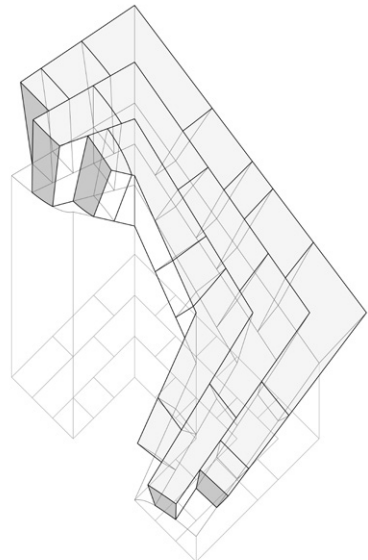
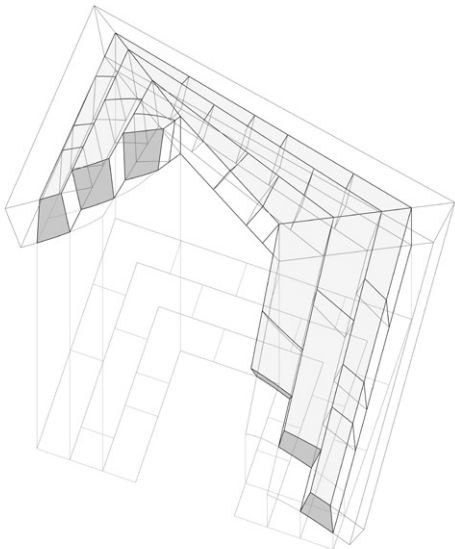
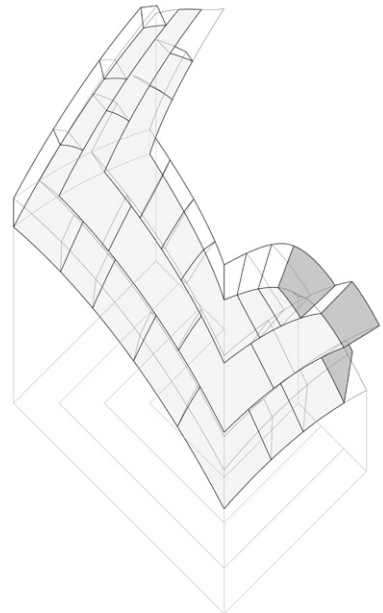
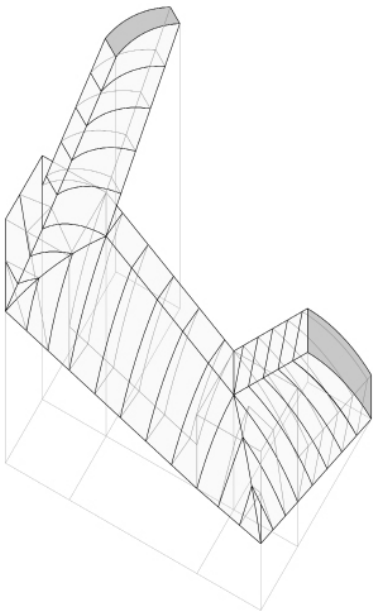
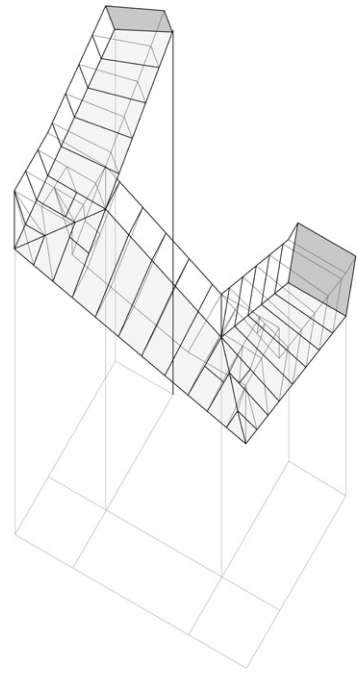
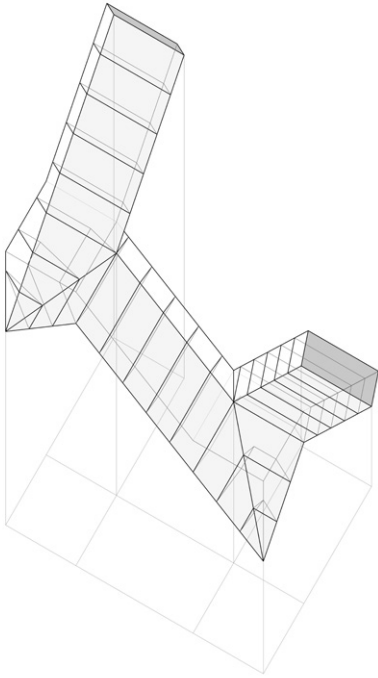


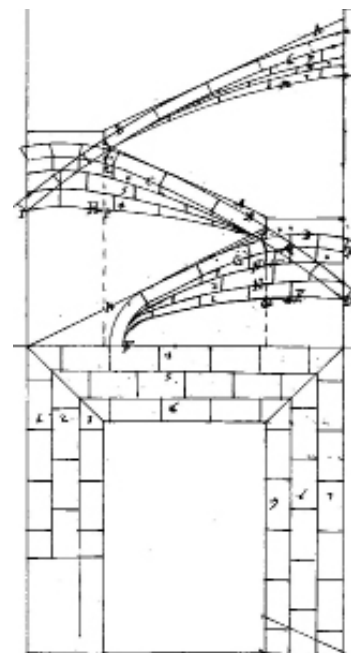
## 4.2 Escaleras



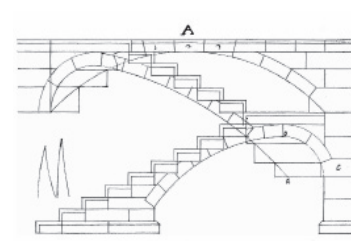
## 4.2 Escaleras

Las escaleras claustrales representan un grupo de trazas que merece especial atención ya que el número de ejemplos que se analizan en este cuaderno y su exhaustiva descripción no tiene paralelismo en ningún otro tratado de cantería español de la época.

En el cuaderno de Portor encontramos siete cortes correspondientes a la tipología de escalera claustral. Estas escaleras aparecen recogidas en la obra de otros autores, como es el caso de Vandelvira, quien analiza tan solo dos modelos, *la escalera aduclida en cercha* y *la escalera aduclida a regla*,<sup>1</sup> con las dos variantes que pueden darse según la disposición transversal o longitudinal de hiladas. En la obra de Martínez de Aranda no aparece ningún modelo de escalera aunque sí nos deja evidencias de que este grupo de trazas estaba en origen presente en su tratado.<sup>2</sup> Fray Lorenzo presentará un único modelo con disposición de hiladas transversales a las zancas, donde en un mismo dibujo utilizará cada tramo para plantear distintas soluciones según el material empleado en su construcción: madera, ladrillo o cantería... Para ilustrar este último, citará el mismo arquetipo que aparece en el cuaderno de Portor.<sup>3</sup> Gelabert estudiará únicamente la escalera de zancas definidas por bóvedas de cañón y



VANDELVIRA, A..1575.  
*Libro de cortes de cantería*. Fol. 60r.  
*Escalera a regla aduclida en cercha*.



GELABERT, J. 1653.  
*De l'art de picapedrer*. fol.119

1

VANDELVIRA, A. 1575. *Libro de cortes de cantería*. Fol. 58r.59r.60r

2

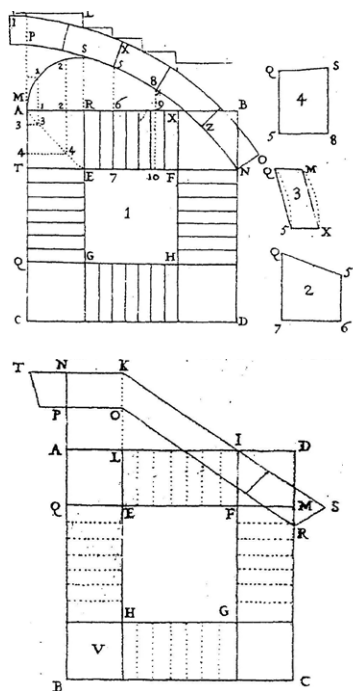
MARTÍNEZ DE ARANDA, G.c.1600. *Cerramientos y trazas de Montea*.

Parece claro que la intención de Martínez de Aranda era recoger las escaleras claustrales, como así queda de manifiesto en el texto:

me pareció por más claridad dividirlas [mi escritura] en cinco partes en la primera trataré de arcos dificultosos en la segunda de capialzados y puertas en la tercera de caracoles y escaleras en la cuarta de pechinas y bóvedas, en la quinta de capillas y ochavos.

3

SAN NICOLÁS, F.L.1639. *Arte y Uso de Arquitectura*. Cap. LXIII. fol.166. Se trata de la escalera del monasterio Jerónimo de Santa Catalina, en Talavera de la Reina.



TOSCA, T. V.1707-15.  
*Tratado XV de la monea*. Libro V.  
 Prop. VII-VIII. Fig. 81-82

disposición de juntas transversales,<sup>4</sup> en un diseño muy similar al que posteriormente recogerá Joseph Ribes en su manuscrito.<sup>5</sup> Este modelo aparece en el tratado de Tosca,<sup>6</sup> quien también contempla el modelo de tramos rectos.

Las siete trazas de escaleras claustrales aparecen clasificadas en dos grandes grupos, según la disposición de sus juntas con respecto a las testas de la zanca: longitudinal o *por hiladas derechas* y transversal o *por hiladas atravesadas*. El uso de una u otra dependerá del ancho que necesitemos cubrir, como apunta el autor del cuaderno en el primer ejemplo<sup>7</sup>, quedando así restringido el uso de hiladas transversales para aquellos diseños con un ancho de zanca más contenido. La disposición de hiladas longitudinales no va a plantear limitación en ese aspecto ya que permite el adosamiento de tantas como sea necesario para cubrir el ancho de zanca requerido.

La representación gráfica de escaleras de planta cuadrada o rectangular, presenta en este cuaderno unas particularidades diferentes al concepto de proyecciones coordinadas propias del sistema diédrico que es necesario matizar para comprender mejor la intención didáctica de estos trazados.<sup>8</sup>

En los alzados, parece que las escaleras son de ida y vuelta.

4  
 RABASA DÍAZ, E. 2011. *El manuscrito de cantería de Joseph Gelabert*. El diseño de esta escalera sigue el modelo típico de los palacios mallorquines, con una arista en la curva intersección entre los tramos.

5  
 RIBES, J. 1708. *Libre de trasas de viax y muntea*.

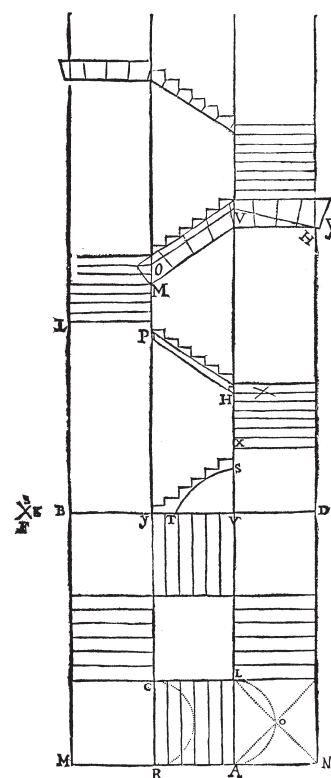
6  
 TOSCA, P. T. 1707-15. *Tratado XV de la monea y cortes de cantería*. Prop. VII - VIII. Fig. 81 Fabricar una escalera cuadrada con vueltas a nivel, suspensa por la parte interior en el ayre. Fig. 82. Formar una escalera como la sobredicha con vueltas que formen arista. .

7  
 Cuaderno de Portor, Fol. 21r.  
*Esta escalera te servirá cuando se te ofrezca una escalera cuadrada que las idas no sean menester muy anchas que cuando se te ofrezca escalera ancha ejecutarás la que adelante pondremos.*

8  
 RABASA DÍAZ E. 2000. *Forma y construcción en piedra. De la cantería medieval a la estereotomía del siglo XIX.*, p.337. Akal Ediciones.

Si prestamos atención a la planta, se aprecia claramente que las escaleras se componen de tramos sucesivos que discurren a lo largo de los muros que delimitan su caja.

Al igual que en este cuaderno, tanto Vandelvira como Gelabert presentarán el alzado de cada uno de los tramos yuxtapuestos, evidenciando que planta y alzado no son proyecciones coordinadas. Esta forma de representar la escalera es, por otro lado, muy útil para relacionar las alturas de los tramos y con ello, la inclinación que adoptan sus zancas.<sup>9</sup> Portor dará un paso más en la representación de estas escaleras y acompañará estos alzados sucesivos de tramos con abatimientos de las juntas transversales a las zancas, situando frontalmente los planos que las contienen. De esta forma, en el mismo dibujo aparecen en verdadera magnitud tanto las juntas que definen las diferentes hiladas como las que determinan los lechos entre las dovelas. Fray Lorenzo de San Nicolás, cuya obra fue redactada con anterioridad a este cuaderno, ya recoge proyecciones coordinadas de planta y alzado:



SAN NICOLÁS, F.L.1639.  
*Arte y Uso de Arquitectura*. Fol. 119

En el diseño de una escalera claustral, los tramos inclinados se articulan entre sí de dos formas: a través de mesetas o simplemente por la intersección entre zancas, por lo que las superficies que definen dichas zancas van a condicionar la naturaleza de sus intersecciones, donde se ensayarán diversas soluciones para garantizar su continuidad. Las primeras escaleras de bóveda continua con tramos dispuestos formando noventa grados aparecen en el siglo XV ámbito valenciano, donde alcanzan su máximo desarrollo en el siglo XVII. Se caracterizan por presentar una disposición de hiladas transversal a los muros de la caja. Los modelos construidos en el entorno castellano y andaluz, citadas en este manuscrito, son posteriores los modelos valencianos y predominará en ellos la disposición

9  
RABASA DIAZ, Enrique. 2011. *El manuscrito de cantería de Joseph Gelabert*. p.326. Madrid. Fundación Juanelo Turriano.

de juntas paralelas a los muros de su caja.<sup>10</sup> Portor presentará diversas posibilidades para garantizar una transición armoniosa, pero básicamente se pueden dividir en dos tipos: las que tienen sus zancas delimitadas por líneas rectas y las que se definen por curvas. Todas las tipologías están descritas con detalle y algunas se ilustran con ejemplos contruidos, como es el caso de la escalera del patio de la Real Chancillería de Granada, la de la Lonja de Sevilla o la de la iglesia del convento jerónimo de Santa Catalina en Talavera de la Reina<sup>11</sup>.

Para la correcta comprensión de estas escaleras, como se indica en el cuaderno<sup>12</sup>, es necesaria una lectura completa de todas las variantes de un mismo grupo, ya que, como hemos visto con anterioridad con otras trazas, la explicación de todos los aspectos relativos a su trazado y labra no se va a repetir en cada uno de ellos, sino que se comenzará con la explicación del trazado en el primer corte de cada grupo para posteriormente completarlo con el proceso de labra en una de las variantes del mismo. Esta lectura ordenada, debido al encuadernado actual, no siempre es posible, pues además del desorden en la presentación de los modelos, se intercalan entre las trazas de escaleras otras de pechinas y bóvedas. Trataremos aquí de presentar todas las escaleras de manera ordenada para facilitar la labor del lector. En primer lugar, tomando como referencia la primera escalera recogida en el cuaderno, presentaremos el grupo de escaleras resueltas por hiladas dispuestas transversalmente a los muros de su caja para, a continuación, analizar las diseñadas por medio de hiladas longitudinales, con las variantes que cada grupo incluya, facilitando así seguir el proceso de traza y labra de forma ordenada.

10

ZARAGOZÁ, Arturo. 2013. Las escaleras con bóveda continua de piedra: técnicas y significados. El episodio valenciano de la Edad Moderna. *Le scale in pietra a vista nel Mediterraneo*. Giuseppe Antista, María Mercedes Bares. Ed. Caracol. Palermo.

11

Escalera Real Chancillería de Granada. Cuaderno de Portor, Fol. 26r.

Escalera de la Lonja de Sevilla y Monasterio de Santa Catalina. Cuaderno de Portor, Fol. 24r.

12

Portor, 1708. Fol 26v. *Escalera capialzada engauchida por hiladas en circunferencia*.

En esta escalera finaliza así el texto que acompaña al dibujo:

La labor de esta escalera y la antecedente y otra en esta planta es toda una misma cosa. Y así en la que se sigue hablaremos de la labor y para enterarte de todo leélas todas que ellas te dirán lo que has de hacer



*El Alzateo Guadado de una sobre otro en el espacio de un espacio*  
Haga = por un lado y por otro

21

*El Alzateo Guadado de una sobre otro en el espacio de un espacio*  
Haga = por un lado y por otro

21

*El Alzateo Guadado de una sobre otro en el espacio de un espacio*  
Haga = por un lado y por otro

21

*El Alzateo Guadado de una sobre otro en el espacio de un espacio*  
Haga = por un lado y por otro

21

*El Alzateo Guadado de una sobre otro en el espacio de un espacio*  
Haga = por un lado y por otro

22

*El Alzateo Guadado de una sobre otro en el espacio de un espacio*  
Haga = por un lado y por otro

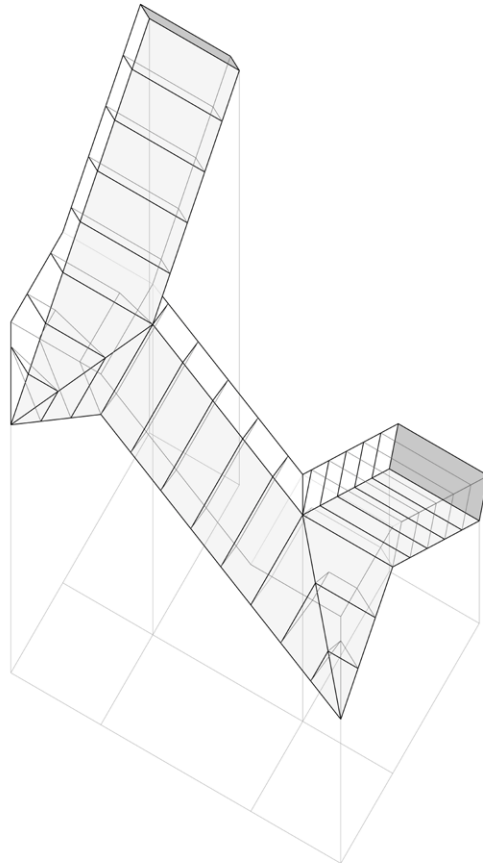
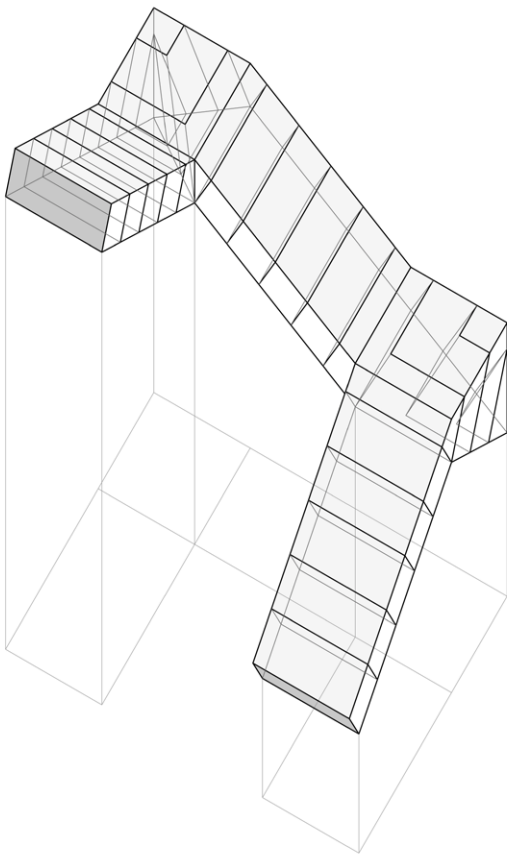
22

*El Alzateo Guadado de una sobre otro en el espacio de un espacio*  
Haga = por un lado y por otro

22

*El Alzateo Guadado de una sobre otro en el espacio de un espacio*  
Haga = por un lado y por otro

22



**Escalera cuadrada a regla sobre arbotantes y pechinas por hiladas atravesadas. Fol.21r**

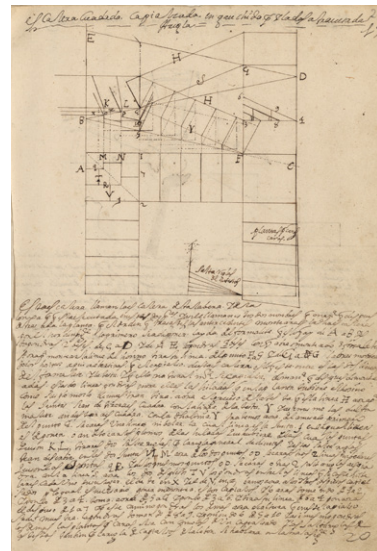
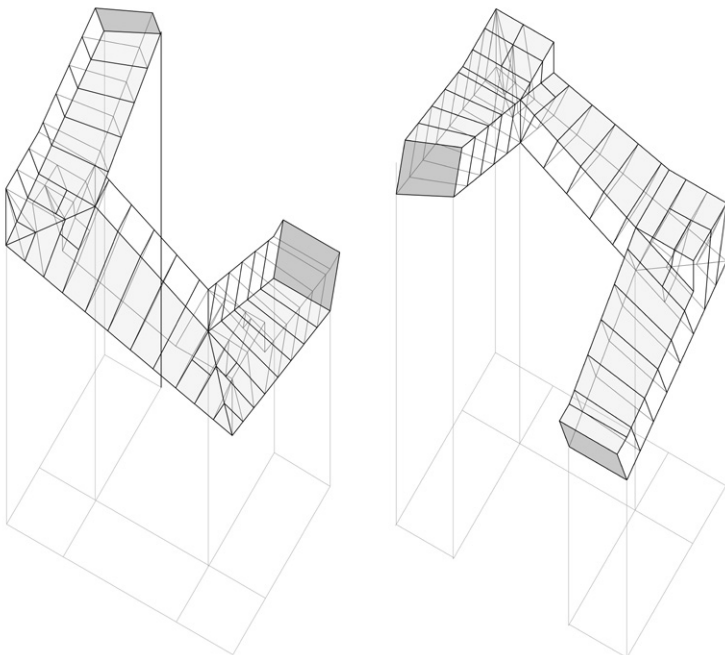
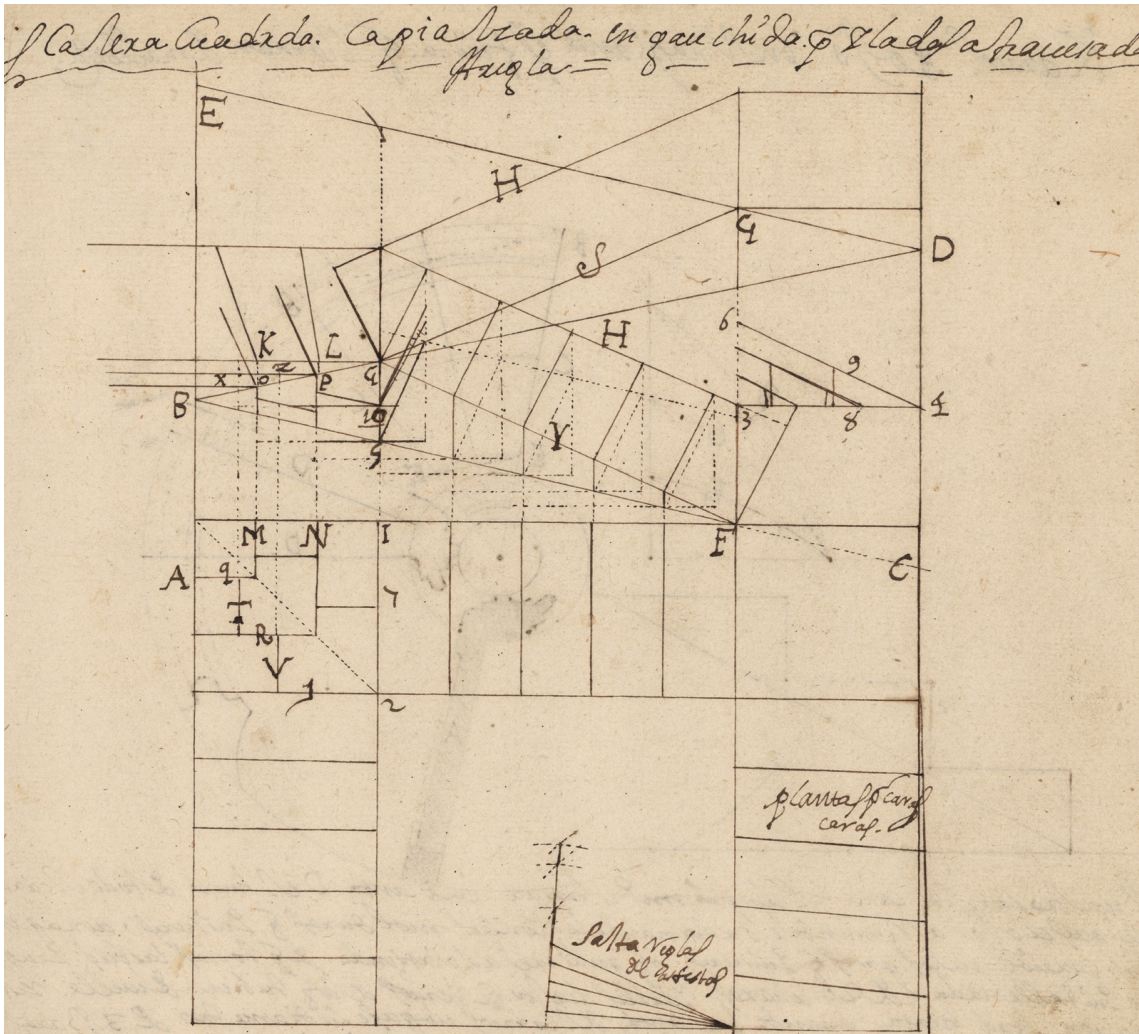
*Esta escalera te servirá cuando se te ofrezca una escalera cuadrada y las idas no sean menester muy anchas que cuando se te ofrezca escalera ancha ejecutarás las que adelante pondremos y así para trazar esta lo primero que harás es la planta como parece entre las líneas AB. Advierte que lo que hay de C a D se llama hosino y lo que hay de D a E se llama la mesa de la escalera y así el hosino lo partirás en 5 partes iguales y la mesa en 3 con los despieces que conviniere. Ahora trataremos de la montea. Lo primero sube las líneas de AB. Mira lo que ha de llevar de altura cada hosino y eso lo pondrás por las líneas de B. Lo que hay de F a G es lo que ha de tener cada hosino de altura de manera que puesto en esta parte tirarás su línea del punto G al H y así el segundo hosino por la línea Y pondrás 2 alturas de lo que hay de F a G y tiras su línea para el hosino de G a J y para la mesa de G a L. Ahora subirás los plomos de la planta al hosino y a la mesa como en ello se demuestra. La labor. Las piedras del hosino. Les labrarás la cara derecha como quien labra un sillar a el largo que demuestran sus plomos en la planta y a el ancho que demuestra en la montea el hosino metiendo la escuadra para la testa y los lechos. Para las de las mesas harás lo mismo. Después de labrada la cara le trazarás en ella los plomos como están en la planta digo sus largos y en la montea de la mesa sus anchos y para las del ángulo vamos a la primera. Enderézale la cara que has de suponer es la línea P en la cual cara le trazarás los plomos como están en la planta. Ahora escuadréala por los 2 trazos 1 y 2 y escuadreada le robarás por los otros dos trazos lo que hay de 3 a 4 y labrarás su cara y para los lechos y las juntas meterás la escuadra por el cual camino labrarás las otras del ángulo. Adviértase que la piedra Q ha de llevar por la junta 5 la saltarregla 6 y aunque en esta atadura de los 2 hosinos y la mesa tiene algún cuidado el labrar estas piedras me parece que con lo que está hecho discurrirás para entenderla.*

**Escalera perlongada a regla. Sobre arbotantes y pechinas por hiladas atravesadas. Fol22r**

*Esta escalera y la antecedente es toda una que el perlongo no muda de monte solo haber menester 2 monteas para demostrar su efecto que con esta traza comprenderás en todas las demás trazas de escaleras a ponerlas en perlongo que es evidente que quien supiese montar en una planta cuadrada la montará en otra cualquiera y así después de trazada la planta y puesta a montar las 4 líneas de las idas de los números 1,2,3,4 pondrás el viaje que ha de llevar la escalera del punto A a B y tirarás tu línea del punto B a C. Ahora para la ida angosta toma lo que ella tiene en la planta de D a E y ponlo de la línea 2 a F. Ahora toma lo que hay de A a B y este tamaño ponlo 2 veces por la línea 3 y desde adonde se tocan pondrás la regla y en el punto B tirarás su línea del punto G a tocar a la línea F, punto con la cual habrás demostrado la montea de la mesa H. Vamos a demostrar la montea de la mesa Y. Toma primero lo que hay de D a E y lo pondrás de la línea 3 a la J y así mismo lo que hay de E a A lo pondrás de la línea 3 a L. Ahora del punto G pasa una línea en blanco que toque en la línea L pto 5 y así mismo del punto G pasa otra línea en blanco que toque en la línea 3 pto 6 y tira su línea del punto 5 al 6. Ahora toma lo que hay de A a B y ponlo del pto G hacia arriba por la línea 2 que será el punto 7. Pon ahora la regla en el dicho pto 7 y en el pto 6 tira tu línea que toque en la línea 4 pto 8 y habrás demostrado la montea de la mesa Y tira ahora las líneas de la testa que serán M,N,P,Q con lo cual habrás acabado de montar tu escalera y por este camino advertirás a montar en un perlongo otra cualquiera traza de este género de escaleras que aunque las monteas sean diferentes con montearlo 2 veces lo concluirás todo.*

Comienza con estas trazas el repertorio de escaleras claustrales. En este grupo de cortes se van a presentar las variantes que la disposición de sus hiladas puede generar, comenzando con estos dos modelos de hiladas perpendiculares a los muros de la caja. La planta representa tres tramos de la escalera, con sus correspondientes mesetas. El primer corte se desarrolla en planta cuadrada, el siguiente presenta la variante de planta rectangular. Las zancas se articulan bajo las mesetas por medio de unos elementos piramidales cuyo vértice se sitúa en el formalete, línea que describe la zanca sobre el muro que determina su caja. Una vez definidas las líneas de la planta, AA-BB, se procederá a su reparto en hiladas, con 5 por tramo de zanca y 3 por lado de la meseta en el modelo de planta rectangular. De esta forma, el hueco central adquiere unas dimensiones cercanas al doble del ancho de zanca. A continuación, se dibuja el alzado de la primera zanca, comprendida entre las líneas C y D. Para ello, tomaremos como referencia el punto H, de manera que su pendiente estará definida por la recta HG. El punto G se sitúa a una altura igual al lado de los cuadrados que definen las mesas, y por tanto igual al ancho de las zancas. A partir del punto G, se trazará el alzado del siguiente tramo con igual pendiente, recta GJ. La prolongación de dichas rectas determinará el vértice inferior de cada una de las pirámides sobre las que asientan las mesas. Una vez representados los tramos, se fija el grosor que tendrá la escalera y se dibujarán las juntas entre hiladas perpendiculares a las rectas que definen dichos tramos. En el caso del modelo con planta rectangular, se hace necesario incorporar un alzado más de zanca al tener estas longitudes diferentes según discurren paralelas al lado mayor o menor de la caja que define la escalera.

