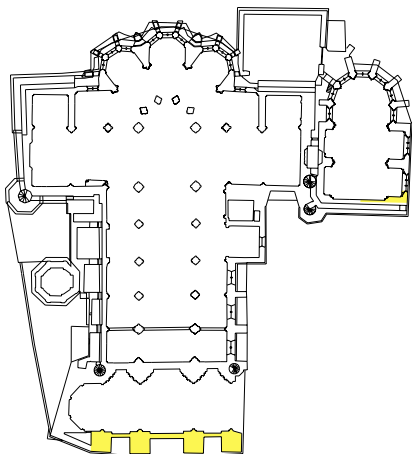


Imagen 28. Planta paso de ronda siglo XV

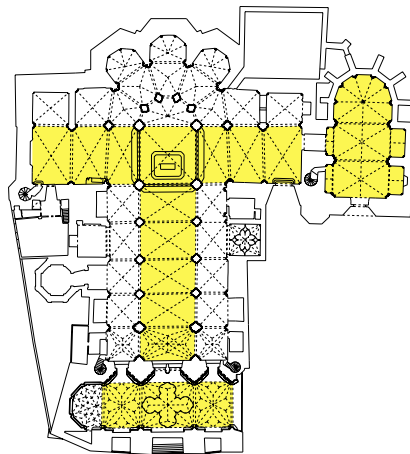


Imagen 29. Planta bóvedas siglo XV

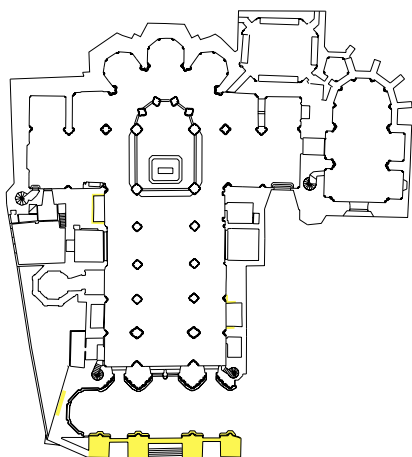


Imagen 30. Planta baja siglo XV

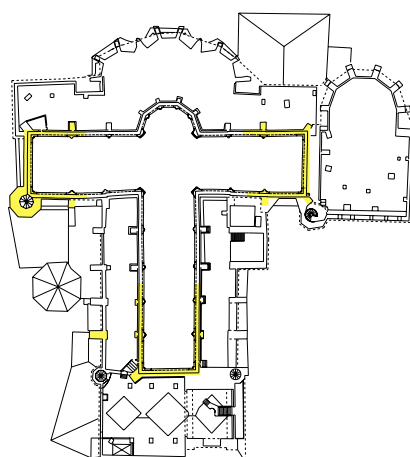


Imagen 31. Planta triforio siglo XV

1.4 SIGLOS XV-XVI. SUSTITUCIÓN DE BÓVEDAS LÍNEAS POR BÓVEDAS DE FÁBRICA Y TERMINACIÓN DEL TEMPLO

El 7 de octubre de 1496 se otorgó la bula de traslación de la Colegiata de Armentia a Vitoria. Su cumplimiento se retrasó hasta el 14 de febrero de 1498. Santa María, simple parroquia hasta entonces, se convierte en Iglesia Colegial, a través de una operación llevada a cabo por la oligarquía vitoriana “para prestigiar su ciudad y convertirla en centro eclesiástico del territorio”¹⁷. Como ha señalado recientemente este autor, con este traslado se trataba “en primer lugar, de destacar a Vitoria como un espacio urbano, un sujeto político y un espacio eclesiástico y, en segundo lugar, de justificar la creación de la Colegiata lo cual, a su vez, resalta todavía más la grandeza de la propia ciudad que alcanza de este modo, desde el punto de vista eclesiástico, el rango más próximo al de sede episcopal”¹⁸.

Este acontecimiento histórico explica y justifica el proceso de *engrandecimiento*, *embellecimiento* que se realizó en Santa María a fines del XV y durante toda la centuria siguiente y que, como veremos, será el *responsable* en buena medida de los males que aquejan hoy a la Catedral.

La actividad constructiva, sobre todo durante el XVI, es frenética: se construye la torre, el coro, las capillas de San Juan, de la Inmaculada Concepción, Altar del Cristo, San Roque, San Marcos, de los Reyes, San Bartolomé, San José, San Prudencio, la Piedad, magníficos sepulcros como los de los Ortiz de Caicedo o de Cristóbal Martínez de Alegría y Martín Sáez de Salinas, etc.

Hubo otras intervenciones de carácter estructural que, aunque menos aparentes desde el punto de vista artístico o estético fueron, sin embargo, infinitamente más decisivas para el futuro del edificio.

1 Histórico. Evolución constructiva de la Catedral de Santa María

1.4 Siglos XV-XVI. Sustitución de bóvedas lúneas por bóvedas de fábrica y terminación del templo

1.4.1 Bóvedas de madera. Argumentos textuales

1.4.2 Bóvedas de madera. Argumentos estructurales

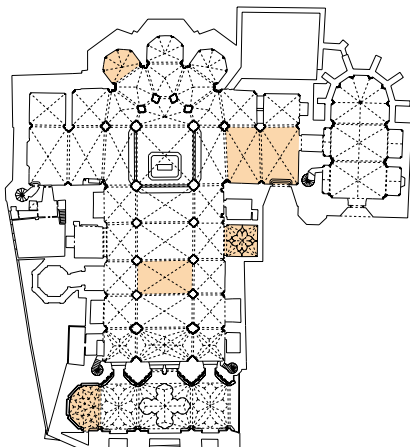


Imagen 32. Planta bóvedas siglo XVI

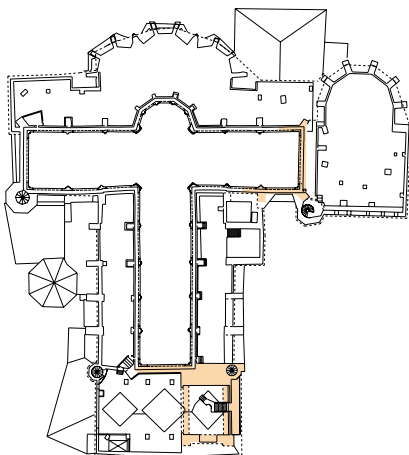


Imagen 33. Planta triforio siglo XVI

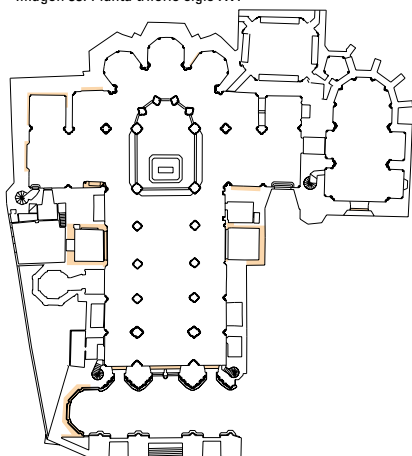


Imagen 34. Planta baja siglo XVI



Imagen 35. Pintura del año 1544, donde se representa el aspecto general de la ciudad de Vitoria. Se aprecia claramente el encintado defensivo, así como el trazado de las calles. Arriba a la izquierda, la Catedral (Archivo Municipal de Vitoria/Gasteiz)

Durante los siglos XV y XVI se van levantando los tramos superiores no rematados en la fase anterior, se procede a la construcción de bóvedas de piedra en los nuevos tramos, a la sustitución de las bóvedas lúneas en los antiguos y a la construcción de los primeros arbotantes. Las diferencias constructivas de este periodo con los anteriores estriban principalmente en el tipo de traza dejada por el útil de cantería –gradina de trazo mediano y grueso–, así como en los rasgos de carácter formal empleados en la construcción del triforio.

Estos siglos son los responsables, en buena medida, de los problemas estructurales del edificio catedralicio. En las centurias siguientes se limitarán a luchar denodadamente contra problemas generados bastante antes. Detengámonos, pues, en esta cuestión.

Hemos dicho que la actual Catedral –en su parte construida para esa fecha– tuvo bóvedas de madera hasta el siglo XV, siglo en cuyas postrimerías se inició la sustitución de los antiguos cubrimientos lúneos por nuevas bóvedas de piedra. El afán de ennoblecimiento de la nueva Colegiata por parte de la oligarquía vitoriana fue, sin duda, uno de los factores que impulsaron estas obras de sustitución. ¿En qué nos apoyamos para proponer esta hipótesis? Los datos son de distinta índole, constituyendo la suma de todos ellos creemos que un argumento contundente.

1.4.1 BÓVEDAS DE MADERA. ARGUMENTOS TEXTUALES

Tenemos la enorme fortuna de contar con un manuscrito escrito por Fr. Juan de Vitoria entre los años 1580 y 1585, que ha



Quintas Fotográficas

Imagen 36. Sepulcro de Don Martín Saez de Salinas, construido durante el siglo XVI y posteriormente trasladado hasta su actual ubicación

sido muy poco utilizado quizá por estar publicado en una colección de temas genealógicos. Este religioso alude reiteradas veces a las bóvedas de madera de las iglesias de Vitoria. Las referencias se multiplican hasta el punto¹⁹ que resulta imposible dudar sobre la veracidad del testimonio.

De lo dicho caben inferir las siguientes conclusiones. Existieron bóvedas de madera en San Pedro, San Ildefonso y Santa María, es decir, en las tres iglesias góticas más antiguas de la ciudad. No hay mención alguna a San Miguel o San Vicente, edificaciones ya del siglo XV.

Nada de esto resulta extraño, si tenemos en cuenta la gran tradición que el País Vasco tuvo en el arte de la carpintería. La publicación sobre “Las iglesias de madera en el País Vasco”, obra de Alberto Santana y prologada por el arquitecto Enrique Nueve, con sorprendentes y magníficos ejemplos de bóvedas lígneas, constituye un buen ejemplo de ello²⁰. El libro, sin embargo, no acierta cuando defiende que esta tradición debió ser algo exclusivo, únicamente de la vertiente cantábrica del País Vasco.

1.4.2 BÓVEDAS DE MADERA. ARGUMENTOS ESTRUCTURALES

Pero existen otras razones deducidas del análisis estratigráfico del edificio que resultan aún más contundentes. Sin poder entrar ahora en detalles de microestratigrafía (como la existencia de algunas ménsulas para el apoyo de durmientes de madera), avanzaremos únicamente los aspectos más sobresalientes, remitiéndonos a los capítulos III.2.3 y II.4.2.4 para mayores especificaciones de tipo estructural.

- Tal y como se ha podido comprobar tras el análisis estratigráfico del edificio, la obra que se ejecutó durante el siglo XIV careció originalmente de arbotantes (los actuales son todos ellos muy posteriores). Parafraseando a J. Heyman cuando señala que “la bóveda de piedra requiere, para su estabilidad, un arbotante (...) y viceversa, la presencia de arbotantes confirma la existencia de una bóveda de piedra”²¹, podemos añadir nosotros que la inexistencia de arbotantes en la obra original del siglo XIV está denunciando precisamente la ausencia de empujes.

- En relación con el punto anterior existe otro dato claramente coadyuvante. Gran parte de los vanos que luce actualmente la Catedral apenas tienen treinta años y son una recreación del siglo XX. Pues bien, los vanos originales –que sí existieron– se ubican precisamente en la obra del siglo XIV que carecía de arbotantes en el momento de su construcción. Es decir, se rasga el muro precisamente en aquellos paños que carecían de contrarrestos. Esta aparente contradicción –este *atrevimiento*– sólo se explica si los cubrimientos que descansaban sobre esos paños eran suficientemente ligeros como para, aparte de no necesitar contrarrestos, pudieran permitir la apertura de vanos.

- Otro tanto cabe decir de la increíble debilidad de la sección del triforio, diseño carente de lógica de haberse construido para soportar grandes empujes procedentes de bóvedas de piedra y que, junto a la ausencia de contrarrestos, la apertura de vanos, el vaciamiento de los pilares del crucero a la altura del triforio, etc, sólo encuentran explicación en unos empujes poco preocupantes.

- Ninguna de las bóvedas altas (tanto de la nave como del crucero) fue construida coetáneamente con la obra del gótico B, sino en etapas constructivas posteriores claramente diferenciadas.

Todo cambiará durante los dos siglos siguientes, en los que se termina la construcción del templo y en los que el ennoblecimiento del edificio con cubrimientos de

1 Histórico. Evolución constructiva de la Catedral de Santa María

1.4 Siglos XV-XVI. Sustitución de bóvedas lúgneas por bóvedas de fábrica y terminación del templo

1.4.2 Bóvedas de madera. Argumentos estructurales

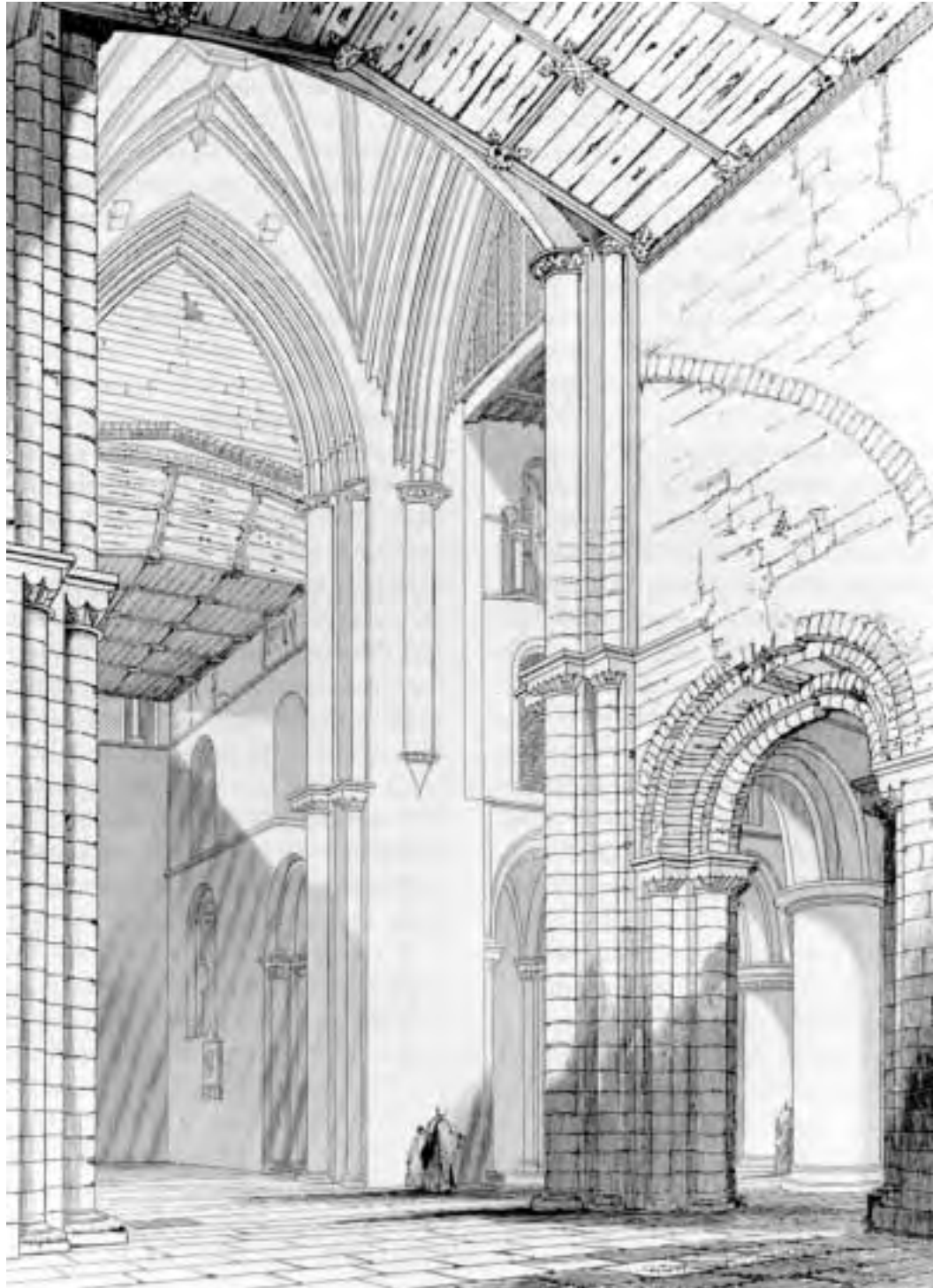




Imagen 38. Cuando se sustituyen las bóvedas de madera por las de piedra, fue necesaria la introducción de refuerzos para contrarrestar los empujes. En la fotografía, vista de los arbotantes de la nave meridional

Imagen 37 (página anterior). La imagen reproduce un dibujo de 1840 de la Catedral de Carlisle (Inglaterra). El ejemplo sirve para ilustrar cómo en algunas iglesias coexistían bóvedas de piedra con bóvedas de madera, tal como sucedió en Santa María. El caso de la imagen se asemeja mucho a una de las fases constructivas de la Catedral de Vitoria, cuando en 1401 se manda construir la bóveda central en piedra, estando aún sin terminar el triforio. En ese momento, el resto del edificio estaba cubierto por bóvedas lígneas como se muestra en el texto, ofreciendo un aspecto similar al del grabado. (Imagen extraída de Carthy, M. R. "The origins and Development of the Twelfth-Century Cathedral Church at Carlisle", en Tatton-Brown. T. Mumby, J. (eds.), *The Archaeology of Cathedrals*, p. 39)

piedra alterará definitivamente las condiciones de equilibrio anteriores. Los criterios constructivos cambian radicalmente. Al introducir bóvedas de piedra en los nuevos tramos se verán obligados a construir también los primeros contrarrestos exteriores. Ya no se atreven, sin embargo, a rasgar los nuevos muros superiores (a pesar de que estos sí contaban con arbotantes). Se diseñaron ciegos, y de este modo, ciegos, han permanecido hasta la intervención del siglo XX que los abrió peligrosamente.

Cabe preguntarse, finalmente, si el carácter líneo de las bóvedas del siglo XIV tuvo carácter provisional, estuvo motivado

por un deseo de abaratar costes o por criterios estructurales. Generalmente son los argumentos de carácter economicista los que prevalecen entre quienes han analizado la arquitectura de madera. Pero, como indica Enrique Nuere, "la elección de la madera como material de construcción puede depender exclusivamente de razones técnicas" y sugiere la necesidad de "analizar el edificio en sí, comprobar las características de los cimientos de la fábrica, la estructura de sus muros, así como las posibilidades de contrarresto de empujes de todas las bóvedas". "Sin conocer estos datos —dice—, cualquier hipótesis sobre las intenciones

1 Histórico. Evolución constructiva de la Catedral de Santa María

1.4 Siglos XV-XVI. Sustitución de bóvedas lógicas por bóvedas de fábrica y terminación del templo

1.4.2 Bóvedas de madera. Argumentos estructurales

1.5 Siglo XVII. Primera alarma general

iniciales del proyecto es aventurada²². Nosotros sí hemos estudiado el edificio –creemos que suficientemente– y, con los datos disponibles estamos en disposición de proponer, al menos como hipótesis, que la elección de la madera por parte de los constructores del siglo XIV tuvo intención de perdurabilidad, basada en el conocimiento del edificio y sus características técnico-estructurales.

Los artifices de mediados del siglo XIV sabían que buena parte de la sillería del interior era un mero revestimiento efectuado algunos decenios antes. Ellos mismos tuvieron que seguir forrando las zonas superiores del viejo proyecto iniciado por Alfonso VIII. Eran conscientes, por tanto, de la escasa resistencia de este sistema constructivo y de los peligros de “deshojamiento” que conllevaba. Las endoscopias efectuadas durante el Plan Director han confirmado este supuesto, corroborando la lectura estratigráfica efectuada en el edificio.

Conocían perfectamente, por otra parte, la torturada geometría del edificio que heredaban de generaciones anteriores, un edificio que era en realidad varios edificios, varios proyectos superpuestos. Ellos mismos tuvieron que superar este grave *handicap* creando quiebras en el triforio, inexplicables si no fuera por razones estructurales impuestas. Si es cierto, como señala Heyman que “empujes y grietas dependen de la geometría de la estructura y que (...) los secretos de los canteros medievales se encuentran precisamente en las reglas geométricas”²³ no resulta difícil imaginar las prevenciones que tuvieron que sentir los constructores del XIV ante un edificio de geometrías casi imposibles.

No hay que olvidar, finalmente, la topografía en la que asienta la Catedral. Sabemos por los sondeos geotécnicos llevados a cabo que desde los pies del templo hasta la cabecera existe un desnivel de al

menos 6 m. La construcción se levanta, pues, en una pronunciada ladera, cuestión ésta nada desdeñable. Como señala E. Nuere –recogiendo una idea del prof. Barrio Loza– “la frecuente construcción en laderas pudo ser una de las razones de esta elección, y es evidente que la mayor ligereza de la solución en madera facilitaba enormemente el complejo problema que plantea la cimentación de una construcción pesada sobre un terreno inclinado, y máxime si esta construcción ha de contrarrestar empujes que en definitiva han de sujetarse precisamente en ese terreno”²⁴.

Existen, pues, argumentos para no desdeñar una intencionalidad por parte de los artifices medievales. Sea como fuere, lo cierto es que nos encontramos ante un edificio que no había sido diseñado para soportar grandes empujes y que, en consecuencia, carecía de contrarrestos suficientes. Cuando, durante los siglos XV y XVI, se procede a la construcción de bóvedas de piedra, y a la sustitución de las viejas estructuras lógicas, se altera gravemente el equilibrio estructural para el que el edificio había sido diseñado. Aunque se procura poner remedio a la situación construyendo los primeros arbotantes (“fuera ya de período gótico, cuando el sentido de las reglas se había perdido”, tal y como recuerda Heyman) los intentos resultan insuficientes. El edificio sufre. No solamente recibe cargas que no puede soportar, sino que su propia estructura es una estructura ortopédica de compleja geometría porque está readecuada sucesivas veces a construcciones preexistentes.

1.5 SIGLO XVII. PRIMERA ALARMA GENERAL

En este siglo comienzan a realizarse las primeras intervenciones de refuerzo y arreglo en las zonas altas de la nave central y cruceros, ante el inicio de los problemas



Imagen 39. Vista exterior (desde el oeste) del crucero meridional. En la parte alta del muro, se aprecia claramente el recrecido realizado en mampostería para soportar las cubiertas de madera y así aligerar el peso sobre las bóvedas

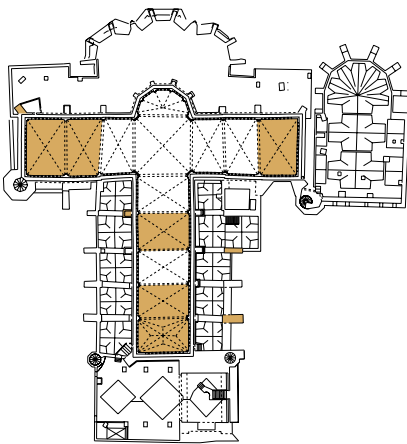


Imagen 40. Planta bóvedas siglo XVII

estructurales que manifiesta el edificio. Se ejecuta, principalmente, la reparación de las bóvedas en los tramos 1, 2 y 4 de la nave central y de los tramos 1 y 2 del crucero del evangelio, así como en el primero de la epístola. Además se levantan contrafuertes y arbotantes en la nave alta, recreciendo todo su perímetro para liberar de cargas a las bóvedas que hasta este momento habían soportado directamente la presión de la cubierta (probablemente de lajas de piedra).

Conservamos varios documentos de 1647 que poseen un interés extraordinario, en los que se registra toda esta serie de obras, reflejando a la vez un sentimiento de alarma general por el estado del edificio: se tiene, por primera vez, la percepción clara de una amenaza de ruina generalizada. La descripción responde a una situación límite. A pesar de la gran intervención ejecutada, reconstruyendo bóvedas, liberando a todas ellas de carga y articulando una nueva cubierta de carpintería, la solución no fue suficiente. Recogemos algunos párrafos expresivos, extraídos de la documentación:

“...En conformidad de la horden que se le viene dada a edificado, reparado y adrezado las bóvedas de la nave prinzipal de la dicha yglesia y los arcos torales que para seguridad de la dicha nave están por la parte de fuera a la parte del cierzo. Y que respecto de que se a reconocido que el danno que a avido en las dichas bóvedas ha causado el que estava edificado el texado sobre ellas y que con su gran carga a hecho flaquear los arcos y capuchos en que estaban fundadas. Y que para escusar mucho danno y que quede seguro lo nuevamente adrezado y edificado a sido nezessario levantar las paredes maestras de la dicha nave principal por ambas partes y edificar sobre ellas de nuevo el dicho texado, dexando libres y sin cargas las dichas

bóvedas. Y que es lo mismo conbiene que se aga lo que corresponde al texado hazia la parte del coro como sobre lo de la capilla de nombre de Jesús. Y lo que corresponde a la parte de Santiago y que en la bóveda de la dicha parte amenaza también ruina y conbiene el repararla...y que fuera de todo lo suso dicho la torre de la dicha yglesia tiene muy gran danno por estar desplomado todo su chapitel...”.

“Sin reparar: lo que al presente necesita de reparar en dicha yglesia de Santa María es de lebantar todos los tejados así de la nave principal como los cruceros al paso y forma que están los que se an adreçado por estar fundados sobre las bóvedas, y ser esto causa de aber rebentado los arcos torales y cruçero y aber desplomado las paredes principales/como se a bisto en lo adreçado y se be al presente en el crucero y bóvedas del ámbito de la capilla del nombre de Jesús, que aunque no es tan grande el danno como el adreçado, en las costas será considerable pues esfuerça apearlo y sólo las manos de esto y de la carpintería setecientos reales. Y así mismo las bóvedas del pórtico principal de la yglesia capilla de Santiago también de dicha yglesia están en el mismo dano y defecto de tener fundados los tejados en ellas y necesitan del mismo reparo de ponerles tejados con sus tirantes y tijeras, dejando las dichas bóvedas libres, como todo ello lo tienen declarado el padre Longares, Sebastián Mamesti, Pedro Martínez de Recalde, Juan de Setién y otros oficiales”.

“Sennor. Los parroquianos en forma de parroquia legítimamente congregados de la colegial de Santa María de esta çidad. Dicen que siempre an tenido gran confianza en la misericordia de nuestro sennor, y después en las atenciones y cristiandad de tan digna República como vuestra sennoría de que no abía de berse aquella yglesia en la ruyña efetiba de todas sus bóvedas y

- III 1 Histórico. Evolución constructiva de la Catedral de Santa María
- 1.5 Siglo XVII. Primera alarma general
- 1.6 Siglos XVIII-XIX. Lucha contra la ruina
- 1.7 Siglo XX. Restauración del arquitecto M. Lorente
- 1.7.1 Supresión de arcos codales



Imagen 41. Fotografía realizada en 1962, anterior al descubrimiento de la portada de Santa Ana. Se observa claramente el contrafuerte que se adosaba al crucero meridional, construido por el arquitecto Saracibar en 1856. (Archivo Municipal de Vitoria/Gasteiz. Autor: S. Arina. Ref: LFM-336-3(6))

otros grandes edificios, como se podía juzgar mirándose la materia sólo por las fuerzas y sustancia del cabildo de los señores canónigos de ella y por las de sus parroquianos. Y por el peligro grande en que estaban las dichas bóvedas y edificios con el discurso del tiempo que todo lo acaba y por no estar los tejados en el armamento necesario para que no hiciessen danno a los dichos edificios y bóvedas, porque no ay fábrica tan cabal que sea perpetua en todo. Lo primero de la confianza en nuestro señor milagrosamente parece que se a logrado preserben las bóvedas restas principales lo que tenía mayor peligro sin él, aunque a sido dando para ello el dicho cabildo duçientos ducados y cogiendo limosna general, solicitándola vuestra señoría en forma devida por las calles. Y abiéndose echo un repartimiento entre los parroquianos, a sido sensible por la pobreza de los tiempos, tanto que para su cobrança se a sacado mandamiento del señor obispo y se procura cobrar por bien y con esperas asta más no poder porque los parroquianos no desamparen la parro-

quia, y están en enpenno la plata de la sacristía. Y suplicado al señor obispo de licencia para tomar la parroquia duçientos ducados a censo porque todo este esfuerzo no alcança a poder pagar mill ducados que se an gastado en el adreço que se a echo”.

1.6 SIGLOS XVIII-XIX. LUCHA CONTRA LA RUINA

Los siglos XVIII y XIX constituyen un claro ejemplo de la lucha de los vitorianos contra el permanente estado de ruina de su iglesia principal, agravado en ocasiones por dramáticos sucesos, como el incendio acontecido el 20 de enero de 1856, o las ocupaciones militares llevadas a cabo durante las guerras carlistas.

El principal artífice de esta denodada lucha será el arquitecto M. Saracibar, quien levantará dos enormes contrafuertes en 1856 y 1870 para estabilizar los movimientos existentes en ambos cruceros. En el año 1856 construye el primero de ellos junto al muro occidental del crucero de la epístola, sacrificando con ello la Capilla de



Imagen 42. Fotografía del año 1963, efectuada durante las obras de eliminación de la mitad del contrafuerte de 1856, y el descubrimiento de la portada de Santa Ana bajo la dirección del arquitecto Lorente Junquera. (Archivo Municipal de Vitoria/Gasteiz. Autor: S. Arina. Ref: LFM-397-4(3))

los Reyes y la magnífica portada de Santa Ana. En un documento de este año se describe el mal estado de la zona, con peligro de sufrir un *accidente desagradable*. Pocos años después, en 1870, levanta otro contrafuerte adosado al cierre occidental del crucero del evangelio, amortizando nuevamente otra capilla, esta vez la de Santa Victoria.

Además de estos dos grandes estribos, se efectúa otra serie de intervenciones como son la edificación de un arbotante y la reconstrucción de otros dos en la nave del evangelio, la introducción de un arco codal en el crucero del evangelio, reparaciones en contrafuertes y estribos, etc. De esta manera se procuraba poner remedio a los problemas estructurales del edificio sin advertir, sin embargo, que solucionando una patología se corría el riesgo de crear otras nuevas. La traslación de empujes que genera el machón de crucero norte, detectado por el profesor Croci²⁵, constituye un buen ejemplo de lo dicho.

1.7 SIGLO XX. RESTAURACIÓN DEL ARQUITECTO M. LORENTE

La última intervención importante sobre el edificio fue la realizada por el arquitecto M. Lorente durante la década de 1960, actuación que modificó sustancialmente el aspecto general de la Catedral. Los criterios que movieron la restauración fueron principalmente estéticos, intentando *devolver* al edificio un aspecto gótico *puro* que nunca había tenido hasta entonces. Para ilustrar esta motivación puramente estilística y estética, se puede señalar que el mayor presupuesto de la obra fue el destinado a la eliminación de revestimientos. Estas actuaciones, lejos de resolver los problemas estructurales, los agravó en una medida no desdeñable. Por ejemplo, la eliminación de más de la mitad del contrafuerte del crucero sur (levantado un

siglo antes), propició la reactivación de los movimientos hacia el oeste del crucero de la epístola.

Las principales intervenciones efectuadas en este momento, de 1960 a 1967, están claramente descritas por el propio responsable, y a sus palabras nos remitiremos:

1.7.1 SUPRESIÓN DE ARCOS CODALES

“Con razón los vitorianos han llamado a estos arcos, *arcos del miedo*. La eliminación de los que más afean los efectos perspectivas del interior de la Catedral es punto esencial de nuestro programa de restauración”. “Fue por tanto la desaparición de los arcos codales, el punto crítico de la restauración... Estos arcos codales, que según hemos visto aparecen llamados “soarcos” en el Catálogo de Monumentos, por estar a nivel inferior de los de las bóvedas, tienen por objeto equilibrar los empujes de las naves laterales, hacia el interior de la nave central, porque los pilares resultaban demasiado débiles para resistir por sí solos. En la Catedral de Vitoria, dichos arcos eran diez hasta el año 1962 y en la actualidad quedan seis, después de haberse derribado los cuatro que había en la nave principal. Los seis que quedan, tres en cada brazo del crucero, entorpecen la visión del conjunto mucho menos que los de la nave principal. Además, su eliminación la consideramos costosísima y prácticamente imposible, para realizarse con un mínimo de garantías de seguridad. La eliminación de los cuatro de la nave principal, que hemos suprimido, ha sido operación atrevida, pero relativamente sencilla. Al observar que la flexión o pandeo de los pilares, hacia el interior de la nave central, era resultado de los empujes de las naves laterales, para evitar esta acción ha bastado atirantar con tensores metálicos dichas naves, para que los arcos codales resultasen superfluos. Así, después de atirantar las naves bajas o

III 1 Histórico. Evolución constructiva de la Catedral de Santa María

1.7 Siglo XX. Restauración del arquitecto M. Lorente

1.7.1 Supresión de arcos codales

1.7.2 Supresión de los enlucidos históricos

1.7.3 Apertura de nuevos vanos

1.7.4 Descubrimiento de la portada de Santa Ana

laterales, en sus arcos fajones, con cuatro tensores de acero redondo de 20 mm, se procedió a desmontar las enormes dovelas de los arcos codales, desde un andamiaje proyectado para servir simultáneamente de apeo de los mismos arcos y de acodalamiento supletorio de los pilares, durante el curso de la operación”.

1.7.2 SUPRESIÓN DE LOS ENLUCIDOS HISTÓRICOS

“Otra fase importante de la restauración que ahora se incluye es el picado de los paramentos verticales, ya que la bella calidad de la piedra caliza está oculta por duros enlucidos, cuya existencia es casi inexplicable, si no llega a aceptarse la explicación que nos parece ahora absurda, de que en siglos pasados, se revistiesen los muros por motivos de higiene en periodos de peste”. “Pero uno de los trabajos que más ha influido para devolver a la Catedral su carácter de monumento medieval ha sido la limpieza general de los paramentos, descubriendo la piedra, que estaba recubierta con más de 1 cm de espesor de enlucidos y pintura. Esta limpieza, que por la fuerte adherencia de los revestimientos, ha sido un trabajo duro y costosísimo, ha devuelto al monumento la belleza que es resultado de la presencia o evidencia estructural. De modo semejante, en el exterior se han restaurado los paramentos de mampostería al descubierto, consolidando y repasando las juntas, en las zonas basamentales y en las de coronación de los muros”.

1.7.3 APERTURA DE NUEVOS VANOS

“En las zonas altas de la nave y de los brazos del crucero, se han abierto ventanas, repitiendo las tracerías de las que se han encontrado cegadas. Las de la nave son en ojo de buey y las del crucero son en arco apuntado. Estas ventanas se han cerrado con vidrios claros de color, con emploma-

dos de trazado geométrico. Todos los pavimentos se han renovado, enlosándose con piedra caliza natural, de tonalidad casi igual a la de los muros y pilares, con lo que se ha obtenido una gran unidad en el conjunto”.

1.7.4 DESCUBRIMIENTO DE LA PORTADA DE SANTA ANA

“Para descubrir la portada por completo, ha sido preciso cortar en chaffán la mitad del contrafuerte, desde su coronación hasta la base y además dejar el chaffán suspendido sobre la portada, por medio de una trompa plana en capuchina o voladizo... También para dejar esta portada algo más visible, fue preciso eliminar otro contrafuerte de esquina, de la capilla inmediata de San Bartolomé. Se hizo sin riesgo alguno, ya que según se desmontaba el contrafuerte, las hiladas de los muros se zunchaban con hierros redondos de 6 mm”. (Textos extraídos de los diversos informes conservados en el Archivo Diocesano y Archivo Histórico Provincial).

NOTAS

1. Las preexistencias, descubiertas mediante las excavaciones arqueológicas llevadas a cabo durante el Plan Director, han sido expuestas brevemente en páginas anteriores (pp. 654-660) por lo que resulta aconsejable remitirse a ellas para comprender algunas de las informaciones que, de forma más sucinta aún, recogemos en estas líneas. Ahora las presentamos, no como avance de las excavaciones arqueológicas, sino como partes de la interpretación general de la evolución de la Catedral, e integradas con la lectura estratigráfica del propio edificio ("el edificio como yacimiento"). En este capítulo –de carácter interpretativo– exponemos la secuencia constructiva por Grupos de Actividades. Para cotejar las Actividades y Unidades Estratigráficas que corresponden a cada una de ellas, véase pp. 194-199. Pero, incluso para su mejor contextualización, conviene tener presentes también los resultados de las excavaciones llevadas a cabo más recientemente –finalizado ya el Plan Director y durante la ejecución de las prescripciones que marcaba este documento–. Nos referimos a las investigaciones arqueológicas del año 2000 tanto en la plaza de Santa María como en el solar de la Sacristía de los Beneficiados, de las que presentamos un breve avance en las páginas 680 a 687. Resulta sumamente gratificante comprobar que las interpretaciones que adelantamos en su momento sobre los escasos testimonios que proporcionaron las primeras excavaciones, están recibiendo una espectacular confirmación en las excavaciones efectuadas en el año 2000.
2. Uno de los valores añadidos que ha ofrecido –y va a seguir ofreciendo– la restauración de la Catedral de Santa María ha sido el descubrimiento de los orígenes de la primitiva Gasteiz, prácticamente ignotos hasta la fecha. Las excavaciones llevadas a cabo durante el Plan Director fueron sorprendentes, pero no pasaron de ser un pequeño anticipo de lo que nos espera por saber. Las excavaciones que, durante el año 2000, se han efectuado en la plaza han sobrepasado todas las expectativas que teníamos. Una vez más, el subsuelo se confirma como un rico archivo lleno de informaciones valiosísimas. Sólo es preciso poner los medios –metodológicos y financieros– para saber leerlas correctamente. La tentación de ir haciendo públicos los resultados es grande, pero la arqueología no es precisamente una actividad periodística. Si hay algo antagónico a nuestra disciplina es precisamente la primicia, el sensacionalismo y la prisa. Sólo a modo de pequeño avance, pues, es como adelantamos algunos de los resultados más sobresalientes.
3. G.A.1, G.A.72, G.A.3, G.A.4, G.A.5, G.A.6.
4. No se olvide que estamos refiriéndonos a los resultados de 1998.
5. Cfr. p. 157
6. No constituye en realidad una preexistencia, por ser inmediatamente posterior a la obra iniciada por Alfonso VIII.
7. Hay que recordar que se descubrieron únicamente medios pilares, es decir, aquellas mitades que miraban al tramo excavado.
8. Archivo Histórico Provincial. Protocolos notariales. Cristóbal de Aldana (6970), s/f.
9. Archivo Diocesano, L.F.234, 1537-1590, R 1, fol. 17v. "...para que podades suplicar a sus magestades manden facer merced de aprobar e conformar e si neçesario fuere dar liçençia de nuevo para que una puerta a pedimiento de esta dicha iglesia, canónigos, parrochianos de ella se abrió en el muro viejo que está junto a la dicha yglesia a la parte de la calle de la burulleria, que es dentro de los muros de la dicha çiudad en parte desaprovechada, por ser cosa muy neçesaria a los vezinos e moradores de esta çiudad que biben en las calles de la burulleria e cuchilleria e pintoreria e calle nueva para gozar de las yndulgencias e perdones de la dicha yglesia e de los debinos ofiçios que en ella se diçen. Que a causa de estar la dicha yglesia apartada y en parte fraguosa y en esta tierra hazer grandes inviernos asi de aguas como de niebes no podian gozar ni benir a las procesiones. E asi bien porque de abrirse la dicha puerta se da y a dado mas acompañamiento a la dicha yglesia de que Dios nuestro señor y su madre bendita son mas serbidos e por las causas suso dichas a pedimiento de esta dicha yglesia, canónigos e parrochianos de ella, la justia e regimiento de esta dicha çiudad que a la sazón en ella gobernaban dieron liçençia a la dicha yglesia, dignidades, canónigos e parrochianos de ella, puede aver tres annos, la qual con su liçençia se abrió e se hizo la caleja, comprando el suelo esta dicha yglesia e la hizo empedrar. E para que en nonbre de

esta dicha yglesia podays suplicar a sus magestades como dicho es para que manden aprobar e confirmar la dicha liçençia..."

10. Es probable que carecieran de licencia de apertura por no haber pagado todavía los costos. Es significativo en este sentido que, habiendo recurrido a la Corona en 1539, exista constancia en los Libros de Mayordomía de la Catedral del libramiento de una partida económica precisamente al año siguiente de la reclamación.
11. "...la justia e regimiento de esta dicha çiudad que a la sazón en ella gobernaban dieron liçençia a la dicha yglesia, dignidades, canónigos e parrochianos de ella, puede aver tres annos, la qual con su liçençia se abrió e se hizo la caleja, comprando el suelo esta dicha yglesia e la hizo empedrar".
12. Como en este punto la muralla efectuaba un quiebro hacia el sur, la tercera puerta sufre un retranqueo respecto de la línea de las dos anteriores.
13. En su mitad superior. El resto quedaba oculto bajo el actual suelo de la Catedral.
14. Las excavaciones llevadas a cabo en la plaza de Santa María en el año 2000 descubrieron las cimentaciones del paño occidental del transepto del sur. Desconocemos todavía si este paño iniciaba o no su giro hacia los pies. Podemos, pues, afirmar que el proyecto iniciado por Alfonso VIII cerraba completamente los brazos menores de la cruz. Las investigaciones previstas para los años 2001 y 2002 ayudarán, sin duda, a responder éstas y otras cuestiones todavía pendientes.
15. La lectura estratigráfica fue confirmada por las distintas endoscopias que se efectuaron y que vinieron a confirmar la existencia del "forro" que comentamos.
16. Cfr. p. 141.
17. J. R. Díaz de Durana, "Una operación exitosa de la oligarquía vitoriana para prestigiar su ciudad y convertirla en centro eclesiástico del territorio: el traslado de la Colegiata de San Andrés de Armentia a Santa María de Vitoria", *Primer Congreso Europeo sobre restauración de catedrales góticas (20-23 de mayo de 1968)*, (e.p.).
18. *Ibidem*.
19. *Referencia genérica*: "Y así vemos en todas las parroquias (de Vitoria) cuyas bóvedas eran de madera se hicieron de piedra y toba en tiempo de los Reyes Católicos" (p.209). *Iglesia de San Ildefonso*: "Eran lo alto de esta capilla mayor y todas las bóvedas de la iglesia de madera y tabla, arcos de madera, etc., y todo pintado y canteado de colorado, como las bóvedas y arcos de las otras iglesias que yo vi. Tomó Juan López de Arrieta, de quien se dice en el libro, cap. 25, que fundó mayorazgo, etc, la capilla mayor e hizo el retablo y las bóvedas de la capilla mayor de piedra, y sus sucesores van mejorando mucho toda la iglesia con bóvedas de piedra, fuertes pilares, etc (p. 209). *Iglesia de San Ildefonso*: "Los Maestros pusieron por lo dicho sus armas, creo que por lo dicho, en San Ildefonso, la cual iglesia han mejorado los Arrieta, que tomaron la capilla mayor haciendo sus bóvedas de piedra y toba que todos conocimos ser de tabla pintada de cantería, como la bóveda de Santa María que también es ya de piedra". *Iglesia de San Pedro*: "La parroquia de San Pedro dio a los Maturanas (...) el suelo de la capilla mayor de pared a pared para entierro porque hicieron las bóvedas con parte de la pared de piedra que antes era de madera" (p. 208). *Iglesia de San Pedro*: "y debió ser que las bóvedas y cierta parte de la pared fueron al principio hechas de piedra y las bóvedas en madera y tabla, como vimos la iglesia de San Ildefonso poco ha tener bovedas de tabla (sic), y que los Maturanas hicieron las bóvedas de la capilla mayor de piedra como ahora están" (p. 218). *Iglesia de San María*: "Este Martín de Abaunza hizo las bóvedas de la capilla mayor de Santa María, dejó en su testamento mandado que se acabase a su costa que antes era de madera. Están ahí sus armas" (p.263). *Iglesia de Santa María*: "Martín de Abaunza, hijo de la casa de Abaunza (...) hizo las bóvedas de la capilla mayor de Santa María y la capilla de Santiago" (p. 206). *Iglesia de Santa María* (ya recogida en referencia a San Ildefonso): "bóvedas de piedra y toba que todos conocimos ser de tabla pintada de cantería, como la bóveda de Santa María que también es ya de piedra". (J.L. de Vidaurrága e Inchausti, "Compendio histórico nobiliario de la obra 'Comienzan los libros de la Antigüedad de España, etc.' de fray Juan de Victoria, especialmente a lo tocante a la Provincia alavesa y su capital de Vitoria", en J. de Querxeta, *Diccionario Onomástico y Heráldico Vasco*, Tomo VI, Bilbao, 1975).

20. A. Santana (coord.), *Ars Ligneá. Zurezko elizak Euskal Herrian. Las iglesias de madera en el País Vasco*, Madrid, 1996.
21. J. Heyman, *Teoría, historia y restauración de estructuras de fábrica*, Madrid, 1995.
22. E. Nuere, *Prólogo*, en A. Santana (coord.), *Ars Ligneá. Zurezko elizak Euskal Herrian. Las iglesias de madera en el País Vasco*, Madrid, 1996, pp. 20-22.
23. J. Heyman, *Teoría, historia y restauración de estructuras de fábrica*, Madrid, 1995.
24. E. Nuere, *Prólogo*, en A. Santana (coord.), *Ars Ligneá. Zurezko elizak Euskal Herrian. Las iglesias de madera en el País Vasco*, Madrid, 1996, pp. 20.
25. G. Croci, G. Carluccio, A. Viskovic, "Análisis estructural de la Catedral Vieja de Santa María de Vitoria", *Primer Congreso Europeo sobre restauración de catedrales góticas (20-23 de mayo de 1968)*, (e.p.).

ADDENDA: LAS EXCAVACIONES ARQUEOLÓGICAS EN LA CATEDRAL DE SANTA MARÍA Y LOS ORÍGENES DE VITORIA-GASTEIZ (AVANCE DE LA CAMPAÑA DEL AÑO 2000)

Uno de los valores añadidos que ha ofrecido –y va a seguir ofreciendo– la restauración de la Catedral de Santa María ha sido el notable aumento de nuestros conocimientos sobre los orígenes de la primitiva Gasteiz, prácticamente ignotos hasta la fecha. Sobre este tema escribimos recientemente un estudio (A. Azkarate, 1997) en el que, dejando de lado algunas propuestas imaginarias surgidas en el contexto de las corrientes vascoantabristas del pasado, rechazábamos también la pretendida reducción de la Victoriaco de Leovigildo (581 d.C.) con la Victoria fundada por Sancho VI de Navarra (1181 d.C.). Fundada y rebautizada sobre un lugar habitado al que los lugareños denominaban Gasteiz –“*quo antea vocatur Gasteiz*”, dice el monarca navarro– nada o casi nada sabíamos, sin embargo, de esta antigua población.

Al no haber aparecido restos protohistóricos ni romanos en las sucesivas remociones y sondeos efectuados en el Campillo, se fue imponiendo la idea de la juventud del asentamiento de Gasteiz (apoyada en una incorrecta interpretación del topónimo, *gaste*=joven). La realidad, sin embargo, es muy distinta.

Existían datos de antaño que apuntaban ya en sentido contrario al de la opinión generalizada, pero no se habían interpretado correctamente. Nos referimos a algunos restos arqueológicos que procedían de las obras que en el Campillo se llevaron a cabo entre 1864 y 1883 y en las que se recuperaron diversas armas –algún Scramasax o espada de un solo filo– que pertenecen sin duda a contextos cronológicos próximos a los de la importante necrópolis de Aldaieta (Nanclares de Gamboa) –cuyo primer volu-

men ha visto la luz recientemente–, es decir, a una horquilla temporal que puede extenderse entre los siglos VI y VIII d.C. Cabía pensar, en consecuencia, que los orígenes de Vitoria-Gasteiz pudieran remontarse, al menos, a aquellos siglos tardoantiguos.

Las investigaciones llevadas a cabo durante el Plan Director ya produjeron alguna sorpresa (aportando materiales cerámicos de época romana y un elenco importante de restos constructivos de época prefundacional), pero no pasaron de ser un pequeño anticipo de lo que nos espera todavía por conocer. Las excavaciones que, durante el año 2000, se han efectuado en la plaza han sobrepasado las expectativas que teníamos. Una vez más, el subsuelo se confirma como un rico archivo lleno de informaciones sumamente valiosas. Tan sólo es preciso poner los medios –metodológicos y estratégicos– para saber leerlas correctamente.

No resulta fácil sintetizar, en el breve marco que se nos permite, el complejísimo registro arqueológico documentado durante ocho meses de trabajo en la plaza de Santa María. Trataremos, pues, de recoger únicamente las ideas que nos parecen más sustanciales para la comprensión de la rica secuencia diacrónica existente.

a. Época romana

Sobre el cerro que, con el tiempo acogió primero a Gasteiz y luego a Vitoria, hubo sin duda algún tipo de asentamiento hace casi dos mil años. Nada conocemos, sin embargo, sobre su entidad, su morfología, su funcionalidad, ni siquiera su duración (las cerámicas recogidas hasta el día de hoy ocupan una horquilla cronológica que va desde el siglo I al IV después de Cristo y contamos con una moneda del siglo IV). A juzgar por los restos conservados, no parece una ocupación especialmente significativa. Pero es el primer eslabón seguro en los antecedentes históricos de la ciudad.



César San Millán

Imagen 43. Vista general de la excavación, con los agujeros de poste y pozos practicados en la roca

No existe, por el momento, constancia de eslabones anteriores. Es incorrecto, sin embargo, hablar de una "Gasteiz romana", puesto que este topónimo es, con seguridad, de época posterior.

b. Época tardoantigua

¿Existe algún dato sobre ese segundo eslabón? Creemos que sí y así lo defendimos en su día en el trabajo al que antes nos referíamos y en el que llamábamos la atención sobre algunas armas expuestas en los Museos de Arqueología y de Armería y recuperadas en el Campillo entre 1864 y 1883. Su similitud con las armas recuperadas en la importante necrópolis de Aldaieta

(Nanclares de Gamboa) nos hizo modificar la fecha que se les atribuía (siglo XIII), adelantándola al siglo VII de nuestra Era. ¿Por qué, entonces, nos resistimos a ubicar algunos de los restos aparecidos en la Catedral durante los siglos VI-VII?. Sencillamente, porque no tenemos todavía una seguridad razonable. Más bien al contrario. Los enterramientos característicos de estos siglos (como los descubiertos en Aldaieta) contienen habitualmente ajuarés personales y depósitos funerarios (objetos de adorno, armas, cuencos, etc.) en una práctica funeraria que desaparecerá durante el siglo VIII por influencia del cristianismo. Pues bien, son bastantes ya las tumbas excava-

das en la Catedral y sus inmediaciones y no existe, por el momento, atisbo alguno de aquellas costumbres.

c. Desde el siglo VIII a la fundación de Sancho el Sabio en 1181

La arquitectura doméstica altomedieval. Aquí van aumentando nuestras seguridades, aunque con reservas (las ideas que se avanzan en este breve resumen deben ser tomadas, por tanto, con todas las reservas que requieren las hipótesis de trabajo). Constituye, sin duda, el capítulo más rico de cuantos se han documentado hasta el presente. Los rasgos más significativos serían los siguientes:

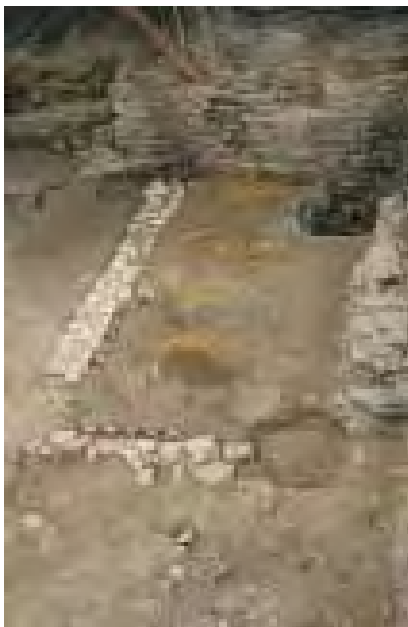


Imagen 44. Primer edificio en piedra con sus tres hogares alineados

Primera fase: arquitectura íntegramente lúnea

Perforando el estrato geolúgico de la plaza de Santa María se ha documentado una notable cantidad de agujeros de poste, rozas y silos con diferente funcionalidad, forma y dimensión. Pertenecen, sin duda alguna, a las huellas dejadas por el primitivo asentamiento de Gasteiz, erigido en una arquitectura construida con materiales perecederos. La densidad de estos testimonios tallados en roca (casi 200 en un espacio que no alcanza siquiera los 350 metros cuadrados) refleja la intensa ocupación del lugar durante un período ininterrumpido de varios siglos. La diacronía de los testimonios conservados queda evidenciada por la existencia de rellenos que cubren algunas estructuras rupestres y sobre los que se excavan otras nuevas, observándose asimismo unos agujeros cortados por otros.

La individualización de las estructuras ofrece una notable dificultad, aunque pueden identificarse con claridad algunas de ellas¹. En este breve avance, sin embargo, vamos a fijarnos únicamente en el extremo más oriental de la plaza. Aquí la roca de la colina desciende en ladera y, gracias a ello, hemos conservado *in situ* una secuencia estratigráfica ininterrumpida, desde por lo menos el siglo IX hasta la fecha actual. La historia de mil cien años o más, fosilizada bajo el suelo de la plaza. Una ocasión única que no es nada frecuente en contextos urbanos, como ya se sabe. Al haber tenido la plaza usos cementeriales hasta el siglo XVII y desde esa fecha en adelante usos públicos, su subsuelo se ha conservado mejor que en otros lugares del casco histórico vitoriano. Al caer en ladera, además, se han ido formado sucesivos rellenos que, como resultado, han sellado hasta la actualidad, parte de la historia de aquella Gasteiz primitiva.

En este sector contiguo a la portada de Santa Ana puede observarse la existencia de una gran habitación construida sobre grandes postes de madera de la que conocemos sólo una parte por estar oculta por la torre del proyecto iniciado por Alfonso VIII y por la plaza todavía no excavada. Existen paralelos en el mundo anglosajón (*longhouse*), aunque resulta algo precipitado –ya que desconocemos todavía su morfología y sus dimensiones reales– adjudicarle ninguna funcionalidad.

Segunda fase: arquitectura mixta

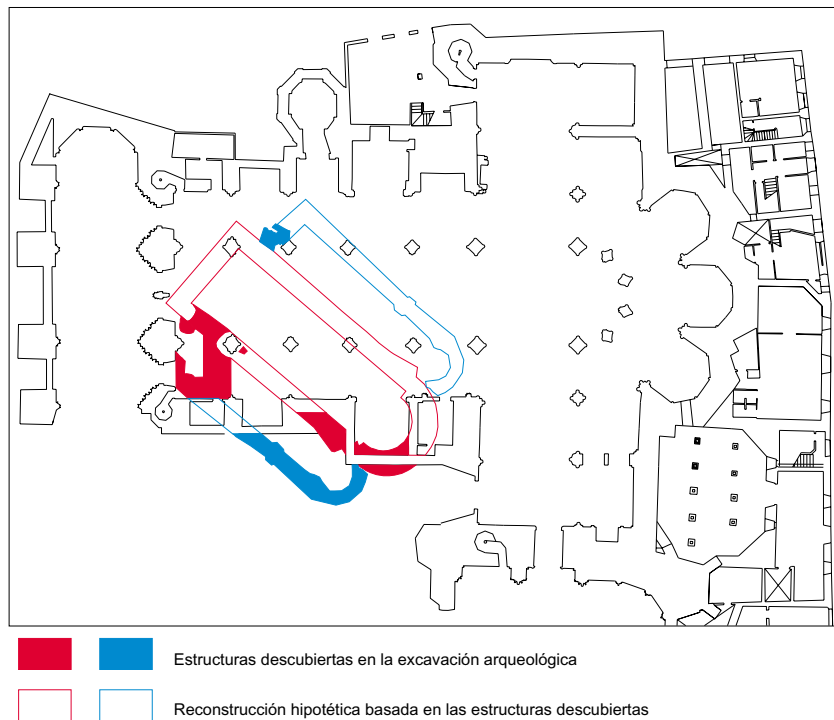
Esta segunda fase marca un punto de inflexión en los modos constructivos del primitivo asentamiento de Gasteiz². Sobre un nivel de amortización de las estructuras lúneas descritas en el capítulo anterior, las excavaciones arqueológicas han exhumado hasta seis estructuras habitacionales que –repartidas por todo el espacio excavado– comparten rasgos comunes. Las plantas parecen rectangulares en todas ellas y la técnica de construcción es mixta: zócalos de piedra unida con arcilla; alzados de madera y ramas entrecruzadas manteadas de arcilla en los que, en ocasiones, se alternaban pies derechos de madera sujetos en agujeros tallados en roca; techumbres de material perecedero; suelos de tierra apisonada y hogares en el interior de las estancias.

- Sector oriental. No describiremos ahora pormenorizadamente todas ellas, puesto que serán objeto de tratamiento extensivo en la publicación correspondiente. Sí nos detendremos, en cambio –por su notable riqueza estratigráfica y su alto valor informativo– en la secuencia de diversas estancias superpuestas que se observa en el sector oriental del espacio excavado al que antes nos referíamos. Para recorrer la secuencia de este sector, recordemos de nuevo la gran construcción lúnea que describíamos en la fase anterior, porque este



Imagen 45. Necrópolis asociada a la primera iglesia

Imagen 46. A la derecha, planta de la primera iglesia



espacio –privilegiado ya por el porte y dimensiones de la estructura mencionada– continuará manteniendo este privilegio en los siglos sucesivos.

Durante esta segunda fase, el espacio que ocupaba la *longhouse* de madera está ocupado también por una gran estancia de la que, por los mismos motivos que en el caso anterior, desconocemos las dimensiones. En esta estancia se han excavado hasta cuatro suelos diferentes, todos ellos con sus hogares o fuegos bajos. En el tercero de los suelos eran tres –organizados en hilera– los fuegos bajos existentes³. (Ver imagen 44)

Tercera fase

Estamos ya en el siglo XI. Desaparecen las viviendas que se observaban en los dos periodos anteriores y en su lugar se erige una iglesia con su espacio cementerial, dato éste de la máxima importancia histórica

en el que ahora no podemos extendernos. En adelante, solamente continuará con un uso habitacional el mismo espacio que vimos ocupado en la primera fase por la *longhouse* y en la segunda por la gran estructura con los distintos suelos y hogares. Estamos, sin duda, ante un espacio privilegiado –un espacio de poder– en torno al que se organiza el urbanismo de esta zona de la primitiva Gasteiz. No resultaría descabellado pensar, incluso, que fueran los poseedores de este espacio quienes hubieran promovido la construcción de la primera iglesia de Santa María. Es a finales de esta fase cuando se produce la concesión de la carta puebla a Gasteiz, cambiando de denominación al lugar que, en adelante se llamará Victoria.

