

ADESTE DINTELES

número 22

18 DE SEPTIEMBRE DE 2021

Visita a la cabecera de la catedral de Ávila (I)

José Miguel Ávila Jalvo



Bóveda de la cabecera y arcos de entibo en el crucero (José Luis Gutiérrez Robledo)

La visita a la catedral de Ávila, bajo la batuta de abedul de José Luis Gutiérrez Robledo, siempre en invierno y recién inaugurado el día, comenzaba —como este ensayo— en el interior. Para que no nos pudiéramos escapar a una chocolatería.

Es un edificio al que le gusta parecer achacoso mientras presume de ser el primer gótico nacional, y para ello nos muestra enseguida sus arcos de acodalamiento que le colocaron en lo más visible. Puede que le duela alguna ligera grieta o sus leves abombamientos, pero yo creo que se queja de vicio, porque hasta le han quitado arbotantes, como se le arrancan patas a un cangrejo, y no da muestras de haber sufrido por ello, ni le impide manejarse.

El título que tenía previsto era “la catedral de Ávila y su tiempo” porque he considerado necesario ahondar en el desarrollo previo y estado de la técnica de su época, pero, ¿cuál es el tiempo de unos edificios que tardan tres siglos en cerrarse y otros tres en vestirse? Y he preferido recordar el frío de enero, el de aquellas amigables visitas.

TÍTULOS EDITADOS

Todos los números se pueden descargar, en formato PDF, del *archivo digital de la Universidad Politécnica de Madrid* pinchando este enlace con la techa Ctrl pisada. Ahí están, además, las versiones actualizadas

http://oa.upm.es/cgi/search/archive/simple?screen=Search&dataset=archive&order=&q_merge=ALL&q=%C3%A1vila+jalvo

nº 01	25-ene-2018	El ángulo de las juntas de las dovelas
nº 02	02-abr-2018	El muro de fachada del Palacio Real de Madrid
nº 03	05-may-2018	Tamaño y forma mientras llega el año mil
nº 04	26-jun-2018	Montaje y deslizamiento de dinteles (parte 1ª)
nº 05	09-jul-2018	Montaje y deslizamiento de dinteles (parte 2ª)
nº 06	14-sep-2018	Chabolismo urbano
nº 07	30-nov-2018	La construcción en la Antequera neolítica
nº 08	11-ene-2019	Las Meninas ¿cuarto o cuadro?
nº 09	15-mar-2019	San Juan de Duero. Parte inicial
nº 10	03-abr-2019	San Juan de Duero. Parte final
nº 11	10-jun-2019	Arquímedes y las cúpulas clásicas
nº 12	20-ago-2019	Más apuntes de la obra de la Plaza Mayor de Salamanca (1ª parte)
nº 13	07-oct-2019	Más apuntes de la obra de la Plaza Mayor de Salamanca (2ª parte)
nº 14	11-dic-2019	Consistorios, digo ábsides, de La Moraña
nº 15	25-ene-2020	Propedéutica de las paredes humildes
nº 16	26-feb-2020	Heurística de las paredes humildes (I)
nº 17	18-mar-2020	Heurística de las paredes humildes (II)
nº 18	06-may-2020	Anomalía de Göbekli Tepe
nº 19	16-sep-2020	Heurística de las paredes humildes (y III)
nº 20	14-abr-2021	Arcos de herradura: simbolismo y construcción
nº 21	15-abr-2021	Arcos de herradura: geometría y construcción
nº 22	18-sep-2021	Visita a cabecera de la catedral de Ávila (I)

base de partida del maestro Fruchel

El maestro Fruchel –del que hoy apenas se sabe que murió en 1192– diseña e inicia la obra de la catedral de Ávila, con tintes borgoñones. Se dice que pensaba cubrirla con bóveda de cañón, pero acabó haciéndola nervada [01 02], cosa que al muro le afectaba en poco, ya que ambos tipos de bóveda apoyan en él de manera similar. Dicho muro, de origen normando, consiste en una arquería de gruesos pilares en cuyas caras se adosan semicolumnas (o baquetones) para apoyo de arcos formeros longitudinales y perpiaños que cruzan la nave. Encima de la arquería, otras hileras de huecos se abren a triforios y claristorios, y todo ello con una altura más que respetable.