La labra de las dovelas del hocino o zanca no tiene mayor complicación, ya que son piezas prismáticas con lechos planos. En el caso de las mesas, las piedras se labrarán por robos. Una vez marcada la planta de la pieza, se procederá restando al bloque prismático desde su base la diferencia de cota que haya desde un lecho a otro. Los planos de lecho se labrarán planos y a escuadra con las caras inferiores de la dovela. Por último, para garantizar la transición entre las mesas y las zancas será necesario que la última piedra de estas, antes de enlazar con la mesa, lleve el plano del lecho labrado según la dirección de la junta de la mesa a la que acomete.



**Escalera cuadrada capialzada engauchida por hiladas  
atravesadas a regla. Fol. 24r**

Esta escalera llaman la escalera de Talavera y de la lonja porque está ejecutada en esas dos partes y así le llaman estos dos nombres por manera que después de trazada la planta por el orden que trazaste las antecedentes montearás la dicha escalera por el orden siguiente. Lo primero se ha de poner la ida del formalete que es lo que hay de A a B y esto pondrás 2 veces de C a D y de A a E lo pondrás 3 veces con que habrás montado 3 formaletes. Ahora para montar la línea del hocino tira su línea del punto F a G y de G a G y habrás montado dos hocinos. Aquí advertirás que el capialzo de esta escalera es lo que está entre estas dos líneas del formalete y la testa y que ello naturalmente se capialza. De manera que después de montadas estas dos líneas pondrás entre ellas las hiladas que en la planta tuviese el hocino como sus planos lo demuestran. Tira ahora el grueso de la testa que es la línea H. Ahora para las juntas se han de tirar a escuadra con la línea de la testa Y y así mismo las del formalete han de estar a escuadra con la dicha línea Y. Tracemos ahora el amesado. Primero del punto G sacarás una línea nivelar la cual línea es la junta J y en la cual línea has de poner o han de tocar los plomos de las hiladas que hubiere de las cuales puntas que son K, L. Tirarás 2 saltarreglas por la regla general de dientes y esas saltarreglas te han de servir en las dos juntas N M. Ahora de los dos puntos o p sacarás otras líneas nivelares que son las de las juntas q R y de los mismos puntos o, p sacarás otras 2 saltarreglas a escuadra con la línea S. Ahora los 2 despiezos TV los pondrás entre las líneas que la corte nivelares cada uno en su lugar, el de T en X y el de V en Z. Vamos ahora a los otros despiezos capialzados para lo cual es necesario poner en monte estos capialzos y lo harás tomando de 1 a 2 y ponlo de 3 a 4. Toma ahora de 5 a G y ponlo de 3 a 6 y tira su línea de 6 a 4. Pon ahora el despiezo de 1 a 7 y por este camino pondrás lo demás. Ahora dicha altura que en este capialzo se demuestra la pondrás tomando de 8 a 9 y poniéndolo de 5 a 10 y así mismo pondrás los demás. Las plantas por caras se sacan como las de un capialzado y las saltarreglas de las testas también por la regla de capialzos. De la labor se hablará en la traza siguiente.

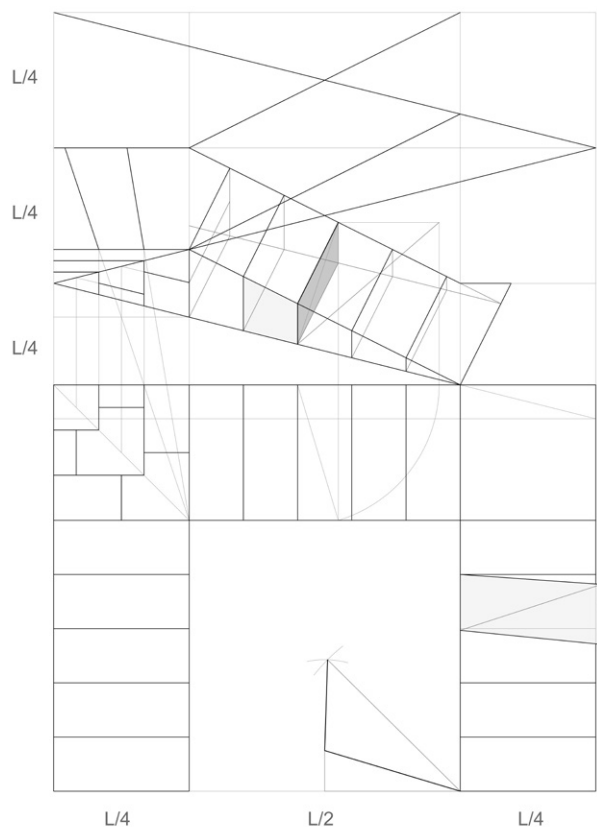
Modelo de escalera de planta cuadrada, ocupando cada zanca una dimensión igual a la mitad del hueco libre central. Con distribución de cinco hiladas por zanca como el resto de modelos que siguen esta disposición de juntas transversales a testas y muros de la caja. Una vez trazada la planta, tomamos como referencia para el alzado una recta que pasaría por los puntos A C, con la precaución de advertir que dichos puntos se encuentran por debajo de la recta que referencia el arranque del primer tramo dibujado en el alzado. A partir de ella, se dispondrán las alturas que cada tramo ha de salvar, que aquí coinciden con la cuarta parte del lado de su caja, de manera que trazando las rectas CB, BD y DE tendremos el formalete o línea intersección de la zanca con el muro que define la caja de la escalera. Para el trazado de las rectas que definen la testa de la zanca, hay que tener en cuenta que esta va a arrancar de la meseta con todo su ancho a igual cota, punto F, pero desembarcará en la siguiente con diferente cota entre los puntos de testa y de intersección con el muro de la caja, como el autor escribe:

Aquí advertirás que el capialzo de esta escalera es lo que está entre estas dos líneas del formalete y la testa y que ello naturalmente se capialza.

El despiece de las mesas va a seguir el mismo diseño que el utilizado en la primera escalera presentada. Se divide por su diagonal en dos partes. Las juntas paralelas a la primera dovela donde arranca el siguiente tramo de zanca se dispondrán horizontales. Las paralelas a la última dovela del tramo inferior manifestarán el capialzo de la zanca y serán oblicuas y paralelas a dicha junta. Los lechos entre dovelas de una misma hilada van a seguir el mismo patrón utilizado en las *puertas a regla*, radiales desde un mismo punto de manera que sus dovelas trabajen a modo de arco paralelo a los muros de la caja.

El proceso de labra no aparece descrito, remitiendo al lector al siguiente corte. Para el trazado de las plantillas de caras inferiores de las dovelas y saltarreglas a utilizar en las testas, el autor indica que se seguirá el método denominado *regla de capialzos* utilizado en los cortes de capialzados para obtener las plantillas de lecho. Esta regla consiste en hallar la longitud de la diagonal

de las caras de lechos entre dovelas para poder conseguir así el ángulo que forman la testa con la junta inferior. Para ello, se ha realizado una construcción auxiliar junto a la planta de la escalera. Sobre la recta horizontal de referencia se llevará la diferencia de cota entre los puntos de la junta y se trazará la junta en verdadera magnitud. A continuación con el compás se trazan dos arcos desde los extremos de dicha junta, uno con radio igual a la dimensión de la junta de testa y otro con la dimensión de la diagonal del plano de lecho. Para esta segunda medida es necesario realizar el giro de esta diagonal con el fin de situarla en posición frontal. Donde se corten ambos arcos tendremos el punto más alto de la junta de testa, y por consiguiente habremos obtenido el ángulo necesario para tomarlo con la saltarregla.



*Escalera capialzada a regla.*  
Trazado, despiece y proporciones.  
Obtención de las juntas de lecho  
y plantilla de cara inferior de dovela

A partir de aquí, es sencillo obtener las plantillas de las caras inferiores de las dovelas extendidas. En la planta, la parte derecha se ha ocupado con estas plantillas. Para su trazado no hay más que ir trasladando con el compás las medidas obtenidas anteriormente. Los lados mayores son las dimensiones de las

juntas entre hiladas, los menores, la separación entre estas, dimensión que se puede obtener directamente en el alzado, ya que al ser rectas frontales aparecen en proyección vertical en verdadera magnitud. Será necesario obtener la dimensión de la diagonal, para lo cual utilizaremos el mismo procedimiento anteriormente citado. Para mantener los lechos entre dovelas planos, se dispondrán las juntas de testa perpendiculares a las rectas que definen la cara inferior de la zanca, rectas Y y S y paralelas a estas se dispondrán las posteriores intersecciones de los lechos con el muro de la caja.

En este corte se van a citar dos ejemplos construidos: la escalera de la lonja de Sevilla y la del monasterio de Santa Catalina en Talavera de la Reina. La escalera de la lonja fue construida por el maestro Miguel de Zumárraga en 1606, siendo Alonso de Vandelvira Maestro Mayor y aparejador de las obras.<sup>13</sup> Situada en el lado oeste del edificio, conecta la planta primera con las cubiertas. Presenta un diseño muy similar al propuesto en este cuaderno, con espesor de anca constante y juntas de testa perpendiculares a la línea inferior de la zanca. Vandelvira recoge un diseño muy similar en su tratado: Es la denominada *escalera aducida a regla*. Se trata de una escalera de planta rectangular con distribución de juntas transversales a los planos de testas. Las zancas de mayor longitud se dividen en 6 hiladas, la paralela al lado menor de la caja en 4. La disposición del dovelaje es en arco, con juntas de testa radiales desde un mismo punto.

La escalera de Talavera se construye unos años antes, en la fase de ampliación de la iglesia del Convento de Santa Catalina, entre 1550 y 1558 por el maestro Correa.<sup>14</sup> Es de planta cuadrada con 9 hiladas por tramo y unas proporciones similares a las del diseño de Portor. Su ejecución no es tan fiel al modelo aquí presentado. Demuestra cierta curvatura en sus juntas, especialmente

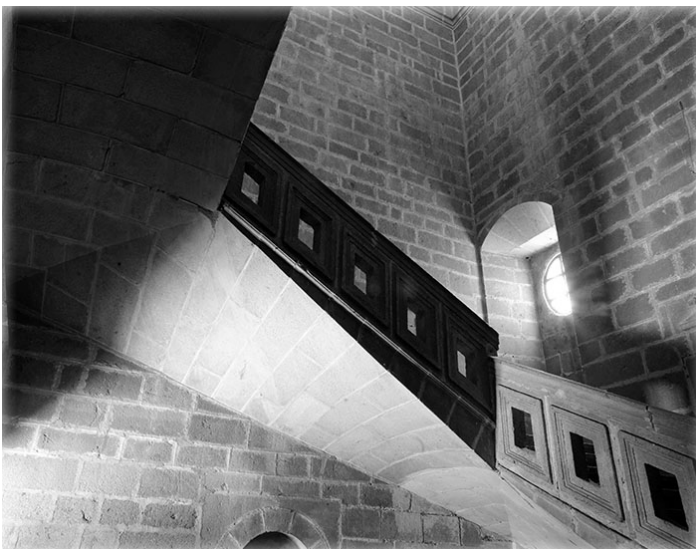
13

CAMPOS ALCAIDE, A. 2017. Tesis doctoral *La lonja de Sevilla. Arquigrafía de un edificio* p.57, 122. .Dpto. de Proyectos Arquitectónicos. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Sevilla.

14

GUTIERREZ PULIDO, D. 2009. *Pedro de Tolosa, maestro de cantería del siglo XVI en la sierra de San Vicente*. Excmo. Ayuntamiento de Talavera de la Reina. Capítulo VII. P. 208

acusada desde la diagonal de la mesa hasta la mitad de la zanca aproximadamente, en sentido ascendente. Esta curvatura es debida a que se mantiene la diagonal intersección entre zancas recta, por lo que la superficie inferior de ellas, si se pretende que sea continua hasta la recta intersección, no puede presentar sección recta en la dirección perpendicular a los planos de testa. En la escalera de Sevilla se mantienen rectas sus juntas pero esto condiciona a que la meseta manifieste su conexión con las superficies de la zanca El canto de la zanca no mantiene un ancho constante, como puede apreciarse tanto en el diseños de Portor como en el de Vandelvira, sino que va disminuyendo según asciende la escalera.



Superior.  
Escalera de la Iglesia de Santa Catalina. Talavera de la Reina.  
MAESTRO CORREA.1550-1558. Fotografía: Alberto Sanjurjo

Dcha.  
Escalera de subida a cubiertas. Lonja de las Contrataciones. Sevilla.  
MIGUEL DE ZUMÁRRAGA.1605



Fray Lorenzo vuelve a hacer mención a esta escalera en su obra *Arte y Uso de Arquitectura*, incorporando otro ejemplo construido más al citar una escalera de este tipo localizada en la iglesia del monasterio de Uclés, en la antesacristía:

Conocida la fábrica de la escalera de madera, resta el tratar de los cortes de otras escaleras de cantería, aprovechándome de la escalera que tiene el Convento de Santa Catalina de frailes jerónimos en la villa de Talavera y después fue contrahecha en el convento de Uclés de la orden militar de señor Santiago que por ser ingeniosa demostraré sus cortes.<sup>15</sup>

La escalera mencionada, fue construida en torno a la primera mitad del siglo XVII, etapa en la que uno de los maestros mayores de las obras fue Juan Gómez de Mora.<sup>16</sup> La escalera está formada por cuatro tramos, dos de ellos volados. Dichos tramos volados presentan un despiece en hiladas transversales a los muros donde se empotran las piezas siguiendo el diseño de los modelos anteriormente citados. Las líneas del formalete aquí son ligeramente curvas, pero ya bajo la meseta hay una clara intención de producir una transición continua entre tramos.



Escalera de acceso a la primera planta del claustro. Antesacristía. Iglesia del monasterio de Uclés.

15

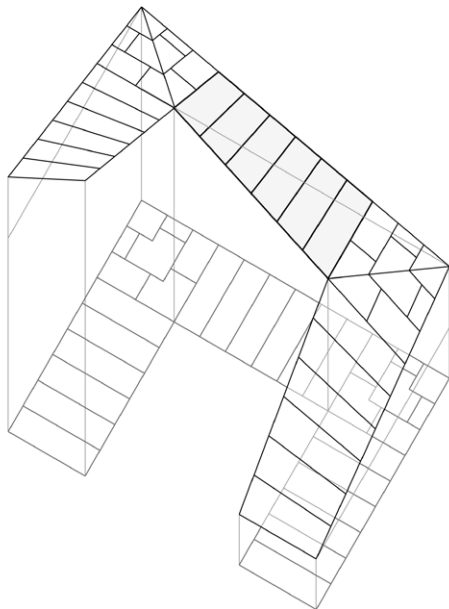
SAN NICOLÁS, F.1639. *Arte y Uso de Arquitectura I*. Cap. LXVIII. Trata de las escaleras, fábrica y cortes, por sus demostraciones

16

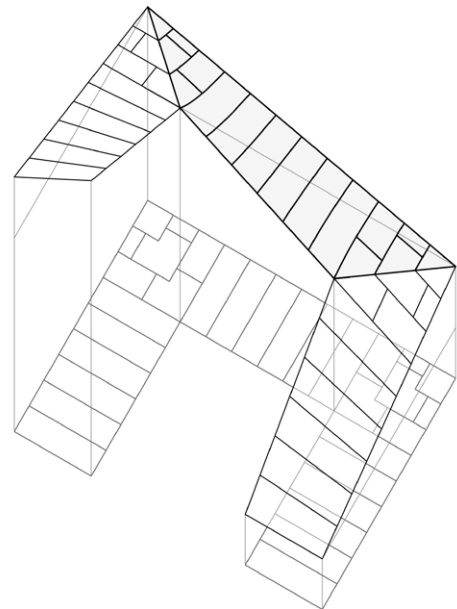
JIMÉNEZ HORTELANO, S. 2019. Historia constructiva del Real Convento de Santiago de Uclés. Tesis Doctoral. Departamento de Historia del Arte. Universidad de Valencia

Al igual que la escalera de Talavera, sus tramos disminuyen el espesor de la zanca según va ascendiendo. Las juntas entre hiladas se mantienen rectas y desaparece la superficie aristada bajo la meseta propia de los modelos con esta disposición de juntas transversales a los planos de testa.

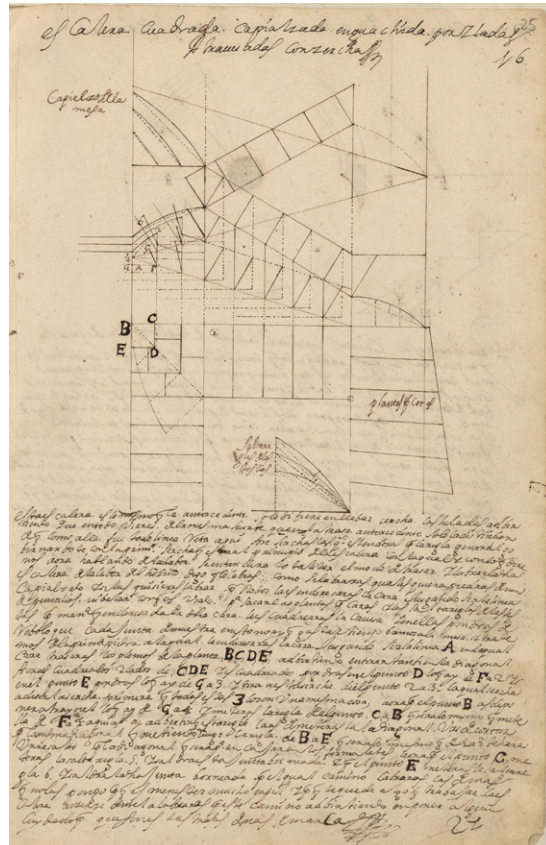
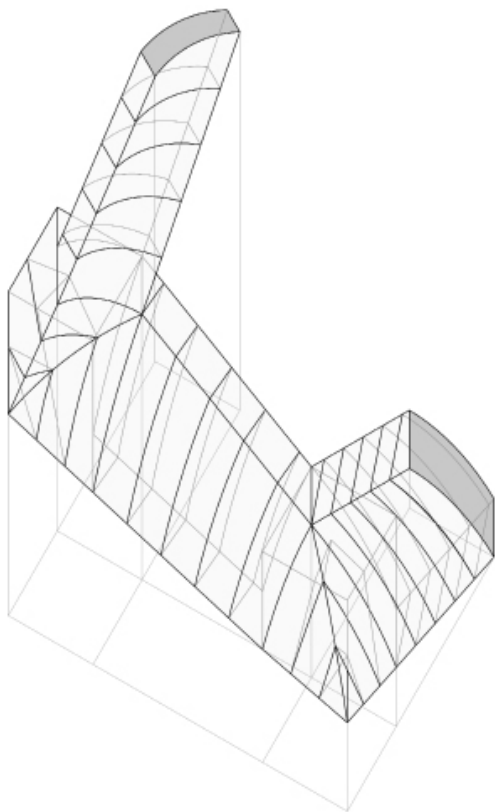
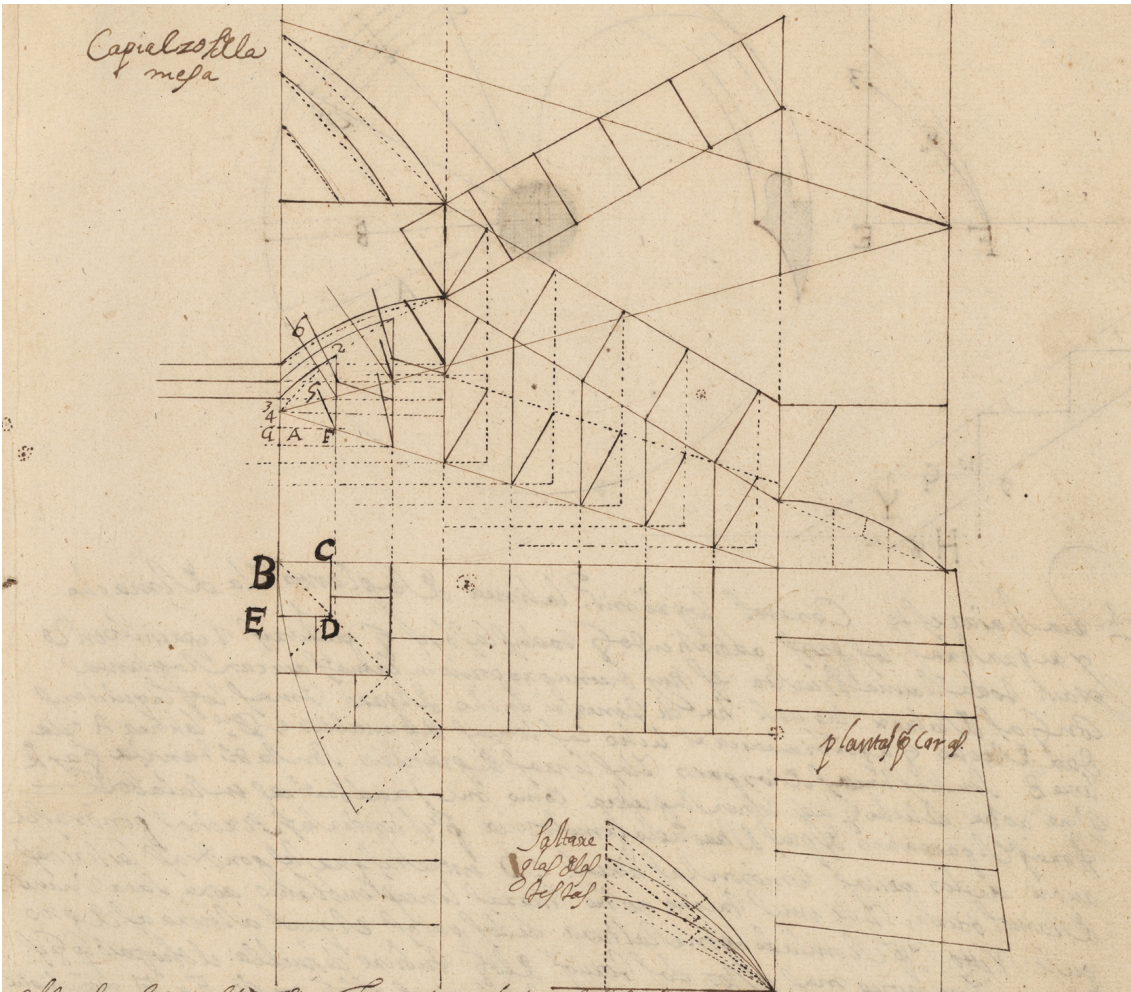
En este modelo de escalera, hay una serie de condicionantes a decidir en su planteamiento, como ya hemos visto en las versiones presentadas. Si la superficie inferior de la zanca se define mediante una superficie reglada y sus juntas se mantienen rectas, como es el caso de la escalera sevillana, en su encuentro con las mesetas se manifestará el cambio de una superficie alabeada a otra plana. Esto no presenta mayor problema, quedará disimulado gracias al resto de juntas transversales. Si se define como una superficie continua la zanca y meseta, y tanto las líneas del formalete como las diagonales intersección entre zancas son rectas, se está determinando un cuadrilátero alabeado, y por tanto la superficie será un paraboloides hiperbólico. En este caso, las juntas entre hiladas serán curvas, como vemos en la escalera de Talavera.