La primera iglesia fue, en su origen, de una sola nave y tuvo una torre en su extremo suroccidental. Esta iglesia fue posteriormente ampliada con dos nuevas naves

III 1 Histórico. Evolución constructiva de la Catedral de Santa María

Addenda: Las excavaciones arqueológicas en la Catedral de Santa María y los orígenes de Vitoria-Gasteiz.
(Avance de la campaña del año 2000)



César San Millán

Imagen 47. Necrópolis de la iglesia gótica

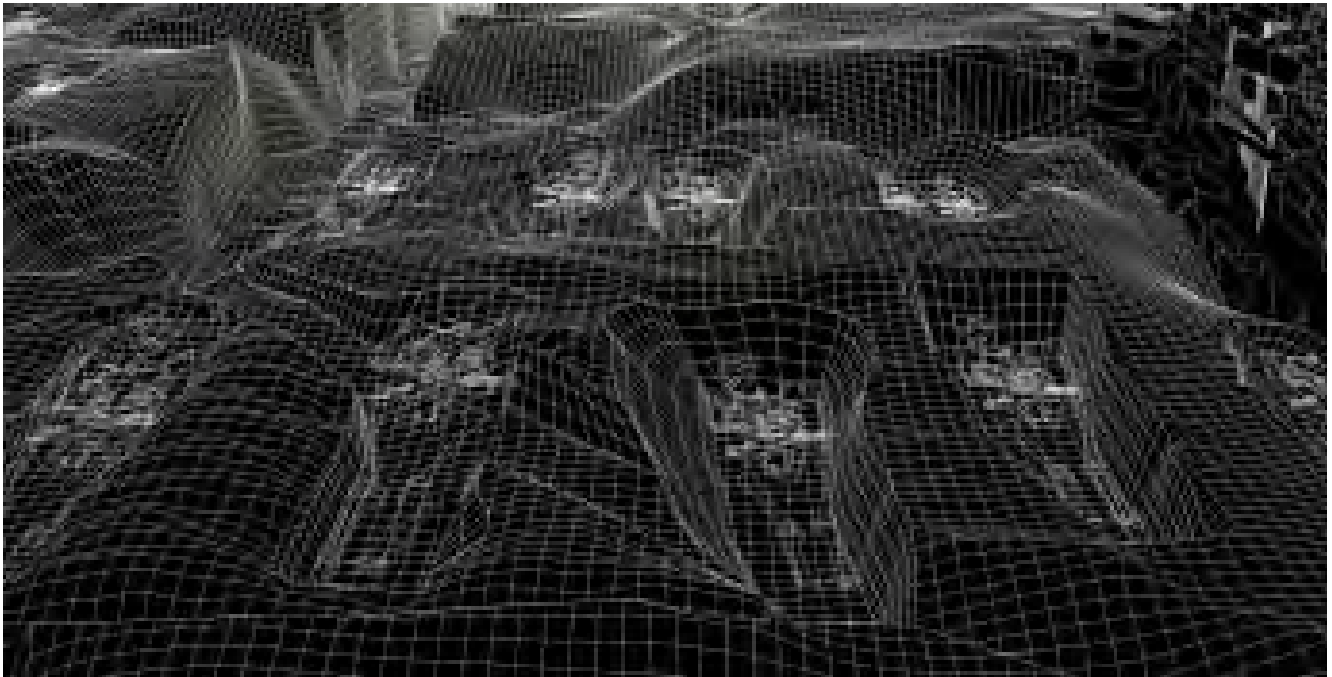


Imagen 48. Fotogrametría de la necrópolis



Imagen 49. Atarjea del siglo XIX utilizada para evacuar las aguas procedentes de las bajantes de la Catedral



Imagen 50. A la derecha, uno de los hoyos para la fundición de campanas documentadas durante la excavación

laterales, representadas con el trazo azul. En su entorno fue creciendo una necrópolis de la que se han excavado hasta el momento numerosas tumbas.

d. Alfonso VIII (1158-1214)

Tras la conquista de 1200 y el incendio de 1202, el monarca castellano inicia en Vitoria una importante actividad constructiva que modificará notablemente la configuración urbanística de la ciudad. La ampliación del tejido urbano hacia occidente con tres nuevas calles (Correría, Zapatería y Herrería) constituía hasta el momento el único testimonio conocido de este fenómeno. El proceso de investigación llevado a cabo en la actual Catedral de Santa María, sin embargo, ha enriquecido notablemente nuestro conocimiento a este respecto. A la vez que ampliaba la ciudad por poniente, Alfonso VIII procedió también al mejor cerramiento del perímetro urbano por el norte,

poniendo en marcha un sorprendente y ambicioso proyecto: la construcción de una gran iglesia que cumpliera un doble objetivo. Mejorar, por una parte, la defensa de la ciudad y, por otra, crear un templo que, por sus dimensiones, respondiera al ambicioso proyecto urbano emprendido.

En lo referente al tema que nos ocupa –la excavación parcial de la plaza– la gran obra que iniciara el monarca castellano, y que continuaron sus sucesores durante la 1ª mitad del siglo XIII, acabó con el urbanismo preexistente. La zanja de fundación de la torre contigua a la portada de Santa Ana corta, en efecto, y amortiza todos los vestigios de época anterior.

e. Alfonso X (1252-1284)

Con este monarca se inicia la construcción de una iglesia gótica sobre el proyecto inacabado de Alfonso VIII. En la plaza, la construcción de esta iglesia (actual Catedral)

lleva asociada otra extensa necrópolis en la que los enterramientos (dos centenares) se orientan con el nuevo eje axial. Esta necrópolis crecerá con la iglesia, perdurando hasta el siglo XVI.

Además de esta necrópolis, y durante su período final, han aparecido restos de actividades industriales asociadas a la construcción de la Catedral. El caso más significativo son los moldes descubiertos que sirvieron para la fundición de campanas.

f. Siglo XVII

Se abandonan los usos cementeriales del espacio excavado, se arrasa y nivela el terreno y se procede a la construcción de un espacio público similar al actual.

g. Siglos XVIII-XX

Los restos posteriores responden a canalizaciones y conducciones relacionadas con la infraestructura de la ciudad moderna.

ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE LA ARQUITECTURA DOMÉSTICA ALTOMEDIEVAL

Una de las cuestiones más importantes que están planteando las investigaciones arqueológicas en el subsuelo de la Catedral y sus inmediaciones es, sin duda, el hallazgo de un importante número de fondos de cabaña de época altomedieval. La difusión de la arquitectura en madera y en materiales perecederos durante la Alta Edad Media es un fenómeno estructural que caracteriza el registro material de gran parte de Europa occidental y constituye un fenómeno que viene recibiendo la atención de los investigadores europeos desde las primeras décadas del siglo XX.

Fueron fundamentalmente los alemanes los pioneros en la investigación de este fenómeno, con importantes intervenciones —ya en la década de los 30— (yacimientos de Stelle, Wittenwuth, Eime, Haldern, etc)

que recibieron un fuerte impulso avanzados los 50 (Warendorf —con más de 200 casas de madera de los siglos VII y VIII— Gladbach, Kirchheim, etc). La importante síntesis de P. Donat⁴ representa un ejemplo significativo de este tipo de estudios. Tras la Segunda Guerra Mundial los británicos se incorporaron también al estudio de la arquitectura lúgnea, con hallazgos de notable importancia tanto en el ámbito de la arqueología urbana como en el de los despoblados. Desde entonces los estudios sobre la arquitectura en materiales perecederos se han diversificado hasta el punto de merecer —a partir de los años 70— las primeras monografías y síntesis sobre las cabañas y la arquitectura doméstica altomedieval. Y otro tanto cabe decir de los franceses. El conocido asentamiento de Brébières o los de Villiers-le-Sec y Baillet constituyen notables ejemplos de este tipo de habitat altomedieval, sintetizado también en obras generales como las J. Chapelot y R. Fossier⁵ o regionales como la de B. Florin⁶. Puede consultarse también una síntesis reciente de Cl. Lorren y P. Perin⁷.

El reconocimiento de este tipo de estructuras, aunque más tardíamente, ha llegado también a regiones mediterráneas. Los testimonios exhumados en el foro de la ciudad de Luni⁸, en Brescia⁹, Poggibonsi¹⁰, etc, han puesto sobre el tapete interesantes cuestiones y dudas sobre cuál es el origen de este tipo de estructuras, excesivamente vinculadas quizá a contextos únicamente germánicos.

Siendo las cosas de esta manera en Europa, resulta cuanto menos bastante extraño la escasa atención que merece este importante capítulo de los siglos tardoantiguos y altomedievales en la Península Ibérica. Sin embargo es cierto que, en este ámbito geográfico, el poblamiento altomedieval constituye uno de los grandes retos de una práctica arqueológica que, desgraciadamente,

parece arrastrar un déficit conceptual y metodológico muy difícil de solventar, por lo menos en un corto espacio de tiempo. Recientemente se han publicado algunas novedades del máximo interés para tierras peninsulares¹¹.

Resulta obligado, por tanto, que los arqueólogos seamos conscientes de la importancia de unas estructuras que, en ocasiones, pasan desapercibidas o quedan relegadas a un tratamiento meramente anecdótico en las publicaciones. Pueden espigarse, en efecto, diversos testimonios en la bibliografía española que denuncian la existencia de estructuras en materiales perecederos con cronologías altomedievales. Y, aunque sea probable que en la Península Ibérica y, en general, en ámbitos meridionales no constituya un fenómeno tan generalizado, su presencia resulta indudable. Sirva como denuncia el caso italiano al que nos hemos referido y el caso de Vitoria que venimos comentando y nos ocupa.

Sus potenciales para el conocimiento del pasado altomedieval –tan desconocido todavía– resultan indudables. La existencia de una arquitectura en madera o en materiales perecederos no puede ser considerada únicamente como reflejo de pobreza o de un periodo de recesión. Desde un planteamiento estrictamente tecnológico, el recurso a este tipo de cabañas nos está mostrando la carencia de artesanos especializados y el recurso a ciclos productivos simplificados que requieren una escasa división y especialización de la mano de obra. Desde este punto de vista, este tipo de arquitectura es el que mejor se adapta a un medio social constituido por comunidades campesinas o estructuras familiares en las que no existe una gran jerarquización social o bien los grupos dirigentes no consiguen concentrar suficientes excedentes que permitan la existencia de artesanos especializados en el territorio.

Siendo pronto todavía para tratar de alcanzar conclusiones de cierto alcance para la arquitectura doméstica de la antigua Gasteiz, puede avanzarse –como hipótesis de trabajo– que la colina en la que se asienta estuvo ocupada en época altomedieval por comunidades campesinas que, a partir de un determinado momento –tal y como hemos visto– comienzan a desarrollar una arquitectura más compleja al socaire de un marco social y político cambiante que acabará con la integración del poblado en formaciones políticas de mayor alcance.

NOTAS

1. Cfr. A. Azkarate, J.A. Quirós Castillo, "Arquitectura doméstica altomedieval en la Península Ibérica. Reflexiones a partir de las excavaciones arqueológicas de la Catedral de Santa María de Vitoria-Gasteiz, (País Vasco)", *Archeologia Medievale*, (e.p.).
2. Entregado el texto a imprenta, nos ha llegado la primera datación radiocarbónica referida a esta zona: la muestra de la UE 18587, recogida sobre el primer suelo de la primera de las estructuras de arquitectura mixta ha ofrecido los siguientes resultados: 1061 ± 36 años BP (cal AD 895-1025 –2 sigma–). (CSIC-1724). El dato tiene una gran importancia porque ubica el punto de inflexión entre la arquitectura íntegramente efectuada en madera y la arquitectura mixta en el siglo X.
3. No podemos extendernos en la descripción de los numerosos hogares exhumados. Tipológicamente pueden ser tanto circulares (1,15 m de diámetro) como rectangulares (1,30 m x 1,00 m) o cuasi cuadrangulares (1,00 m, 0,90 m). En cualquiera de los casos, su técnica de ejecución es casi siempre muy esmerada. Se procede, en primer lugar, a su excavación en el suelo de la habitación correspondiente; se prepara, a continuación, una base constituida generalmente por cantos de río –bien solos bien mezclados con fragmentos cerámicos o escoria–; esta base, finalmente, se recubre cuidadosamente de arcilla muy decantada. En ciertas ocasiones se protege el hogar con un resalte perimetral que lo aísla del suelo circundante. En otras, este aislamiento se consigue con un círculo de piedras...
4. P. Donat, *Haus, Hof und Dorf in Mitteleuropa vom 7. bis 12. Jahrhundert. Archaeologische Beiträge zur Entwicklung und Struktur der baeuerlichen Siedlung*, Berlin, 1980.
5. (Le village et la maison au Moyen Age, Paris, 1980) J.Chapelot, R. Dossier, *Le village et la maison au Moyen Age*, Paris, 1980.
6. B. Florin, *L'habitat du haut Moyen Age en milieu rural dans le Nord-Pas-de-Calais (état de la question)*, Cambrai, 1983.
7. Cl. Lorren y P. Perin (eds.), *L'habitat rural du Haut Moyen ge (France, Pays-Bas, Danemark et Gran-Bretagne, Actes des XVe Journées internationales d'Archéologie mérovingienne*, Rouen, 1995.
8. B. Ward-Perkins, "Two Byzantine House at Luni", *Papers of the British School at Rome*, 45, 1981, pp. 91-98.
9. G. P. Brogiolo, (ed.), *Edilizia residenziale tra V e VIII secolo*, 4º Seminario sul tardoantico e l'altomedioevo in Italia centrosetentrionale, Mantova, 1994.
10. M. Valenti, *Poggio Imperiale a Poggibonsi: dal villaggio di capanne al castello di pietra. I. Diagnostica archeologica e campagne di scavo 1991-1994*, Biblioteca del Dipartimento di Archeologia e Storia delle Arti, 1, Florencia, 1996.
11. A. Vigil-Escalera, "Cabañas de época visigoda: evidencias arqueológicas del sur de Madrid. Tipología, elementos de datación y discusión", *Archivo del sur de Madrid. Tipología, elementos de datación y discusión*, *Archivo Español de Arqueología*, 73 (2000), pp. 223-252

2. ARQUITECTÓNICO

2.1 CONSTRUCTIVO

2.1.1 INTRODUCCIÓN

Aunque los objetivos prioritarios de la restauración de la Catedral son conseguir la perduración de su estructura dañada y la revitalización de su uso, tenemos que tener presente, que ambos objetivos, tienen su origen y su resolución en una serie de problemas constructivos. Al fin y al cabo, un edificio es una acumulación de materiales de origen natural dispuestos con un cierto orden para formar un espacio habitable con determinada utilidad y, en consecuencia, su restauración pasará siempre por su manipulación constructiva.

La posibilidad que existe en estos momentos de que la estructura de la Catedral se arruine pasa necesariamente por la evolución de los daños que padecen los materiales constructivos y las fábricas. Como se explica en el capítulo de diagnóstico estructural: si el sistema de cargas del edificio está equilibrado –y si no lo estuviera, el edificio ya hubiese colapsado– basta con asegurarse que las fábricas no se deterioren hasta fallar localmente en las partes donde se producen concentraciones de cargas, ya que con su error, arrastrarían al resto de la estructura.

Por otro lado, para usar correctamente un edificio es necesario una buena conservación y calidad de los materiales, de los sistemas constructivos y de las instalaciones técnicas, cualidades de las que actualmente adolece la Catedral. En general, la implicación de estos problemas tiene una doble dirección: por un lado, la falta de calidad constructiva impide un buen uso de la Catedral; pero por el otro, la falta de uso provoca un abandono de las tareas de mantenimiento y el aumento de la degradación constructiva.

De este modo, los problemas constructivos no aparecen solos, ni son problemas

aislados, sino que forman parte del conglomerado de problemas esencialmente imbricados que aquejan al edificio. Si decidimos plantear el estudio constructivo separándolo del estudio de los otros problemas se hace sólo para hacerlo más fácilmente comprensible.

Del mismo modo que hemos planteado el estudio constructivo, hemos ordenado este diagnóstico empezando desde los elementos más singulares, los materiales constructivos, para estudiar a continuación los problemas de los elementos constructivos y de los cuerpos de la edificación. En los capítulos de estudios estructurales y en el diagnóstico correspondiente se hace una evaluación del comportamiento estructural de esas fábricas, siendo este apartado estructural realmente un subcapítulo del conjunto de estudios constructivos, separado sólo por causa de la importancia que tiene el problema en este edificio concreto. Por su parte, la evaluación de problemas como las instalaciones técnicas o el acondicionamiento ambiental general –desde la calefacción a la iluminación o los servicios sanitarios– se hace en los capítulos de estudio funcional y en el diagnóstico correspondiente.

2.1.2 LA HUMEDAD

Desgraciadamente, la pérdida del uso de un edificio, acaba provocando la falta de mantenimiento y esta falta de mantenimiento, la degradación de los materiales y de la construcción que, poco a poco, convierten la estructura y los espacios en inhóspitos, desagradables, incómodos, lo que favorece su infrautilización. Esa suma de factores, que siempre aparecen asociados, configuran una espiral imparable cuya gravedad aumenta exponencialmente. Es un proceso lento, del que muchas veces es difícil ser consciente, ya que la rutina diaria hace que los usuarios habituales perciban

la degradación como una situación “normal” a la que son incapaces de poner remedio hasta que adquiere un estado insoportable para el uso que, muchas veces, es ya irreversible para la construcción.

En la Catedral de Vitoria, además del problema específico que presenta la estabilidad de la estructura —al que nos referimos en otro apartado de este diagnóstico— el edificio presenta una degradación generalizada de su construcción derivada de la falta de mantenimiento sistemática que ha sufrido desde que se terminó su restauración en el año 1965. Sólo recordar que la Catedral Nueva, que había iniciado su construcción en 1907, se consagra definitivamente en 1969 y en 1976 estaba en pleno uso. Esta simultaneidad en el tiempo de la recuperación de ambos edificios con idéntico programa funcional provocó el abandono de la Catedral de Santa María y la ocupación de la nueva Catedral, más grande, más luminosa, más nueva y sobre todo más cerca del que era el centro de la nueva ciudad. La Catedral Vieja situada en lo alto del cerro medieval perdió sus funciones y desde que terminó su restauración no había sido objeto de ningún tipo de obras de mantenimiento. El edificio se encontraba tal y como había quedado después de las obras de restauración, pero con la degradación a la que el duro clima de Vitoria somete a los edificios y, sobre todo, con la suciedad y la “tristeza” que provocan treinta y cinco años de olvido. Después de las palabras grandilocuentes con las que el Obispo Peralta había recibido al General Franco el día de su consagración, después de las obras de restauración, Santa María no había vuelto a merecer la atención de nadie.

Como ya hemos desarrollado en otros capítulos, esta falta de mantenimiento se reflejaba en la ocupación de todos los espacios bajo las cubiertas por las naves, lo que había acelerado la degradación y rotura en

muchos puntos del tablero de cubierta y del sistema de evacuación de agua, que provocaba que existiesen goteras y humedades en toda la estructura.

La tipología del alero de la cubierta de Santa María se forma volando, directamente sobre los muros de cierre del edificio, los cabrios sobre los que apoya el tablero. Este vuelo deja un espacio lineal abierto entre el durmiente y el tablero —que es el que ocupa la sección de la cercha— y que recorre todo el perímetro de los muros. Esta solución de alero, muy típica en muchas construcciones del norte, construye un detalle muy simple que vuela mucho sobre los muros y los protege de la lluvia y además mantiene ventilado el espacio bajo la cubierta, lo que es muy bueno para la conservación de las estructuras de madera. Pero esta solución, convierte estos espacios en un palomar tipológicamente perfecto, lo que había provocado que los espacios bajo las cubiertas de Santa María hubiesen sido ocupados por las aves que anidaban e invadían todos los rincones en los que no eran molestados por las personas —que eran la mayoría—.

Esta ocupación de todas las cubiertas por las aves y la falta sistemática de mantenimiento había provocado también, en parte como consecuencia de este problema, la degradación acelerada de las cubiertas y de todo el sistema de evacuación del agua de lluvia. El resultado final era que el edificio tenía numerosas goteras provocadas por el movimiento de las tejas, la rotura del tablero de cubierta y los canalones o por encontrarse atascados o rotos los sumideros o las bajantes. En los días de lluvia intensa el agua chorreaba como una fuente por varios puntos en las bajo cubiertas, formando charcos en los senos de algunas bóvedas que llegaba a filtrarse a los muros y escurría por la pared interior del templo hasta formar un charco en el suelo.

Las consecuencias que, de todo tipo, provoca la humedad en las estructuras arquitectónicas, son de sobra conocidas: la degradación del material pétreo y de la madera y su pérdida de resistencia, el lavado de las juntas y la concentración de esfuerzos en los puntos de contacto entre sillares, la degradación y descomposición por lavado de los morteros de los rellenos interiores de los muros que acaban provocando la separación de las hojas exteriores y la deformación de su plano, el aumento de peso y la pérdida de cohesión y resistencia de los senos de las bóvedas y de otros elementos constructivos, etc. Como hemos comentado en la introducción, son estos problemas de degradación constructiva los que pueden acabar provocando el colapso de la estructura al producirse el fallo local de algún elemento degradado en el que se produzcan concentraciones de esfuerzos.

Lógicamente, además de actuar sobre los materiales limpiándolos, eliminando su degradación y consolidando su materia, así como sobre los elementos constructivos consolidando sus rellenos y mejorando su comportamiento mecánico, es necesario actuar sobre el origen de estos problemas tratando de neutralizar las causas que los han provocado. En primer lugar, es necesario invertir la espiral de la infrautilización del edificio y conseguir su revitalización social, para lo que es necesario acometer una serie de medidas de carácter socio cultural y urbano de las que nos ocuparemos, por su complejidad, en otros apartados de este diagnóstico. Paralelamente a esta revitalización del edificio, será necesario que actuemos sobre las cubiertas y su volumetría y recompongamos todo el sistema de evacuación de agua racionalizándolos. Para eliminar las humedades en los muros del edificio es necesario además conseguir una protección adecuada de la estructura de fábrica frente a las filtraciones de agua, que

se producen por acoso directo de la lluvia o del agua que chorrea desde las cubiertas o salpica desde el suelo o se filtra desde elementos –como el citado paso de ronda o algunas cornisas o repisas intermedias– que retienen aguas y las trasladan a los muros.

Pero, paralelamente tenemos que ser conscientes que la ausencia de mantenimiento no está únicamente provocada por los problemas de uso, ya que muchas veces, estos trabajos no pueden llevarse a cabo de un modo sistemático y económico sin el concurso de medios auxiliares de elevación que son costosos y complejos de utilizar de un modo permanente e inmediato. Muchas veces, la falta de mantenimiento está simplemente provocada por la falta de accesibilidad a los puntos de la estructura que lo necesitan de manera permanente. Hay que pensar, que en edificios grandes –como la Catedral– con una estructura espacial y volumétricamente compleja, es necesario construir todo un sistema de pasarelas de mantenimiento en las cubiertas y en los espacios bajo cubierta que garanticen su conservación y reparación permanente.

En este contexto, sobre la accesibilidad para el mantenimiento de un edificio se sitúa la discusión –que no está, ni mucho menos clara, ni cerrada– sobre si se debe construir un sistema canalizado de recogida y evacuación de agua o, es mejor, permitir que ésta evacue libremente por todo el alero de la cubierta. En primer lugar, un sistema canalizado que no es accesible, ni registrable, acaba deteriorándose de forma aleatoria y provocando la concentración de su caudal de agua en el punto donde se ha producido la rotura lo que, dada la inaccesibilidad del sistema, supone una patología grave para el edificio. Por otro lado, permitir la evacuación libre del agua de un nivel de cubierta al siguiente y

de éste al suelo acaba provocando –por el viento y la salpicadura– que la estructura de las fábricas se empape y adquiera un nivel de humedad elevado y permanente en las zonas próximas a los aleros o en las zonas próximas a donde el agua cae desde niveles superiores, lo que acaba afectando a la conservación de los materiales.

En la Catedral de Vitoria, la estructura del chapitel evacua libremente sobre el balcón del campanario y éste libremente a la calle. El resultado es que la piedra de la fachada sur del fuste de la torre –por debajo del balcón– y todos los sillares de la parte baja de los muros del campanario están completamente degradados y deteriorados. Esta degradación, se produce tanto por las características específicas de la lumaquela del tipo poroso que construye esta fachada, como por la humedad que provoca el agua que salpica al caer desde el chapitel sobre los muros del campanario y que resbala y se filtra desde el balcón sobre el muro que está debajo, como por efecto del soleamiento de esta fachada que favorece los procesos de mojado secado del material pétreo.

La elección del sistema de recogida y evacuación de agua más idóneo depende de la estructura, las dimensiones y la importancia de cada edificio y de las posibilidades constructivas de cada caso concreto. Como punto de partida, parece que es mejor acudir a un sistema canalizado, siempre y cuando, podamos garantizar el acceso a la limpieza y reparación de los canales y sumideros y siempre que los nudos del sistema de bajantes sean registrables. Evidentemente, cumplir esta condición en la construcción del sistema de evacuación de agua de un edificio no siempre será posible, además de caro, lo que implica que cuando no pueda garantizarse esta condición deberá utilizarse un sistema de

evacuación libre del agua, que debemos procurar se produzca lo más separado de los muros que sea posible.

Probablemente, sea el sistema mixto de evacuación de agua de una catedral gótica uno de los ejemplos más claros que cumple todas las condiciones que hemos establecido. En primer lugar, todo el muro perimetral de la nave principal y el crucero se remata por un canal y un paso de mantenimiento que se protege con una barandilla decorada que remata todos los muros del edificio y que designamos como crestería. El agua que se recoge en esta parte de la cubierta se conduce a través de un canal abierto por encima de los arbotantes que atraviesa los botareles y que desde la altura de las naves laterales expulsa libremente el agua al exterior mediante las gárgolas. La función de estos elementos es separar el agua de los muros y dirigirla a un punto muy concreto del exterior donde se controla su caída y la salpicadura que produce. Rematando los muros de las naves laterales se sitúa también un canal, con un paso de mantenimiento que igualmente se remata con otra crestería y que evacúa ya directamente al exterior mediante gárgolas colocadas directamente con el sumidero.

A la vista de todos los problemas que ha padecido el edificio, nos parece que la restauración de la Catedral debe contemplar la construcción de un nuevo sistema de recogida y evacuación de agua integrado en la estructura de la cubierta que cumpla con las condiciones que hemos establecido. Lógicamente, deberá ser un sistema mixto que combine un sistema de canales y bajantes con nudos registrables y accesibles, con la evacuación libre mediante gárgolas que separen el agua de los muros. Pensamos que debe construirse un canal en el perímetro de la nave principal, el transepto y las naves laterales que recoja el agua de los faldones principales de la cubierta. En

paralelo a este canal, discurriendo por encima de los muros, colocaríamos un sistema de pasarelas que permitiesen no sólo el control y mantenimiento de este canal, sino también, el de toda la cubierta. Desde este canal se puede conducir en vertical el agua a las bajo cubiertas de las naves y colocar por debajo de los sumideros todo un sistema de registro. En las naves superiores, desde este registro debería atravesarse los muros y conducir el agua por un canal que rematase la cabeza de los arbotantes hasta una nueva gárgola situada en el botarel. En las naves laterales se podría conectar este canal, en la mitad del tramo entre los botareles, directamente con otra gárgola. Como veremos en el capítulo que hemos dedicado al diagnóstico formal, todo este sistema de pasarelas de mantenimiento deberán realizarse con barandillas de seguridad, que repiten formalmente la solución de las cresterías planteadas en el sistema constructivo del gótico, lo que evidentemente, implica modificar el remate de los muros de la Catedral y la transformación de su imagen y de su volumetría exterior.

La humedad que aparece en la construcción no procede únicamente de las cubiertas. Se ha detectado, sobre todo en las fachadas que dan a la plaza de Santa María, la presencia de humedades de capilaridad importantes y con un alto contenido en sales procedentes del subsuelo del edificio. Como sabemos, por los estudios geotécnicos y las excavaciones arqueológicas, la Catedral se asienta sobre un lecho rocoso de caliza margosa de muy buenas características mecánicas en el que no se ha detectado el nivel freático y que posee un nivel bajo o muy bajo de contenido de humedad de 2,1 a 2,6%. Sin embargo, sabemos que entre el perfil en ladera hacia el noroeste del lecho rocoso y el nivel horizontal de suelo interior de la Catedral

existe un relleno heterogéneo de origen antrópico de potencia variable desde 1,30 m hasta los 6,30 de la cabecera que, lógicamente es muy permeable. Además, la roca se encuentra perforada en numerosos puntos, y existen muros de cimentaciones, tanto de nuestro edificio como de edificios anteriores que cortan estos rellenos. Por otro lado, el lecho rocoso es arcilloso y muy impermeable, lo que lo hace susceptible de retener el agua.

En estos momentos, no tenemos una hipótesis clara sobre la procedencia de estas humedades y continuamos realizando mediciones para tratar de determinar su procedencia. Como primera hipótesis, parece evidente que si el agua no tiene un origen freático tiene que proceder de la superficie filtrándose hacia el interior. Pensamos primero, que podría existir algún tipo de fuga de la red, pero esta posibilidad se descartó, ya que se hicieron mediciones por la empresa suministradora que no detectaron pérdidas que fuesen significativas en la misma. Por otro lado, tanto la Plaza de Santa María como el interior del templo están completamente pavimentados sobre una solera de hormigón, lo que por un lado es muy perjudicial ya que no permite la evaporación del agua del subsuelo y favorece los fenómenos de capilaridad en los muros de caliza, pero por el otro, recoge superficialmente el agua que cae en la plaza y la introduce en el alcantarillado antes de que se filtre a los rellenos antrópicos.

Otra fuente de humedades en los muros es un impecable servicio de limpieza de fachadas municipal que sistemáticamente va eliminando todo tipo de pintadas y grafitos mediante un sistema de abrasión con agua a presión y arena –que además de muy agresivo– proyecta sobre los muros de las fachadas de la plaza de Santa María una cantidad de agua a presión muy importante

que alcanza hasta la altura que llega la mano del grafitero. Además de este servicio existe otro de limpiezas que diariamente o cada varios días limpia sistemáticamente con una máquina motorizada el pavimento de la plaza proyectando agua a presión que arrastra el polvo, la suciedad, los excrementos de animales, etc. Esta máquina se introduce en la plaza y paralelamente a la fachada de la Catedral ejecuta de manera sistemática su trabajo proyectando una lámina de agua a presión en perpendicular a la base de los muros, como si su intención fuese cortarlos.

Con independencia del origen de la aportación de agua al subsuelo parece evidente que cuando ésta se ha filtrado puede quedar retenida en los rellenos antrópicos por los muros, las cimentaciones o por perforaciones realizadas en el lecho rocoso. Este agua, al no poder evaporarse por el plano del suelo completamente impermeabilizado por la solera, es la que asciende por los muros por capilaridad, ya cargada con las sales que le aporta el subsuelo arqueológico, muy rico en materia orgánica. Además de este fenómeno de capilaridad estamos convencidos de la importancia que tiene la aportación extra de los servicios municipales a los muros que delimitan la Plaza de Santa María. Otro punto donde se ha detectado una cantidad de agua importante, es en la base de los muros del proyecto de Alfonso VIII, en las perforaciones que se realizaron en el nivel de la calle Cuchillería. En este caso, suponemos que la construcción masiva de esta construcción no sólo sirve de muro de contención de los rellenos interiores que salvan el fuerte desnivel entre el suelo interior y la calle de Cuchillería sino que además realizan un efecto de presa importante reteniendo en su base toda el agua que discurre interiormente por la fuerte pendiente del lecho rocoso.

2.1.3 LOS MATERIALES CONSTRUCTIVOS

Los edificios históricos se construyen básicamente con dos tipos de estructuras, las fábricas de piedra o cerámicas y las armaduras de madera. En la Catedral de Vitoria, las fábricas cerámicas son poco abundantes, tratándose de una construcción básicamente pétreo. Las armaduras de madera se limitan a las cubiertas, salvo los forjados de la sacristía y el edificio capitular y los forjados interiores de la torre, obras de carpintería en todo caso de menor importancia. En general, el estado de conservación de los materiales del edificio es relativamente bueno, especialmente el material pétreo, y las patologías y degradaciones que presentan están generalmente relacionadas directamente con la humedad procedente de las cubiertas y con la climatología extrema de la ciudad de Vitoria.

a. Pétreo

Como sabemos por el estudio litológico, las rocas más empleadas en la construcción del edificio han sido las variedades de piedra caliza designadas como Lumaquela de Ajarte en los sillares y la calcarenita de Olárizu en los mampuestos. La piedra caliza designada como margosa local y su variedad negra se utilizaron como ripios en las fábricas de mampostería y mayoritariamente en el relleno interior de éstos. El travertino, dado su escaso peso y resistencia, construye los plementos de las bóvedas superiores. Finalmente, la arenisca designada como de la Sierra de Elguea únicamente aparece en las construcciones más tardías como el remate de la torre y alguna capilla.

La mayoría de los muros de sillería de la Catedral, tanto en el interior como en el exterior, están constituidos con una roca calcárea "blanca" designada como Lumaquela de Ajarte. Esta roca se emplea también en los plementos de las bóvedas de

las naves laterales y de la girola, así como en la totalidad de las tallas escultóricas de portadas y panteones. Este material está constituido esencialmente por conchas y se han distinguido dos subtipos según que su porosidad sea milimétrica o centimétrica. Es esta variedad más porosa la que tiene un peor comportamiento ante la humedad y la que presenta un grado de alteración y alveolización mayor con pérdida significativa de material por meteorización o exfoliación.

Esta patología se manifiesta de manera muy clara en el alzado sur de la torre. Como hemos explicado, el chapitel vierte libremente el agua desde su alero —que vuela muy poco— sobre el balcón del campanario. Al caer, salpica considerablemente sobre las paredes de la base del campanario, que son las más degradadas. Además, como el suelo del balcón está muy deteriorado y no evacua correctamente el agua, ésta se filtra a la cornisa y al muro de debajo que permanecen húmedos, lo que provoca la degradación del material. La parte del agua que sí evacua del balcón cae libremente sobre la fachada y el balcón que se sitúa dando a la plaza por encima del pórtico, donde se repite este problema. La degradación de la piedra está acelerada por el fuerte soleamiento de esta fachada que favorece los procesos de secado-mojado y, por tanto, los procesos de cristalización, sin olvidar los efectos de la heladicidad por las heladas tan frecuentes en Vitoria. Sólo recordar que en los procesos de cristalización por inmersión parcial realizados en el laboratorio, esta piedra sufre su destrucción y el desmoronamiento de su materia y en el ensayo de heladicidad aparecen fisuras en todas sus caras después de un proceso de 48 ciclos.

Un problema de características similares a éste, se produce en la sillería del interior de la Catedral por debajo del pasillo de

ronda. Al inicio del trabajo todo el sistema de sumideros que recogían el agua que caía sobre este pasillo estaban atascados, lo que provocaba que se formasen charcos. Parte de este agua se filtraba al interior de los muros que retenían la humedad durante mucho tiempo dado su espesor y que las viviendas que se adosan a su cara exterior no favorecían su evaporación hacia el exterior. Esta circunstancia obligaba a que el agua se evaporase hacia el interior de la Catedral en la que el proceso de secado es muy lento ya que no existe ni soleamiento, ni ventilación y las temperaturas sufren muy pocas variaciones y no alcanzan en ningún momento la congelación. Esto provocaba que los procesos meteorización y exfoliación de la piedra fuesen poco importantes. Sin embargo existía una sensación de humedad y frío permanente en el interior del edificio, manchas de humedad en los muros y alteraciones con eflorescencias, verdín, olor y sensación de suciedad.

Las calcarenitas y calcarenitas bioclásticas de Olárizu componen mayoritariamente la fábrica de los elementos de mampostería del monumento. De acuerdo con el informe litológico puede considerarse una roca de propiedades geotécnicas muy buenas y baja alterabilidad. En los ensayos de durabilidad esta roca permanece prácticamente inalterada tanto en los procesos de cristalización por inmersión parcial y total como en los ensayos de heladicidad. Como alteración de este material únicamente se observa, en las fachadas norte y este, costras negras que son ajenas al material. Se presenta como un tizne negro o como una capa de polvo negro depositada sobre el material cuyo origen se atribuye a contaminantes atmosféricos. En las zonas más degradadas, se presenta como una costra negra cristalizada a la que se adhiere la capa superficial de la calcarenita que se acaba desprendiendo con la costra dejando al

descubierto una nueva cara del material. Aunque esta costra no representa una degradación grave del material y no afecta a corto plazo a la resistencia de los muros es aconsejable eliminarlas, sobre todo, por un problema estético ya que confieren al monumento un aspecto de suciedad y abandono. Esta eliminación deberá realizarse en seco para evitar introducir humedad en los muros.

La caliza margosa local constituye el sustrato de la Catedral y, por tanto, sobre su lecho se cimienta nuestro edificio. En las fábricas del edificio, este material únicamente se utiliza como ripio para calzar —en los muros de mampostería— los mampuestos de calcarenita. Según el estudio litológico esta roca contiene “una pequeña porción de montmorillonita lo que provoca la actividad expansiva de la arcilla dada la laminación que presenta el material”. Esta actividad expansiva provoca que el material absorba la humedad y se disgregue cuando se seca superficialmente, facilitándose entonces esas fracturas tan características en lajas. Además, ante esfuerzos compresivos no perpendiculares a la laminación, esta roca presenta valores bajos de resistencia a la carga. Por estos motivos, el informe litológico advierte que esta roca es el tipo más problemático y el que puede ocasionar más dificultades en el proceso de restauración del monumento, sobre todo, al dejarlo al descubierto durante los procesos de excavación del subsuelo arqueológico. Para minimizar este problema se ha previsto, que una vez realizadas las excavaciones arqueológicas, éstas vuelvan de nuevo a taparse con el fin de evitar la desecación de la roca y su fracturación.

Dentro de la serie de las calizas margosas locales se han distinguido unas calizas negras que aparecen, con cierta frecuencia, formando parte del hormigón de cal que rellena el interior de los elementos

constructivos entre las hojas interior y exterior de los mismos. Puntualmente, aparece en el exterior como mampuesto o ripio en las fábricas de mampostería. Esta caliza negra es un material de excelentes cualidades que se caracteriza por su carácter masivo y por no mostrar alteración alguna.

El travertino es una roca utilizada únicamente en la construcción de los plementos de las bóvedas de la nave, el transepto y la cabecera. Es una roca muy erosionable por su altísima porosidad y que se degrada fácilmente por procesos físico-químicos y biológicos, pulverizándose. Esta propiedad se traduce en una densidad muy baja que lo convierte en un material muy ligero, adecuado para la construcción de bóvedas. Sin embargo, esta porosidad tan elevada del material le permite retener un volumen elevado de agua, lo que provoca que aumente considerablemente su peso. Si tenemos en cuenta, las innumerables goteras que existían en la cubierta y que salpican directamente sobre el trasdós de las bóvedas, nos daremos cuenta cómo este material, por sus propias características y los rellenos de los senos de las bóvedas construidos con una mampostería de escasa calidad y rellenos, eran elementos capaces de retener una gran cantidad de agua lo que suponía un alarmante aumento de peso de las bóvedas y la pérdida de su resistencia.

Finalmente, componiendo las fábricas de la Catedral podemos distinguir en zonas muy localizadas la presencia de una piedra arenisca designada como arenisca de la Sierra de Elguea. Aparece esta roca en los contrafuertes, los botareles, en la cornisa del campanario, en las esquinas de la torre, en el pavimento, en el banco del pórtico y la plaza; constituye también el material mayoritario de la capilla del Santo Cristo. Esta roca tiene una gran resistencia y dureza y es poco alterable. En los ensayos de

durabilidad esta roca presenta pérdida de material en caras y aristas tanto en los procesos de cristalización por inmersión parcial y total. En los ensayos de heladicidad la roca presenta únicamente una superficie rugosa de las caras. La cornisa del campanario construida con ese material presenta la alteración descrita por efecto de la humedad procedente de la evacuación de agua del chapitel.

b. Decoración arquitectónica y escultórica

Las decoraciones talladas de las portadas, capiteles o basas, tracerías de ventanales, jambas decoradas, pilastras, etc, se encuentran en general en bastante mal estado de conservación. La mayoría de estos elementos están contruidos mayoritariamente con Lumaquela de Ajarte a excepción de la cornisa de la torre y la capilla de los Reyes que están contruidas con arenisca y se concentran fundamentalmente en las fachadas que se abren a la plaza de Santa María. Se trata de elementos que por su relieve se ven mucho más afectados por los problemas atmosféricos ya que retienen el agua de lluvia, presentan mas resistencia al viento y más superficie –en relación al volumen– a las heladas, etc. Por otro lado, por su poca masa y sus aristas, sufren visualmente mucho más las pérdidas de material que son más evidentes ya que afectan directamente y, en primer lugar, a su volumen esculpido. De esta manera, se pierde parte de la decoración, sea figurativa –portadas o capiteles–, vegetal o geométrica, haciendo en ocasiones irreconocibles los motivos empleados.

La solución de estos daños se puede acometer con dos criterios, no incompatibles sino utilizables en función tanto de las características formales como del estado de conservación de cada elemento concreto. En primer lugar, cabe la recomposición

de la decoración perdida utilizando materiales pétreos y reproduciendo las partes perdidas; en segundo lugar, la mera protección de lo conservado para asegurar la mayor perduración posible, pero sin añadir ningún elemento ni imitativo ni de nueva forma. En cualquier caso, como hemos dicho ya para las fábricas, ambas soluciones deben ponerse en práctica tras resolver previamente los problemas causantes de la degradación: filtraciones de aguas, heladas, contaminación, etc.

c. Morteros

Los morteros tradicionales de la Catedral son mayoritariamente obra de cal y arena. Como sabemos, la tradición de los morteros de cal estaba muy extendida y, como hemos visto en el estudio litológico, para su elaboración se utilizan materiales locales repitiéndose en el tiempo los áridos, la cal y las mezclas utilizadas. La proporción entre aglomerante y árido oscila entre la proporción de 35/65 que tienen los “morteros magros” a la proporción de 70/30 e incluso a la de 90/10 que tienen los “morteros grasos”. Los morteros magros se utilizan fundamentalmente en las cimentaciones y en los rellenos interiores de los muros y los morteros grasos en los revestimientos y en los elementos decorativos. Los morteros que se utilizan en las juntas presentan normalmente relaciones intermedias entre aglomerante y árido y se colocan en juntas de gran espesor en las obras de mampostería y mucho más delgadas en las de sillería. Debido a la composición más pobre de los morteros “magros” de los rellenos interiores de los muros y por su peor fraguado son los que presentan peores características, menor resistencia y compacidad disgregándose y arenizándose al exponerse a los fenómenos de lavado debidos a la infiltración de agua en los muros procedentes de las

goteras de las cubiertas. Sólo aparecen localmente morteros de yeso en revestimientos y enlucidos decorativos y morteros de cemento y morteros bastardos de cal y cemento en las actuaciones de restauración y reparación más recientes.

d. Cerámicos

Los materiales cerámicos de la Catedral son básicamente dos: en algunas partes –norte de la torre y escolanía; recrecido de entramado de los muros de cierre de las naves altas– se hace una fábrica de ladrillo de tejar con morteros de cal, a veces sobre entramados de madera y a veces sin armadura de ninguna clase; y en las cubiertas se usa teja curva en la habitual formación de canal y cobija. El estado de las fábricas de ladrillo acusa, como las de piedra, un deterioro básicamente en su superficie, debido a la deposición de suciedad y a la erosión debida a agentes atmosféricos normales.

2.1.4 LAS FÁBRICAS

a. Cimentaciones

A pesar de la calidad del sustrato de roca sobre el que se asienta la Catedral, las zapatas y cimentaciones que se han descubierto en las excavaciones arqueológicas demuestran la irregularidad de estos elementos y de su apoyo sobre el firme rocoso. La mayoría de los cimientos descubiertos hasta ahora, son de mampostería de caliza margosa cortada en lajas y aparejada como una mampostería con mucho mortero que apoyan de una forma irregular en la roca. En esta composición de los cimientos los morteros de junta plantean un problema de plasticidad que puede provocar un asiento de la fábrica cargada puntualmente.

Por otro lado, como ya hemos visto en las descripciones que hemos realizado de estos elementos, algunas de estas zapatas profundizan sobre los restos arqueológicos

hasta apoyarse sobre la roca, pero otras, apoyan simplemente sobre las cimentaciones de estructuras preexistentes, e incluso algunas parcialmente sobre tumbas y otros restos de nula capacidad estructural. Han aparecido también, cimentaciones de estructuras más modernas que apoyan parcialmente sobre rellenos antrópicos, más o menos compactados. Esta heterogeneidad de las cimentaciones, unido al hecho de que se ha producido el giro de algún pilar desde su arranque, nos lleva a plantear la necesidad de conocer la constitución de estos elementos para que se puedan ejecutar los recalces parciales que se consideren necesarios, el saneamiento interno y de los paramentos visibles de los cimientos y el refuerzo lateral de los pilares con los muros laterales, tal y como se describe en el diagnóstico de la estructura.

b. Muros

En la Catedral aparecen multitud de tipos de muros, la mayoría de ellos de dos hojas exteriores que contienen un relleno interior de peor calidad de piedra y mortero. Hay muros de mampostería en ambas caras, mampostería y sillería, o sillería en las dos caras o incluso de una hoja de sillería, como el cierre del triforio o el muro sur de la torre. El aparejo de las fábricas de mampostería puede ser: de grandes bloques, casi sillarejos; de mampostería careada de lajas alargadas; de lajas más bien pequeñas o bolos sin labra; y mampostería con intrusión de sillares de reutilización. La mayoría de los aparejos de las fábricas de sillería son en general de piezas pequeñas paralelepípedicas colocadas a soga, sin una medida predeterminada que funcione como módulo del aparejo; o de piezas más cuadradas que se alternan con piezas de la mitad del módulo que pueden funcionar como perpiaños; en algunos puntos aparecen hiladas de regulación mucho más

estrechas; y zonas donde los sillares aparecen con gafas de elevación.

La patología más común de los muros de dos hojas aparece cuando el relleno interior está construido con un mortero pobre de cal que muchas veces no se compactó suficientemente y las caras exteriores –aunque tengan un aparejo y unos materiales de calidad– se encuentran deficientemente trabadas. En estos casos, el mortero del relleno acaba –por su pobreza– disgregándose y arenizándose por efecto de la humedad y de las heladas, lo que provoca que aparezcan huecos en su interior y las hojas exteriores se bufen, separándose del relleno. En este momento, las hojas exteriores más rígidas e indeformables que el relleno acaban absorbiendo las cargas de las bóvedas y de las cubiertas y funcionando mecánicamente de forma independiente lo que, dada su esbeltez y su nula capacidad para absorber esfuerzos laterales, provoca graves problemas de estabilidad y pandeo, sobre todo, teniendo en cuenta que se encuentran sometidas a esfuerzos con fuertes componentes horizontales que producen momentos activos y sus correspondientes giros.

Este problema del deshojamiento no aparece en los muros en los que el relleno se ha realizado correctamente, compactando bien los morteros realizados con una dosificación adecuada y con la introducción de sillares perpiaños, o llaves, unidas a las dos caras, que aparecen en el aparejo de las fábricas como tizones, esto es sillares de mayor altura que anchura, en medio de los aparejos normalmente construidos con sillares a soga. En la Catedral, sin embargo, apenas se encuentra una utilización sistemática de este recurso constructivo, y en las zonas en las que el mortero es de baja calidad y los muros han sido sometidos a los efectos de la humedad y a esfuerzos laterales se produce claramente este grave

problema del deshojamiento. Como hemos comprobado en el trabajo de inspección visual del interior de los muros, este problema es especialmente alarmante en los muros donde ya se ha producido una fuerte deformación geométrica de su estructura como es el muro occidental del transepto norte de la Catedral.

La solución de este problema exige realizar dos intervenciones difíciles de ejecutar y que no siempre dan unos resultados completamente satisfactorios: por un lado, es necesario restituir la compactación del interior del muro con aporte de morteros de cal fluidos de fraguado asegurado, aun en ausencia de aire; por otro, el atado de las dos hojas mediante la introducción de las llaves que no existen, o bien “cosiendo” estas dos hojas con varillas de fibra de vidrio o acero inoxidable cogidas con morteros de resina o, como proponemos, empleando tizones de piedra cilíndricos empotrados en perforaciones hechas al efecto.

A la hora de proyectar y ejecutar este trabajo, hay que tener muy presente, que los muros antiguos tienen flexibilidad en las juntas y permiten un movimiento relativo entre las hojas interiores y exteriores lo que crea su propio sistema de “juntas de dilatación”, imprescindibles en un edificio como este, de casi setenta metros de largo, otros tantos de ancho en el transepto, y otros cincuenta de alto en la torre. Cualquier solución de “refuerzo” de un muro de este tipo ha de tener esto en cuenta que no se debe provocar con los cosidos y el atado de las dos hojas de un muro una rigidización excesiva que acarree la aparición de fuertes tensiones debidas a las dilataciones y contracciones térmicas. Esta condición anula la posibilidad de ejecutar inyecciones en el interior de los muros con morteros de cemento ya que éstos son muy rígidos e incorporan gran cantidad de sales a su estructura. También hay que tener en cuenta,

que este trabajo debe realizarse muy lentamente, por tongadas horizontales y desde abajo hacia arriba para permitir que los morteros fluidos que van incorporándose al muro puedan fraguar; si no se procede de este modo, corremos el peligro de reventar el muro por su base al no poder resistir las hojas exteriores el empuje de los fluidos incorporados en su interior. Por otro lado, la solución del daño debe seguir a la eliminación de su origen, es decir, hacerse tras conseguir una plena protección del muro frente a las filtraciones de agua, tanto desde las cubiertas como desde el suelo o desde elementos –como el citado paso de ronda o algunas cornisas o repisas intermedias– que retienen aguas y las trasladan a los muros.

c. Pilares

Los pilares exentos de la iglesia están contruidos con un forro exterior de sillares labrados y muy bien aparejados y con un relleno interior muy pequeño de piedra compacta, sin labrar pero con pocos huecos. Son estructuras bastante resistentes, tanto frente a la degradación de los materiales como frente a los esfuerzos estructurales, que son los de mayor entidad de la Catedral –cosa habitual por otro lado en este tipo de estructuras–. Para la reparación de los pilares se hará necesario: una limpieza de la superficie y un saneamiento de las juntas de mortero; el relleno y compactación de los huecos interiores –aunque sean de pequeño tamaño–.

d. Pilastras, contrafuertes, estribos y botatareles

La configuración de estos elementos repite la de la construcción de los muros con perímetro exterior de una fábrica más trabajada que contiene un relleno interior de peor calidad de piedra y mortero. Las fábricas del perímetro de estos elementos puede ser de

mampostería, de mampostería reforzada con sillería en las esquinas y completamente de sillería. El aparejo de las fábricas repite la de los muros y nos remitimos a su descripción. Estos elementos por su construcción y configuración presentan unos problemas idénticos a los que ya hemos desarrollado para los muros y se debe actuar sobre ellos del mismo modo. Es necesario primero restituir la compactación del interior del elemento aportando morteros de cal fluidos de fraguado asegurado, aun en ausencia de aire, que rellenen los huecos existentes; por otro, en el caso de las pilastras y los contrafuertes se deberá asegurar su unión con el muro que refuerzan y su unión entre ellos atándolos y cosiéndolos con varillas de fibra de vidrio o acero inoxidable cogidas con morteros de resina o, como proponemos, empleando tizones de piedra cilíndricos empotrados en perforaciones hechas al efecto. En el caso de los estribos y los botatareles el cosido deberá producirse también atando los lados largos del elemento. Finalmente, se deberá minimizar el apoyo de los contrafuertes sobre los perpiños de las naves laterales mejorando su apoyo sobre el pilar.

e. Arcos y bóvedas

Al tratarse de elementos contruidos con hojas sencillas de sillares labrados, sus problemas son básicamente dos: por un lado, los revestimientos superficiales, más o menos perjudiciales en función de su composición material –morteros de cemento sobre las bóvedas altas– y de su grado de rigidez, y por otro lado, las propias juntas entre dovelas, cuyo grosor y plasticidad provocan un mayor o menor aplastamiento y el consiguiente cedimiento del arco o bóveda ante los esfuerzos de compresión que padecen.

En el estudio estructural se muestra que estas tensiones no son de rango muy alto

–entre 5 y 10 kg/cm²– por lo que pueden ser resistentes sin problemas por un mortero de cal de calidad mediana. La descomposición de este mortero será entonces el posible origen de un ajuste de las juntas que provoque el asiento del arco o bóveda. De este modo, las reparaciones necesarias pasan por la sustitución de los revestimientos superficiales por otros, a base de morteros de cal sin rigidez –encapotados tradicionales, sin armaduras ni refuerzos interiores– y por el retacado minucioso de las juntas entre dovelas, tanto en su trasdós como en el intradós, para conseguir un buen asiento entre todas ellas.

2.1.5 LAS ESTRUCTURAS DE MADERA

Empleadas, como dijimos, en estructuras “funcionales” sin contenido decorativo, las armaduras de madera son, en general, muy sencillas tanto en su trazado como en la ejecución de sus nudos y en el acabado de las piezas, buena parte de ellas con perfiles obtenidos muy irregularmente, aprovechando al máximo las secciones de los árboles de procedencia y muchas veces sin llegar a formar cortes bien escuadrados.

a. Estructuras principales

Consideramos a las que forman armaduras con una geometría algo más elaborada que el simple apoyo de unos maderos sobre otros, solución ésta muy abundante, sobre todo en las cubiertas de las naves laterales y la cabecera.

Cerchas de cubiertas

Las hay de dos tipos: las más antiguas, formadas por dos pares, tirante inferior y tres montantes, sin triangulación intermedia, tienen un funcionamiento estructural deficiente de cara a los esfuerzos laterales, aunque no tienen por qué fallar gracias a su abundante dimensionado y a la poca altura de la estructura que forman, que resulta

bastante estable; las más modernas, en cambio, sí están trianguladas, su geometría es estáticamente más correcta y, sin embargo, se encuentran en peor estado por su deficiente dimensionado y por el uso de una madera de muy pobre calidad.

Las estructuras más antiguas podrán conservarse e integrarse en la estructura principal que proponemos para la cubierta de las naves superiores, de manera que se conserve el resto constructivo histórico pero con la función para la que se concibió; las estructuras modernas se eliminarán todas, sustituidas por la nueva estructura de cubierta, pues su calidad constructiva las hace casi inutilizables y su interés histórico es menor.

Forjados de torre y Sacristía

Son forjados armados muy someramente, mediante grandes vigas empotradas en los muros de piedra, apeadas generalmente mediante jabalcones o pies derechos —en la Sacristía—, que soportan viguetas y, sobre éstas, una tablazón que hace el piso superior. Se trata de estructuras de poco interés constructivo pero que debemos mantener como parte de la memoria histórica del edificio.

Tanto para las estructuras de cubierta como para éstas de los forjados, las soluciones de conservación incluirán: un saneamiento del material, limpiándolo y eliminando focos de pudrición e insectos xilófagos y protegiéndolo en toda su masa impregnándolo de los agentes fungicidas e insecticidas necesarios; una protección, superficial, frente al fuego, mediante barnices ignífugos; una sustitución parcial de las partes deterioradas de los miembros importantes de la estructura —pilares y vigas— empleando prótesis conseguidas a partir de maderas antiguas obtenidas en derribos; un refuerzo de algunos nudos estructurales mediante elementos metálicos o de

madera; una sustitución completa de los elementos muy deteriorados dentro del segundo y tercer nivel de la armadura —viguetas y entablados—; y un apeo y suplemento de la estructura con elementos de nueva construcción en las partes en que el cálculo de cargas de servicio necesario para los nuevos usos exija mayor capacidad resistente que la que pueden ofrecer los miembros existentes.

Chapitel

Es probablemente la armadura de madera más compleja de las que se encuentran en la Catedral. Está formada por un gran soporte central construido con un haz de dieciséis grandes pies derechos descargados en cuatro grandes vigas dobles que se apoyan en los muros del ochavo de la torre y se apean mediante jabalcones en la parte central de sus vanos, bajo las cargas puntuales de los pilares; apoyadas contra este haz de pilares, se construyen las vigas principales inclinadas que forman los ocho faldones del tejado; y sobre éstas, viguetas y tablazón soportan la cobertura de pizarra. Sus problemas —y las soluciones que exigen— son básicamente los mismos anteriores: ataques de hongos e insectos; pérdida de sección en algunos puntos; falta de capacidad mecánica de algunos elementos; insolidaridad de los nudos.

b. Estructuras secundarias

Así consideramos a las que se conciben como acumulación de palos apoyados unos en otros hasta cuajar las superficies de cubierta necesarias.

Vigas y pares de cubiertas

Las naves laterales y la cabecera se cubren de esa manera, con vigas apoyadas en los cierres del triforio —en los que se encastran rompiéndolos a media altura de la hoja de sillería exterior—, y en el otro extremo, sobre

las cabezas de los muros exteriores, mediante durmientes sencillas en muy mal estado. En general, todas estas estructuras no tienen más valor que el de ser parte de la memoria del edificio, por lo que su conservación es dudosa. En todo caso, su eficacia estructural es casi nula y no pueden aprovecharse para formar parte de la estructura resistente si ésta debe contribuir de alguna manera al equilibrio de los muros de cierre de las naves altas.

Correas y entablados

Como los anteriores, en general tienen un dimensionado muy pobre y un trabajo de la madera rudimentario, por lo que su estado de conservación es bastante malo: grandes flechas, fendas generalizadas, mala ejecución de los nudos, etc; además, el pésimo mantenimiento de las cubiertas que se ha tenido hasta que se acometió la redacción de este Plan Director y de las obras de emergencia que necesariamente lo acompañan, ha hecho que una gran cantidad de goteras produjera acumulación de aguas en muchas partes y acarrear la aparición de grandes zonas de pudrición de estas maderas. También estos elementos deben ser en su mayor parte removidos, pues son prácticamente irre recuperables para trabajar conjuntamente con las estructuras que se prevé realizar como apeos de las naves superiores.

2.1.6 LAS CUBIERTAS

a. Materiales y ejecución

Sobre la estructura así descrita se cierran las cubiertas con tejas cerámicas curvas en formación de canal y cobija, sin recibir en ningún caso las hiladas, ni en horizontal ni en vertical. Unido al pésimo mantenimiento a que nos hemos venido refiriendo, este sistema constructivo –que requiere conservación cuidadosa inexcusablemente– tiene

gran cantidad de fallos debidos al movimiento y rotura de las tejas provocados tanto por el viento como por los pájaros –palomas y estorninos– que anidan en los camaranchones. Así se producían goteras muy importantes –ver capítulo de evacuación de aguas– que llegaban en algún caso a provocar que “lloviera” dentro de la Catedral y a través de las bóvedas –en la esquina del presbiterio con la nave sur del transepto y en el centro de la nave lateral sur–. La obra de emergencia acometida ha permitido evitar este problema, repasando todas las cubiertas, retejándolas, sustituyendo la tablazón en mal estado y recibiendo las tejas con mortero en algunas hiladas para impedir sus movimientos.

b. Evacuación, trazado y dimensionado

Como también se explica en ese capítulo –evacuación de aguas–, el sistema de recogida –por canalones a media altura de los faldones– y de bajantes –a través de un laberíntico sistema de tuberías colgadas bajo las cubiertas– es peor que deficiente, completamente inútil, y responsable en gran medida de la formación de algunas de esas grandes filtraciones de agua al interior de la Catedral. También fue objeto de serias reparaciones y modificaciones durante esa obra de emergencia, que han permitido que ahora la Catedral sea un lugar habitable y apto para las visitas, así como para acometer con tranquilidad las obras de restauración necesarias.

Sin embargo, esa obra de emergencia no puede ser más que provisional por dos motivos: el primero es que sigue utilizando las malas estructuras de madera existentes –bien que con algunos refuerzos de los miembros y nudos más dañados–; el segundo es que carecen de las pendientes suficientes y que el material de cobertura empleado –la teja curva– no es apto para esas leves pendientes –especialmente en

la cabecera–; el tercero, que no es posible hacer en ellas un buen sistema de recogida de las aguas en canaletas suficientemente dimensionadas, ni conducir las a bajantes bien dispuestas. Sólo una es posible resolverlo con una solución integral de todas las cubiertas como la que se propone en este Plan Director, que incluya también un buen sistema de recogida al pie de las bajantes y de conducción al alcantarillado.

2.1.7 CARPINTERÍA Y CERRAJERÍA

Los elementos de acabado de la Catedral son, en general, de muy mala calidad. Exceptuadas las campanas y las vidrieras de las capillas de la girola, más parte del mobiliario de la Sacristía, el resto de ellos se deben a la última restauración y son pobres de diseño, materiales y ejecución. En esa restauración se eliminaron, además y sin que sepamos el porqué, todos los elementos de “arquitectura interior” que aparecen en las fotografías históricas anteriores: púlpito y retablos, sillería y cancelos, altares y ambones, bancos y reclinatorios, candelabros y lampadarios, y todas las carpinterías de puertas y vitrales de ventanas. Algunos se sustituyeron por otros equivalentes –el altar o las luminarias de los pilares– y otros nunca más se instalaron.

a. Ventanales, carpintería y vidriería

Salvo los ya dichos vitrales de la girola, cuyas carpinterías, en todo caso, tampoco son muy buenas –acusando pandeos y oxidación y están mal ancladas en la tracería y las jambas–, salvo éstos, decimos, los ventanales de la Catedral se cierran con carpinterías de perfil de acero laminado recibidas con morteros sobre las fábricas y soportando vitrales emplomados, en algunos casos, o sencillamente formados por la propia masa del mortero –los del presbiterio–. Todo ello es de muy mala ejecución, está deformado cuando no suelto de sus

anclajes, y oxidado en su mayor parte. Todo ello deberá ser sustituido, quizá recuperando los vitrales que se considere tienen calidad suficiente –al menos los de la girola– y que pueden ser desmontados y recolocados.

b. Puertas

Análogamente a lo que ha sucedido con los ventanales, las carpinterías de las puertas son en general de muy pobre diseño, ejecución y estado de conservación. Sólo la puerta de entrada a la Sacristía desde la Catedral es recuperable. El resto, incluidas las puertas principales de las portadas occidentales y de Santa Ana, no merecen ser conservadas. Especial mención merecen las carpinterías metálicas que hacían los cortavientos bajo el coro, ya desaparecidas por la obra de emergencia. Estaban formadas de perfiles de acero conformado sujetando vidrios laminados de gran tamaño y cerraban los dos espacios bajo el coro en las naves laterales norte y sur, para lo cual se encastraban en las pilastras del coro y de las naves, y en los arcos perpiñones de la bóveda de aquél, rompiendo molduras y fragmentando sin sentido los espacios de la Catedral.

c. Otros elementos

Las rejas del pórtico y de la portada de Santa Ana, más algunos cancelos de capillas interiores –Santa Victoria–, los altares –el mayor y los de las capillas–, las luminarias adosadas a los pilares, mobiliario litúrgico –confesionarios, sillería del coro, bancos, etc–, todos ellos son elementos de poca calidad, de diseño que podríamos quizá calificar de “neogótico” aunque corresponda a los años sesenta del siglo XX, y de ejecución en carpintería o cantería de pobre calidad.