(XII): 01 Ávila, presbiterio 02 Santiago de Compostela, nave central

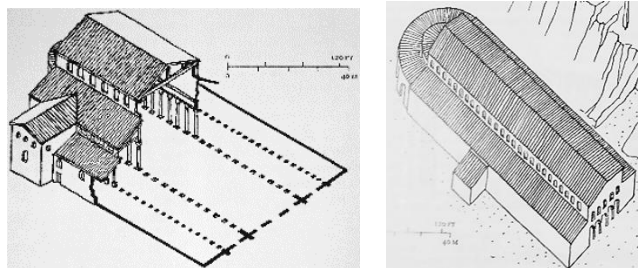
Pero, como es sabido, los nervios de la bóveda están distribuidos de forma engañosa, y creo que conviene empezar analizando ese engaño.

los muros de las basílicas

Las basílicas paleocristianas aun romanas, de fábricas aplomadas, hiladas rectas, ladrillos idénticos y juntas uniformes permitieron hacer largos y altos muros que alcanzaban la cubierta sin más arriostramiento que el ejercido a media altura por el techo de las naves laterales [03], que a veces ni existían [04]. Y usando muros de ladrillo, más deformables que los de piedra.

Pero esa técnica decayó con Roma. Muros de piedra mal labrada o de ladrillos reutilizados y sentados en hiladas irregulares no podían mantenerse estables, y, menos aún, si recibían el empuje de una bóveda ¹.

1 Krautheimer. ARCHITETTURA SACRA PALEOCRISTIANA E MEDIEVALE E ALTRI SAGGI... [En lo que sigue: K-1993] pág. 182: *Entre el siglo VI y el VIII se construyó... sin el nivel de calidad de los IV y V. Se utilizaron ladrillos usados, hiladas y*

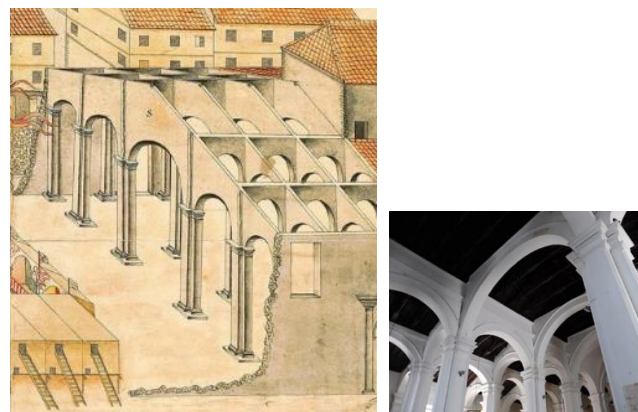


03 Roma, basílica lateranense y san Lorenzo extramuros ²



(IV) 04 Tréveris, Aula Palatina de Constantino ³

Para poder alcanzar aquel objetivo clásico, los muros longitudinales se ataron con otros transversales, y el conjunto formaba un entramado estable construido de una vez [05 06]. Era la manera de asegurar que el conjunto no perdía la vertical ni ondeaba. Algo conocido desde hacía milenios [AD-19 fig. 109].



05 catedral de la Ciudad de Panamá ⁴

capas de mortero irregulares, arcos formados de una rosca... pág 184: Unas veces los ladrillos eran gruesos, entremezclados con fragmentos de piedra (Sta. M^a. de Cosmedín)... Pero al final del VIII, correspondiendo con la época carolingia, los muros de ladrillo volvieron a ser regulares (Sta. Anastasia, S. Stefano, Sta. Práxedes) aunque de hiladas algo onduladas, juntas de mortero más constantes y arcos de doble rosca; es una mejora... aunque lejana a la uniformidad de tendido de S. Juan de Letrán o Sta. M^a. la Mayor.

2 Krautheimer. 2005. ARQUITECTURA PALEOCRISTIANA Y BIZANTINA págs. 52 y 59. Estado de ambos hacia 320.

3 <https://atenea-nike.webnode.es/historia-de-roma/restos-arqueologicos/alemania/treveris-trier/>

4 Navascués, Pedro. LAS CATEDRALES DEL NUEVO MUNDO 2018. En *El legado del Nuevo Mundo. Arte latinoamericano de la Edad Moderna*. UCM y Museo del Prado. Dibujo: ing. militar Nicolás Rodríguez (1749) Arch. Gral. de Indias. (recortado). Foto: Brian J. McMorrow (2010).



06 catedral de Sevilla. Perpiaños visibles sobre la cubierta ⁵

Como no es necesario que esa trama se trabee en toda la altura, el muro transversal nacía sobre un arco para no alterar los usos del edificio [07]. Arco llamado diafragma, por compartimentar; y fajón, por abrazar; y perpiaño, como los sillares que de tanto en tanto atraviesan un muro compuesto y cosen sus hojas.⁶



07 Roma, Sta. Práxedes ⁷ Florencia, S Miniato al Monte (XI)



Ese muro transversal queda oculto a la vista desde el interior de cualquier nave abovedada [08], y lleva a pensar que su única parte visible, los arcos perpiaños, sirven para que apoyen bóvedas y cimbras. Cosa cierta pero muy incompleta.