Superficie reglada alabeada en zanca. Mesetas planas



Superficie alabeada bajo zanca y mesetas



### ***Escalera cuadrada capialzada engauchida por hiladas atravesadas con cerchas. Fol. 25r***

*Esta escalera es la misma que la antecedente solo difiere en llevar cercha las hiladas advirtiéndote que en todo usarás de la misma forma que en la traza antecedente solo la distinción de que como allá fue toda línea recta aquí son cerchas las cuales extenderás por la regla general gobernándote con la primera cercha que es la que está al principio de la escalera con la cual y con lo que diremos ahora hablando de la labor se entenderá totalmente el modo de trazar y de labrar la dicha escalera. De la labor del hocino digo que lo labras como si labraras cualesquiera piedras de un capialzado y si las quisieras labrar por robos las enderezarás la cara juzgando ser la línea de puntillos nivelar con que has usado para sacar las plantas por caras y las saltarreglas de las testas por manera que enderezada la dicha cara le escuadrearás la cabeza y en ellas pondrás de robo lo que cada junta demuestra. En esto no hay que gastar tiempo. Vamos a la mesa y tratemos de la primera piedra a la cual le enderezarás la cara juzgando ser la línea A en la cual cara trazarás los plomos de la planta BCDE advirtiéndote en tirar también la diagonal. Ahora escuadrea los 2 lados de CDE y escuadreados pondrás en el punto D lo que hay de F a 2 y en el punto E pondrás lo que hay de G a 3 y tirarás tu cercha del punto 2 a 3 la cual cercha ha de ser la cercha primera que todas estas 3 lo son una misma cosa, ahora por el punto B has de poner a trainel lo que hay de G a 4 y meterás la regla del punto C a B que será lo mismo que meterla de F a 4. Aquí has de advertir que esta regla la has de meter hasta la diagonal vas de cortar por la misma diagonal que metiendo luego la regla de B a E que será lo mismo que de 4 a 3 te hará un resalto por la diagonal que será para encajar en los formaletes. Ahora por el punto C meterás la saltarregla 5 y saldrá esta junta borneada por el cual camino labrarás las demás que no las pongo porque es menester mucho papel y por que te quede algo que trabajar. La escalera antecedente la labrarás por este camino advirtiéndote en poner algún cuidado que son estas trazas de más de marca.*

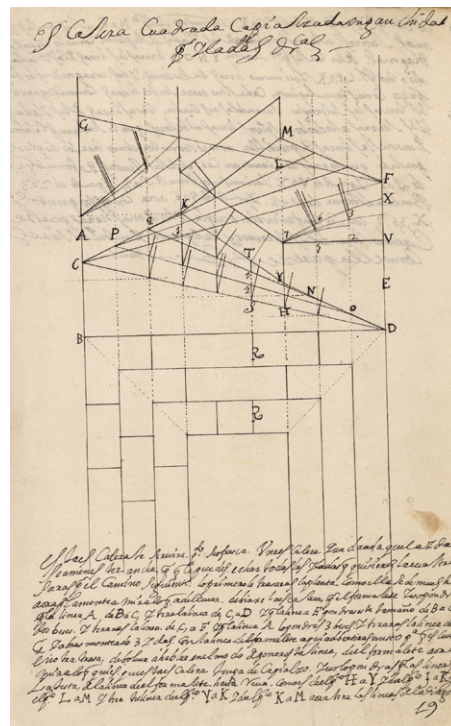
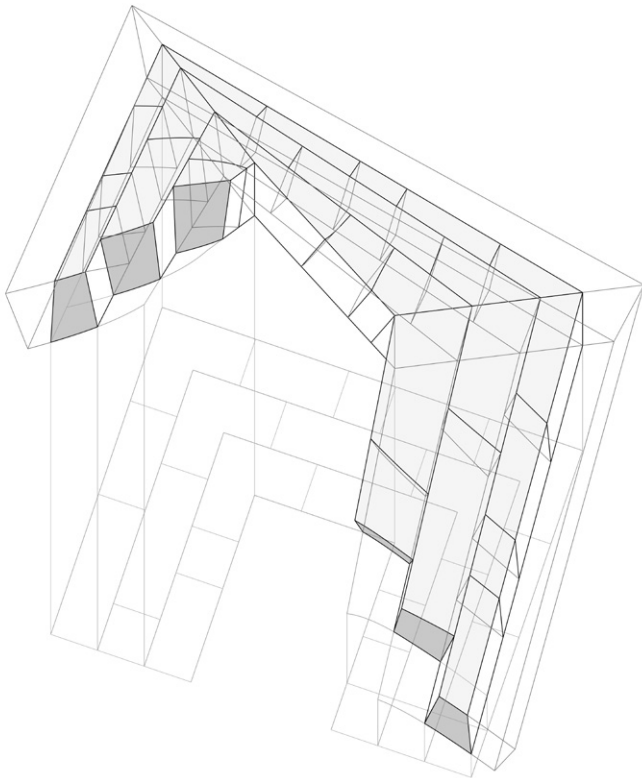
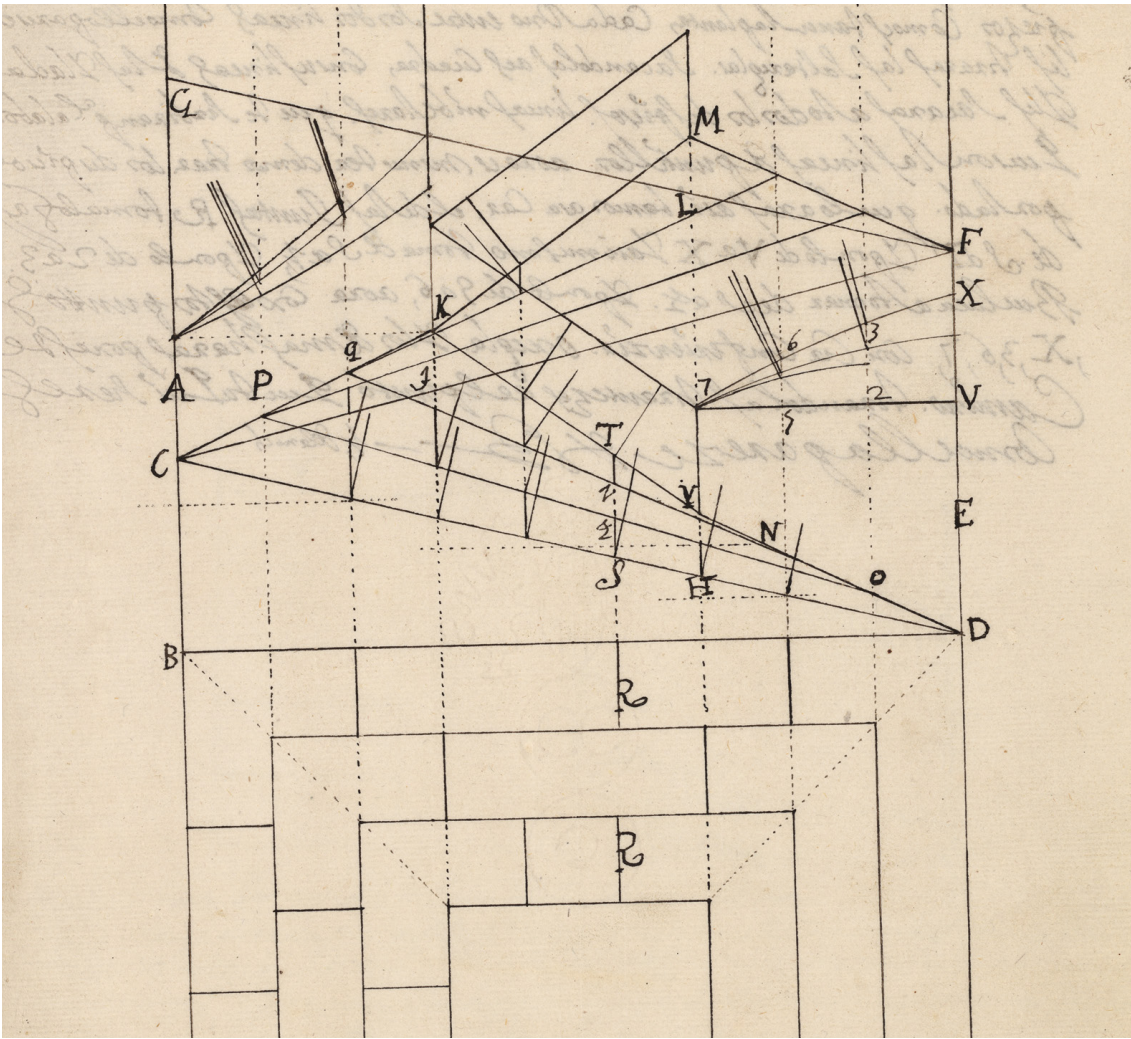
Variante del modelo anterior que sigue el mismo diseño en planta e igual distribución de juntas transversales a las testas de las zancas. En este corte, las juntas serán curvas y se disponen manteniendo siempre la misma curvatura, lo que facilitará mucho la labra al permitir el uso de una única cercha para todas ellas. El proceso de labra seguirá el mismo patrón que el utilizado en los capialzados. Una vez labrados los planos de testa, se trazarán en ellos las juntas entre dovelas perpendiculares a las rectas que lo definen. Las juntas inferiores se trazarán curvas y en la cara inferior de las dovelas se aplicarán las plantillas de dichas caras extendidas. Los planos de lecho en las dovelas que conforman las mesas se disponen radiales desde un mismo punto.

Este modelo es el más próximo en diseño a los ejemplos de escalera volada ampliamente difundidos en el ámbito valenciano, donde normalmente presentan curvatura no solo sus juntas entre hiladas sino también en las líneas que definen el formalete de las zancas.. Curiosamente, la variante con formaletes curvos, presente en la obra de Gelabert y Tosca, no se encuentra recogida en el cuaderno, posiblemente por el ámbito geográfico en que este se redacta.<sup>17</sup> No ocurre lo mismo con las variantes de hiladas longitudinales que veremos a continuación, más propias del entorno castellano y andaluz, donde posiblemente se movieron los maestros que contribuyeron a la redacción de este cuaderno.

17

ZARAGOZÁ CATALÁN, A. 2013. Las escaleras con bóveda continua en piedra: Técnicas y significados. El episodio valenciano de la edad moderna. LE SCALE IN PIETRA A VISTA NEL MEDITERRANEO. Caracol.Palermo





### ***Escalera cuadrada capialzada engauchida por hiladas derechas. Fol. 23r-v***

*Esta escalera te servirá cuando se ofrezca una escalera cuadrada que la ida sea menester ancha porque le puedes echar todas las hiladas que quisieres la cual trazarás por el camino siguiente. Lo primero le trazarás la planta como ella se demuestra. Ahora para la monte mira lo que ha de llevar de viaje la escalera por el formalete y eso pondrás por la línea A, de B a C y tira la línea de C a D y por la línea E pondrás este tamaño de B a C dos veces y tirarás la línea de C a F y por la línea A lo pondrás 3 veces y tirarás la línea de F a G y habrás monteado 3 idas con la línea del formalete. Aquí advertirás en esto para que excusemos no trataré de volver a hablar en el modo de poner esta línea del formalete. Ahora mira lo que quieres que esta escalera tenga de capialzo y eso lo pondrás por las líneas de la testa, de la línea del formalete hacia arriba como es desde el punto H a Y y del punto J a K y del punto L a M y tira tu línea del punto Y a K y del punto K a M. Ahora tira las líneas de la diagonal del punto Y a D y del punto C a K. Y así mismo del punto M a F en los cuales 3 líneas subirás a tocar los plomos de las hiladas de la planta como los corta la diagonal de los cuales puntos que son YNOD tirarás las líneas de las hiladas a los otros puntos C, P, Q, K y así mismo harás en las demás idas. Ahora pondrás los despiezos como están en las plantas cada uno entre sus dos líneas como ello parece y les tirarás las saltarreglas sacándolas a escuadra con sus líneas de las hiladas y les sacarás a todos los despiezos líneas nivelares que te servirán para la labor que son las líneas de puntillos. Ahora es menester demostrar los despiezos por lado que lo harás así. Vamos a sacar el de las juntas R. Toma lo que hay de S a T y ponlo de V a X. Y así mismo toma de S a 1 y ponlo de 2 a 3. Vuelve a tomar de S a 4 y ponlo de 5 a 6, ahora coge estos puntos X, 3, 6, 7 con circunferencia o regla y los demás harás por este camino tirando las tiranteces al punto que tú quisieres como ella parece. 1 de la noche.*

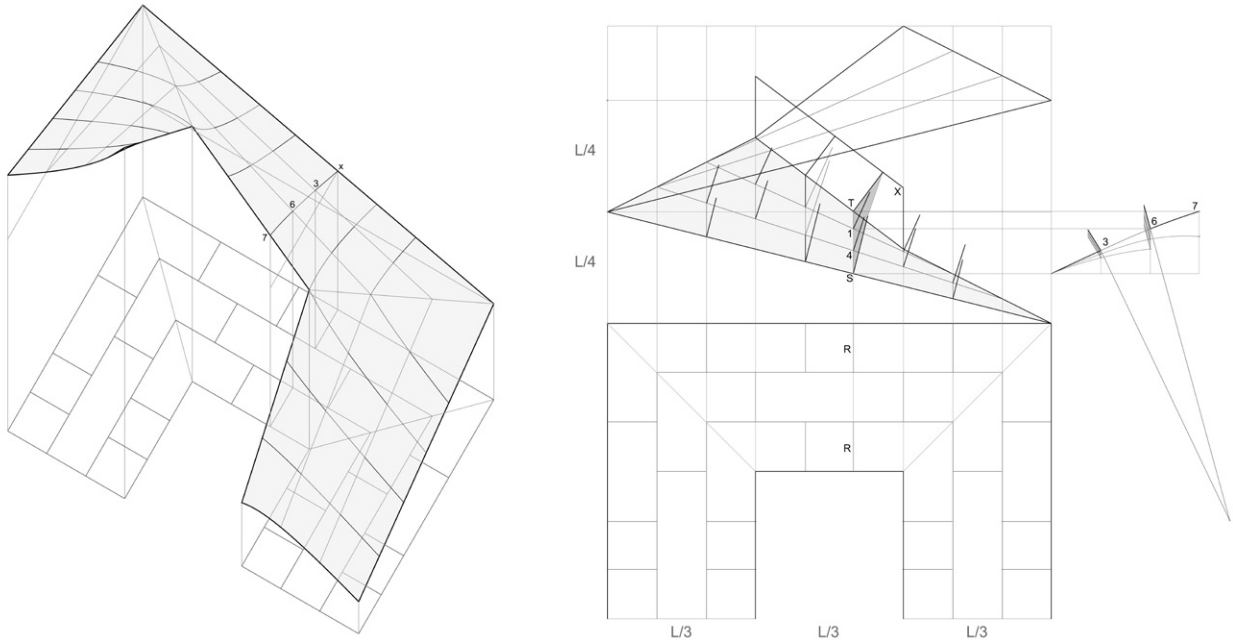
Primer modelo de escalera con disposición de hiladas paralelas a los muros que delimitan su caja. En primer lugar se procederá al trazado de la planta, dividiendo el lado del cuadrado que delimita su caja en tres partes iguales, de manera que el ancho de la zanca y el ojo de la escalera van a tener la misma medida. En este aspecto, difiere del diseño de las escaleras presentadas anteriormente y con disposición de juntas transversales, donde, debido al condicionante del vuelo de las dovelas, el ancho de la zanca se restringía a  $1/4$  de la dimensión del lado de la planta. La disposición de hiladas longitudinales permite, por medio de su adosamiento, cubrir el ancho necesario sin restricciones. En cuanto a las dimensiones en alzado, la altura de cada tramo corresponde a  $1/4$  del lado del cuadrado que define la planta. Para el trazado del perfil de sus zancas, llevaremos esta medida desde la recta BD, lado de su planta, tantas veces como tramos se desee representar, obteniendo así los puntos C, F, G que definen el hosino, borde de la zanca en su encuentro con el muro de la caja. Las transiciones de una zanca a otra se articulan por medio de la recta intersección entre las superficies inferiores de estas, representada en la planta por la recta diagonal trazada en línea de puntos entre los vértices B y D, vértices que en alzado se sitúan con diferente cota, puntos C, K, causando esto el alabeo que presentan las superficies inferiores de cada tramo. Las líneas que determinan las testas se obtienen uniendo los puntos Y, K, M, puntos extremos interiores de dichas diagonales. A continuación se procede al reparto de hiladas en planta, que en todos los modelos recogidos en este cuaderno se resuelve por medio de tres, para posteriormente repartir dichas hiladas en el número de dovelas deseado. Una vez terminado el despiece en planta, se incorporan al alzado tanto las juntas longitudinales como las transversales, que se producen entre dovelas de una misma hilada. El perfil de estas juntas transversales se dibujará en dos partes. Sobre el arranque del primer tramo, encontramos el perfil de las tres juntas transversales que se causan en la primera zanca, desde su arranque hasta el punto medio. Sobre el final de dicho tramo, el perfil de las correspondientes a las tres últimas juntas. De esta manera, se distinguen aquellas que adoptan forma cóncava de las convexas, consecuencia del cambio de curvatura que experimenta la superficie de intradós de la zanca. En sentido

descendente, desde el centro de cada tramo, la superficie inferior de la zanca adopta una forma cóncava, mientras que en sentido ascendente se manifiesta una curvatura convexa. Este detalle no aparece descrito en esta traza, pero en la variante denominada *escalera cuadrada torcida a nivel las mesas por hiladas derechas*, el autor sí advierte de ello al comienzo de su explicación:

...y así advertirás que por el través esta escalera del medio hacia abajo hace cercha cóncava y del medio hacia arriba cercha convexa:

En el caso del modelo que nos ocupa, el autor deja a juicio del maestro la decisión de resolver dichas juntas mediante líneas curvas o tramos rectos:

*...Ahora coge estos puntos X, 3, 6, 7 con circunferencia o regla y los demás harás por este camino tirando las tiranteces al punto que tú quisieres como ello parece.*



Escalera capialzada con disposición de juntas longitudinales  
 Trazado y proporciones. Dirección de los planos de lecho entre hiladas y para las juntas R entre dovelas.

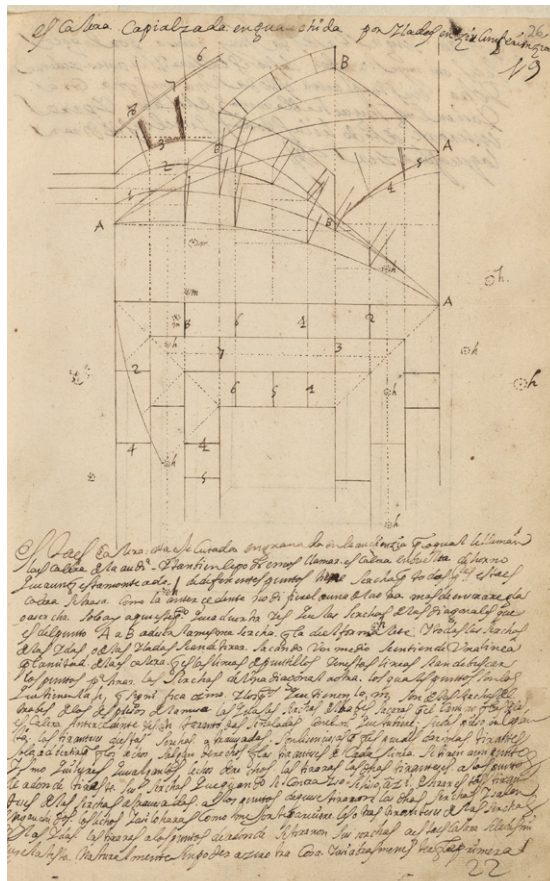
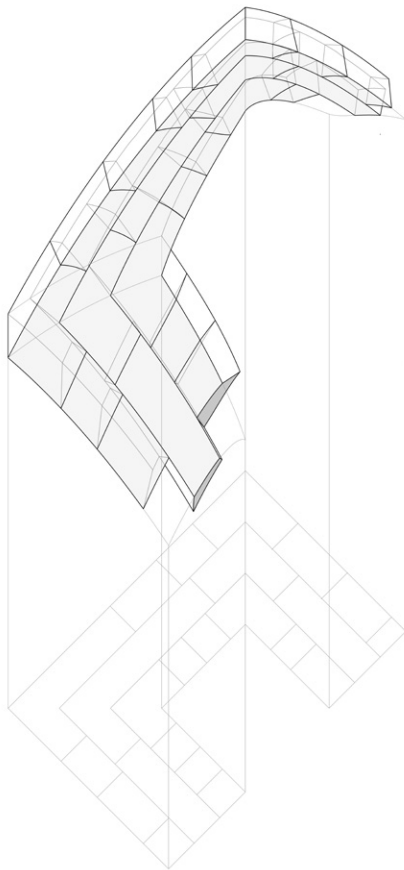
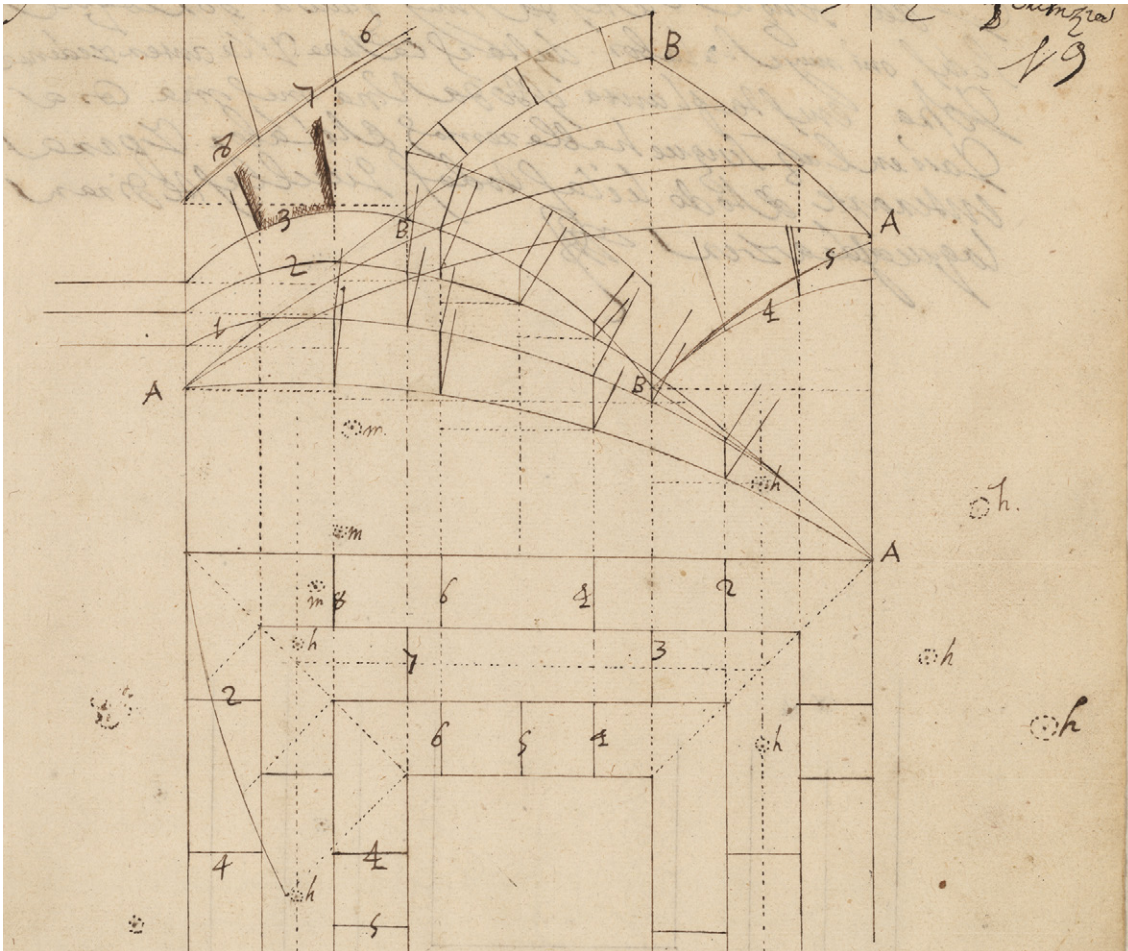
Los planos de lecho entre hiladas siguen la dirección marcada por las rectas trazadas radiales a las juntas transversales desde un punto determinado previamente, garantizando así su planeidad. Dentro de una misma hilada, los lechos entre dovelas se determinan por direcciones perpendiculares a la junta que define dicha hilada, generándose una superficie reglada alabeada al quedar definidos dichos lechos por dos rectas que se cruzan en el espacio.

Este corte plantea una solución diferente al modelo de Vandelvira, donde las hiladas se suceden simplemente adosadas, con planos de lecho verticales. Aquí se propone una distribución de dovelas en arco, no solo en sentido longitudinal sino también en sentido transversal, evitando así el problema de deslizamiento que se podría producir entre las hiladas.<sup>18</sup> En cuanto al proceso de labra, como ya es habitual en los grupos de cortes que recoge este manuscrito, habrá que esperar a la variante de la que hemos hablado con anterioridad, la *escalera torcida a nivel las mesas por hiladas derechas*, para encontrar el proceso expuesto con detalle.

18

PALACIOS, GONZALO, J..1990. *Trazas y cortes de cantería en el Renacimiento Español*. Madrid, Instituto de Conservación y Restauración de Bienes Culturales.p.179.

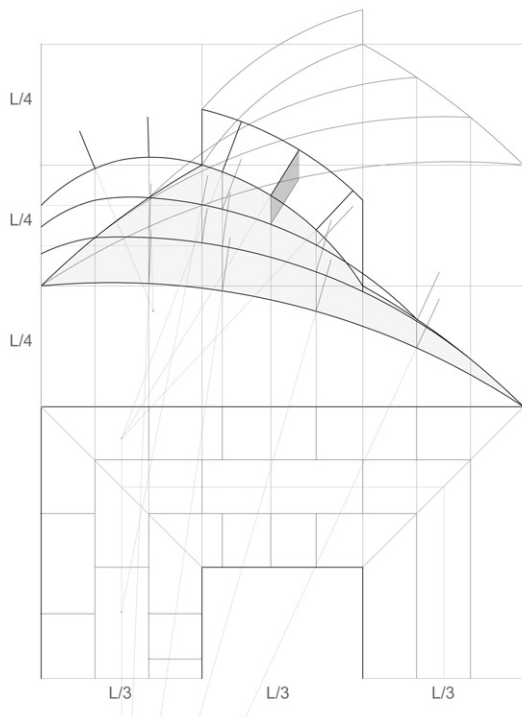




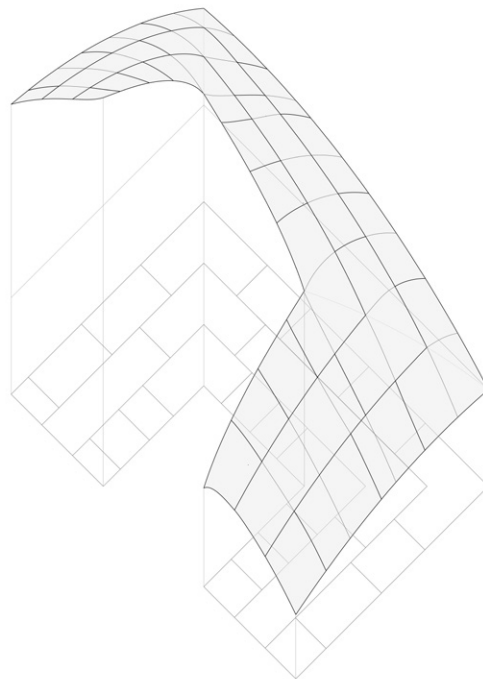
## **Escalera capialzada engauchida por hiladas en circunferencia. Fol. 26r**

*Esta escalera está ejecutada en Granada en la audiencia por lo cual le llaman la escalera de la audiencia y también le podremos llamar escalera en vuelta de horno que aunque está monteada de diferentes puntos tiene cercha por todas partes. Esta escalera se traza como la antecedente, no difiere la una de la otra más de en ser a regla o cercha. Solo hay aquí este punto que advertir y es que las cerchas de las diagonales que es del punto A a B ha de ser la misma cercha que la del formalete y todas las cerchas de las idas o de las hiladas se han de tirar sacando un medio, se entiende una línea por la mitad de la escalera que es la línea de puntillos y en estas líneas se han de buscar los puntos para tirar las cerchas de una diagonal a otra los cuales puntos son las que tienen la h que significa hosino y los puntos que tienen la m son de las cerchas del través de los despiezos de la mesa las cuales cerchas de través sacarás por el camino que las de la escalera antecedente y estarán todas señaladas con el número que tuviere su despiezo en la planta. Las tiranteces de estas cerchas atravesadas son licenciosas porque les puedes dar más tirantez, solo advertir para que los lechos salgan derechos que las tiranteces de cada línea se tiren a un punto y si no quisieres que salgan los lechos derechos las tirarás las dichas tiranteces a los puntos de a donde tiraste sus cerchas que cuando se contra hizo se hizo así, de tirar estas tiranteces de las cerchas atravesadas a los puntos de que se tiraron las dichas cerchas y salen engauchidos los lechos y así lo harás como mejor te pareciere. Las otras tiranteces de las cerchas de las idas las tirarás a los puntos de a donde se tiraron sus cerchas. A esta escalera se le desnivela la testa naturalmente sin poder hacer otra cosa y así habrás menester que la primera ida tenga la testa muy gruesa por lo que se disminuye. La labor de esta escalera y la antecedente y otra en esta planta es todo una misma cosa y así en las que se sigue hablaremos de la labor y para enterarte de todo léelas todas que ellas te dirán lo que has de hacer.*

Se presenta aquí otro modelo de escalera con disposición de hiladas longitudinales. Coincide con la traza anteriormente expuesta en el diseño en planta, conservando la proporción de  $1/3$  de ancho de zanca y hueco y tres hiladas por zanca, así como en la altura de las mesas. Con la variante con respecto al modelo anterior de que en este ejemplo, el trazado de zancas e hiladas se realiza mediante líneas curvas. Una vez dibujada la planta con sus hiladas y repartido el dovelaje de estas, se procede al trazado de las curvas que definen cada zanca en alzado, tomando como referencia para los centros de dichas curvas el eje central de los tramos laterales, de manera que se encuentren todos ellos alineados. Aparece rotulada una letra, *h*, junto a cada punto utilizado como centro para el trazado de las curvas del hocino. Como es habitual en estos cortes, en alzado se representarán siempre superpuestos al menos dos tramos, el frontal y uno lateral, de manera que se pueda referenciar claramente las alturas de los elementos más representativos. Las mismas curvas que definen el hocino de la escalera, se utilizarán para determinar la intersección que, bajo las mesetas, se produce entre tramos.



Escalera capialzada con hiladas longitudinales  
Trazado y proporciones



Superficie alabeada bajo zanca y mesetas

Para las cerchas de las mesas, la distribución de centros no presenta un orden claro pero sí aparecen identificados con la letra “m”. Una vez trazadas las zancas con sus hiladas correspondientes, quedan por definir las juntas transversales entre dovelas de una misma hilada, rotuladas con los números 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8. Para ello, siguiendo el esquema de la traza anterior, se dispone el alzado de dichas juntas a ambos lados de la zanca frontal y sobre la planta de las zancas laterales. A continuación, se determinan las juntas de lecho, tanto entre hiladas longitudinales, como entre dovelas de cada hilada. Para las juntas transversales, se define previamente el grosor que la zanca presentará en su plano de testa. Debido a que las curvas que definen dicho espesor se trazan desde los ejes de los tramos laterales y no desde el centro del en cuestión, el espesor de la testa un ancho generoso en el primer tramo. Las juntas entre dovelas se dibujan radiales a los arcos longitudinales que definen las hiladas. En cuanto a los lechos entre hiladas, se plantean dos soluciones, según se pretenda obtener lechos planos o superficies alabeadas. Para mantenerlos planos, las juntas deberán disponerse radiales desde un mismo centro. Si se trazan desde el centro de cada una de las cerchas transversales, serán superficies alabeadas.