Sin embargo, todavía quedan algunos elementos valiosos que deberán ser restaurados: campanas, balaustradas de la

terracea del campanario y del balcón sobre el pórtico; la reja de la capilla del Cristo; el mobiliario de la Sacristía, cajoneras y vestidores; y algunos retablos e imágenes –de los que se trata en el capítulo del patrimonio mueble–.

2.1.8 REVESTIMIENTOS

Como con la arquitectura interior, la obra de restauración de 1960-65 acabó con los revestimientos que tenía la iglesia. Hoy ya no podemos saber si había algo antiguo en aquellos revestimientos, pues nada nos queda de ellos para poder estudiarlo –estratigrafía, composición de los morteros, colores y pigmentos, pintura mural, etc–.

a. Enlucidos interiores

A cambio, nos encontramos con unos enlucidos a base de cemento blanco que embaldurnan todos los paramentos interiores de la iglesia confundiendo las formas sin matices de relieve o valoración de espacios. Sólo en dos sitios se hizo un leve juego cromático, en el triforio se enjabelgó el muro de cierre trasero con un color levemente ocre mientras se dejaban perfectamente blancas las balaustradas y pilastrillas; y en las bóvedas altas de la nave central y el transepto se hizo el mismo juego con un estuco ocre sobre los paños de los paramentos, destacando los nervios en blanco. El peor efecto de esos enlucidos no es el cromático, sino lo dañina que resulta para la piedra la aportación de sales de los cementos modernos. Deben ser retirados y limpiada la piedra. Posteriormente se podrá decidir qué tratamiento se puede dar a los paramentos, dentro de las opciones ya mencionadas: veladuras, pátinas, jabelgas. Y estudiar el efecto cromático y espacial que se podría conseguir si se decide tintar esos revestimientos. Es interesante destacar que en los nervios de las bóvedas del transepto sur todavía se puede apreciar la existencia de algunos

restos de pintura roja conservados en los fondos de las acanaladuras. No podemos saber ni el origen ni el alcance de esas pinturas, pero sugieren la posibilidad de que el edificio tuviera en algún momento una policromía semejante a algunas conservadas en iglesias góticas de algunos países de Europa.

b. Estucos policromos

En el pórtico y en la capilla de Santiago, sin embargo, la destrucción de los revestimientos no fue total, y todavía podemos encontrar unos estucados de color en varias capas. En las bóvedas de la capilla de Santiago aparece un dibujo imitando un despiece de sillería; en las del pórtico se aprecian distintas capas, con dibujos o lisas, sencillamente coloreadas de ocre. Todos estos revestimientos se deben estudiar detenidamente para decidir cuáles pueden ser más interesantes –por su valor histórico pero también por su valor cromático o, eventualmente, figurativo– y qué tratamiento se debe aplicar. Este estudio podría permitir además tener otras opciones para decidir los revestimientos a aplicar en los paramentos del interior de la Catedral, tanto las paredes como las bóvedas.

2.1.9 CONCLUSIONES

Aunque parezca que la Catedral sufre sobre todo un grave problema estructural –lo que se discute en el siguiente capítulo– lo cierto es, como dijimos, que ese problema viene motivado por defectos en la construcción, algunos asimilables como “vicios” de origen, pero la mayoría de ellos debidos a la falta de una conservación adecuada del edificio. Si bien la Catedral nunca fue una gran obra de construcción, lo cierto es que ha venido aguantando una notable incuria y abandono por parte de sus propietarios, más interesados en la utilización de la Catedral Nueva que en la puesta al día de esta Vieja.

Pero este abandono debe dejar paso a una recuperación funcional del edificio que haga de él otra vez un centro de actividad social en Vitoria. Lo que exige un remozado completo de la construcción, no sólo las obras necesarias para evitar la ruina estructural. En estas páginas se ha resumido el resultado de algunos análisis efectuados –vistos en los capítulos de estudios constructivos–, y se han hecho apreciaciones directas sobre algunos aspectos no tratados específicamente. Se desprende de ellas que no hay prácticamente parte de la Catedral que pueda quedar como está. En algunos casos bastará con una limpieza superficial de los paramentos, en otros será necesario un repaso de las juntas o un retacado con lechadas de morteros, pero en otros es necesaria una intervención intensa como es la introducción de las llaves de atado.

Del mismo modo, algunos elementos de madera se limpiarán y protegerán mientras otros serán retirados, al igual que ha de pasar con elementos de acabado o con los revestimientos y las cubiertas. Y todo ello se enmarca dentro de otras intervenciones de orden “estructural”, formal y funcional, que deben recuperar el buen uso del edificio. La gradación de unas y otras intervenciones, así como su interconexión, se establecen en el capítulo de propuestas.



Imagen 51. Detalle de la cornisa de la fachada sur de la Torre

2.2 FORMAL. LOS PROBLEMAS DERIVADOS DE LA FORMA Y LA GEOMETRÍA DEL MONUMENTO EN SU CONFIGURACIÓN ACTUAL

2.2.1 PLANTEAMIENTO GENERAL. FORMA Y PATOLOGÍA

¿Podemos plantear que la forma de un edificio es incorrecta y que provoca alguna de sus patologías?. En principio, tenemos que decir que no. No se puede afirmar que la forma de la arquitectura sea la causa directa de una patología concreta; sin embargo, sí puede incidir indirectamente en la generación de ésta. Una forma mal diseñada suele originar una mala solución constructiva y ésta acaba provocando la degradación de los materiales y del objeto arquitectónico. Un edificio sin aleros o sin cornisas, con unas pendientes insuficientes o excesivas para evacuar correctamente el agua, con un sistema de canalones inaccesibles para su mantenimiento y construido con unos materiales inadecuados al medio en el que se sitúa sufre normalmente goteras en la cubierta que provocan humedad sobre los materiales y sus juntas que acaban degradándose. Por otro lado, el diseño y la construcción de unas formas con unas dimensiones y una geometría inadecuadas provoca unos empujes desequilibrados y la ruina de la estructura o su refuerzo hasta garantizar el equilibrio. La historia reciente de la arquitectura de Santa María es un continuo reflejo de este proceso de apuntalamiento en el tiempo, del que no hemos podido escapar y que, una vez más, ha provocado la alarma social y un nuevo refuerzo de su estructura.

La forma de la arquitectura define también la tipología y las dimensiones de los espacios que conforma y estos condicionan la función y los usos que pueden desarrollarse entre sus muros. Unos espacios

muy grandes o reducidos, o deficientemente comunicados, impedirán un desarrollo adecuado de las funciones que les hayamos asignado. Es tan perjudicial el exceso de metros cuadrados como el defecto de los mismos. La relación entre los espacios existentes y las necesidades de usos de la Catedral será objeto del apartado cuarto de esta diagnosis.

A la hora de acometer la restauración de un monumento, también será necesario estudiar y valorar los aspectos histórico, artístico y simbólico de su forma. Toda obra de restauración se materializa mediante la transformación del objeto arquitectónico, y con la manipulación de su forma y su construcción y no debe acometerse sin un conocimiento analítico y descriptivo de cada uno de sus elementos y sin una valoración crítica de los aspectos histórico, artístico y simbólico de los mismos. Esta valoración, elemento a elemento, nos permitirá clasificarlos y decidir el tratamiento adecuado a su importancia ya que la intervención nos exigirá sacrificar alguno de ellos en favor de otros que se potenciarán. Desde nuestro punto de vista, no es posible acometer una restauración objetiva y aséptica; la obra de restauración provocará inevitablemente la manipulación del objeto arquitectónico que no puede acometerse sin un posicionamiento crítico con respecto a sus características más importantes.

La valoración que hacemos de los monumentos está en función de su importancia histórica, artística y monumental y del grado de conservación de su estructura original¹. El valor de monumentos como el Panteón de Roma o el Acueducto de Segovia no estriba sólo en su calidad arquitectónica, sino también, en la excepcionalidad que supone su conservación en el tiempo. Para establecer las características tipológicas más significativas de cada periodo histórico, la Historia del Arte seleccionó los edificios



Imagen 52. La fachada de Peyronet de la Catedral de Palma

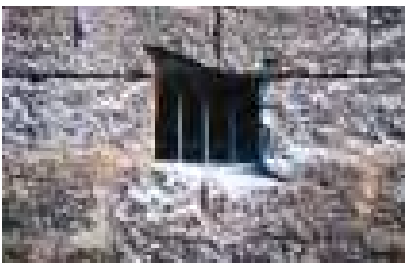


Imagen 53. Detalle de ventanal de A.Gaudí en la fachada sur de la Catedral de Palma



Imagen 54. Detalle de ventanal circular construido en la fachada sur de la nave durante la restauración de Lorente

más importantes desde el punto de vista arquitectónico y artístico, y los más completos, es decir: los que no habían sido alterados por el paso del tiempo. La consecuencia directa de esta búsqueda de modelos fue la eliminación, durante los procesos de restauración, de los elementos más modernos del monumento que se encontraban superpuestos a los "originales" y que los ocultaban². Desgraciadamente, ha sido bastante frecuente que esta búsqueda de la forma original y auténtica del edificio se haya realizado sacrificando elementos que superaban a los que se estaban descubriendo y que, muchas veces, aparecían muy deteriorados.

Por otro lado, un monumento era valorado en función de su paralelismo y su afinidad con el modelo que se había establecido para el momento histórico o el estilo artístico en el que se pretendía encuadrarlo. El monumento era tanto más valioso, cuanto más próximo estuviese al modelo establecido como ejemplo. Sin embargo, la realidad de la mayoría de los monumentos existentes estaba bastante alejada de las características que se reconocían en los "monumentos tipo", lo que acabó provocando la adulteración de la estructura que verdaderamente era original para convertirla en un pastiche del modelo de referencia. Poco a poco, el estilo de los monumentos iba depurándose al desaparecer los elementos que lo desfiguraban y al aparecer elementos de un nuevo y depurado estilo, que recuperaban la forma que se consideraba "original". De todos son conocidas las intervenciones que, con este criterio, sufrieron la mayoría de las catedrales góticas y en España especialmente las de León, Burgos, Cuenca, Barcelona o Palma de Mallorca³. Dentro del panorama general de la restauración de este momento, fue un caso absolutamente excepcional y aislado la intervención de A. Gaudí en la Catedral de

Palma de Mallorca, prácticamente contemporánea a la nueva fachada neogótica que realizó Peyronet para rematar el edificio⁴.

La reacción que la restauración de "estilo" provocó al final del siglo XIX y durante todo el siglo XX fue constante y muy crítica⁵. Se acusaba a estas intervenciones de falsear la realidad y de provocar la pérdida de la autenticidad histórica del monumento con el objetivo de recuperar una supuesta unidad tipológica y formal que, la mayoría de las veces, únicamente había existido en la imaginación del arquitecto restaurador. Se consideraba que todos los elementos que constituyen un monumento tienen la misma importancia histórica y documental con independencia de su valoración artística y, en consecuencia, no podían ser eliminados⁶. Sin embargo, y a pesar de que durante el siglo XX se institucionalizó y legisló la teoría de la conservación⁷ en la práctica, la restauración de unificación formal y estilística siguió realizándose de forma sistemática en casi toda Europa y especialmente en España. La Catedral de Santa María sufrió, durante su última restauración ya en la década de 1960, una fuerte actuación que trató de depurar su estilo heterodoxo para intentar aproximarlo a los modelos goticistas más "puros". Escribe M.Lorente⁸ en la memoria de su proyecto realizado para la Dirección General de Bellas Artes: "Antes de describir las obras realizadas durante los años 1960 a 1964, vamos a indicar su justificación. La Catedral de Vitoria considerada por los tratadistas como de estilo gótico purista, presentaba en su interior un aspecto lóbrego, en completa contradicción con el estilo, cuya característica es la luminosidad".

En la actualidad, tampoco podemos escapar de la fuerte contradicción entre la que se mueve la teoría y la práctica de la restauración. Por un lado, está completamente proscrito legalmente cualquier construcción

o reconstrucción de “estilo”. En teoría, nadie puede diseñar, ni construir hoy capiteles, ventanales o vidrieras nuevos para conseguir la unidad formal y estilística del monumento y, por supuesto mucho menos, fachadas, torres o capillas. Sin embargo, cuando ha sido necesario reconstruir un elemento que había desaparecido por una catástrofe (colapso, incendio, inundación, etc) o completar un elemento o un cuerpo de un monumento que nunca había llegado a construirse, no ha sido habitual ejecutarlo con un diseño y una construcción claramente contemporáneo. Normalmente, sólo se ha utilizado esta tipología sobre elementos o en espacios secundarios, porque cuando se ha realizado en elementos muy visibles o importantes del monumento, ha provocado un fuerte rechazo social, sorprendentemente bastante generalizado y extendido a todos los niveles sociales. Es cierto que es difícil compatibilizar el estilo de la arquitectura contemporánea con los estilos históricos, ya que utilizan lenguajes compositivos, formales y constructivos claramente diferentes; pero la realidad es que, la mayoría de las veces, los diseños introducidos se han ejecutado de un modo superficial y sin un conocimiento profundo del monumento porque, cuando el diseño ha sido acertado, el resultado de la intervención resulta impecable y se integra rápidamente como parte del objeto arquitectónico⁹.

La consecuencia de este rechazo social a introducir cualquier modificación de la forma heredada del edificio ha sido que la formalización de estos elementos nuevos se ha ejecutado –saltándose claramente la ley– de acuerdo al estilo mayoritario del monumento. Como mucho, se han introducido en el diseño “guiños” estilísticos o constructivos que permiten identificarlos como contemporáneos. También ha sido habitual, al realizar el diseño de este nuevo

elemento, inventarse un nuevo estilo arquitectónico –con mayor o menor fortuna– que podríamos calificar de postmoderno y que es difícilmente encuadrable en la historia de la arquitectura. Consideramos también normal reproducir elementos repetitivos de molduras, balaustradas, cornisas, etc para recuperar o recomponer la unidad de un elemento mayor o un cuerpo de la construcción que está deteriorado, colocando una pequeña fecha en el elemento introducido. Por último, sigue siendo una práctica común, intentar recuperar los elementos de la arquitectura que se consideran más antiguos o estilísticamente más ricos que se encuentran debajo de pieles o añadidos posteriores más pobres, aunque para ello sea necesaria la eliminación de éstos¹⁰.

En definitiva, la restauración actual sigue moviéndose entre la contradicción teórica y práctica que supone la imposibilidad real de conservar inalterada la materia del monumento¹¹ y la imposición social de no alterar “la unidad estilística” del mismo manteniendo en los procesos de restauración su unidad formal. Esta contradicción nos obliga, en la práctica normal de la restauración, a reproducir en las reconstrucciones o en los elementos de nuevo diseño los estilos históricos o, como mucho, a construir sobre los monumentos siguiendo un estilo indefinido que, claramente, no se identifica como contemporáneo.

Finalmente, no debemos olvidar que la forma de la arquitectura tiene también un fuerte valor simbólico. En el caso de la arquitectura religiosa –que es la que nos ocupa– su capacidad simbólica es un objetivo prioritario de su diseño al señalar con su forma la función que alberga. La catedral es un símbolo para la sociedad y para la comunidad religiosa que la utiliza y la mantiene. La catedral representa a la Iglesia Madre de la Diócesis, donde el



Imagen 55. Interior de la Catedral de León



Imagen 56. Interior de la Catedral Nueva de Vitoria

Obispo tiene su sede, su cátedra y su altar¹². Esta capacidad simbólica y representativa de la arquitectura es especialmente emblemática en la arquitectura gótica, ya que existe una identificación muy precisa entre la imagen de una catedral y la de un templo gótico.

Las catedrales góticas son el paradigma del modelo que universalmente se asocia con una catedral. La forma que el gótico impuso a sus espacios interiores, dotándoles de unas proporciones que tienden a la verticalidad; con una iluminación intensa que crea, a través de sus vidrieras coloreadas, una sensación etérea de inmaterialidad; con la multiplicación de elementos de escultura decorativa y con la forma de sus arcos y bóvedas apuntados que nos inducen a elevar la vista, consigue sumirnos en un estado de sensaciones que nos aproximan a la meditación y el recogimiento. En definitiva, la arquitectura gótica crea un ambiente adecuado a los sentimientos de carácter religioso lo que ha provocado que, popularmente, se identificase el modelo

creado por este estilo arquitectónico con un templo catedralicio.

Sin embargo, la arquitectura gótica fue olvidada y minusvalorada durante todo el periodo clásico, hasta su redescubrimiento por los movimientos románticos del siglo XIX. Fueron arquitectos y artistas de este movimiento artístico los que estudiaron y analizaron la arquitectura gótica y los que forjaron la imagen y la simbología que todavía asociamos a estos monumentos¹³. La arquitectura gótica se convirtió entonces en el gran laboratorio de la disciplina de la restauración que daba sus primeros pasos como tal. Esta identificación entre estilo gótico y edificio catedralicio quedó en Vitoria perfectamente reflejada: primero, con la construcción de una catedral de nueva planta que sustituiría en sus funciones a la antigua de Santa María y que se construyó y pensó en estilo neo-gótico¹⁴; y segundo, en la restauración de la antigua Catedral de Santa María que, como hemos visto, se realizó siguiendo este estilo en el diseño de los nuevos elementos introducidos.

2.2.2 LOS PROBLEMAS FORMALES DE LA CATEDRAL

¿Cuáles son los problemas y las patologías que se derivan de la forma que en la actualidad tiene la arquitectura de la Catedral de Santa María? Para responder a esa pregunta tenemos que conocer primero ¿Cuál fue la forma de la arquitectura gótica de la iglesia de Santa María?. ¿Existió un templo gótico de Santa María?.

A la Catedral de Santa María no le sucedió lo que a otros muchos edificios que fueron mutilados y transformados en el tiempo y que conservan restos de su arquitectura original debajo de transformaciones posteriores. La Catedral de Santa María, simplemente, nunca llegó a ser —de un modo unitario— un templo gótico que siguiese las reglas de su proyecto primigenio. Su historia no es la de un edificio adulterado o transformado por el tiempo, sino simplemente la historia de lo inconcluso, de un cambio continuo de objetivos y de concepción de su arquitectura. Es una historia real, donde la necesidad económica de reutilizar las estructuras precedentes primó sobre los deseos de conseguir un edificio cada vez mejor. Es, simplemente, la historia de una sucesión de diferentes proyectos de arquitectura que nunca llegaron a materializarse en su totalidad y que se diseñaron teniendo en cuenta las estructuras preexistentes que, necesariamente, debían integrarse en la nueva edificación.

La Catedral de Santa María quiso ser, primero, un gran templo-fortaleza de traza cisterciense integrado en el recinto amurallado de la ciudad de Vitoria, pero su cabecera nunca llegó a cubrirse y sus paredes únicamente funcionaron como parte de la muralla en la que se encontraban integrados. Quiso luego transformarse en un templo gótico, muy francés, muy estilizado pero de unas dimensiones medias. Para obtener esta transformación no se dudó en aplacar

el interior de la muralla-cabecera del edificio cister, siguiendo las trazas del nuevo proyecto y de acuerdo con el nuevo estilo arquitectónico. Más tarde, intentó elevarse, engrandecerse y enriquecerse sobre la estructura precedente, pero su estructura fue rematada con bóvedas de madera. El resultado fue el de un templo aparentemente gótico en el interior, pero que no precisaba en el exterior del complejo sistema de arbotantes, botareles y pináculos ideado para contener los empujes de las bóvedas de piedra. Las bóvedas de madera se contrarrestaron con simples contrafuertes y se construyó un triforio que seccionaba a media altura todo el perímetro del muro de cierre de la Catedral. Posteriormente, y sin los conocimientos que demostraron los primeros constructores góticos, se intentó conseguir algo imposible: la sustitución de las bóvedas de madera por otras de piedra. El edificio inició en ese momento su llamativo proceso de deformaciones y la inestabilidad continua de su fábrica. Ya sin más proyecto que aquel que no fuera la contención de la ruina, el edificio se llenó, durante los siglos XVII al XIX, de todo tipo de contrafuertes, arbotantes, machones, arcos codales, etc, hasta adquirir la forma heterodoxa y atormentada con la que llegó hasta el siglo XX.

La restauración, dirigida en el siglo XX por el arquitecto M. Lorente, trató de modificar y depurar la configuración anómala que había adquirido la Catedral, para contener su ruina y dotarla de la luminosidad “propia del estilo gótico” que su propia historia la había privado¹⁵. Con este objetivo, abrió y restauró los ventanales que estaban cegados, construyó nuevos ventanales de traza circular en la nave y apuntados en el crucero, retiró los arcos codales que rompían la unidad de la nave principal, realizó nuevas vidrieras y demolió una capilla y parte del gran estribo del crucero sur para



Imagen 57. Interior de la Catedral Vieja de Vitoria, con los arcos codales, antes de la restauración de M. Lorente. Archivo del Territorio Histórico de Álava. DAF (H) c. 4, nº61

liberar la portada de Santa Ana. Además de estas actuaciones de carácter formal y arquitectónico acometió también una fuerte consolidación constructiva en muros y bóvedas haciendo desaparecer todas las grietas que eran visibles. Con este trabajo, se consiguió dotar al edificio de la iluminación natural de la que carecía, aunque no se consiguió contener su ruina sino, como parece por los estudios que hemos realizado, reactivar alguno de los movimientos que se habían detenido con las reformas de los siglos XVII al XIX.

A pesar de su afán “purista”, M. Lorente no abordó la “restauración” de la forma exterior de la Catedral siguiendo el sistema estructural y constructivo gótico definidos en los modelos decimonónicos, y conservó la forma y la volumetría existentes. No se planteó construir una segunda línea de arbotantes sobre los botareles de la nave, ni construir los arbotantes inexistentes en la girola, ni el remate con pináculos de todos ellos, ni la construcción de cornisas y crestería sobre los muros, ni la calidad constructiva de las estructuras de madera y de la volumetría de cubierta que formalizan, ni finalmente, un sistema de evacuación del agua de lluvia integrado en la construcción del edificio. Únicamente, elevó un metro el muro oriental y sur de la capilla de Santiago –modificando la pendiente de sus faldones– y construyó un nuevo tablero y un nuevo sistema de canalones y bajantes para la recogida y evacuación del agua de lluvia.

Si analizamos de un modo global todos estos problemas, nos daremos cuenta de que todos inciden en cómo se produce el encuentro del edificio con su cubierta y en el remate que tienen muros, botareles, contrafuertes y arbotantes. En definitiva, nos encontramos con un edificio incompleto y sin rematar, formal, constructiva y estructuralmente. Al contemplar actualmente

la volumetría de la Catedral, observamos cómo su estructura va perdiendo en calidad constructiva a medida que sus muros van adquiriendo altura. Como hemos comentado, el proceso de construcción de la Catedral no fue un proceso de transformación de una estructura precedente, sino, un proceso continuo de reutilización –con proyectos diferentes– de una estructura preexistente con la intención de rematarla. De acuerdo, a este análisis y a los problemas y patologías que se derivan de ellos, entendemos que uno de los objetivos que la restauración de la Catedral de Santa María debe fijarse es el de dotar de un remate al edificio, completando la construcción de todos los elementos que, por diversas circunstancias históricas, están todavía “en fase de ejecución”. Pensamos que, una vez terminada la restauración, la Catedral de Santa María debe perder el aspecto que tiene de edificio incompleto.

Para abordar este problema, la primera pregunta que es necesario hacerse es si es posible y lógico, rematar el sistema estructural gótico de arbotantes y botarales y reproducir todo el sistema de canales y gárgolas sobre estos elementos para evacuar el agua de lluvia. La respuesta a esta pregunta es poco clara. En un primer momento parece muy “sencillo”, y una solución casi inmediata, repetir los detalles tan minuciosamente dibujados por Viollet Le Duc⁶ de los elementos de la arquitectura gótica en las catedrales francesas y adaptarlos a nuestra construcción. Sin embargo, adoptando esta solución no estaríamos “restaurando” elementos que por avatares de la historia hubiesen desaparecido, y que reproduciríamos a partir de los restos que se hubiesen conservado. En Vitoria nada de esto sucede, simplemente tendríamos que convertirnos en nuevos arquitectos neogóticos y completar aquello que nunca llegó a ejecutarse.



Imagen 58. Dibujo de Viollet Le Duc de la perspectiva interior de la Catedral de Amiens. Viollet-Le-Duc, E. (1998)

2 Arquitectónico

2.2 Formal. Los Problemas derivados de la forma y la geometría del monumento en su configuración actual

2.2.2 Los problemas formales de la Catedral

2.2.3 El sistema de contrafuertes, arbotantes y botareles de las fachadas norte y sur de la nave y de la girola

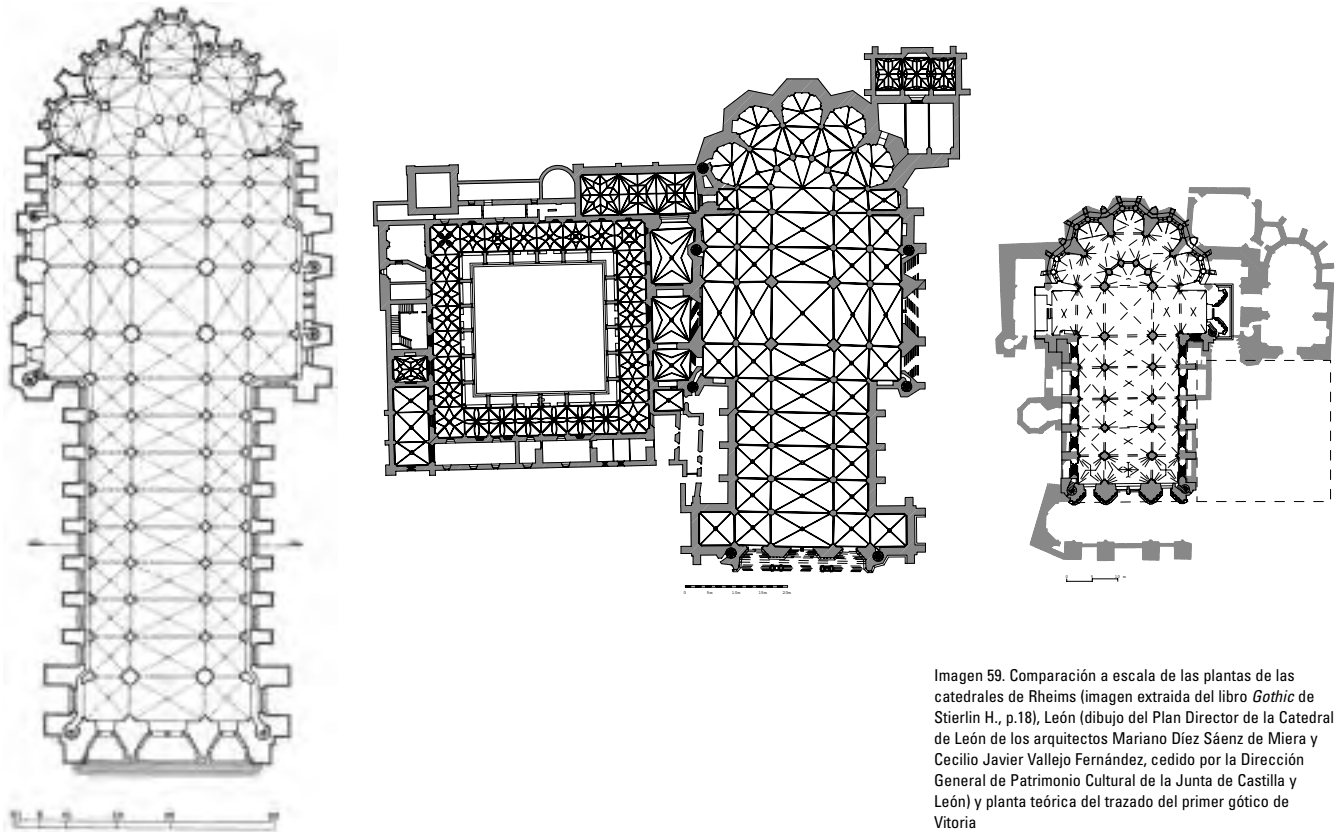


Imagen 59. Comparación a escala de las plantas de las catedrales de Rheims (imagen extraída del libro *Gothic* de Stierlin H., p.18), León (dibujo del Plan Director de la Catedral de León de los arquitectos Mariano Díez Sáenz de Miera y Cecilio Javier Vallejo Fernández, cedido por la Dirección General de Patrimonio Cultural de la Junta de Castilla y León) y planta teórica del trazado del primer gótico de Vitoria



Imagen 60. Comparación a escala de las secciones transversales de las catedrales de Rheims (Viollet-Le-Duc, E. 1998), León (dibujo del Plan Director de la Catedral de León de los arquitectos Mariano Díez Sáenz de Miera y Cecilio Javier Vallejo Fernández, cedido por la Dirección General de Patrimonio Cultural de la Junta de Castilla y León) y Vitoria (dibujo del Plan Director)

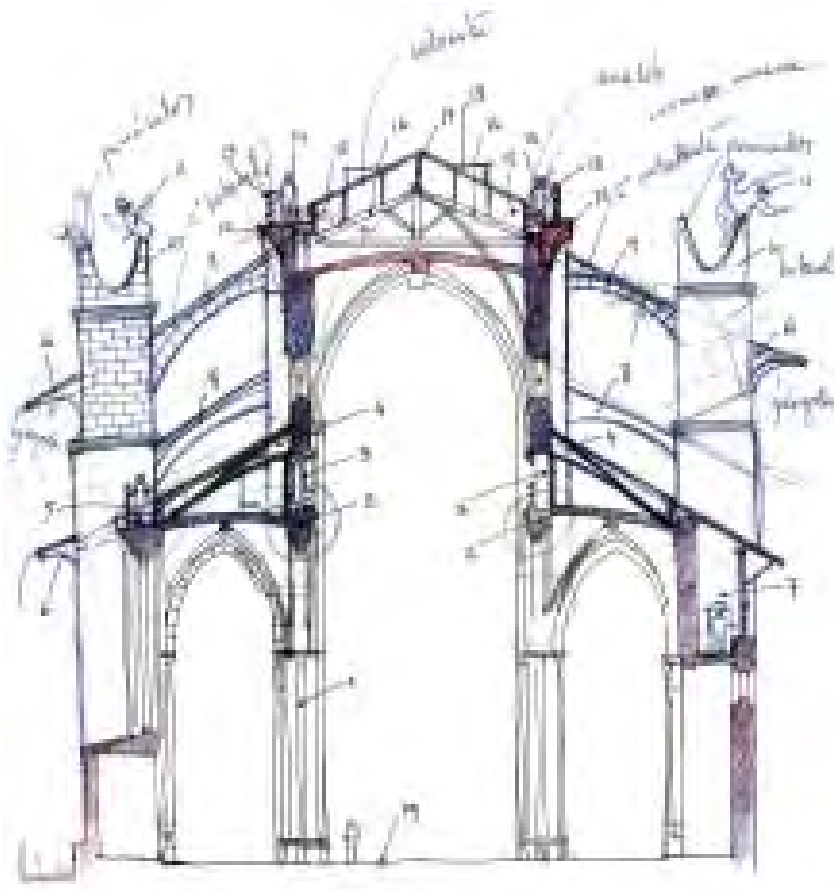


Imagen 61. Sección de la Catedral con arbotantes (dibujo del Plan Director)

Como ejercicio, comenzamos dibujando en planta el trazado de aquella catedral gótica que suponíamos –a partir de modelos construidos contemporáneos a nuestro monumento¹⁷– se habría proyectado sobre los muros construidos de la iglesia-fortaleza preexistente. Nos parecía que era un buen ejercicio para comprender cómo se podía rematar la construcción de la Catedral de Santa María. Dibujamos también alguna solución neogótica, con cornisa y crestería para el remate de los muros y con pináculos y gárgolas para los botareles, aunque conceptualmente sabíamos que –metodológicamente– no era una solución viable, y con la que tampoco nos encontrábamos

cómodos al dibujarlas. Sin embargo, estamos seguros que para restaurar la Catedral, es necesario completar la construcción de los elementos que históricamente han permanecido sin rematar, integrando en su diseño y construcción el sistema de evacuación del agua de lluvia, hasta configurar una nueva volumetría del edificio. De acuerdo a este diagnóstico, la restauración de la Catedral deberá acometer:

- El remate de todos los botareles, arbotantes y muros que están incompletos.
- Una nueva solución constructiva y formal para los cuatro ventanales apuntados construidos con piedra artificial de cemento en el muro oriental del transepto.
- Nuevas vidrieras para todo el edificio.
- Una nueva estructura de cubierta con una volumetría más lógica que resuelva los problemas de encuentros y de recogida y evacuación del agua de lluvia. Esta nueva volumetría deberá independizar el volumen de la catedral del volumen de la Capilla de Santiago para permitir el paso de la luz y poder, de este modo, recuperar los vitrales de esta capilla.
- Un sistema de pasarelas por los aleros de todas las cubiertas que permita el mantenimiento de todo el sistema nuevo de canalones y bajantes.

2.2.3 EL SISTEMA DE CONTRAFUERTES, ARBOTANTES Y BOTARELES DE LAS FACHADAS NORTE Y SUR DE LA NAVE Y DE LA GIROLA

A la hora de abordar la solución de los problemas estructurales de Santa María debemos plantearnos si es necesario recomponer el sistema estructural gótico y construir la segunda línea de arbotantes para contener los esfuerzos de las bóvedas y del viento, o debemos eliminar los existentes, sustituyéndolos por otros constructiva y estructuralmente más correctos, con unas dimensiones y unos apoyos más

2 Arquitectónico

2.2 Formal. Los Problemas derivados de la forma y la geometría del monumento en su configuración actual

2.2.3 El sistema de contrafuertes, arbotantes y botareles de las fachadas norte y sur de la nave y de la girola

2.2.4 Ventanales y vitrales

2.2.5 La volumetría del edificio. La forma de la cubierta y su remate



62

Imagen 62. La cabecera de la Catedral de León



63

Imagen 63. Detalle de los botareles cortados de la girola



64

Imagen 64. Sucesión de los arbotantes de la nave sur

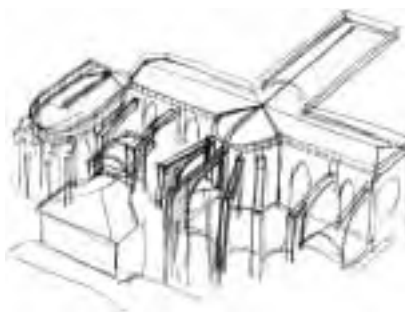
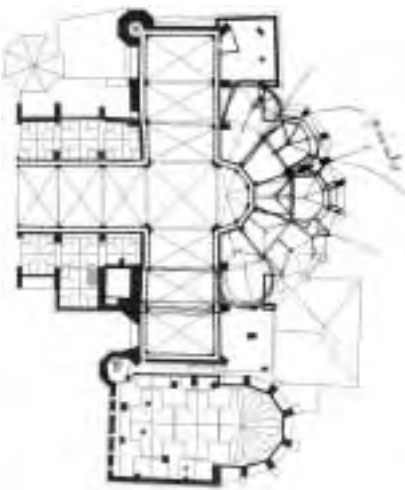


Imagen 65. La cabecera de la Catedral de Vitoria con arbotantes sobre los botareles. Perspectiva y planta. (Croquis estudios previos anteproyecto)

adecuados, siguiendo los esquemas del gótico y con unas formas que los identifiquen como contemporáneos. La solución a este problema puede abordarse también siguiendo las técnicas que aporta la arquitectura moderna mediante cosidos, tirantes y refuerzos metálicos y manteniendo los botareles y arbotantes que existen en la actualidad, de mala ejecución, sin las dimensiones adecuadas y que recogen los esfuerzos en puntos incorrectos. Probablemente, lo más adecuado sea intentar una solución mixta que, conservando los elementos actuales, los complete con unos nuevos arbotantes y remate los botareles con un contrapeso, completando la actuación con un sistema adecuado de tirantes y cosidos de los muros. En cualquier caso, abordaremos la diagnosis de este problema en el capítulo que dedicamos a los problemas estructurales del edificio.

El remate de los botareles desmochados de la girola, sí podemos considerarlo un problema estrictamente formal, probablemente el más apasionante y comprometido teóricamente de cuantos presenta el edificio. Estos elementos, que se construyeron con el primer gótico del edificio, se encuentran en la actualidad rematados por

unos ladrillos sobre los que apoyan las durmientes de la estructura de madera que cubre la cabecera del edificio. Siguiendo la lógica formal de la arquitectura gótica, estos elementos deberían rematarse con pináculos, y aquellos que coinciden con los muros de separación de las capillas, levantarse para soportar dos líneas de arbotantes que vuelan hasta apoyar en los contrafuertes de la cabecera. Como hemos comentado, el segundo gótico remató nuestro edificio con bóvedas de madera y solamente construyó los contrafuertes correspondientes. La bóveda de piedra que remató posteriormente la cabecera, parece que no provocó ningún tipo de problemas, ya que en este punto nunca se construyeron arbotantes rematando los botareles desmochados. Esto es debido, probablemente, a que esta bóveda es de menores dimensiones y formalmente tiene un número mayor de contrafuertes donde repartir sus cargas. Si, finalmente, decidiésemos rematar estos elementos con pináculos y arbotantes, con la forma con la que probablemente pensaron rematar su edificio los primeros constructores góticos, recuperaríamos una cabecera espectacular para la Catedral.

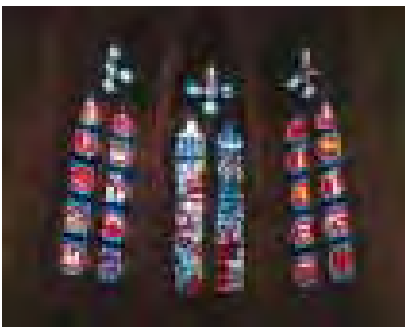


Quintas Fotógrafos

Imagen 66. Ventanal cegado de la capilla de Santiago



Imagen 67. Ventanal apuntado construido con la restauración de M. Lorente en la fachada oriental del transepto



Quintas Fotógrafos

Imagen 68. Vidrieras de Carlos Muñoz de Pablo en la Girola

2.2.4 VENTANALES Y VITRALES

En la capilla de Santiago deben abrirse todos los ventanales de la cabecera que se encuentran cegados en el pasillo de ronda. En aquellos huecos en los que no se conserven las vidrieras originales, deberán construirse unas vidrieras nuevas. Para permitir la entrada de la luz natural en este espacio e iluminar estas vidrieras, será necesario realizar una nueva volumetría de las cubiertas separando los volúmenes de la capilla de Santiago y de la Catedral. También será necesario cambiar la volumetría de la cubierta del despacho parroquial, que actualmente se apoya sobre el muro sur de la nave de la capilla de Santiago, para liberar las vidrieras que están parcialmente cegadas. Esta capilla, con todos sus ventanales abiertos y con unas nuevas vidrieras, recobrará todo el esplendor con la que fue diseñada.

Entre los ventanales abiertos en la Catedral –durante la obra de restauración de los años sesenta– debemos diferenciar entre los óculos abiertos en la nave y los ventanales apuntados que se abrieron en el muro oriental del crucero. Los primeros se construyeron con cantería y pensamos que deben conservarse con su trazado actual; pero los segundos están contruidos con piedra artificial de cemento, y dada su escasa calidad constructiva creemos que deben sustituirse por unos nuevos ventanales de cantería con un diseño diferente. Además, la apertura de estos huecos, que jamás existieron en la construcción del edificio, han provocado el debilitamiento de las esquinas del crucero, y son estructuralmente incorrectos.

Finalmente, debemos restaurar la totalidad de los ventanales del edificio y construir nuevas vidrieras donde sea necesario. Creemos que muchas de las vidrieras existentes, como las de hormigón de los ventanales de la cabecera o las de la capilla de

Santiago, son de una calidad ínfima y sería necesario sustituirlas. Sin embargo, las vidrieras que existen en los ventanales de la girola fueron uno de los primeros trabajos del importante vidriero Carlos Muñoz de Pablos¹⁸. Parece lógico que fuese este vidriero el que se hiciese cargo de la fabricación de las nuevas vidrieras, dado que actualmente, es uno de los mejores especialistas internacionales en este campo. Pensamos que su intervención valorizaría el monumento restaurado, ya que al contar la Catedral de Vitoria con uno de los primeros trabajos de este artista podría ahora poseer un panorama completo de su obra. Para la fabricación de todos los vitrales nuevos será necesario realizar previamente un programa iconográfico para el edificio que integre las vidrieras existentes, con las que realizó este artista y con las que se ejecute con un nuevo diseño.

2.2.5 LA VOLUMETRÍA DEL EDIFICIO. LA FORMA DE LA CUBIERTA Y SU REMATE

No sabemos con precisión cómo fue la volumetría del edificio cuando se cerraba con bóvedas de madera, ni cómo fue en ese momento, la estructura que soportaba los diferentes faldones que remataban la volumetría. Lo que sí sabemos por el texto de 1647¹⁹ es que, cuando se sustituyeron las bóvedas de madera por bóvedas de piedra, los faldones de la cubierta se formalizaron con unos rellenos de tierra y tejas rotas, que rellenaban directamente los senos y el trasdós de las bóvedas. Para resolver los problemas estructurales que en esta fecha ya eran alarmantes y para liberar de peso a las bóvedas, se sustituyeron estos rellenos por una estructura de madera.

En la nave y el crucero esta estructura se forma por una sucesión de cerchas de madera que apoyan directamente sobre los contrafuertes en el mismo plano de los arcos perpiaños que separan las bóvedas.



Imagen 69. Detalle del remate superior del muro de la nave y el crucero



Imagen 70. La cabecera de la Catedral

Para permitir que los tirantes de estas cerchas pudiesen pasar sobre las claves de estos arcos, era necesario recrecer todos los muros perimetrales de esta zona del edificio. Este recrecido de mampostería, de una pésima calidad constructiva (dada la rapidez con la que entendemos debieron construirse), es el que nos encontramos en la actualidad; rematado por otro pequeño recrecido, todavía de peor calidad, construido con un entramado de madera y ladrillo, que sirve de apoyo a una segunda serie de cerchas, cuyo tirante debe ahora superar las claves de las bóvedas. Los cabios de esta estructura vuelan sobre este murete formando un alero sobre los muros. Toda esta estructura forma una cubierta en cruz, con un volumen muy claro —que pensamos se debe respetar— sobre el que solamente se eleva el volumen de la Torre.

El resto de los volúmenes de la construcción, se va adosando a diferentes alturas a esta cruz principal. Las estructuras de madera con las que se rematan las naves laterales y la girola son simplemente vigas que se apoyan, por un lado, en mechinales abiertos directamente en los muros de cierre del triforio y, por el otro, descansan en una durmiente que se coloca sobre la cabeza de los muros laterales del edificio. En muchos puntos intermedios existen pilastrillas que se construyen directamente sobre las bóvedas. Las cabezas de estas vigas pueden verse en algunos puntos del interior del pasillo del triforio. Como sabemos, este muro —de una sola hoja de sillaría— tiene un espesor de escasamente 25 cm. Desde dentro de la bajo cubierta de estos espacios puede observarse como los sillares del muro de cierre del triforio están labrados, por tanto, creemos que se verían desde el exterior cuando las bóvedas de las naves laterales formaban sus pendientes con tierra.

En la estructura que cubre la girola, esta tipología es todavía de peor calidad. La luz es tan grande que para acortarla es necesaria la construcción de numerosas pilastras que apoyan sobre los plementos de las bóvedas. Para cubrir el volumen de este cuerpo tan complejo se construye un gran faldón de una sola pendiente que vuela sobre los volúmenes diferenciados de todas las capillas y la parte superior de los torreones de la construcción cister. Los muros y los botareles que rematan el perímetro de esta zona del edificio están cortados y desmochados por este único plano de la cubierta, que se comporta como un hacha sobre las estructuras de esta zona.

La solución de la volumetría de este cuerpo será la más compleja y la más interesante de las que tenga que abordar la restauración, dada la complejidad de los elementos existentes y de los encuentros que se producen. Además, como ya hemos comentado, es preciso darle un remate constructivo (¿pináculos?) a los botareles que van conformando el perímetro de este cuerpo y decidir si se levantan arbotantes hasta la cabecera. También creemos que debemos liberar e independizar todos los volúmenes de los cuerpos de esta parte del edificio, por un lado, los dos torreones de la estructura de la muralla y, por el otro, cada una de las capillas del cimborrio.

Las estructuras de madera de la capilla de Santiago, la sacristía y la torre, probablemente son las de mejor calidad constructiva del edificio y creemos que deben ser restauradas y conservadas. Sin embargo, la volumetría de la capilla de Santiago fue modificada en la restauración de los años 60. Se conservaron las cerchas principales de esta estructura, —no parece que hayan sufrido ningún movimiento— pero fueron modificadas las pendientes del faldón norte —el que apoya en el muro del

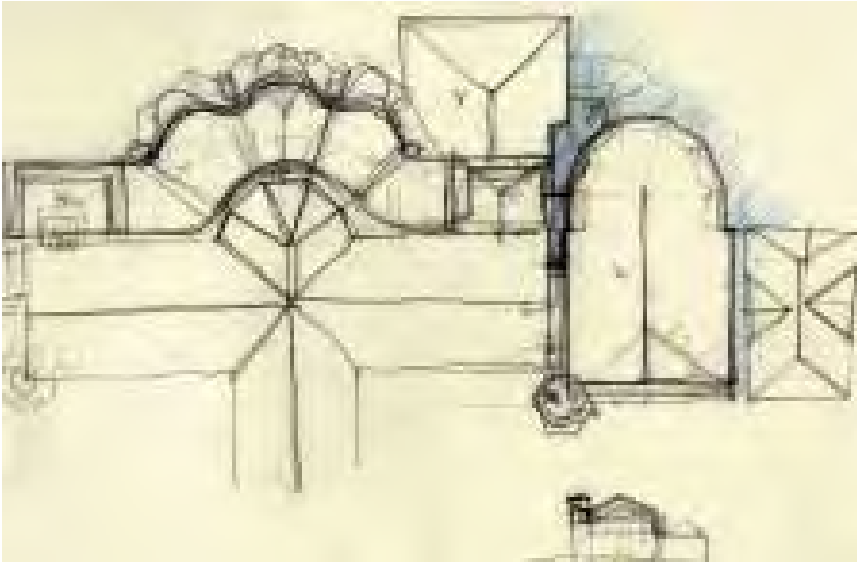


Imagen 71. Croquis en planta donde se dibuja la separación de los volúmenes de la Catedral y de la capilla de Santiago

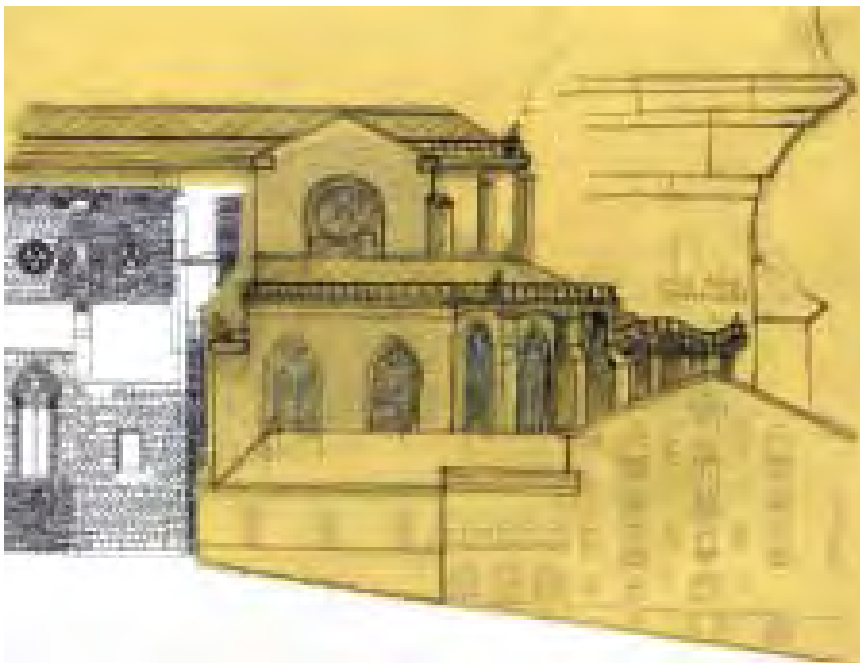


Imagen 72. Croquis del alzado sur de la Catedral y de la capilla de Santiago con cornisas. (Croquis estudios previos anteproyecto)

testero sur del crucero— y los faldones de la fachada oeste y sur. Sabemos, por el estudio histórico y por las fotografías antiguas, que estos muros fueron recrecidos durante esta restauración, precisamente para apoyar los nuevos faldones que se formalizaban. En la bajocubierta se construyeron unas pilastras sobre las bóvedas para apoyar las vigas diagonales de la cumbrera de esta nueva cubierta.

Probablemente, uno de los puntos más interesantes de la volumetría del conjunto es el que se produce en el encuentro entre el brazo sur de la Catedral y la capilla de Santiago. Entre ambos cuerpos discurre parte del antiguo pasillo de ronda de la muralla que se cubre con uno de los faldones de la capilla de Santiago que se prolonga hasta apoyar sobre el testero del crucero. Creemos que la restauración debe separar las cubiertas de estos dos cuerpos de la edificación y ejecutar una cubierta independiente para el pasillo de ronda que quedará al descubierto en algún punto. Con esta actuación podemos liberar los ventanales —ahora tapiados— de la cabecera de la capilla de Santiago y permitir que se produzca la entrada de luz a través de la grieta que proponemos abrir entre ambas construcciones.

Las estructuras de madera que soportan y formalizan la cubierta del pórtico son de una calidad intermedia y su sustitución por una nueva estructura es todavía una incógnita de nuestra propuesta. Además, durante los trabajos de excavación y limpieza de la estructura del edificio han aparecido, en la esquina noroeste de este cuerpo, los restos de uno de los muros de cierre de la antigua muralla y la estructura de un torreón. La solución que formalicemos para este cuerpo dependerá de los resultados que podamos obtener de esta investigación y de la solución que podamos formalizar para la cubierta del tramo

norte del pasillo de ronda. Pensamos que sería conveniente liberar este tramo del pasillo de ronda y cubrirlo volando la cubierta de la nave lateral norte. De este modo, este tramo se convertiría en un porche cubierto, con unas magníficas vistas sobre la ladera norte de la ciudad y sobre la plaza de las Burullerías.

Uno de los detalles que más nos ha llamado la atención de la Catedral es que los muros no parecen haber estado nunca rematados con cornisas. Actualmente, los muros que se construyeron con la reforma de 1647, se rematan con una durmiente de madera sobre la que vuelan todos los cabios que formalizan el alero de la cubierta. Si hubiesen existido cornisas de piedra, cuando los faldones de la cubierta se formalizaron sobre los rellenos de tierra de las bóvedas, o cuando existieron las bóvedas de madera, no nos queda literalmente ningún resto. Únicamente existen cornisas de piedra en el perímetro del volumen del pórtico de la iglesia. Ante este hecho, la nueva volumetría que se proponga, deberá plantearse cuál será el remate que se formalizará en la coronación de los muros de todo el edificio. ¿Deberemos repetir la solución de alero, volando la estructura de madera sobre los muros, o por el contrario, debemos construir una nueva cornisa sobre los muros del edificio?.

A la hora de diseñar estas cornisas debemos pensar que la nueva forma que se proyecte para los volúmenes del edificio deberá resolver también el problema de la recogida y evacuación del agua de lluvia, proponiendo una nueva solución para este sistema, actualmente desastroso y caótico. De adoptar una solución de alero de madera, difícilmente se podrá conseguir que el sistema de canalones sobre los faldones sea registrable. Tampoco parece conveniente, ante la complejidad de faldones y metros cuadrados de

superficies de cubiertas que tiene el edificio, permitir la evacuación libre del agua. Debemos recordar cómo la visita a las cubiertas de los edificios góticos es una experiencia inolvidable del saber constructivo. A través de pequeñas pasarelas integradas en la construcción se puede acceder a cualquier punto de las cubiertas, permitiendo su mantenimiento y el registro de canalones y bajantes.

Finalmente, la solución que se formalice para las cubiertas deberá, a través de una nueva volumetría, hacer más comprensible cada una de las fases de la construcción del edificio definidas en el Plan Director; imponiendo, como objetivo de la restauración, la individualización formal de cada una de estas fases, lo que facilita su reconocimiento y comprensión y construyendo los elementos necesarios para permitir el acceso a aquellos puntos del edificio que nos ayuden a comprender este proceso.

NOTAS

1. A este respecto son muy importantes las diferentes valoraciones que pueden establecerse sobre la forma de los monumentos, y el modo de acometer su restauración, que realiza Alois Riegl, en su libro de 1903, *El culto moderno a los monumentos*. Riegl diferencia claramente entre el valor documental de un edificio, transformado por efecto del paso del tiempo y el que tiene si, por el contrario, conserva inalterada su estructura original.

Según el valor de "antigüedad", lo que se valora de los monumentos es la transformación del edificio primero por acción de la naturaleza en el tiempo "lo que complace al hombre contemporáneo es más bien el ciclo natural de creación y destrucción en toda su pureza, así como percibirlo con toda claridad"; pero aclara que, para valorar la antigüedad de un monumento, es preciso que quede alguna huella clara de la forma original, pues "un montón de piedras ya sólo representa un fragmento muerto informe de la madre naturaleza sin huellas de creación viva".

Según el valor histórico, de los monumentos "no nos interesan las huellas de erosión, sino su génesis como obra humana. El valor histórico será tanto mayor, como menor sea la alteración sufrida en su estado originario. La labor del historiador es rellenar de nuevo, con todos los medios auxiliares a su alcance, los vacíos que las influencias de la naturaleza han producido en la forma originaria en el transcurso del tiempo". Pero advierte de los peligros que la subjetividad del autor, puede imponer a una restauración. "El valor histórico no ignora que todo cálculo humano y toda restauración están expuestas al valor subjetivo..."

2. Véase la polémica suscitada en torno al traslado del retablo de Damián Forment de su posición original para descubrir la cabecera románica de la Catedral de Santo Domingo de la Calzada, La Rioja. G. Cuadra Rodríguez, *Restauraciones en la Catedral de Santo Domingo de la Calzada*. Loggia nº 6, pp. 34-46; P. Navascués Palacio, *Carencia de directrices* en revista La Esfera, domingo 7 de enero de 1996 y *Arte, hipocresía e Iglesia*, diario El País, sábado 7 de febrero de 1998, p. 34.

3. P. Navascués Palacio, *La restauración monumental como proceso histórico: el caso español, 1800-1950*. Curso de Mecánica y Tecnología de los Edificios Antiguos, COAM, 1987, pp. 285-331.

4. Véanse los siguientes textos sobre la intervención de A. Gaudí en la Catedral de Palma de Mallorca. Quetglas, J. A. Gaudí i J.M. Jujol a la Seu, D'A 1, COA Balears, 1989, pp. 40-72 y Lahuerta, J. *Antonio Gaudí, 1852-1926. Arquitectura, ideología y política*. Electa, Madrid, 1999, pp.224-254.

5. L. Torres Balbás. *La restauración de los monumentos antiguos*. Arquitectura nº 8, Diciembre de 1918, pp. 229-233. Es muy interesante este artículo de Torres Balbás porque recoge comentarios y opiniones de diferentes autores muy críticos sobre las restauraciones estilísticas de los monumentos y centradas, muchas veces, personalizando en la figura del arquitecto Viollet-Le-Duc. "Viollet-Le-Duc perseguía una idea verdaderamente inhumana cuando se proponía restablecer un castillo o una catedral en su plan primitivo que había sido modificado en el transcurso del tiempo...". Anatole France. También consultar el ya clásico libro de J. Ruskin, *Las siete lámparas de la arquitectura*; especialmente con respecto a este tema véase el capítulo VI *La lámpara de la memoria*.

6. Camillo Boito. *I Restauri in Architettura*. Se puede consultar en Camillo Boito, *Il nuovo e l'antico in architettura a cura di Maria Antonietti Crippa*, Jaca Book, Milano, 1988, pp. 107-127.

7. Véanse La Carta de Atenas 1931, La Carta de Venecia 1964 y La Carta del Restauo de 1972. Pueden consultarse en J. López Jaen, *Normativa Internacional*. Curso de Rehabilitación, Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid, 1987 y en los Cuadernos de restauración nº II, *Documentos Internacionales*, Cuadernos del Instituto Juan de Herrera de la Escuela de Arquitectura de Madrid.

8. Nos referimos a la última intervención de restauración realizada en el monumento por el arquitecto L. Junquera. Extraído de una copia del informe firmado por el arquitecto conservador de Monumentos de la 3ª zona (Vasco-Aragonesa) con fecha del 9 de Diciembre de 1964, titulado *La Catedral de Vitoria y su restauración de 1960 a 1964* que fue presentado a la Dirección General de Bellas Artes.

9. Véase la obra de Carlo Scarpa y especialmente la

restauración y adaptación del Museo de Castelvecchio en Verona, 1956 y de la planta baja y el patio de la Fundación Querini Stampalia de Venecia, 1963. Carlo Scarpa 1906-1978. Electa, Milán, 1984.

10. Es interesante consultar los libros editados por el ICRBC, *Intervenciones en el Patrimonio Arquitectónico 1980-1985 y Monumentos y proyecto. Jornadas sobre criterios de intervención celebradas en 1987* en los que se recogen un número importante de restauraciones realizadas por diferentes autores entre los años 1980-1987.

11. A. Bellini, *Tecniche della conservazione*, Franco Angelli, Milán, 1990.

12. J. López Martín, *Simbolismo y funcionalidad litúrgica de la Catedral*, Ars Sacra 4/5, Marzo 98, pp. 11-14.

13. K. Frampton, *Estudios sobre cultura tectónica*, Akal, Madrid, 1999. Con respecto a este tema véase el capítulo segundo titulado *Greco-gótico y neo-gótico: los orígenes anglo-franceses de la forma tectónica*, pp. 39-66.

14. El proyecto de la Catedral nueva se inició de acuerdo al proyecto neo-gótico de Javier Luque y Julián Apraiz en 1907 y se consagraba en 1969 aunque faltaba por realizar el pórtico, torres y fachada principal. En 1976 estaba en pleno uso, aunque sus torres nunca llegaron a construirse.

15. Discurso de bienvenida del Obispo de Vitoria Monseñor Peralta al Jefe del Estado en la inauguración de las obras de restauración realizadas con motivo de la celebración del primer centenario de la consagración de la diócesis de Vitoria:

"Señor, Señora:

Me cabe el alto honor de daros la más respetuosa y cordial bienvenida a este lugar sagrado, en nombre propio, del Cabildo Catedral, del clero de la diócesis, de los religiosos y religiosas, y también del pueblo fiel confiado a nuestro cuidado pastoral.

Vuestra presencia aquí tiene la más alta significación para todos sus diocesanos, habeis venido a inaugurar la restauración de este templo, centro y corazón espiritual de la diócesis y catedral de su Obispo. Los vitorianos todos, apenas hemos salido de nuestro asombro al contemplar la belleza, la luminosidad y esbeltez de esta Catedral de Santa María, cuando apenas hace tres años era un lugar sin luz, sin perspectiva, casi diría ignorado. Construida esta iglesia en el siglo XIV, merced a las donaciones de los Reyes Católicos, es catedral desde el 28 de Abril de 1862, fecha de la creación de la diócesis vitorense por bula de Su Santidad Pío IX.