5 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Catedral_C%C3%A1tolica_de_Sevilla_-_panoramio.jpg

6 Benito Pradillo, M^a Ángeles. LA CATEDRAL DE ÁVILA: EVOLUCIÓN CONSTRUCTIVA Y ANÁLISIS ESTRUCTURAL. Tesis doctoral. 2011 (En adelante {BP}) p. 439: Transcribe el contrato con las condiciones para la construcción de la Capilla de San Segundo (1595) “y de veinte en veinte pies se eche un tizón que atraviese toda la pared”

7 Sira Gadea. VIAJAR CON EL ARTE. 2015. *El papa Pascual I (817-824) levantó una nueva basilica... a la que en el XIII se le añadió tres arcos diafragma al del ábside... Éste decorado con mosaicos de la época de Pascual I)... que contrarrestan los empujes... laterales y sustentan la cubierta.* <https://viajarconelarte.blogspot.com/2015/04/la-basilica-de-santa-prassedede-de-roma.html>

De hecho, muchas veces ese arco [09], con su muro encima, quedó a la espera de unas bóvedas que unas veces llegaron e *outras non* (aunque se las hubiera reservado asiento [10]).



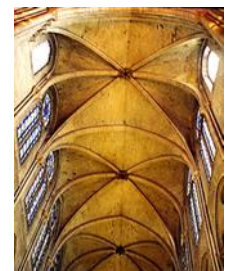
08 monasterio de Vilabertrán (Girona) (XI-XII) 09 iglesia de Sta. Mariña de Aguas Santas (Ourense) (XII-XIII)



10 Sta. Mariña y catedral de Ourense, sin y con bóveda

Este orden de cosas lo muestra León [11], de cruceros finos y perpiaños gruesos por tener el muro encima, y en los que no descarga la bóveda.

(Unas gotas de agua en el techo leonés resbalarían pendiente abajo hacia los arcos cruceros sin tocar a los perpiaños, ya que están embutidos en la misma superficie de la plementería. Porque para que la bóveda descargue en el perpiaño hay que curvarla hacia él, como en Málaga, cuya forma cupular apoya en los perpiaños y formeros, y acaba haciendo innecesarios a los arcos cruceros. –Pero esta es otra historia).



11 bóvedas: León, cuatripartita; Málaga, baida; París, sexpartita

Hacia el año mil, la bonanza económica derivada del comercio, fomentó la calidad constructiva. La piedra, que era el material de los territorios en auge, resolvía mejor que el ladrillo los huecos de tribunas, triforios y claristorios. Porque los espacios y usos del edificio también estaban cambiando [12].

El muro paleocristiano casi ciego, y comprimido por la gravedad verticalmente, dio paso al de arcos, boceles y baquetones, que obligaba a un tallado y montaje excelentes, lo que sumado a la compresión también en horizontal debida a los empujes de tanta arquería, lo hicieron más capaz, estable y duradero. Era el muro normando, que permitió volver a ver, aunque fuera brevemente, las naves sin diafragmas y techos de madera; hasta la invasión de los abovedados.



12 san Miguel de Hildesheim (1001-33)⁸ Catedral de San Pedro, San Pablo y San Andrés de Peterborough (1118-93)⁹. En ambos, los techos de madera son originales (XIII)

el desajuste de la cabecera de Ávila

La bóveda de la cabecera de Ávila [13] tiene una zona radial, un módulo cuatrimpartito y otro sexpartito [11]. Según la ley de la bóveda, los perpiaños deberían ser los nervios que separan a esos módulos y, según la ley de los muros, deberían ser los nervios que apoyan en los respaldos que bajan hasta el suelo: por tanto, alguna de esas leyes se está incumpliendo.

EL ORDEN DEL ENTRAMADO VERTICAL

Uno de los respaldos linda con el transepto para recibir al arco toral. Otro se sitúa en el centro para rigidizar el paño lateral transversalmente, ya que es el sitio que le correspondería al arco perpiaño de la bóveda de cañón, supuestamente prevista, y que ocupa el lugar del nervio intermedio de la sexpartita. Finalmente, cabe esperar que haya otro perpiaño en la embocadura del ábside —es su sitio— aunque ahí no haya responsión, que es innecesario dada la rigidez

8 [Documento sin título \(antoniohernandez.info\)](http://antoniohernandez.info)

9 <https://2.bp.blogspot.com/-kXSa5KPqlw/VxkTWPJsn8I/AAAAAABNpl/d7lqCx1MAUQkVviLyP4fXIQGDNMiRvcwwCLcB/s640/1.jpg>

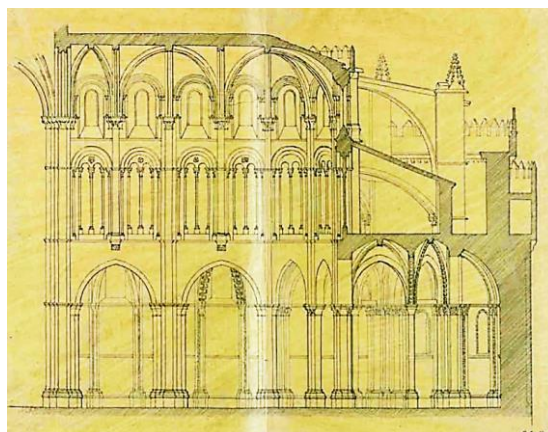
transversal que le otorga al muro su planta poligonal. Y sobre ellos habrá, aunque no se vean, muros diafragma (de perfil similar al que muestra la sección [14]), cuyos sillares deberían enjarjar con los del muro para trabar esa arista vertical¹⁰.