Como ejemplo construido, el autor del cuaderno cita la escalera de la Real Chancillería de Granada,<sup>19</sup> modelo al que también alude Vandelvira, junto a otro ejemplo granadino que no se ha conservado, la escalera del Monasterio de la Victoria, obra del mismo autor de la escalera de la Audiencia, Pedro Marín, para ilustrar su escalera adulcida en cercha.<sup>20</sup>



Escalera de la Real Chancillería de Granada. PEDRO MARÍN.1578

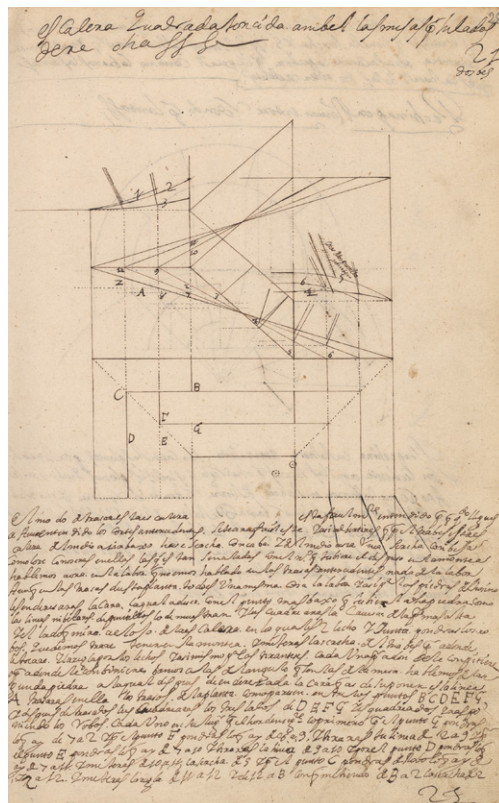
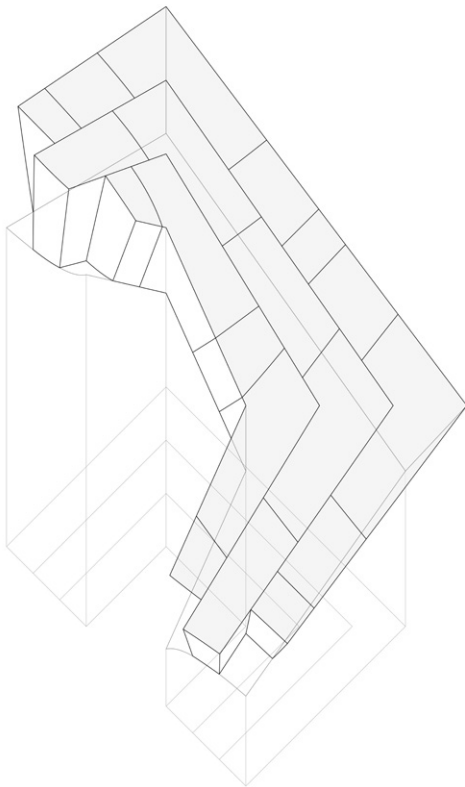
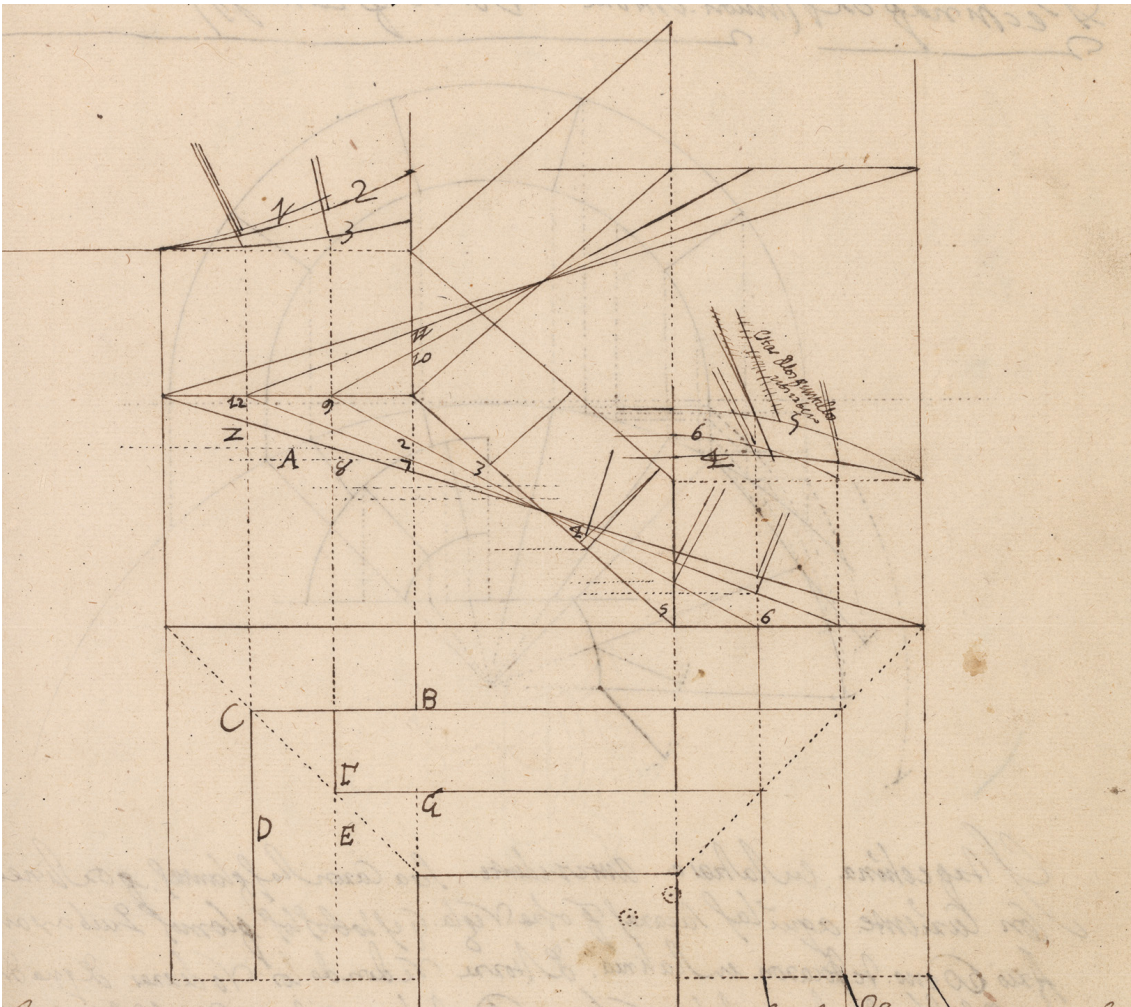
19

En relación a la escalera granadina, consultar:

SALCEDO, M. *Construcción pétreo en la Granada del Renacimiento*. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Cartagena 2017.

20

GÓMEZ MORENO, J.M. *La arquitectura religiosa granadina en la crisis del Renacimiento(1560-1650)* Granada 1989, p. 244

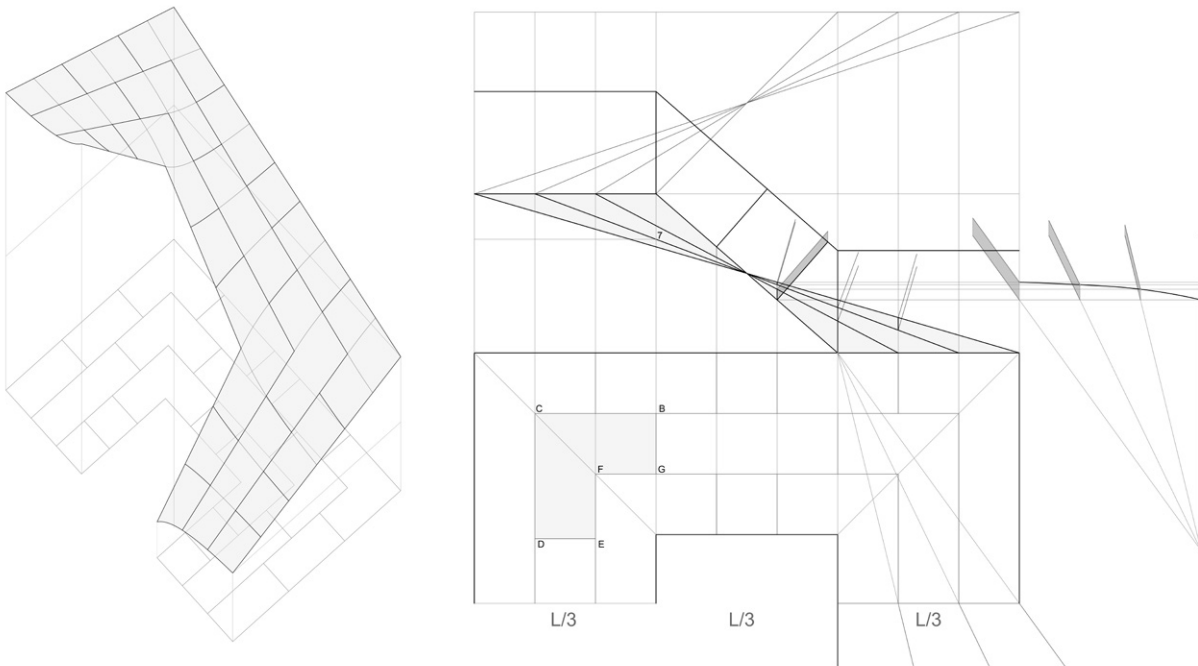


### ***Escalera cuadrada torcida a nivel las mesas por hiladas derechas Fol. 28r.***

*El modo de trazar esta escalera está fácilmente entendido porque cuando llegues a a haber entendido los cortes antecedentes se te hará fácil este. Y así advertirás que por el través esta escalera del medio hacia abajo hace cercha cóncava y del medio hacia arriba cercha convexa como lo reconocerás en ella las que están señaladas con el número que tuviere el despiezo en la montea. Hablemos ahora en la labor que no hemos hablado en las trazas antecedentes nada de la labor aunque las trazas de esta planta todo es una misma cosa la labor. Y así para las piedras del hocino les enderezarás la cara la cual ha de ser con el punto más bajo que tuviere la dicha piedra como las líneas nivelares de puntillos lo demuestran y le escuadrearás la cabeza de la parte más alta y el lado que mira al ojo de la escalera en los cuales dos lecho y junta pondrás los robos que demostrare tener en la montea y meterás la cercha del través por donde le tocare y la regla por los lechos y así mismo para las tiranteces cada una por donde le compitiere o por donde le conviniere. Vamos a las del ángulo que son las de la mesa. Hablemos de la segunda piedra a la cual después de enderezada la cara la cual has de suponer es la línea A trazarás en ella los trazos de la planta como parecen entre los puntos BCDEFG y después de trazados le escuadrearás los tres lados de DEFG y escuadreados irás poniendo cada uno en su lugar por el orden siguiente: Lo primero por el punto G pondrás lo que hay de 7 a 2 y por el punto F pondrás lo que hay de 8 a 9 y tirarás tu línea de 2 a 9 y por el punto E pondrás lo que hay de 7 a 10 y tirarás la línea de 9 a 10 y por el punto D pondrás lo que hay de 7 a 11 y meterás de 10 a 11 la cercha de 5 y por el punto C pondrás de robo lo que hay de 7 a 12 y meterás la regla de 11 a 12 y de 12 a B con que metiendo de B a 2 la cercha de 2 y por sus dos lechos las tiranteces que ella tiene y por esos otros dos lechos las tiranteces que tiene la cercha de 5 y por las juntas las tiranteces que demuestran en la montea habrás acabado la piedra por el cual camino labrarás las demás de esta traza y de las dos antecedentes.*

Este corte es el último del grupo de escaleras claustrales recogido en el cuaderno. Representa una variante de la escalera que inaugura el conjunto de las trazas que presentan distribución de juntas longitudinal a los muros de la caja. Con la singularidad de que, en este ejemplo, se disponen las rectas intersección entre zancas horizontales. Este detalle perfecciona el modelo, consiguiendo una transición entre tramos aún más continua y armoniosa. La curvatura de la superficie alabeada de la zanca cambia desde el punto central de esta, característica que ya hemos visto como a su vez se produce en las superficies anteriores, siendo cóncava desde el arranque hasta el punto medio y convexa desde el medio hasta su desembarco en la mesa siguiente.

Para su trazado se van a utilizar las mismas proporciones vistas en los modelos con igual disposición de juntas longitudinales. La planta se dividirá en tres partes iguales, hueco central y los dos tramos laterales. La pendiente de los tramos es menos acusada que en los modelos anteriores.

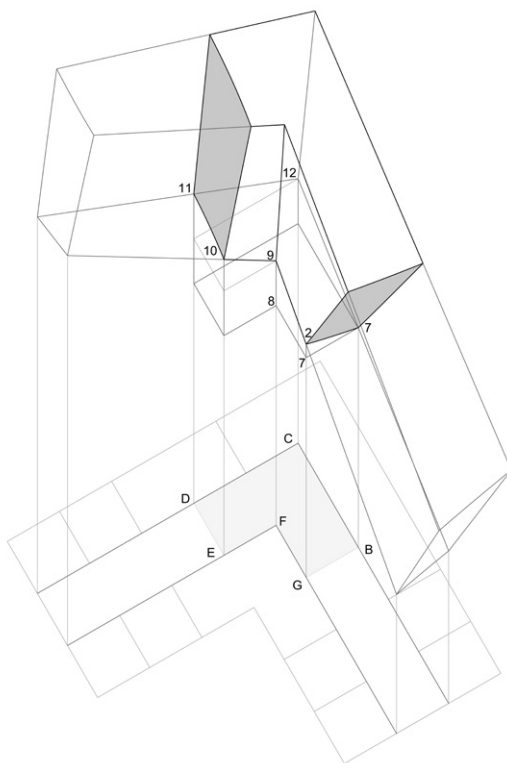


Escalera capialzada con intersección de tramos según recta horizontal.

Superficie alabeada bajo zanca y mesetas      Trazado y proporciones. Obtención de los planos de lecho entre hiladas

Para la labra, se va a utilizar el método de robos o escuadrías, proceso que no se detalla hasta este corte y que es común a todos los de este grupo, con disposición de hiladas longitudinales.

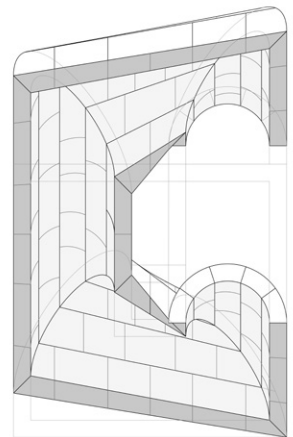
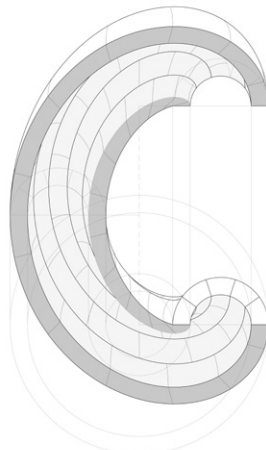
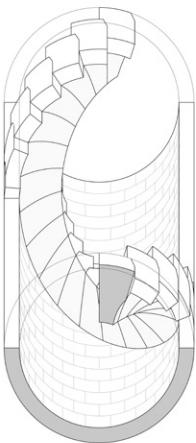
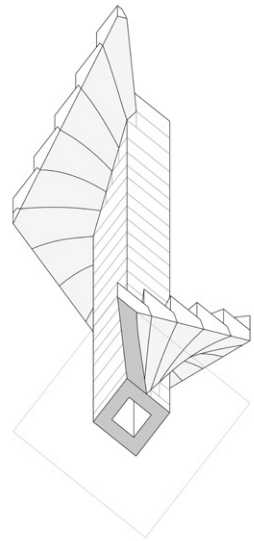
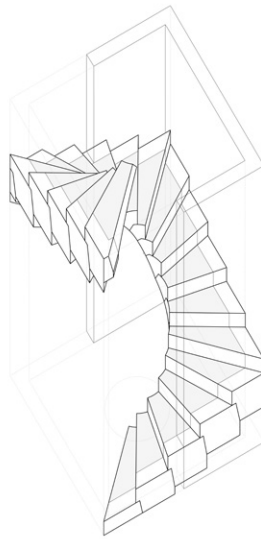
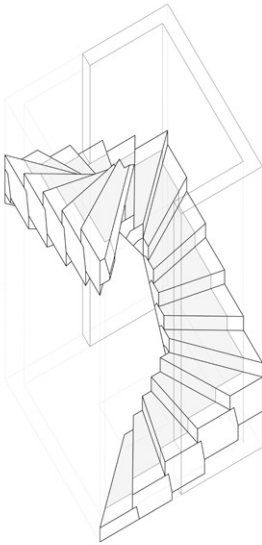
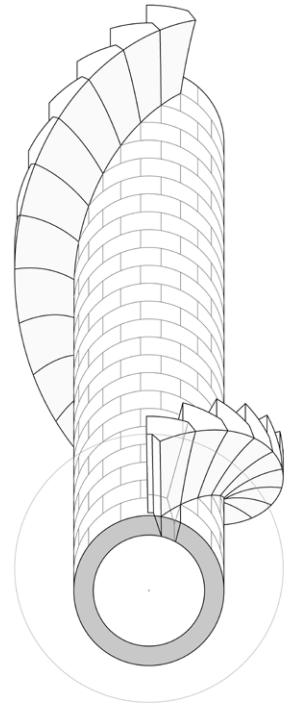
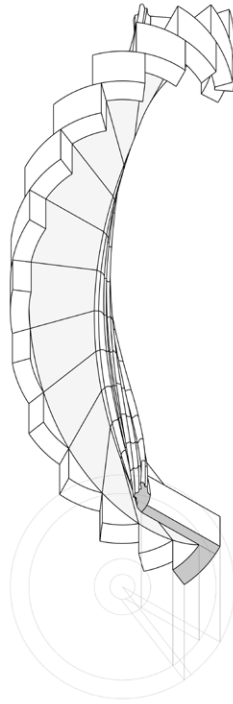
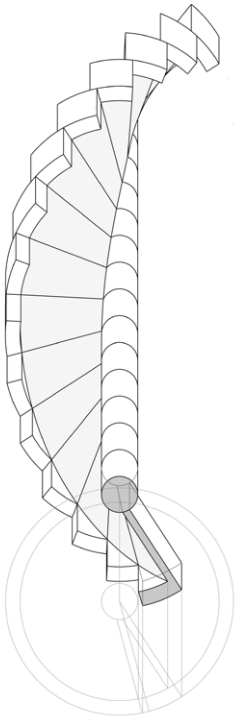
Veamos el caso de la segunda piedra del ángulo, donde una zanca se articula con la siguiente, que es el que se expone en el texto. En la base de la piedra se trazará su proyección horizontal, puntos B,C,D,E,F,G. Sobre dichos puntos, se irán poniendo sus cotas. Para ello, nos serviremos del alzado de la zanca, tomando como referencia para todas ellas el punto más bajo de la piedra, que aquí se corresponde con el punto B en planta y 7 en alzado. Las juntas de lecho 10-11 llevarán la cercha número 5 y la 7-2 llevará la cercha número 2. Las que definen la hilada, puntos 12-11 y 12-7 para la exterior, puntos 9-10 y 9-2 para la interior, se tirarán a regla.



Escalera capialzada con intersección entre zancas según recta horizontal. Detalle de la piedra que articula dos tramos



## 4.3 Caracoles



### 4.3 Escaleras de caracol

El segundo grupo de escaleras que encontramos en el manuscrito abarca los cortes correspondientes a escaleras de caracol. Los modelos presentados aparecen dibujados en el vuelto de los folios donde se hallan las escaleras claustrales, con cierto desorden según el encuadernado actual del manuscrito. El repertorio es amplio, recogiendo hasta ocho modelos diferentes. En primer lugar, encontramos los tres modelos más difundidos, presentes en la mayoría de los tratados y obras de cantería más representativas de la época: el *caracol de husillo*, el *caracol de Mallorca* y el modelo de intradós abovedado comúnmente denominado en España la *vía de San Gil*, con la variante de planta cuadrada, que en este cuaderno está representada por la *bóveda en rincón de claustro capialzada oblicua para una escalera llana sin gradas*.<sup>1</sup> Junto a estos ejemplos, se completa el grupo con cinco caracoles exentos o volados,<sup>2</sup> con las variantes de planta cuadrada y circular y con el vuelo de los peldaños resuelto de dos formas: desde el muro de la caja hacia el hueco central y la opción opuesta, con peldaños volando hacia el ojo de la escalera desde su empotramiento en un machón central. Estos cortes no son diseños comunes y apenas aparecen representados en obras de otros autores. Tan

1

Pese a ser un manuscrito datado en el siglo XVIII, estos modelos mantienen su denominación original, dejando patente el autor que desconoce el origen de dichos nombres, como se pone de manifiesto en los textos que acompañan a los dibujos. Es el caso del modelo que se enuncia como: *caracol de ojo en una planta esférica que llaman de mallorca*, o la *bóveda en circunferencia oblicua para una escalera llana sin gradas*, donde comienza el texto explicativo así:

A esta bóveda llaman la vía de San Gil la razón no la sé más de que le he oído decir este nombre.

2

El autor del cuaderno va a llamar caracol volado a todos los ejemplos, especificando si el peldaño vuela hacia el interior de la caja, indicando en ese caso que el caracol presenta caja, o por el contrario, son escaleras exentas cuyos peldaños vuelan desde un machón central, como los modelos presentados por Vandelvira y Martínez de Aranda. En ese caso los caracoles serán denominados por su planta, cuadrada o *redonda*.

solo Vandelvira y Martínez de Aranda,<sup>3</sup> este último con un diseño de peldaño muy similar a las propuestas de Portor, presentan en su repertorio un modelo de caracol exento, cuyos peldaños vuelan desde su empotramiento en un machón central de sección circular. Como característica común a todos los caracoles recogidos en este manuscrito, los ejemplos se corresponderán siempre con soluciones de escaleras simples. No se contempla en ningún modelo la variante de doble subida, con dos desarrollos simultáneos, algo habitual en otras obras.<sup>4</sup>

En cuanto a la distribución de peldaños, todos se van a repartir en 20 gradas, coincidiendo con la propuesta que presenta Fray Lorenzo. Esto dará lugar a diseños muy esbeltos, con huellas de reducidas dimensiones. El reparto de peldaños en estos cortes es variado. Vandelvira repartirá una vuelta en 17 peldaños. Aranda y Alonso de Guardia lo resolverán con 12, solución adoptada por la comodidad de repartir la circunferencia en sectores de 30 grados. Gelabert desarrolla varias propuestas, desde el modelo de *caracol de nabo redondo*, donde se divide el círculo de la planta en 11 partes o el *caracol de mallorca* con 12 divisiones, llegando hasta los 20 peldaños para el caso de los caracoles dobles, donde es necesario también una mayor dimensión en el diámetro de la planta, que se plantea superando el doble de las medidas normales tomadas para los caracoles simples.<sup>5</sup> El padre Tosca, en el modelo de caracol de husillo, va a construir la escalera con 44 peldaños. Para garantizar las dimensiones mínimas de un pie en las huellas, dividir la circunferencia en tantas partes va a implicar que la caja adquiera

3

VANDELVIRA, A.1580. *Libro de cortes de cantería*. Declaración de caracol exento. Caracol exento alrededor de una columna.

MARTÍNEZ DE ARANDA, G.c.1600. *Cerramientos y trazas de montea*. Pl. 244. *Caracol exento alrededor de un macho redondo capialzado en circunferencia*.

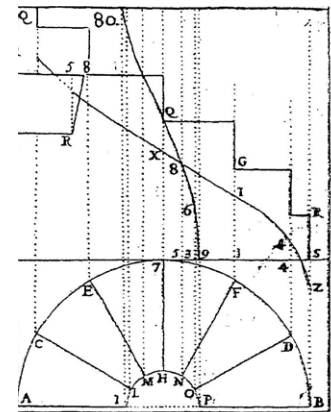
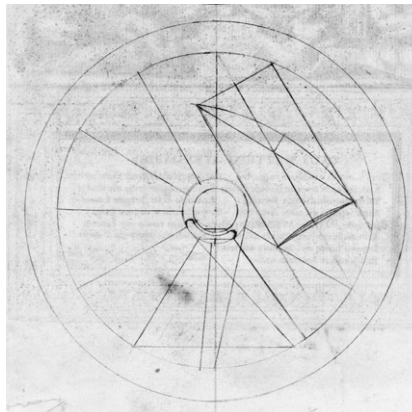
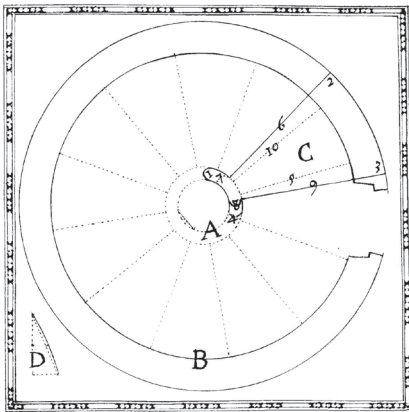
4

Encontramos la variante de caracol doble en Vandelvira, Juan de Aguirre, Martínez de Aranda o Gelabert. Martínez de Aranda tiene versiones de los caracoles de husillo, mallorca y exento. Gelabert propone el caracol de dos subidas para el modelo con ojo central. Vandelvira recoge el caracol de emperadores y Juan de Aguirre presenta un caracol con ojo de dos subidas.

5

RABASA DÍAZ, E.2011. *El manuscrito de cantería de Joseph Gelabert*. COA de les Illes Balears. F. Juanelo Turriano. Fol. 46v. . Dos caracoles que giran dentro de un único círculo. En este modelo de caracol, Gelabert propone un diseño con 18 palmos de diámetro y 20 escalones frente a los 7-8 palmos que presenta el caracol simple

grandes dimensiones, alcanzando su diámetro una longitud de 14 pies. Para el *caracol de mallorca*, no especifica el número de peldaños, pero la planta que dibuja presenta doce divisiones.



Propuestas de caracol con 12 peldaños.

GINÉS MARTÍNEZ DE ARANDA

ALONSO DE GUARDIA

TOMÁS VICENTE TOSCA

Las dimensiones de la caja no se especifican en los modelos recogidos en el cuaderno, tan solo en el caracol de Mallorca se cita una dimensión máxima de tres varas para su diámetro. En cuanto al diseño del peldaño, por lo general se propone un pie de huella. La altura de la tabica se establece con una medida máxima de  $\frac{2}{3}$  de la huella salvo en el caso de caracoles de grandes dimensiones donde se recomienda aumentar su altura hasta un pie.<sup>6</sup>

El diseño de los peldaños va a establecer una ligazón entre ellos determinada por una recta paralela al borde de estos. Este solape paralelo entre gradas va a ser común a todos los diseños de escaleras presentes en este manuscrito. Otros autores, como Gelabert o Vandelvira, establecerán una ligazón radial. Martínez de Aranda utilizará ambas soluciones en función del diseño de la escalera.<sup>7</sup>

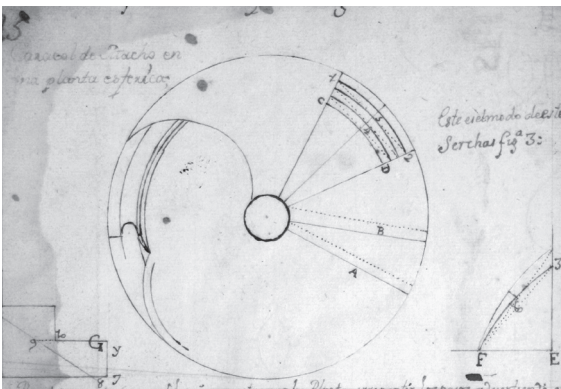
6  
Cuaderno de Portor. Fol. 15v. *Caracol de ojo en una planta esférica que llaman de mallorca.*

Todas las veces que pudieres no quitarle nada de 20 lo harás y darles de alto 2 tercios de lo que tuviere de huella y esta proporción se advierta cuando la planta del caracol no pase su diámetro de 3 varas porque si los pasos son anchos podrás este la altura de los pasos de un pie. Y si fuere necesario de un pie y cuarto.

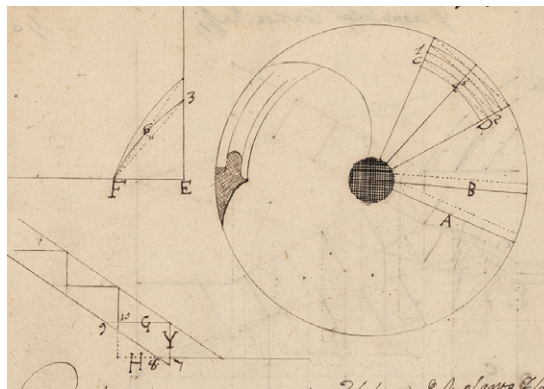
7  
Es habitual encontrar diferentes propuestas para la ligazón entre las gradas o peldaños de las escaleras. En el caso del cuaderno de Portor, la ligazón siempre se propone paralela, como se puede apreciar en los dibujos de los diferentes modelos.

### 4.3.1. Caracol con machón central

El corte de caracol más sencillo que encontramos en el cuaderno es aquél que se desarrolla alrededor de un machón central que sirve de apoyo a los peldaños que a su vez se empotran en el muro perimetral de su caja.<sup>8</sup> Es un modelo muy difundido, presente en la mayoría de las obras de los autores más representativos. Tiene diferentes denominaciones según el autor. Tanto en el cuaderno que nos ocupa como en el manuscrito de Sarela, que recoge una traza idéntica, es denominado *caracol de macho en un planta esférica*, haciendo alusión a la geometría de su planta y al hecho de que sus peldaños forman en su desarrollo un elemento cilíndrico central de apoyo. Ambos autores coinciden en el trazado y en el texto explicativo, con mínimas variaciones, lo que indica que sus autores tuvieron acceso a la misma información, que circularía por la época en el ámbito gallego en que Sarela y Portor coincidieron.



*Caracol de macho en una planta esférica*  
FRANCISCO FERNÁNDEZ SARELA



JUAN DE PORTOR Y CASTRO

El caracol de Sarela presenta una caligrafía muy cuidada, con unos rasgos muy diferentes al resto de textos de su cuaderno, por lo que bien podría ser un añadido posterior. El dibujo de Sarela es de más

8

TOSCA, . T. V. 1707-15. *Tratado XV de la Montea*. P.144. PROP.V. Trazar y fabricar un caracol sin bóveda.