La lluvia y el hielo, el cierzo y el solano han azotado cruelmente durante seis siglos este edificio encaramado en la muralla Norte de la Antigua Gasteiz causando heridas, aberturas y grietas que reclaman una pertinente labor de consolidación para evitar la ruina total e inevitable.

Primer centenario:

Con ocasión del primer centenario de la creación de la diócesis, cuyas medalla conmemorativa os vamos a entregar en este acto quisimos poner en marcha esta obra, cuyas dificultades en parte por desconocidas, nos parecía desde el principio superar las posibilidades de la diócesis. La Providencia me hizo encontrar un director general de Bellas Artes, acogedor, entusiasta y eficaz que encomendó el proyecto de restauración a un arquitecto, que a su pericia técnica llevaba unida la audacia necesaria para la empresa. ¡Y la Catedral de Santa María de Vitoria se ha salvado para otros 600 años!

Ejecutada la consolidación del templo, vino lo más visible que podíamos calificar de espectacular, la sustitución de los pesados y gigantescos, arcos "codales" de la nave mayor, por un atarrantado metálico que se oculta en las naves laterales. Parece que los artífices de esta iglesia, a los pocos años de su construcción... de la obra realizada. Habían conseguido una altura de las más elevadas dentro de España, pero sus columnas, finas y esbeltas parecían endebles para laterales, mucho más bajas que la mayor. Y para evitar el inicio desplome de las columnas llenaron los cruceros de arcos a la altura de las naves bajas, reforzando las primitivas columnas cilíndricas con otras suplementarias mucho más pesadas.

Con esta solución y con la carencia de ventanas en la parte más alta, en que dejaron los artistas la iglesia, se habían perdido lo más bello de su obra: la esbeltez y la luz que reclamaba este gótico purista, ávaro de vidrieras más que de muros ciegos.

Los cronistas e historiadores de las últimas centurias, los arquitectos y devotos visitantes han ido experimentando siempre la misma queja y la misma ilusión de ver desaparecer los arcos

bajos, pero el sueño parecía irrealizable por no aceptar a resolver este dilema: o esbeltez a costa de la seguridad del edificio, o solidez con pérdida de la belleza de sus líneas góticas.

El milagro realizado:

El milagro lo vemos realizado. Las columnas que se recogen sobre la nave como un gracioso abanico han vuelto a estirarse y erguirse de nuevo, como los árboles de nuestros bosques, para gozar de la luz que entra a raudales por vez primera después de siglos, como símbolo majestuoso de elevación y espiritualidad..."

16. E. Viollet le Duc, *Dictionnaire raisonné de L'architecture française du XI au XVI siècle* Potiers, 1997.

17. Salvando todos los "peros" que tienen estas comparaciones tipológicas nos pareció encontrar ciertas similitudes entre el primer gótico de nuestro edificio con las Catedrales de León y de Reims, con las que coincide temporalmente. Dado el nivel de aproximación con el que hemos trabajado y teniendo en cuenta las diferencias tan evidentes que existen entre las dimensiones y la riqueza de los ejemplos elegidos y la Catedral de Santa María, queremos que esta comparación se entienda como un mero ejercicio de composición que nos permite entender ciertos problemas de nuestro edificio. La Catedral de León se empezó a construir a finales del siglo XII en el reinado de Alfonso IX y se sabe que en 1255 ya estaba construida la cabecera. Se considera que la Catedral de León es una copia de la Catedral de Reims, reducida en la proporción de 6 a 5 y representa el modelo español más perfecto del arte gótico. La Catedral de Reims se inició en 1211. El primer gótico de Santa María, en base al cual hemos realizado esta reconstrucción corresponde con el reinado de Alfonso X (1252-1284). En este mismo libro ver el análisis histórico-artístico de M. Lª Lahoz, "Ni que decir tiene que si la adopción consciente de la plantilla no plantea dudas, no se ignorará sus precedentes inmediatos, caso de las plantas de Burgos y León, que por su acreditada contribución puntual le han podido proporcionar el esquema."

18. C. Muñoz de Pablos, *La luz y el vidrio en la arquitectura*, Curso de Mecánica y Tecnología de los Edificios Antiguos, COAM, 1987, pp. 193-225.

19. "Se informa también sobre la necesidad de levantar los tejados de la nave principal y cruceros... por estar fundados sobre las bóvedas, y ser esto causa de aber rebentado los arcos torales y crucero y aber desplomado las paredes principales..." Año 1647. Archivo Municipal de Vitoria.

2.3 ESTRUCTURAL

2.3.1 LA ESTRUCTURA DE LA CATEDRAL EN 1996

Cuando llegamos a Vitoria, en 1995, la Catedral estaba cerrada desde un año atrás porque se habían producido algunos pequeños desprendimientos de material en las bóvedas del brazo sur del transepto.

Comenzamos entonces por establecer una estrategia de investigación previa y pudimos detener algunos golpes que ya se le venían encima al edificio. La redacción del Plan Director ha llevado más de dos años de trabajo y nos ha permitido establecer una hipótesis general sobre la historia y la actualidad de la estructura, según lo visto en los capítulos de estudios estructurales. Presentamos ahora las conclusiones de esos estudios y los criterios con que creemos se deben abordar las obras de reparación necesarias.

Para empezar estas conclusiones, vamos a tratar del que se supuso como el principal problema de la Catedral: el riesgo de su pérdida por un colapso general, cuestión que nos ha venido tocando dilucidar en este tiempo y para la que hemos efectuado todos los estudios que hasta aquí hemos descrito y algunos más que todavía vamos a relatar.

Dejaremos para más adelante ciertas cuestiones teóricas sobre qué es una estructura de fábrica abovedada y cómo se puede arruinar y empezaremos por centrarnos en una descripción del estado del edificio y de su evolución histórica revisada desde el punto de vista de la valoración estructural.

El primer paso ha sido entonces hacer una reseña de las lesiones y deformaciones que padece la iglesia. En cuanto a las primeras, la revisión visual nos muestra un cuadro de fisuras “vivas” –y luego explicaremos este concepto en nuestro

caso concreto– concentradas en las partes altas de la Catedral y, especialmente, en el transepto.

Utilizando el modelo tridimensional hemos hecho una revisión del estado de deformaciones. Para ello, siempre nos referiremos a un estado de origen “simétrico”, entendiendo esta palabra no en su acepción restrictiva de “relación de especularidad entre las partes”, sino en un sentido más amplio y de contenido constructivo, a la manera en que antiguamente se podía confundir esta palabra con la de “orden”, y que significaría que las construcciones se levantan “correctamente”, con sus muros aplomados, sus cornisas horizontales, sus arcos siguiendo una traza geométrica reproducible, en distintas escalas, desde el papel a la piedra, sus pilares alineados, y así sucesivamente hasta donde podamos estirar estas condiciones generales en cada edificio.

Sobre esta base de partida, procediendo por comparación de la forma actual con la supuesta original, deducimos también un cuadro de los movimientos de las fábricas, y combinando ambas lecturas, las de las grietas y las de las deformaciones, obtenemos un esquema de los desplazamientos generales de las estructuras.

Se desprende de este cuadro general que las partes altas del transepto son las que más se han movido, acompañadas por el primer tercio de la nave central, contado desde la cabecera. El movimiento es de apertura asimétrica: en el transepto, con mayor deformación hacia la cara de poniente, donde los muros son más esbeltos y no se encuentra el contrarresto de un cuerpo inferior rígido como el formado por las capillas de la cabecera; y en la nave central, más inclinado hacia el norte, con una explicación un poco más complicada que combina problemas de geometría, como la mayor altura de esos muros, con

otros constructivos, como su peor calidad de ejecución y mayor heterogeneidad de composición material, y quizá otros en relación con el cimientado de los pilares que todavía no conocemos.

Estos estudios nos dicen cómo se ha movido el edificio en los últimos ochocientos años, mostrando la resultante de una serie de fenómenos que a veces no son lineales sino de vaivén, como suelen ser los higrotérmicos y algunos geotécnicos. Sin embargo, para evaluar la seguridad actual es necesario conocer cómo se mueve ahora la estructura. Para ello, hemos dispuesto un sistema de control de alta precisión que nos permite registrar continuamente los movimientos de una serie de puntos seleccionados. En primera instancia, ya en 1993, se instalaron estos aparatos en las grietas y zonas que parecían más activas. A partir de 1998 se complementó el sistema controlando también zonas en las que el estudio de deformaciones detectaba movimientos pero que eran tales que difícilmente se manifestaban en la aparición de grietas, como un aparente deslizamiento de la cabecera por la ladera del cerro, movimiento ahora controlado con medidores extensométricos en las capillas de la girola.

El resultado de estos estudios viene a sumarse al de los anteriores, en lo que hace al transepto, y a ser indiferente o confuso en lo que hace a las naves. En efecto, se aprecia una evolución de apertura, lenta, de una o dos décimas de milímetro por año, en ambos brazos del transepto, si bien parece que en el norte el movimiento afecta al paño oriental mientras que en el sur es el muro del oeste, sobre la portada de Santa Ana, el afectado. En el aula, los movimientos son contradictorios entre la nave lateral norte y la sur, por lo que aún no sabemos bien a qué atenernos.

Por último, cabría añadir alguna nota sobre el efecto que ciertos problemas constructivos tienen sobre la estabilidad de la estructura: el diferente asiento a largo plazo de las hojas de mampostería y sillería de un mismo muro, debido fundamentalmente al distinto porcentaje de su altura que suponen las juntas de mortero en cada caso, provoca un giro hacia la cara más deformable —la de mampostería—; el deshojamiento que se produce entre las hojas del muro al descomponerse los morteros que, mal que bien, ligan entre sí los bolos del relleno interior, deshojamiento facilitado por la falta general de perpiños de atado; en fin, sin extendernos más en esto, ya visto en los estudios detallados, diremos que estos dos problemas se presentan también precisamente en las mismas zonas ya vistas como las más problemáticas.

2.3.2 LA ESTRUCTURA TRAS LA ÚLTIMA RESTAURACIÓN, HACIA 1965

Hemos dicho antes que estudiaríamos las fisuras “vivas”, lo que significa discriminar entre las existentes cuáles son las que se están moviendo. En algunas de éstas hemos dispuesto los aparatos de seguimiento, en otras no. Pero en todo caso, es difícil determinar cuáles son las que “de verdad” se mueven ahora y no corresponden bien a lentísimos movimientos históricos casi imposibles de controlar —como lentos fenómenos de fluencia de suelos o de los morteros— bien a fenómenos con origen ya solucionado. En el caso de la Catedral de Vitoria, que ha tenido una larga vida llena de reparaciones, este último supuesto es el más frecuente.

Pues bien, para situar las grietas activas nos ha venido muy bien la obra de restauración efectuada por el arquitecto José Manuel Lorente Junquera entre 1960 y 1965. En ella reparó casi todos los paños de las fábricas, ocultando las grietas que

hubiera y reponiendo mucho material dañado, dejando así para nosotros un testigo, un “punto cero” para la evolución de la Catedral en los últimos treinta y cinco años. Las grietas que hemos mostrado antes son las que se han producido desde entonces, bien repitiendo otras anteriores bien como nuevos problemas tras aquella obra. Otras fueron restañadas y ahora las volvemos a ver porque en nuestras investigaciones hemos querido revisarlas para entender lo que había pasado antes.

Pero además de estas reparaciones “normales”, la obra de los años sesenta incidió en otras partes del edificio, con repercusiones en el equilibrio de la estructura. Podemos revisar estas obras y ver sus efectos.

En primer lugar está la apertura de ventanas en toda la Catedral. Se abrieron óculos de pequeño tamaño en tres tramos de la nave central, y de gran tamaño en los extremos del transepto, y ventanales apuntados en el frente oriental del transepto. Si la incidencia de los óculos pequeños no es importante, tanto por su reducido tamaño como por su buena ejecución en cantería y con tracería interior, la de los huecos abiertos en el transepto sí reviste gravedad, al debilitar el muro de sustento de las bóvedas cortándolo en seis sitios distintos. Además de por su tamaño, estos vanos son dañinos por su mala ejecución.

En segundo lugar, la demolición de los arcos codales y su sustitución por un sistema de dobles tirantes que se supone deberían atar las cabezas de los pilares con los muros exteriores impidiendo su movimiento hacia el interior de la iglesia. Del resultado de esta intervención cabría deducir que aquellos arcos no tenían demasiada utilidad estructural ya que los tirantes que los sustituyen, controlados con extensómetros de precisión, no acusan grandes esfuerzos ni deformaciones. Lo cierto es que tanto por

su dimensionado como por su situación sobre el pilar como, sobre todo, por su muy deficiente anclaje en las fábricas, estos tirantes nunca podrían trabajar bien aunque la iglesia lo reclamara. Si los arcos fueron en su día necesarios, después la iglesia ha buscado su propio equilibrio sin ellos y, desde luego, sin los inútiles tirantes de acero.

Y en tercer lugar, la operación más costosa en términos estructurales fue el desmontaje del contrafuerte que, construido en el siglo XIX, ocultaba la jamba septentrional de la portada de santa Ana. El arquitecto quiso recuperar la visión y la entrada por ésta y para ello hubo de demoler parcialmente ese refuerzo, formando en su parte superior un chafalán que descansa en una ménsula malamente encastrada en el muro de la jamba, muro que se encuentra prácticamente hueco por detrás de la sillaría decorada. Esta obra ha supuesto un ataque al edificio en su parte más delicada, la que, como ya se ha visto, presenta las mayores deformaciones y sufre hoy movimientos más activos.

2.3.3 LA CONSTRUCCIÓN DE LA CATEDRAL EN VARIAS ETAPAS ENTRE LOS SIGLOS XII Y XVI

Pero, ¿por qué esta insistencia en la obra más reciente?.

Por un lado es, como ya hemos dicho, la única de la que podemos saber, en un primer momento y sin una mayor investigación histórica, cuál ha sido el resultado, manifiesto precisamente en esas grietas recientes y en los movimientos actuales.

Pero por otro lado, es la más peligrosa hoy para la Catedral, y no por su alcance concreto y el daño que pudo suponer, sino porque es la que todavía no se ha consolidado, pues nos encontramos aún dentro del periodo, que se puede estimar entre 15 y 30 años, una generación, durante el cual

la estructura busca un acomodo, lentamente, a su nuevo estado de cargas y resistencias. Esto también quiere decir que los mismos movimientos que ahora detectamos bien pudieran ser sólo la manifestación de ese intento de la estructura de estabilizarse por sí misma, y no un grave problema estructural.

De hecho, a lo largo de ocho siglos, la Catedral, tan aparentemente estropeada e inestable, ha ido encontrando la manera de tenerse en pie, bien que con ayudas como veremos, sin haber padecido nunca un auténtico colapso que siempre amenazaba.

En otros capítulos se ha explicado ya la historia de la Catedral y de su solar en el cerro de Gasteiz. Apoyándonos en esa explicación vamos ahora a revisar brevemente cuál ha sido la evolución de la estructura.

El primer proyecto de edificio tras la amortización de la muralla se desarrolla en varias fases entre los siglos XII y XIV y da como resultado una iglesia gótica abovedada sólo en sus naves más bajas, las laterales del aula y la girola y capillas de la cabecera, iglesia que no padecería grandes problemas estructurales: bien cimentada en los muros previos, sólo los pilares del crucero, demasiado esbeltos, habrían padecido un fuerte desplome hacia oriente empujados por la arcada que separa las naves laterales. El efecto de este desplome sería el asiento y el giro de la balaustrada del triforio que se producen en los tramos inmediatos al crucero, tanto en la nave principal como en el transepto, al nivel de su suelo. Seguramente también podamos atribuir a este desplome la aparición de grandes daños en las bóvedas de los primeros tramos de las naves laterales que obligaron a rehacerlas.

El segundo proyecto trataría de completar la cruz de naves altas, en el aula y el transepto, creciendo los muros y cubriendo

el espacio con bóvedas de madera muy ligeras. Probablemente de este momento daten ya algunas deformaciones de los pilares del aula, girados hacia el eje de la iglesia por el peso de los muros y de sus estribos de refuerzo, mal centrados en los pilares inferiores y descargando en los riñones de los arcos fajones de las bóvedas.

No está claro si estos giros, responsables de los mayores males del edificio, se inician en este momento o cuando se plantea el tercer proyecto con el deseo de terminar las naves y, sobre todo, de cubrirlas con bóvedas de piedra. En todo caso, en este último momento se agravarían y provocarían las ya presentes amenazas de ruina. En efecto, la construcción de las bóvedas que ahora podemos ver en la Catedral se hace sobre un edificio que ya no está preparado para transmitir correctamente sus empujes al no haberse construido los botareles exteriores y arbotantes que apearian este esfuerzo desde su punto de aplicación en el salmer de los arcos de la bóveda. Se confía su transmisión a los estribos de los muros de cierre, como si éstos se apoyaran en suelo firme y tuvieran capacidad resistente. Así se construían entonces multitud de iglesias, ya sin arbotantes pero con los estribos apoyados en el suelo si se trataba de una sola nave o de varias de la misma altura, o en muros de separación de capillas laterales si se trataba de espacios con distintos niveles de abovedamiento en el interior.

Los responsables de este tercer proyecto no tuvieron en cuenta que estaban apoyando, como ya hemos dicho, en los riñones de los arcos fajones y no sobre los pilares y los arcos entre las naves. El resultado fue una gran deformación de esos arcos fajones por la carga concentrada en un punto, acompañada de un giro de los pilares hacia la nave central. Los cierres adoptaron así la forma sinuosa que hoy podemos apreciar en la

Catedral: la diferente rigidez de los pilares y los arcos provoca un mayor asiento del apoyo de los contrafuertes –sobre los arcos– que el de la pilastra interior y el muro –sobre el pilar–. Coadyuva a esta diferencia de asiento el hecho de que justo en ese punto el paso del triforio divide netamente la sección resistente en dos porciones, las ya dichas de pilastra y estribo. Como este corte del triforio afecta a toda la sección en planta de la iglesia, no hay posibilidad de “equilibrar” esos dos asientos diferentes.

A partir de este giro del muro, las bóvedas superiores se abren progresivamente, perdiendo curvatura. Sólo gracias a que tienen un gran peralte –por ser arcos apuntados– y una gran sección resistente –de dos roscas de sillería de muy buena calidad– no han venido a dar todavía en tierra.

2.3.4 LA CATEDRAL MANTENIDA EN PIE A TRAVÉS DE LOS SIGLOS XVII AL XIX

Y en realidad, gracias también a otra serie de intervenciones que vienen a tratar de solucionar este grave error de concepción y ejecución estructural.

Como dijimos antes, hay que darles un tiempo a los edificios abovedados para saber si se mantendrán en pie. El peor momento es el de la retirada de las cimbras y sólo dura cinco minutos: viene a comprobar si la geometría y las secciones resistentes son suficientes para que no se forme de inmediato un mecanismo de ruina, fundamentalmente debido –cuando se produce– a un insuficiente contrarresto horizontal en los estribos. Después viene el tiempo del asiento bajo carga de las fábricas, el que hemos descrito ahora mismo. Éste es el periodo en que no se sabe qué va a pasar: ¿se detendrán los movimientos? ¿hemos de abandonar el edificio?

En Vitoria no quisieron esperar a ver qué pasaba y muy pronto empezaron a tratar de impedir la ruina. Se construyeron entonces

los estribos exteriores, recreciendo los que habían quedado mochos entre el primero y el segundo proyecto, y se apoyaron arbotantes contra ellos. Como nuestra Catedral es poco más que una gran iglesia, no tenía altura suficiente para contar con el doble sistema de arbotantes del gótico clásico –supuesto que en el siglo XVII alguien entendiera todavía para qué servían los dos niveles cuando hoy mismo tenemos este problema en discusión–. El caso es que el único nivel construido es un poco alto y horizontal para el empuje de las bóvedas, y demasiado bajo para el del viento, los dos esfuerzos que supuestamente resisten los arbotantes clásicos. Aún así, y gracias precisamente a esa pequeña altura de nuestra iglesia, los refuerzos fueron razonablemente eficaces.

A la vez, o poco antes o poco después, se construyeron los arcos codales para impedir el avance del desplome interior de los pilares. En este caso, la posición y rigidez de los arcos sí eran correctos, pero la eficacia quizá no tanto, porque el problema se produce al deformarse el arco fajón, no al girar el pilar. Este giro empeora las cosas pero no es el verdadero problema, que es el ya dicho asiento diferencial de los dos apoyos del contrafuerte superior. Con todo, no debieran haberse eliminado en la restauración de los años sesenta porque esto supuso un debilitamiento de una estructura que siempre ha sido precaria.

Todo esto vale para la nave central. Pero el transepto tiene sus propios problemas, muy diferentes. En la parte del presbiterio y la girola los estribos exteriores, de pequeño tamaño y que reciben empujes de escasa magnitud al repartirse una bóveda relativamente pequeña en seis puntos de apoyo, apoyan razonablemente sobre los pilares y arcos. Aunque sigue habiendo un asiento de los arcos fajones del deambulatorio en sus riñones, no se produce el giro hacia el

interior gracias a la forma de arco “en planta” que forma el presbiterio, de modo que la diferencia de movimientos a uno y otro lados del triforio no es importante. Esta es la zona bien construida del transepto.

La parte mal concebida es la de los dos brazos, pero con un mecanismo distinto del explicado para las naves, porque aquí nos encontramos, en el lado oeste, dos muros de apoyo bajo los estribos, y dos pilares; y en el lado este, un solo muro ciego pero muy alto y esbelto. De este modo, el mecanismo que se forma es un giro de este muro occidental desde la altura de las naves laterales, arrastrando otra vez a las bóvedas a abrirse y perder curvatura. En todo caso, la peor parte la llevan la esquina noroeste, donde el contrafuerte apoya en un muro anterior —el de la iglesia-fortaleza del XII-XIII— y el estribo junto a la portada de Santa Ana, que a partir de la altura de ésta queda exento y sin contrarresto. El resultado global es otra vez la inclinación de la parte alta del muro occidental y la apertura de la esquina noroeste, con enormes quiebras y torsiones.

Los intentos de solución pasaron también por la construcción de arcos codales para impedir el giro de los pilares del deambulatorio y del crucero, así como de las pilastras entre las capillas orientales; y por la de una serie de refuerzos exteriores, ya no mediante arbotantes, pues no hay botareles que recrecer y a los que dirigir el empuje, sino mediante obras masivas de mampostería.

Los refuerzos más simples consisten en dos muretes levantados sobre el cierre de las naves laterales que sujetan el estribo situado frente al deambulatorio, que resulta así más o menos equilibrado. Los más elaborados son dos grandes machones para reforzar el siguiente estribo, el más esbelto y falto de contrarresto, sobre la portada de Santa Ana, al sur, y en el tramo simétrico

del norte. Son la última obra de refuerzo, la que en parte se eliminará en la restauración de los años sesenta.

Durante el siglo XVII se hizo otra obra de gran importancia estructural pero que por no ser un refuerzo de las fábricas sino un aligeramiento de los pesos la hemos dejado aparte. Consistió en la retirada de la cubierta construida sobre rellenos en el trasdós de las bóvedas de piedra y su sustitución por una nueva estructura de armaduras de madera, entablado y teja. Para efectuarla fue preciso recrecer los muros de cierre exteriores por encima de la altura de las claves de los arcos formeros de las bóvedas, de manera que los tirantes de los cuchillos pudieran salvar la altura de los casquetes.

Su incidencia estructural no es poca, al haber reducido grandemente los pesos y por tanto los empujes laterales. Pero lo que más nos interesa es que, al igual que la última obra de restauración, este recrecido es también un “punto cero” para el estudio de la evolución de la Catedral. Por un lado, porque cierra la secuencia de reparaciones, ampliaciones y modificaciones de los muros altos de la iglesia, diciéndonos que después de su construcción nada se ha cambiado sustancialmente en estos muros. Y por otro porque, en general, se encuentran verticales, construidos con buen plomo y poco girados desde su erección. Y esto quiere decir que los giros de los muros bajo el recrecido se produjeron antes de la construcción de éste.

Es decir, según estos dos argumentos la iglesia está básicamente estabilizada desde el siglo XVII, gracias a los refuerzos que se le fueron haciendo y gracias también a sí misma, que supo encontrar un punto de equilibrio más o menos estable.

Y decimos más o menos porque, como todos los edificios, también la Catedral sufrió las variadas operaciones de ampliación y

modificación debidas a su utilización: se añadieron capillas y arcosolios demoliendo los muros y debilitando las ya de por sí escasas capacidades portantes del edificio; se abrieron huecos de paso a sacristías y otras dependencias, algunos cerrados después.

Y en un caso al menos, un pretendido refuerzo hemos podido ver hoy que no es tal sino lo contrario, un lastre en la parte peor del brazo sur del transepto. En el esquinazo entre este brazo y la nave lateral se levantó, en el XVI, una capilla, la de los Reyes, que vino a desmontar parte del muro de cierre del transepto, en esa zona de gran espesor, y a provocar una reactivación de movimientos en las bóvedas, con aparición de grietas generalizadas. Hubo un pleito que se saldó con la condena de la capilla, que hubo de ser demolida. Pero el muro no debió reforzarse suficientemente porque en el XIX, Saracíbar lo renguesa por la cara de la capilla, cosiendo el refuerzo mediante llaves de hierro. Sin embargo, el muro reforzado se cimentó pobremente y sobre un relleno de tierras que cubría el cimientado real del muro del primer cierre. De este modo, el muro de Saracíbar se ha convertido en un lastre del muro antiguo en lugar de ser un refuerzo.

Algo similar sucede con el contrafuerte de Santa Ana, levantado por Saracíbar y semidesmontado por Lorente: hoy es un lastre que “tira” hacia el suelo del estribo original en el peor punto posible.

2.3.5 POR QUÉ TODAVÍA NO SE HA CAÍDO PERO TAMPOCO SE HA ESTABILIZADO

En definitiva, tras ocho siglos de idas y venidas, la Catedral está razonablemente bien en algunas partes, y en precario en otras. Tras su “terminación” con la construcción de las bóvedas padeció multitud de problemas que se fueron solucionando a base de reparaciones y refuerzos parciales.

Hasta llegar a los años sesenta en que se invierte la tendencia al refuerzo por otra tendencia que, por un interés formalista e historicista, comienza a debilitar el edificio, como vimos al principio.

Con todo ello, la estructura que ahora nos encontramos presenta unas formas torturadas y que infunden miedo a los visitantes pero que, salvo en las partes en que ha sido restaurada, es razonablemente estable. Su funcionamiento estructural no es un modelo de eficacia, desde luego, pero digamos que “lo va llevando”.

En las naves de la iglesia los empujes horizontales de las bóvedas superiores son transmitidos a los arbotantes y botareles, que no pueden faltar so pena de que el empuje vuelva a reconducirse a través de los estribos de la pared y a descargar contra el arco fajón. Las cargas verticales, en cambio, son conducidas por este arco y por el pilar y no deben ser aumentadas, por el mismo motivo.

En el transepto, esos empujes son peor transmitidos por los muros y contrafuertes, y no estamos seguros de que no llegue a formarse un mecanismo de ruina, si bien creemos que hay un margen para hacer las cosas despacio y con cuidado como proponemos en el Plan Director.

Con todo, de la revisión que hemos hecho resulta puesta de manifiesto una serie de problemas que podemos llamar “congénitos” de la iglesia, debidos a su mala concepción original y que han sido resueltos más en sus consecuencias que en sus orígenes durante los cuatro últimos siglos:

el primero de ellos es el apoyo de los muros, pilastras y estribos sobre los pilares y los arcos de las naves laterales, según lo ya explicado; el segundo, el apoyo de las bóvedas altas sobre el salmer o jarja correspondiente —el *tas de charge* en expresión de Viollet-le-Duc—, que no reparte las cargas correctamente en todo el espesor del muro,

formando un punto de sobrecarga con algunas roturas ya producidas históricamente en las primeras dovelas de los arcos ojivos; el tercero, el de la heterogeneidad de las fábricas y, sobre todo, la falta de ligazón y de comportamiento coherente entre las hojas interior y exterior debido a la diferencia de construcción y a la inconsistencia de los rellenos; el cuarto es el corte de los muros al nivel del triforio que hace que las cargas se transmitan a través de una hoja de sillería muy esbelta y de una serie de columnillas aún más débiles, todo ello hoy sobrec comprimido y con un equilibrio que se vería en precario si lo descargáramos; y el quinto y último, unos pilares, los cuatro del crucero, que, a la altura del triforio precisamente, ven su sección transversal reducida a la mitad, cuando han de soportar la bóveda de mayor superficie y peso de la Catedral.

A estos problemas generales de concepción y evolución de la construcción, se suman los problemas locales de que hemos hablado: apertura de capillas, desmontaje de contrafuertes y arcos codales, etc.

En el otro plato de la balanza hay que poner lo que obra en el haber de la seguridad de la estructura, también desde su origen: un cimientado bastante sólido, con algunas imperfecciones locales, construido con masas de mampostería sin rellenos inconsistentes y sobre roca; unos muros de cierre y unas bóvedas y pilares de las naves laterales también construidos con buena sillería o mampostería, aun cuando en parte hayan sido eliminados para la construcción de capillas y otras intervenciones; y las bóvedas superiores, en sí mismas bien ejecutadas, con arcos fajones y ojivos bien labrados y bien trazados, aunque extrañamente apoyados en sus jarjas como corresponde a una ejecución de las bóvedas en fase posterior a la de los muros.

En definitiva, podemos pensar que la historia ha venido salvando a la Catedral contra su mala construcción, pero, por responsabilidad profesional, debemos hacer una hipótesis sobre cómo el edificio podría encontrar su camino a la ruina, es decir, pensar en los posibles mecanismos de colapso y en los grados de posibilidad de que se produzcan.

En el grado más alto de riesgo se encontrarían los brazos del transepto. En ellos, el progresivo giro de los muros exteriores, sobre la portada de Santa Ana y en la esquina noreste, podría provocar una mayor pérdida de curvatura de los arcos y la formación de un mecanismo.

Con un grado menor de riesgo tendríamos la parte alta de la nave central, donde el avance de los desplomes no lo tenemos bien contrastado porque los datos recabados son en parte contradictorios y estamos esperando poder completarlos. En todo caso, el posible mecanismo de ruina pasa por lo mismo que el anterior y es más improbable que se produzca dada la existencia de los arbotantes exteriores, suficientemente bien estructurados.

En otro escalón de menor riesgo estaría la parte inferior de esta misma nave, donde la eliminación de los arcos codales ha supuesto un debilitamiento que podría reactivar el giro de los pilares, si bien esto es poco probable a la vista del resultado de los controles que tenemos ya efectuados.

En previsión de que cualquiera de estos mecanismos se pueda llegar a producir, hemos hecho ya algunas obras de emergencia y estamos preparando todavía alguna otra, centradas en los siguientes puntos:

- Acodalamiento en la parte inferior de las naves del transepto y principal, acompañado de un atirantamiento en la parte superior, ambos situados en los ejes de la estructura, es decir en los pilares y pilastras.

- Protección de las bóvedas del brazo sur del transepto para impedir el posible desprendimiento de fragmentos de sus plementos.

- Acodalamiento de los pilares del presbiterio durante la excavación de la girola para reducir su esbeltez e impedir su posible inestabilización lateral.

- Ahora preparamos el atado de todos los pilares de la iglesia, desde los pies a la cabecera, para asegurarlos mientras ejecutamos la excavación de todo el interior y la reparación y refuerzo constructivos del cimientto.

- Y por último, estamos también preparando el apuntalamiento por el exterior de las esquinas noreste y suroeste del transepto y del muro occidental del brazo sur para asegurarlos durante la ejecución tanto de esas excavaciones como de las obras de consolidación definitivas.

2.3.6 PREMISAS PARA UNA OBRA QUE AYUDE A LA CONSERVACIÓN DE LA CATEDRAL

Estas obras de restauración “definitiva” que estamos ahora ya proyectando parten de dos premisas que queremos comentar para terminar con este apartado “estructural” de nuestro diagnóstico.

En primer lugar queremos hablar de qué es una estructura histórica. A pesar de la aparente obviedad de la respuesta, tenemos que hacer algunas consideraciones:

- Una estructura histórica es el resultado de una concepción estructural ya perdida, pero esto no quiere decir que sea una obra “superada”. Contra la tendencia positivista que los especialistas en estructuras suelen sostener y que vendría a decir que estructuras como la de la Catedral no son capaces de sostenerse por sí mismas, nosotros defendemos que no sólo se sostienen —con la evidencia de que se encuentran en pie todavía— sino que además lo hacen

más eficazmente cuanto menos reforzadas con modernas prótesis se encuentren.

- Una estructura histórica es un documento y un rastro cultural de tiempos pasados que nos habla no sólo de sí misma, de cómo se tiene en pie, sino también de cómo fue pensada y erigida, con qué medios se proyectó y se construyó. Estudiarla desde estos puntos de vista forma parte tanto de la disciplina histórica como de la estructural.

Y en segundo lugar, queremos decir algo sobre por qué y cómo se debe conservar una estructura histórica:

- Una estructura histórica tiene tanto valor como una escultura o una pintura históricas, y por tanto su conservación no puede consistir en una sustitución de sus mecanismos de funcionamiento, ya que esto la desvirtuaría en lo que le es propio y, en definitiva, la destruiría como valor cultural. No se puede restaurar estructuras de fábrica convirtiéndolas en edificios de hormigón y acero. Son sistemas estructurales incompatibles.

- Por ello, debemos operar integrando nuestras intervenciones dentro del sistema original, aportando lo que ayude a mejorar su mecánica propia, sin sustituirla ni menoscabarla, y tratando de utilizar los materiales y las técnicas que le son propias y compatibles. Lo que no significa que no podamos añadir nada en ella ni mejorarla, ni que lo que incorporemos haya de imitar formalmente a lo antiguo. Lo que debe hacer es integrarse y funcionar de la misma o similar manera desde el punto de vista estructural, pero ser distinguible como contemporáneo en su forma y quizá también en su interacción con la estructura.

- En definitiva, se trata de no destruir lo que tenemos pero también de aportar lo que sabemos, buscando una solución estructural y arquitectónica que integre lo antiguo y lo nuevo sin que ninguna de las dos cosas deje de reconocerse con su propia condición temporal.

Sobre la base de esos criterios se hace una propuesta de intervención centrada en una mejora constructiva de las partes "congénitamente" sensibles mediante intervenciones que asuman el sentido constructivo del sistema medieval y utilicen los materiales compatibles con la fábrica. Por otro lado, proponemos concentrar algunas obras en los puntos singulares en que se muestran las mayores inestabilidades, evitando la posibilidad de un fallo local que pueda arruinar la estructura.

En el capítulo de propuestas se concretan las intervenciones que, acordes con estos criterios y finalidades, se pretende ejecutar, ordenada y, sobre todo, pausadamente, revisando en todo momento el efecto conseguido en relación con el objetivo propuesto.

Todas ellas pretenden respetar a la Catedral en su materialidad, pero ayudándola un poco en los sitios donde está sufriendo más, en primera instancia. Y en general aprovecharemos que vamos a hacer otro tipo de restauraciones, de orden no estructural, para introducir mejoras a la técnica constructiva del edificio. Pero no alteraremos su sistema estructural ni constructivo, respetaremos su flexibilidad y su capacidad de "respirar" en cada momento de una manera distinta, en invierno o en verano, con lluvia o bajo el cálido sol. Acudiremos a soluciones acordes con lo que hay, con materiales similares a los tradicionales y con técnicas de "baja intensidad" estructural.

Dentro de ello, vamos a proponer una reparación tradicional de las fábricas, que recupere su compacidad sin aumentar sus rigideces, mediante la introducción de tizones de atado de las hojas del muro y el colmatado interior con morteros fluidos a base de cal y puzolanas. Vamos a mejorar el apoyo de los contrafuertes sobre los arcos de las bóvedas inferiores, muy deficientes

desde la primera construcción. Y reconstituiremos la consistencia perdida del contrafuerte de Santa Ana, buscando un compromiso entre el mantenimiento del uso y la visión de ésta y el eficaz contrarresto del empuje de las bóvedas, así como de la esquina nororiental del transepto, donde el compromiso será con la historia de la restauración, representada por la obra de Manuel Lorente, que ya ha quedado, pasada una generación de vitorianos, consolidada en la memoria colectiva. Hoy ya nadie sabe que la Catedral sólo tenía ocho ventanas y dos óculos en sus naves altas, en vez de las trece ventanas y nueve óculos que ahora tiene. Creemos que habrá que mantener en el futuro este nuevo orden de ventanales, pero mejorando su trazado y técnica constructivas.

Y mejoraremos todo lo que incide en la buena conservación de un edificio histórico: sus cubiertas, el suelo y el entorno circundante, el medio ambiente, etc. Entretanto, contamos también con seguir controlando esos movimientos y su relación con las variaciones higrotérmicas, porque queremos saber si la estructura, con nuestra ayuda, sin ella o a pesar de ella, es capaz de buscar un equilibrio estable para un futuro en el que debe volver a ser un edificio útil a la sociedad que lo posee, tanto funcional como simbólicamente.



Imagen 73. Ejemplo de templo abandonado

2.4 FUNCIONAL. LA INFRAUTILIZACIÓN DEL MONUMENTO Y SUS CONSECUENCIAS. EL USO LITÚRGICO Y EL USO SOCIO-CULTURAL

2.4.1 PLANTEAMIENTO GENERAL. ESPACIOS, CONDICIONES AMBIENTALES, USOS Y CIRCULACIONES

La capacidad que tiene un edificio para soportar determinados usos guarda, normalmente, una relación directa con su forma, su geometría, su construcción, las dimensiones de sus espacios, la posición que estos ocupan en su estructura y las relaciones y circulaciones que se establecen entre ellos. Unos espacios muy grandes, o muy reducidos, o mal iluminados o calefactados, o deficientemente comunicados, impedirán un desarrollo adecuado de las funciones que les hayamos asignado, lo que provocará un mal comportamiento de la estructura arquitectónica.

Normalmente los edificios atraviesan épocas de utilización más intensa y otras de utilización más reducida. Es tan perjudicial para la conservación de una estructura arquitectónica el exceso de metros cuadrados y la infrautilización de sus espacios como el defecto de los mismos y su sobreutilización. La infrautilización provoca el abandono y la degradación de los espacios que han dejado de ser necesarios; la sobreutilización provoca igualmente la degradación y una situación insostenible para los usuarios que acaba desembocando en el abandono o la transformación de la estructura del edificio para adaptarla al sobreuso impuesto. La pérdida del uso original o su transformación implicarán también cambios de distintas dimensiones en la estructura del edificio, dependiendo de la compatibilidad entre el uso primigenio y el nuevo uso.

Para el desarrollo de las actividades asignadas a los diferentes espacios de un edificio, no debemos valorar solamente el

número de metros cuadrados disponibles, sino también, la calidad de los mismos. Esta calidad del espacio está en relación directa con la calidad de su construcción, con el diseño de su configuración y sus dimensiones y con la situación y disposición que ocupa en el edificio. Las características específicas de cada espacio determinan sus condiciones ambientales y éstas afectan directamente a su capacidad para soportar determinadas actividades. Problemas como la luz, la ventilación, la temperatura, la humedad, el ruido, etc, son factores determinantes para un funcionamiento correcto. La calidad de los espacios relaciona el funcionamiento de una estructura arquitectónica con las instalaciones técnicas que son precisas para conseguir las condiciones medioambientales óptimas.

Las instalaciones técnicas sirven para complementar aspectos puramente arquitectónicos como la orientación y soleamiento, la iluminación y ventilación naturales, el aislamiento, etc. Las instalaciones técnicas empezarán a funcionar cuando la arquitectura no sea capaz por sí misma de responder a estas necesidades. La iluminación artificial se utilizará cuando la luz natural sea insuficiente, la calefacción cuando bajen las temperaturas en el exterior y el aislamiento también sea insuficiente, el aire acondicionado cuando la ventilación natural no sea posible o el calor en verano excesivo, etc. Es necesario, relacionar las condiciones que son necesarias para el desarrollo de determinada actividad con las condiciones naturales específicas del espacio concreto en el que va a desarrollarse ésta. Gracias a la comparación entre las características del espacio y las necesidades de la actividad se podrán determinar las instalaciones técnicas que son necesarias para complementar las deficiencias del espacio elegido.

Debemos valorar, también, los pasos y comunicaciones que existen entre los diferentes espacios y evaluar las relaciones que se establecen entre los espacios principales (donde se desarrollan las actividades a las que se dedica un edificio) y los espacios de comunicación entre éstos (pasillos, escaleras, etc). El desarrollo de las actividades asignadas a cada espacio del edificio, genera una serie de circulaciones que se ven favorecidas o mermadas por los espacios de comunicación existentes y los accesos que directamente se establezcan entre ellos. A la hora de evaluar la capacidad de una estructura para soportar determinados usos será necesario establecer unos esquemas de las circulaciones existentes o de las que planificamos que van a producirse después de la restauración para evaluar la posición y disposición de los espacios de comunicación y de los huecos de paso. Las dimensiones, la colocación y disposición de los espacios en el conjunto de la edificación, los pasos y comunicaciones interiores que se establecen entre estos y su relación con el exterior del edificio, orientación, iluminación, temperatura, soleamiento, huecos, etc, definen, en definitiva, la tipología de una construcción.

Finalmente, no debemos olvidar la incidencia que la configuración del espacio urbano que rodea a un edificio tiene en su funcionamiento y en la valoración de su estructura arquitectónica. El esquema funcional de un edificio tiene que desarrollarse, a partir de sus puntos de acceso, mediante la concatenación de espacios y recorridos por su interior. En este esquema, los espacios urbanos funcionan como antesala o vestíbulo de los edificios que los delimitan y deberían tener una dimensión y una calidad constructiva que se adecuase a las necesidades funcionales y monumentales de éstos. Por ejemplo, el acceso a una pequeña vivienda podrá realizarse a través de

una calle estrecha; sin embargo, el acceso a un gran teatro o a un edificio religioso —que concentra a un número importante de personas a una hora determinada— necesita una plaza delante de su puerta principal que permita el acceso y la salida de estas personas y su aglomeración sin que se interfiera con el tráfico rodado.

Por otro lado, el edificio con su forma y su geometría participa en la construcción de las calles y las plazas colindantes delimitando parcialmente estos espacios con sus alzados que se irán construyendo y configurando en paralelo al desarrollo de las construcciones y de acuerdo a las necesidades de accesibilidad y de dimensiones de las mismas. La configuración del espacio urbano que rodea un edificio condiciona el modo y el medio en el que nos aproximamos hasta él y, por tanto, en el modo en el que percibimos y reconocemos su forma y su estructura. No es lo mismo el acceso en coche a un edificio de grandes dimensiones exento de construcciones adosadas y rodeado de grandes explanadas o jardines, que a la de un edificio inmerso en la trama medieval de un casco histórico al que es necesario acceder a pie y del que carecemos de perspectiva.

Los espacios urbanos, además de servir a los edificios que los delimitan, forman una estructura de orden superior que es el barrio o la ciudad y, por tanto, su trazado y configuración debe someterse también a las demandas y las necesidades que establezca ésta. Sin querer introducirnos en el campo de la urbanística y en el análisis de los problemas del casco histórico de Vitoria, que no es una competencia de este trabajo, no podemos obviar que la restauración integral de un monumento no puede completarse sin acometer de forma coordinada el estudio y restauración de su entorno más próximo. En esta área de influencia del edificio debe incluirse como mínimo tanto las

2 Arquitectónico

2.4 Funcional. La infrautilización del monumento y sus consecuencias. El uso litúrgico y el uso socio-cultural

2.4.1 Planteamiento general. Espacios, condiciones ambientales, usos y circulaciones

2.4.2 Los usos de un conjunto catedralicio

2.4.3 Los problemas de infrautilización de la Catedral de Santa María y su relación con la Catedral Nueva

edificaciones que se le adosan como las del espacio urbano que le rodea. Sabemos que una intervención que se limita estrictamente a la actuación sobre la propia estructura del edificio, olvidándose del estado de conservación de su entorno más próximo, está condenada al fracaso ya que la degradación que le rodea acabará afectando de manera muy negativa en su mantenimiento y se acelerará su degradación. Dada la importancia y complejidad de este problema, hemos dedicado el capítulo siguiente de este informe a realizar un diagnóstico sobre los problemas que afectan al entorno más próximo de la Catedral de Santa María, limitándonos ahora a definir los problemas de estricta funcionalidad de nuestra estructura.

2.4.2 LOS USOS DE UN CONJUNTO CATEDRALICIO

En la actualidad, una catedral además de los usos litúrgicos y sociales para los que fue concebida debe soportar usos culturales y turísticos que la sociedad moderna le impone. Los espacios más importantes de estos edificios poseen simultáneamente un gran valor religioso y simbólico y un alto valor histórico-artístico que exige una duplicidad de usos que no siempre es posible ni compatible. La dinámica y el modo en que estos conjuntos son visitados por cientos y a veces miles de turistas en un solo día –ávidos por un consumo de tipo cultural– es incompatible en la práctica con el silencio y el recogimiento necesario para el desarrollo de los oficios litúrgicos diarios. Sólo las celebraciones que poseen un carácter extraordinario pueden, por su importancia, por su relevancia social y por el número de personas que asisten a ellas, paralizar y neutralizar el uso turístico habitual. Esta incompatibilidad real, entre el uso turístico-cultural y el litúrgico y social es uno de los proble-

mas más importantes y común a todos los grandes conjuntos catedralicios y el que presenta una solución más compleja.

Para resolverlo, habría que establecer una separación entre los usos cultural, turístico y litúrgico, lo que nos obliga a ordenarlos espacial y temporalmente, separando los espacios asignados a cada actividad, estableciendo zonificaciones, horarios y controles diversos que permitan compatibilizarlos. Sin embargo, en la práctica es imposible asignar espacios diferentes a cada una de estas actividades, ya que todas, inevitablemente, tienen que discurrir por los mismos espacios que son los que reúnen un mayor valor simbólico, artístico, histórico, etc. Desde las propias instituciones eclesíásticas se ha recomendado a los Cabildos que en los días laborales se habilite –para los oficios litúrgicos diarios– la capilla más relevante del conjunto, reservando el espacio principal del templo para su visita turística. Sin embargo, es precisamente en los días festivos, donde todas estas actividades se desarrollan con más intensidad, y cuando la sobreutilización de los espacios y la incompatibilidad que existe entre estas actividades se hace más evidente y dramática.

Esta multiplicidad de funciones que cumple una Catedral, no debe hacernos olvidar que la superposición de usos y actividades nos obligará a imponer una jerarquización de las mismas, en función del uso litúrgico que es el principal del templo. En principio, cualquier uso complementario, como podría ser la visita o cualquier otro –como su utilización como salón de conciertos– debería subordinarse al principal.

Sin embargo, la presión que ejerce sobre estos conjuntos la actividad turística y cultural es imparable y no puede, ni detenerse u obviarse, sin provocar un auténtico caos



Imagen 74. Turistas en el interior del Panteón de Roma



Imagen 75. La Catedral Nueva de Vitoria en construcción a principios del siglo XX. Foto Archivo Municipal de Vitoria-Gasteiz. Autor: E. Guinea. Ref: GUI-IV-125.3

en el funcionamiento habitual de una catedral. Para permitir el desarrollo normal de esta actividad es imprescindible habilitar dentro de estos conjuntos una serie de espacios complementarios de apoyo a esta visita como: museo catedralicio, salas de exposiciones y de apoyo didáctico, venta de recuerdos y publicaciones, aseos y servicios complementarios, zonas de mantenimiento, instalaciones técnicas, etc. Pero la situación de estos edificios en el centro de las ciudades históricas, no permite normalmente su expansión y crecimiento sin recurrir a operaciones urbanísticas muy costosas para dotarlos de suelo o de construcciones colindantes necesarias. Esta suma de realidades acaba provocando que los problemas habituales de la restauración del monumento y de su patrimonio mueble se conviertan en un problema secundario frente al complejo problema funcional que presentan.

Por el otro lado, la sobreutilización a la que exponemos a estos conjuntos y a su patrimonio artístico, provocado por la afluencia de masas a la que se ven sometidos, es muy perjudicial para su conservación. No debemos olvidar que, además de los usos predominantes que hemos citado, las catedrales cumplen una función de custodia de los valores patrimoniales que contienen y, asimismo, que aspectos como el control de la humedad, temperatura, ventilación, etc se ven profundamente alterados por este uso. Además, el fenómeno de masas que supone en la actualidad la explotación turística del patrimonio histórico ha superado, en muchas ocasiones, las previsiones más optimistas, provocando que el personal y los servicios previstos para atender esta función se hayan visto desbordados por una realidad imparable que no cesa de crecer en número y complejidad.

2.4.3 LOS PROBLEMAS DE INFRAUTILIZACIÓN DE LA CATEDRAL DE SANTA MARÍA Y SU RELACIÓN CON LA CATEDRAL NUEVA

Probablemente, Vitoria sea una de las pocas ciudades que, por diversas circunstancias de carácter histórico, posee dos edificios catedralicios, la Catedral "Vieja" de Santa María (de la que nos ocupamos) y la Catedral "Nueva" un edificio de estilo neogótico iniciado a finales del siglo XIX y concluido en la década de los años sesenta, en el siglo XX. La vieja catedral, en lo alto del antiguo cerro medieval y con un acceso difícil ha perdido muchas de sus funciones que, en la actualidad, se realizan en la Catedral Nueva, más grande y situada en el llano, en el ensanche decimonónico, centro actual de la ciudad de Vitoria.

Además, la Catedral Vieja combinaba sus funciones con la parroquia de Santiago que utiliza como templo la capilla que, con este nombre, se adosó en el siglo XIV en el brazo sur del crucero y que forma parte del conjunto de la Catedral. Antes de su clausura, los oficios diarios se celebraban en esta capilla y los oficios dominicales y los actos más importantes en el edificio catedralicio. Con la clausura de nuestro edificio sus funciones como templo se han repartido de un modo natural entre la Catedral Nueva, para los actos más institucionales, y la parroquia, para las necesidades vinculadas con la población de su entorno más próximo.

Esta situación ha permitido que el cierre del edificio no haya planteado socialmente ningún problema, más allá del que impide la celebración de una serie de actos que tradicionalmente se realizaban en el viejo edificio catedralicio, como el día de Santiago, la tradicional semana de música antigua o la celebración de bodas y funerales. Estas celebraciones, por sus características sociales, necesitan un templo de mayores

dimensiones que las que tiene la actual parroquia de Santa María ubicada en la capilla de Santiago.

Por otro lado, si exceptuamos las tres portadas de acceso en el pórtico que tienen un valor artístico importante, la Catedral de Santa María está considerada estilísticamente como un edificio gótico secundario y apenas sí es mencionado en los manuales de historia del arte gótico en España. La consecuencia de esta valoración, era que su visita turística estaba limitada al interés personal e individual de quien se acercaba a contemplarla, encontrándose fuera de toda ruta organizada que no fuese la de los propios colegios de Vitoria. Dada la escasa afluencia de visitantes que tenía y dado que no existía ni tesoro ni museo, no existía tampoco ningún sistema organizado de visitas controlado y el acceso y la visita turística era completamente libre y, por tanto, sujeto a los horarios de la liturgia.

Por todas estas razones, la Catedral de Vitoria presentaba, a diferencia de la mayoría de los conjuntos catedralicios cuyo problema es precisamente el de la sobreutilización, un problema muy grave de infrautilización y abandono. Esta realidad ha permitido que la clausura del templo —que en estos momentos dura ya casi ocho años— no haya supuesto ningún problema serio, y que todo el trabajo de investigación que se ha realizado, se haya efectuado con el sosiego y sin la presión social que una medida de estas características suele traer aparejada. Únicamente ha existido la presión que la propia patología e inestabilidad del templo ha impuesto.

Esta infrautilización del edificio es, después de su problema de inestabilidad, su patología más grave y la que tiene una respuesta más compleja, ya que no puede resolverse únicamente con las obras de restauración y exige una actuación que implique a los diferentes agentes sociales.

Para acotar este problema, se ha realizado un estudio de la distribución y dimensiones de los espacios existentes en el edificio y de los usos que se desarrollan en los mismos que se ha complementado con la definición de las características y dimensiones de las instalaciones técnicas existentes, idoneidad de las mismas, estado de conservación y deficiencias que presentan, etc.

Paralelamente, se ha consultado a las instituciones afectadas, especialmente a los representantes del Cabildo de la Catedral y al Párroco de Santa María para conocer cuales son los problemas funcionales que consideran más importantes y cuales son las necesidades que deben cubrirse con la restauración del edificio. Este programa se ha completado con una serie de propuestas de nuevos usos de carácter socio-cultural y turístico que se apoyan en las propias potencialidades que presenta la arquitectura del edificio y en su capacidad para soportarlos.

2.4.4 PROPUESTA DE NUEVOS USOS Y CIRCULACIONES

Para resolver el problema de infrautilización y degradación progresiva que padece Santa María hemos tratado de imaginar y buscar unos usos nuevos que, pensamos, podrían renovar el interés de la ciudadanía por su Catedral y que, al mismo tiempo, permitieran potenciar su visita turística. Somos conscientes de que no es posible plantear una explotación y una visita convencional al monumento que estaría, desde el primer día, condenada al fracaso. Santa María, a pesar de la depuración estilística a la que se le había sometido durante la restauración de los años sesenta, no es un templo representativo de la arquitectura gótica en España (si exceptuamos sus tres espléndidas portadas), ni posee un patrimonio mueble significativo. Además, la explicación de sus valores arquitectónicos y

artísticos tiene un interés relativo comparándolo con el que ofrece la visita a otros grandes conjuntos catedralicios relativamente próximos geográficamente a este, como León, Segovia, Zaragoza y especialmente Burgos. En esta tesitura y, puesto que no podemos apelar únicamente a los valores artísticos o monumentales del edificio para potenciar los usos de carácter socio-cultural, empezamos a preguntarnos: ¿Qué peculiaridades tiene Santa María que puedan atraer el interés no sólo de la ciudadanía sino también de visitantes foráneos?. ¿Qué podemos enseñar en una visita a Santa María que la haga atractiva y diferente de la visita a otras catedrales góticas, más ricas y monumentales?.

La respuesta a este problema apareció a medida que avanzamos en la investigación histórica y arquitectónica desarrollada en el Plan Director. El estudio histórico y arqueológico había demostrado que la arquitectura torturada de la Catedral es la consecuencia directa de un proceso histórico complejo, lleno de matices y acontecimientos que podían comprenderse mejor al relacionarlos con las características específicas de su arquitectura. Entendíamos que para poder establecer correctamente estas relaciones entre la historia y la arquitectura era necesario enseñar, no sólo los elementos “positivos” de carácter artístico y arquitectónico –que son los que habitualmente se exponen–, sino también, los “negativos” aquellos que presentan irregularidades y son diferentes a los que consideramos como tipológicamente correctos. Pensamos que eran estos elementos, específicos del edificio, los que debían mostrarse en una visita a la catedral y estábamos convencidos de que esa relación directa entre el monumento y los visitantes facilitaría su comprensión.

No se trataba de organizar una exposición de paneles en el interior de la catedral

con los resultados y las propuestas del Plan Director, que sabemos que, únicamente una mínima parte de las personas que se acercan a estas exposiciones, acaba leyendo. Se trataba de contar la catedral misma, de transmitir nuestras sensaciones, nuestras conclusiones y nuestros interrogantes directamente sobre el edificio en los mismos espacios y puntos donde se habían producido.

Al visitar las excavaciones de la girola (tal y como contemplan los arqueólogos los restos y no desde el borde de la cata) comprendemos las fases más antiguas de la construcción de la catedral. Entendemos también cómo fue el trazado de este proyecto de catedral-fortaleza de época de Alfonso VIII y como, los muros de esta estructura, por su espesor y por las saeteras que contienen, tenían una función militar. También entendemos las fases más modernas de la utilización de la Catedral cuando estos rellenos, debajo de los que estamos paseando, constituían el cementerio de la ciudad.

Desde el pasillo de ronda, comprendemos la doble función religiosa y militar que tuvo la primitiva construcción y cuál fue la parte de su estructura que formaba parte del primer perímetro amurallado. En este recorrido se comprende la posición defensiva del edificio que se alzaba dominando toda la llanura, entendemos también cómo se construyó el edificio gótico sobre esta primitiva iglesia fortaleza que nunca llegó a terminarse y apreciamos de cerca las características de los ventanales góticos y la configuración de las vidrieras.

Desde el triforio podemos apreciar, de un modo espectacular, las deformaciones de su arquitectura y entender los textos que nos hablan de un Concejo que en el siglo XVIII se niega a entrar en la catedral por miedo a que el edificio se desplome. Apreciamos también la deformación e inclinación

de este pequeño pasillo que corta toda la sección de los muros y entendemos el problema que supone el peso y los empujes de las bóvedas, observando de cerca las innumerables fisuras que aparecen en estos elementos. En este recorrido podemos entender también, a partir de pequeños detalles como la tipología de las puntillas de los arcos trilobulados o el calado de las figuras del antepecho del triforio, cómo se pueden determinar las fases de construcción del edificio a pesar de que existe una aparente unidad estilística en el interior. Finalmente, y a pesar de esta heterogeneidad de la construcción, nos asombramos de la majestuosidad y belleza de un espacio gótico.

Pensamos que esta relación directa entre la materialidad física y la microhistoria específica de la Catedral –deducida de los trabajos e investigaciones del Plan Director– convertirá la visita al monumento en algo extraordinariamente didáctico y permitirá a los visitantes habituales comprender su historia y los problemas que presenta. Además, esta historia está íntimamente ligada a la del entorno físico y humano en la que se encuadra, que no es otro que el de la ciudad de Vitoria y sus habitantes. Recorriendo la Catedral se explica, no sólo su arquitectura y su historia, sino también, la historia de la ciudad. Tanto es así, que en Santa María pueden reconocerse, mejor que en ningún otro punto de la ciudad, las fases históricas por las que ha atravesado ésta. Tenemos que pensar que Catedral de Santa María y la ciudad de Vitoria forman una unidad histórica que se explican mutuamente y creemos que no debe desaprovecharse la oportunidad de comprender el origen y el desarrollo de la ciudad de Vitoria a partir de la comprensión de las fases históricas de la construcción de su Catedral.

Esta relación entre edificio y ciudad nos permitió plantear la posibilidad de asociar el recorrido que proponíamos por el interior

del edificio con una exposición didáctica que explicase los resultados de las investigaciones desarrolladas con el Plan Director, la historia de la Catedral y su relación con la historia de la ciudad de Vitoria. Siguiendo un paso adelante con esta propuesta, pensamos que también era viable asociar la visita del monumento con un museo de la ciudad de Vitoria. De este modo, la restauración de la Catedral de Santa María podía convertirse en el centro de una actuación mucho más amplia de rehabilitación urbana y cultural del casco histórico. Estamos seguros que solamente una actuación de estas características será capaz de devolverle al monumento la "vitalidad" que ha perdido, y estamos convencidos que Santa María, y el conjunto de edificios que la rodean, tienen potencialidades para convertirse –además de un templo cristiano– en un centro cultural y en un museo de la Catedral y de la ciudad. La creación de este centro cultural y museo de la ciudad es el único modo de lograr una infraestructura estable que permita gestionar, no sólo la visita por el interior del monumento, sino también, sus obras de conservación y mantenimiento.

Una de las posibilidades que existen para albergar este centro es situarlo en los edificios que se adosan a la Catedral ya que, a través de la perforación del antiguo conducto de la calefacción, puede establecerse una conexión entre el nivel arqueológico de la girola y el sótano de la sacristía. Esta conexión nos permite vincular la visita y el recorrido por el interior de la catedral con la gestión de este centro, desvinculándolo del Cabildo Catedralicio y del funcionamiento normal del templo. Este centro cultural, deberá incluir todos los espacios de servicio y apoyo a esta visita como oficinas, control de acceso, aseos, tienda, cafetería, salas de exposición, salón de conferencias, etc. Para la actuación sobre

este conjunto, hemos abierto un abanico grande de posibilidades que se mueven entre la estricta conservación de la edificación hasta su completa sustitución y que se desarrolla en el siguiente punto.