Luego, los perpiaños, o su huella en el muro, que son los respaldos, están en su sitio, donde dice el muro, que con su claro ritmo compositivo establece el orden en esta cabecera; y no donde parece querer decirnos la bóveda, engañosamente.



13 Ávila, la bóveda y sus apoyos (P. Navascués)

He reordenado esta conocida incongruencia viéndola desde el muro, y no, como suele hacerse, desde la bóveda. Porque, a fin de cuentas, los ritmos del muro y su entramado estaban ya contruidos antes de que la bóveda se decantara entre 'gótica' o 'románica'.



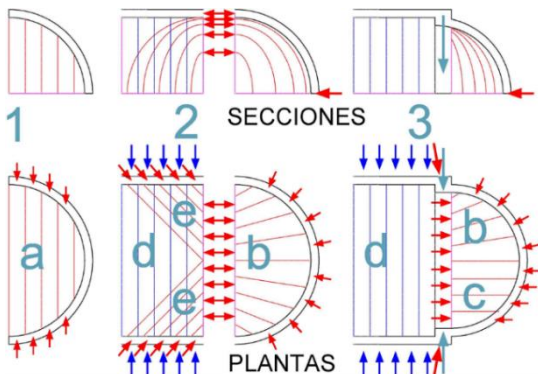
14 sección longit. de la cabecera (M. Gómez-Moreno)¹¹

10 Quizá el fuerte grosor general de los nervios no sea primitivismo gótico, sino que Fruchel —con buen criterio— resolvió la paradoja de que los nervios intermedios del tramo sexpartito fueran gruesos, por ser arcos perpiaños, en lugar de delgados, por ser nervios secundarios. Aunque allí al lado, en San Vicente, todos los nervios son de un grosor muy respetable, y no parecen esconder nada.

11 En Navascués Palacio, P. ARQUITECTURA Y CIUDAD. 29 MODELOS. Madrid, Fundación Juanelo Turriano, 2021. En imprenta

los nervios y las bóvedas

La cabecera de las basílicas, cuya forma venía de antiguo y era esencialmente independiente de credos y paganías, constaba de una bóveda de horno [15] seguida de otra de cañón más o menos larga [16]. Y las fuerzas que trasladaban su peso podían recorrer mil trayectorias por su interior [17]. Era un tipo de obra masiva que tenía los días contados; tanto por el aumento de tamaño como porque órdenes monásticas y catedrales estaban reordenando ese espacio.



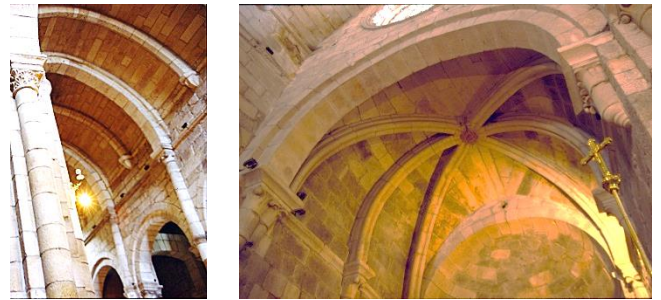
15 Roma, San Juan de Letrán (III-IV) 16 San Esteban de Gormaz, San Miguel (XI) 17 diversas formas de equilibrio del mismo ábside



18 Soria, san Juan de Duero 19 Zamora, monasterio de Moreruela

A esas bóvedas masivas se le añadieron nervios, que reducían el trabajo de talla y traba de los sillares que forman las aristas entre paños [18]. Una comodidad que fue haciendo perder protagonismo a la superficie abovedada en favor de la linealidad de esos nervios o cordones, que rigidizaban los paños y les permitía reducir su grosor, e incluso los subdividía [20] para