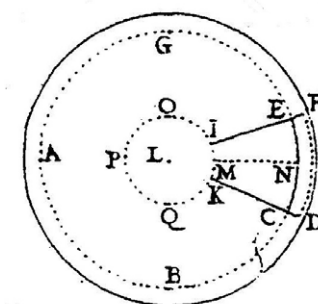
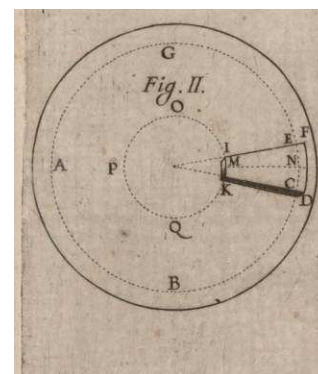
El padre Tosca define así la contribución a la estabilidad de la escalera de este machón central:

La firmeza de estas escaleras consiste en lo que entran las piedras en el muro, y en que las unas sirvan de lecho en que descansen las otras: pero frecuentemente para su mayor estabilidad se fabrica, de fuerte, que extendiéndose cada piedra a formar un círculo igual al OPQM, vienen a formar un pilar en medio.

calidad, con un trazado detallado y preciso de la moldura del pasamanos, así como en el desarrollo de las curvas que describe dicha moldura.

Otros autores anteriores a Portor, como Vandelvira y Martínez de Aranda, lo denominarán *caracol de husillo*. Gelabert lo presentará como *caracol de nabo* y Fray Lorenzo como *caracol macizo*. Rodrigo Gil de Ontañón y Tosca, copiando el modelo de caracol de Caramuel,<sup>9</sup> dan respuesta a dos planteamientos: con machón central, si el peldaño termina con forma circular adosada en su extremo y en voladizo, desde el muro de su caja hacia el hueco central.<sup>10</sup>

En cuanto al diseño de este modelo, en el cuaderno de Portor la disposición de los bordes de cada pieza será radial. De esta forma, su encuentro con el nabo central se produce de forma secante, describiendo una hélice,<sup>11</sup> en la línea de la solución propuesta por Fray Lorenzo. Otros autores, como Vandelvira, Martínez de Aranda, Alonso de Guardia o Gelabert, adoptarán una disposición del peldaño tangente respecto al pilar central. El peldaño se rematará por su cara inferior mediante una superficie reglada alabeada, de manera que según se van adosando gradas para construir la escalera, esta superficie describirá una curva helicoidal, tanto en el encuentro con el machón central como en su encuentro con el muro de la caja donde se empotran.

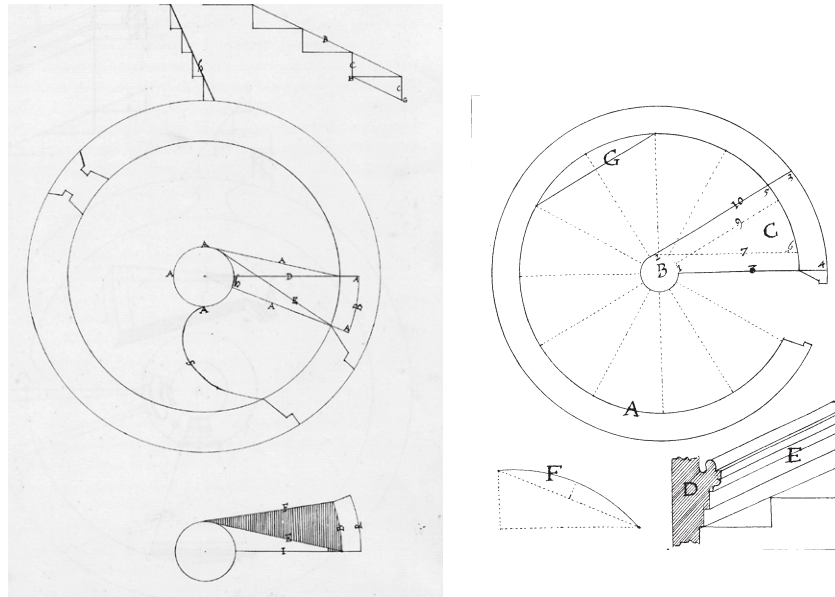


*Caracol sin bóveda*  
Sup.  
CARAMUEL, J. 1678.  
*Arquitectura civil recta y oblicua.*  
Lam. XXVIII.  
Inf.  
TOSCA, T.V.1707-15.  
*Tratado XV de la Montea.* Libro V.  
Prop. V. Fig.78

9  
BENITEZ HERNÁNDEZ Patricia, 2016. *La escalera de caracol con ojo a finales del S. XV. y comienzos del S. XVI: El caso de la ciudad y tierra de Segovia.* UPM. Tesis Doctoral. El modelo de caracol con ojo de Tosca, coincide con el que aparece en el tratado de Caramuel, en la lámina sobre la columna de Trajano en Roma, tanto en el dibujo como en el texto explicativo, que Tosca transfirió con escasas modificaciones.

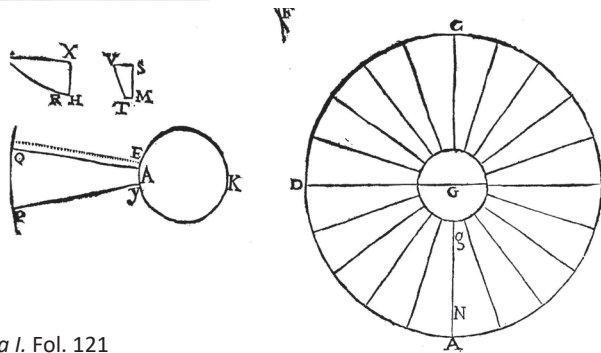
10  
TOSCA, P. T. V.1707-15. *Tratado XV de la Montea.* LIBRO V *De las vueltas para escaleras y otros arcos y bóvedas irregulares.* Prop. V. *Trazar y fabricar un caracol sin bóveda.* Estampa 17. fol 244. Fig. 78  
Rodrigo Gil

11  
SANJURJO ÁLVAREZ, A. 2016. *La escalera de caracol en los tratados de cantería españoles de la Edad Moderna y su presencia en el patrimonio construido hispánico: estudio geométrico y constructivo.* Tesis doctoral. UPM.



Caracol de husillo.  
 Disposición de peldaños tangencial al nabo central.

Izda. VANDELVIRA, A.1580.  
*Libro de cortes de cantería.* Fol. 49r  
 Dcha.MARTÍNEZ DE ARANDA, G.c.1600.  
*Cerramientos y trazas de montea.*Pl. 228

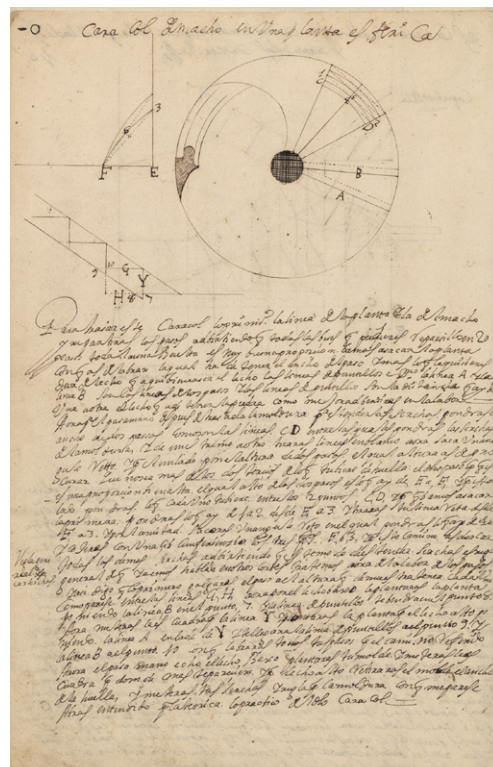
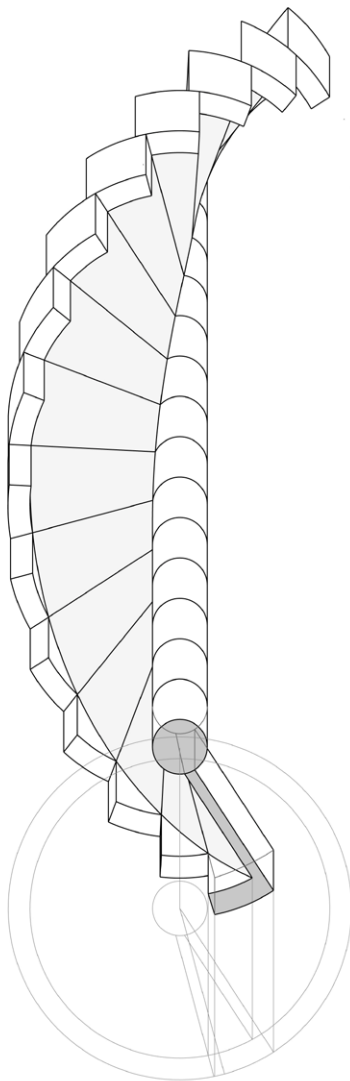
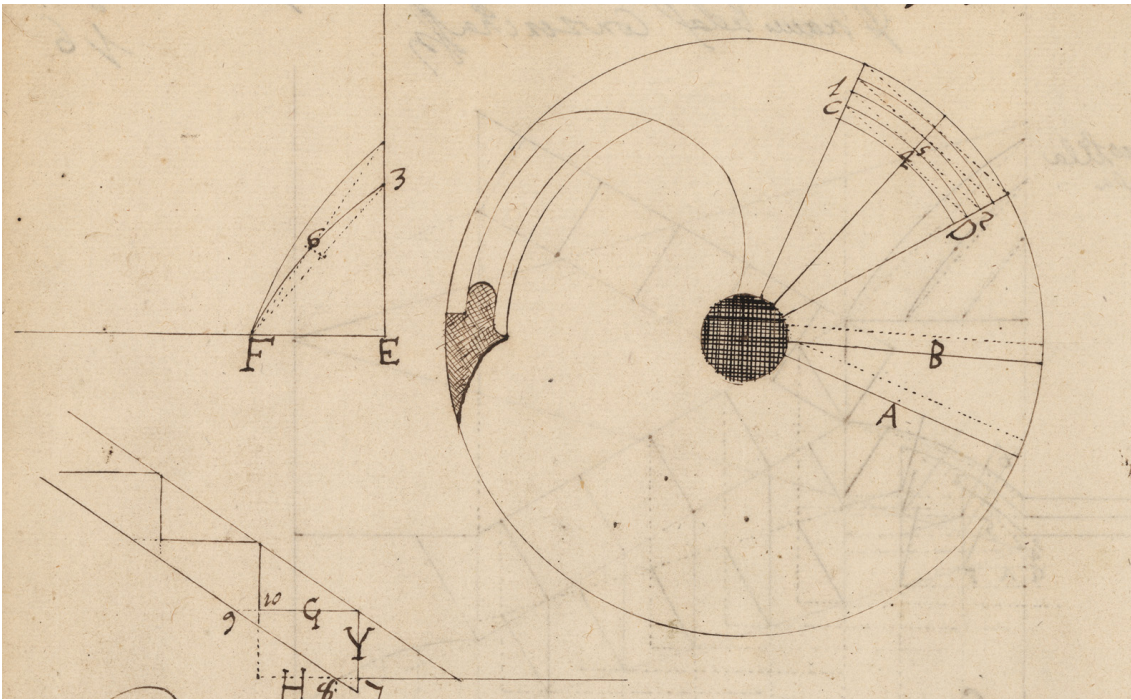


Disposición de peldaños radial al nabo central.  
 Inf. SAN NICOLÁS, F. L. 1639. *Arte y Uso de Arquitectura I.* Fol. 121



Caracol de husillo con peldaño en  
 disposición radial al machón central.  
 Monasterio de San Lorenzo. Pontevedra.  
 Fotografía: Miriam Elena Cortés.





**Caracol de macho en una planta esférica. Fol. 25V**

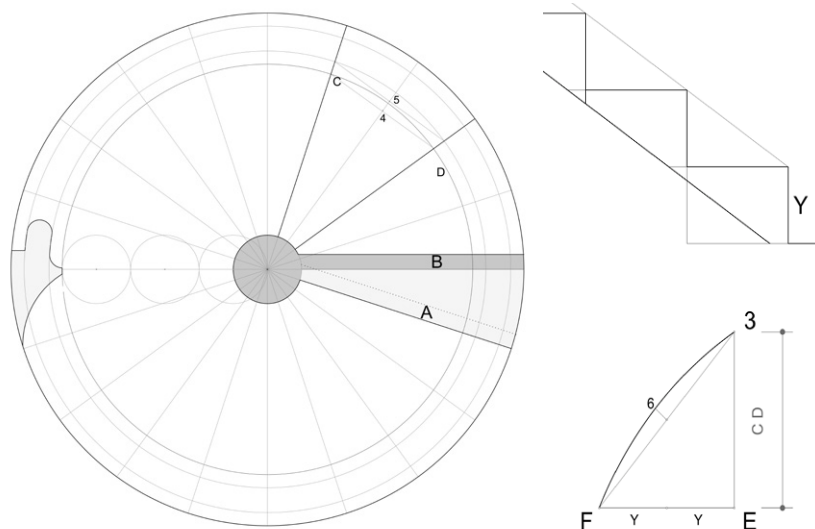
Para trazar este caracol lo primero la línea de la planta y la del macho y repartirás los pasos advirtiéndole que todas las veces que pudieres repartirlo en 20 pasos toda la una vuelta es muy buena proporción. Vamos a sacar la planta con que has de labrar la cual ha de tener el ancho del paso y más lo que le quisieres dar de lecho que aquí viene a ser el lecho las líneas de puntillos. Es como la línea A y la línea B son las líneas de los pasos y las líneas de puntillos son la distancia que hay de una a otra el lecho que ha de tener la piedra como mejor advertirás en la labor. Ahora para el paramento después de trazada la moldura para extender las cerchas pondrás el ancho de dos pasos como son las líneas CD entre las cuales pondrás las cerchas de la moldura y de un extremo a otro tirarás líneas en blanco. Ahora saca un ángulo recto y por el un lado pon el altura de dos pasos el cual altura has de procurar que no sea más de los dos tercios de los que tuviere de huella el dicho paso porque es una proporción bien alta el cual alto de los pasos es lo que hay de E a F y por este otro lado pondrás lo que cada uno tuviere entre los 2 puntos C,D y porque vamos a sacar la primera pondrás lo que hay de 1 a 2 desde E a 3 y tirarás tu línea recta desde F a 3 y por la mitad sacarás un ángulo recto en el cual pondrás lo que hay de 4 a 5 y cogerás con una circunferencia los tres puntos F, 6, 3 y por este camino has de sacar todas las demás cerchas advirtiéndole que este modo de extender cerchas es regla general de que ya hemos hablado en otro cortes. Tratemos ahora de la labor de los pasos y así digo que lo primero galgarás el paso a el altura que demuestra tener cada uno como parece entre las líneas G, H, ahora por el lecho bajo le plantarás la planta poniendo la línea B en el punto 7 y la línea de puntillos te vendrá en el punto 8. Ahora meterás la escuadra por la línea Y y te plantarás la planta por el lecho alto poniendo la línea A en la de Y y te llegará la línea de puntillo al punto 9. Y la línea B al punto 10 con que labrarás todos tus pasos por el camino referido. Ahora el pasamano. Hecho el lecho bajo plantarás tu molde y meterás la escuadra por donde más te pareciere y por el lecho alto retirarás el molde el ancho de la huella y meterás tu cercha y regla por la moldura con que me parece habrás entendido por la teórica lo práctico del dicho caracol.

Este modelo de caracol es el segundo ejemplo que encontramos en el actual encuadernado del cuaderno. Lo presentaremos en primer lugar ya que en él se establecen condiciones de trazado que serán comunes a todos los cortes del grupo.

Para su trazado, en primer lugar se dibujará la circunferencia que define su planta y la que determina el machón central. No se especifica aquí el diámetro de la caja pero sí en otros modelos, como veremos más adelante en el *caracol de mallorca*, estableciéndose como diámetro máximo tres varas. El machón central ocupará aproximadamente  $1/7$  del diámetro total, dando lugar a un pilar esbelto, en la línea las proporciones que establece Martínez de Aranda en su modelo de *caracol de husillo*.

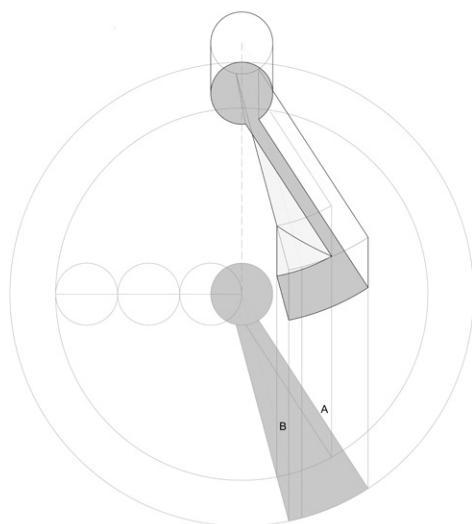
A continuación se procede al reparto de peldaños, aconsejando el autor que siempre que sea posible se divida una vuelta en 20 pasos, y al sentido de subida, que será dextrógiro. Estas dos premisas se van a cumplir en todos los modelos de caracol de este cuaderno. Para el diseño de la pieza que conforma peldaño, se define, en primer lugar, la disposición de los bordes, que, como ya hemos visto, aquí será radial. Se incorpora al borde superior la ligazón, que nos servirá de lecho de apoyo para la pieza siguiente. Este lecho se determinará trazando una recta paralela al borde del peldaño. No se especifica la dimensión que va a tener, por el dibujo se puede aventurar que estaría en torno a la mitad del arco intersección con el machón central. Las líneas de puntos A y B marcarán esta ligazón en la planta.

*Caracol de husillo.*  
Diseño de 20 peldaños.  
Proporción 1:7 entre diámetro de la caja y el machón central.



Por último, se procederá a dibujar el perfil de la escalera, ajustando la altura deseada de cada peldaño, que Portor recomienda limitar a  $2/3$  de la dimensión de la huella. El encuentro del peldaño con el muro que delimita la caja será una curva helicoidal que aquí se simplifica y traza por tramos de curva comprendidos entre dos piezas. La construcción auxiliar utilizada para extender estos arcos no se corresponde con la rotulación que dichas curvas presentan en el dibujo de su planta. En primer lugar, se dibujará una línea donde llevaremos la altura de dos tabicas de la escalera, distancia E-F. En una perpendicular a dicha línea, la longitud de las cuerdas resultado de unir la intersección de los arcos de circunferencia con los radios que delimitan los pasos. En la construcción auxiliar, esas cuerdas serían, en primer lugar, la distancia E-3 para el arco C-D y la distancia 4-5 se llevará perpendicularmente sobre la cuerda F-3 para obtener así el punto 6.

Para la labra, se partirá de una piedra de altura coincidente con la que se diseña el peldaño. Sobre ella se aplicarán en las caras superior e inferior la plantilla definida por las rectas A y B, añadiendo la banda que define la línea de puntos paralela al borde B del peldaño, necesaria para garantizar la correcta ligazón con la piedra siguiente A continuación se acomete a la labra de la superficie helicoidal de intradós, con ayuda de la regla y desde las hélices intersección con machón y muro de la caja.

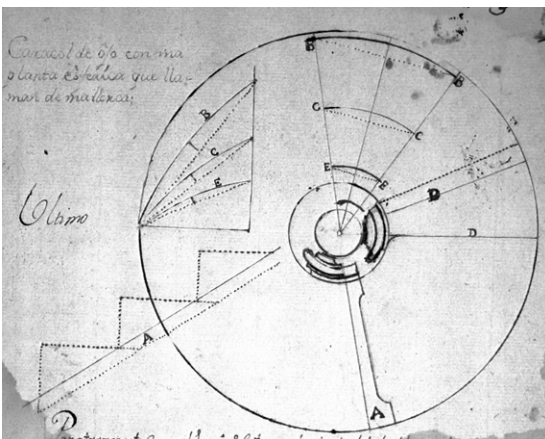


Caracol de husillo.  
 Detalle de la cara inferior del peldaño

### 4.3.2. Caracol de Mallorca

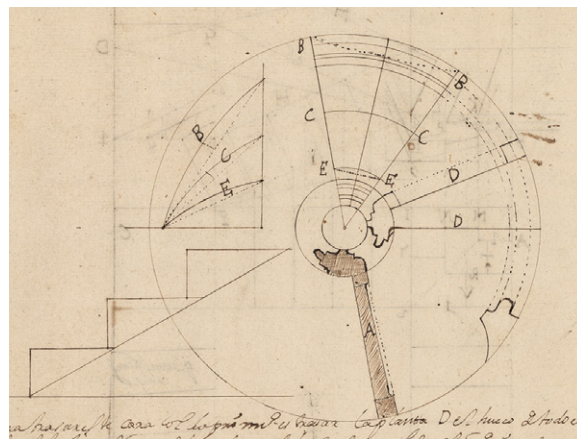
Este modelo es el primero que encontramos en el cuaderno aunque en el texto que acompaña al dibujo de este corte su autor nos remite a un modelo anterior, por lo que posiblemente en el encuadernado original se encontraba en otra posición, después del modelo de caracol con machón central, si atendemos a un orden creciente en complejidad de los cortes. El caracol de mallorca es un modelo muy difundido, presente en las obras más representativas de la época dedicadas al corte de piedra. Aparece con la misma denominación en autores como Vandelvira, Martínez de Aranda y Alonso de Guardia. Otros, como Gelabert y Fray Lorenzo, lo denominarán *caracol de ojo abierto*.

Al igual que en el modelo anterior, este corte aparece reproducido en el manuscrito de Sarela, con el mismo texto y trazado. La diferencia más significativa es la inclusión en este de la moldura adosada al muro, de diseño coincidente con la empleada en el caracol con machón central visto anteriormente.



Caracol de ojo en una planta esférica

FRANCISCO FERNÁNDEZ SARELA



JUAN DE PORTOR Y CASTRO

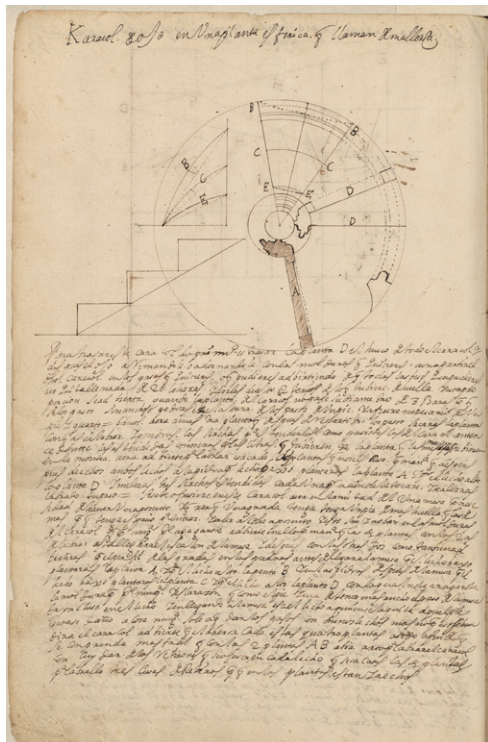
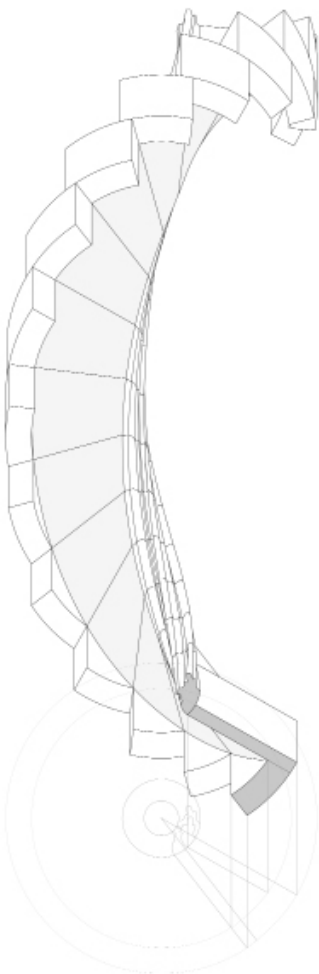
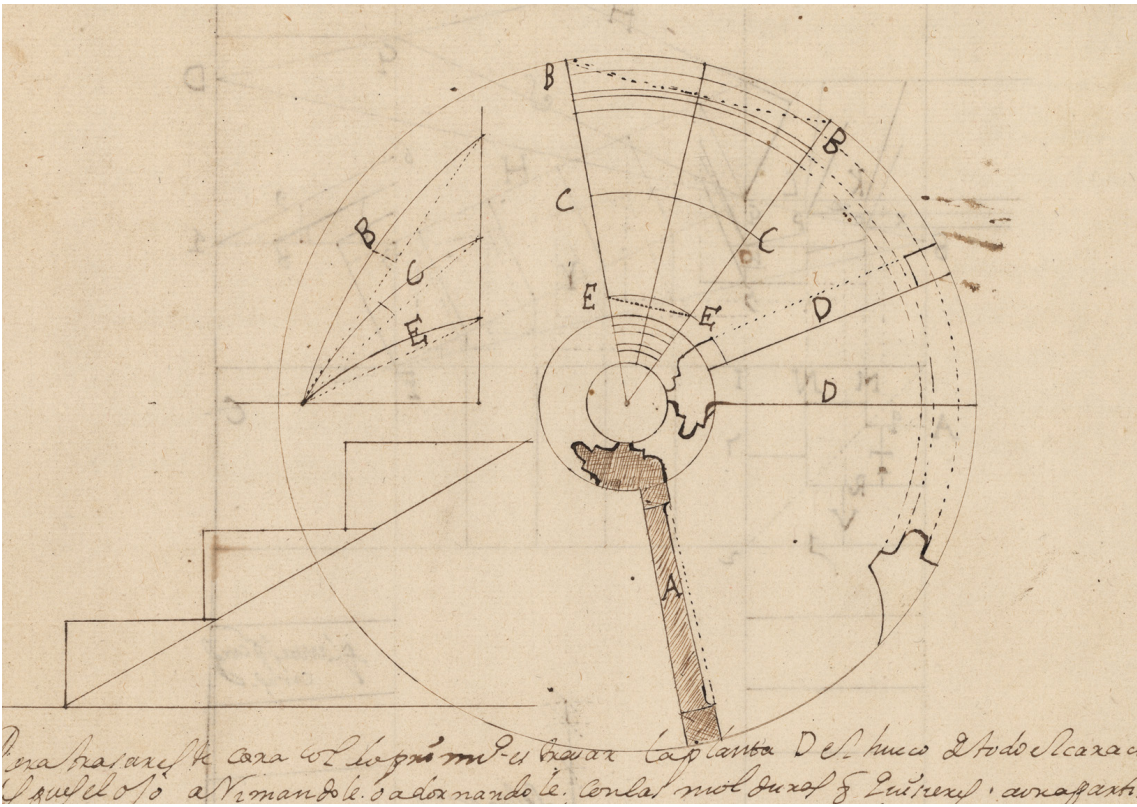
En el diseño del peldaño se mantiene una ligazón paralela y la moldura que remata el ojo de la escalera se encuentra de forma tangente con su superficie de intradós, detalle que comparte con el *caracol de nabo redondo y ojo hueco* de Gelabert, donde los peldaños rematan hacia el hueco interior con un grueso pasamanos de sección cilíndrica.<sup>12</sup>



*Caracol de mallorca.*  
Moldura de remate de peldaño en disposición tangencial.  
Convento de San Benito. Alcántara.