2.4.5 EL RECORRIDO DISEÑADO PARA LA EXPOSICIÓN

En el recorrido que hemos diseñado, hemos tratado de explotar una de las características que consideramos más significativas del monumento y es el carácter que tiene de catedral-fortaleza. Esta característica es la que había inducido a sus primitivos constructores a situarla en el punto más alto de la ciudad y esta posición –una vez que la ciudad había dejado de tener problemas defensivos– es la que había provocado su abandono al construirse una catedral situada más cerca del nuevo centro urbano. Sin embargo, este problema de accesibilidad y altura se convierte ahora en nuestro mejor aliado. La Catedral conserva un paseo a media altura de su muro perimetral –que es el único resto conservado del pasillo de ronda de la primera muralla de la ciudad– que puede recorrerse en toda su extensión y desde el que puede contemplarse tanto la ciudad como la estructura del edificio. Además, tiene una espléndida torre-campanario que, situada sobre el punto más alto del cerro, convierte el nivel de las campanas (a más de 30 m sobre el suelo) en un magnífico mirador sobre toda la ciudad de Vitoria. Interiormente, entre el nivel del campanario y el nivel del pasillo de ronda, puede recorrerse todo el perímetro del triforio desde el que se tiene una visión inédita de su espacio interior.

De acuerdo a estas posibilidades, hemos diseñado un recorrido por el interior del edificio que, partiendo desde el nivel de la calle Cuchillería, puede seguirse sin que se produzcan cruces de grupos, ni flujos en direcciones contrarias (condición fundamental,



Imagen 76. Vista del interior de la Catedral durante el desarrollo de la exposición temporal

dadas las medidas de escaleras, triforio y pasillo de ronda) hasta alcanzar el mirador del campanario de la torre. En este recorrido, que dura más de una hora, se asciende progresivamente y puede accederse a todos los niveles del edificio, pasando desde el interior al exterior en numerosos puntos hasta alcanzar el mirador del campanario. Además, en el recorrido se accede a puntos de la Catedral que normalmente no pueden visitarse en otros monumentos y que, durante la elaboración del Plan Director, resultaron claves para establecer este diagnóstico.

Para evaluar la capacidad de atracción de este recorrido y sus posibilidades socioculturales y turísticas –previamente a su materialización con la obra de restauración– se propone realizar un montaje provisional que permita su apertura al público y el montaje de una exposición de las investigaciones realizadas en el desarrollo del Plan Director asociada al mismo. Del recorrido diseñado únicamente no podría materializarse la visita al mirador del campanario de la torre ya que sería necesario acometer previamente la restauración de este cuerpo, el refuerzo de sus estructuras de madera y la construcción de una escalera (bastante compleja) que comunique la bajocubierta del pórtico con el primer nivel de forjado de la torre.

El recorrido propuesto se inicia en una de las casas de la calle Cuchillería que se adosa a la Catedral. Esta casa se comunica con el sótano de la sacristía donde se propone que se construya una escalera para comunicar este espacio –a través del agujero del antiguo conducto de la calefacción– con el interior de la excavación de la girola. Desde aquí y mediante una serie de pasarelas, podemos visitar las excavaciones y llegar hasta una escalera que conduce hasta el interior de la catedral donde se propone montar una pequeña exposición

con los resultados y las propuestas más importantes incluidas en el Plan Director.

La visita continúa subiendo al pasillo de ronda a través de la escalera de caracol situada en la esquina noroeste del transepto norte. Siguiendo el pasillo de ronda se rodea toda la esquina noreste del edificio hasta comunicar con el pasillo que separa la catedral y la capilla de Santiago. Al final de este pasillo, subimos por otra escalera de caracol hasta el bajocubierta de la capilla de Santiago, donde podemos contemplar la estructura de madera de la cubierta de este edificio y alcanzar el triforio. Después de un recorrido completo a través del triforio nos dirigimos al interior de la bajocubierta del pórtico desde el cual podríamos, por una escalera nueva que comunicase este nivel con el del primer forjado de la torre, acceder hasta el mirador del campanario. El regreso hasta el interior de la Catedral se produciría por la escalera de caracol que actualmente nos permite acceder hasta la torre. El recorrido terminaría con la visita del pórtico de la iglesia donde pueden contemplarse las espléndidas portadas y toda la estatuaria de época gótica que las componen.

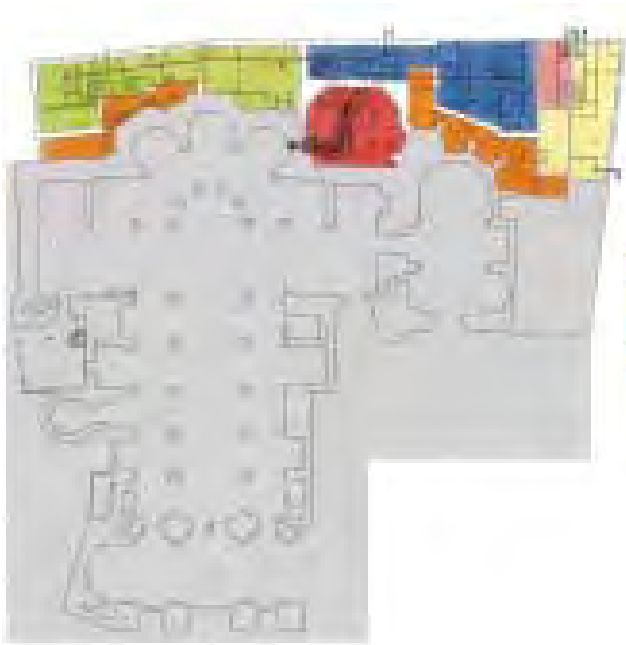


Imagen 77. Usos y circulaciones propuestas en el nivel de la calle Cuchillería

Usos

Litúrgico
Catedral
Capilla de Santiago
Cabildo
Parroquia

Circulaciones

1. Acceso a Museo y visita guiada
2. Circulaciones por el interior del museo
3. Acceso a oficinas del museo y cabildo de la Catedral
4. Acceso a Fundación Catedral Santa María
5. Acceso a talleres de la Fábrica de la Catedral
6. Inicio visita guiada y recorrido

- Socio-cultural
- Sala de exposiciones temporales
- Zona de acceso y de servicios del museo
- Sala de acceso a visita guiada por el interior de la Catedral
- Portal de acceso a oficinas museo y cabildo
- Talleres de la fábrica de la Catedral

Zonas de esponjamiento

Litúrgico	
Catedral	. . . . . 0 m ²
Capilla Santiago	. . . . . 0 m ²
Cabildo	. . . . . 0 m ²
Parroquia	. . . . . 0 m ²
Socio-cultural	
Sala de exposiciones permanente	. . . . . 341,72 m ²
Zona de acceso y servicios al museo	. . . . . 234,58 m ²
Sala de acceso a visita guiada	. . . . . 173,51 m ²
Portal de acceso a oficinas museo y cabildo	. . . . . 42,41 m ²
Talleres de la fábrica de la Catedral	. . . . . 155,56 m ²
Zona de esponjamiento	. . . . . 182,56 m ²

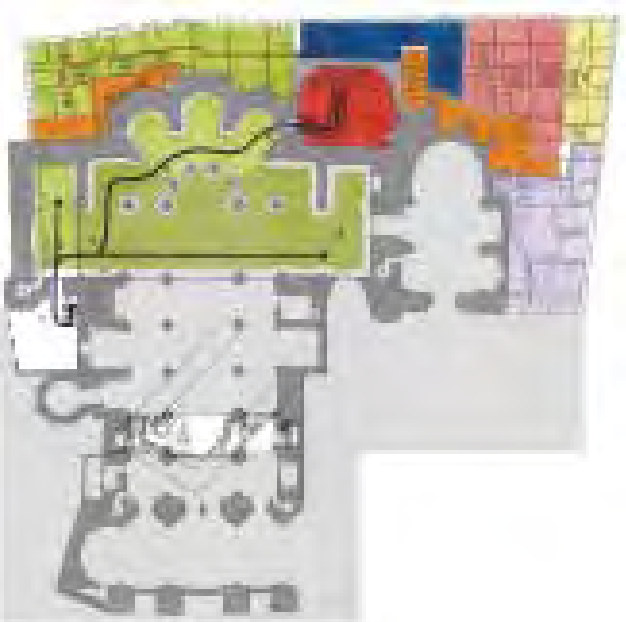


Imagen 78. Usos y circulaciones propuestas en la entre planta sótano arqueológico

Usos

Litúrgico
Catedral
Capilla de Santiago
Cabildo
Parroquia

Circulaciones

1. Circulaciones por el interior del museo
2. Acceso a oficinas del museo
3. Acceso a Fundación Catedral Santa María
4. **Recorrido visita guiada**
5. Acceso a la Catedral por el recorrido de la visita guiada

- Sala de exposición permanente
- Zona de acceso y de servicios del museo
- Sala de acceso a visita guiada
- Oficinas museo
- Sede Fundación Catedral Santa María

Zonas de esponjamiento

Litúrgico	
Catedral	. . . . . 0 m ²
Capilla Santiago	. . . . . 0 m ²
Cabildo	. . . . . 0 m ²
Parroquia	. . . . . 243,12 m ²
Socio-cultural	
Sala de exposiciones permanente	. . . . . 1.127,58 m ²
Zona de acceso y servicios al museo	. . . . . 122,45 m ²
Sala de acceso a visita guiada	. . . . . 0 m ²
Portal de acceso a oficinas museo y cabildo	. . . . . 202,22 m ²
Talleres de la fábrica de la Catedral	. . . . . 118,76 m ²
Zona de esponjamiento	. . . . . 182,56 m ²



Usos

Litúrgico

- Catedral
- Capilla de Santiago
- Cabildo
- Parroquia

Socio-cultural

- Sala de exposición permanente
- Sede Fundación Catedral Santa María

- Zonas de esponjamiento

Circulaciones

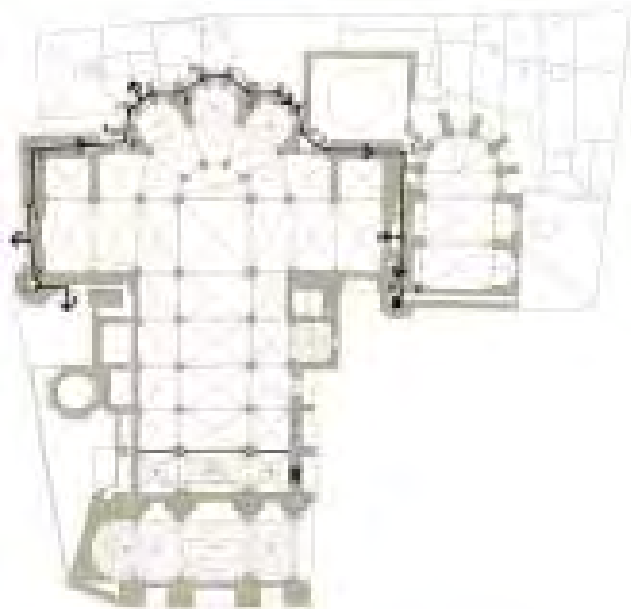
- 1. Circulaciones por el interior del museo
- 2. Acceso a despacho cabildo, sala capitular y sacristía
- 3. Acceso a Fundación Catedral Santa María
- 4. **Recorrido visita guiada**
- 5. Acceso por el recorrido de la visita guiada
- 6. Acceso al nivel del pasillo de ronda por el recorrido de la visita guiada

Litúrgico	
Catedral	2.291,96 m ²
Capilla Santiago	415,47 m ²
Cabildo	393,18 m ²
Parroquia	217,87 m ²

Socio-cultural	
Sala de exposiciones permanente	358,65 m ²
Fundación Catedral de Santa María	118,76 m ²

Zona de esponjamiento	182,56 m ²
-----------------------	-----------------------

Imagen 79. Usos y circulaciones propuestas en la planta baja. Nivel de plaza de Santa María



Usos

Litúrgico

- Catedral
- Capilla de Santiago
- Cabildo
- Parroquia

Socio-cultural

- Sala de exposición permanente

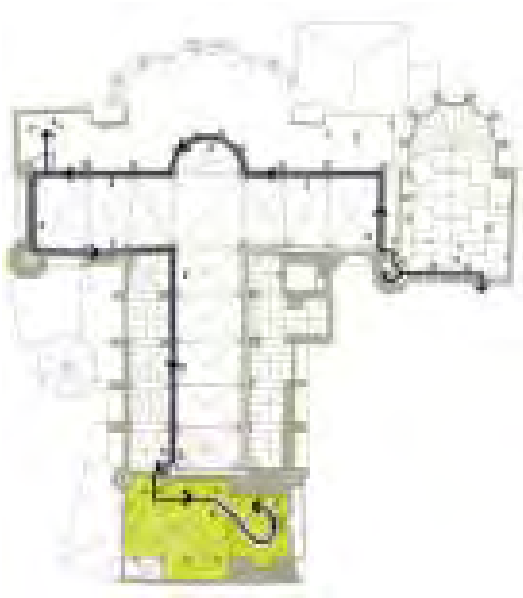
Circulaciones

- 1. Acceso al pasillo de ronda desde la planta baja de la Catedral
- 2. **Recorrido visita guiada**
- 3. Mirador
- 4. Acceso al triforio

Imagen 80. Usos y circulaciones propuestas en el nivel de pasillo de ronda

2 Arquitectónico

2.4 Funcional. La infrautilización del monumento y sus consecuencias. El uso litúrgico y el uso socio-cultural
2.4.5 El recorrido diseñado para la exposición



Usos

Litúrgico
Catedral
Capilla de Santiago
Cabildo
Parroquia

Socio-cultural

 Sala de exposición permanente

Circulaciones


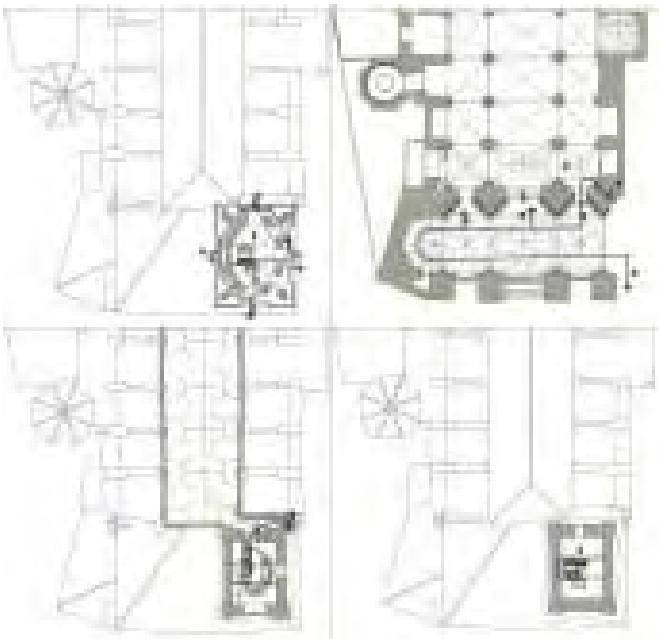
1. Acceso al triforio de la Catedral desde el pasillo de ronda
-  2. Recorrido visita guiada
3. Mirador
4. Acceso al bajocubierta del pórtico
5. Acceso a la torre


Imagen 81. Usos y circulaciones propuestas en el nivel de triforio



Usos

Litúrgico
Catedral
Capilla de Santiago
Cabildo
Parroquia

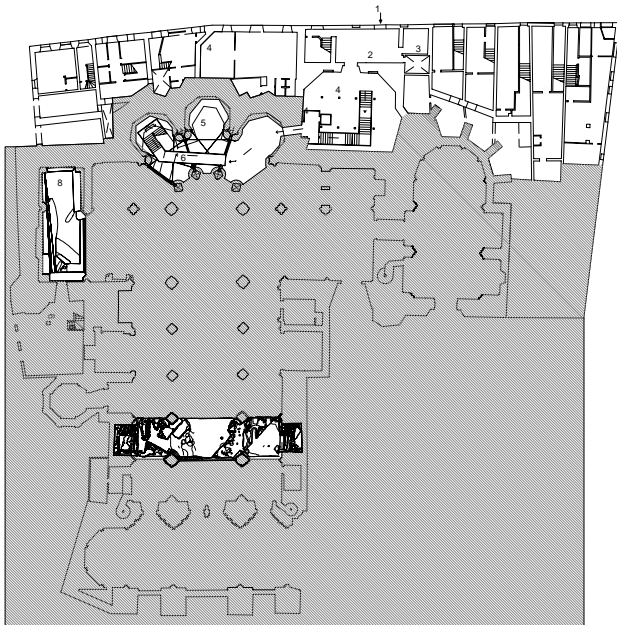
Socio-cultural

 Sala de exposición permanente

Circulaciones

1. Acceso al primer forjado de la torre desde la bajocubierta del pórtico
2. Recorrido visita guiada
3. Mirador de la torre
4. Salida directa hasta la planta baja de la Catedral
5. Acceso y visita del pórtico de la Catedral y portadas
6. Salida de la visita guiada

Imagen 82. Usos y circulaciones propuestas en las plantas de la torre y salida por el pórtico



**Propuesta de actuación.
Exposición temporal Plan Director y propuesta de visitas a
la Catedral**

Planta Sotano

1. Acceso a la exposición desde la calle
2. Hall de recepción
3. Guardarropa
4. Acceso a excavaciones arqueológicas en la girola
5. Excavación arqueológica en la girola
6. Pasarela sobre excavaciones arqueológicas
7. Acceso a la Catedral
8. Excavación bajo crucero norte
9. Acceso desde Catedral a excavación bajo crucero norte

Imagen 83. Propuesta de exposición temporal. Nivel calle
Cuchillería

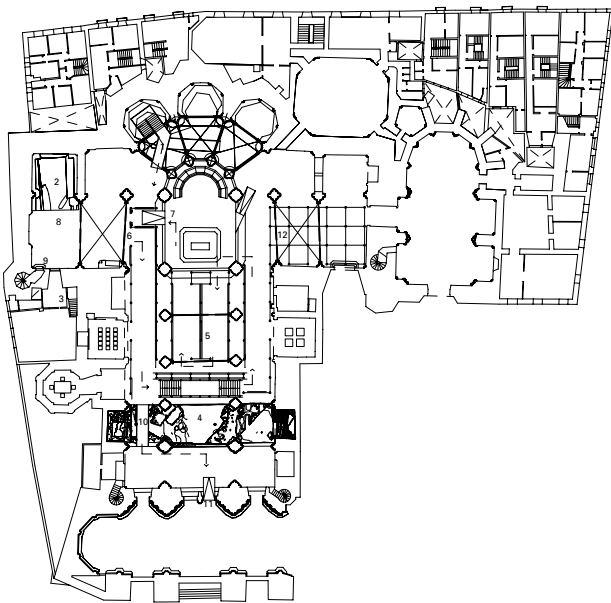


Imagen 84. Propuesta de exposición temporal. Nivel planta baja

2.5 URBANO. INTERACCIÓN ENTRE MONUMENTO Y ENTORNO. LA MANZANA URBANA Y SU REHABILITACIÓN INTEGRAL

2.5.1 LA MANZANA DE LA CATEDRAL



Imagen 85. Foto aérea con viviendas adosadas a la Catedral

Imagen 86. Avance del Plan Especial de Rehabilitación Integrada del Casco Medieval. Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz. Departamento del Casco Histórico. Redacción: Juan Adrián Bueno, arquitecto. Instrumentos de Gestión de la Edificación. Detalle del entorno de la Catedral

La Catedral de Vitoria se encuentra inmersa en la trama urbana de la ciudad medieval que la rodea y conserva –adosados a su estructura– una serie de edificios de viviendas y de dependencias de la Catedral que forman parte del trazado en forma de almendra que caracteriza el casco histórico de la ciudad. De hecho, Catedral y viviendas dan forma a la manzana cuatro de este casco histórico, tal y como contempla el Plan Especial de Reforma Interior del Casco Medieval (P.O.P.R.I.) sectores centro y este de Vitoria-Gasteiz¹. Esta característica del monumento lo diferencia de otros grandes conjuntos catedralicios que nacieron exentos o fueron “limpiados” y liberados de estas construcciones en las restauraciones decimonónicas (León, Burgos, etc)².

Como sabemos por el estudio histórico y las excavaciones arqueológicas realizadas, la catedral de Santa María fue concebida como un gran templo-fortaleza que conformaba el baluarte de la esquina noreste del primer recinto amurallado de la ciudad. De este proyecto, únicamente llegó a ejecutarse la estructura que permitía cerrar el perímetro amurallado, es decir, los laterales oriental y norte del trazado de la iglesia, y sólo hasta la altura en la que se formalizaba el pasillo de ronda de la muralla. Todavía puede apreciarse –perfectamente visible desde la calle– la estructura del cubo que formaba su esquina noreste y recorrer el pasillo de ronda que se conserva en todo el perímetro de las fachadas norte y oriental de la Catedral.

Esta estructura, dada su calidad y potencia constructiva, se conserva prácticamente completa ya que fue totalmente reutilizada en las siguientes fases del edificio. El trazado del primer proyecto de iglesia gótica se apoya sobre estos muros que funcionan como cimentación y muro de contención de los rellenos que permiten salvar los grandes desniveles que existen en esta esquina del cerro. En el interior, los muros de mampostería se forraron con un aplacado de piedra de unos 10 cm que imitaba el aparejo de sillería de los muros que se estaban construyendo. El resultado de esta intervención fue doble: por un lado se conseguía ocultar interiormente la estructura de la antigua fortificación, dotando al templo de un aspecto unitario y, por otro, se conseguía reutilizar la antigua estructura amurallada que tenía que seguir cumpliendo su función defensiva. Las excavaciones arqueológicas realizadas en la girola han descubierto, por debajo del nivel del suelo definido por la construcción gótica, el alzado interior de esta construcción en el que se conservan tapiadas una serie de ventanas saeteras de la antigua estructura defensiva.



2 Arquitectónico

2.5 Urbano. Interacción entre monumento y entorno. La manzana urbana y su rehabilitación integral

2.5.1 La manzana de la Catedral

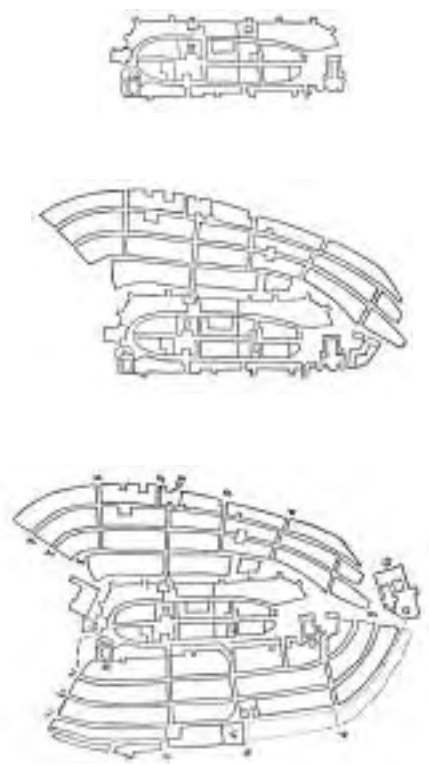


Imagen 87. Esquema de la evolución histórica del casco medieval de Vitoria desde su fundación hasta el siglo XIII. J. Caro Baroja, *Vasconiana*, San Sebastián, 1974, p. 74



Imagen 88. Pasillo de ronda desde el este

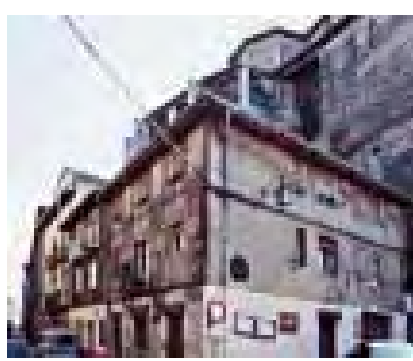


Imagen 89. Vista general de la calle Cuchillería desde el este

Como la mayoría de las ciudades medievales, al crecer y construirse un segundo recinto amurallado, las nuevas viviendas colmataron el espacio disponible entre los dos recintos murados, adosándose a la cara exterior del perímetro primitivo. El alzado de la antigua muralla sirvió de medianera constructiva de las nuevas viviendas que ocultaron prácticamente el total de su alzado. Tanto es así, que algunas de las ventanas saeteras que se descubrieron en las excavaciones de la girola no han podido liberarse porque están tapiadas con el tabique de las habitaciones de alguna de estas viviendas. El trazado de las nuevas calles al desarrollarse siguiendo las curvas de nivel del cerro, alrededor del núcleo primitivo, adquirió la forma de almendra tan característica de las ciudades medievales y que, en Vitoria, es especialmente significativa³.

Con el transcurso del tiempo, la antigua iglesia de Santa María convertida primero en Colegiata y posteriormente en Catedral, fue necesitando –a medida que sus cometidos fueron aumentando– nuevos espacios de servicios para el Cabildo Catedralicio, para lo que fue ocupando progresivamente parte de estas antiguas construcciones, sustituyéndolas con nuevas edificaciones y estableciendo así nuevos espacios de comunicación entre ambas. Este crecimiento, no se realizó siempre por lotes, sino que dadas las diferencias de niveles que existen entre el suelo de la Catedral vitoriana y el de la calle, muchas veces, se efectuó de un modo “mucho más natural” ocupándose únicamente los niveles superiores de estos edificios que son los que tienen el mismo nivel que el suelo de la Catedral.

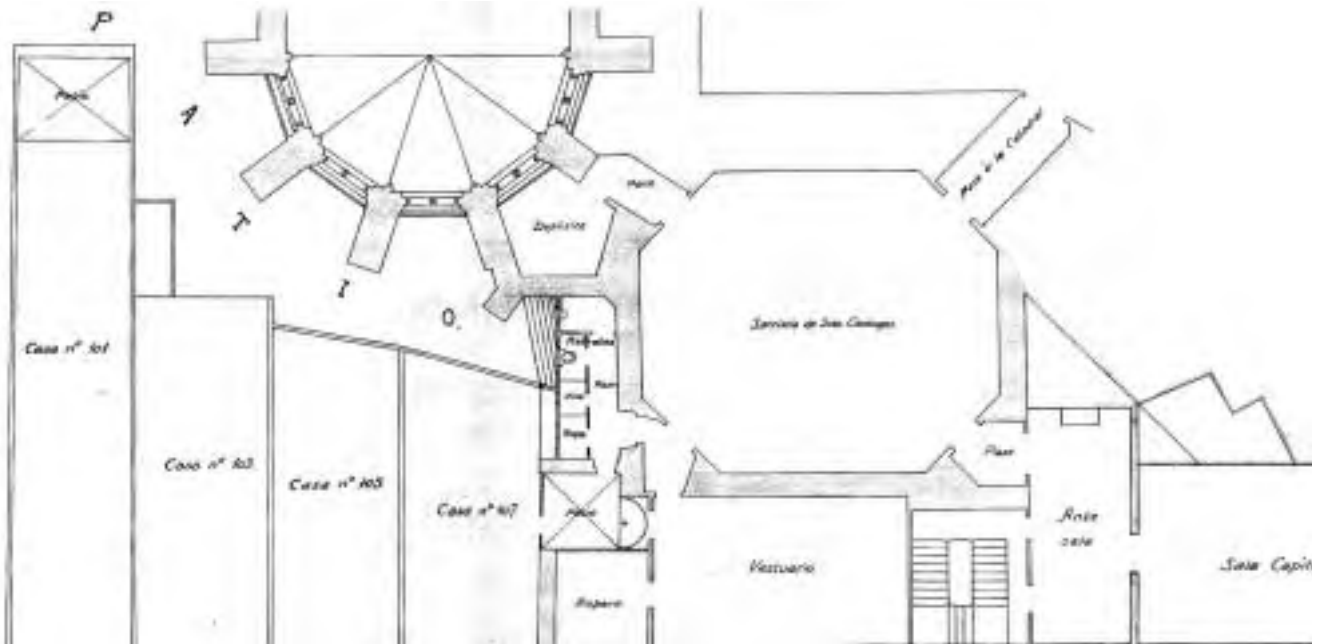


Imagen 90. Estado previo y proyecto del siglo XIX de ampliación y reforma de las dependencias del Cabildo que planteaba la demolición de las edificaciones nº93 y 91 de la calle Cuchillería y la ocupación de los solares con la reforma propuesta. Este proyecto no llegó a ejecutarse

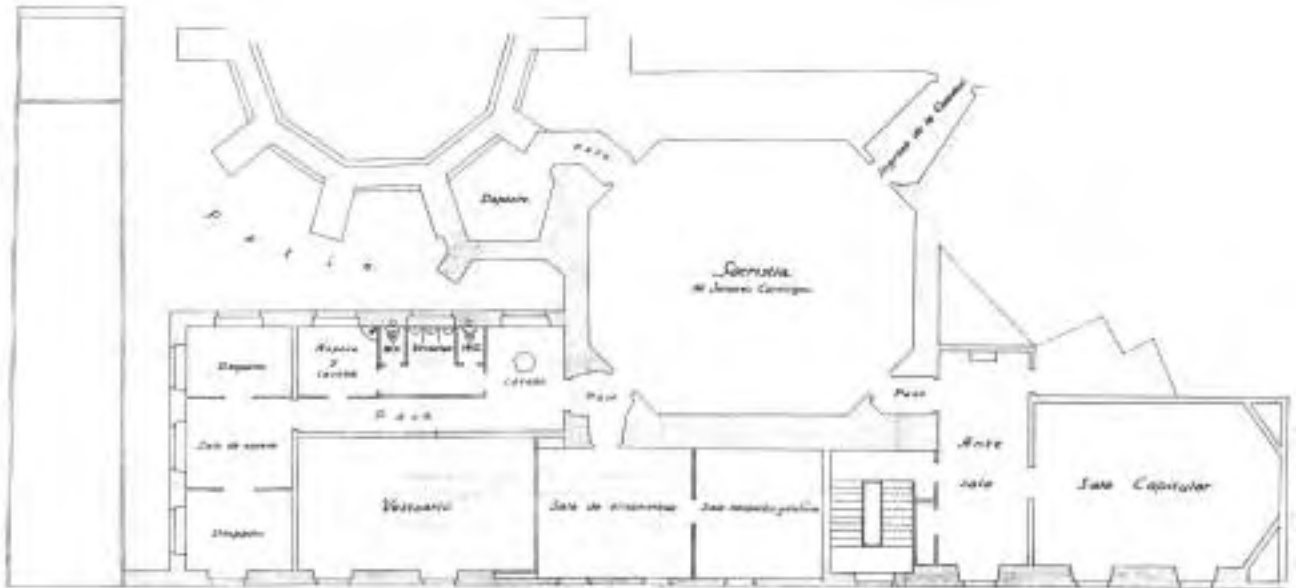




Imagen 91. Patio trasero del nº 99 de la calle Cuchillería

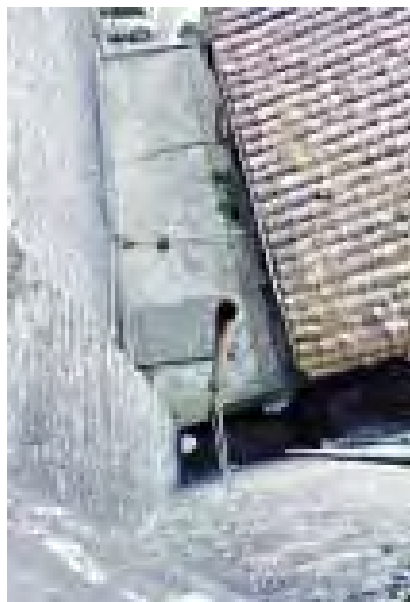


Imagen 92. Garaje adosado a la Catedral en el nº 103 de la calle Cuchillería



Imagen 93. Interior de la edificación 95 de la calle Cuchillería, en la entraplanta por debajo de la Sala Capitular. Descubrimiento del lienzo de la antigua estructura de la Catedral a la que se adosa esta edificación

De este modo, Catedral y viviendas fueron entrelazando espacialmente sus construcciones, siendo muy difícil establecer una línea de división entre ambas. Las acometidas e instalaciones de agua, electricidad, saneamiento, calefacción, etc, se ejecutaron entendiéndose que la manzana formaba un conjunto urbano único y que, por tanto, el diseño y trazado de estas instalaciones debía ser compartido. Los equipos de las nuevas instalaciones de la Catedral se situaron en los sótanos de estos edificios y la acometida de suministro de estas instalaciones desde las calles perimetrales. Por ejemplo, la caldera de la calefacción se situaba en el sótano de la sacristía y el depósito de gasóleo en un local de una construcción adosada que tiene su fachada en la calle Cuchillería. Los conductos del aire caliente perforaban, desde el sótano de la sacristía los muros de la antigua muralla, para introducirse bajo el suelo de la Catedral. Además, entre ambas construcciones existe una serie de servidumbres que hacen imposible esta separación. La catedral vierte –en varios puntos– el agua de lluvia en las cubiertas de estas viviendas y algunas de las bajantes de saneamiento y pluviales de la Catedral son compartidas cuando atraviesan los patios desde los que acometen al alcantarillado municipal. Finalmente, muchas de estos edificios no sólo están completamente adosadas a la antigua muralla sino, que en muchos puntos, están apoyándose directamente en la estructura de la Catedral.

Dados los problemas compartidos que existen entre estos edificios y la Catedral, y la dificultad real para establecer un límite constructivo entre ambas construcciones entendemos que la restauración de la Catedral de Santa María no puede aislarse de la intervención sobre este conjunto y que es necesario acometer la restauración integral de toda la manzana urbana. El Plan



Imagen 94. Vista de las cubiertas de algunos edificios de la calle Cuchillería

Director, al incluir esta propuesta en sus directrices, entiende que esta intervención debe abordarse desde los poderes públicos, de modo, que la rehabilitación pueda producirse simultáneamente y de un modo coordinado con la restauración de la Catedral. Sabemos que no se puede supeditar a la iniciativa privada, mediante una serie de condiciones impuestas en la normativa municipal, la rehabilitación de este conjunto ya que provocaría unos plazos indeterminados e incompatibles con los plazos impuestos en el Plan Director para la restauración del monumento.

Sin embargo, para abordar con garantías de éxito una intervención de estas características, es necesario resolver previamente una serie de problemas que se escapan del ámbito de la actuación estrictamente arquitectónica y que implican una gestión compleja que exige el concurso de diferentes instituciones. Para poder diseñar y proponer soluciones que fuesen viables y evaluar el impacto social que supondría su ejecución se realizó, integrado en la fase de

estudios del Plan Director, un informe sociológico del conjunto urbano para estudiar las características de la población residente y sus necesidades, la estructura de la propiedad, las características de las actividades que se desarrollaban en los bajos comerciales, etc.

La propiedad de estos edificios está muy repartida, sin que exista ningún propietario mayoritario. Los bajos están ocupados por locales comerciales, talleres, y por alguna asociación benéfica dependiente de la Parroquia, existiendo varios locales que están vacíos. Los pisos altos están ocupados por las viviendas y las dependencias del Cabildo y la Parroquia. La mayoría de las viviendas están ocupadas por personas con niveles de renta bajos, en régimen de alquiler y con rentas antiguas, otras están ocupadas por sus propietarios y otras desocupadas.

En general, la construcción de estos edificios no es de calidad –si exceptuamos el edificio de la esquina entre las calles Cuchillería y el cantón de San Marcos y el despacho parroquial– y se encuentran muy degradados, dada su antigüedad y la falta de mantenimiento generalizado que han sufrido. Por otro lado, las viviendas tienen unas crujías muy estrechas y alargadas que acaban en patios muy reducidos que se adosan a la Catedral, lo que provoca que su ventilación sea muy deficiente. Por último, padecen también los problemas que son característicos de los cascos históricos como la accesibilidad, el uso terciario de su entorno, la ocupación del tejido residencial por un sector marginal de la población y las deficiencias habituales de instalaciones y servicios urbanos.

Dada la complejidad que supondrá la gestión de una operación de estas características y la movilización de recursos económicos y humanos que serán necesarios, hemos elaborado un abanico de

propuestas muy diferentes, con el objetivo de abrir un debate en la sociedad y en los organismos implicados (Diputación Foral, Ayuntamiento, Gobierno Autónomo y Obispado de Vitoria). Las soluciones que presentamos se mueven dentro de un arco de posibilidades que combinan, en primer lugar, el tratamiento constructivo que deberá aplicarse y que varía entre la demolición y la estricta conservación; y, en segundo lugar, el programa funcional que deberá implantarse y que varía también entre la conservación de los usos residencial y de servicios de la Catedral y de la Parroquia existentes, o la sustitución total o parcial del uso residencial por otro de carácter socio cultural. De la combinación de estas dos variables, introducidas con diferentes niveles de aproximación, se obtendrá todo el arco de soluciones posibles, que varían desde la rehabilitación integral con la estricta conservación del tejido residencial, hasta la transformación completa del conjunto en un nuevo edificio de servicios.

2.5.2 LA DEMOLICIÓN

Condicionantes históricos y funcionales que se plantean en la demolición o conservación del conjunto de viviendas adosadas al conjunto catedralicio.

Una vez descubierta y valorada la importancia monumental e histórica que tenían las estructuras que formaron parte del primer recinto amurallado de la ciudad y, dado el perfecto estado de conservación en el que se encontraban, se planteó que todas las soluciones que se estudiaran deberían recuperar el alzado de estas estructuras, oculto actualmente por las viviendas. Dentro del abanico de posibilidades que existían, sólo la demolición total del conjunto urbano nos permitiría recuperar una visión completa de la primitiva muralla y una imagen unitaria de la misma.

Sin embargo, la propuesta de demolición plantea una serie de problemas metodológicos y funcionales graves, que es preciso tener en cuenta:

- El conjunto de viviendas adosadas a la Catedral permite relacionar la historia del monumento con la historia de la ciudad y su desarrollo urbano y sería difícil entender la historia de Santa María descontextualizada del trazado urbano en el que se encuentra inmersa y de la propia historia de la ciudad.
- Tanta importancia histórica y monumental tiene la estructura de la primitiva muralla como el trazado urbano en forma de almendra de la ciudad de Vitoria. Por tanto, la demolición de las casas que rodean Santa María generaría un gran vacío en la calle Cuchillería, desvirtuando por completo este trazado y el de la imagen urbana de la ciudad medieval.
- La imagen resultante de la demolición constituiría una falsedad histórica. La catedral gótica se remató con las viviendas adosadas a su perímetro amurallado y, por tanto, la imagen que actualmente tenemos es contemporánea en el tiempo. Existe también un problema de escala, de ambiente, de perspectivas y de forma de recorrer y entender la ciudad medieval que desaparecerían con la demolición. Nos parece muy sugerente la imagen de la catedral gótica emergiendo por detrás de las viviendas. Esta imagen se produce por las escalas tan diferentes que existen entre ambos conjuntos que igualmente desaparecería.
- El Cabildo Catedralicio y la Parroquia necesitan tener espacios de servicios, en conexión directa con la Catedral o la capilla de Santiago, para poder desarrollar sus funciones. Además, para ubicar los nuevos usos de carácter socio-cultural que se han planteado, son necesarios también espacios en conexión directa con el recorrido



Imagen 95. Vista de la torre de la Catedral desde la calle de Santa María esquina con la calle Gasteiz. Archivo del Territorio Histórico de Álava. Fondo: Schommer Koch 290004. Año 1963

2 Arquitectónico

2.5 Urbano. Interacción entre monumento y entorno. La manzana urbana y su rehabilitación integral

2.5.2 La demolición

2.5.3 El esponjamiento



1



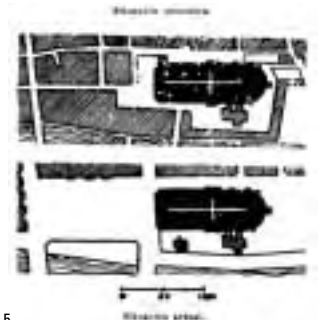
2



3



4



5

planteado por el interior del edificio. En caso de proceder finalmente a la demolición de este conjunto sería necesario buscar nuevos espacios donde desarrollar estas funciones o construir un nuevo edificio en las proximidades de la Catedral.

- Por último, no podíamos obviar lo que ha sido la historia de la restauración de los grandes monumentos urbanos y, especialmente, la que se desarrolló en los entornos de las catedrales góticas a finales del siglo XIX y principios del XX. En estas restauraciones, para limpiar y descubrir la forma exterior de estos edificios, se eliminaron de manera sistemática la mayoría de las construcciones menores que, a lo largo de la historia, se habían ido adosando a su perímetro. Estas actuaciones habían tenido una fuerte contestación, en su momento, exigiendo la conservación de la trama urbana histórica con todas sus consecuencias, ya que consideraban que estas demoliciones se habían efectuado desvirtuando la imagen y la lectura histórica del monumento.

“No existe una sola catedral que en sus primeros tiempos no estuviese flanqueada por el Sur y por el Norte por las sacristías, el palacio del obispo, el claustro de canónigos, la sala capitular, y otras dependencias del cabildo. Estos edificios, por sus menores proporciones, dan valor al monumento central, sirviendo de elementos de

referencia. El aislamiento absoluto es fatal a los grandes templos. No se debe hacer el vacío alrededor de nuestras catedrales, con lo que se ahogarían las magníficas dimensiones que recibieron de sus autores. No se hicieron para el desierto, como las Pirámides de Egipto, sino para dominar un amontonamiento de casas y de estrechas calles en nuestras antiguas ciudades”.

Con estas reflexiones de Montalembert encabeza Leopoldo Torres Balbás (1888-1960) su artículo titulado *El aislamiento de nuestras Catedrales*⁴. En él, se queja del aislamiento que se estaba produciendo en las catedrales de León y Burgos cuando en Europa esta tendencia, seguida en las catedrales francesas de París, Albi y Orleans, y en las alemanas de Colonia y Ulm estaba ya en desuso. Escribe Torres Balbás: *“No concibiéronse las catedrales para estar aisladas, sino para armonizar con los edificios destinados a sus servicios: capillas, claustros, sacristías, salas capitulares, palacio episcopal, y con las casas que por todas partes las rodeaban”*. Torres Balbás defiende el valor de las perspectivas violentas que provocan los grandes monumentos apareciendo de pronto entre las pequeñas calles del trazado medieval, la asimetría, la valoración de la estructura principal por contraste constructivo y de escala con las secundarias, etc.

Imagen 96. Fotografías y dibujos de Leopoldo Torres Balbás que ilustran el artículo *El aislamiento de nuestras Catedrales*. Diciembre de 1919.

1. Torre de la Catedral de Oviedo

2. Torre de la Catedral de Toledo, vista desde la calle de Santa Isabel

3. Emplazamiento de la Catedral de Burgos

4. Emplazamiento de la Catedral de Toledo

5. Situación primitiva y actual del emplazamiento de Notre Dame de París



Imagen 97. Plano del complejo catedralicio de París (según el abate Delagrive, 1754). Ilustración 161 del libro de Alain Erlande-Brandenburg, A. (1993)



Los planteamientos expuestos por Torres Balbás tienen su correspondencia en Italia en la figura contemporánea de Gustavo Giovannoni (1873-1947). Ambos autores, seguidores de la teoría de la conservación establecida por Camilo Boito (1836-1914), desarrollaron en sus respectivos países una intensa labor en defensa del patrimonio⁵ y participaron en la redacción de la Carta de Atenas de 1931⁶. Giovannoni, legítimo continuador de la figura de Camilo Boito en su país, establece los fundamentos de la actuación de conservación histórica y científica de los monumentos de los que se deducirá el calificativo de “restauración científica” con el que se ha designado su teoría y sus métodos⁷. Giovannoni estableció el concepto de respeto ambiental, que utilizamos actualmente en la defensa de los centros históricos, y la defensa, en este contexto, de las arquitecturas menores que rodean los monumentos principales. Giovannoni es el primer teórico que es capaz de darse cuenta de las catastróficas consecuencias que las actuaciones decimonónicas de saneamiento y apertura de grandes viales en el centro de las ciudades había provocado en la lectura y comprensión del urbanismo medieval. Son muy conocidos sus dibujos de la torre del Águila en Trento, apareciendo el primero con un conjunto de viviendas adosadas a su fachada y, en el otro, su imagen limpia de estas construcciones.

En la carta de Atenas de 1931, se introduce por primera vez la recomendación de preservar conjuntamente la imagen de los grandes monumentos medievales asociándolos a los entornos edificados en los que se encuadran, introduciendo el concepto de ambiente.

“VII. La conferencia recomienda respetar en la construcción de los edificios el carácter y la fisonomía de la ciudad, especialmente en la proximidad de los monumentos

antiguos, para los cuales el ambiente debe ser objeto de cuidados particulares. Igual respeto debe tenerse para las perspectivas particularmente pintorescas”.

Este concepto de ambiente y el de protección de los conjuntos históricos se repite de forma sistemática en todas las legislaciones y cartas de restauración que se redactan desde entonces, la mayoría de las cuales se considera heredera de la de Atenas. En la Carta de Venecia de 1964⁸ en su artículo 1º establece: “La noción de un monumento histórico comprende la creación arquitectónica aislada así como el conjunto urbano o rural que da testimonio de una civilización particular, de una evolución significativa, o de un acontecimiento histórico. Se refiere no sólo a las grandes creaciones sino también a las obras modestas que han adquirido con el tiempo una significación cultural”. Con respecto a este tema nuestra Ley de Patrimonio de 1985⁹, actualmente vigente, en su artículo veintiuno, apartado tercero establece: “La conservación de los Conjuntos Históricos declarados Bienes de Interés Cultural comporta el mantenimiento de la estructura urbana y arquitectónica, así como de las características generales de su ambiente. Se consideran excepcionales las sustituciones de inmuebles, aunque sean parciales, y sólo podrán realizarse en la medida en que contribuyan a la conservación general del carácter del Conjunto. En todo caso se mantendrán las alineaciones urbanas existentes”.

2.5.3 EL ESPONJAMIENTO

Para permitir el funcionamiento de las viviendas, el espacio residual que se formaba entre las nuevas edificaciones y la antigua muralla se configuró como un espacio secundario, de servicios, patios de ventilación, trasteros, tendaderos, etc. Con el paso del tiempo, este espacio entre la antigua muralla y las nuevas construcciones, como las traseras de cualquier edificación,

2 Arquitectónico

2.5 Urbano. Interacción entre monumento y entorno. La manzana urbana y su rehabilitación integral

2.5.3 El esponjamiento

2.5.4 La conservación del uso residencial y de la tipología existente



Imagen 99. Propuesta de saneamiento y unión de los patios traseros de las viviendas de la calle Cuchillería

se había ocupado con construcciones provisionales de escasa calidad constructiva que había ido degradándose con usos marginales. Establecimos que la rehabilitación del conjunto de construcciones que se adosaban a la Catedral debía realizarse “esponjando” su volumen construido. Es posible limpiar de construcciones menores los patios interiores de las viviendas y unirlos mediante demoliciones parciales de algunas de estas construcciones. Con esta intervención menor y factible, se pueden unir todas las traseras de estos edificios, formalizando dos grandes patios, uno al norte y otro al sur de la Sacristía, y liberando parte de la superficie de la cabecera-muralla de la Catedral y de la cabecera de la capilla de Santiago.

La unión de todos los pequeños patios de las viviendas –en dos patios de mayores dimensiones– permite el saneamiento de estas construcciones en sus zonas más degradadas, una ventilación e iluminación más correcta, la creación de una nueva fachada interior y una ubicación mucho más racional de todas las conducciones de las instalaciones que comparten con la Catedral. Paralelamente, esta operación de “esponjamiento”, además de dignificar el espacio degradado entre las viviendas y la Catedral, permite crear un nuevo recinto museable que puede integrarse en el recorrido propuesto por el interior de la Catedral y desde el que podrán contemplarse los alzados –hasta ahora ocultos– de la antigua muralla.

Consideramos que la solución propuesta para los espacios entre la Catedral y su manzana urbana deben ser objetivo obligatorio para cualquiera que sea la operación que finalmente se adopte en el tratamiento de este conjunto. Entendemos que esta operación es la única que permite la recuperación del trazado de la antigua muralla manteniendo simultáneamente inalterado el trazado urbano de la calle.



2.5.4 LA CONSERVACIÓN DEL USO RESIDENCIAL Y DE LA TIPOLOGÍA EXISTENTE

El mantenimiento de los usos existentes o la recuperación de los usos originales de una arquitectura histórica nos permitirá conservar su tipología y plantear una actuación de estricta conservación y reparación de su construcción. Parece lógico, que para conseguir la conservación de los edificios que se adosan a la estructura de la Catedral se plantee su rehabilitación manteniendo los usos existentes en la actualidad.

De los diez edificios existentes, ocho tienen un uso residencial y comercial y dos se dedican íntegramente a los servicios de la Catedral y la Parroquia. Estos ocho edificios albergan un total de veinticinco viviendas de las que sólo existen tres desocupadas. La tipología de estas construcciones corresponde a edificios residenciales del siglo XIX y anteriores que se asientan sobre una parcela estrecha y alargada con una única fachada a la calle y una ventilación interior a unos pequeños patios que se construyen pegados a los muros de la Catedral. La planta de estos edificios queda dividida en dos, por la escalera que se sitúa en el centro. La superficie media útil de estas viviendas es de aproximadamente 33 m². Constructivamente el estado de conservación es, en general, bastante deficiente, con numerosas goteras, humedad y mala ventilación. Además, ninguna posee calefacción, ni agua caliente centralizada, ni ascensor; diez carecen de un cuarto de baño completo y de éstas, siete tienen sólo retrete.

Planteada la necesidad de abordar una actuación integral y definida la obligatoriedad de conseguir el "esponjamiento" entre la manzana y los muros de la Catedral enseguida se hizo evidente que era muy difícil, a pesar de mantener el uso residencial existente, conservar la tipología de estos edificios manteniendo los elementos

estructurales de muros de carga y escaleras. Las condiciones que la normativa de vivienda social plantea con respecto a medidas de escaleras, portales, ascensores, accesibilidad de minusválidos, superficie mínima de habitaciones, etc, hace que sea imposible conservar estrictamente la tipología de estos edificios. Además, como habíamos comentado, la superficie de estas viviendas es muy reducida no superando en algunos casos los 33 m². Estas superficies impiden en la práctica cualquier tipo de rehabilitación y obligan, en la realidad, a demoler la construcción existente camuflando, detrás de las fachadas, una construcción y una tipología completamente nuevas en las que únicamente puede conservarse (y no en su totalidad): la fachada, la parcelación y el uso preexistente.

La primera propuesta para abordar la rehabilitación del conjunto, partía de un programa mixto, que tenía en cuenta las características de la estructura al norte y sur de la Sacristía. Al norte, se aceptaba la pérdida del uso residencial y se planteaba el uso de los edificios como salas de exposición didáctica complementarias a la visita a la Catedral. En la zona central, adosadas a la Sacristía, se situaban en planta baja los accesos y los servicios necesarios para permitir esta visita guiada a la Catedral y en los pisos superiores se mantenían los espacios ocupados por los servicios de la Catedral y el Cabildo Catedralicio. Al sur de la Sacristía se planteaba la rehabilitación de tres edificios de viviendas. En el proyecto redactado por el arquitecto Mikel Landa (colaborador en la redacción del Plan Director) se proponía construir una escalera común a dos de los edificios más pequeños, transformando la tipología previa, para ganar espacio útil en la superficie de las viviendas, ya de por sí reducida y de un dormitorio. Este arquitecto planteó una tipología con forjados y fachada interior de madera.

Imagen 100. Propuesta del arquitecto Mikel Landa para la rehabilitación de las viviendas 87, 89, 91 de la calle Cuchillería

2 Arquitectónico

2.5 Urbano. Interacción entre monumento y entorno. La manzana urbana y su rehabilitación integral

2.5.5 La conservación integral

2.5.6 La rehabilitación como espacio de carácter socio-cultural y Museo

2.5.7 Entorno urbano y plazas



Imagen 101. Zonas de intervención en la propuesta de conservación integral de la edificación existente

2.5.5 LA CONSERVACIÓN INTEGRAL

La conservación integral de un edificio debe materializarse conservando la totalidad de sus elementos estructurales y tipológicos como muros de carga, escaleras, estructuras de madera, etc. Únicamente sería aceptable la demolición de elementos menores como: tabiques, material de cubrición, carpinterías, etc, y la sustitución mimética de elementos deteriorados de las estructuras principales. Para permitir el desarrollo de los nuevos usos y de las nuevas circulaciones se permitiría también, la apertura de huecos de puertas en los muros de carga y entre las medianeras de los edificios existentes, y la construcción de una nueva tabiquería ajustada a las necesidades de espacios que demanden los nuevos usos.

Ya hemos expuesto en el punto anterior que, en nuestro caso, no es posible conseguir esta conservación integral manteniendo el uso residencial preexistente. Por tanto, para acometer una solución de estas características, es imprescindible, definir unos usos que permitan su desarrollo sobre estas estructuras. En el dibujo al margen, mostramos señalados, con color naranja, una aproximación de los elementos que sería necesario demoler para ajustar un programa de usos de carácter socio-cultural, como el que se ha propuesto en el capítulo anterior. La solución expuesta no estaría exenta de problemas como la multiplicación innecesaria de escaleras o la adaptación de pequeños recintos de edificios contiguos, para reutilizarse como salas de exposición o, la necesidad de adaptar zonas de administración o de público a los espacios de un edificio de viviendas. Sin embargo, existen muchos ejemplos, tanto en Italia como en España, de operaciones similares como puede ser el Museo de Arte Abstracto de Cuenca en la que se rehabilitaron unas viviendas

medievales conocidas como las casas colgantes y que actualmente constituyen la imagen más significativa de la ciudad.

2.5.6 LA REHABILITACIÓN COMO ESPACIO DE CARÁCTER SOCIO-CULTURAL Y MUSEO

Para concluir este abanico de posibilidades hemos realizado una propuesta en la que se elimina el uso residencial y comercial existente y se sustituye por usos de carácter socio-cultural que incluyen un museo de la historia de la Catedral y los servicios complementarios necesarios para su funcionamiento. Para potenciar el "esponjamiento" del espacio entre la Catedral y las construcciones que se le adosan, se proponía un edificio cerrado a la calle con un muro macizo con ventanas, repitiendo la tipología existente en el conjunto de viviendas, pero abierto, mediante un muro cortina, al espectáculo interior del monumento. Este acristalamiento que cerraba el edificio hacia la Catedral permitía asomarse y contemplar la muralla en los diferentes niveles del nuevo edificio. Este muro cortina, orientado al oeste pero que por su proximidad a la muralla nunca iba a recibir la luz directa del sol, funcionaría como un lucernario del museo.

La propuesta se presentaba con dos variantes parecidas que únicamente se diferenciaban en el tratamiento dado a los edificios al sur de la Sacristía. En la primera propuesta presentada se planteaba la conservación integral de estas edificaciones en las que únicamente se permitían actuaciones de demolición de tabiques y la apertura de huecos de paso entre los muros medianeros, tal y como hemos definido en el apartado anterior. La segunda propuesta demolía también estas construcciones y buscaba, simplemente, cumplir con el programa establecido dentro de la volumetría existente. En este caso, las soluciones presentadas copian de los dibujos

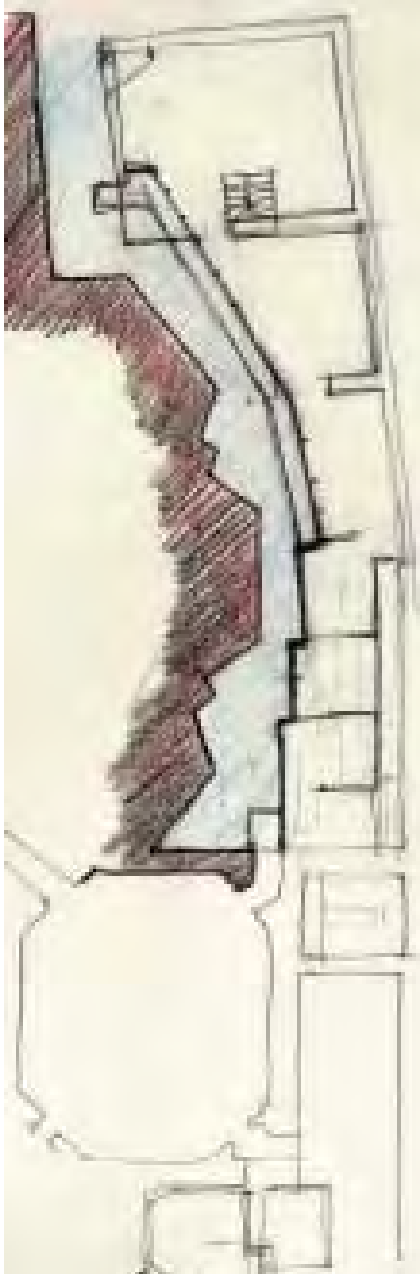


Imagen 102. Primeros croquis de la propuesta de rehabilitación del conjunto con usos de carácter socio-cultural



del estado actual el muro de las fachadas de estos edificios, no porque se plantee una actuación de vaciado de estas edificaciones y conservación de sus fachadas, sino porque queríamos que se entendiese que, la nueva construcción debía repetir la volumetría y las alineaciones de las edificaciones desaparecidas.

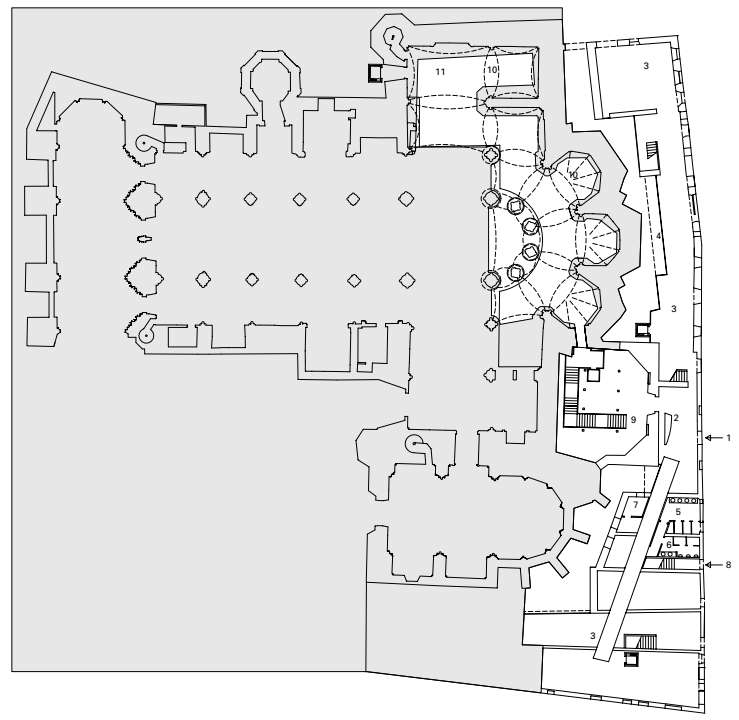
Se establecía el acceso al edificio por el centro, en la construcción adosada a la Sacristía. Al norte se situaban las salas de exposición didáctica, en un cuerpo alargado que discurría zigzagueando en paralelo al trazado de la cabecera-muralla de la Catedral. Al sur, se situaban en planta baja los servicios del museo –a continuación de la zona de acceso– y las salas de lo que pensábamos podía ser un museo de arte sacro asociado al patrimonio mueble de la Catedral. Las oficinas y dependencias del cabildo Catedralicio se situaban en la última planta de esta construcción, pegados a la Sacristía y con un núcleo de escalera y ascensor que comunicaba directamente con la calle de Cuchillería. En la entreplanta, por debajo de esta zona, se situaba la zona de administración del museo que compartía el núcleo de comunicaciones con la calle.

2.5.7 ENTORNO URBANO Y PLAZAS

A la hora de acotar los límites que debía tener la intervención sobre el conjunto urbano en el que se integra la Catedral, consideramos imprescindible incluir también la plaza de Santa María, ya que este espacio, inequívocamente, formaba parte de este conjunto. La plaza está delimitada al norte y levante por las fachadas más “nobles” de la Catedral –las que incluyen los elementos artísticamente más importantes, como las portadas– y al sur, y a poniente, por el trazado de dos calles con circulación rodada y las fachadas de algunas viviendas del casco urbano. Todos los accesos al monumento se abren a esta plaza lo que permite que funcione como antesala y vestíbulo del mismo. Es frecuente ver como la gente se reúne en grupos antes de acceder a la capilla de Santiago o para despedirse a la salida de la celebración a la que han asistido. Esta misma función se repite ahora para acceder a la visita a la Catedral o para despedirse después de ésta.

Además, la plaza de Santa María con su arbolado, su fuente y su mobiliario urbano cumple en la actualidad una función de pequeño parque urbano que es utilizado por los vecinos del Monumento.