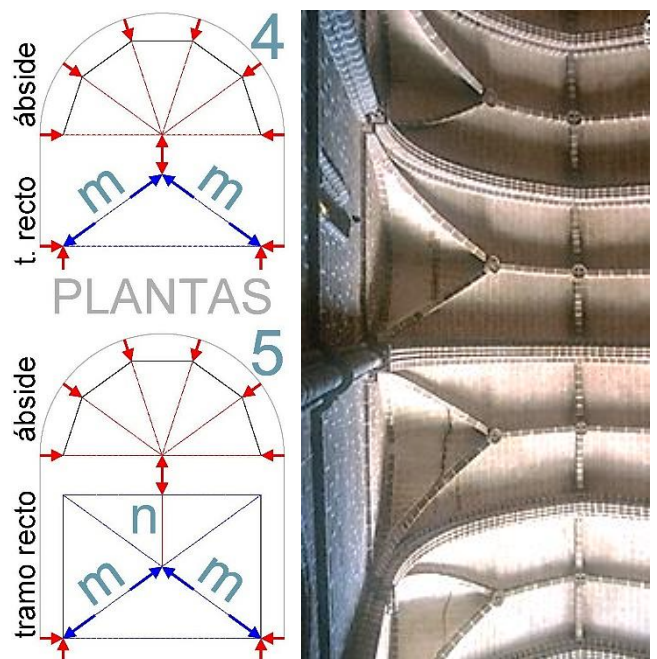
reducir el riesgo de inestabilidad. Y los sillares, a la vez que adelgazaban, disminuyeron su tamaño, y las cimbras pasaron de totales a parciales, y más livianas.



20 Coruña, Sta. María del Campo (X-XVIII). Cañones reforzados

Desde el punto de vista mecánico, los nervios y sus trayectorias quebradas eran las vías para el traslado de esfuerzos, obligando a una planeidad de los lechos de sus dovelas y a un cuidadoso tallado de los ángulos de encuentro en intersecciones y claves. O sea, a una calidad constructiva. Y las mil trayectorias [17] se quedaron en una [21]. –Aparentemente¹².

Entretanto, las plementerías –que es ya un nombre más adecuado para estas cáscaras– trasladaban solo su peso a los nervios adyacentes, desentendiéndose de esfuerzos generales, ahora asumidos por estos. Y al quedar como estructuras locales, podían acentuar su curvatura para ganar estabilidad propia y, de nuevo, perder algo más de espesor [22].



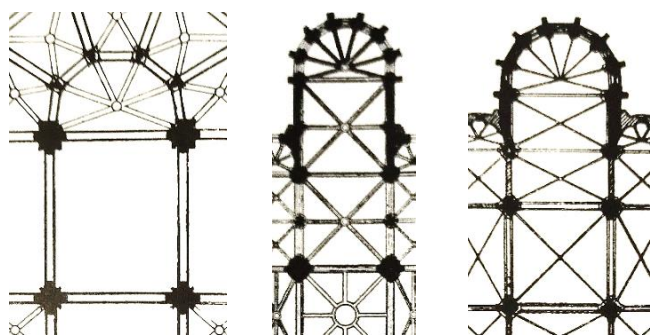
21 empujes de nervios 22 Évora, convento de S Francisco (XV)

12 No vaya a ser que, con este breve relato que va a siglo por párrafo, dé la impresión equivocada de que sólo trabaja una de las familias: plementos o nervios. Sólo estoy siguiendo la flecha de la evolución, nudosa y torcida.

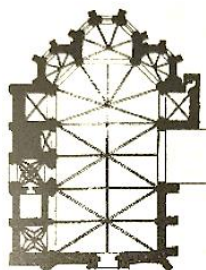
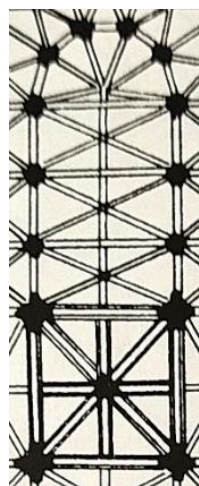
EL EMPUJE DE LOS ÁBSIDES NERVADOS

Con todo esto, el empuje de los nervios radiales de los ábsides se dirigía hacia el tramo recto. Cuando este tramo era masivo [19] el asunto quedaba zanjado, pero si era nervado debía disponer de otros nervios específicos para su contención [21 (4 ó 5)].

Había una posibilidad, y se usó frecuentemente, que no condicionaba la modulación del tramo recto. Era la de remeter la clave del ábside en su propio espacio, para que sus dos nervios radiales extremos resolvieran el empuje [23]. Así se liberaba el tramo recto para organizar sus bóvedas libremente (Cuenca: sexpartitas; Burgo de Osma: cuatripartitas) e incluso no existir ninguna nervadura (Carboeiro).