12

GELABERT, J.1653. *L'art de picapedrer*. Fol. 45v. *Caracol de nabo redondo y ojo abierto*

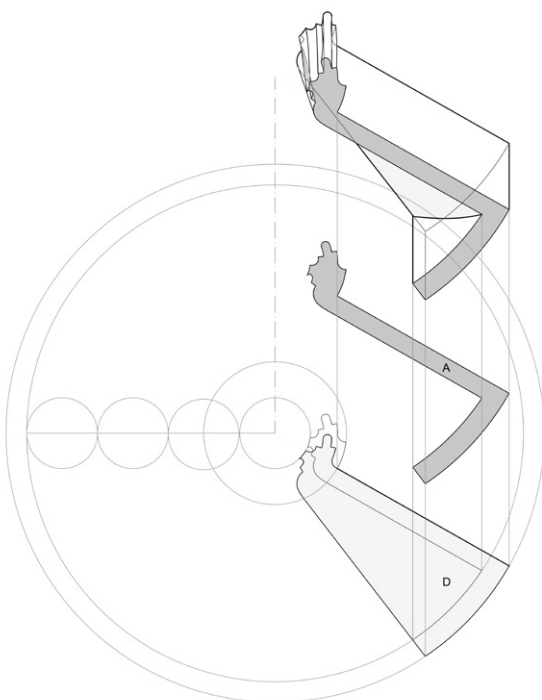


***Caracol de ojo en una planta esférica que llaman de mallorca.  
Fol. 24v***

*Para trazar este caracol lo primero es trazar la planta del hueco de todo el caracol y después el ojo arrimándole o adornándole con las molduras que quisieres. Ahora partir el dicho caracol en los pasos que quisieres o que pudieres advirtiéndole que todas las veces que pudieres no quitarle nada de 20 lo harás y darles de alto 2 tercios de lo que tuviere de huella y esta proporción se advierta cuando la planta del caracol no pase su diámetro de 3 varas porque si los pasos son anchos podrás este la altura de los pasos de un pie. Y si fuere necesario de un pie y cuarto. Vamos ahora a nuestra planta que después de repartidos los pasos sacarás la planta con que has de labrar y pondrás la cerchas para extenderlas como pusieres las del caracol antecedente. Las extendidas conocerás por las letras que tuvieren la planta que las mismas tuvieren en la montea. Ahora advierte para labrar he sacado dos plantas que no se excusa por manera que después de hechos ambos lechos a la piedra por lecho bajo plantarás la planta A y por el lecho alto la planta D y meterás tres cerchas extendidas cada una por a donde le tocare y te hallarás labrado tu paso. Si se te ofreciere en este caracol hacer en la mitad de él una mesa por necesidad de haber un aposento y querer que una grada tenga un pie de más huella que las demás porque tenga espacio para entrar y salir al dicho aposento y esto sin robar en las molduras del caracol que por ninguna parte haga garrote advierte en ello por manera que las 4 plantas con las 2 has de labrar hasta llegar al escalón de la mesa y después con las otras dos como también advertirás por el perfil de las gradas en las piedras antes de llegar a la mesa por el lecho bajo plantarás la planta A y por el lecho alto la planta B y en las piedras después de la mesa por el lecho bajo plantarás la planta C y por el lecho alto la planta D con lo cual no te hará garrote por parte ninguna y es la razón que como el pie que ha de tener más ancho el paso de la mesa va incluso en el lecho y en llegando a la mesa es a el lecho a quien se le quita aquel pie no hace daño a la cosa ninguna solo a quedar los pasos menos lechos más no por eso se hundirá el caracol. Advierte que el haber sacado estas cuatro plantas ha sido a fin de que se comprenda más fácil que con las dos plantas AB había harto para labrar el caracol con cuidar de los retirones que se ofrecen en cada lecho que si sacares las 4 plantas para labrarlo te excusas de retiros porque en las plantas están ya hechos.*

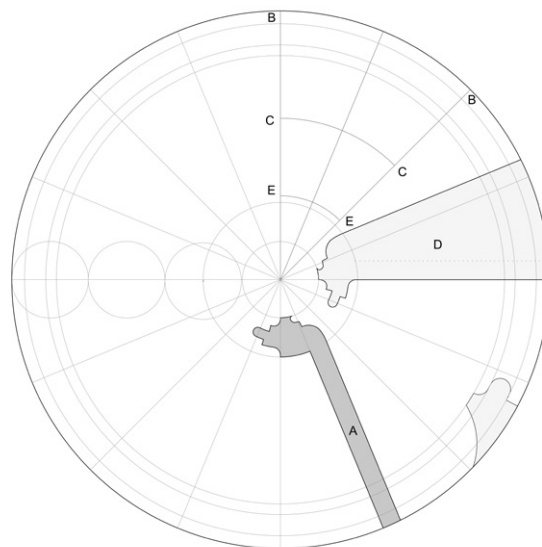
Para el trazado de este modelo, en primer lugar, dibujaremos la circunferencia de su caja, donde el diámetro se dividirá en siete partes. De ellas, cinco se ocuparán con los pasos de la escalera y dos con el hueco central, incluida su moldura. Como en el resto de caracoles de este manuscrito, el autor recomienda un reparto de la planta en 20 gradas, pero en el dibujo, las divisiones se corresponden con un reparto de 16. Para su diseño se establece una tabica de altura igual a dos tercios de la huella. Estas medidas se restringen a caracoles con diámetro máximo de tres varas. Para diseños de mayores dimensiones, el autor aconseja subir la altura de la tabica hasta un pie o un pie y cuarto. Si el diámetro es superior a tres varas, el paso ocupará unas dimensiones superiores a tres pies, de manera que el tercio de esa medida nos exige una tabica de un pie de altura. En cuanto a la ligazón entre peldaños, se mantiene paralela a su borde, como en el resto de caracoles del manuscrito. La disposición de la moldura que los remata hacia el ojo de la escalera, como ya hemos visto, se encontrará de forma tangencial al intradós de la escalera, como se aprecia en el dibujo de su planta.

En cuanto al proceso de labra, se partirá de un prisma mixtilíneo envolviendo la planta de la pieza, incorporando a esta la moldura y el solape necesario para garantizar el apoyo de la piedra siguiente.



*Caracol de Mallorca.*

Plantillas superior e inferior de peldaño. La ligazón entre piedras se produce mediante una banda paralela al borde de peldaño. La disposición de la moldura es tangencial a la superficie de intradós de la escalera.

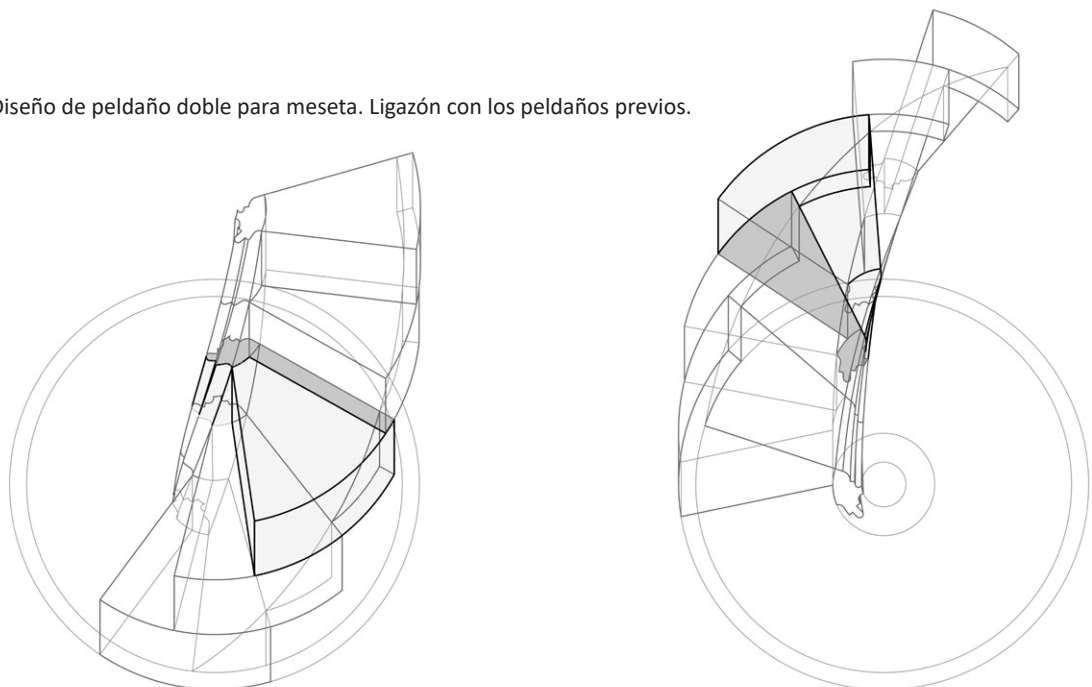


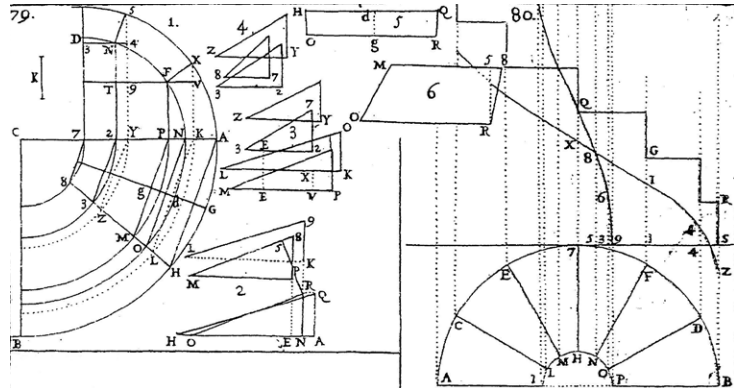
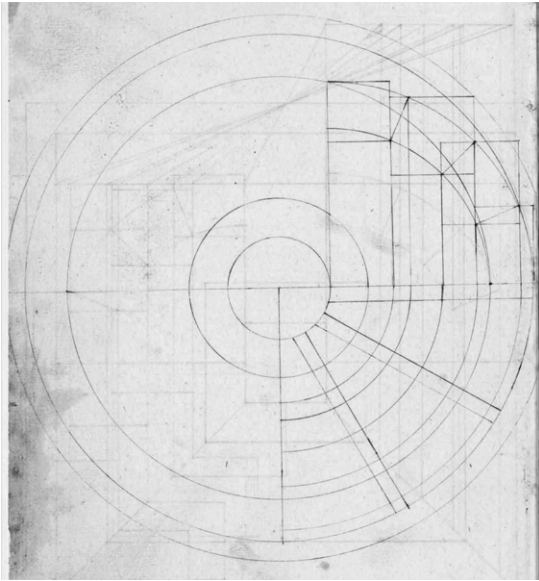
En su cara inferior, utilizaremos la plantilla A y en la superior la D, de manera que entre ambas se guarde la altura de la tabica deseada.

La labra de la superficie de intradós se comprueba con las cerchas B, C, E, que aparecen extendidas en dibujo anexo.

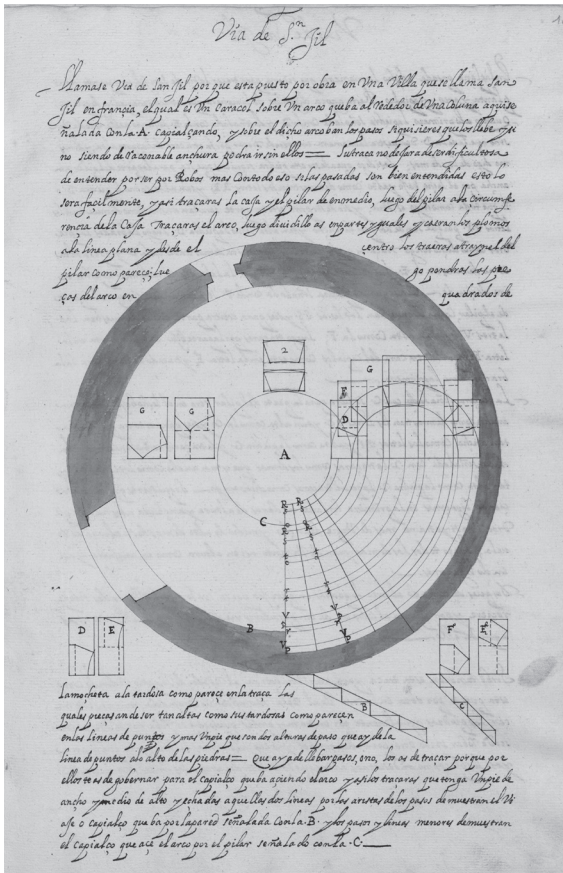
Como singularidad con respecto a las propuestas de otros autores, se incluye el procedimiento a seguir en el caso de que sea necesario incluir una meseta de ancho mayor al del peldaño, para acceder a una estancia a la que dé servicio el caracol. Para ello, en primer lugar, definimos la pieza que conforma la meseta, que ocupará el ancho de dos peldaños ordinarios. El texto nos insta a utilizar cuatro plantillas para labrar los peldaños denominadas A, B, C y D. Las plantillas A y D son las correspondientes a lecho inferior y cara superior del peldaño ordinario. Como B y C encontramos en la planta los arcos correspondientes a la moldura y parte central de dos gradas, entendiendo así que estamos labrando una piedra del descansillo. Para garantizar la continuidad en la moldura que los remata, el autor propone jugar con la ligazón entre piezas, de manera que la diferencia entre la pieza del descansillo y una cualquiera de la escalera se manifieste en la superficie de apoyo de una en otra. Si incluimos el ancho extra necesario para la meseta en los peldaños que la preceden, una vez alcanzada la posición de esta, simplemente con la disminución de la superficie que garantiza la ligazón entre peldaños se consigue el ancho necesario para poder desembarcar con comodidad. A partir de la meseta, ya se puede continuar la escalera con piezas de peldaño ordinarias, garantizándose así la continuidad tanto en la moldura como en la superficie de intradós a lo largo de toda la escalera.

Diseño de peldaño doble para meseta. Ligazón con los peldaños previos.

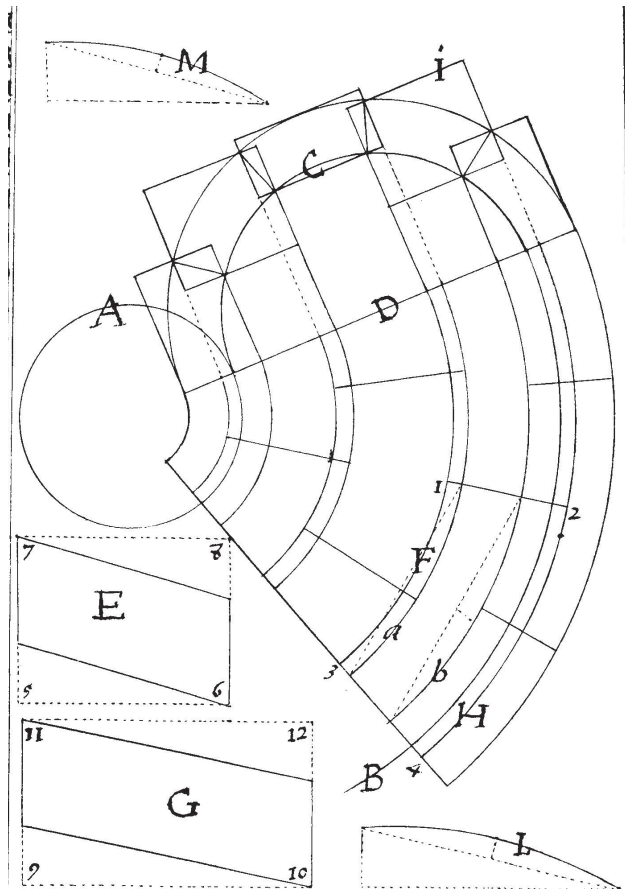




Caracol abovedado de sección cuarto de círculo.  
Izda. RUIZ EL JOVEN, H.1550 *Libro de Arquitectura*. Fol.151v  
Dcha. TOSCA, T. *Tratado XV de la monea*. Prop VI. Fig. 79.



Vía de San Gil.  
VANDELVIRA, A. 1580. *Libro de cortes de cantería*. Fol.108



MARTÍNEZ DE ARANDA, G. c.1600. *Cerramientos y trazas de monea*. Pl.232

### 4.3.3. Caracoles abovedados

El cuaderno recoge dos modelos de caracol abovedado, con planta circular y la variante en planta cuadrada. El primer corte es la conocida *vía de San Gil*,<sup>13</sup> aquí denominada *bóveda en circunferencia capialzada oblicua para una escalera*. Como variante, su adaptación a una planta cuadrada. Como ya vimos anteriormente, en el capítulo dedicado a bóvedas, la *vía de San Gil* es un modelo que está muy relacionado con el *capialzado a regla en vuelta abocardado* y la *bóveda abocinada en vuelta*. Todos ellos tratan de resolver la problemática de cubrir una planta anular con una bóveda de sección variable, En la *vía de San Gil*, se mantiene constante la sección del cañón, siendo la variación en la altura de la imposta lo que genera que la posición que adoptan las dovelas a lo largo de una hilada describa una trayectoria helicoidal. Por ello, será necesario desarrollar dichas curvas en el plano con el fin de poder trazar las plantillas necesarias para su labra, que se acometerá combinando el método por escuadrías o robos con el uso de plantillas. El autor va a coincidir en el trazado de dichas plantillas con Martínez de Aranda.<sup>14</sup> Vandelvira se limitará a emplear el método de escuadrías o robos.<sup>15</sup> Tosca va a recurrir a un método similar, donde en primer lugar determinará el desarrollo de las juntas de cada una de las dovelas para en una segunda fase proceder al trazado de las plantillas necesarias para su labra. Recordemos que estas se aplican en planos verticales en una primera fase de la labra. Frente a la sección semicircular que caracteriza los modelos de Vandelvira, Aranda y el autor de este cuaderno, el caracol abovedado de Tosca presenta sección de cuarto de círculo, coincidiendo con la propuesta recogida en el manuscrito de Hernán Ruiz.<sup>16</sup> Debido a que esta bóveda

13

SANJURJO ÁLVAREZ, A.2009. «Historia y construcción de la escalera de caracol. El baile de la piedra». *El arte de la piedra. Teoría y práctica de cantería*. Cuadernos de Investigación Nº 01. Madrid. Ceu Ediciones

14

Ver el capítulo dedicado a bóvedas y capillas de esta tesis

15

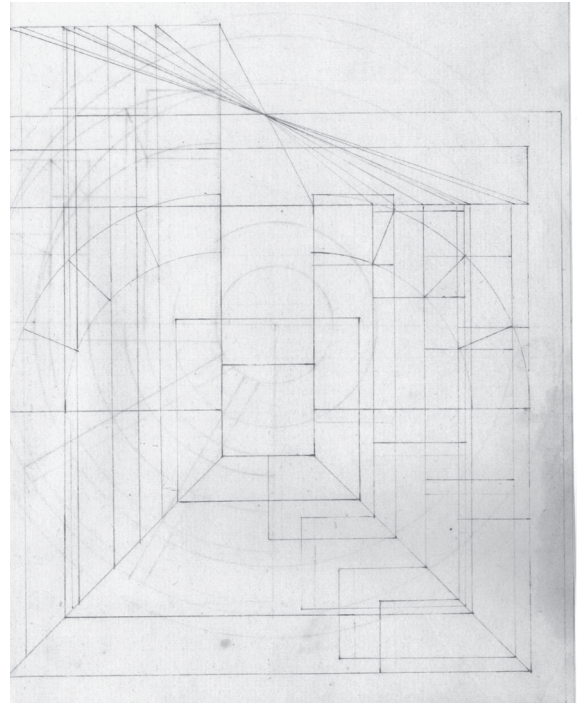
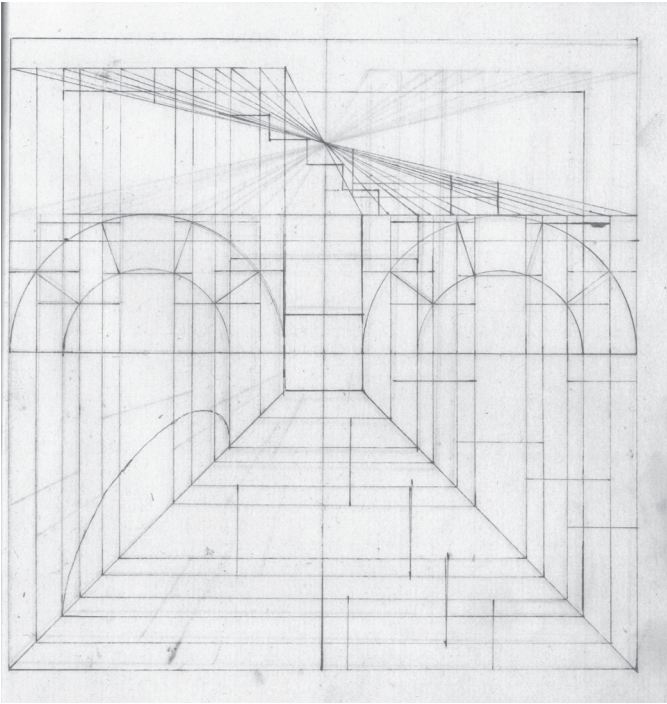
VANDELVIRA, A, 1575. *Libro de cortes de cantería*. *Vía de San Gil*. fol.52v.

16

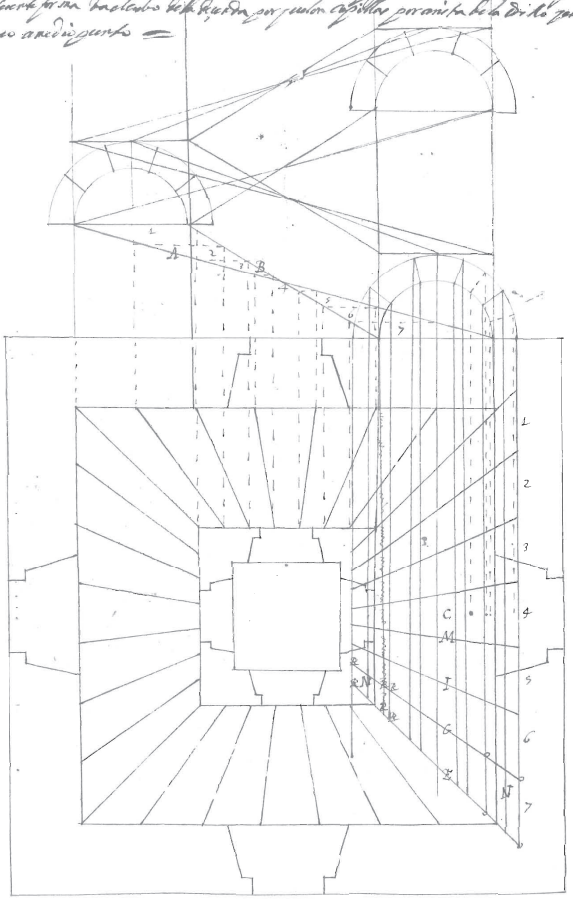
RUIZ EL JOVEN,H. 1550. *Libro de Arquitectura*. L. 49r-50

se puede utilizar tanto para escaleras como para rampas, no se detalla ningún aspecto relativo a las medidas del peldaño ni a su relación con las medidas de su planta.

El otro corte abovedado que recoge el cuaderno se va a desarrollar en una planta cuadrada. Es el denominado por Vandelvira *caracol de emperadores cuadrado* y por el autor del cuaderno *bóveda en rincón de claustro capialzada oblicua para una escalera llana sin gradas*, evidenciando su posible uso para rampas. El autor nos remite a otro corte previo, la *escalera cuadrada torcida a nivel las mesas por hiladas derechas*, estudiada en el capítulo de escaleras claustrales, ya que ambos modelos comparten la misma disposición oblicua de las líneas de imposta. Los planos de lecho entre hiladas se disponen radiales y las hiladas se despiezan mediante planos verticales en ambos modelos. No es un corte habitual en los tratados de cantería, tan solo lo encontramos en Vandelvira, en el denominado *caracol de emperadores cuadrado*. En el manuscrito de Hernán Ruiz encontramos este modelo de planta cuadrada, tanto con sección de bóveda semicircular como con la variante cuya sección es un cuarto de círculo.



*Tabla 72*  
*Caracol abovedado en planta cuadrada*  
 De este caracol se muestra en la figura. Demuestra en primer lugar la planta  
 y punto que para su elevación se necesitan. Mas lo que se muestra en esta figura es  
 la elevación de este edificio en una planta cuadrada que por la parte de dentro se  
 ha representado por la elevación que se muestra. En un punto se representa el arco  
 de la abovedadura de este edificio en la forma de un arco mayor de la planta que  
 es el que se muestra en la figura. Mas lo que se muestra en esta figura es el punto  
 en que se eleva el punto.



Caracol abovedado en planta cuadrada.  
 Sup. RUIZ EL JOVEN, H. 1550. Libro de Arquitectura.  
 Fol. 149v-151r.

Inf. VANDELVIRA, A. 1580. Libro de cortes de cantería.  
 Fol. 55r.

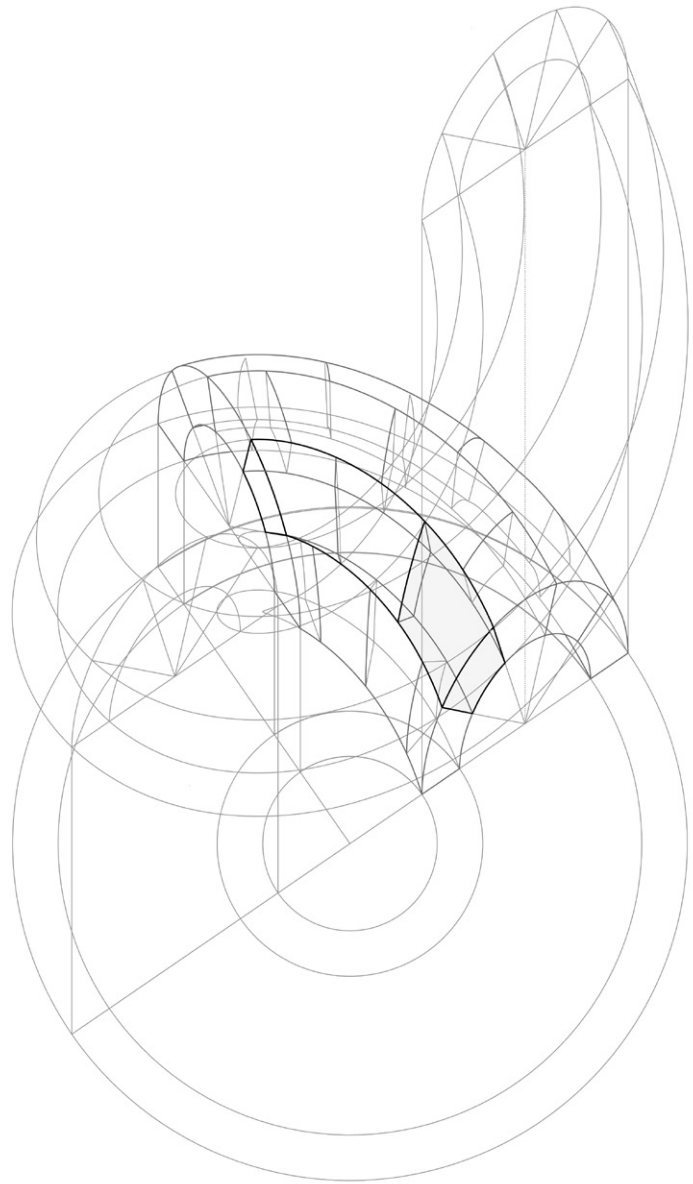
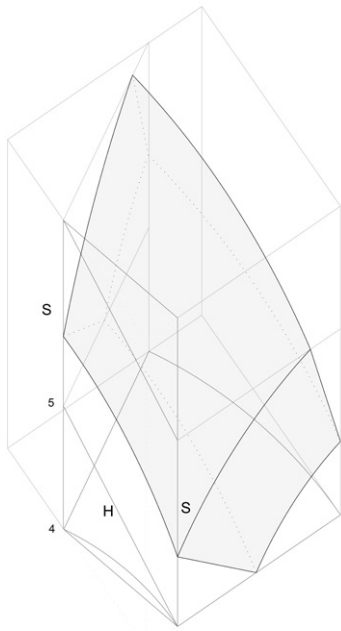


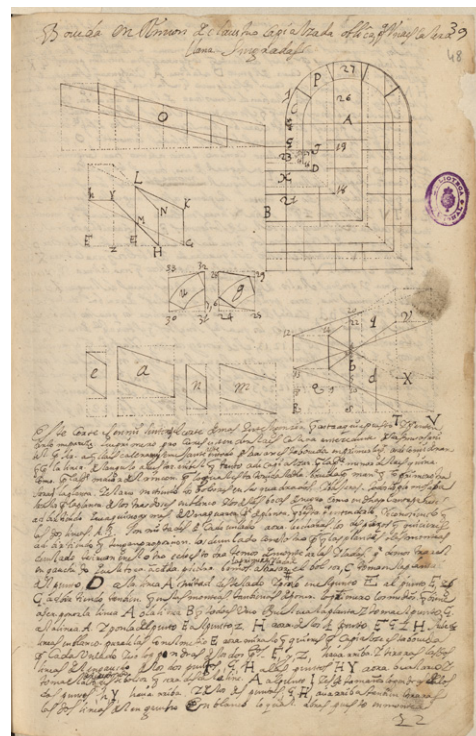
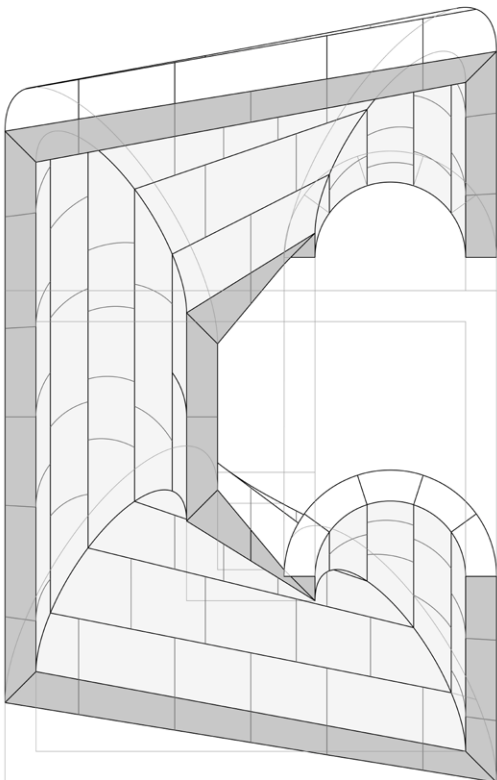
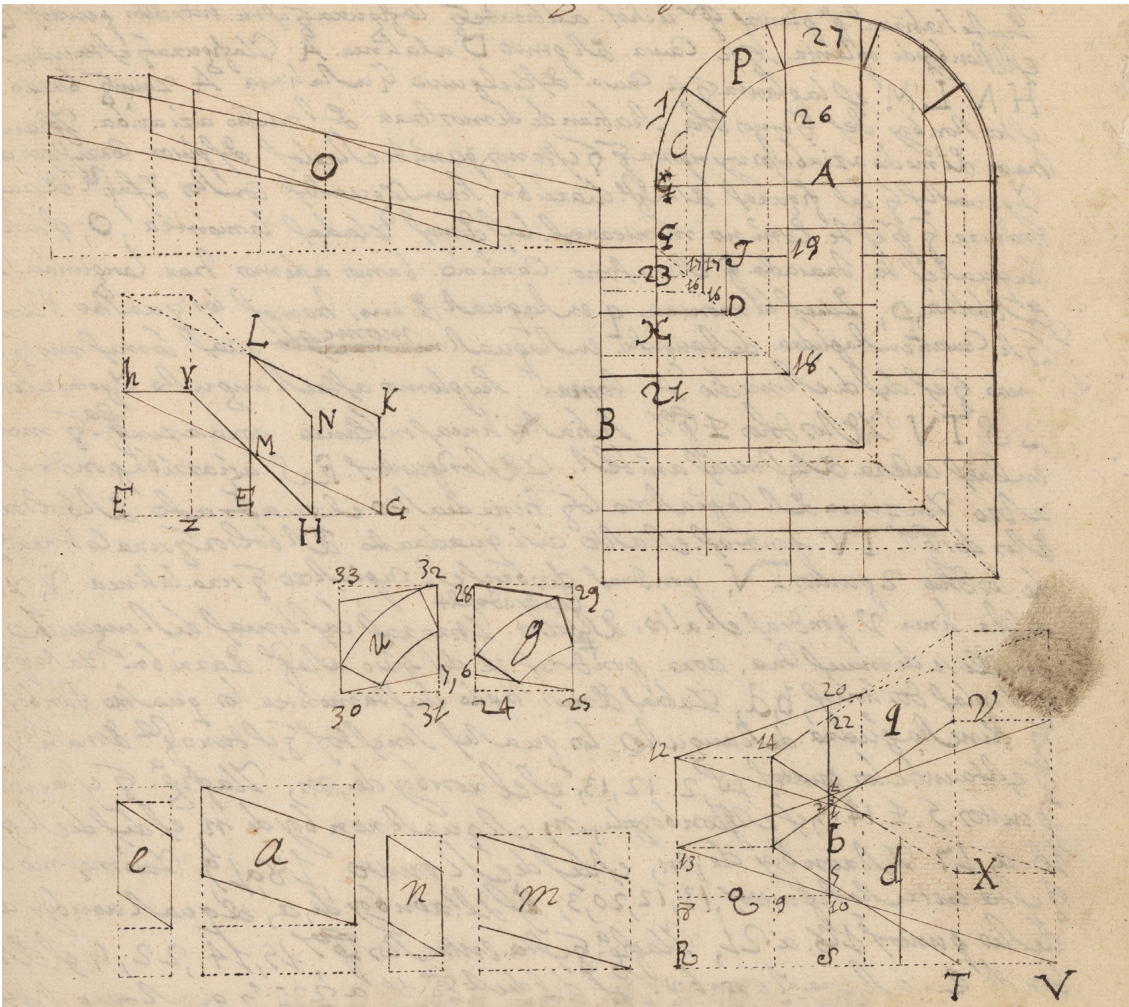
***Bóveda en circunferencia oblicua capialzada para una escalera. fol. 29r***