PROPUESTA 1



- 1. Acceso a museo
- 2. Mostrador recepción
- 3. Salas museo
- 4. Mirador a muralla
- 5. Aseos mujeres
- 6. Aseos hombres
- 7. Aseos minusválidos
- 8. Acceso a dependencias anejas a la Catedral
- 9. Acceso a excavaciones arqueológicas en sótano de la Catedral
- 10. Excavaciones arqueológicas
- 11. Comunicación con pasillo de ronda y triforio
- 12. Sacristía
- 13. Capilla del Reconciliatorio
- 14. Sala Capitular
- 15. Sala de espera
- 16. Despachos Catedral
- 17. Aseo mujeres
- 18. Aseo hombres
- 19. Vestuario canónicos
- 20. Sala de ornamentos y objetos de culto
- 21. Archivo
- 22. Parroquia de Santa María
- 23. Acceso a Parroquia
- 24. Sala de comunión y catequesis
- 25. Despachos parroquiales
- 26. Sacristía parroquial

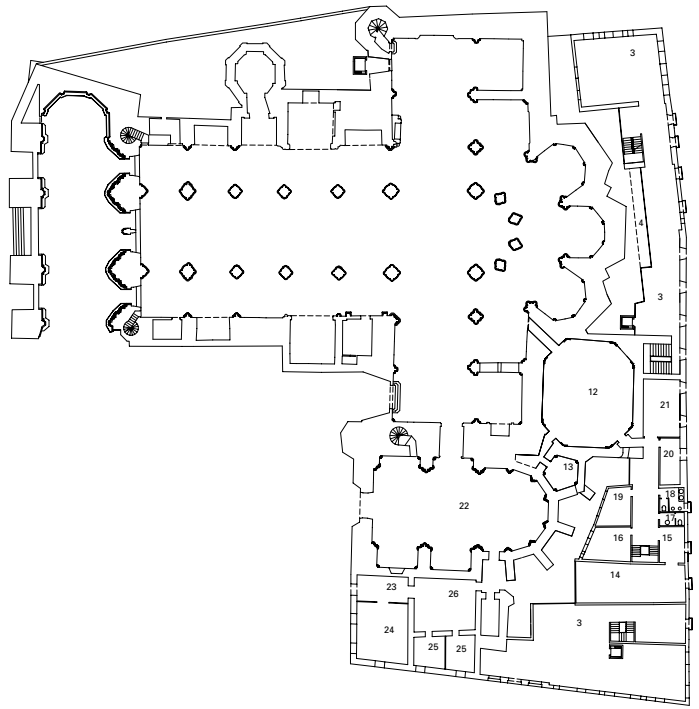
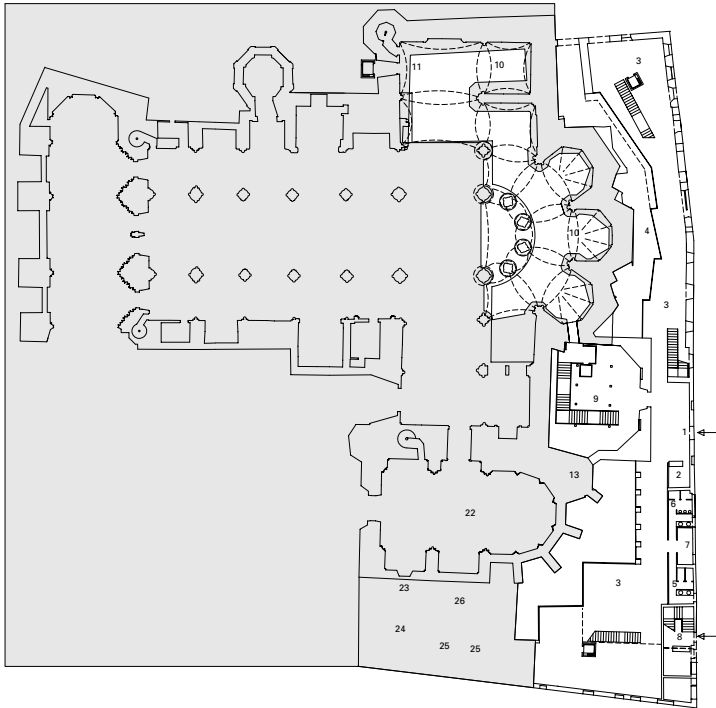


Imagen 103. Propuesta de rehabilitación del conjunto con usos de carácter socio-cultural y conservación parcial de la edificación existente. Planta a nivel de la calle Cuchillería y planta baja

PROPUESTA 2



1. Acceso a museo
2. Mostrador recepción
3. Salas museo
4. Mirador a muralla
5. Aseos mujeres
6. Aseos hombres
7. Aseos minusválidos
8. Acceso a dependencias anejas a la Catedral
9. Acceso a excavaciones arqueológicas en sótano de la Catedral
10. Excavaciones arqueológicas
11. Comunicación con pasillo de ronda y triforio
12. Sacristía
13. Capilla del Reconciliatorio
14. Sala Capitular
15. Sala de espera
16. Despachos Catedral
17. Aseo mujeres
18. Aseo hombres
19. Vestuario canónicos
20. Sala de ornamentos y objetos de culto
21. Archivo
22. Parroquia de Santa María
23. Acceso a Parroquia
24. Sala de comunión y catequesis
25. Despachos parroquiales
26. Sacristía parroquial

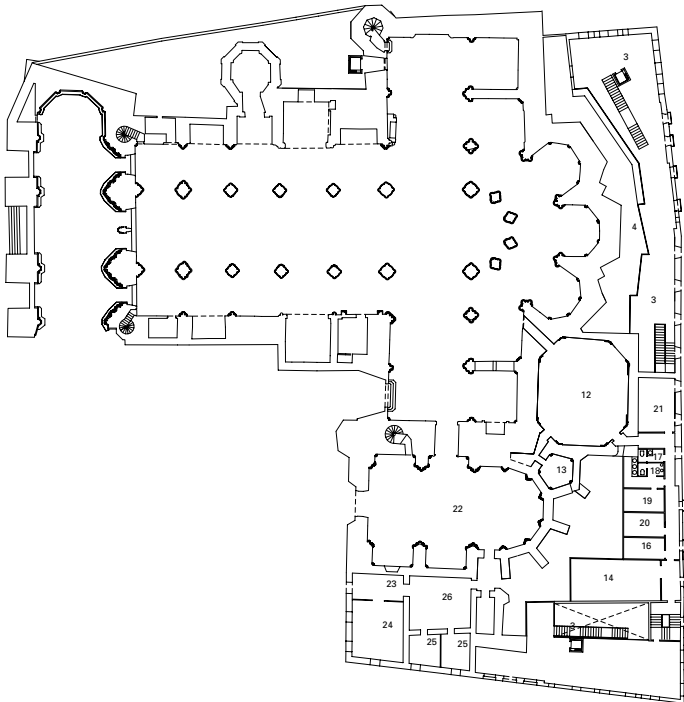


Imagen 104. Propuesta de rehabilitación del conjunto con usos de carácter socio-cultural y sustitución de la edificación existente. Plantas a nivel de la calle Cuchillera y de la planta baja



Imagen 105. Vista de la Plaza de Santa María desde SE



Imagen 106. Detalle de la reja que cierra el Jardín Botánico en Madrid

Desgraciadamente también, por su proximidad a una zona de “bares de música”, la plaza y las fachadas de la Catedral sufren, especialmente por las noches de los fines de semana, un uso “inadecuado” (suciedad, orines, pintadas). Estos pequeños actos de insolidaridad ciudadana provocan que los servicios municipales tengan sistemáticamente que limpiar el suelo de la plaza con agua a presión y las pintadas, en los muros de piedra, con chorro de arena. Esta limpieza, resulta especialmente agresiva por la acción mecánica que se efectúa y por la cantidad de humedad y sales que se introduce en los muros.

De acuerdo, a estos problemas, pensamos que era necesario cambiar la configuración actual de la plaza integrándola como un espacio más de la Catedral. Esta plaza,

delimitada por el cruceiro del edificio, ocupa el espacio en el que, en muchos conjuntos catedralicios españoles, se sitúa un claustro. Por otro lado, imaginamos las pequeñas plazas ajardinadas de Londres o París que se encuentran cerradas por una verja, a través de la cual se crean pequeños salones ajardinados dentro de la ciudad. Hicimos nuestra la verja que separa el antiguo Salón del Prado del Jardín Botánico en Madrid e imaginamos un cerramiento parecido con un basamento de cantería y una reja de forja o fundición de bronce o hierro, en el que se integra en algunos puntos un banco. Su trazado, de dos lados en ángulo recto, continuaría las alineaciones del pórtico y de la capilla de Santiago lo que permitiría unas aceras amplias dando a las calles. Existirían dos puertas, una desde la calle Fray



Imagen 107. Croquis general de la propuesta para el entorno próximo a la Catedral



Imagen 108. Vista del cantón de Santa María desde el oeste

Zacarías Martínez para acceder a la Catedral, y la otra desde el cantón de San Marcos para acceder a la capilla de Santiago, que se situarían en los puntos donde la verja y la calzada están más separadas. En el interior, un plano verde en el centro y unos dos o tres grandes árboles acentuarían el aspecto de claustro, atrio y vestíbulo de la Catedral donde quedarían perfectamente protegidas todas las portadas y los restos arqueológicos que se descubriesen. Sobre las zonas pavimentadas podría dibujarse el trazado excavado de la antigua iglesia prerrománica.

Cuando planteábamos, demoler todas las construcciones que se habían adosado a la Catedral para liberar sus muros más antiguos y “recuperar” la imagen que pudo haber tenido extramuros la primitiva ciudad de Vitoria; nos dimos cuenta, que era posible

recuperar este efecto visual desde la plaza de las Burullerías, realizando una actuación conceptualmente mucho más coherente con los planteamientos del Plan Director. Al demoler la sacristía de los Beneficiarios (una construcción deleznable que se adosaba a la esquina noroeste del crucero) y la valla de mampostería que cerraba la fachada norte (construida hace unos años para formalizar la continuación del nuevo trazado del cantón de Santa María) recuperaríamos el alzado completo de la fachada norte de la Catedral; hasta ahora oculto visualmente, y que también, formaba parte del primitivo recinto amurallado de la ciudad de Vitoria. Sabíamos, por las investigaciones efectuadas que, con casi toda probabilidad, la Torre de los Anda (situada en esta plaza y declarada también BIC) era contemporánea al momento de



FOAT S.L.

Imagen 109. Antigua foto aérea de la ciudad de Vitoria, en la que puede apreciarse el primitivo estado de la plaza de las Burullerías

la construcción de este primer recinto amurallado y que su posición tenía que ver con la defensa de una de las puertas de este recinto de la que parecen conservarse algunos restos integrados en esta fachada de la Catedral. Sin embargo, esta relación histórica entre la Torre de los Anda y la Catedral, había sido interrumpida hace unos años cuando se construyó la continuación del cantón de Santa María (hasta la calle de Fray Zacarías) y se formalizó este trazado desde la plaza de las Burullerías con la construcción de una bolera de sillería. En la actualidad, esta plaza de las designadas como “duras”, carece de uso alguno y esta habitualmente vacía.

La propuesta que presentamos recupera la continuidad perdida por este espacio, la Torre de los Anda y la Catedral convirtiendo

el conjunto en un pequeño parque urbano que se incorporaría al recorrido cultural y didáctico que tendrá el monumento restaurado. Para ello, habría primero que devolver a este espacio parte de su antiguo trazado urbano, anulando el tramo nuevo del cantón de Santa María y demoliendo la bolera. Imaginamos este espacio, como “una pequeña maceta” dentro de la ciudad o como un pequeño teatro, con un perímetro construido formalizado con una verja –con un diseño semejante al que hemos propuesto para la plaza de Santa María– que tendría como telón de fondo el antiguo baluarte que fue la Catedral y un interior vegetal blando, apenas construido, que salvaría los desniveles existentes (casi 9 m) de forma natural o por medio de pequeños muretes, que recrearían la imagen extramuros de la primitiva ciudad.



Imagen 110. Vista general de la plaza de las Burullerías desde el norte

Imagen 111. Vista de la plaza de las Burullerías desde la Catedral (Sur)



NOTAS

1. Recientemente (Marzo de 2001) se presentó de forma pública el Avance de Planeamiento de la Revisión del Plan Especial de Rehabilitación Integrada del Casco Medieval de Vitoria-Gasteiz, promovido por el Departamento del Centro Histórico del Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz. En él se vincula todo el entorno de la Catedral, incluidas las viviendas y las plazas de Santa María y de las Burullerías a las conclusiones del Plan Director de la Catedral y se califica la Catedral, la Sacristía, la Capilla de Santiago y la Torre de los Anda como Edificios de Carácter Monumental y Elementos de Protección Especial.
2. P. Navascués Palacio, *La restauración monumental como proceso histórico: el caso español, 1850-1950*. Curso de mecánica y tecnología de los edificios antiguos, Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid, 1987, pp. 285-331.
3. J. Caro Baroja, *Vasconiana*. Madrid, 1957 y S. Sebastián, 1974. Ver también J. I. Linazasoro y I. Galarraga, *Vitoria una ciudad en el País Vasco*, 2C Construcción de la Ciudad nº3, Junio 1975, pp. 32-44.
4. L. Torres Balbás, *El aislamiento de nuestras Catedrales*, *Arquitectura*, 1919, pp.3 58-362. También se puede consultar este texto en una recopilación reciente de los artículos publicados por este autor en la revista *Arquitectura* en la colección *Textos dispersos* con el título *Sobre monumentos y otros escritos* editada por el Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid, 1996, pp. 27-33.
5. J. Rivera, *Restauración arquitectónica desde los orígenes hasta nuestros días. Conceptos, teoría e historia* en *Teoría e Historia de la Restauración*. M.R.R.P. Universidad de Alcalá, Madrid, 1997, pp. 103-170.
6. J. López Jaen, *Normativa Internacional*. Curso de Rehabilitación, Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid, 1987. También puede consultarse en los Cuadernos de restauración nº II, *Documentos Internacionales*, Cuadernos del Instituto Juan de Herrera de la Escuela de Arquitectura de Madrid.
7. C. Ceschi, *Teoría e storia del restauro*, Roma, 1970.
8. Carta Internacional sobre la Conservación y Restauración de Monumentos y de Conjuntos Histórico Artísticos redactada en el II Congreso Internacional de Arquitectos y de Técnicos de Monumentos Históricos, reunido en Venecia en mayo de 1964.
9. Ley 16/1985, de 25 junio, del Patrimonio Histórico Español y Real Decreto nº 111/1986, de 10 de enero, de desarrollo parcial de la Ley.



IV Propuestas de actuación

1	Propuestas de actuación	758
1.1	Introducción	758
1.1.1	Qué hacer con los monumentos	758
1.1.2	Propuesta para la Catedral de Vitoria-Gasteiz	759
1.1.3	El aspecto estructural	760
1.1.4	El aspecto formal	760
1.1.5	El aspecto funcional	761
1.1.6	Las propuestas de intervención	761
1.1.7	Descripción de las obras propuestas	762
1.2	Obras de consolidación estructural	762
1.2.1	Composición de las fábricas	764
1.2.2	Resistencia de las fábricas	764
1.2.3	Geometría de las fábricas	764
1.2.4	Equilibrio de fuerzas	766
1.2.5	Introducción de prótesis	766
1.3	Obras mixtas de refuerzo estructural y acabado formal y arquitectónico	768
1.4	Obras de restauración de materiales	769
1.5	Obras de adecuación formal	770
1.6	Obras de puesta en valor	772
1.7	Obras en el entorno y la manzana	776
1.7.1	El museo de la Catedral y la ciudad de Vitoria	776
1.7.2	Las plazas y calles en torno a la Catedral	778
1.8	Conclusiones	779

1 PROPUESTAS DE ACTUACIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN

Las propuestas que presentamos como último resultado de la redacción del Plan Director quieren ser una respuesta amplia e integral a los problemas que el edificio nos plantea. En el apartado de diagnóstico se han resumido cuáles son los principales de ellos, adelantando allí las posibles soluciones globales.

Sin embargo, queda por enmarcar conceptualmente esas propuestas dentro de una visión de los monumentos que pretendemos sea contemporánea y no sólo la heredada de nuestros mayores a través de sus sucesivas “cartas de restauración”.

Creemos que esta actualización de las ideas de la restauración pasa por resolver una serie de cuestiones que siempre están abiertas pero que en cada momento se presentan con una cara distinta: qué son los monumentos, cuál es su significado para la sociedad que los posee e invierte recursos amplios en su conservación, para qué han de servir y qué no es lícito hacer con ellos.

En realidad, es la obra concreta la que da una respuesta en cada caso a los interrogantes teóricos más generales, pero abusar de este argumento puede convertir la práctica de la restauración en un repertorio incoherente de soluciones “ad hoc” en el que al final cabe cualquier cosa. El uso correcto del argumento es el de que cada monumento tiene algo distinto que ofrecer, y su restauración debe explotar en lo posible sus potencialidades, pero dentro de un marco de intenciones generales que deben ser explicitadas por pura exigencia de transparencia democrática y para ofrecer un campo de discusión abierto más allá de las más o menos simples cuestiones prácticas que atañen a las técnicas de intervención a emplear. En esta introducción queremos hacer una breve memoria de intenciones, recogiendo en parte apuntes

ya presentados al hablar de la metodología de la restauración pero depurándolos algo más en sus implicaciones teóricas.

1.1.1 QUÉ HACER CON LOS MONUMENTOS

El monumental es, como todo patrimonio, una herencia que hemos recibido de nuestros antepasados. Nuestro deber es no dilapidarlo o destruirlo, sino preservarlo y aumentarlo. Y en las posibilidades de crecimiento de nuestro patrimonio se debe centrar el debate sobre para qué restauramos monumentos.

En nuestros trabajos como arquitectos dedicados a la restauración hemos tenido siempre presente que esa explotación sin destrucción del legado monumental no puede pasar por otro uso que el de la conversión de los monumentos en museos de sí mismos y de la historia que encierran, de manera que el disfrute de su belleza y la comprensión de la historia que los ha traído hasta nosotros a través de cinco, siete o quince siglos se comuniquen al mayor número de personas.

Hay que conseguir que el grado de comprensión que pueden alcanzar los estudiosos sea transmitido cuanto antes a la sociedad en su conjunto. Los monumentos son una magnífica vía de conocimiento porque son la más alta representación de lo que hemos dado en llamar “cultura material” de otras épocas pasadas, concepto que engloba desde las cuestiones materiales y económicas de las técnicas de ejecución de los objetos —entendidos como manufacturas— hasta las sobreimpresiones culturales que esos mismos objetos reciben de la sociedad que los produce, sean valores estéticos, religiosos, filosóficos o políticos.

Para conseguir este ideal ilustrado de universalización de la cultura es necesario contar con una serie de herramientas, y los monumentos son una de ellas, muy

importante por su profundo contenido, como hemos dicho, pero también porque son muy atractivos para el público. Son el mejor reclamo para el turismo cultural y funcionan como auténticos iconos de las sociedades que los han producido. Si la torre Eiffel es parisina y no puede ser de ningún otro lugar, no es sólo porque esté allí –argumento inmediato– sino porque sólo en el París de fines del siglo XIX se daban las condiciones para que se erigiera una construcción como esa. Este argumento de segundo orden es el que nos interesa desarrollar explotando la facilidad con que se presenta el argumento inmediato.

Si lo traducimos al caso de la Catedral de Vitoria, el argumento inmediato es que “está allí” y atrae al público, generando turismo cultural y una actividad económica cada día más importante en nuestras sociedades desarrolladas, que viven de la comunicación y el conocimiento. El argumento secundario, el importante, es que sólo podría estar allí porque cada monumento es único y pertenece a una sola historia –no a un solo momento histórico, error éste de las clasificaciones “estilísticas” de la historiografía del arte– sino a una historia particular –quizá valga decir una microhistoria–; y pertenece a un lugar, éste sí, único.

La explotación del primer reclamo permitirá explicar al público la segunda parte; es decir, la atracción por la Catedral del público visitante nos obliga a dar respuesta a la exigencia del conocimiento de lo que en el monumento es exclusivo de él, haciendo que los visitantes lo entiendan como el *unicum* que es.

La elaboración de este Plan Director ha venido a ser, por un lado, el necesario trabajo de conocimiento de un edificio antes de acometer las obras precisas para su conservación. Pero ha sido algo más, como se puede traslucir de toda la documentación presentada hasta aquí. Nos ha de per-

mitir dar ese salto del conocimiento de lo particular e instrumental –la patología de la piedra y su mejor agente consolidante; el problema estructural y sus necesarios refuerzos; las deficiencias de las instalaciones técnicas y su imprescindible sustitución, etc– a lo más importante culturalmente hablando: la explicación del *unicum* y de sus relaciones con la historia y la geografía, con las sociedades que lo produjeron, usaron y mantuvieron en pie hasta nosotros, y con las ideas que les movieron a hacerlo.

Sólo si nosotros mismos, los responsables de esta investigación, somos capaces de dar ese salto cualitativo, podremos conseguir que la recuperación de la Catedral se enmarque en esas ambiciones culturales y satisfaga la necesidad de un mayor y mejor conocimiento, única vía para aumentar el disfrute en la contemplación de los monumentos. Cuantos más aspectos y matices se conocen de los edificios –de todos ellos en general y de cada uno en particular–, más se disfruta con su visita.

1.1.2 PROPUESTA PARA LA CATEDRAL DE VITORIA-GASTEIZ

Como decíamos, dentro de esta filosofía hemos tratado de enmarcar nuestras intervenciones intentando siempre, desde el primer momento, ver y hacer ver en ellas esa posibilidad de “musealización” del monumento, lo que a veces llamamos “puesta en valor” porque efectivamente implica la explotación –la extracción de valor– del patrimonio heredado.

Así quisimos empezar en la Catedral de Vitoria, como se explica en la metodología de partida, y así las propuestas que se han adelantado en los distintos diagnósticos vienen a estar accionadas por el mismo motor.

La exposición pública del propio Plan Director en 1999, acompañada de la primera serie de visitas guiadas a la Catedral,

demostró que esa intención es correcta y concuerda con las exigencias de la sociedad vitoriana respecto a su monumento principal.

En efecto, en la visita se ofrecía la posibilidad de recorrer los entresijos de la iglesia, entresijos no sólo espaciales –el paso de ronda, los camaranchones de las cubiertas, las escaleras de caracol, el triforio inclinado– sino también temporales –la excavación de la girola y las naves con los restos de edificios anteriores, el recorrido de la muralla medieval, la contemplación de las portadas en el pórtico, datado en la época más rica de la Vitoria tardomedieval–. Así, la visita se convirtió en una experiencia ilustrativa que, sin duda, hizo que los vitorianos que a ella acudieron hayan llegado a “saber” más de su Catedral que la mayoría de los ciudadanos de otros sitios, que sólo pueden ver su Catedral desde el suelo y, las más de las veces, sin ninguna explicación concreta sobre el monumento.

El éxito de este ensayo general nos ha venido animando a mejorar nuestra propuesta en lo que se refiere a esta finalidad museística de la restauración. Hemos incorporado la manzana de la Catedral a la propuesta de crear un museo de la ciudad centrado en la relación entre la iglesia y Vitoria. Y queremos incluir también el entorno urbano en un intento de recreación de unos espacios y paisajes urbanos que rememoren el pasado de ambas –ciudad y catedral– mejorando a la vez la calidad de vida del barrio y las posibilidades de disfrute diario de las plazas y calles adyacentes.

El desarrollo de esta propuesta se verá en el curso del tiempo, pudiéndose comprender entonces de qué manera esa voluntad didáctica de la restauración debe impregnar también las propuestas técnicas para las intervenciones concretas, moviéndolas en la misma dirección elegida.

1.1.3 EL ASPECTO ESTRUCTURAL

La consideración de la Catedral de Santa María de Vitoria como un espécimen único tiene una traducción en las propuestas concretas de consolidación estructural que se desprende de valorar positivamente las condiciones propias de la mencionada estructura.

Aunque las herramientas de análisis empleadas son genéricas —el cálculo de esfuerzos, el estudio del equilibrio de las masas, etc—, las conclusiones obtenidas no pueden ser más que específicas. Este argumento evidente debe trasladarse a la propuesta de intervención de modo que la obra que se propone respete en todo lo posible —es decir, hasta donde no se ponga en riesgo la pervivencia del conjunto— la sucesión de fenómenos de índole estructural que se ha dado en la Catedral.

En efecto, una de las singularidades más interesantes de Santa María de Vitoria es la magnitud de sus deformaciones. Pero otra no menos importante es la constatación de que durante varios siglos se estuvo luchando por mantener la iglesia en pie acudiendo a toda clase de recursos constructivos —con mayor o menor fortuna, como se explica en el diagnóstico estructural—, demostrando así que el edificio era un patrimonio muy importante y digno de conservación a pesar del elevado coste de sus reparaciones.

La puesta en valor de esta historia singular exige, por un lado, el respeto a la secuencia histórica que lo muestra. Y por otro, la ejecución de obras que, ayudando a la Catedral a mantenerse levantada, no tergiversen ni su historia ni los mecanismos de comportamiento estructural que ha adoptado en este momento de su vida —casi ochocientos años después de empezar a ser construida—.

Más allá del respeto a las condiciones de su ejecución estructural supuestamen-

te gótica, el argumento viene a exigir el respeto por sus actuales condiciones de comportamiento, que son las que singularizan a la Catedral dentro de la arquitectura que nació bajo aquel signo —aquel estilo gótico—.

Así, las propuestas que siguen tratan de dejar la estructura tal como está, ayudándola sólo a reducir los riesgos de colapso mediante una serie de intervenciones puntuales que vendrán a ser como una fase más entre las ya tan abundantes “luchas contra la ruina” que se han venido dando en la historia del templo.

1.1.4 EL ASPECTO FORMAL

De la misma manera, las obras que en lo que sigue se presentan como de adecuación formal y las que se llaman obras mixtas parten de una similar consideración de *unicum* de la Catedral de Vitoria, a la que la historia dejó sin pináculos y sin remates superiores, sin sistemas de evacuación de aguas y con toda una serie de obras inacabadas —botareles, ventanales, cornisas, etc—.

La actitud que entonces procede adoptar es la de buscar una continuación a esas obras “inacabadas”, a partir de donde se quedaron interrumpidas pero sin volver la vista atrás pretendiendo remedar el trabajo que hubiera hecho un supuesto arquitecto gótico que, tal vez, nunca llegó a pasar por Vitoria. En el detalle de ejecución de esos acabados de la obra se apreciará, por un lado, la continuidad con lo existente, en cuanto a materiales y geometría y en cuanto a funcionalidad constructiva —sistemas de desagüe o circulación de mantenimiento—, y por otro lado, la coetaneidad con el presente, en cuanto a las formas de lo que se añade.

Ese doble compromiso con lo histórico existente y con la actualidad de unas técnicas y unas formas reconocibles como de

nuestra época es otro aspecto importante de la intención ilustrada que mueve el proyecto. Porque el tiempo histórico no admite vuelta atrás no podemos regresar al pasado por la vía de la imitación, y estamos además obligados a continuar la obra que antes nos dejaron inconclusa.

No debe asustarnos ese compromiso, porque asumirlo es la única manera de que, con el paso de los años, nuestro trabajo quede en el sitio histórico que le corresponde. Es decir, es el único método de que en el futuro otros historiadores, otros visitantes, otros herederos del mismo patrimonio, puedan saber que estas obras que proponemos se hicieron a principios del siglo XXI, y no imitando formas o técnicas de otros momentos, en un vano intento por escapar al curso del tiempo, sino conforme a la cultura material propia de nuestro momento.

Y en este camino, el riesgo de caer en un personalismo de las formas y técnicas a emplear es, desde luego, muy grande; pero tampoco podemos sortearlo por la vía de la no intervención, sino que debemos enfrentarnos a él con nuestra mejor intención de respetar al edificio histórico –el patrimonio recibido– y de acrecentarlo con las aportaciones que podamos hacer. Por todo eso creemos tanto en la necesidad del conocimiento previo, para poder ser muy conscientes de lo que cambiamos, quitamos, movemos u ocultamos. Y por eso también creemos en la obligación de aportar algo a los edificios históricos, para no congelarlos como ruinas, condenadas al olvido que padecen los que “desaparecen” de la historia. Y hay que mencionar que un edificio en ruinas no es tan sólo el que se encuentra constructivamente destruido, sino también el que lo está funcionalmente y el que lo está formal y estéticamente. Algunos incluso nacen ya desde un principio arruinados.

1.1.5 EL ASPECTO FUNCIONAL

Y para terminar esta introducción volvemos al punto en que la comenzamos, el de la utilidad real de los monumentos. Nuestra propuesta concreta para la Catedral de Vitoria, que se explica con detalle en el diagnóstico funcional, quiere recuperar la vida en el monumento.

El turismo de masas es hoy un estupendo acicate para la recuperación del patrimonio –noción cada vez más amplia en lo que abarca– y a la vez un posible origen de sobreexplotaciones del mismo. Pero es una corriente de la que no podemos escapar quienes nos dedicamos a la restauración y conservación de los monumentos que forman ese patrimonio. Bien conducida puede llevarnos muy lejos y dar esa nueva vida a la Catedral y su entorno, recuperándola para la sociedad vitoriana hasta que forme parte de sus intereses y actividades cotidianos, más allá de la puntual visita a una u otra exposición.

El museo de la Catedral de Vitoria deberá ser el foco aglutinante de esa reactivación del monumento. Y marcará la diferencia con otros edificios similares si consigue hacer entender que el objeto de sus cuidados –la Catedral– es a la vez contenido y contenedor del museo, es un museo de sí mismo en el que se han de explicar tanto sus particularidades, según ya hemos dicho, como aquello que lo relaciona con el ancho mundo y con la larga historia de los hombres y sus realizaciones.

1.1.6 LAS PROPUESTAS DE INTERVENCIÓN

Contando con esos criterios e intenciones, hemos de concretar de alguna manera las obras que estimamos necesarias a tal fin. Para ello hemos dividido el conjunto de las actuaciones en una serie de apartados cuyos significados explicamos al inicio de cada párrafo. Los apartados son los siguientes:

- 1.- Obras de consolidación estructural.
- 2.- Obras mixtas de refuerzo estructural y acabado formal y arquitectónico.
- 3.- Obras de restauración de materiales.
- 4.- Obras de adecuación formal.
- 5.- Obras de puesta en valor.
- 6.- Obras en el entorno y la manzana.

Sin embargo, esta ordenación pretende ser sólo una forma de facilitar la comprensión de la propuesta y la localización de determinadas obras en los planos de proyecto. Porque creemos que en realidad no deben existir obras de consolidación estructural o de adecuación formal, sino que ambos objetivos han de dar como resultado una sola obra que sea a la vez e inseparablemente las dos cosas. En la concreción de las propuestas, durante la futura redacción de los proyectos de ejecución de obras, se deberá detallar la arquitectura necesaria para dar cumplimiento a ambos objetivos. Y si en la clasificación efectuada aquí ya aparece un epígrafe que llamamos “obras mixtas”, en la ejecución real todas ellas habrán de pertenecer a este grupo.

Éste es un criterio que en el apartado de metodología hemos llamado de “transversalidad” de las obras y que es el fundamental para conseguir una buena obra de arquitectura. La integración de las obras con distintos objetivos no consiste en su agrupamiento en un documento contractual que incluye multitud de partidas de ejecución mejor o peor descritas y valoradas pero elaboradas por especialistas distintos cuyos intereses no confluyen.

La única manera de hacer que las obras tengan un buen resultado es hacer converger esas “especialidades” antes de empezar la construcción, durante la redacción del proyecto. Es la forma de garantizar varias cosas importantes: en primer lugar, que una obra de consolidación estructural no sea perjudicial para la conservación de

1 Propuestas de actuación

1.1 Introducción

1.1.7 Descripción de las obras propuestas

1.2 Obras de consolidación estructural

los materiales –como los vertidos de lechadas de cementos–, o que una intervención de restauración de materiales no destruya datos históricos fundamentales –como el rejuntado indiscriminado de paramentos de distintas épocas y cualidades constructivas–; en segundo lugar, que se mejora el aprovechamiento de la inversión económica a efectuar si se consigue que una misma obra satisfaga varios objetivos; y en tercer lugar, lo más importante desde nuestro punto de vista es la calidad arquitectónica que se obtiene, pues una gran obra de arquitectura es aquella en que las concepciones formales, estructurales, funcionales, etc, se integran de tal modo que no puede decirse que cierta parte es sólo para cierto fin, sino que todas ellas se pueden leer desde los distintos ángulos.

Esta complejidad de contenidos es la que apreciamos en los edificios históricos. Para estudiarlos tendemos a desmenuzarlos en sus distintas facetas –como hemos hecho en este Plan Director–, pero no debemos olvidar que, en su esencia, las formas arquitectónicas albergan todos los significados. Las arquivoltas de las portadas son elementos formales decorativos de primer orden, pero también son arcos con un cometido estructural muy importante en el equilibrio global de la estructura, además de albergar un programa iconográfico que representa lo que la sociedad vitoriana del siglo XIV pensaba del mundo y de sí misma.

Nuestra propuesta de restauración pretende conseguir el mismo grado de imbricación de los contenidos y significados, de las técnicas constructivas con las formas culturales, de los refuerzos de la estructura con la evacuación de las aguas, de la adecuación para la visita de la girola con la conservación de sus materiales, y así sucesivamente.

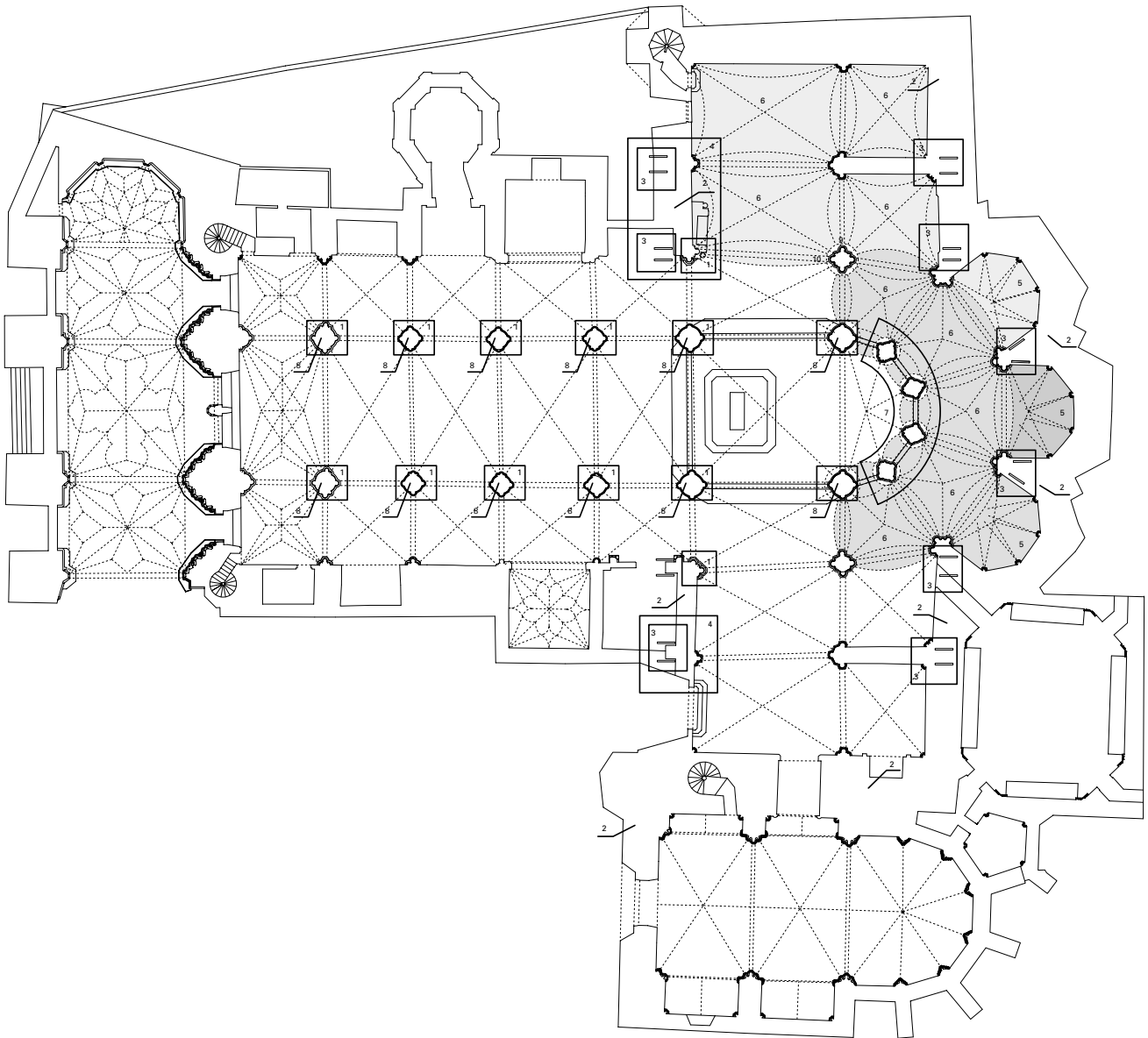
1.1.7 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS PROPUESTAS

A partir de esa aclaración previa, hacemos ahora una revisión de las intervenciones concretas que pensamos acometer en la Catedral, algunas de ellas todavía con dudas sobre su necesidad o viabilidad, así como sobre su integración con otras propuestas siguiendo el criterio “transversal” establecido.

En los planos adjuntos se refieren y localizan estas obras, particularizadas en los puntos en que deben acometerse. Lo que en este texto es una memoria general se concreta en los dibujos muy esquemáticamente, con símbolos, números y sombras, para que se pueda entender el alcance cuantitativo de la intervención. Las obras que tienen un carácter extensivo son sólo enunciadas en esta memoria, entendiéndose que no figuran en los planos porque se localizan a lo largo y ancho del edificio.

1.2 OBRAS DE CONSOLIDACIÓN ESTRUCTURAL

Llamaremos así a aquellas cuyo objetivo es mejorar la estructura, incidiendo en las variables de composición, resistencia, geometría y equilibrio de las fábricas, o que consistan en la introducción de prótesis locales no homogéneas con las fábricas. El primer grupo de refuerzos, los de las fábricas, deben ser totalmente compatibles en materiales y técnicas con lo existente, por lo que se acometerán con carácter general, extensivo. El segundo grupo es de aplicación local y preferiblemente mediante prótesis activas y visibles, de manera que se pueda controlar tanto su envejecimiento como su efectividad estructural. Los apeos provisionales de la obra de emergencia son un ejemplo de este tipo de obra, si bien deberán tener un diseño más adecuado en cuanto a su actividad, su presencia y su localización.



Planta baja
Obras de consolidación estructural

- 1.- Vertido de lechadas en pilares
- 2.- Vertido de lechadas en muros
- 3.- Refuerzo de base de apoyo de estructuras superiores
- 4.- Demolición de contrafuertes del transepto
- 5.- Bóvedas cantería agallonadas sobre excavación de ábsides
- 6.- Bóvedas cantería regladas sobre excavación de girola y transepto
- 7.- Recalce y zunchado de pilares del presbiterio
- 8.- Recalce pilares: micropilotaje de atado a la roca

1.2.1 COMPOSICIÓN DE LAS FÁBRICAS

Hay que mejorar la fábrica de los muros, especialmente de los que se encuentran degradados en su interior. Para ello, se deben hacer dos tipos de intervenciones con carácter extensivo:

- Relleno con morteros fluidos de cal y aditivos que activen el fraguado, y áridos calizos pulverizados. Asimismo hay que estudiar la mejor composición posible de esos morteros para que lleguen a penetrar bien, fragüen y adquieran resistencia, sin aportar graves humedades y sales a las piedras. Hay por lo menos tres maneras tradicionales de conseguir un buen fraguado de la cal: con puzzolanas, con cerámica machacada o pulverizada, y con cementos blancos modernos. En cuanto a las granulometrías y fluidez de los morteros, creemos que habrá que realizar pruebas en el edificio, rellenando zonas y pinchando posteriormente en ellas para observar el resultado.
- Atado de las dos hojas de los muros mediante llaves de piedra que mantienen la homogeneidad del material y “perfeccionan” la técnica constructiva original, sin imponer nuevos materiales cuyo futuro es más que dudoso.
- Eventualmente, donde sea necesario asegurar una transmisión de tracciones, porque con las obras de “geometría” y “equilibrio” no se pueden corregir los esquemas de cargas, podremos acudir a esos cosidos o atirantados metálicos o con materiales modernos. La situación de estas zonas debe ser objeto de un proyecto detallado.

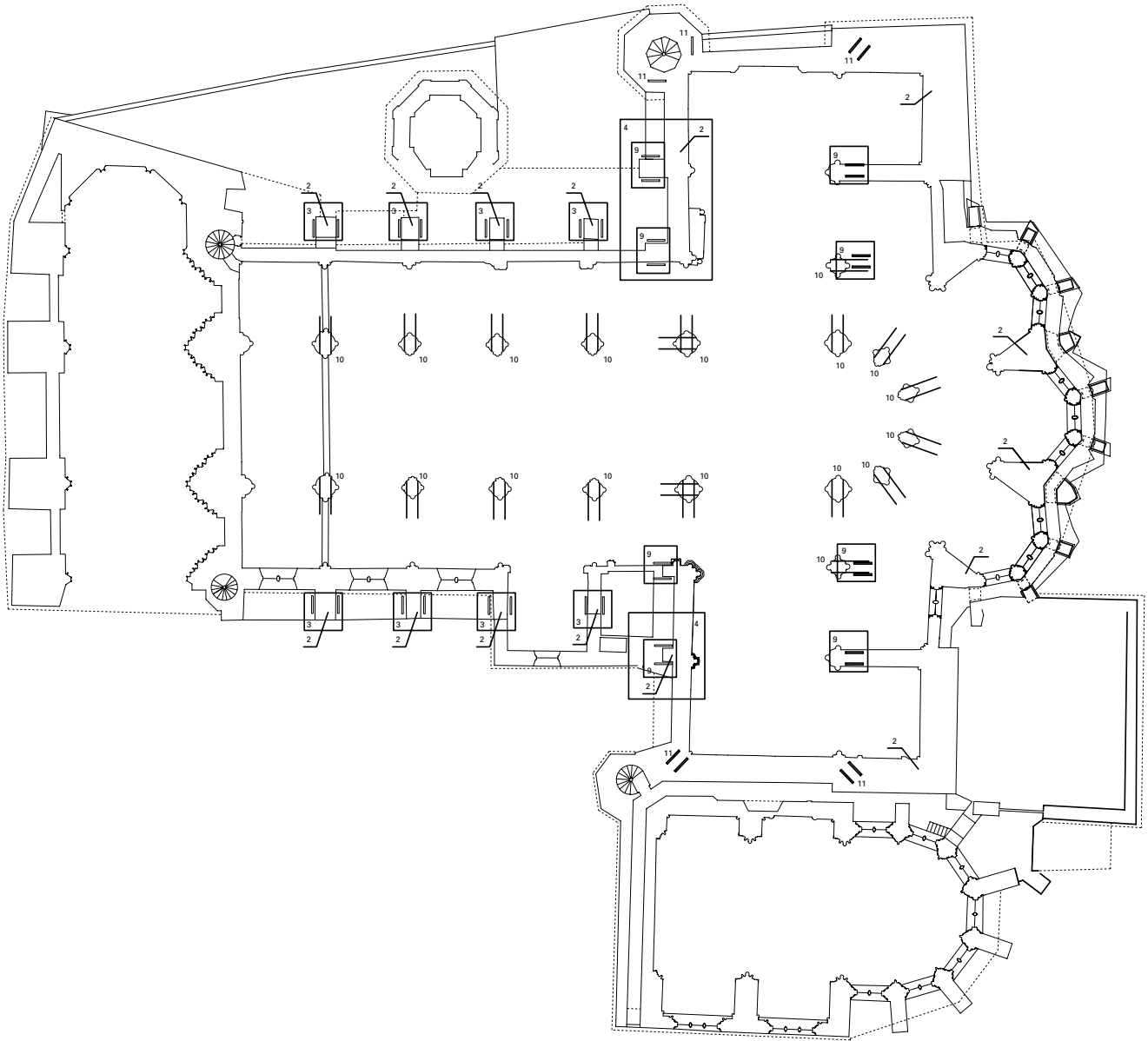
1.2.2 RESISTENCIA DE LAS FÁBRICAS

Para mejorar la “resistencia” de los muros y bóvedas habrá que implantar prótesis de piedra en los lugares donde los asientos por fluencia del material han sido muy grandes. De la siguiente manera:

- Apeo local de las zonas “descomprimidas” mediante gatos, para extraer el material que suponemos no trabaja y sustituirlo por otro de mayores dimensiones que pueda entrar en carga al retirar los gatos. Es una obra compleja y difícil de asegurar su efectividad, por lo que su ejecución se someterá a una serie de ensayos previos que nos permitan evaluar su viabilidad antes de acometerla extensivamente en la Catedral.
- Introducción de prótesis activas que pre-compriman zonas que podrían verse sometidas a tracción en algunas partes muy localizadas.
- Eventualmente se podrían llegar a sustituir materiales de baja calidad por otros de una mayor resistencia, especialmente en las zonas donde la humectación constante por filtraciones y la degradación por sales o heladicidad han reducido la capacidad portante de secciones completas de los muros —a la altura del paso de ronda en el hastial norte y en el lado occidental del transepto norte—.
- En los huecos abiertos con mala calidad de ejecución habrá que colocar marcos rígidos que aseguren transmisión de esfuerzos, tanto de compresión como de tracción, en todas las direcciones, con materiales que presenten acuerdo elástico apropiado con los tradicionales, básicamente piedra dotada de encajes y engatillados que la preparen para trabajar a cortadura y tracción.

1.2.3 GEOMETRÍA DE LAS FÁBRICAS

La idea de estas obras es mejorar la traza de algunos elementos constructivos de manera que se refuerce su capacidad resistente, se mejore la dirección de sus empujes o se aligere su peso. Son por tanto obras de carácter local, no generalizables a toda la construcción, como las anteriores.



Planta paso de ronda
Obras de consolidación estructural

- 2.- Vertido de lechadas en muros
- 3.- Refuerzo de base de apoyo de estructuras superiores
- 4.- Demolición de contrafuertes del transepto
- 9.- Consolidación y refuerzo de estribos del transepto
- 10.- Refuerzo de trasdós de arcos bajo contrafuertes
- 11.- Anclaje refuerzo contrafuertes esquina

1 Propuestas de actuación

1.2 Obras de consolidación estructural

1.2.3 Geometría de las fábricas

1.2.4 Equilibrio de fuerzas

1.2.5 Introducción de prótesis

- Eliminación de los contrafuertes de Saracibar, sustituyendo su efecto de contrarresto por otros sistemas no masivos de refuerzo. Con esta obra se evita el fenómeno de fluencia y se mejora el aspecto de la Catedral. El problema está en que eliminaríamos la memoria de un momento de obra importante, con su valor documental correspondiente, por lo que dudamos de su ejecución definitiva.
- Reparación de arcos de los brazos norte y sur del transepto, para recuperar su curvatura y permitir que trabajen a compresión correctamente. Habrá que hacerlo sin desmontar las bóvedas para moverlas, mediante gatos y andamios y cimbras especiales.
- Reparación de bóvedas consistente en una recuperación de la curvatura acorde con los arcos en que descansan, unida a una reparación constructiva, quizá con la introducción de cuñas que pongan nuevamente en compresión las partes que se has descomprimido.
- Refuerzo lateral de los pilares de la iglesia mediante arcos codales que unan sus cimientos en una retícula completa de arriostramiento.

1.2.4 EQUILIBRIO DE FUERZAS

Se trata de obras que han de cambiar las direcciones de los esfuerzos o la manera en que algunos miembros descargan en otros.

- Mejora del nudo de apoyo de los contrafuertes sobre los arcos de las naves laterales, de manera que se centren las cargas sobre los pilares. Quizá con la inclusión de perpiaños de piedra que puedan trabajar en ménsula desde la parte interior del muro, en su cara menos deformada.
- Complementaria de la anterior será una semirrigidización del triforio en este punto de paso de los contrafuertes, mediante algún sistema de acartelamiento e introducción de

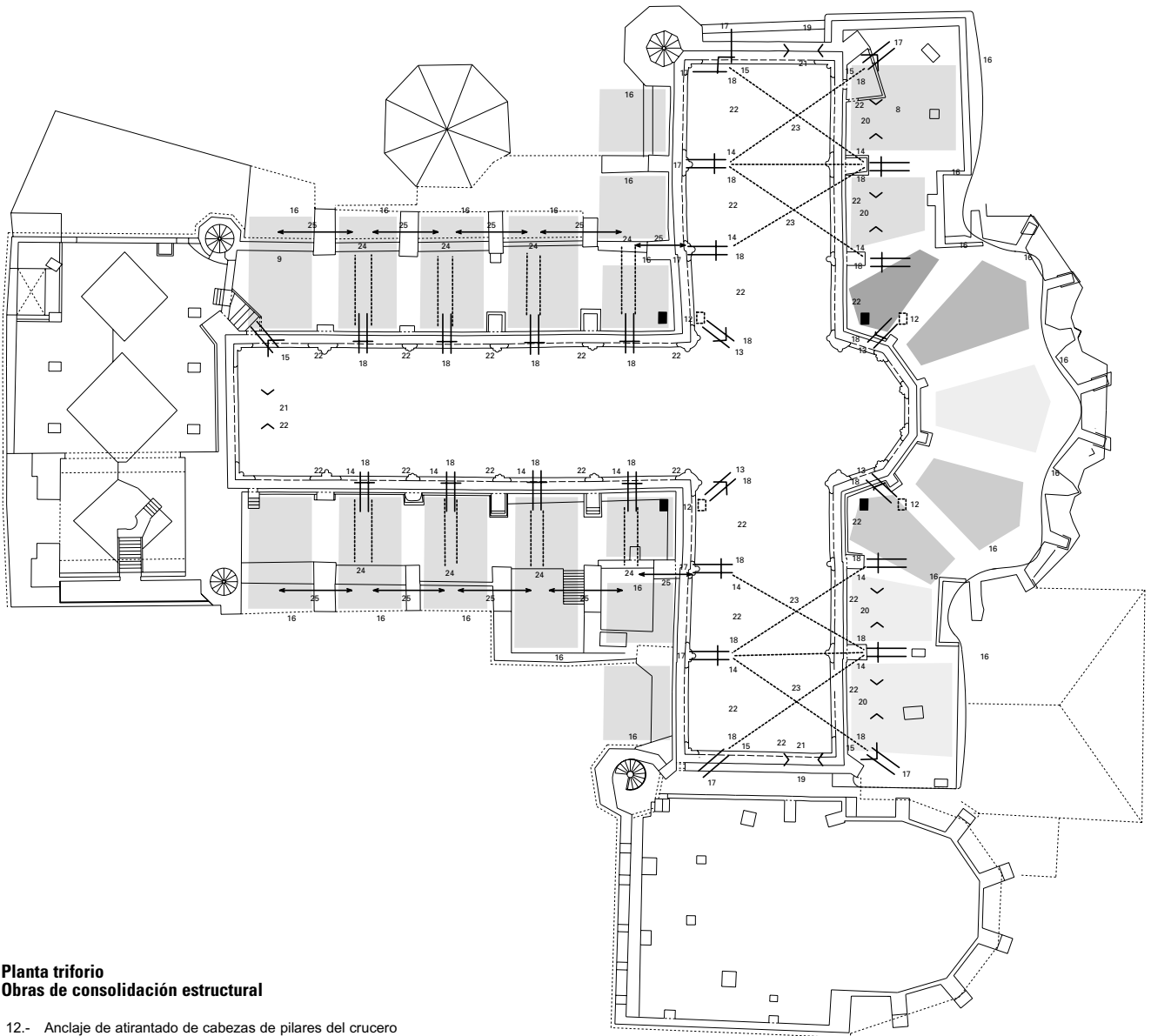
ménsulas que permitan mejorar el comportamiento de los nudos de las pilastras con el suelo y el techo, que actualmente son casi articulaciones con una tendencia de carácter inestable.

- Mejora del encastre de las bóvedas en los muros de manera que se asegure el reparto de los empujes en toda la sección del muro, y no sólo en su hoja interior. Probablemente con prótesis de piedra empotradas como en el apoyo del contrafuerte. De cierta manera, se trata de "mejorar" el sistema gótico de forma que todas las piezas del *tas de charge* se comporten como si fueran una gran ménsula o cartela bien apoyada que centre los empujes, tanto bajo las bóvedas altas como en las inferiores.
- Mejora de la traza y posición de los arbotantes mediante su refuerzo trasdosado. Obra alternativa a la introducción de refuerzos activos en ellos y en los contrafuertes. Hay varias alternativas, que dibujamos a la espera de decidir cuál es la más adecuada: prótesis externas o internas, remontado de los arbotantes, duplicación, sustitución de su efecto mediante las cubiertas laterales.

1.2.5 INTRODUCCIÓN DE PRÓTESIS

Se trata de incluir elementos que, aún siendo claramente espúreos respecto a la construcción original y cuyo uso por tanto debe limitarse sobremanera, en algunos puntos son necesarias para proveer unas resistencias, fundamentalmente a tracción, que las fábricas ya no pueden soportar.

- Atirantado o acartelado de los pilares del crucero para recuperar el efecto que hacía el arco del miedo en el primer tramo. Aunque los datos de los fisurómetros no sean claros, la existencia de las fisuras denuncia una evolución.
- Sustitución del efecto de rigidez que dan los contrafuertes de Saracibar, mediante



Planta triforio
Obras de consolidación estructural

- 12.- Anclaje de atirantado de cabezas de pilares del crucero
- 13.- Atirantado de cabezas de pilares del crucero
- 14.- Rigidización del paso del triforio en el contrafuerte
- 15.- Rigidización del paso del triforio en el contrafuerte
- 16.- Estructuras estereas de cubiertas laterales como apuntalamiento de los muros laterales
- 17.- Refuerzo y arriostramiento de los contrafuertes del transepto
- 18.- Atado de contrafuertes y salmeres de bóvedas altas
- 19.- Atirantado superior refuerzos contrafuertes de esquina
- 20.- Reparación de ventanales en cantería
- 21.- Reparación de rosetones en cantería
- 22.- Atado con perpiños de piedra para refuerzo de muro superior
- 23.- Reparación y recolocación de arcos perpiños y ojivos y arreglo de elementos
- 24.- Refuerzo de arbotantes
- 25.- Atado lateral entre botareles

algún tipo de “cartelas” empotradas en el suelo, que recojan los empujes en los dos brazos del transepto. Deberán hacerse similares refuerzos a este y oeste, para devolver simetría a las rigideces de la estructura y conseguir deformaciones equivalentes. Esto exige que la rigidez del refuerzo sea mayor de la que ahora proveen, en el lado este, las capillas orientales; y mayor también que la que se introducirá con carácter general con las estructuras de la cubierta inferior.

- Algo similar será imprescindible en las esquinas noreste y sudeste del transepto, aunque su funcionamiento es distinto porque no hay una simetría que establecer sino unos movimientos de apertura que hay que contener.
- Atado lateral de los botareles entre sí –se podrá hacer mediante la cubierta lateral– para evitar que los empujes de los arbotantes provoquen, como ya han hecho, una mayor inestabilidad lateral de estos miembros, con la consiguiente inclinación y torsión.

1.3 OBRAS MIXTAS DE REFUERZO ESTRUCTURAL Y ACABADO FORMAL Y ARQUITECTÓNICO

Llamaremos así a aquéllas que repercuten en el equilibrio y mejora de las fábricas a partir de solucionar otros problemas de índole arquitectónica y formal. Son las obras que llamamos “transversales” en nuestro capítulo de metodología, aquéllas que se apoyan en los motivos arquitectónicos y constructivos propios de cada edificio y, sin mimetizarlos, los reinterpretan con formas, técnicas y materiales constructivos modernos.

- Bóvedas de la excavación de la girola y el transepto. El contrarresto de los pilares con los muros exteriores debe crear un espacio interesante para la exposición y además resolver la inmovilización de los pilares. La

bóveda, de piedra, tendría una traza y despieces modernos, sobre geometrías no góticas: paraboloides hiperbólicos y juntas engatilladas serían dos maneras de evitar el “falso histórico” sin dejar de hacer una interpretación del gótico, ya que las superficies de los plementos de bóvedas de crucería –y más aún los de tracería tardíos– son casi superficies regladas apoyadas sobre dos trazas formadas por los arcos perpiaños y ojivos, que tienen distintos peraltes y curvaturas.

- Estructura de la cubierta superior, con atirantado de las cabezas de los muros, asegurando su acción hasta el arranque de los arcos, pero evitando en todo caso la ejecución de zunchados rígidos sobre las partes altas de las fábricas.
- Estructura de cubierta de las naves laterales y la girola, subiendo su altura de apoyo en el muro de manera que sobrepasen el triforio y actúen sobre la masa del muro, apuntalándolo. Tanto esta estructura como la anterior deben ser “activas”, o sea, permitir tensionar las fábricas, corrigiendo la dirección de las acciones de los empujes. Ambas obras vendrían a evitar –o al menos limitar– cualquier intervención sobre los arbotantes.
- Introducción de arbotantes, en el presbiterio y quizá en el transepto, a ambos lados, este y oeste. Intervención dudosa desde el punto de vista de la teoría de la Restauración. Habría que proyectarlos con mucho cuidado para evitar el “falso histórico”. Desde el punto de vista estructural y arquitectónico se podrían conseguir buenas excusas para evitar la mimesis ahistórica, como en la obra anterior. Hay que considerar también el problema de la simetría de rigideces en el transepto, teniendo en cuenta que en el lado oeste es más difícil encajar unos arbotantes de fábrica.
- Introducción de pináculos sobre los botareles, en las naves y en la girola. Nuevamente tenemos un problema de lectura

histórica delante, pero debería solucionarse con el diseño arquitectónico. En todo caso, la inclusión de esta obra entre las estructurales es dudosa, porque el efecto real que ahora pueden hacer esos pináculos podría ser incluso perjudicial, al sobrecargar los estribos provocando un aumento de su asentamiento plástico —el problema de la fluencia se presenta otra vez— y por tanto un descenso del apoyo del arbotante y todo lo que éste arrastraría. En los edificios góticos clásicos parece que la actual interpretación del cometido de los pináculos es más bien que sirven para evitar el corrimiento de los encastres de los arbotantes al aumentar el rozamiento de las piedras con su sobrecarga, que la función tradicionalmente considerada de centrar los empujes en el núcleo del botarel. Se trata, en ese caso, más de un problema de estabilidad local que del equilibrio global de la estructura.

- Diseño de nuevos óculos y ventanas en el transepto, en sustitución de las de Lorente. Ya hemos explicado las condiciones estructurales de estos huecos, pero reaparecen aquí porque tienen, evidentemente, consecuencias en el aspecto formal y documental del edificio.

1.4 OBRAS DE RESTAURACIÓN DE MATERIALES

Aunque estas obras tienen una incidencia en el comportamiento estructural del edificio puesto que inciden en su conservación material, las apartamos para recalcar el hecho de que son más bien problemas de la “superficie” de los materiales y las fábricas que de su constitución constructiva y resistente. Tienen, además, mucho que ver con el aspecto que habrá de tener la piel de la Catedral.

Este edificio tiene dos caras: la exterior, casi no tocada en restauraciones anteriores pero ensuciada por las agresiones

ambientales, es una piel sobrevenjecida que necesita un “lavado de cara”. La interior, maquillada en esas obras, presenta un aspecto mortecino y debe ser limpiada para conferirle un aspecto más “verdadero”, aunque se le vean las huellas del tiempo y tengan “mal aspecto” en algunas partes.

- Limpieza de sales, costra negra, musgos y algunos líquenes, con medios adecuados: papetas, limpieza mecánica a mano, disolventes químicos no agresivos —alcohol y amoníaco—, etc, según las prescripciones de los restauradores y petrólogos.

- Eliminación de encalados recientes, de rejuntados falsos y de enfoscados simulando sillerías inexistentes, para quitarle a la Catedral el aspecto de decorado teatral que tiene ahora. La obra debe incluir la documentación fotogramétrica de lo que se descubre al eliminar esos revestimientos, bien sólo fotografiándolo, bien restituyéndolo en caso de ser interesante hacerlo.