23 san Lorenzo de Carboeiro 1171 (Ferrant, 231); catedral primitiva de Cuenca 1225 (Lampérez, 300) y del Burgo de Osma 1240 (Lampérez, 320)¹³

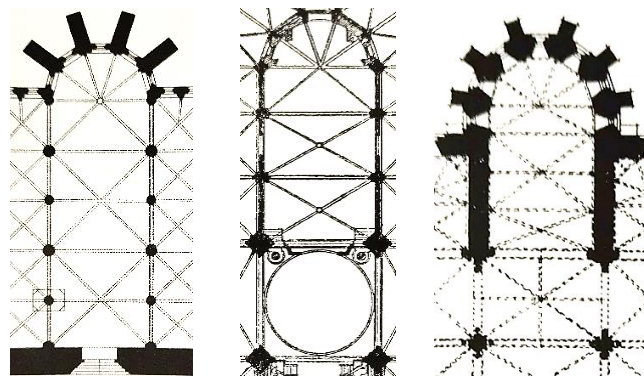


Pero contener el empuje usando dos nervios tan tendidos (casi ortogonales al empuje) podía mejorarse. Para ello se añadió un nervio central o ligadura [21 5], que enviaba el empuje a todas las crucerías, fuera cual fuese su tipo de bóveda [24].

24 Burgos, catedral inicial 1225 (? 310), cuatripartitas Pamplona, san Saturnino (? 348), sexpartitas

Y hubo otra opción [25]: la de insertar un módulo singular previo a los tramos de bóvedas completas [21 4]. Eso alteraba la composición de la cabecera y de sus estribos, y había que dejarle previsto el sitio.

13 Chueca Goitia, F. HISTORIA DE LA ARQUITECTURA ESPAÑOLA. Ed. 2001. He tomado sólo el entorno de cabecera y crucero, un año orientativo entre inicio y final, el autor del plano y la figura del texto de Chueca.

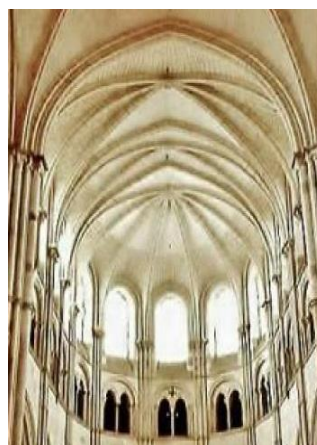


25 hospedería de Roncesvalles 1219 (T. Balbás 304); catedral de León 1275 (Lampérez 315); Burgos, monasterio de las Huelgas 1240 (T. Balbás, 296)

Ío en la cabecera de Vézelay y Ávila

Se dice que la cabecera de Ávila (y quizá la de Vézelay, porque el efecto fue el mismo) iba a ser de cañón¹⁴. Ambas con dos tramos, dos módulos entre perpiños. El delantero hace frontera con el ábside semicircular; el central, separa los dos tramos; y el trasero o total, limita con el crucero o trasepto.

Pero a mitad de camino optaron por cambiar a una bóveda nervada, similar a la del último tipo descrito. Sin caer en la cuenta, o asumiéndolo, de que a la planta le faltaba medio tramo. Y tuvieron que acomodar tres elementos (dos bóvedas y el tramo singular) en solo dos compartimentos. Un buen ío.



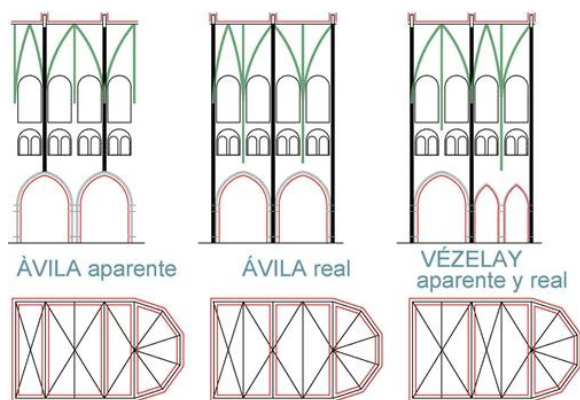
26 Vézelay¹⁵ y 27 Ávila¹⁶. Bóveda de la cabecera

14 Lambert, Elie. EL ARTE GÓTICO EN ESPAÑA EN LOS SIGLOS XII Y XIII. 1977 p. 54 *En la capilla mayor la imitación a Vézelay es incontestable, encontramos las disposiciones generales del coro gótico de la basílica borgoñona, con los mismos errores de principio en el empleo de la bóveda sexpartita: una crujía sexpartita se yuxtapone del mismo modo a una crujía oblonga, estando el orden de las crujías invertido en un monumento respecto del otro.*

15 [Vézelay - Guía turismo y vacaciones \(france-voyage.com\)](http://Vézelay - Guía turismo y vacaciones (france-voyage.com))

16 <https://megaconstrucciones.net/?construccion=catedral-avila>

Y quedó así: Los perpiaños de las dos cabeceras apoyando en los pilares, como dicta el muro (Vézelay y Ávila real) [28]. En ambas se ocupó el primer medio tramo singular con dos nervios [21-4]. En Vézelay, el otro medio lo ocupó la cuatripartita y el entero la sexpartita, que quedaron separadas por el perpiaño central, y asunto resuelto. Pero en Ávila la sexpartita ocupó dos medios tramos. El perpiaño central (real) usurpó visualmente el lugar al nervio intermedio y los perpiaños (falsos) y nervios cruceros cargaron sobre la clave de los formeros (Ávila aparente) [28] ¹⁷.