*A esta bóveda llaman la vía de San Gil, la razón no la sé más de que le he oído decir este nombre. Para trazar la dicha bóveda lo primero trazarás la planta que aunque aquí no hay trazado más de un cuarto basta para entenderla y trazada la planta montarás el arco y le meterás los bolsos en sus cuadrados y le pasarás por la planta los plomos todos como ello lo demuestra. Ahora despejarás las hiladas procurando que sean iguales los despiezos para que con sacarle una planta así de cara como de lecho a cada hilada tengas harto para sacarlas todas. Hecho esto pondrás la línea del capialzo que son las dos líneas A, B, la línea B es la línea nivelar y la a es la que capialza. Aquí has de poner los despiezos que hubiere en la planta, tomándolos por una de las líneas que más bien te pareciere que este capialzado está puesto por la línea Z que el ponerlo por cualquiera es licencioso por ser el dicho capialzo paralelo por todas las líneas. Ahora falta sacar las plantas por lecho estas las sacarás como sacaste las de capialzado en vuelta que en esta traza reconocerás por la letra que ellas tuvieren la hará en la planta y en la testa del arco y con las plantas que hay sacadas tienes bastante para labrar aunque la bóveda diese 20 vueltas y esto por estar iguales los despiezos. La labor de esta bóveda es lo mismo también que el capialzado en vuelta y así excuso el escribir aquí más declaración porque si todos los cortes cada uno de por sí se hubiera de escribir la declaración que cada uno ha menester fuera menester mucho tiempo papel por lo cual muchas cosas quedan para que la discurra el que quiere aprender. En esta bóveda es forzoso extender todas las cerchas y las extenderás por la regla general.*

Este corte, como ya hemos indicado, se corresponde con la escalera abovedada denominada en España *vía de San Gil*, nombre del que el autor del cuaderno desconoce su procedencia. Comienza su trazado definiendo la planta y sección semicircular del cañón helicoidal que determinará la bóveda. El reparto de dovelas en el arco sección se realiza, como es habitual en este cuaderno, en número impar de 5. A continuación se bajan los extremos de las juntas de testa para definir en planta el despiece de hiladas. Debido a la complejidad que plantea la labra de sus dovelas, con el fin de tener el menor número posible de piezas diferentes, el autor propone un despiece regular en todas sus hiladas, con sectores de igual longitud, de manera que las plantillas obtenidas para una pieza de la hilada se puedan volver a utilizar a lo largo de esta en todas las piedras. El proceso de labra no se describe aquí, sino que remite al lector al *capialzado en vuelta*. Ya hemos visto con detenimiento la labra de este capialzado y de la *bóveda abocinada en vuelta*, cortes que comparten con este caracol el procedimiento a seguir para la labra de las dovelas, por lo que no nos detendremos más en esta parte. Se han dibujado las plantillas necesarias para tallar los lechos correspondientes a dos dovelas de las hiladas R, T y X, y a una de las hiladas V y S. Las testas en todas las piedras se mantienen en planos verticales, por lo que se pueden utilizar directamente en ellas el despiece del arco generatriz de la bóveda.

*Caracol abovedado. Vía de San Gil.*  
Axonometría general de una vuelta completa.  
Dovela y plantillas necesarias para la labra.





***Bóveda en rincón de claustro capialzada oblicua para una escalera llana sin gradas. Fol. 39r.***

*Este corte es en mi sentir el corte de más inteligencia que hasta aquí he puesto. Y para entenderlo me parece que primero procures entender la escalera antecedente de las mesas a nivel por ser aquella escalera muy semejante en todo. Para trazar esta bóveda en primer lugar has de considerar que por la línea del ángulo ha de estar a nivel que tanto ha de capialzar por la parte menor de la esquina como por la parte mayor del rincón por lo cual esta torcida la dicha bóveda. Por manera que lo primero, tras sacar la plantas y el arco metiendo los bolsos en sus cuadrados y bajarás todos los plomos a pasarlos por la planta de los trasdoses en blanco y los de las bocas de negro como en dicha planta parece advirtiéndolo que aquí no hay más de una cuarta parte de planta que basta para entenderlo reconociendo que las dos líneas A, B son mitades de cada un lado. Ahora le echarás los despiezos que quisieres advirtiéndolo que tengan proporción los de un lado con el otro porque las plantas o las monteas de un lado te sirvan en el otro. Hecho esto trataremos de montar las hiladas para demostrar el enganchado que le toca a cada piedra. Vamos a trazar la primera hilada del bolsor C. Toma en la planta del punto D a la línea A mitad de este lado y ponlo en el punto E al punto F, G advirtiéndolo también que en las monteas también has de poner lo primero los medios que viene a ser por la línea A a la línea B que todo es uno. Vuelve a la planta y toma el punto G a la línea A y ponlo del punto E al punto Z, H. Ahora de los 4 puntos F G Z H sube 4 líneas en blanco paralelas con el medio E. Ahora mira lo que quieres que capialce esta bóveda por cada un lado y eso lo pondrás de los dos puntos F y Z, hacia arriba y tirarás las dos líneas del enganchado por los dos puntos G, H a los puntos H Y. Ahora ve al arco y toma el alto de este bolsor que será desde la línea A al punto J y este tamaño lo pondrás de los dos puntos h Y hacia arriba y de los dos puntos G H hacia arriba también trazas las dos líneas del enganchado en blanco lo cual habrás puesto de monteas la primera hilada. Ahora falta poner el despiezo y porque esta hilada despieza por la mitad que es la línea A no tienes que hacer más de a la línea del medio darle de*

*negro a lo que estuviere entre los dos engauchos. Ahora advertirás que con esta montea has sacado también los romboides que te servirán para plantas por lechos. Advierte que la figura que está entre los puntos G K L M es el romboide en planta que se causa del punto D a la línea A y la figura que está entre los punto H N L M es la planta que se causa del punto G a la línea A y aunque verdaderamente estos romboides que hemos dicho se habían de demostrar del medio hacia arriba y se han demostrado del medio hacia abajo no importa porque esto nos permite el ser los despiezos correspondientes iguales que las figuras de la parte de arriba serán iguales con los de la parte de abajo de manera que por este camino montearás las demás hiladas. La montea O, es de la clave la cual está trazada por el mismo camino. Vamos a demostrar la segunda hilada del bolsor P que es la montea q en la cual demostramos los cuatro romboides que se causan en la piedra del ángulo en la cual montearás lo mismo que en la primera que es desde el medio A tomar sus plomos hasta el ángulo y poner los 4 puntos R S T V y de los dichos 4 puntos subir líneas en blanco. Ahora hacer que monteamos en la escalera de las mesas a nivel y de los puntos R S hacia arriba pondrás el capialzo y encima del capialzo lo que tiene de alto el cuadrado del bolsor P y desde los dos puntos T V pondrás el alto del cuadrado del bolsor que será la línea X y desde los dichos 2 puntos T V pondrás dos veces el capialzo que será la línea V y encima de dicha línea V pondrás el alto del bolsor y tirarás las líneas el engaucho como en ello se demuestra. Ahora pondrás el despiezo a la parte de arriba y a la parte de abajo que son las dos líneas b d y habrás demostrado en esta montea los cuatro romboides que tiene la piedra del ángulo los cuales son estos que están aparte de manera que la figura que está entre los puntos 10, 2, 12, 13, es el romboide de m, y la figura que está entre los puntos 5, 4, 14, 15, es el romboide n, el cual romboide de n es desde el punto 16 a 17 y el romboide de m es desde el punto 18 a 19 y así mismo la figura que está entre los puntos 13, 12, 20, 3, es del romboide de a, el cual romboide es de los puntos 18 a 21, y la figura que está entre los puntos 15, 14, 22, 1, es del romboide de e, el cual romboide es desde el punto 16 a 23 con lo cual me parece que bastará para entender estas monteas de manera que estos romboides no es preciso sacarlos aquí fuera más se ha hecho para que se entienda más fácil porque*

*en la montea a donde ellas quedan formadas está algo oscurillo. Ahora nos queda que demostrar otros 2 romboides que son los de las juntas J X que son las 2 figuras g u por manera que toma del punto 19 a 17 en su junta y ponlo de 24 a 25 y de estos dos puntos sube 2 líneas en ángulo recto con la línea baja y ahora ve a la montea q y toma del punto 10 a 5 y porque el punto 19 está más bajo que el de 17 pondrás este tamaño de 24 a 6. Ve ahora al arco y toma en el bolsor p de 26 a 27 y ponlo de 6 a 28 y de 25 a 29 y tirarás tus líneas de negro y habrás trazado tu romboide dentro del cual pondrás el bolsor p, advirtiéndole que el poner los tamaños dentro del romboide para trazar el bolsor no los has de poner por el viaje que el dicho romboide tiene sino por el cuadrado. Vamos a sacar el otro. Toma de 21 a 23 y ponlo de 30 a 31, y sube dos líneas hacia arriba y ve ahora a la montea q y toma del punto...*

El título de este corte ya nos indica que estamos ante una escalera abovedada sin peldaños, para ser resuelta por medio de una rampa. Se puede considerar una variante de la vía de San Gil, cuyo desarrollo se produce en una caja cuadrada, cubierta por dos cañones cuyas impostas van variando su altura. En el dibujo se resuelve únicamente un cuarto de la bóveda, justificado por la doble simetría que presenta su planta, siguiendo así con la economía de trazado propia de estos cuadernos, donde se dibuja lo estrictamente necesario para que el lector especializado pueda entender los procesos a realizar. El autor nos advierte de su complejidad al comenzar el texto con las siguientes palabras:

Este corte es en mi sentir el de más inteligencia que hasta aquí he puesto...

A continuación, se remite al lector al modelo de *escalera cuadrada torcida a nivel las mesas por hiladas derechas* para poder entender el corte que nos ocupa. La superficie de intradós de esta escalera está definida por las mismas líneas oblicuas que definen las impostas de la bóveda que nos ocupa, ya que en los dos casos se mantienen las intersecciones entre tramos a igual cota, condición causante del alabeo que presenta la superficie de

intradós de la escalera, como expone el autor:

Para trazar esta bóveda en primer lugar has de considerar que por la línea del ángulo ha de estar a nivel que tanto ha de capialzar por la parte menor de la esquina como por la parte mayor del rincón por lo cual esta torcida la dicha bóveda.

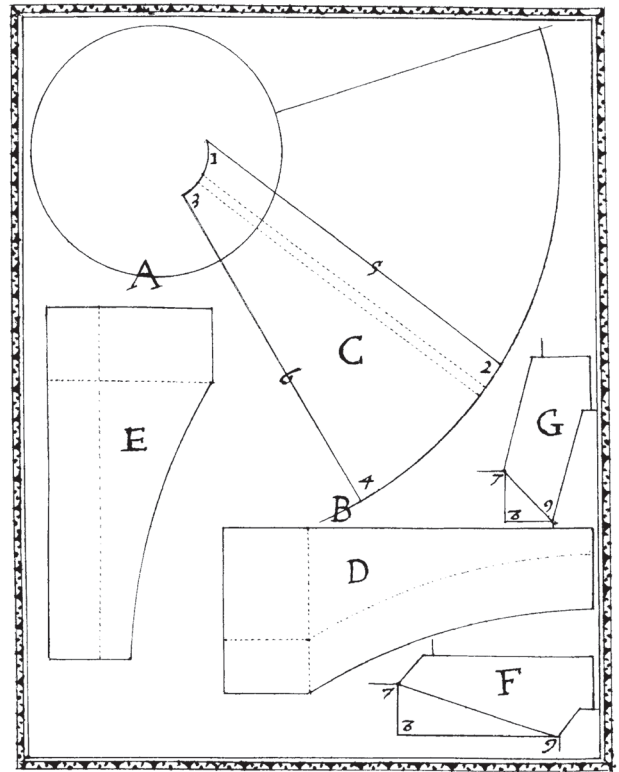
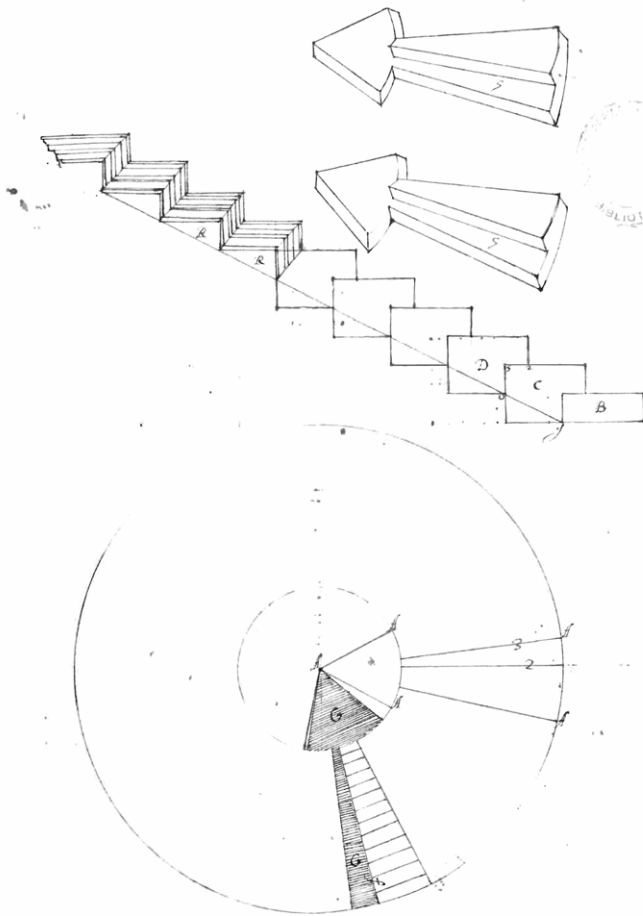
El texto explicativo es exhaustivo y nos va detallando los procesos de trazado y labra, quedando inconcluso al llegar al trazado de las plantillas a aplicar en las juntas J X pertenecientes a la hilada correspondiente a la dovela P, lo que demuestra que en primer lugar se realizaba el trazado de los cortes para a continuación completarlo con el texto explicativo.

En primer lugar se trazará la planta y el arco de medio punto directriz de la superficie de la bóveda, a continuación se procede al reparto regular en dovelas del arco. Desde las juntas de testa, se bajarán a la planta los puntos inferior y superior de cada junta para determinar en planta las hiladas de la bóveda, ajustando su despiece de manera que sea simétrico respecto de la diagonal intersección entre dos tramos para que se puedan utilizar las plantillas de un lado para el otro.

El proceso de labra seguirá los mismos pasos llevados a cabo en la vía de San Gil. Será necesario obtener las plantillas que, colocadas en las caras verticales de la piedra, nos permitirán una primera aproximación a su labra, como ya hemos visto anteriormente. En este caso, la labor se simplifica gracias a la forma cuadrada de su planta. Las juntas entre hiladas se obtienen desde la diagonal de la planta, de manera que se use como referencia el punto donde cada hilada se corta con dicha diagonal para así poder colocar a ambos lados la longitud de la proyección horizontal de cada junta de la dovela. A continuación se establece la pendiente de las juntas decidiendo la elevación que, de un extremo a otro va a tener. Midiendo en el alzado del arco la altura de los puntos superiores del cuadrilátero que envuelve a cada dovela de testa, llevaremos dicha medida sobre los puntos que corresponden a inicio y final de cada junta. Desde estos puntos trazaremos paralelas a la pendiente de las juntas para obtener el romboide buscado.



Tabla 67. Caracol exento de Alonso de Vandelvira.



G. MARTÍNEZ DE ARANDA Caracol exento con peldaños de sección variable y engatillado paralelo al borde del peldaño.

ALONSO DE VANDELVIRA. Caracol exento con fuerte empotramiento en machón central. Los peldaños mantienen su sección constante y el engatillado entre ellos se dispone radial.

#### 4.3.4. Caracoles exentos

En este grupo se recogen las escaleras de caracol voladas, con las dos variantes que se pueden encontrar: aquellas cuyos peldaños se empotran en el muro perimetral que determina su caja, volando hacia el interior de ésta y las que, por el contrario, se empotran en un machón central y vuelan hacia el borde exterior del peldaño. En cuanto a la geometría de su planta, se estudiarán las variantes con planta cuadrada y circular.

El autor recoge hasta cinco modelos de caracol exento, frente a un único modelo estudiado por Vandelvira y Martínez de Aranda. En ambos casos con planta circular y machón central.

Todos los cortes se resuelven con un único modelo de peldaño de sección variable, adaptado a las variantes que la forma circular o cuadrada de su planta pueden implicar y al punto de empotramiento, bien sea en un machón central, bien en el muro que determina su caja. En el texto explicativo, el autor no hace mención alguna a las dimensiones que debe tener dicho peldaño, únicamente se refiere al vuelo, alertando de que este no sea muy acusado. Esta solución de sección variable se aleja de la propuesta por Vandelvira, que presenta un peldaño de sección constante donde el empotramiento en el machón central será de gran envergadura, detallando además las dimensiones de paso, huella y tabica.<sup>17</sup>

Aranda diseña un peldaño de sección variable donde tanto en las plantillas necesarias para su labra como en el engatillado entre sus gradas, la similitud con las propuestas de Portor es evidente,<sup>18</sup> confirmando la existencia de una línea común entre estos autores.

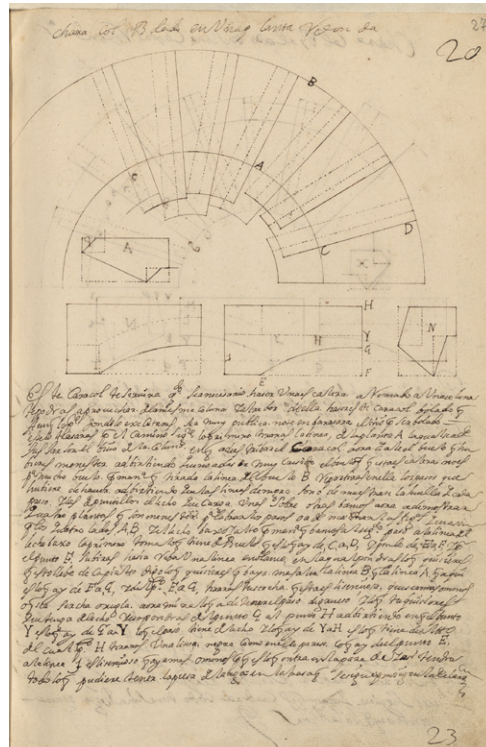
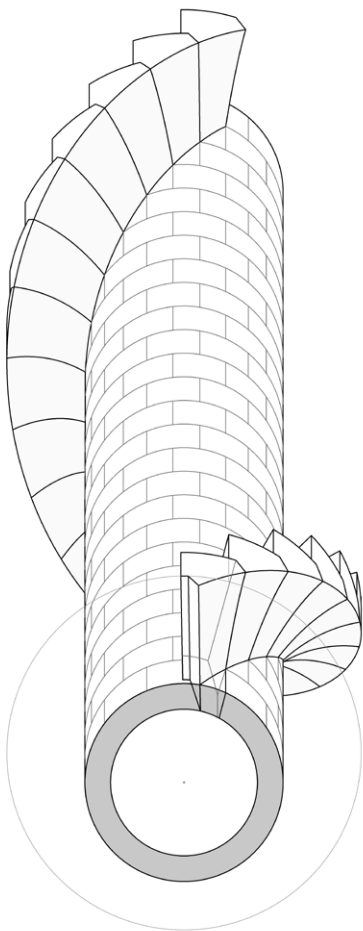
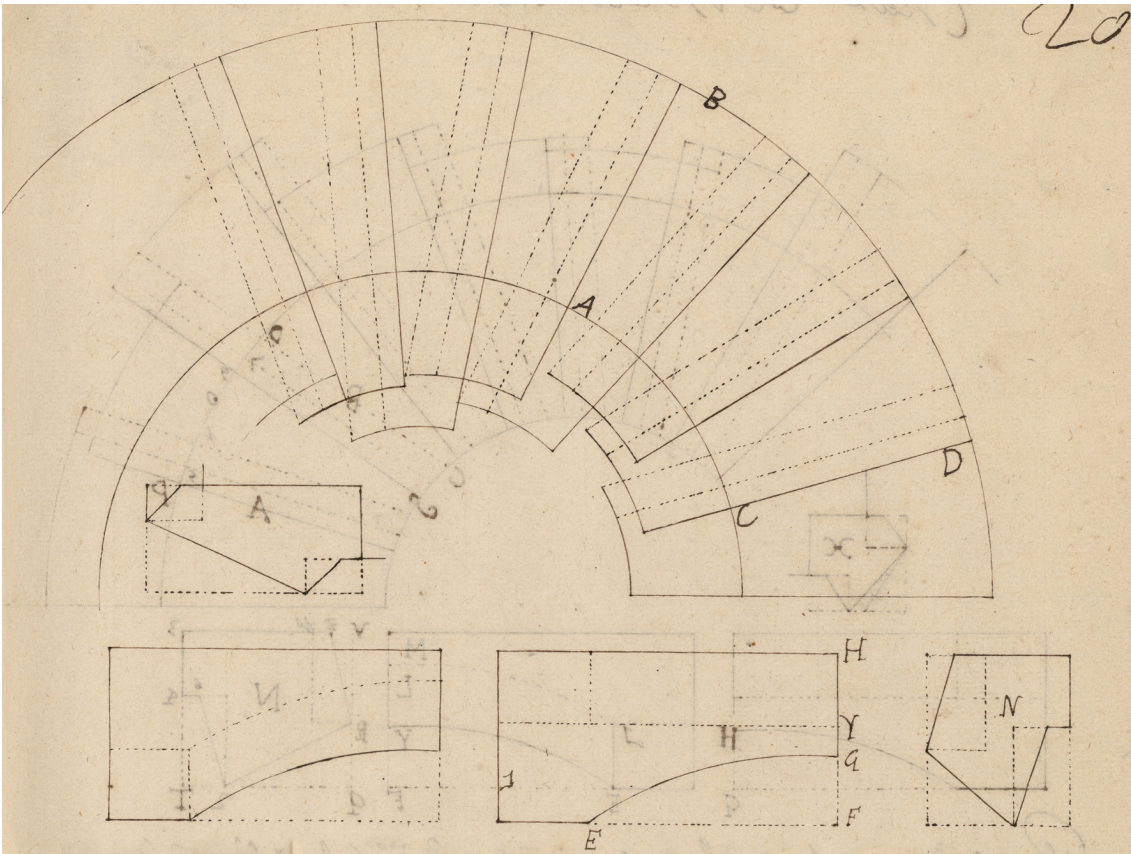
17

VANDELVIRA A.1580. *Tratado de cortes de cantería*. TÍTULO LXVII. Caracol exento alrededor de una columna.

...echado el grueso del pilar trazarás el círculo alrededor que quisieres que tenga de largo los pasos aunque a mi me parece que de tres pies es bastante de largo, uno de ancho, medio de alto,...

18

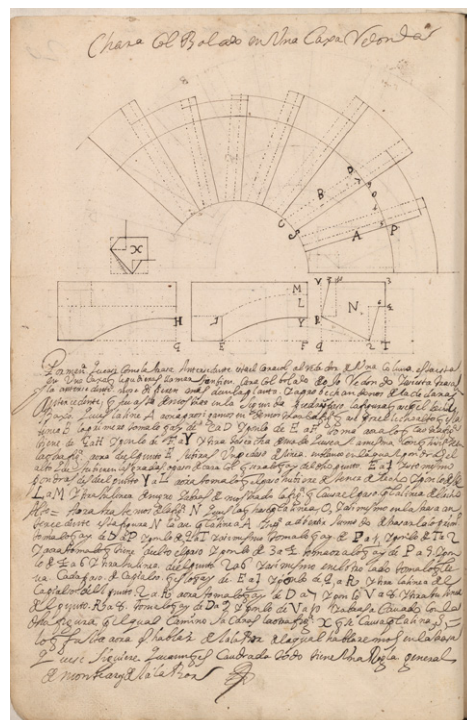
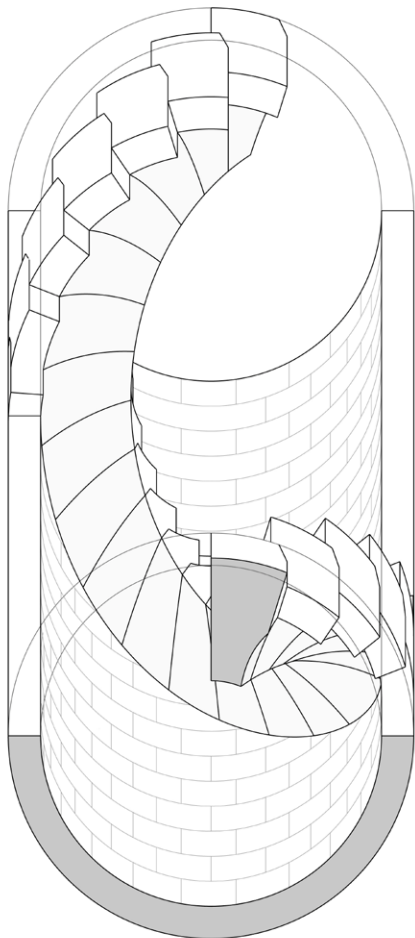
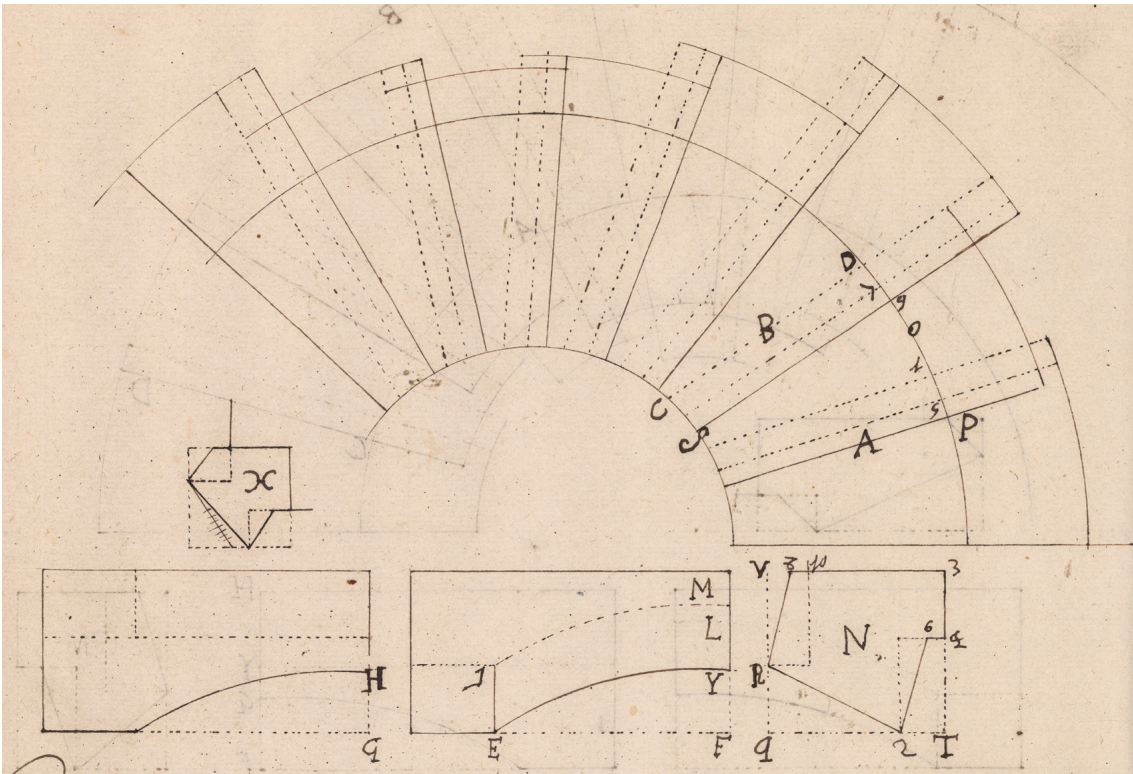
MARTÍNEZ DE ARANDA, G.c.1600. *Cerramientos y trazas de montea*. Pl. 244.