- Apertura de juntas de la fábrica en el interior, eliminando los morteros de cemento. Será una obra de aplicación extensiva en prácticamente todos los paramentos interiores.

- La misma obra en las caras exteriores de los muros. Ésta no será, en cambio, obra integral sino localizada puntualmente según proyectos e investigaciones específicos.

- Rejuntado en profundidad con morteros de cal y árido fino, similares en composición a los de los rellenos interiores, pero menos fluidos. Es una obra que acompaña, en eficacia y por tanto en distribución, a las dos anteriores.

- Consolidación superficial de las piedras lumaquela de ajarte y caliza margosa local, o enfundado con prótesis en las zonas de gran degradación.

- Hay que pensar en la posibilidad de “patinar” la Catedral con veladuras de cal tintadas. En las partes altas de los muros y en

los arcos se ve que estuvo teñida de rojo, aunque ignoramos la fecha de la policromía hasta que hagamos un estudio de estratigrafía y composición química de esas pátinas y las pongamos en relación con la estratigrafía del conjunto de la Catedral. En todo caso, la justificación de un posible coloreado de la Catedral tiene otras implicaciones, más allá de la datación de esos restos: reinterpretación del problema del color en la arquitectura gótica; actualmente pesa casi una “proscripción” de este tipo de obras en el mundo de la restauración, lo cual no es razonable desde el momento en que los revestimientos son sacrificables y su sola ejecución, aun en color “neutro”, ya implica una decisión sobre el aspecto puramente visual de la Catedral.

- Restauración de los revestimientos “originales” de las bóvedas del pórtico y de la capilla de Santiago. En las bóvedas de las naves superiores quizá se encuentre algún resto de revestimiento bajo el enfoscado reciente, por lo que habría que investigarlo ahora desde el andamio del lado sur.

- Reparación de las bóvedas: limpieza de los paramentos interior y exterior, rejuntado en profundidad por intradós y trasdós, encapotado exterior con tortas de cal y revestimiento interior con estucados de color. En todo caso, ha de incluir también la documentación fotogramétrica de lo que se descubre.

- Restauración de las portadas del pórtico, la de Santa Ana, la de la capilla de Santiago, y de los elementos decorativos arquitectónicos: capiteles, tímpanos, sepulcros, arcosolios, etc.

- Limpieza y reparación o sustitución completa de elementos menores, tales como carpinterías, vitrales, campanas, órgano, sillería del coro, altares, etc.

- Tratamientos contra ataques xilófagos y pudrición de las maderas que se han de conservar: estructuras principales de las

naves altas, capilla de Santiago, Sacristía y forjados y chapitel de la Torre.

- Control y seguimiento de la obra, con ensayos pertinentes tanto sobre los tratamientos dados como sobre los materiales, los existentes y los de nueva inclusión.
- Especial atención merece este apartado de la selección de los materiales nuevos, para los usos constructivos diversos:

- Piedras:

Reposición y continuidad en fábricas de sillería.

Remates de botareles, contrafuertes y arbotantes.

Reposición en fábricas de mampostería.

Ejecución de nuevos elementos de canteoría, como bóvedas, arcos, ventanales, etc.

- Morteros:

Mortero para ejecutar fábricas de mampostería y sillería.

Morteros para los vertidos en interior de los muros.

Morteros para rejuntado de las fábricas existentes.

- Maderas:

Sustitución de elementos desechados en estructuras a conservar.

Prótesis en elementos conservados, para reparar zonas perdida por la pudrición.

Madera en entablados de cubierta.

Madera en estructuras de cubierta mixtas con aluminio, y en elementos de segundo orden –correas, pares, etc–.

- Metales:

Sustitución de hierros oxidados por metales nobles más estables, como el bronce o el aluminio.

Acero inoxidable para cosidos estructurales y microcosidos de consolidación local.

- Otros materiales:

Resinas epoxídicas, piedras artificiales, fibras de vidrio en barras, mallas de refuerzo.

- Restauración de Bienes Muebles contenidos en el edificio, según la valoración que se incluye en el capítulo de estudio de

estos elementos, con sus fichas correspondientes.

- Consolidación de estructuras de madera a conservar: sustitución de elementos, introducción de prótesis, atirantados estructurales, mejora de los muros de apoyo y de los ensambles, etc. En la capilla de Santiago, Sacristía y forjados y chapitel de la torre. Eventualmente se deberán reforzar mediante apeos, puntales, jabalcones o triangulación de planos de forjados.

1.5 OBRAS DE ADECUACIÓN FORMAL

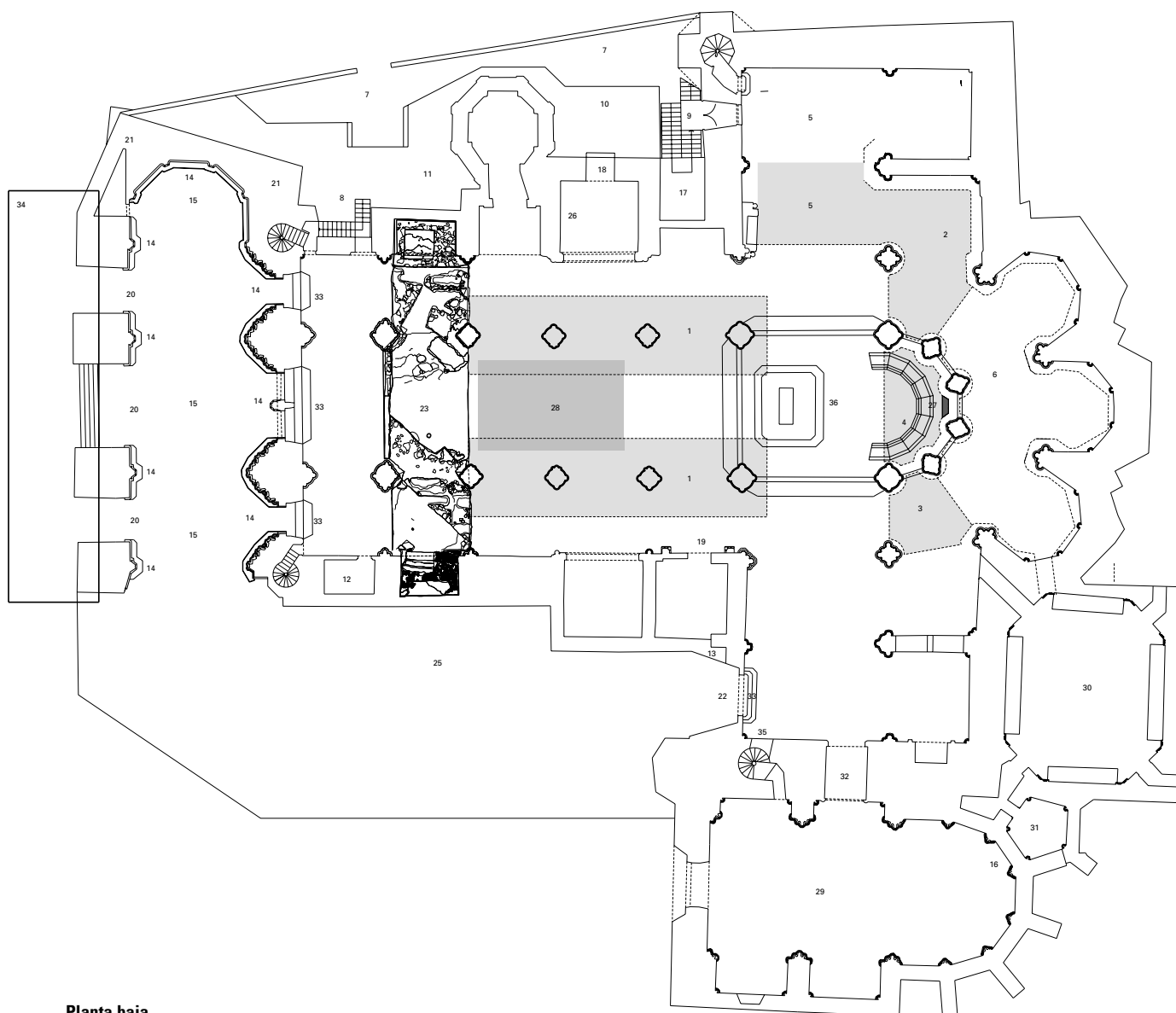
Algunas ya han quedado dichas, porque se mezclan con las estructurales o de restauración. Sin embargo, hay otros puntos de vista que las explican.

- Sustitución de las cubiertas, manteniendo sólo las estructuras de madera principales de las naves superiores, de la capilla de Santiago y de la Sacristía. Se eliminan todas las demás: naves superiores, girola y naves laterales, capillas inferiores y pórtico, por ser, en general de pobre calidad constructiva e ineficientes para la consolidación estructural propuesta.

- Nueva estructura portante en combinación de madera y aluminio fundido, en cerchas –para las naves altas– y estructuras geodésicas –para naves laterales y girola–.

- Nuevo material de cobertura a base de una placa cerámica de gran tamaño, prensada, de gres, con juntas engatilladas y flexibles que admita dilataciones y contracciones sin pérdida de estanqueidad.

- Ejecución de las cornisas en combinación con unos sistemas de desagüe para las cubiertas, por medio de piezas especiales que conformen un remate para la iglesia. Ésta ve cómo se degrada su técnica constructiva a medida que se asciende en altura y se avanza en el tiempo histórico. Necesita un remate de buena calidad constructiva que haga pensar que el templo vuelve a ser importante para la ciudad.



Planta baja
Obras de adecuación y puesta en valor

- | | | |
|---|--|---|
| 1.- Excavación arqueológica cimientos pilares | 11.- Patio de exposición | 24.- Zona de exposición temporal de las obras |
| 2.- Excavación arqueológica brazo norte transepto | 12.- Recuperación de capilla | 25.- Zona de servicio de las obras |
| 3.- Excavación arqueológica tramo sur de girola | 13.- Recuperación entrada capilla de los reyes | 26.- Ubicación escultura de alabastro |
| 4.- Excavación arqueológica presbiterio | 14.- Restauración de portadas y esculturas del pórtico | 27.- Nuevo retablo |
| 5.- Adecuación para visita de excavación transepto | 15.- Restauración inscripción y pinturas murales bóvedas | 28.- Coro de sillería |
| 6.- Adecuación para visita de excavación girola | 16.- Reapertura paso Santiago a reconciliatorio | 29.- Restauración pinturas murales bóvedas Santiago |
| 7.- Zona de exposición temporal de las obras | 17.- Vaciado contrafuerte de saracibar | 30.- Restauración y visita de sacristía |
| 8.- Acceso desde sala de exposición a iglesia | 18.- Ventanal iluminación capilla de la concepción | 31.- Restauración y visita capilla reconciliatorio |
| 9.- Comunicación exterior de excavación con iglesia y paso de ronda | 19.- Apertura capilla los Reyes (infantes de coro) | 32.- Apertura paso entre Santiago y Catedral |
| 10.- Patio de obras | 20.- Apertura entradas pórtico oeste y escalinata | 33.- Nuevos cortavientos y puertas madera y bronce |
| | 21.- Investigación arqueológica puerta muralla | 34.- Escalinata y verja exterior de pórtico |
| | 22.- Restauración portada de Santa Ana | 35.- Acceso escalera paso de ronda |
| | 23.- Cubrición y señalamiento restos excavados | 36.- Nuevo altar, ambón y adminículos liturgia |

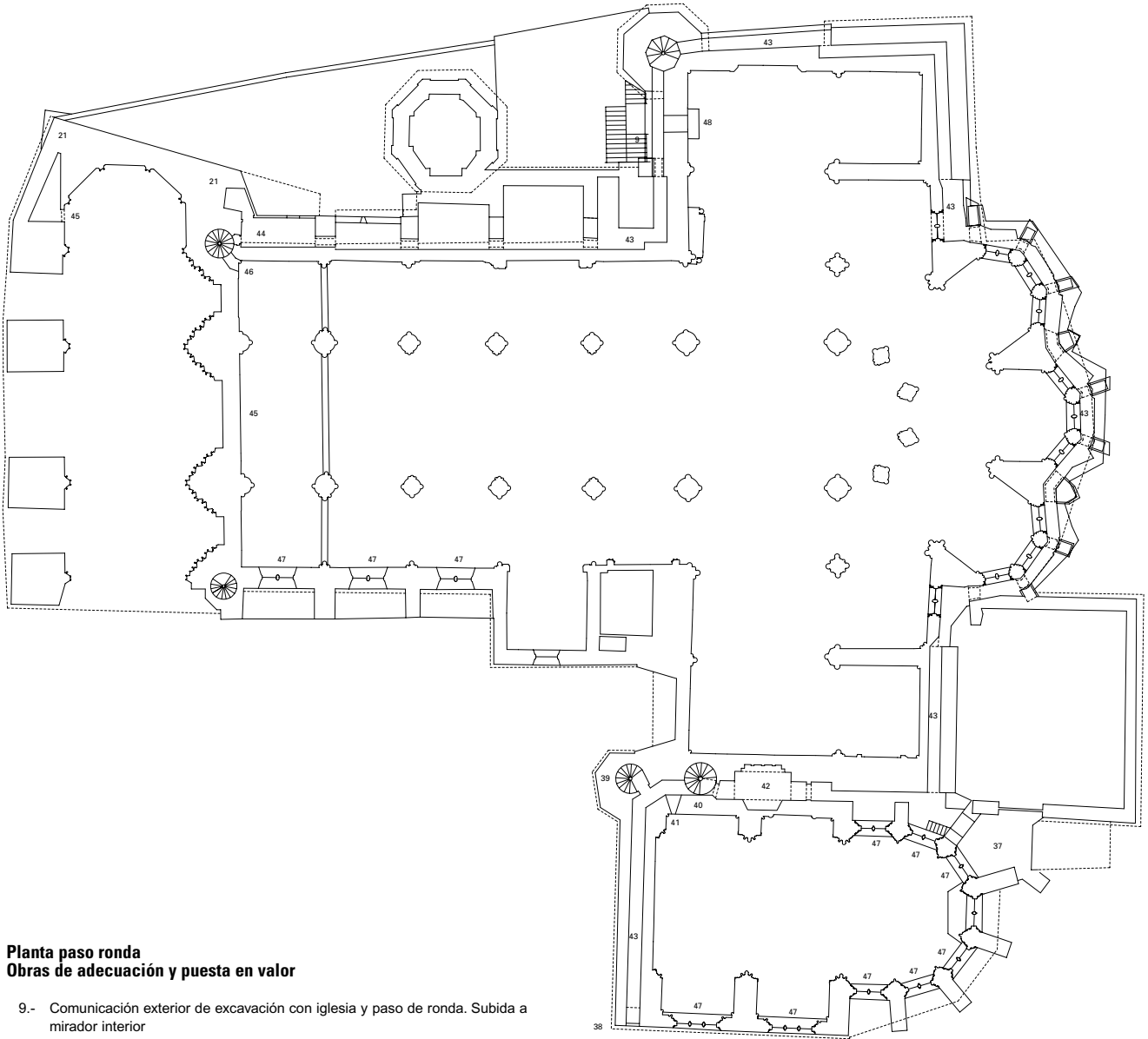
- Cambio del solado. El actual es malo tanto visualmente –demasiado blanco– como constructivamente –demasiado impermeable– como acústicamente –si se piensa en la utilización de la Catedral como sala de conciertos–. El nuevo solado podría ser de madera o de otro material más elástico y permeable que la piedra, y levantado probablemente sobre una cámara de aire, y sólidamente construido.
- Pináculos y sistemas de remate de botareles y contrafuertes en las naves laterales y en la girola. A base de piezas semiesculturales que den esa misma idea de “acabado” a la Catedral.
- Ventanales y vitrales nuevos, a diseñar por artista elegido para la ocasión, y a ejecutar por artesano vidriero, con vidrio soplado tradicional, de colores, con marcos emplomados y con protecciones al exterior frente a actos vandálicos.
- Nuevas carpinterías, en materiales nobles: fundición de hierro, bronce o aluminio, maderas de buena calidad, etc.
- Iluminación tanto de carácter general del templo como de la exposición y visita turística del “paseo arquitectónico”.
- Instalaciones de protección y seguridad de la Catedral y sus visitantes frente a incendios, robos y actos vandálicos.
- Excavación arqueológica de zonas propuestas en plano correspondiente: girola, brazo norte del transepto, presbiterio y arranque de los pilares de las naves de pies.
- Control, seguimiento arqueológico y documental de las obras de la Catedral de Santa María, durante el tiempo que duren las obras en ella.
- Servicio de documentación de la Catedral Vieja, donde se recoja de manera ordenada toda la información de interés tanto sobre la historia del conjunto catedralicio como sobre las obras de restauración que se hagan.

1.6 OBRAS DE PUESTA EN VALOR

Se trata, obviamente, de recuperar la Catedral para los vitorianos. Es más que dudoso que el edificio llegue a tener la consideración como catedral que tienen los grandes templos españoles, desde Burgos o León hasta Sevilla, Toledo o Palma de Mallorca. Ciertamente, el templo no tiene las riquezas arquitectónica y patrimonial de ninguno de esos edificios. Pero tiene otras posibilidades que podemos explotar para hacerla interesante a los visitantes.

Así que tenemos que hacer que el interés en visitar este edificio sea especial y distinto de los demás:

- Visita a las excavaciones arqueológicas: aunque poco espectacular desde el punto de vista de las estructuras encontradas, nuestra excavación es poderosa en potencia tanto por su profundidad como por el tipo de muros encontrados. Pero sobre todo demuestra una originalidad de la catedral de Vitoria: el ser un edificio religioso-militar-urbanístico. Existe una muralla del siglo XIII que no es sólo defensiva sino que dirige un replanteo –una auténtica refundación– de la ciudad y su trama construida. Es algo así como el primer momento de la ciudad planificada urbanísticamente que aún hoy sigue siendo Vitoria.
- A continuación tenemos una Catedral bellamente deformada. Debemos explotar también las posibilidades didácticas de este aspecto: permitir la visita por el triforio y el paso de ronda, hacer patentes los problemas estructurales y explicarlos a los visitantes, que deben salir con una idea un poco más clara de cómo funciona la arquitectura abovedada.
- El paseo arquitectónico por la Catedral: en ningún sitio se permite al público común subir al triforio, a los bajo cubiertas donde se ven las tripas del edificio, al paso de ronda en el que se puede apreciar el extraño carácter militar y urbanístico de nuestro



Planta paso ronda
Obras de adecuación y puesta en valor

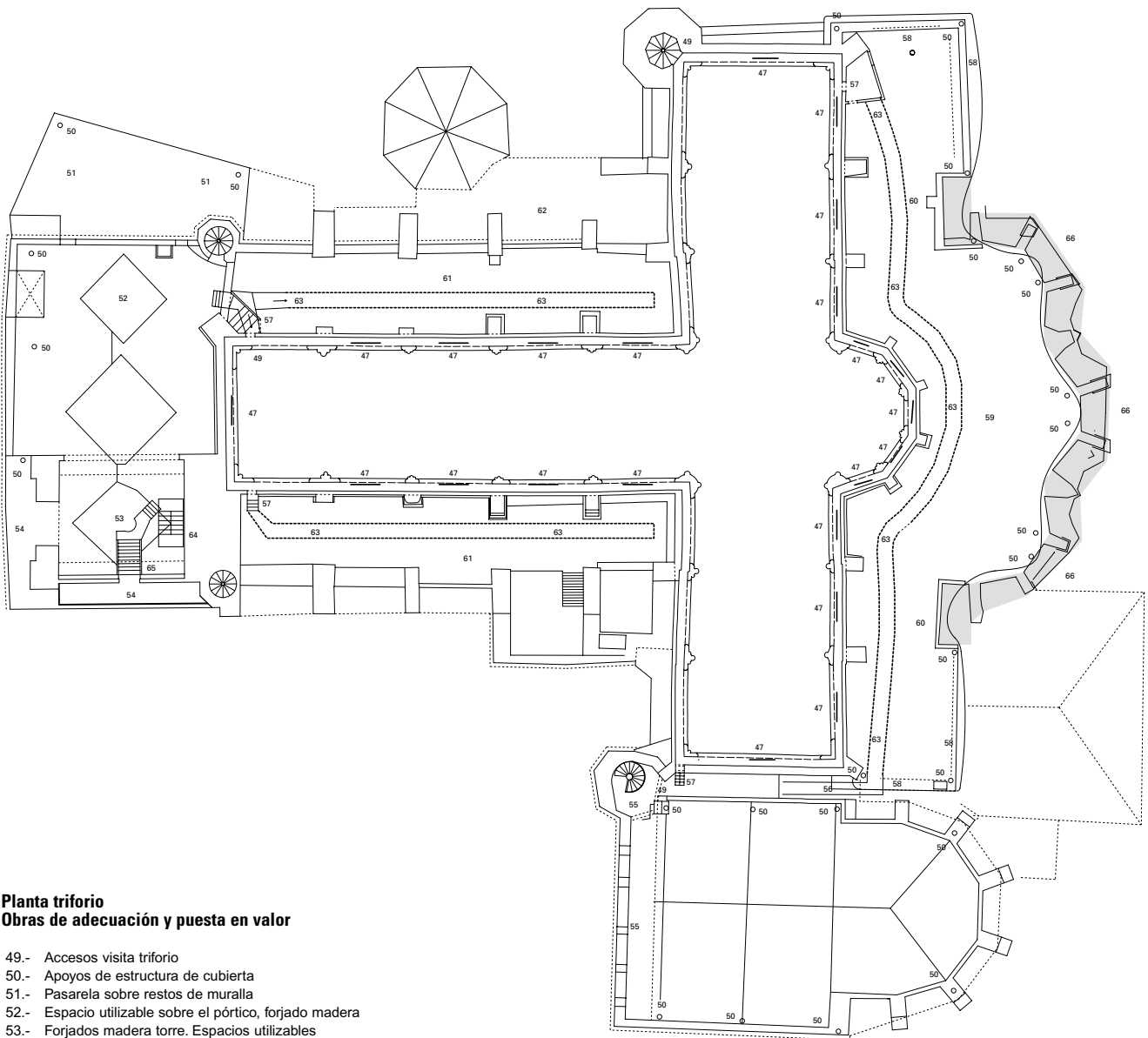
- 9.- Comunicación exterior de excavación con iglesia y paso de ronda. Subida a mirador interior
- 21.- Investigación y visita restos muralla
- 37.- Terraza sobre capilla reconciliatorio
- 38.- Mirador final paso de ronda
- 39.- Subida a mirador sobre plaza
- 40.- Reparación escalera y bajada a iglesia
- 41.- Apertura saetera sobre capilla Santiago
- 42.- Recuperación capilla de San Prudencio
- 43.- Visita del paso de ronda
- 44.- Restauración vestuario infantes cantores
- 45.- Restauración del órgano
- 46.- Subida a coro, paso de ronda y triforio
- 47.- Vitrales artísticos nuevos
- 48.- Mirador al interior del transepto

edificio, la altísima torre desde la que se ve toda Vitoria y la llanada alavesa, escalerillas de caracol, etc. Y por supuesto, la excavación arqueológica de la girola y el crucero norte.

- Los elementos singulares: el pórtico y las portadas son de primera calidad: necesitan luz, aire, y limpieza para lucir como son.
- Probablemente una buena exposición del pórtico exige su apertura constante al público para lo que se debe conseguir la apropiación de la plaza como espacio de “vestíbulo” urbano para la Catedral, cerrando incluso con una verja un espacio, ajardinado de otra manera a la actual, más a imitación de lo que podría ser un claustro o una plaza recoleta, o incluso un atrio de iglesia rural.
- La sala de conciertos en la Catedral exigirá, desde una reparación del órgano –puesta al día de la reparación que la propia Diputación hizo hace unos años–, hasta un tratamiento de los paramentos que mejore su acústica o un suelo de madera u otro material que evite la reverberación del sonido. Amén de mobiliario específico, iluminación y, eventualmente, megafonía.
- El culto en la Catedral es también fundamental: es importante que se recupere para esta Catedral la celebración de actos especiales, no sólo bodas, comuniones, etc, sino también del día de San Prudencio u otras fiestas locales. La competencia con la Catedral Nueva va a ser difícil y quizá sea una batalla perdida, pero es importante convencernos de que una de las mejores aportaciones a la restauración del edificio que cabe hacer por parte del Cabildo sería la “restauración” del culto con toda la dignidad y esplendor posibles.
- Dentro de esto, hay que “vestir” a la iglesia con retablos, altares, mobiliario de culto, sillería del coro, candelabros, velas, bancos, y parte del ornato propio de las iglesias católicas. No se trata de reproducir el

boato barroco contrarreformista, sino de ofrecer a los usuarios las referencias visuales e icónicas y el mobiliario y la arquitectura “menor” que necesitan para su función litúrgica.

- Exposición sobre la Catedral, su restauración, etc. El museo diocesano y catedralicio podrá ser instalado en la manzana de la Cuchillería, pero mientras tanto el edificio debe exponerse a sí mismo y con el proceso que hemos empezado con el Plan Director para su apertura al público. Aunque la obra de la Catedral dure entre seis y ocho años, debería habilitarse una exposición permanente en ella para que la gente visitara “la obra de la Catedral”. Para esto, evidentemente, los contenidos deberán actualizarse todos los años en función de la marcha de las obras e investigaciones. Tendrá que haber una venta de publicaciones, postales, pins, llaveros, camisetas, etc. Hay que buscarle un sitio a esta exposición. No durante todo el tiempo de la obra será posible hacer el recorrido completo por el edificio, pero sí debe ser posible visitar al menos una parte del mismo y una sala con la exposición, aunque esta sala cambie también de ubicación un par de veces a lo largo de la obra.
- Esa exposición temporal se convertirá en definitiva cuando se termine la obra y se cree el museo de la Catedral. Si éste puede contar con la manzana de casas, espléndido; si no, nos conformaremos con la Catedral, pero no debe faltar esa visita y esa exposición.
- Aquí vienen por tanto los accesorios para toda esa musealización:
 - Iluminación, tanto general, como específica de las piezas singulares como de seguridad.
 - Señalización de los recorridos, tanto de los aspectos interesantes de la visita, con paneles explicativos, etc, como de seguridad, accesibilidad, etc.



Planta triforio
Obras de adecuación y puesta en valor

- 49.- Accesos visita triforio
- 50.- Apoyos de estructura de cubierta
- 51.- Pasarela sobre restos de muralla
- 52.- Espacio utilizable sobre el pórtico, forjado madera
- 53.- Forjados madera torre. Espacios utilizables
- 54.- Prolongación balconada torre hacia oeste
- 55.- Mirador de remate de torreta y frente de Santiago
- 56.- Pasarela visita camaranchones
- 57.- Acceso visita a camaranchones
- 58.- Torres mirador de la muralla
- 59.- Restauración bóvedas de la girola
- 60.- Restauración bóvedas de capillas
- 61.- Restauración bóvedas de naves laterales
- 62.- Galería cubierta en el paso de ronda
- 63.- Pasarela cubierta de visita camaranchon
- 64.- Escalera interior torre. Visita y nuevos usos
- 65.- Acceso a balconada torre
- 66.- Remate superior de botareles de girola

- Aseos
- Seguridad, tanto pasiva de los visitantes, como de los bienes de la Catedral: contra robo, incendios, vandalismo, accidentes personales, pérdidas de personas en el laberinto de la visita, etc.
- La tienda de la catedral, con recuerdos, publicaciones, etc.
- Promoción, difusión al exterior, organización de visitas guiadas, introducción en los circuitos turísticos más corrientes de la visita a la Catedral, relaciones institucionales con colegios, institutos, la universidad, museos, otras catedrales, etc.
- Documentales televisivos, prensa, publicaciones, audiovisuales, etc.
- Visita en distintos niveles de explicación, con personal preparado para ello: no es lo mismo contarle la catedral a los niños de ocho años que a los adultos “medios” que a los técnicos especializados en la materia, sean historiadores o arquitectos. Y no es lo mismo que la cuente quien la conoce que quien no se sabe todos los matices de la investigación que hemos llevado a cabo y de las obras de restauración que estamos haciendo.

1.7 OBRAS EN EL ENTORNO Y LA MANZANA

Todo este paquete de obras depende mucho del avance de negociaciones políticas que se nos escapan. Sin embargo, debemos cumplir el papel de avanzar propuestas, aun cuando muchas queden luego descartadas. Si no hay propuestas concretas no hay discusión ni posibilidad de obtener dinero y concretar objetivos.

Son obras que tienen que ver sobre todo con el problema de la puesta en valor de la iglesia. Se relacionan directamente con el museo de la catedral, incluyendo éste como una parte de un museo diocesano o de un museo de la ciudad. Ambos museos se introducirán en la manzana.

1.7.1 EL MUSEO DE LA CATEDRAL Y LA CIUDAD DE VITORIA

En el diagnóstico urbano hemos dibujado dos propuestas para la reforma interior de la manzana de la calle Cuchillería. En ambas se parte de una idea principal, que es la apertura de patios junto a la muralla medieval pero conservando la trama urbana, lo que hemos dado en llamar “esponjamiento” de la trama construida. Esos patios permitirán apreciar tanto la belleza de la muralla como la evolución histórica de la catedral, con la inclusión de los cuerpos de la capilla de Santiago, con la del Reconciliatorio, y de la Sacristía. Salvando todos un desnivel enorme que hace que sus muros tengan una potencia constructiva imponente si se pueden contemplar en toda su altura.

En la manzana, en ambos casos, se introducen cuatro usos diferenciados:

- En primer lugar, bajo la sacristía se instala el acceso común para los tres museos, el de la Catedral, el de la ciudad y el diocesano.
- Al norte de esa entrada se desarrolla el museo de la ciudad, ocupando los actuales espacios de servicio de la Catedral.
- Al sur se desarrolla el museo diocesano.
- Y se reserva en una de las plantas de la zona sur espacio para los servicios del Cabildo, con acceso directo desde la calle y desde la Sacristía de la Catedral.

Obviamente, el primer paso para todo este proceso es la obtención, por parte de la Diputación o el Ayuntamiento, de la propiedad de los inmuebles, lo que pasará por negociaciones de expropiación, compra o intercambio, y por el realojamiento de los actuales habitantes en otras viviendas, a ser posible dentro del mismo barrio.

La primera propuesta pasaría por el vaciado completo de la manzana. Es discutible desde el punto de vista de la conservación de la trama urbana, pero a cambio



Plano de rehabilitación integrada

Actuaciones:

- Edificio con rehabilitación integral pública
- Equipamiento con rehabilitación integral pública

- ① Catedral de Santa María de Vitoria
- ② Torre de los Anda

▨ Rehabilitación

Recuperación y cambio de usos:

- 1 Salas expositivas (museo catedralicio)
 - 2 Dependencias del cabildo
 - 3 Rehabilitación de viviendas
 - 4 Sacristía
- Demolición

- 1 Bolera
- 2 Plataformas y escaleras actuales

— Edificios fuera de ordenación

Catalogación:

EPE edificios de carácter monumental y elementos de protección especial

PB edificios de carácter ambiental elementos de protección básica (edificios históricos)

Espacios libres:

Línea de cierre de espacios libres anexos a Catedral

- Espacio vinculado al Plan Director de la Catedral
- 1 Jardín de acceso a la Catedral (nuevo atrio)
- 2 Nuevo parque urbano
- 3 Espacio libre al interior de manzana

Viabilidad:

- ▷V Vía de sentido único
 - ① Calle de Fray Zacarías Martínez
 - ② Calle de Cuchillería
- Ⓟ Vía peatonal
- Ⓛ Vía de tráfico rodado restringido
- ◀ Acceso a la Catedral

permite una mejor distribución funcional de los espacios de museos y de servicio a la Catedral, además de permitir abrir unos patios más desahogados.

La segunda propuesta conserva la trama urbana, es decir, la estructura tipológica de las casas en lotes entre medianeras, de origen medieval. Tiene esta virtud, sobre todo tratándose de una propuesta procedente de un equipo del mundo de la Restauración. A cambio, la distribución de los espacios y el dimensionado de las salas es más difícil. El aspecto espacial del museo será en este caso muy “doméstico” pues parte de una trama estructural de este origen.

En todos los casos, el tratamiento constructivo y formal permitirá apreciar dos caras: hacia el exterior se conservará la cara “medieval” de la ciudad; hacia el patio, la imagen será moderna, a base de muros cortina y pasarelas que permitirán “ver de cerca” a distintos niveles la muralla y los edificios anejos.

A partir de ahí, comienza otra indeterminación sería que no podemos resolver en este Plan Director: la del contenido museístico concreto de los museos de la ciudad y diocesano, las necesidades de adquisición de piezas o la posibilidad de préstamos; si se conformará con fondos propios, etc, y por supuesto, todo el problema de la gestión posterior de esos museos, su dependencia respecto a las instituciones, su personal, planes de investigación y didáctica, etc.

1.7.2 LAS PLAZAS Y CALLES EN TORNO A LA CATEDRAL

Los otros dos puntos de intervención que proponemos son la plaza de la Catedral –de Santa María– y la del actual Museo Provincial –plaza de la Burullería–.

En la plaza de la Catedral, sería interesante intentar un “apropiamiento” funcional

por parte de la Catedral, como ya dijimos antes, que lo convierta en atrio, vestíbulo urbano, etc, del templo, con un tratamiento de pavimentación, niveles, jardinería, iluminación, pensados en función de la Catedral, de la comprensión de su situación urbana, de sus accesos y recorridos de visita. Eventualmente, sería interesante que este espacio, o una parte de él, se cerrara con una verja, con unos horarios de apertura diurnos y de cierre nocturno que protegiera a la Catedral y a la capilla de Santiago de los actos vandálicos a los que desgraciadamente ya viene estando acostumbrada.

Del otro lado, también es importante cortar o limitar el tráfico en el cantón de Santa María, demoler el edificio de la bolera y la pobre solución de plataformas de adoquín a distintos niveles para “salvar” el tremendo desnivel natural con la plaza de la Burullería; otorgar a esa parte norte de la Catedral un tratamiento de “ladera” frente al de plataformas, tratamiento que permita recuperar la sensación de “castillo” que tuvo –y todavía tiene aunque esté muy estropeada–. Además, un tratamiento urbano más amable, de un urbanismo menos duro, permitiría que la plaza fuera utilizada por la gente del barrio. Se podría incluir, asimismo, arbolado, juegos infantiles, bancos cómodos, una pavimentación menos dura, etc.

Al abrir las entradas del pórtico al cantón de Fray Zacarías Martínez, será necesario dar a esta calle un tratamiento, a su paso por delante de la catedral, de manera que los coches no atropellen a los visitantes al salir del pórtico: crear una especie de atrio exterior, en relación con la plaza de Santa María, para lo cual es preciso que en la calle no se pueda aparcar, para que junto a la Catedral podamos construir una escalinata de acceso y una reja de cierre, quizá en continuidad con la de la plaza.

1.8 CONCLUSIONES

Las propuestas presentadas hasta aquí vienen a cumplir con las intenciones marcadas en nuestra propuesta de intervención en la Catedral a través de un Plan Director detallado que nos permitiera conocer el edificio previamente a la obra de restauración.

Evidentemente, en lo que atañe al entorno de la iglesia y a la recuperación para la ciudad de Vitoria de una ciudad vieja que se degrada rápidamente, nuestras propuestas van más allá de las de la tópica restauración monumental, pero creemos que no es posible recuperar un monumento si no se hace útil y atractivo para la sociedad que ha de financiar las obras e investigaciones que se hagan en él.

En lo que atañe a esa restauración tónica del edificio, la formalización de algunas de las propuestas pasa, evidentemente, por la redacción de los correspondientes proyectos de ejecución de obras, pero el criterio con el que deben acometerse y la finalidad de conservación de las fábricas, de interacción de los materiales y formas nuevas con los antiguos, la necesidad de musealizar el edificio para que las cosas que hacemos tengan sentido, es decir, sean comprensibles por quienes las financian con cargo a sus impuestos, y la voluntad de recrear una catedral arquitectónicamente interesante mediante nuevas formas y usos, quedan bien definidas en este Plan y en las propuestas concretas que hemos relacionado aquí arriba.

Obviamente, cuando comencemos a realizar las obras de restauración, la formalización de las soluciones constructivas y arquitectónicas, así como las reales posibilidades de utilizar provechosamente el edificio, tendrán que ser bien y detalladamente definidas, tanto por nosotros, como responsables de la redacción de los proyectos, como por las instituciones implicadas en el proceso de recuperación, responsables de

traducir los deseos y voluntades sociales en concretos planes de uso.

Se trata de que el esfuerzo hecho hasta la fecha por todos los que hemos estado implicados en la redacción del Plan Director rinda los mayores beneficios, en términos tanto de conservación de nuestro patrimonio como en términos de explotación social del mismo.

La Catedral de Santa María debe volver a ser un gran edificio. Cuando se inició su construcción hace ocho siglos, el edificio venía a ser el vertebrador de un nuevo urbanismo en la ciudad de Vitoria, y durante los más de tres siglos que duró su construcción fue el edificio emblemático de la ciudad, aquél al que ésta dedicaba los mayores recursos y donde se veía reflejada en su prosperidad, tanto económica como cultural.

Nuestras propuestas quieren beber de ese espíritu y presentar la restauración de la Catedral como un necesario esfuerzo ciudadano que Vitoria debe asumir por respeto a sí misma, a su pasado y a sus posibilidades de ser, en el futuro, una ciudad ejemplar en la recuperación del patrimonio edificado y urbano. Quieren, como dijimos, continuar con la vida del monumento único, recuperarlo como lo que otrora fue, el centro de la actividad ciudadana.

La última y básica idea que hemos de manejar es la de que es rentable recuperar la Catedral, pero haciéndolo con todas sus consecuencias, es decir, recreándola como un edificio con nueva vida aun cuando el coste económico sea alto. El beneficio recogido es siempre mayor, porque se traduce en mejoría de la calidad de vida de los vitorianos, de su ciudad y de su patrimonio.

Arqueología

- ADAM, J. P., BOSSOUTROT, A. (1990), "Restauration architecturale et préservation des sites archéologiques", *La conservation en archéologie. Chapitre IX*, Paris. *Archeologia dell'Architettura*, (suplemento a *Archeologia Medievale*), Firenze, I (1996), II (1997), III (1998), IV (1999).
- AZKARATE, A. (1996), "Algunos ejemplos de análisis estratigráfico en la arquitectura del País Vasco", *Actas Arqueología de la arquitectura. El método arqueológico aplicado al proceso de estudio y de intervención en edificios históricos, Burgos 1996*, Salamanca, pp. 123ss.
- AZKARATE, A., FDZ. DE JAUREGUI, A., NÚÑEZ, J. (1995), "Documentación y análisis arquitectónico en el País Vasco", *Informes de la construcción*, vol. 46, nº 435, Madrid, pp. 65ss.
- BARKER, P. (1977), *Techniques of Archaeological Excavation*, London.
- BIANCHI, G. (1996), "Trasmissione di saperi tecnici e analisi dei procedimenti costruttivi", *Archeologia dell'Architettura*, I, Firenze, pp. 53ss.
- BIANCHI, G. (1997), "I segni dei tagliatori di pietre negli edifici medievali. Spunti metodologici ed interpretativi", *Archeologia dell'Architettura*, II, Firenze, pp. 25ss.
- BESSAC, J.C. (1986), *L'outillage traditionnel du tailleur de pierre (de l'Antiquité à nos jours)*, Paris.
- BROGILOLO, G.P. (1988), *Archeologia dell'edilizia storica*, Como.
- BROGILOLO, G.P. (1995), "Arqueologia estratigráfica y restauración", *Informes de la Construcción*, vol. 46, nº 435, Madrid, pp. 31ss.
- BROGILOLO, G.P. (1996), "Prospettive per l'archeologia dell'architettura", *Archeologia dell'architettura*, I, Firenze, pp. 11ss.
- BROGILOLO, G.P. (1997), "Dall'analisi stratigrafica degli elevati all'Archeologia dell'Architettura", *Archeologia dell'Architettura*, II, Firenze, pp. 181ss.
- CABALLERO, L. (1997), "En torno a algunas experiencias de lectura arqueológica de edificios", *El monument, document", Quaderns científics i tècnics*, 9, Barcelona, pp. 307ss.
- CABALLERO, L., ARCE, F., FEIJOO, S. (1996), "Fotogrametría y análisis arqueológico", *Revista de Arqueología*, nº 186, Madrid, pp. 14ss.
- CABALLERO, L., ESCRIBANO, C. (ed.) (1996), *Actas Arqueología de la Arquitectura. El método arqueológico aplicado al proceso de estudio y de intervención en edificios históricos, Burgos, 1996*, Salamanca.
- CABALLERO, L., FERNÁNDEZ, M. (1997), "Análisis arqueológico de construcciones históricas en España. Estado de la cuestión", *Archeologia Medievale*, II, Firenze, pp. 147ss.
- CABALLERO L., LATORRE, P. (ed.) (1995), *Informes de la Construcción*, vol. 46, nº 435, Madrid.
- CAGNANA, A. (1994), "Archeologia della produzione fra tardo-antico e altomedioevo: le tecniche murarie e l'organizzazione dei cantieri", en G.P. Brogiolo (a cura di), *Edilizia residenziale tra V e VIII secolo, 4º Seminario del tardoantico e l'altomedioevo in Italia centrosettentrionale*, Mantova.
- CAGNANA, A. (2000), *Archeologia dei materiali da costruzione. Manuali per L'Archeologia*, 1, Mantova.
- CAGNONI, G. (1996), "La documentazione del degrado e del dissesto nell'analisi stratigrafica degli elevati", *Archeologia Medievale*, I, Firenze, pp. 71ss.
- CARANDINI, A. (1997), *Historias en la tierra. Manual de excavación arqueológica*, Barcelona.
- CARANDINI, A. (1988), "Archeologia, architettura, storia dell'arte", en R. Francovich, R. Parenti, *Archeologia e restauro dei monumenti, (Siena, 1987)*, Firenze, pp. 31ss.
- DOGLIONI, F. (1997), *Stratigrafia e restauro. Tra conoscenza e conservazione dell'architettura*, Trieste.
- ESQUIEU, Y. (1977), "L'archéologie du bâti en France", *Archeologia dell'Architettura*, II, Firenze, pp. 133ss.
- FACCIO, P. et alii (1997), "Potenzialità applicative dell'analisi stratigrafica. Ricostruzione di una possibile storia meccanica di un edificio storico", *Archeologia dell'Architettura*, II, Firenze, pp. 53ss.
- FERRANDO, I. (1998), "Problemi di datazione in archeologia dell'architettura", *Archeologia dell'Architettura*, III, Firenze, pp. 75ss.
- FRANCOVICH, R. (1979), "Alcuni problemi dei rapporti pratici fra Archeologia, Restauro e Pianificazione territoriale", *Archeologia Medievale VI*, Firenze.
- FRANCOVICH, R. (1985), "Archeologia e restauro: da continguità a unitarietà", *Restauri & Città*, 2, Venezia, pp. 14ss.
- FRANCOVICH, R., PARENTI, R. (a cura di) (1988), *Archeologia e restauro dei monumenti, (Siena, 1987)*, Firenze.
- GABRIELLI, F. (1996), "La "cronotipologia relativa" come metodo di analisi degli elevati: la facciata del Palazzo Pubblico di Siena", *Archeologia dell'Architettura*, I, Firenze, pp. 17ss.
- GALLO, N. (1996), "Un possibile utilizzo dell'enfraso nell'analisi dei paramenti murari", *Archeologia dell'Architettura*, I, Firenze, pp. 75ss.
- GELICHI, S. (1997), *Introduzione all'archeologia medievale. Storia e ricerca in Italia*, Roma.
- HARRIS, E.C. (1975), "The Stratigraphic Sequence: A Question of time", *World Archaeology*, 7, 1, pp. 109ss.
- HARRIS, E.C. (1979), *Principles of Archaeological Stratigraphy*, London (ed. en castellano: *Principios de estratigrafía arqueológica*, Barcelona, 1991).
- Lamboglia, N. (1958), "Opus Certum", *Rivista di studi liguri*, XXIV, pp. 158ss.
- LATORRE, P. (1996), "La arqueología de la arquitectura. Consecuencias metodológicas de su aplicación al proyecto de restauración", *Actas Arqueología de la arquitectura. El método arqueológico aplicado al proceso de estudio y de intervención en edificios históricos, Burgos 1996*, Salamanca, pp. 103ss.
- LEONARDI G. (a cura di) (1992), *Processi formativi della stratificazione archeologica, Atti seminario internazionale "Formation processes and excavation methods in Archaeology: perspectives"*, Padova.
- LUGLI, G. (1957), *La técnica edilizia romana*, Roma.
- LUGLI, G. (1959), "Opus incertum", *Rendiconti dell'Accademia dei Lincei*, XIV, Roma, pp. 321ss.
- MANACORDA, D. (1983), "Introduzione", en E.C. Harris, *Principi di stratigrafia archeologica*, Roma, pp. 9ss.
- MANNONI, T. (1990a), "Conoscenza e recupero edilizio", *Notiziario di Archeologia Medievale*, 53, Genova, pp. 3ss.
- MANNONI, T. (1990b), "Archeologia dell'Architettura", *Notiziario di Archeologia Medievale*, 54, Genova, pp. 28ss.
- MANNONI, T. (1994), *Veinticinque Anni di archeologia globale. 1. Archeologia dell'Urbanistica; 2. Insediamenti*

Abbandonati; 3. Caratteri costruttivi dell'edilizia storia; 4. Archeologia delle technique produttive, Genova.

- MANNONI, T. (1995), "Lo stato dell'archeologia del costruito in Italia. Prima parte", *Notiziario di Archeologia Medievale*, 66, Genova, pp. 25ss.
- MANNONI, T. (1996a), "Lo stato dell'archeologia del costruito in Italia. Seconda parte", *Notiziario di Archeologia Medievale*, 67, Genova, pp. 7ss.
- MANNONI, T. (1996b), *Archeologia della produzione*, Torino.
- MANNONI, T. (1997), "Il problema complesso delle murature storiche in pietra 1. Cultura materiale e cronotopologia", *Archeologia dell'Architettura*, II, Firenze, pp. 15ss.
- MARINO, L. (1994), *Il rilievo per il restauro. Ricognizioni, misurazioni, accertamenti, restituzioni, elaborazioni*, Milano.
- PARENTI, R. (1985), "La lettura stratigrafica delle murature in contesti archeologici e di restauro architettonico", *Restauro & Città*, I, 2, Venezia, pp. 55ss.
- PARENTI, R. (1988), "La technique di documentazione per una lettura stratigrafica dell'elevato", en Francovich-Parenti (a cura di), *Archeologia e restauro dei monumenti*, (Siena, 1987), Firenze, pp. 249ss.
- PARENTI, R. (1995), "Historia, importancia y aplicaciones de la Arqueología de la Arquitectura", *Informes de la Construcción*, vol. 46, nº 435, Madrid, pp. 19ss.
- PARENTI, R. (1996a), "Una visión general de la Arqueología de la Arquitectura", *Actas Arqueología de la arquitectura. El método arqueológico aplicado al proceso de estudio y de intervención en edificios históricos*, Burgos 1996, Salamanca, pp. 13ss.
- PARENTI, R. (1996b), "Individualización de las unidades estratigráficas murarias", *Actas Arqueología de la arquitectura. El método arqueológico aplicado al proceso de estudio y de intervención en edificios históricos*, Burgos 1996, Salamanca, pp. 75ss.
- QUIROS, J.A. (1996), "Indicadores cronológicos de ámbito local: cronotopología y mensiocronología", *Actas Arqueología de la arquitectura. El método arqueológico aplicado al proceso de estudio y de intervención en edificios históricos*, Burgos 1996, Salamanca, pp. 179ss.
- TABALES, M.A. (1997), "La arqueología en edificios históricos. Propuesta de intervención y análisis global a través de la experiencia sevillana", *Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico*, nº 20, pp. 65ss.
- TABALES, M.A. (2000), "Análisis arqueológico de paramentos. Algunas reflexiones referentes a las últimas actividades sobre inmuebles históricos en la ciudad de Sevilla", *V Congreso de Arqueología Medieval Española, Valladolid 1999*, Volumen I, Valladolid, pp. 319ss.
- TAGLIABUE, R. (1993), *Architetto e archeologo. Confronto fra campi disciplinari*, Milano.
- TAGLIABUE, R. (1996), "Ambiti di ricerca comuni tra arqueología e restauro architettonico", *Archeologia dell'Architettura*, I, Firenze, pp. 155ss.
- TRECCANI, G.P. (a cura di) (2000), *Archeologie, restauro, conservazione. Mentalità e pratiche dell'archeologia nell'intervento sul costruito*, Milano.

Restauración de Monumentos

•AROCA, R. (2000), *Funiculares. Cuadernos del Instituto Juan de Herrera*, Madrid.

- BAYARD, J.P. (1995), *El secreto de las catedrales: del simbolismo medieval a su realización arquitectónica*, Girona.
- BENEVOLO, L. (1981), *Diseño de la ciudad*, 3. *El arte y la ciudad medieval*, Barcelona.
- BORES, F., FERNÁNDEZ, J., HUERTA, S., RABASA, E. (ed.) (1998), *Actas del Segundo Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, Madrid.
- BRANDI, C. (1977), *Teoría de la restauración*, Madrid, (reed. de 1989).
- BREBBIA, C.A. (ed.) (1989), *Structural Repair and Maintenance of Historical Buildings*, Basel-Boston-Berlin.
- BRUYNE, E. DE. (1947), *La estética de la Edad Media*, Madrid, (reed. de 1987).
- CAPITEL, A. (1988), *Metamorfosis de monumentos y teorías de la restauración*, Madrid.
- CASAS, A., HUERTA, S., RABASA, E. (ed.) (1996), *Actas del Primer Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, Madrid.
- CASTILLA DEL PINO, C. (1995), "La Memoria y la Piedra", en A. González, C. Castilla del Pino, A. Fernández, *Patrimonio: Memoria o malson?*, *Memoria 1990-1992*, Barcelona, pp. 9ss.
- CESCHI, C. (1970), *Teoría e Storia del Restauro*, Roma.
- CHANDRUPATLA, T.R., Belegundu, A.D. (1999), *Introducción al estudio del elemento finito en ingeniería*, México.
- CHOISY, A. (1899), *Histoire de l'architecture. Bibliothèque de l'Image*, (reed. de 1996), Paris.
- CIGNI, G. (1978), *Il consolidamento murario. Tecniche d'intervento*, Roma.
- CIGNI, G., CODACCI-PISANELLI, B. (1987), *Umidità e degrado negli edifici*, Roma.
- COLOMBIER, P. de (1973), *Les Chantiers del Cathédrales*, Paris.
- CONTI, A. (ed.) (1988), *Sul Restauro*, Torino.
- CRONYN, J.M. (1990), *The Elements of Archaeological Conservation*, London.
- DUVAL, G. (1990), *Restauration et reutilization des monuments anciens: techniques contemporaines*, Paris.
- ERLANDE-BRANDENBURG, A. (1993), *La Catedral*, Madrid.
- ERLANDE-BRANDENBURG, A. (1995), *The cathedral builders of the middle ages. Thames and Hudson*, London.
- FERNÁNDEZ, J. (1982), *Teoría y metodología de la Historia del Arte*, Barcelona.
- FOCILLON, H. (1938), *Arte de occidente. La Edad Media románica y gótica*, Madrid, (reed. de 1998).
- FRANKL, P. (1914), *Principios fundamentales de la Historia de la Arquitectura*, Barcelona, (reed. de 1981).
- G^o ESCUDERO, P., PENDÁS, B. (1986), *El Nuevo Régimen Jurídico del Patrimonio Histórico Español*, Madrid.
- GARATE, I. (1994), *Artes de la cal*, Madrid.
- GIUFFRÉ, A. (1988), *Monumenti e terremoti. Aspetti statici del restauro*, Roma.
- GONZÁLEZ, A. (1986), "Un concepto de restauración para el siglo XXI", *Nuevos métodos de intervención en los Centros Históricos Europeos*, Murcia.
- GONZÁLEZ, A. (1999), *La restauració objectiva (Mètode SCCM de restauració monumental)*, *Memòria 1993-1998*, 2 Vol., Barcelona.
- GONZÁLEZ, A., CASTILLA DEL PINO, C., FERNÁNDEZ, A. (ed.) (1995), *Patrimoni: Memòria o malson? (Patrimoni: ¿Memoria o pesadilla?)*, *Memòria 1990-1992*, Barcelona.

- GONZÁLEZ, A., LACUESTA, R., LÓPEZ, A. (ed.) (1990), *Com i per a qui restaurem. Objectius, mètodes i difusió de la restauració monumental, Memòria 1985-1989*, Barcelona.
- GRACIANI, A., HUERTA, S., RABASA, E., TABALES, M.A. (ed.) (2000), *Actas del Tercer Congreso Nacional de Historia de la Construcción* (2 tomos), Madrid.
- HEYMAN, J. (1995), *Teoría, historia y restauración de estructuras de fábrica*, Madrid.
- HEYMAN, J. (1999), *El esqueleto de piedra. Mecánica de la arquitectura de fábrica*, Madrid.
- LAMBERT, E. (1990), *El arte gótico en España en los siglos XII y XIII*, Madrid.
- LASAGABASTER, J.I. (ed.) (2001), *Actas del Primer Congreso Europeo sobre Restauración de Catedrales Góticas, (Vitoria-Gasteiz, 1998)*, Vitoria-Gasteiz.
- LATORRE, P., CÁMARA, L. (e.p.), "Los procesos de transformación de la arquitectura en el tiempo. Consecuencias teóricas y metodológicas en el proyecto y la obra de restauración", *I Bienal de la Restauración*, Barcelona, 2000.
- LEMAIRE, R.M., VAN BALEN, K. (ed.) (1988), *Stable-Unstable. Structural Consolidation of Ancient Buildings*, Lovaina.
- LEROUX-DHUY, J.F. (1999), *Las abadías Cistercienses. Historia y arquitectura*, Colonia.
- LIZZI, F. (1989), *Il consolidamento del terreno e dei fabbricati. Cause dei dissesti, criteri d'intervento, casistica*, Palermo.
- LUIS, D. (1991), *Iniciación a la restauraciones pétreas*, Granada.
- MACAULAY, D. (1973), *Nacimiento de una Catedral*, Barcelona, (reed. de 1980).
- MAS-GUINDAL, A. (ed.) (1991), *Jornadas sobre Restauración y Conservación de Monumentos*, Madrid.
- MASTRODICASA, S. (1988), *Dissesti Statici delle Strutture Edilizie. Diagnosi, consolidamento, istituzioni teoriche*, Milano.
- MORALES, A.J. (1996), *Patrimonio histórico-artístico*, Madrid.
- NUERE, E. (1989), *La carpintería de armar española*, Madrid.
- ORDIERES, I. (1995), *Historia de la restauración monumental en España (1835-1936)*, Madrid.
- PALACIOS, J.C. (1990), *Trazas y cortes de cantería en el renacimiento español*, Madrid.
- PALADIO, A. (1987), *Los cuatro libros de arquitectura* (edición facsimil, Madrid, Imprenta Real, 1797), Barcelona.
- PANIAGUA, J.R. (1990), *Diccionario básico de arquitectura*, Madrid.
- PANOFKY, E. (1986), *Arquitectura gótica y pensamiento escolástico*, Madrid.
- PLO Y CAMÍN, A. (1767), *El Arquitecto práctico, civil, militar y agrimensor*, (reed. de 1955).
- RABASA, E. (2000), *Forma y construcción en piedra. De la cantería medieval a la estereotomía del siglo XX*, Madrid.
- RIEGL, A. (1987), *El culto moderno a los monumentos*, Madrid.
- ROCA, P., GONZÁLEZ, J.L., OÑATE, E., LOURENÇO, P.B. (ed.) (1998), *Structural analysis of historical constructions II. Possibilities of numerical and experimental techniques*, Barcelona
- RODRÍGUEZ, J.M. (1984), *Curso de rehabilitación, 4. La cimentación*, Madrid.
- RUSKIN, J. (1987), *Las Siete Lámparas de la Arquitectura*, Barcelona.

- SANTANA, A. (coord.) (1996), *Ars Ligna. Zurezko elizak Euskal Herrian. Las iglesias de madera en el País Vasco*, Madrid.
- STANLEY, N.P. (1984), *La conservación de excavaciones arqueológicas*, Roma.
- STEFANO, R. de (1990), *Il Consolidamento Strutturale nel Restauro Architettonico*, Napoli.
- TASSIOS, T.P., MAMILLAN, M. (1985), *Valutazione strutturale dei monumenti antichi*, Roma.
- TERZAGHI, R., PECK, R. (1955), *Mecánica de suelos en la ingeniería práctica*, Barcelona, (reed. de 1982).
- TIMOSHENKO, S. (1945), *Resistencia de materiales, I y II*, Madrid.
- TIMOSHENKO, S. (1953), *History of Strength of Materials*, New York, (reed. de 1983).
- TIMOSHENKO, S., GERE, J. (1984), *Mecánica de materiales*, México, (reed. de 1986).
- TOMAN, R. (ed.) (1996), *El románico. Arquitectura, escultura, pintura*, Colonia.
- TOMAN, R. (ed.) (1998), *El gótico. Arquitectura, escultura, pintura*, Colonia.
- TOMLINSON, M.J. (1963), *Diseño y construcción de cimientos*, Bilbao, (reed. de 1982).
- TORROJA, E. (1991), *Razón y Ser de los Tipos Estructurales*, Madrid.
- VIOLLET-LE-DUC, E. (1996), *La construcción medieval*, Madrid.
- VIOLLET-LE-DUC, E. (1998), *Encyclopédie Médiévale*, Lonray.
- VON SIMPSON, O. (1956), *La catedral gótica*, (reed. de 1980 y 1993).
- VV.AA. (1973), *Patrimonio Monumental de España. Exposición sobre su Conservación y Revitalización*, Madrid.
- VV.AA. (1985), *La madera en la conservación y restauración del patrimonio cultural*, Madrid.
- VV.AA. (1987), *Curso de Mecánica y Tecnología de los Edificios Antiguos*.
- VV.AA. (1990), *Intervenciones en el Patrimonio Arquitectónico, 1980-1985*, Madrid.
- VV.AA. (1990), *Monumentos y proyecto. Jornadas sobre Criterios de Intervención en el Patrimonio Arquitectónico*, Madrid.
- YARZA, J., MELERO, M. (1996), *Arte medieval II: Historia 16*, Madrid.
- YN, T.Y., STOTESBURY, S.D. (1988), *Structural Concepts and Systems for Architects and Engineers*, New York.
- ZANDER, G. (1991), *Storia della scienza e della tecnica edilizia*, Roma.