28 esquemas de las cabeceras de Vézelay y de Ávila

Esta anomalía iba a acarrear serias preocupaciones a quienes hablamos de estas cosas, pero a Fruchel, que había traído la idea global de Francia aunque puede que dejara allí las peculiaridades, no pareció preocuparle; bien porque lo valoró y no estimó que tuviera consecuencias, bien porque no lo captó y tuvo suerte. Luego, la bóveda prevista era de cañón. Y los autores de Vézelay y Ávila parece que desconocían la forma de resolver el empuje radial con esos otros sistemas que evitaban el tramo singular¹⁸.

Un error compositivo, pero ¿también mecánico?.

17 Esta alteración del orden pudo tener una justificación (leve). La cuatripartita empuja menos hacia el crucero que la sexpartita y aun no existía contrarresto de las bóvedas del transepto, que se iban a construir mucho más tarde.

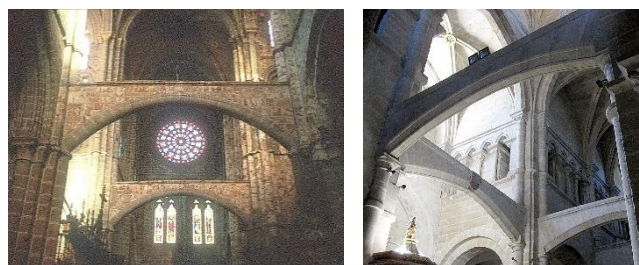
18 La hipótesis de que se pensara en una bóveda de cañón está muy sedimentada, tanto porque así se ajustaría a la preexistencia del arco toral como porque los perpiaños son semicirculares, etc. Pero a mí me parece más demostrativo todo lo que acabo de exponer, que además centra la discusión sobre las causas del desorden general de esta obra que, no hay que olvidar, es la primera en España, lo que casi la obligaba a contener errores –menos de los cometemos quienes la analizamos–, y que no he hecho más que empezar a enumerar (míos, del resto y de ella).

la fealdad de los arcos de entibo

Los dos arcos longitudinales [29], y otro que queda en la nave central del cuerpo de la iglesia, son los restos de varios arcos de entibo que hubo y se demolieron durante la primera mitad del siglo XVI.

Es una entretenida historia sobre inmensos riesgos, que debió nacer en el siglo XIV. Serán ciertos, dada la autoridad del obispo que de ellos avisa –que ni enumera ni informa de lo que reforzó–, pero viendo los mínimos desplomes medidos ahora, y de los que luego hablaré, no alcanzo a detectar tal inquietud¹⁹.

La verdad es que resulta extraño que se pusieran dos arcos longitudinales y no otro transversal para que acodalara al muro del transepto, de empuje no muy distinto del de la cabecera. Como vemos en Tui [30].



arcos de entibo en los cruceros de: 29 Ávila y 30 Tui

Yo creo que se aprovechó un momento políticamente adecuado, durante la transformación del templo 'gótico' en 'renacentista', que incluía el cambio de ubicación del coro del presbiterio a la nave central, para desmontar unos horribos arcos de entibo. Sin que informes técnicos desfavorables, que la realidad transformó en erróneos, fueran un impedimento.

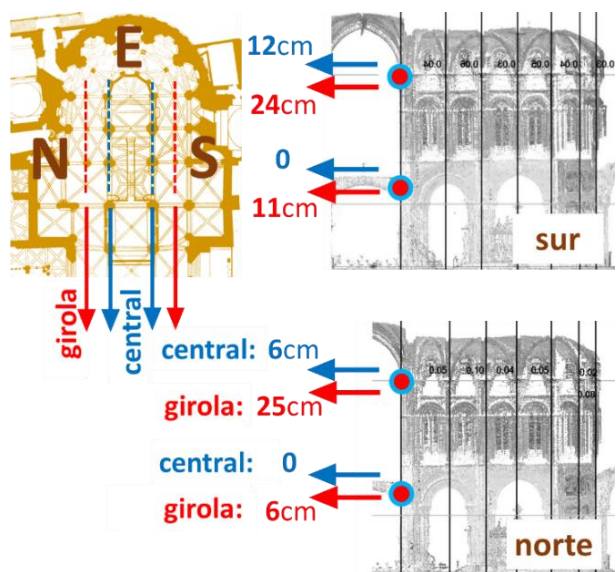
19 Paso a resumir el texto de **M^a Ángeles Benito** {BP} en lo que afecta a estos arcos. Separo DATOS de SUPUESTOS:

DATOS: {BP p.110-1} Siendo obispo Sancho Dávila (1312-1356) se hicieron las bóvedas del crucero y nave central, (las laterales y los muros ya lo estaban). Como no se hizo triforio hubo que poner arbotantes. {BP p.110} En 1319 Sancho Dávila apuntaba que: *la obra se encontraba en estado preocupante, casi de ruina*. {BP p.152} El coro en el presbiterio se construye hacia 1407. En 1531 se contrata el trascoro del nuevo, y entre 1527-47 se ejecuta su sillería.

SUPUESTOS: {BP p.141-2} En la cabecera se proyectaron doce arbotantes durante las obras de refuerzo del obispo Sancho Dávila. Fue preciso quitar la cubierta, bóveda y nervios de la tribuna para levantar los botareles sobre muros y claves de los absidiolos. {BP p.151} Entre 1436-1453 debemos situar el regruessado de los arcos formeros de la cabecera, que debían amenazar ruina. Es posible que las columnas de la girola fueran sustituidas entonces.

Los torales norte y sur, situados entre cabecera y crucero, apenas se han movido en cabeza [34 azul: 6 cm y 12 cm], y están a plomo a la altura de los arcos de entibo. Curiosamente, el siguiente pilar del muro del transepto se ha movido más (25 cm) [34 rojo].

Hay que advertir que estos valores no se deben a la recuperación conseguida al apretar los arcos de entibo aplicando fuerzas inmensas (que habrían roto todo a su paso de haberlas podido ejercer), sino a lo centrada que baja la carga (concretamente a la altura de la entrega del arco formero [33]), a que el pilar apoya en roca y a la calidad de la obra de cantería.

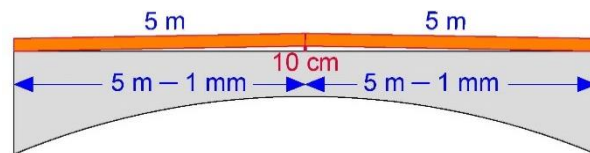


Otra constatación de que son pilares estabilizados la ofrece el levantamiento de la albardilla de uno de los arcos de entibo [35]. Como es muy esbelta, al acortar el arco por aumentar su compresión por estrecharse el transepto, se ha pandeado para no entrar en carga. O sea, el arco acortó pero la albardilla mantiene su longitud inicial, aunque quebrada. Bien: si el arco tuviera 10 m y la albardilla se hubiera levantado 10 cm (parece el doble que en la fotografía), el transepto habría estrechado 2 mm... en 500 años ²³.



²² Desplomes extraídos de {BP 527-30} y plano parcial de la planta extraída de {MC-1}.

²³ El cálculo, realizado con bloques rígidos y Pitágoras, permite ver que unas grietas llamativas pueden tener poca relación con la apariencia de riesgo mecánico.

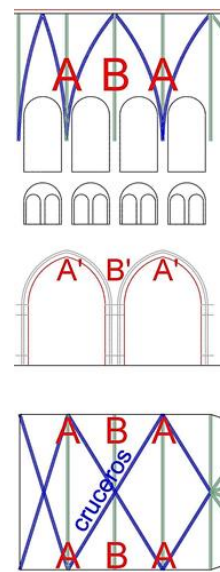


35 levantamiento de la albardilla de uno de los entibos

Por tanto, ni la albardilla del entibo detecta apenas movimiento desde que se colocó, ni los desplomes de los pilares torales de la cabecera indican valores significativos desde que Fruchel los construyera.

- o -

Resumiendo: La bóveda de Fruchel deposita su peso sobre los muros [36] (A B A), –olvidemos ahora que además empuja–. Los nervios cruceros siempre trasladan más carga a sus apoyos (A), concretamente aquí el doble que al resto (B); y supongamos que esa diferencia se mantiene abajo (A' y B'), aunque más bien eso tiende a mitigarse. Pero el peso propio del muro es uniforme, luego carga lo mismo en cualquier apoyo inferior (A' B'). Por tanto, al final, el peso total en la clave de los formeros (A') dista, pero no tanto como pudiera parecer, del que baja por los pilares (B').



36 idea de carga en la clave de los formeros

Esto matiza, pero no altera, lo esencial: que la carga que llega a la clave del arco formero genera un gran empuje hacia el transepto. A Fruchel no pareció preocuparle, posiblemente por entenderlo similar al que ejercen las naves laterales de tantas iglesias, y no hizo nada al respecto. Y yo, humildemente, le doy la razón. Puede que suspendiera *Composición*, pero no cabe duda de que aprobó *Estructuras*.

en el siguiente capítulo,

el asunto de los empujes de la bóveda de Fruchel.