Fotogrametría y Levantamientos Arquitectónicos

- ARTANO, K., KOROSO, I., VALLE, J.M. (1.998), "Desarrollo de herramientas para la explotación de modelos fotogramétricos tridimensionales", *Resumen de las II Jornadas de Fotogrametría Arquitectónica*, Valladolid, pp. 10ss.
- BADEKAS, J., GEORGOPOULOS, A. (ed.) (1991), *C.I.P.A. XIV International Symposium, Delfos, Grecia, 1991*, Atenas.
- BOBERG, A., LAGERQVIST, B. (ed.) (1997), *C.I.P.A. XXXII International Symposium, Göteborg, Suecia, 1997. Photogrammetry in Architecture, Archaeology and Urban Conservation*, Estocolmo.
- CÁMARA, L. (1996), "La documentación gráfica: fotogrametría y base de datos", *Actas Arqueología de la arquitectura. El método arqueológico aplicado al*

- proceso de estudio y de intervención en edificios históricos*, Burgos 1996, Salamanca, pp. 23ss.
- CARBONARA, G. (1990), *Restauro dei Monumenti. Guida agli elaborati grafici*, Napoli.
- CARBONELL, M. (ed.) (1988), *Relevés Photogrammétriques d'Architecture Islamique*, Tunicia.
- CRAMER, J. (1984), *Construcción. Levantamiento topográfico en la construcción. Medición y reconocimiento*, Barcelona.
- CUNDARI, C. (1983), *Fotogrametría architettonica*, Roma.
- CUNDARI, C., CARNEVALI, L. (ed.) (2000), *Il Rilievo dei Beni Architettonici per la Conservazione, Atti Convegno Napoli, 1999*, Roma.
- DOCCI, M., MAESTRI, D. (1984), *Il rilievo architettonico. Storia, metodi e disegno*, Roma.
- DOCCI, M., MAESTRI, D. (1993), *Storia del rilievo architettonico e urbano*, Roma.
- DOCCI, M., MAESTRI, D. (1994), *Manuale di rilievo architettonico e urbano*, Roma.
- FONDELLI, M. (1992), *Trattato di fotogrammetria urbana e architettonica*, Roma-Bari.
- GELSOMINO, L., CESARI, C. (1983), *Recupero Edilizio 2. Rilevamento e diagnostica*, Bologna.
- JACHIMSKI, J. (ed.) (1992), *C.I.P.A. XIII International Symposium, Cracovia, Polonia, 1.990*, Cracovia.
- KRAUS, K. (1993), *Photogrammetry. Vol 1. Fundamentals and standard processes*, Bonn.
- KRAUS, K. (1997), *Photogrammetry. Vol 2. Advanced Systems and applications*, Bonn.
- LAMBERTO, I. (1985), "L'indagine fotogrammetrica nella ricerca archeologica. Considerazioni preliminari ai rilievi del castello di Montarrenti", *Archeologia Medievale XII*, Firenze, pp. 438ss.
- LATORRE, P., CÁMARA, L. (1997), "Information Systems on Heritage Conservation", en Boberg, A., Lagerqvist, B. (eds.), *C.I.P.A. XXXII International Symposium, Göteborg, Suecia, 1997*.
- Photogrammetry in Architecture, Archaeology and Urban Conservation, Estocolmo.
- LATORRE, P., CÁMARA, L. (1999), "El Sistema de Información del Acueducto de Segovia" en Cundari, C., Carnevali, L., (eds.), *Il Rilievo dei Beni Architettonici per la Conservazione, Atti Convegno Napoli, 1999*, Roma.
- LEHMANN, G. (1975), *Fotogrametría*, Barcelona.
- LÓPEZ CUERVO, S. (1980), *Fotogrametría*, Madrid.
- MARINO, L. (1990), *Il rilievo per il restauro*, Milano.
- MILELLA, N. (ed.) (1995), *La fotogrametría per il restauro e la storia. Tecniche analitiche e digitali*, Milano.
- NEUFERT, E. (1992), *El arte de proyectar en Arquitectura*, Barcelona.
- RUIZ AIZPIRI, J.M. (1969), *Geometría Descriptiva*, Madrid.
- SELVINI, A. (1988), *Principi di fotogrammetría*, Milano.
- SUNDAKOV Y. (1981), *Trabajos geodésicos en la construcción de grandes obras industriales y altos edificios*, Moscú.
- WITTKE, H. (1980), *Vademécum del topógrafo*, Barcelona.

Catedral de Santa María de Vitoria-Gasteiz

- ALFARO, T. (1951), *Vida de la ciudad de Vitoria*, Madrid.
- ARTANO, K., KOROSO, I. (2000), "Representación y gestión de excavaciones arqueológicas mediante

- modelos tridimensionales. Aplicación al levantamiento de las excavaciones de la catedral de Santa María de Vitoria-Gasteiz", *V Congreso de Arqueología Medieval Española, Valladolid, 1999*, Volumen I, Valladolid, pp. 255ss.
- ARATANO, K., KOROSO, I., VALLE, J.M. (2001), "Sistemas de representación y gestión del patrimonio aplicados en la catedral de Santa María", *Primer Congreso Europeo sobre Restauración de Catedrales Góticas, (Vitoria-Gasteiz, 1998)*, Vitoria-Gasteiz, pp. 619ss.
- AZCÁRATE, J.M. (1968), "La Catedral de Santa María", *Catálogo Monumental de la Diócesis de Vitoria*, vol. III, Vitoria-Gasteiz, pp. 81ss.
- AZKARATE, A. (2000), "Análisis de la evolución histórico-construccionista de la catedral de Santa María de Vitoria-Gasteiz (Aplicación de la 'Arqueología de la Arquitectura' a un modelo complejo)", *V Congreso de Arqueología Medieval Española, Valladolid, 1999*, Volumen 1, Valladolid, pp. 177ss.
- AZKARATE, A., CÁMARA, L., LATORRE, P., LASAGABASTER, J.I. (2001), "El Plan Director para la restauración de la Catedral", *Primer Congreso Europeo sobre Restauración de Catedrales Góticas, (Vitoria-Gasteiz, 1998)*, Vitoria-Gasteiz, pp. 561ss.
- AZKARATE, A., CÁMARA, L., LATORRE, P., VICARIO, J. (2001) "El sistema de información de la Catedral", *Primer Congreso Europeo sobre Restauración de Catedrales Góticas, (Vitoria-Gasteiz, 1998)*, Vitoria-Gasteiz, pp. 603ss.
- AZKARATE, A., LASAGABASTER, J.I. (2001), "La catedral de Santa María. Análisis constructivo", *Primer Congreso Europeo sobre Restauración de Catedrales Góticas, (Vitoria-Gasteiz, 1998)*, Vitoria-Gasteiz, pp. 547ss.
- AZKARATE, A., QUIROS, J.A. (2001), "Arquitectura doméstica altomedieval en la Península Ibérica. Reflexiones a partir de las excavaciones arqueológicas de la catedral de Santa María de Vitoria-Gasteiz (País Vasco)", *Archeologia Medievale*, Firenze (e.p.).
- ANDRÉS, S. (1977), "Evolución artística", *Historia de una ciudad: Vitoria (I. El núcleo medieval)*, Vitoria, pp. 121ss.
- APRAIZ, A. DE (1944), "Santa María de Vitoria. Vitoria en los caminos de la cultura", *Hoja informativa de la Caja Provincial de Ahorros de Alava*, vol. II, nº5, Vitoria.
- APRAIZ, A. DE (1953), "Los tímpanos de la catedral vieja de Vitoria", *Separata de Archivo Español de Arte*, vol. XXVI, nº103, Madrid, pp. 187ss.
- APRAIZ, A. DE (1996), "Algo nuevo sobre la vieja Catedral", *Boletín de la Sociedad Excursionista Manuel Iradier*, nº96, Vitoria-Gasteiz, pp. 18ss.
- ARÉCHAGA, S., BEGOÑA, A. DE (1984), "Noticias documentales de obras que se están realizando en Vitoria en la primera mitad del siglo XIX", *Separata de Noveno Congreso de Estudios Vascos*, San Sebastián.
- BELTRÁN, A. (1965), *La ciudad y sus problemas monumentales. Colisión entre la ciudad antigua y la moderna*, Vitoria-Gasteiz.
- CABAÑAS, A. (1973), *Catedrales de España*, vol. III, Madrid, pp. 145ss.
- CÁMARA, L., LATORRE, P. (1988), "La catedral de Santa María de Vitoria. Estudios de su estructura y propuestas para su restauración", en P. Roca, J.L. González y P.P. Lourenço (ed.), *Structural Analysis of Historical Constructions, II*, Barcelona.
- CANTERA, J. (1951), *El pórtico y la portada de la catedral de Vitoria*, Vitoria.

- CASTRO, C. DE, (1915), *Catálogo Monumental de España. Provincia de Álava*, Madrid, pp. 69ss.
- COLA Y GOITI, J. (1901), *Guía de Vitoria*, Vitoria.
- CUESTA A., PÉREZ P. (1996), "Bibliografía. Arquitectura gótica en Euskal Herria", *Cuadernos de Sección: Artes plásticas y monumentales de Eusko-lkaskuntza*, nº15, Donostia, pp. 663ss.
- CROCI, G., CARLUCCIO, G., VISKOVIC, A. (2001), "Análisis estructural de la Catedral de Santa María la Vieja de Vitoria-Gasteiz", *Primer Congreso Europeo sobre Restauración de Catedrales Góticas*, (Vitoria-Gasteiz, 1998), Vitoria-Gasteiz, pp. 641ss.
- DIAZ DE DURANA, R. (2001), "El traslado de la Colegiata de San Andrés de Armentia a Santa María de Vitoria en 1498. Una operación exitosa de la oligarquía vitoriana para prestigiar su ciudad y convertirla en centro eclesiástico del territorio", *Primer Congreso Europeo sobre Restauración de Catedrales Góticas*, (Vitoria-Gasteiz, 1998), Vitoria-Gasteiz, pp. 611ss.
- EGUIA J., MARTÍNEZ DE SALINAS F. (1983), "El estímulo renovador del Gótico", *Alava en sus manos*, vol. 4, Vitoria-Gasteiz, pp. 73ss.
- FERNÁNDEZ, E., MANTELI, S. (1863), *Reseña Histórica del Antiguo Obispado Alavense. Sede Vascongada*, Vitoria.
- GONZÁLEZ DE ZÁRATE, J.M. (1989), "El arte sepulcral como una de las mayores manifestaciones del Renacimiento en la Vitoria del s. XVI", *Cuadernos de Sección: Artes plásticas y monumentales de Eusko-lkaskuntza*, nº6, Donostia, pp. 127ss.
- GUARÁS, B., MARTINEZ-TORRES, K. (2001a), "Litologías de la Catedral de Santa María de Vitoria-Gasteiz", *Primer Congreso Europeo sobre Restauración de Catedrales Góticas*, (Vitoria-Gasteiz, 1998), Vitoria-Gasteiz, pp. 631ss.
- GUARÁS, B., MARTINEZ-TORRES, K. (2001b), "Estudio petrológico de morteros de Santa María de Vitoria", *Primer Congreso Europeo sobre Restauración de Catedrales Góticas*, (Vitoria-Gasteiz, 1998), Vitoria-Gasteiz, pp. 633ss.
- HERAS, P., INFANTE, M., RENOBALLES, G. (2001), "Estudio de la colonización vegetal de Santa María de Vitoria-Gasteiz", *Primer Congreso Europeo sobre Restauración de Catedrales Góticas*, (Vitoria-Gasteiz, 1998), Vitoria-Gasteiz, pp. 625ss.
- HERNANDO, M.J. (1996), "Intervenciones historicistas en el patrimonio histórico-artístico del País Vasco: la Catedral de Santa María de Vitoria-Gasteiz", *Cuadernos de Sección: Artes plásticas y monumentales de Eusko-lkaskuntza*, nº15, Donostia, pp. 341ss.
- IRIGOYEN, A. (1981), "Sobre el topónimo Gasteiz y su entorno antroponímico", *Congreso de Estudios Históricos "Vitoria en la Edad Media"*, Vitoria-Gasteiz, 1981, Bilbao, pp. 621ss.
- LAHOZ, M.L. (1992), "La portada de San Gil en la catedral de Vitoria", *Cuadernos de Arte e Iconografía*, vol. V, Madrid, pp. 235ss.
- LAHOZ, M.L. (1993a), "Sepulcros góticos de la catedral de Vitoria", *Cuadernos de Sección: Artes plásticas y monumentales de Eusko-lkaskuntza*, nº11, Donostia, pp. 77ss.
- LAHOZ, M.L. (1993b), "A propósito de la filiación leonesa de la Anunciación de la catedral de Vitoria", *Archivos Leoneses*, León, pp. 321ss.
- LAHOZ, M.L. (1994a), "El Tímpano del Juicio Final de la Catedral de Vitoria. Aspectos iconográficos", *Sancho el Sabio*, año 4-2ª Época-nº4, Vitoria-Gasteiz, pp. 181ss.
- LAHOZ, M.L. (1994b), "El encuentro de Salomón y la reina de Saba en la catedral de Vitoria", *Lecturas de Historia del Arte*, Vitoria-Gasteiz, pp. 187ss.
- LAHOZ, M.L. (1995), "Breves notas sobre un tímpano vitoriano", *Cuadernos de Sección: Artes plásticas y monumentales de Eusko-lkaskuntza*, nº14, Donostia, pp. 167ss.
- LAHOZ, M.L. (1996a), "Imaginería real gótica en Alava", *Cuadernos de Sección: Artes plásticas y monumentales de Eusko-lkaskuntza*, nº15, Donostia, pp. 375ss.
- LAHOZ, M.L. (1996b), *Escultura funeraria gótica en Álava*, Vitoria-Gasteiz, pp. 47ss.
- LAHOZ, M.L. (2001), "A propósito de la imagen gótica de Santa María de Vitoria", *Primer Congreso Europeo sobre Restauración de Catedrales Góticas*, (Vitoria-Gasteiz, 1998), Vitoria-Gasteiz, pp. 597ss.
- LAMPÉREZ Y ROMEA, V. (1930), *Historia de la arquitectura cristiana española de la Edad Media*, vol. nºIII, Madrid, pp. 198ss.
- LANDA, M., GARCIA, E. (2001), "Diagnóstico del estado de la madera de Santa María", *Primer Congreso Europeo sobre Restauración de Catedrales Góticas*, (Vitoria-Gasteiz, 1998), Vitoria-Gasteiz, pp. 637ss.
- LANDÁZURI Y ROMARATE, J.J. (1797), *Obras Históricas sobre la Provincia de Alava. Historia Eclesiástica de la Muy Noble y Muy Leal Provincia de Alava*, (reed. de 1976), Vitoria, pp. 97ss.
- LANDÁZURI Y ROMARATE, J.J. (1799), *Historia General de Alava*, vol. 5, (reed. de 1975), Vitoria, pp. 259ss.
- LATORRE, P., CÁMARA, L. (1999), "El Sistema de Información de la Catedral de Santa María de Vitoria" en Cundari, C., Carnevali, L., (eds.), *Il Rilievo dei Beni Architettonici per la Conservazione, Atti Convegno Napoli*, 1999, Roma.
- MARTÍNEZ DE MARIGORTA, J. (1964), *En el Camino de Santiago. Catedral de Santa María (1862-1962)*, Vitoria.
- MARTÍNEZ DE MARIGORTA, J. (1969), *Las dos catedrales de Vitoria*, Vitoria.
- PIRALA, A. (1885), *España, sus monumentos y artes, su naturaleza e historia: Provincias Vascongadas*, Barcelona, pp. 128ss.
- PORTILLA, M.J. (1978), "La catedral antigua", *Vitoria, Haec est Victoria quae vincit*, Vitoria, pp. 61ss.
- PORTILLA, M.J. (1981), *El arte en los templos vitorianos*, fascículo nº8, Vitoria-Gasteiz.
- PORTILLA, M.J. (1985), *Vitoria Gótica*, Vitoria-Gasteiz.
- PORTILLA, M.J. (1991), *Una ruta europea. Por Álava, a Compostela. Del paso de San Adrián, al Ebro*, Vitoria-Gasteiz.
- QUEREXETA, J. DE (1975), "Nobiliario Alavés de Fray Juan de Victoria" *Diccionario Onomástico y Heráldico Vasco, La Gran Enciclopedia Vasca*, Tomo VI, Bilbao, pp. 205ss.
- SAGARNA, I.M. (1944), "Inscripciones sepulcrales en nuestra Catedral", *Hoja informativa de la Caja Provincial de Ahorros de Alava*, vol. II, nº5, Vitoria.
- SERDÁN Y AGUIRREGAVIDIA, E. (1914), "La Catedral nueva y la vieja Catedral", *Rincones de la Historia Vitoriana*, Vitoria, pp. 1ss.
- SERDÁN Y AGUIRREGAVIDIA, E. (1926), *Historia de Vitoria*, Vitoria, (reed. de 1985), pp. 101ss y 136ss.
- SOLAUN, J.L. (2000), "Indicadores cronotipológicos: análisis de las variantes técnico-formales aplicadas al estudio de la Catedral de Santa María de Vitoria-Gasteiz", *V Congreso de Arqueología Medieval Española, Valladolid, 1999*, Volumen I, Valladolid, pp. 273ss.
- UGALDE, A.I. (1996), "El programa iconográfico del coro de la Iglesia de Santa María de Vitoria", *Cuadernos de Sección: Artes plásticas y monumentales de Eusko-lkaskuntza*, nº15, Donostia, pp. 423ss.
- VELASCO, L. (1889), *Memorias del Vitoria de antaño*, Vitoria, pp. 6ss.
- V.V.A.A. (1985), "Iglesia de Santa María en Vitoria-Gasteiz", *Monumentos Nacionales de Euskadi (Alava)*, Bilbao, pp. 361ss.
- ZUBIZARRETA, P. (1999), *Santa María. Catedral Zaharra, Berri. La Nueva Catedral Vieja*, Vitoria-Gasteiz.

PLAN DIRECTOR CATEDRAL DE SANTA MARÍA

Dirección:

Juan Ignacio Lasagabaster Gómez (arquitecto, Jefe del Servicio Histórico-Arquitectónico de la Diputación Foral de Álava)

Redacción:

Agustín Azkarate Garai-Olaun (catedrático de Arqueología, Universidad del País Vasco)

Leandro Cámara Muñoz (arquitecto)

Pablo Latorre González-Moro (arquitecto)

Forma y geometría. El levantamiento topográfico y fotogramétrico.

El modelo tridimensional

Dirección y proyecto:

Leandro Cámara Muñoz (arquitecto)

Pablo Latorre González-Moro (arquitecto)

Topografía:

Germán Roibás Pérez (perito agrícola, Universidad Politécnica de Madrid)

Mayte Risueño Peña (ingeniera agrónoma, Universidad Politécnica de Madrid)

Ignacio Merino Sepúlveda (perito agrícola, Universidad Politécnica de Madrid)

Restitución fotogramétrica (Latorre & Cámara arquitectos):

Esperanza Dúcar Martínez (arqueóloga)

Carlos Sánchez-Garnica Jiménez (delineante)

M. Cruz Rojí Álvarez (arquitecta)

Alicia López Burguillo (aparejadora)

Luis González Pérez (delineante)

Elaboración planimétrica (Latorre & Cámara arquitectos):

Carmen Pérez Medina (arquitecta)

Álvaro González de la Fuente (arquitecto)

Juan Carlos Mogarra Morales (aparejador)

José Luis Segura Siljestrom (arquitecto)

Mayte González Sánchez-Herederu (arquitecta)

Eva Alonso García (arquitecta)

Sara Arroyo Conde (estudiante arquitectura)

Proceso y programas informáticos:

José Vicario López (informático)

Mayte Vicario López (aparejadora)

Estudios históricos

Dirección y proyecto:

Agustín Azkarate Garai-Olaun (catedrático de Arqueología, Universidad del País Vasco)

Estudio de fondos documentales:

Javier Goicolea Julián (doctor en Historia)

Estudio histórico-artístico:

Lucía Lahoz Gutiérrez (doctora en Historia del Arte, Universidad de Salamanca)

J. Javier López de Ocáriz y Alzola (doctor en Historia del Arte)

Excavación arqueológica (Equipo arqueológico de la Universidad del País Vasco):

Juan José Bienes Calvo (arqueólogo)

Kepa Cabrerizo Benito (arqueólogo)

José Cardoso Tostado (arqueólogo)

Ismael García Gómez (arqueólogo)

Ángel Martínez Montecelo (arqueólogo)

José Manuel Martínez Torrecilla (arqueólogo)

Alberto Plata Montero (arqueólogo)

José Rodríguez Fernández (arqueólogo)

Iban Sánchez Pinto (arqueólogo)

José Luis Solaun Bustinza (arqueólogo)

Lectura arqueológica de las fábricas (Equipo arqueológico de la Universidad del País Vasco):

I. Carlota Domínguez Beltrán de Heredia (arqueóloga)

Alaitz Etxebarria Akaiturri (arqueóloga)

Arantza Fernández de Jáuregui Sáez de Nanclares (arqueóloga)

Leandro Sánchez Zufiaurre (arqueólogo)

José Luis Solaun Bustinza (arqueólogo)

Cartografía arqueológica (Laboratorio de la Universidad del País Vasco):

Karmele Artano Perez (topógrafa)

Iñaki Koroso Arriaga (topógrafa)

Amalia Mesanza Moraza (topógrafa)

Álvaro Rodríguez Miranda (ingeniero en Geodesia y Cartografía)

Iratxe Vicente Espina (topógrafa)

José Manuel Valle Melón (topógrafa)

Ensayos de rocas existentes en las obras de fábrica.

Realización:

Laboratorio General de la Diputación Foral de Álava

Director:

Celestino García Pérez del Río (químico)

Técnico de laboratorio:

Manuel Díez Catalán

Extracción de testigos e inspección visual remota de la sección constructiva de los muros. Composición y evaluación del nivel de huecos

Dirección y proyecto:

Pablo Latorre González-Moro (arquitecto)

Perforaciones y extracción de testigos:

1º y 2º campaña: C.P.A. S.L. (Conservación del Patrimonio Artístico)

3º campaña: Laboratorio General de la Diputación Foral de Álava

Inspección visual remota:

Proyecto y ejecución:

1ª campaña: Tecnocontrolli srl., Roma

Giuseppe Carluccio (ingeniero civil)

Stefano de Vito (ingeniero civil)

2ª y 3ª campaña (Latorre & Cámara arquitectos):

Pablo Latorre González-Moro (arquitecto)

Andrea Cozzo (ingeniero civil)

Análisis litológico de las rocas y de los morteros extraídos en los testigos de

la 2ª y 3ª campañas:

Luis Miguel-Martínez Torres (doctor en Ciencias Geológicas, Universidad del País Vasco)

Blanca Guarás González (doctora en Ciencias Geológicas, Universidad del País Vasco)

Estudio radiológico de la sección constructiva del triforio

Dirección y proyecto:

Leandro Cámara Muñoz (arquitecto)

Ejecución:

Tratamiento y Controles Técnicos S.A., Bilbao

Luis Capel Lisón (ingeniero industrial)

Inspección termográfica

Dirección y proyecto:

Pablo Latorre González-Moro (arquitecto)

Ejecución:

CADEM, Bilbao

EDE Ingenieros SAL, Bilbao

Juan José Ducar Martínez (inspector termográfico)

Curvas de humedad. Humedades de capilaridad

Dirección y proyecto:

Diana Pardo San Gil

Colaboración:

Dolores Sanz Gómez de Segura (restauradora)

Mónica San Juan Ríos (restauradora)

Ernesto Borrelli (químico, ICROM, Roma)

La colonización vegetal. Catalogación y evaluación de su impacto

Patxi Heras Pérez (biólogo, Museo de Ciencias Naturales de Álava)

Gustavo Renobales Scheiffel (doctor en Ciencias Biológicas, Universidad del País Vasco)

Marta Infante Sánchez (doctora en Ciencias Biológicas, Museo de Ciencias Naturales de Álava)

Estado de conservación, patologías y estudio de los tratamientos de restauración

Servicio de Restauraciones. Departamento de Cultura y Euskera. Diputación Foral de Álava
Rosaura García Ramos (restauradora, jefa del Servicio)
Emilio Ruiz de Arcaute Martínez (restaurador)
Dolores Sanz Gómez de Segura (restauradora)
Marina López Villanueva (restauradora)
Cristina Aransay Saura (restauradora)
Diana Pardo San Gil (restauradora)

Descripción y localización de los daños ocasionados por organismos xilófagos en las estructuras de madera

TECMA, S.A.
Estela García Torre (bióloga)
Luis Villafranca Urchegui (biólogo)
Aitor Aguinaga Legorburu (químico)
Eloy Rodríguez Álvarez (químico)

Evaluación constructiva y resistente de las estructuras de madera

Dirección y proyecto:
Mikel Landa Esparza (doctor en Arquitectura, Universidad de Navarra)

Colaboración:
Joseba Ander Velasco Lafuente (veterinario, IBERDES S.A., Vitoria)
Ander Echevarría Caño (IBERDES S.A., Vitoria)

Estudio geotécnico

Dirección y proyecto:
Leandro Cámara Muñoz (arquitecto)

Ejecución interior:
CINSA-EP, Bilbao
Dirección: Julio Martínez López (geólogo)

Ejecución exterior:
Laboratorio General de la Diputación Foral de Álava
Dirección: Celestino García Pérez del Río (químico)

Movimientos de la estructura. Sistema automático de adquisición de datos

Dirección:
Leandro Cámara Muñoz (arquitecto)

Proyecto:
Giorgio Croci (ingeniero civil, SCP. srl. Roma)

Ejecución:
Giuseppe Carluccio (ingeniero civil)
Stefano de Vito (ingeniero civil, Tecnocontrolli srl., Roma)

Cálculos por el Método de Elementos Finitos

Dirección:
Giorgio Croci (ingeniero civil)
Santiago Sánchez Beitia (físico)

Proyecto 1º:
Ejecución: SCP. srl. Roma
Director: Giorgio Croci (ingeniero civil)

Equipo de trabajo:
Giuseppe Carluccio (ingeniero civil)
Alberto Viscovich (ingeniero civil)
Fabio Sabbadini (ingeniero civil)

Proyecto 2º:
Ejecución: Departamento de Física Aplicada I. ETS Arquitectura de San Sebastián
Director: Santiago Sánchez Beitia (director del equipo de la UPVHU y doctor en Ciencias Físicas)

Equipo de trabajo:

Alberto Zulueta Goyenechea (doctor arquitecto)
Javier Barrallo Calonge (doctor informático)
Luis Pedro Blanco Conejo
José Caro Calzada

Estudio de las tensiones reales de trabajo de algunos elementos estructurales

Dirección:
Giorgio Croci (ingeniero civil)
Santiago Sánchez Beitia (físico)

Ejecución proyecto 1º:
Tecnocontrolli srl. Roma
Giuseppe Carluccio (ingeniero civil)
Stefano de Vito (ingeniero civil)

Ejecución proyecto 2º:
Departamento de Física Aplicada I. ETS Arquitectura de San Sebastián

Informe sociológico del entorno próximo

Dirección:
Idoia Etayo Macazaga (socióloga)

Colaboración:
Agencia Municipal de Renovación Urbana y Vivienda S.A.

Espacios, superficies y usos

Dirección:
Pablo Latorre González-Moro (arquitecto)

Colaboración (Latorre & Cámara arquitectos):
María Teresa González Sánchez-Heredero (arquitecta)

Instalaciones técnicas

Dirección:
Pablo Latorre González-Moro (arquitecto)

Colaboración (Latorre & Cámara arquitectos):
María del Carmen Fernández Flores (aparejadora)
María Teresa González Sánchez-Heredero (arquitecta)

Base de datos y Sistema de Información Monumental (SIM).

Dirección:
Leandro Cámara Muñoz (arquitecto)
Pablo Latorre González-Moro (arquitecto)
José Vicario López (informático)

Proyecto:
Leandro Cámara Muñoz (arquitecto)
Pablo Latorre González-Moro (arquitecto)

Programación:
José Vicario López (informático)

Colaboración:
Agustín Azkarate Garai-Olaun (catedrático de Arqueología, Universidad del País Vasco)
Arantza Fernández de Jáuregui Sáez de Nancíares (arqueóloga)
Mayte Vicario López (aparejadora)

ÍNDICE COMPLETO DE LA OBRA

VOLUMEN I

Presentaciones institucionales

D. Antonio Aguilar Mediavilla	.IX
<small>PRESIDENTE DEL PATRONATO DE LA FUNDACIÓN CATEDRAL SANTA MARÍA Y DIPUTADO DE OBRAS PÚBLICAS Y URBANISMO DE LA DIPUTACIÓN FORAL DE ÁLAVA</small>	
D. Jorge Ibarrodo Bajo	.XI
<small>VICEPRESIDENTE DEL PATRONATO DE LA FUNDACIÓN CATEDRAL SANTA MARÍA Y CONCEJAL DELEGADO DE ORDENACIÓN DEL TERRITORIO Y VIVIENDA DEL AYUNTAMIENTO DE VITORIA-GASTEIZ</small>	
Mons. D. Miguel Asurmendi Aramendía	.XIII
<small>OBISPO DE VITORIA-GASTEIZ</small>	

La nueva Catedral vieja JUAN IGNACIO LASAGABASTER	.XV
--	-----

Introducción AGUSTÍN AZKARATE, LEANDRO CÁMARA, JUAN IGNACIO LASAGABASTER, PABLO LATORRE

1	Antecedentes	. 2
1.1	Una Catedral para 600 años	. 2
1.2	Primeras actuaciones	. 3
1.2.1	¿Actuar con urgencia?	. 4
	<i>Análisis estructural de la Catedral de Santa María de Vitoria-Gasteiz: conclusiones y propuestas de actuaciones futuras</i>	. 5
	Las propuestas del profesor Croci	.11
1.2.2	Actuar sí, pero... ¿dónde?, ¿cómo?	.12
2	Catedral de Santa María	.16
2.1	Emplazamiento	.16
2.2	Estructura general del complejo de edificios	.16
2.3	La iglesia de Santa María	.18
2.4	La capilla de Santiago	.20
2.5	El pórtico occidental y la torre campanario	.23
2.6	La sacristía y otras dependencias anejas	.23
3	El edificio en imágenes	.24
4	Primera valoración de los problemas del edificio	.44

I Metodología aplicada en el Plan Director AGUSTÍN AZKARATE, LEANDRO CÁMARA, JUAN IGNACIO LASAGABASTER, PABLO LATORRE

1	Metodología de la restauración arquitectónica	.50
2	La condición arquitectónica e histórica del edificio	.52
2.1	Las condiciones constructivas, funcionales y formales: el orden arquitectónico	.53
2.2	Las condiciones históricas: arqueología de la arquitectura	.54
2.3	La condición compleja: el sistema Catedral de Vitoria-Gasteiz	.55
2.4	La Catedral de Santa María. Algunas referencias sobre su historia constructiva	.57
2.4.1	Orígenes: sobre las repercusiones del subsuelo	.57
2.4.2	Adiciones posteriores al templo gótico: sobre las modificaciones de la propia estructura	.58
3	Descripción de la metodología a emplear	.60
3.1	Análisis del edificio: investigación científica	.60
3.1.1	El grupo de estudios arquitectónicos	.60

3.1.2	El grupo de estudios históricos	61
3.1.3	La sistematización de los estudios	62
3.2	Instrumentos de registro. Sistema de Información Monumental	63
3.2.1	Representación gráfica tridimensional: descomposición del edificio	64
3.2.2	Base de datos	64
3.2.3	Geografía del edificio: cartografías temáticas	66
3.2.4	Generación de modelos y planos mediante consultas	67
3.2.5	Obtención de informes del estado del edificio: evaluación por consultas	67
3.2.6	Gestión de los proyectos utilizando el sistema de información	68
3.2.7	Actualización de la información y replanificación	69
3.3	Finalidad del Plan: investigaciones y obras	70
3.3.1	Obras de restauración como labores de investigación	71
3.3.2	La creación de una nueva Catedral	72
3.3.3	El edificio como fuente de información histórica general	73
3.3.4	Planificación de las intervenciones	73
3.3.5	La comunicación como motor del Plan	74
3.3.6	Recuperación pública y <i>musealización</i> del edificio	75

II Documentación del estado previo del monumento. Estudios y ensayos realizados

1	Evaluación preliminar del estado de la Catedral y diseño de la fase de estudios. LEANDRO CÁMARA, PABLO LATORRE	78
1.1	Objetivo de la fase de estudios	78
1.2	El estudio y análisis de la arquitectura histórica	79
1.3	El desmembramiento analítico de la arquitectura histórica. Definición y clasificación de los temas de estudio	80
1.4	Clasificación de las técnicas y herramientas disponibles para la investigación	82
1.4.1	La estructura visible y oculta de los edificios	82
1.4.2	Los resultados extensivos y los puntuales	83
1.5	Evaluación preliminar del estado de la Catedral y proyecto de estudios	84
2	Forma y geometría. El levantamiento topográfico y fotogramétrico. El modelo tridimensional. LEANDRO CÁMARA, PABLO LATORRE	86
2.1	Introducción	86
2.2	Levantamiento de plantas	86
2.3	Modelo tridimensional del edificio	86
2.3.1	Levantamiento bidimensional de la Catedral	88
2.3.2	Toma de datos para la fotogrametría tridimensional	89
2.3.3	Descomposición del edificio en elementos constructivos	92
2.3.4	Plano guía y estructura interna del sistema de dibujos	93
3	Estudios históricos	106
3.1	Introducción. AGUSTÍN AZKARATE	106
3.1.1	Consideraciones metodológicas	106
3.1.2	El contexto de la investigación	115
3.2	Vaciado documental. AGUSTÍN AZKARATE	117
3.3	Análisis arqueológico	121
3.3.1	Subsuelo	121
a.	Introducción. AGUSTÍN AZKARATE	121
b.	Metodología. AGUSTÍN AZKARATE	122
c.	Sistema de registro. AGUSTÍN AZKARATE, LEANDRO SÁNCHEZ ZUFIAURRE	123
-	registro escrito	123
-	registro gráfico	124
-	registro fotográfico	125
-	registro fotogramétrico. KARMELE ARTANO, IÑAKI KOROSO, JOSÉ MANUEL VALLE	125

	-control del registro	132
3.3.2	Alzados	134
	a. Metodología. AGUSTÍN AZKARATE	134
	-las variables de carácter técnico-constructivo	135
	-las variables de carácter formal	135
	-agrupación de las variables	139
	b. Sistema de registro. AGUSTÍN AZKARATE, LEANDRO SÁNCHEZ ZUFIAURRE	146
	-registro escrito	146
	-registro gráfico	148
3.3.3	Síntesis de los resultados	150
	a. Excavaciones arqueológicas. AGUSTÍN AZKARATE, JUAN JOSÉ BIENES, JOSÉ MANUEL MARTÍNEZ TORRECILLA, JOSÉ LUIS SOLAUN	150
	-sector 11	150
	-sector 11-0. Patio junto al cantón de Santa María	157
	-sector 12	158
	-sector 13	166
	-material cerámico. JOSÉ MANUEL MARTÍNEZ TORRECILLA, ALBERTO PLATA, JOSÉ LUIS SOLAUN	170
	-material numismático. JOSÉ IGNACIO SAN VICENTE	174
	b. Lectura estratigráfica: las fases constructivas. AGUSTÍN AZKARATE, IDOIA CARLOTA DOMÍNGUEZ, ARANTZA FERNÁNDEZ DE JÁUREGUI, LEANDRO SÁNCHEZ ZUFIAURRE, JOSÉ LUIS SOLAUN	178
	c. Diagramas estratigráficos conjuntos	192
	d. Tabla de correspondencias entre unidades estratigráficas, actividades, grupos de actividades, fases y periodos	194
3.4	Sugerencias sobre la imagen de Santa María de Vitoria-Gasteiz. LUCÍA LAHOZ	200
3.4.1	Introducción	200
3.4.2	Prolegómenos	200
3.4.3	Etapa gótica	202
	a. Sobre la imagen construida	203
	b. Sobre la imagen esculpida	206
	-introducción	206
	-portada de Santa Ana	208
	-pórtico occidental	212
	-portada norte	222
	c. La imagen devocional	223
	d. La imagen añadida	223
3.4.4	A modo de epílogo	224
3.5	Catalogación y estado de conservación del Patrimonio Mueble. ZOILO CALLEJA	226
3.5.1	Introducción y consideraciones generales	226
3.5.2	Documentación	227
	a. Bibliografía	227
	b. Inventarios	227
3.5.3	Principales elementos del Patrimonio Mueble	227
	a. Orfebrería	227
	b. Escultura	228
	c. Pintura	230
	d. Ornamentos litúrgicos	230
	-ornamentos de seda filipina	230
	-ornamentos de D. Ramón Fernández de Piérola	231
	-frontales y palios	231
	e. Libros y cantorales	231
	f. Órgano	231
4	Estudios arquitectónicos	232
4.1	Estudios constructivos	232

4.1.1	Cartografía litológica y procedencia de las rocas empleadas en la construcción. LUIS MIGUEL MARTÍNEZ TORRES	232
a.	Contenido del trabajo realizado	232
b.	Resumen de los resultados obtenidos	232
c.	Metodología empleada	232
	-análisis petrológico	232
	-fichas petrológicas	232
	-mapa litológico	232
	-procedencia geológica y geográfica de las litologías	233
d.	Explicación de las fichas petrológicas	233
e.	Tipologías distinguidas	235
	-lumaquela de Ajarte	236
	-calcarenita de Olárizu	237
	-caliza margosa local	237
	-arenisca de la Sierra Elguea	238
	-travertino	238
f.	Bloque unitario	239
g.	Volumen de roca empleado	239
h.	Conclusiones	240
4.1.2	Estudio petrológico de los morteros. BLANCA GUARÁS	242
a.	Introducción	242
b.	Metodología	242
c.	Recogida de muestras	243
d.	Estudio petrográfico	243
e.	Valoración de los resultados	244
	-análisis composicional	244
	-análisis granulométrico y morfológico	245
f.	Tipologías de morteros y su distribución en el conjunto arquitectónico	245
g.	Conclusiones	246
4.1.3	Ensayos de rocas existentes en las obras de fábrica. LABORATORIO GENERAL DE LA DIPUTACIÓN FORAL DE ÁLAVA	250
4.1.4	Inspección visual remota de la sección constructiva de las fábricas. PABLO LATORRE	260
a.	Técnicas para inspección visual de zonas ocultas en la construcción	260
b.	Tipologías y características de los endoscopios industriales	260
c.	Descripción de la campaña de inspección remota en muros y pilares realizada en la Catedral	262
	-metodología y equipos empleados	263
	-resultados de la primera campaña	265
	-resultados de la segunda campaña	265
	-resultados de la tercera campaña	272
4.1.5	Estudio radiológico de la sección constructiva del triforio. LEANDRO CÁMARA	278
a.	Planteamiento del problema	278
b.	La investigación radiológica	279
c.	Resultados obtenidos	279
4.1.6	Sistema constructivo y descripción de los elementos de fábrica. LEANDRO CÁMARA, PABLO LATORRE, M. TERESA GONZÁLEZ	282
a.	Introducción	282
b.	Evaluación preliminar. Primera aproximación a una clasificación tipológica de las fábricas	284
c.	Los materiales pétreos y las argamasas	288
d.	La estructura de la Catedral de Vitoria y su descomposición constructiva	292
	-la descomposición de una estructura arquitectónica en elementos constructivos	292
	-elementos que definen la estructura de la Catedral de Vitoria	294
e.	Suelo y Zapatas	296
	-zapatas de los pilares de la nave central I1, I2, H2, H1	297
	-zapatas de los muros laterales de la fachada sur	298
	-zapatas de la cabecera de la iglesia y del extremo norte del crucero	298

-preexistencias en los arranques de los muros de la estructura proyectada en época de Alfonso VIII	299
-zapatas de los pilares C1, C2, C3, C4 que forman la cabecera de la iglesia	299
f. Los pilares	300
g. Los muros	303
-muro de mampostería de lajas en sus dos caras, de gran espesor perteneciente al proyecto iniciado por Alfonso	305
-muro de mampostería del proyecto iniciado por Alfonso VIII tallado y forrado interiormente por una hoja de sillería en las dos fases del gótico de los siglos XIII y XIV	308
-muro de sillería de caliza blanca (lumaquela de Ajarte) en sus dos caras	309
-muro de sillería en la hoja interior y de mampostería en la hoja exterior	311
-muro de mampostería en sus dos caras de tipología diversa	311
-muro de sillería de arenisca de la Sierra de Elguea	312
-muro de ladrillo y entramado de madera	313
-muros enfoscados de cal o cemento	313
h. Triforio	313
i. Ventanales	316
j. Pilastras, contrafuertes, arbotantes y botareles	320
-pilastras	325
-contrafuertes y estribos adosados a los muros	327
-botareles	329
-arbotantes	330
k. Bóvedas y arcos	331
-bóvedas de crucería de las naves laterales, girola y capillas del transepto	332
-bóvedas de crucería de la nave central y el transepto	334
-bóvedas hexapartitas del presbiterio y las capillas absidales	335
Glosario de términos constructivos	339
Descomposición en elementos constructivos de fábrica	346
4.1.7 Inspección termográfica. PABLO LATORRE	350
a. Alcance del trabajo	350
b. Metodología	350
c. Consideraciones generales	350
-variables de la prueba	350
-interpretación de las imágenes térmicas	351
d. Comentario sobre el trabajo realizado y los resultados obtenidos	351
4.1.8 El sistema de evacuación y recogida del agua de lluvia. Cartografía de las humedades de infiltración. PABLO LATORRE	354
a. Sistema de recogida y evacuación del agua de lluvia	354
-superficies de la cubierta recogidas en cada uno de los sumideros y en cada tramo de la red de bajantes	356
b. Humedades y degradación	359
-causas más frecuentes de la presencia de las humedades en la edificación	359
-consecuencias de la humedad absorbida por los muros	360
-localización de las humedades en los alzados del edificio	361
-origen y consecuencias de las humedades existentes en la Catedral	364
4.1.9 Curvas de humedad. Humedades de capilaridad. DIANA PARDO	366
a. Introducción	366
b. Mediciones de las curvas de humedad	366
-estudio realizado	366
-puntos de medición	366
-objetivos del estudio	366
c. Conclusiones generales	368
4.1.10 La colonización vegetal. Catalogación y evaluación de su impacto. PATXI HERAS, GUSTAVO RENOBALES, MARTA INFANTE	372
a. Introducción	372
b. Metodología	372
-muestreo	372

-identificación y estudio de los vegetales	372
-localización de los puntos con colonización vegetal	373
c. Puntos de muestreo	373
d. Catálogos comentados de especies	373
-líquenes	373
-briófitos	375
-plantas vasculares	375
e. Valoración del ataque vegetal y recomendaciones	376
-líquenes	376
-briófitos	377
-plantas vasculares	377
f. Consideraciones para la restauración	379
4.1.11 Estado de conservación, patologías y estudio de los tratamientos de restauración. SERVICIO DE RESTAURACIÓN DE LA DIPUTACIÓN FORAL DE ÁLAVA	380
a. Introducción	380
b. Estudios previos	380
-recopilación de la documentación existente	380
-examen óptico	380
-toma de muestras	380
-análisis de laboratorio	381
-elaboración de una cartografía	382
c. Estado de conservación	382
d. Propuesta de intervención	386
e. Conclusiones	388
4.1.12 Descripción y geometría de las estructuras de madera. LEANDRO CÁMARA, PABLO LATORRE	390
a. Descripción de cada una de las tipologías según los diferentes espacios de la Catedral	392
-nave principal y crucero	392
-crucero	394
-naves laterales	396
-capillas del brazo norte y sur del crucero y de la girola	397
-pórtico de la iglesia	398
-sacristía	400
-capilla de Santiago	400
4.1.13 Descripción y localización de los daños ocasionados por organismos xilófagos en las estructuras de madera. TECMA, S.A.	404
a. Cubierta del paso de ronda	404
b. Cubierta de la sacristía	404
c. Cubierta de la capilla de Santiago	404
d. Cubierta del pórtico	405
e. Cubierta lateral norte	405
f. Cubierta de la nave lateral sur	405
g. Cubierta de la girola	405
h. Cubierta de la nave central y del crucero	406
i. Cubierta de la torre	406
4.1.14 Evaluación constructiva y resistente de las estructuras de madera. MIKEL LANDA	408
a. Introducción	408
b. Diagnóstico. Objetivos. Procedimiento	408
c. Análisis estructural	408
d. Análisis constructivo	409
e. Análisis de humedades en la madera	409
f. Diagnóstico. Resultados	410
g. Calidad estructural	410
h. Patología constructiva	410
i. Humedades	410

VOLUMEN II

4.2	Estudios estructurales	424
4.2.1	Estudio geotécnico. LEANDRO CÁMARA	424
a.	Variables a determinar	425
	-determinación del lecho rocoso	425
	-determinación de las características de la roca	426
	-determinación del posible estrato intermedio entre roca y yacimiento arqueológico	426
	-aproximación al yacimiento arqueológico	426
b.	Sondeos a efectuar y toma de muestras	426
	-sondeos mecánicos	427
	-ensayos de penetración dinámica	427
	-topografía de las bocas de perforación	427
c.	Ensayo de las muestras en laboratorio	428
	-ensayos en roca	428
	-ensayos en arcillas	428
	-ensayos del suelo arqueológico	429
	-aguas freáticas	429
d.	Informe geotécnico	429
	-el suelo bajo la Catedral	429
	-características del terreno	429
4.2.2	Análisis de las deformaciones y lesiones estructurales. LEANDRO CÁMARA	434
a.	Objetivo del estudio	434
b.	Elaboración del estudio	435
c.	La deformación de la Catedral	437
	-brazo sur del transepto	438
	-brazo norte del transepto	439
	-nave central	440
	-pilares del crucero	441
	-otros puntos de deformación acusada	441
d.	Las lesiones de la Catedral	441
	-brazo sur del transepto	441
	-brazo norte del transepto	442
	-naves de los pies	442
e.	Análisis de los resultados	443
	-brazo sur del transepto	443
	-brazo norte del transepto	443
	-naves de la iglesia	444
	-pilares del crucero	445
f.	Conclusiones	445
4.2.3	Movimientos de la estructura. Evaluación del sistema automático de adquisición de datos. LEANDRO CÁMARA	452
a.	Objetivo del estudio	452
b.	Elaboración del estudio	452
c.	El estudio de la Catedral entre los años 1992 y 1998	453
	-medidores de fisuras	454
	-medidores de convergencia a hilo	455
	-termómetros	455
	-puentes extensométricos	455
	-medidor de inclinación	456
	-nuevos aparatos	456
d.	Resultados obtenidos	456

e.	Resultado de los controles	456
f.	Análisis de los resultados	469
-	naves	469
-	transepto norte	470
-	transepto sur	470
-	pilastra entre el transepto y la nave sur	470
g.	Conclusiones	471
4.2.4	Evolución histórica de la estructura. LEANDRO CÁMARA, AGUSTÍN AZKARATE	472
a.	Objetivo del estudio	472
b.	Elaboración de este estudio	472
c.	Desarrollo histórico	473
-	fase 1. Preexistencias. Finales del siglo XII	473
-	fase 2. El proyecto inicial, Alfonso VIII de Castilla. Inicio del siglo XIII	474
-	fase 3. Gótico A. La iglesia gótica clásica, de Alfonso X el Sabio a Sancho IV, 1252-1295	476
-	fase 4. Segunda iglesia gótica, 1330-1400	482
-	fases 5 y 6. Siglos XV y XVI	492
-	fases 7 y 8. Primeras alarmas y lucha contra la ruina. Siglos XVII y XVIII	498
-	fase 9. Últimas reparaciones históricas. Siglo XIX	505
-	fases 10 y 11. Las restauraciones del siglo XX	510
d.	Conclusiones	521
4.2.5	Evaluación de cargas. LEANDRO CÁMARA	522
a.	Introducción	522
b.	Modelo de comportamiento	522
c.	Cálculos gráficos: funiculares, antifuniculares, línea de empujes	523
d.	Acciones consideradas y tensiones admisibles	525
e.	Elaboración de las secciones	526
f.	Secciones consideradas	527
-	sección 23	527
-	sección 1	531
-	sección 6	534
-	sección 3	537
-	sección 11	541
-	sección 24	545
g.	Conclusiones	547
4.2.6	Mecánica de la estructura. LEANDRO CÁMARA	548
a.	Introducción	548
b.	Modelo estructural	548
-	articulaciones en los arcos de dovelas	549
-	la transmisión de los empujes	551
c.	Movimientos y formación de articulaciones en la fábrica	554
d.	Los fenómenos evolutivos de la estructura	555
-	asientos del terreno y corrimientos en la ladera	555
-	degradación de los materiales	556
-	esfuerzos cíclicos y cambiantes	557
-	las alteraciones históricas (artificiales)	557
e.	Líneas de cargas y aspectos constructivos	557
-	contrafuerte de la portada de Santa Ana	558
-	pilares del crucero	564
-	pilares laterales de la nave central	568
-	capillas y arcosolios	571
f.	Otros aspectos singulares de la estructura	575
-	la construcción del triforio	575

	-los arcos codales y los tirantes de la última restauración	576
	-la desaparecida capilla de Los Reyes	577
	-la esquina noreste del transepto	578
	-cimentación	580
	g. Conclusiones	584
4.2.7	Cálculos por el Método de Elementos Finitos. GIORGIO CROCI, SANTIAGO SÁNCHEZ BEITIA	586
	a. Introducción	586
	b. Los modelos elásticos lineales y no lineales	587
	-modelos elásticos globales	587
	-modelos elásticos de un tramo de la nave central, analizado por fases constructivas	590
	-modelos de un tramo de la bóveda del transepto y de la nave central	592
	c. Simulación local: análisis por Elementos Finitos	596
	-el Método de Elementos Finitos	597
	-el programa ANSYS	598
	-el análisis en la Catedral Vieja de Santa María de Vitoria	599
	-el modelo geométrico utilizado para la simulación	600
	-el estudio de las bóvedas	600
	-el estudio tridimensional	601
	-el estudio histórico	602
4.2.8	Estudio de las tensiones reales de trabajo de algunos elementos estructurales GIORGIO CROCI, SANTIAGO SÁNCHEZ BEITIA	604
	a. Investigaciones, controles y ensayos con el gato plano	604
	-generalidades	604
	-ensayos de fractura	604
	b. Dedución experimental de los esfuerzos que soportan los elementos estructurales	613
	-introducción	613
	-cálculo experimental de esfuerzos en edificaciones del patrimonio histórico	613
	-resultados experimentales en la Catedral	615
4.3	Usos e instalaciones técnicas	617
4.3.1	Informe sociológico. IDOIA ETAYO	617
	a. Análisis global físico	617
	-los edificios	618
	-las viviendas	618
	-los locales	619
	b. Análisis social	619
4.3.2	Espacios, superficies y usos. PABLO LATORRE	623
4.3.3	Instalaciones técnicas. PABLO LATORRE	628
	a. Introducción	628
	b. Iluminación y electricidad	628
	c. Fontanería y saneamiento	630
	d. Acondicionamiento ambiental. Calefacción	632
	e. Otras instalaciones	634
	f. Conclusiones	634
5	Base de datos y Sistema de Información Monumental. LEANDRO CÁMARA, PABLO LATORRE, JOSÉ VICARIO LÓPEZ	636
6	Obras y actuaciones complementarias al desarrollo del Plan Director. LEANDRO CÁMARA, PABLO LATORRE	640
6.1	Introducción	640
6.2	Contenido y desarrollo de las obras ejecutadas	643
6.2.1	Estructuras provisionales de refuerzo y apeo de la estructura de la Catedral	643
	a. Obras de apeos provisionales de las bóvedas del crucero y acodamiento de las bóvedas de la nave	643
6.2.2	Refuerzo de las estructuras de madera	645
	a. Refuerzo de las cerchas de la nave y el transepto	645

b.	Refuerzos del entablado de suelo de los forjados interiores de la torre .....	.645
6.2.3	Reparación de la cubierta y del sistema de evacuación de agua .....	.645
a.	Reparación del tablero de cubierta .....	.645
b.	Reparación del sistema de evacuación de agua .....	.645
c.	Reconstrucción del piso del pasillo de ronda .....	.645
6.2.4	Estructuras provisionales de protección .....	.648
a.	Protección de las bóvedas del transepto sur .....	.648
b.	Protecciones del campanario de la torre .....	.648
c.	Protección contra las palomas y otras aves .....	.648
6.2.5	Actuaciones complementarias de apoyo a las excavaciones arqueológicas .....	.649
a.	Acodalamiento y apeo de los muros y cimentaciones descubiertas en la excavación .....	.649
b.	Entibación de los bordes de las excavaciones arqueológicas .....	.649
c.	Protección de la roca de cimentación descubierta en las excavaciones .....	.649
d.	Pasarelas para transitar sobre las excavaciones arqueológicas .....	.649
6.2.6	Demoliciones, limpiezas y ayudas a los estudios del Plan Director .....	.650
a.	Retirada de escombros .....	.650
b.	Demolición de pasarela .....	.650
c.	Picado de encapotados de morteros de cemento del trasdós de las bóvedas .....	.651
d.	Limpieza de residuos orgánicos .....	.651
e.	Demolición y retirada de diferentes elementos .....	.651
f.	Ayudas a los estudios del Plan .....	.651
6.2.7	Instalaciones eléctricas y de emergencia .....	.651
a.	Alumbrado de espacios secundarios y de emergencia .....	.651
b.	Sistema de detección de incendios .....	.651
c.	Pararrayos .....	.651

III Diagnóstico

1	Histórico. Evolución constructiva de la Catedral de Santa María. AGUSTÍN AZKARATE .....	.654
1.1	Preexistencias .....	.654
1.1.1	Sector 11 .....	.654
a.	Influencia de las preexistencias en los asientos góticos .....	.655
1.1.2	Sector 13 .....	.656
1.1.3	Estructuras extremo noroeste .....	.657
1.2	Conquista castellana. Alfonso VIII. El proyecto inicial .....	.660
1.2.1	Su conservación .....	.661
1.2.2	Su funcionalidad .....	.662
1.2.3	Su cronología .....	.662
1.3	Alfonso X. El cambio de proyecto .....	.663
1.3.1	Gótico A .....	.665
a.	Su conservación .....	.665
b.	Su cronología .....	.665
1.3.2	Gótico B .....	.668
a.	Su conservación .....	.668
b.	Su cronología .....	.668
1.4	Siglos XV-XVI. Sustitución de bóvedas lógicas por bóvedas de fábrica y terminación del templo .....	.669
1.4.1	Bóvedas de madera. Argumentos textuales .....	.670
1.4.2	Bóvedas de madera. Argumentos estructurales .....	.671
1.5	Siglo XVII. Primera alarma general .....	.674
1.6	Siglos XVIII-XIX. Lucha contra la ruina .....	.676
1.7	Siglo XX. Restauración del arquitecto M. Lorente .....	.677
1.7.1	Supresión de arcos codales .....	.677
1.7.2	Supresión de los enlucidos históricos .....	.678

1.7.3	Apertura de nuevos vanos	678
1.7.4	Descubrimiento de la portada de Santa Ana	678
Addenda: las excavaciones arqueológicas en la Catedral de Santa María y los orígenes de Vitoria-Gasteiz.		
	(Avance de la campaña del año 2000)	680
a.	Época romana	680
b.	Época tardoantigua	681
c.	Desde el siglo VIII a la fundación de Sancho el Sabio en 1181	681
	-primera fase: arquitectura íntegramente lígnea	682
	-segunda fase: arquitectura mixta	682
	-tercera fase	683
d.	Alfonso VIII (1158-1214)	685
e.	Alfonso X (1252-1284)	685
f.	Siglo XVII	686
g.	Siglos XVIII-XX	686
	Algunas consideraciones sobre la arquitectura doméstica altomedieval	686
2	Arquitectónico. LEANDRO CÁMARA, PABLO LATORRE	688
2.1	Constructivo	688
2.1.1	Introducción	688
2.1.2	La humedad	688
2.1.3	Los materiales constructivos	692
a.	Pétreo	692
b.	Decoración arquitectónica y escultórica	694
c.	Morteros	695
d.	Cerámicos	695
2.1.4	Las fábricas	695
a.	Cimentaciones	695
b.	Muros	695
c.	Pilares	697
d.	Pilastras, contrafuertes, estribos y botareles	697
e.	Arcos y bóvedas	697
2.1.5	Las estructuras de madera	697
a.	Estructuras principales	697
	-cerchas de cubiertas	697
	-forjados de torre y sacristía	698
	-chapitel	698
b.	Estructuras secundarias	698
	-vigas y pares de cubiertas	698
	-correas y entablados	699
2.1.6	Las cubiertas	699
a.	Materiales y ejecución	699
b.	Evacuación, trazado y dimensionado	699
2.1.7	Carpintería y cerrajería	699
a.	Ventanales, carpintería y vidriería	699
b.	Puertas	700
c.	Otros elementos	700
2.1.8	Revestimientos	700
a.	Enlucidos interiores	700
b.	Estucos policromos	701
2.1.9	Conclusiones	701
2.2	Formal. Los problemas derivados de la forma y la geometría del monumento en su configuración actual	702
2.2.1	Planteamiento general. Forma y patología	702

2.2.2	Los problemas formales de la Catedral	706
2.2.3	El sistema de contrafuertes, arbotantes y botareles de las fachadas norte y sur de la nave y de la girola	709
2.2.4	Ventanales y vitrales	711
2.2.5	La volumetría del edificio. La forma de la cubierta y su remate	711
2.3	Estructural	716
2.3.1	La estructura de la Catedral en 1996	716
2.3.2	La estructura tras la última restauración, hacia 1965	717
2.3.3	La construcción de la Catedral en varias etapas entre los siglos XII y XVI	718
2.3.4	La Catedral mantenida en pie a través de los siglos XVII al XIX	719
2.3.5	Por qué todavía no se ha caído pero tampoco se ha estabilizado	721
2.3.6	Premisas para una obra que ayude a la conservación de la Catedral	722
2.4	Funcional. La infrautilización del monumento y sus consecuencias. El uso litúrgico y el uso socio-cultural	724
2.4.1	Planteamiento general. Espacios, condiciones ambientales, usos y circulaciones	724
2.4.2	Los usos de un conjunto catedralicio	726
2.4.3	Los problemas de infrautilización de la Catedral de Santa María y su relación con la Catedral Nueva	727
2.4.4	Propuesta de nuevos usos y circulaciones	728
2.4.5	El recorrido diseñado para la exposición	730
2.5	Urbano. Interacción entre monumento y entorno. La manzana urbana y su rehabilitación integral	736
2.5.1	La manzana de la Catedral	736
2.5.2	La demolición	742
2.5.3	El esponjamiento	745
2.5.4	La conservación del uso residencial y de la tipología existente	747
2.5.5	La conservación integral	748
2.5.6	La rehabilitación como espacio de carácter socio-cultural y museo	748
2.5.7	Entorno urbano y plazas	749

IV Propuestas de actuación AGUSTÍN AZKARATE, LEANDRO CÁMARA, JUAN IGNACIO LASAGABASTER, PABLO LATORRE

1	Propuestas de actuación	758
1.1	Introducción	758
1.1.1	Qué hacer con los monumentos	758
1.1.2	Propuesta para la Catedral de Vitoria-Gasteiz	759
1.1.3	El aspecto estructural	760
1.1.4	El aspecto formal	760
1.1.5	El aspecto funcional	761
1.1.6	Las propuestas de intervención	761
1.1.7	Descripción de las obras propuestas	762
1.2	Obras de consolidación estructural	762
1.2.1	Composición de las fábricas	764
1.2.2	Resistencia de las fábricas	764
1.2.3	Geometría de las fábricas	764
1.2.4	Equilibrio de fuerzas	766
1.2.5	Introducción de prótesis	766
1.3	Obras mixtas de refuerzo estructural y acabado formal y arquitectónico	768
1.4	Obras de restauración de materiales	769
1.5	Obras de adecuación formal	770
1.6	Obras de puesta en valor	772
1.7	Obras en el entorno y la manzana	776
1.7.1	El museo de la Catedral y la ciudad de Vitoria	776
1.7.2	Las plazas y calles en torno a la Catedral	778
1.8	Conclusiones	779

Bibliografía	780
---------------------------	-----

Ficha técnica	784
----------------------------	-----

ANEXO

Cartografía arquitectónica LEANDRO CÁMARA, PABLO LATORRE

Plantas

- 1 Planos de situación. Escala 1:2000, 1:500
- 2 Planta a nivel de la calle Cuchillería. Escala 1:300
- 3 Planta de semisótano arqueológico. Nivel de excavaciones arqueológicas. Escala 1:300
- 4 Planta baja. Nivel plaza de Santa María. Escala 1:300
- 5 Planta pasillo de ronda y bajo cubierta de la sacristía. Escala 1:250
- 6 Planta de estructura de cubierta de sacristía y pasillo de ronda. Escala 1:250
- 7 Planta del triforio y bajo cubierta naves laterales, girola y pórtico. Escala 1:250
- 8 Planta de estructura de cubierta de naves laterales, girola y pórtico. Escala 1:250
- 9 Planta de bóvedas. Escala 1:250
- 10 Planta bajo cubierta de nave principal y crucero. Escala 1:250
- 11 Planta de estructura de cubierta de nave principal y crucero. Escala 1:250
- 12 Plantas de la torre. Escala 1:250
- 13 Planta de cubiertas. Escala 1:250

Alzados

- 14 Este. Escala 1:250
- 15 Sur. Escala 1:250
- 16 Oeste. Escala 1:250
- 17 Norte. Escala 1:250
- 18 Portadas del pórtico. Escala 1:50
- 19 Portada de Santa Ana. Escala 1:50

Secciones

- 20 Longitudinal a norte. Escala 1:250
- 21 Longitudinal crucero y transversal Santiago a este. Escala 1:250
- 22 Longitudinal crucero y transversal Santiago a oeste. Escala 1:250
- 23 Transversal nave tramo 4 a este y el alzado oeste crucero. Escala 1:250
- 24 Transversal nave tramo 2 a oeste, alzado coro y alzado este torre. Escala 1:250
- 25 Longitudinales por el pórtico. Escala 1:250

Perspectivas axonométricas

- 26 Noreste y sureste
- 27 Suroeste y noroeste