***Caracol volado en una planta redonda. Fol. 27r***

*Este caracol te servirá cuando sea necesario hacer una escalera arrimada a una columna. Te podrás aprovechar de la misma columna y alrededor de ella harás este caracol volado que aunque la parte donde lo ejecutares sea muy pública no se embarazará el sitio por ser volado. Este lo trazarás por el camino siguiente. Lo primero, tirarás la línea de la planta A la cual se ha de ajustar ser el vuelo de la columna en que ha de estribar el caracol. Ahora dale el vuelo que hubieres menester advirtiendo que no ha de ser muy crecido el vuelo porque esta escalera no es para mucho vuelo por manera que tirada la línea del vuelo B repartirás en ella los pasos que hubiere de haber advirtiendo que las líneas de negro son o demuestran la huella de cada paso y las de puntillos el lecho que carga unas sobre otras. Vamos ahora a demostrar cuatro plantas que son menester para labrar los pasos o a demostrar las figuras que hacen por los cuatro lados AB y el lecho bajo y alto por manera que vamos al segundo paso a la línea del lecho bajo lo primero toma lo que tiene de vuelo que es lo que hay de C a D y ponlo de E a F y por el punto F subirás hacia arriba una línea en blanco en la cual pondrás lo que quisieres que esto lleve de capialzo digo lo que quisieres que vaya más alta la línea B que la línea A que aquí es lo que hay de F a G y del punto E a G tirarás su cercha que está es licenciosa que está más o menos o que sea cercha o regla. Ahora mira lo que ha de tener el paso de grueso y lo que tu quisieres que tenga de lecho y eso pondrás del punto G al punto H advirtiendo en que el punto Y es lo que hay de G a Y lo que el paso tiene de lecho y lo que hay de Y a H es lo que tiene de alto del cual punto H tirarás una línea negra como en ello parece lo que hay de el punto E a la línea J es licencioso que haya más o menos porque es lo que entra en la pared y así tendrás todo lo que pudiere tener la pieza de largo.*

*En la traza que se sigue es por ser igual la declaración.*



***Caracol volado en una caja redonda. Fol. 27v***

*Por manera que así como la traza antecedente está el caracol alrededor de una columna esta está en una caja que le pudieras llamar también caracol volado de ojo redondo y así esta traza y la antecedente no se difieren más de en la planta y aprovechándonos de la declaración antecedente que fue hasta demostrar en la segunda piedra por paso la figura que hace por el lecho bajo que es la línea A. Ahora prosigamos en demostrar la figura que hace por el lecho alto que es la línea B. Lo primero toma lo que hay de C a D y ponlo de E a F. toma ahora lo que la otra figura tiene de G a H y ponlo de F a Y y tira su cercha de modo que sea la misma con que hiciste en la otra figura. Ahora del punto E subirás un pedazo de línea en blanco en la cual pondrás el alto que tuvieren las gradas o pasos de caracol que será lo que hay del dicho punto E a J y esto mismo pondrás desde el punto Y a L. Ahora toma lo que el paso hubiere de tener de lecho y ponlo desde L a M y tira su línea de negro y habrás demostrado la figura que causa el paso por la línea del lecho alto. Ahora tratemos de la figura N que es la que hace por la línea O y así mismo en la traza antecedente esta figura N la hace por la línea A y se podrá advertir su modo de trazarla. Lo primero toma lo que hay de D a P y ponlo de q a T y así mismo toma lo que hay de P a 1 y ponlo de T a 2 y ahora toma lo que tiene de alto el paso y ponlo de 3 a 4. Toma ahora lo que hay de P a 5 y ponlo de 4 a 6 y tira su línea de el punto 2 a 6 y así mismo en el otro lado toma lo que lleva cada paso de capialzo de el punto 2 a R. Ahora toma lo que hay de D a 7 y ponlo V a 8 y tira su línea del punto R a 8. Toma lo que hay de D a 9 y ponlo de V a 10 y habrás acabado con la dicha figura por el cual camino sacarás la otra figura X que se causa por la línea S. Lo que falta ahora es hablar de la labor de la cual hablaremos en la traza que se siguiere que aunque es cuadrado todo tiene una regla general de montar y de la labor.*

Con estos dos cortes comienza el grupo de caracoles volados que se recogen en el manuscrito. Al compartir todos ellos el mismo diseño de peldaño, el proceso de trazado de las plantillas necesarias para la labra no se describe al completo en el primero, tan solo se inicia para, posteriormente, concluirlo en las variantes con las que se completa este grupo de cortes. En primer lugar, se va a exponer el trazado de las plantillas necesarias para acometer la labra. Este proceso se detalla en las dos primeras trazas de planta circular. Para el proceso de labra habrá que esperar a las variantes con planta cuadrada.

En los dos modelos de planta circular, se comienza definiendo la circunferencia de la planta y del machón o hueco central, según proceda. En el primer modelo, la circunferencia A define el machón central donde se empotrarán los peldaños y la circunferencia concéntrica B el vuelo de estos. En el dibujo, apreciamos que el vuelo se mantiene con una longitud inferior a la que presenta su empotramiento en el machón central. El reparto de una vuelta completa es en veinte peldaños y el engatillado entre piezas se realiza mediante un lecho de disposición paralela al borde del peldaño, como hemos visto en caracoles anteriores. A continuación, se puede empezar con el trazado de las cuatro plantillas necesarias para su labra, las de las testas N y X y las de los lechos. Las plantillas de la testa donde se realiza el empotramiento serán las denominadas N en ambos cortes y X las del vuelo.

En el primer modelo, para trazar la plantilla del lecho inferior, tomaremos sobre una línea auxiliar la medida C-D del vuelo del peldaño, puntos E y F. Sobre el punto F llevaremos la medida que queremos que disminuya el canto de la pieza en su extremo, punto G. Desde E a G se trazará el arco que describe el perfil del lecho inferior con la curvatura deseada. A continuación, desde el punto G llevaremos el grosor deseado para el borde del peldaño, punto H. De esta manera, la distancia F-H nos determinará el grosor del peldaño en su empotramiento y la distancia H-G en el vuelo. Desde el punto H hacia abajo marcaremos la altura de la tabica, punto Y. Hasta aquí, el texto que acompaña a la primera traza. Para el trazado del resto de plantillas, el autor nos remite al siguiente corte, el *caracol volado en una caja redonda*, donde el vuelo de los peldaños se invierte al estar estos empotrados en

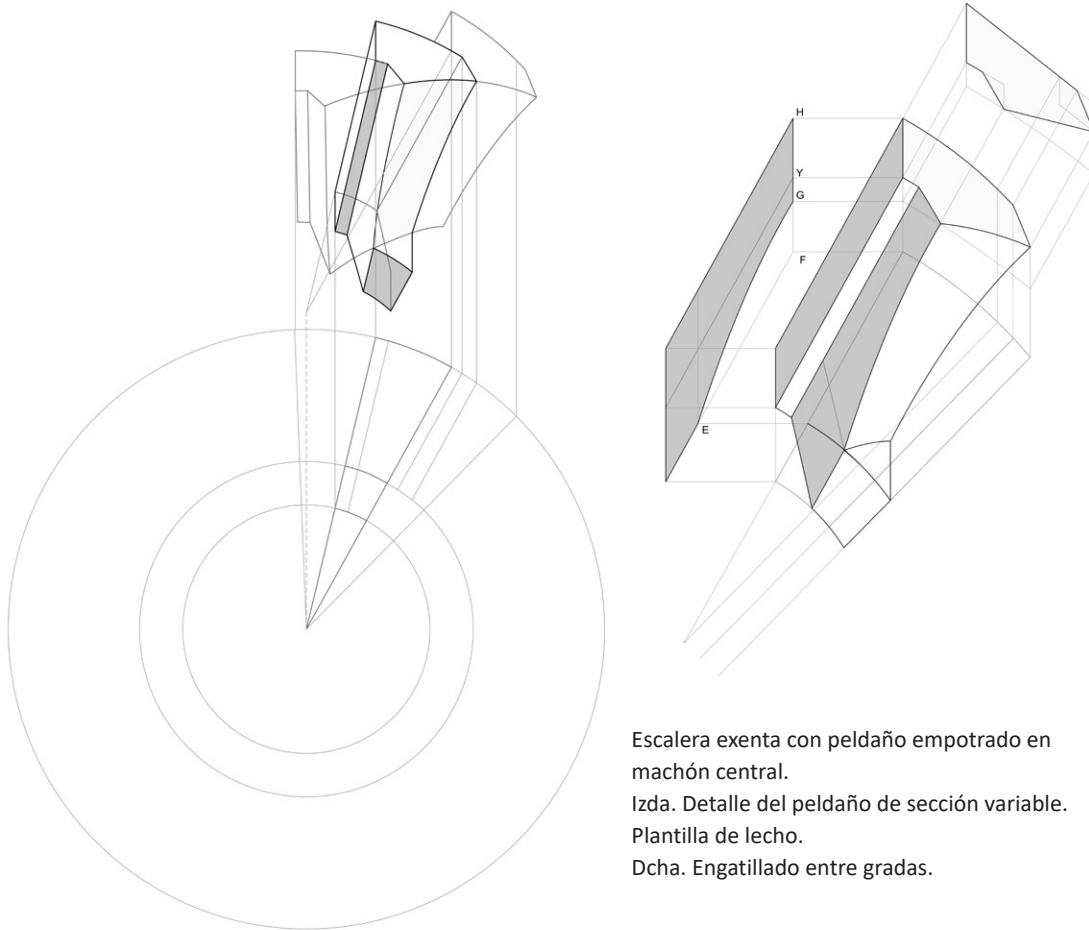
el muro de su caja. Las plantillas de lechos serán las mismas en ambos cortes, pero adaptándose a la posición en el peldaño de vuelo y empotramiento.

Continuando con el texto que encontramos en la traza siguiente, procederemos a trazar la plantilla del lecho alto. En este caso, se expone el trazado del segundo corte, donde los peldaños se empotran en el muro que define la caja y vuelan hacia el hueco central. Llevaremos sobre una recta horizontal el vuelo del peldaño, distancia C-D en la planta, E-F en el lecho bajo, y la medida F-G, para a continuación dibujar el mismo arco con el que conectamos en el dibujo anterior dichos puntos. Volveremos a llevar el grueso del peldaño, distancia G-H, sobre el extremo más elevado del arco. Desde el punto de arranque de este, llevaremos el empotramiento de la pieza en el muro en horizontal y el grueso del peldaño, distancia H-Y, en vertical y en los puntos de arranque y final del arco. Con esto, quedarían trazadas las plantillas de los lechos. Para las testas, una vez definido el grosor en ambos extremos de las piezas, se seguirá el mismo procedimiento en los dos modelos de caracoles volados. En el empotramiento con el muro tendremos que usar la plantilla N y en el extremo del vuelo la plantilla X.

Para el trazado de las plantillas de los empotramientos, tomaremos el ancho que ocupa una pieza en planta. Esto se hará en la línea A para el modelo que vuela desde el machón central. Para el modelo que vuela desde su caja hacia el interior, el ancho se tomará en la línea O, distancia D-P. Llevando esta medida sobre una recta horizontal, puntos q y T, llevaremos a continuación el adosamiento del peldaño desde T hacia q, punto 2. La altura de la tabica se llevará de 3 a 4. El solape establecido entre peldaños lo llevaremos desde el punto 4, obteniendo así el punto 6 que, unido con el punto 2, nos da la inclinación del plano de lecho, inclinación que obtendremos también en el lado opuesto de esta plantilla, entre los puntos 8-R, sin más que llevar en la recta Q-V el canto del peldaño, distancia V-R, y las medidas de solape y huella en la recta V-3, puntos 8 y 10. Una vez definidas todas las plantillas, para el proceso de labra el autor nos remite al siguiente corte de caracol exento, esta vez de planta cuadrada:

*Lo que falta ahora es hablar de la labor de la cual hablaremos en la traza que se siguiese que aunque es cuadrado todo tiene una regla general de montar y de la labor.*

El procedimiento de trazado de las plantillas de testa y lecho, como ya hemos visto, se pueden adaptar a las diferentes variantes de caracol exento que se pueden presentar, por lo que el autor utiliza el proceso de su trazado y posteriormente la labra, para ir incluyendo variaciones en el tipo.



Escalera exenta con peldaño empotrado en machón central.  
Izda. Detalle del peldaño de sección variable.  
Plantilla de lecho.  
Dcha. Engatillado entre gradas.



Iglesia Santo Domingo de Bonaval. Santiago de Compostela.  
Escalera volada de subida al púlpito.



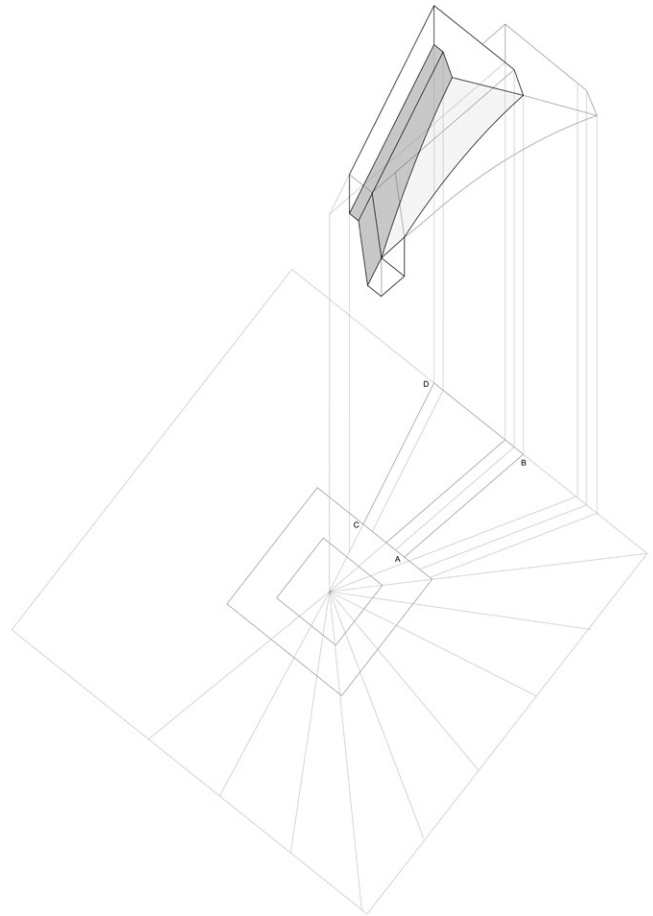
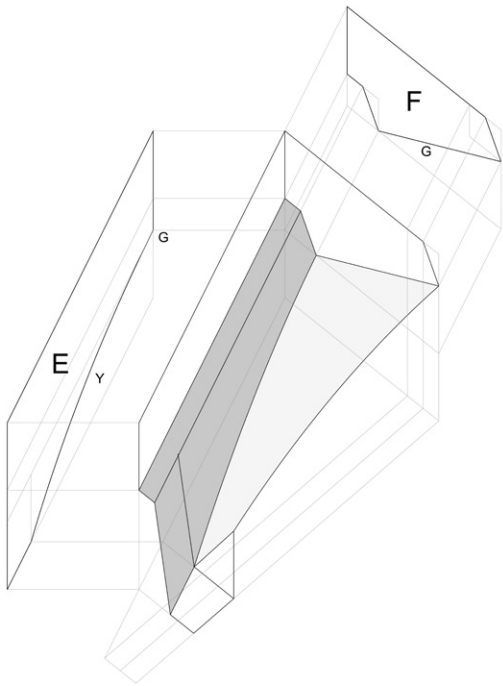
***Caracol volado alrededor de una pilastra. Fol. 30r***

*Ya se habrá advertido que en razón de montar en este caracol todo es una misma cosa solo la diferencia está en variar de plantas solo se advierte que en este género de plantas cuadradas es necesario montar la mitad de los pasos que tuviere más de por ser unos pasos más largos que otros procedido de estar todos mirando a un punto que en las plantas redondas con la montea de un paso se pueden labrar todos. Esto entendido por que hemos hablado en las antecedentes y por los efectos que sus plantas advierten no hablaremos más que de la labor. Y así has de advertir que lo primero le has de hacer a la piedra la cara baja con que la has de escuadrear advirtiéndole que hecha la cara le trazarás en ella para escuadrearle el paso como está en la planta entre las 4 letras ABCD y después de trazada lo primero escuadrearás la línea de los dos puntos CD en el cual lecho trazarás la figura E. Hecho esto escuadrearás la cabeza o testa del caracol de los puntos BD en la cual testa trazarás la figura F advirtiéndole que la línea G ha de venir con el punto G. Ahora te queda escuadrear el lecho alto que es de los dos puntos AB que escuadreado le trazarás la figura H que después de trazada irás metiendo la regla de la cercha Y a la cercha J y harás el lecho alto y bajo como demuestran sus figuras advirtiéndole que los lechos han de salir gauchos y que la figura L hace la piedra por la línea de los puntos AC con lo cual me parece se ha dicho bastante para entender este género de caracol aunque pondré otra planta que será el dicho caracol en una caja cuadrada para que lo halles definido en cualquiera planta que lo quieras ejecutar. Cuando el corte es de buena inteligencia como este no es embarazoso ponerlo en muchas plantas.*

Variante de caracol exento en planta cuadrada, con peldaños volados desde un machón central. En este corte, el autor expone el proceso de labra de las gradas, continuando la labor iniciada en el primer caracol exento de planta circular. Debido a la geometría de su planta, todos los peldaños de un cuadrante necesitarán de plantillas diferentes para su talla. Es por ello que,

al completarse una vuelta con 20, es necesario tallar 5 piezas diferentes que se repetirán tantas veces como sea necesario para llegar al desembarco correspondiente. Una vez trazados los cuadrados que definen su planta y el machón central, se procederá al reparto de peldaños, que en estos modelos será de 20 por vuelta, norma habitual en este manuscrito. En cuanto a las proporciones del machón, este ocupará  $\frac{1}{3}$  del lado del cuadrado que define su caja. A continuación, el autor expone directamente el proceso a seguir para la labra del peldaño A B C D. Necesitaremos de cuatro plantillas para ello, dos para las testas, rotuladas como F (vuelo) y L (empotramiento) y dos para los lechos, rotuladas como E y H. Para su trazado no hay más que seguir la explicación expuesta en los modelos previos, con planta y machón o hueco central circulares.

En cuanto al proceso de labra, se partirá de un prisma tomando como base la planta A B C D, planta del peldaño más la superficie necesaria para el engatillado de la siguiente pieza. en el plano vertical de la recta C D utilizaremos la plantilla E con la que podremos tallar el lecho bajo y los planos de tabica y engatillado. A continuación, sobre el plano de la testa del vuelo, recta B D, aplicaremos la plantilla F. Una vez trazada la plantilla F, podemos aplicar en la cara de la recta A B la plantilla H. En la testa opuesta, donde se empotra la pieza en el machón, aplicaremos la plantilla L. Los lechos serán superficies alabeadas, como nos advierte el autor. La superficie de intradós de la piedra se tallará con ayuda de la regla, de la curva Y a la curva J de los lechos.



Escalera exenta con peldaño empotrado en machón central.

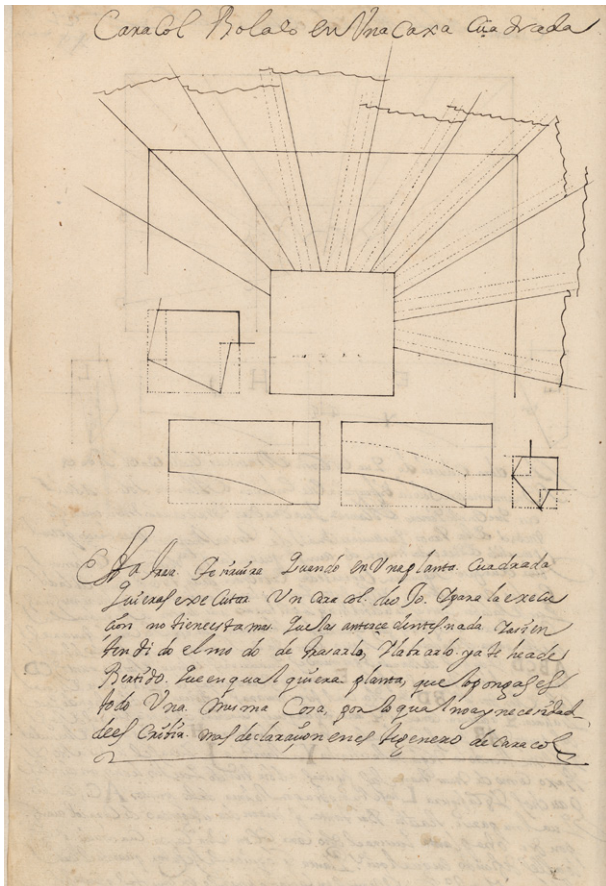
Izda. Detalle del peldaño de sección variable. Plantilla de lecho y testa

Dcha. Engatillado entre gradas.



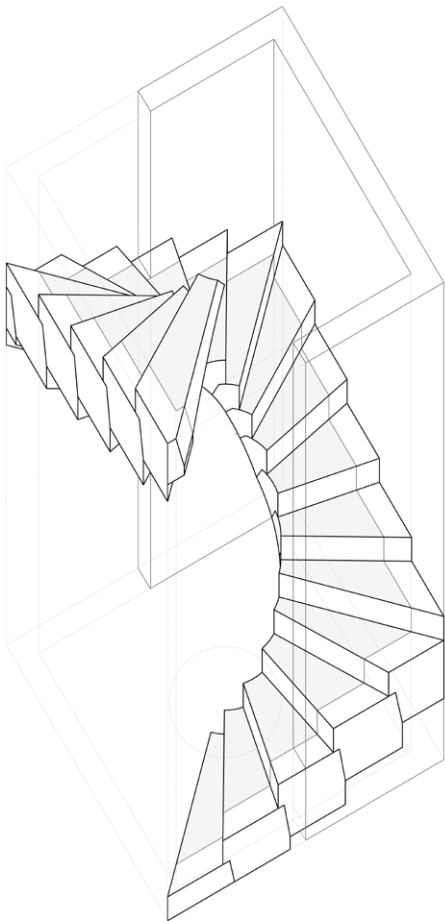
Escalera exenta con peldaño empotrado en machón central de sección cuadrada.

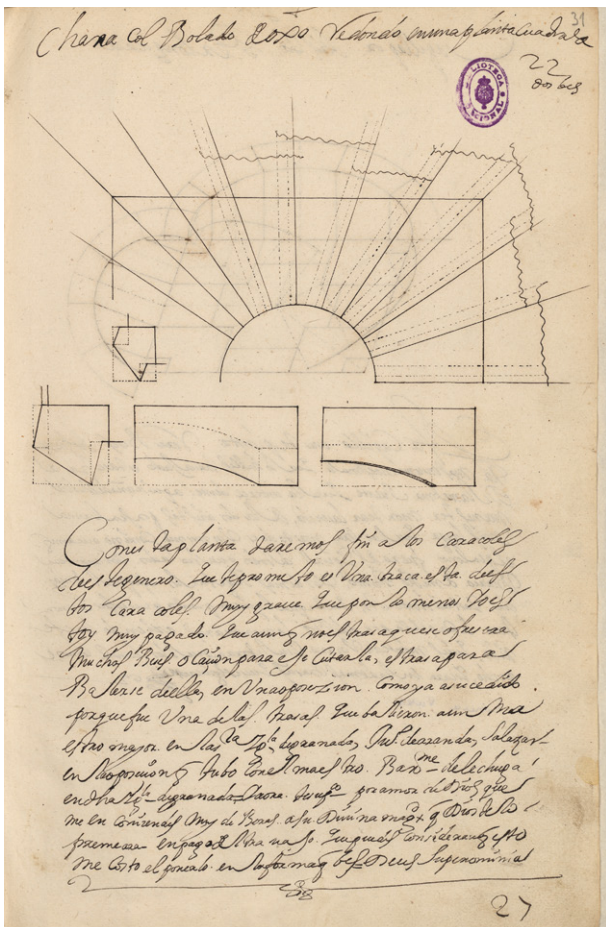
Iglesia de Santa María Magdalena. Torrelaguna. Madrid.



**Caracol volado en una caja cuadrada.  
Fol. 30v**

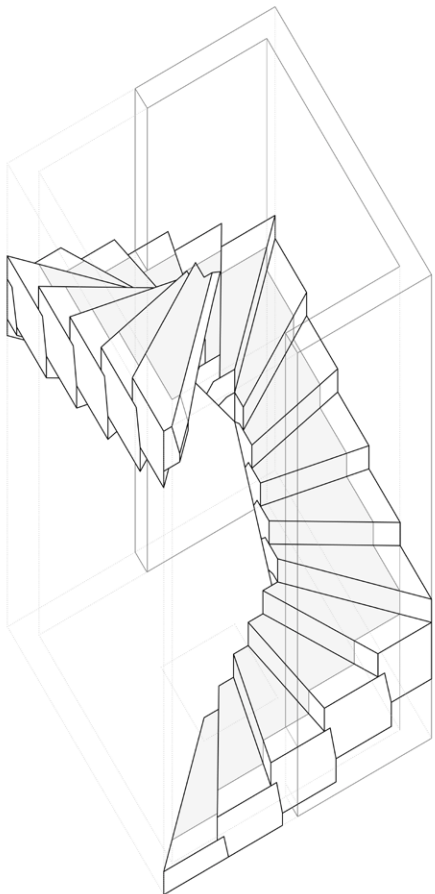
Esta traza te servirá cuando en una planta cuadrada quieras ejecutar un caracol de ojo. Y para la ejecución no tiene esta más que las antecedentes nada. Y así entendido el modo de trazarlo y labrarlo ya te he advertido que en cualquiera planta que lo pongas es todo una misma cosa por lo cual no hay necesidad de escribir más declaración en este género de caracol.





### Caracol volado de ojo redondo en una planta cuadrada. Fol. 31r.

Con esta planta daremos fin a los caracoles de este género que te prometo es una traza esta de estos caracoles muy grave que por lo menos yo estoy muy pagado que aunque no es traza que se ofrezca muchas veces ocasión para ejecutarla es traza para valerse de ella en una oposición como ya ha sucedido porque fue una de las trazas que valieron a un maestro mayor en la Santa Iglesia de Granada Juan de Aranda Salazar en la oposición que tuvo con el maestro Bartolomé de Lechuga en la dicha Iglesia de Granada. Y ahora te suplico por amor de Dios que me encomiendes muy de veras a su divina majestad que Dios te lo premiará en pago del trabajo que puedes considerar que esto me costó el ponerlo en la forma que ves. Deus Superomnia.



Con estos dos modelos, el autor cierra el capítulo de los caracoles exentos. Ambos casos se desarrollan en planta cuadrada, volando los peldaños desde el empotramiento en el muro de la caja hacia el hueco central. El diseño del peldaño es el mismo utilizado en los caracoles exentos anteriormente estudiados, adaptando su remate en el voladizo y su empotramiento en los muros perimetrales a la geometría de la planta. El primer modelo presenta en los extremos en voladizo del peldaño un remate recto, determinado por la forma cuadrada que conforma el hueco central. En la segunda variante, al definir los peldaños un hueco interior circular, el extremo del voladizo interior se remata mediante una superficie cilíndrica.

Una vez trazada la planta y el hueco interior que define el ojo de la escalera, circular o cuadrado, se procede al reparto de peldaños, que, siguiendo el patrón de los caracoles anteriormente presentados, será de 20 por vuelta. En el caracol de ojo cuadrado, este ocupará  $1/3$  del lado del cuadrado que define su caja. En el de ojo circular, se ha trazado la circunferencia con un radio cercano al de la circunscrita a dicho cuadrado.

En cuanto al texto explicativo que acompaña a los dibujos, apenas da detalles del proceso de traza y labra, remitiendo al lector a los cortes anteriores. El diseño del peldaño sigue el mismo patrón que el del *caracol exento alrededor de una pilastra*, con la diferencia de que aquí disminuye la sección desde el empotramiento del muro hacia el vuelo interior.

En el segundo modelo, encontramos una interesante información acerca de la utilidad de estas trazas. El autor alude a una oposición en la que este corte fue el ejercicio propuesto. En ella, Juan de Aranda Salazar y Bartolomé Fernández Lechuga, competían por la maestría de la catedral de Granada.

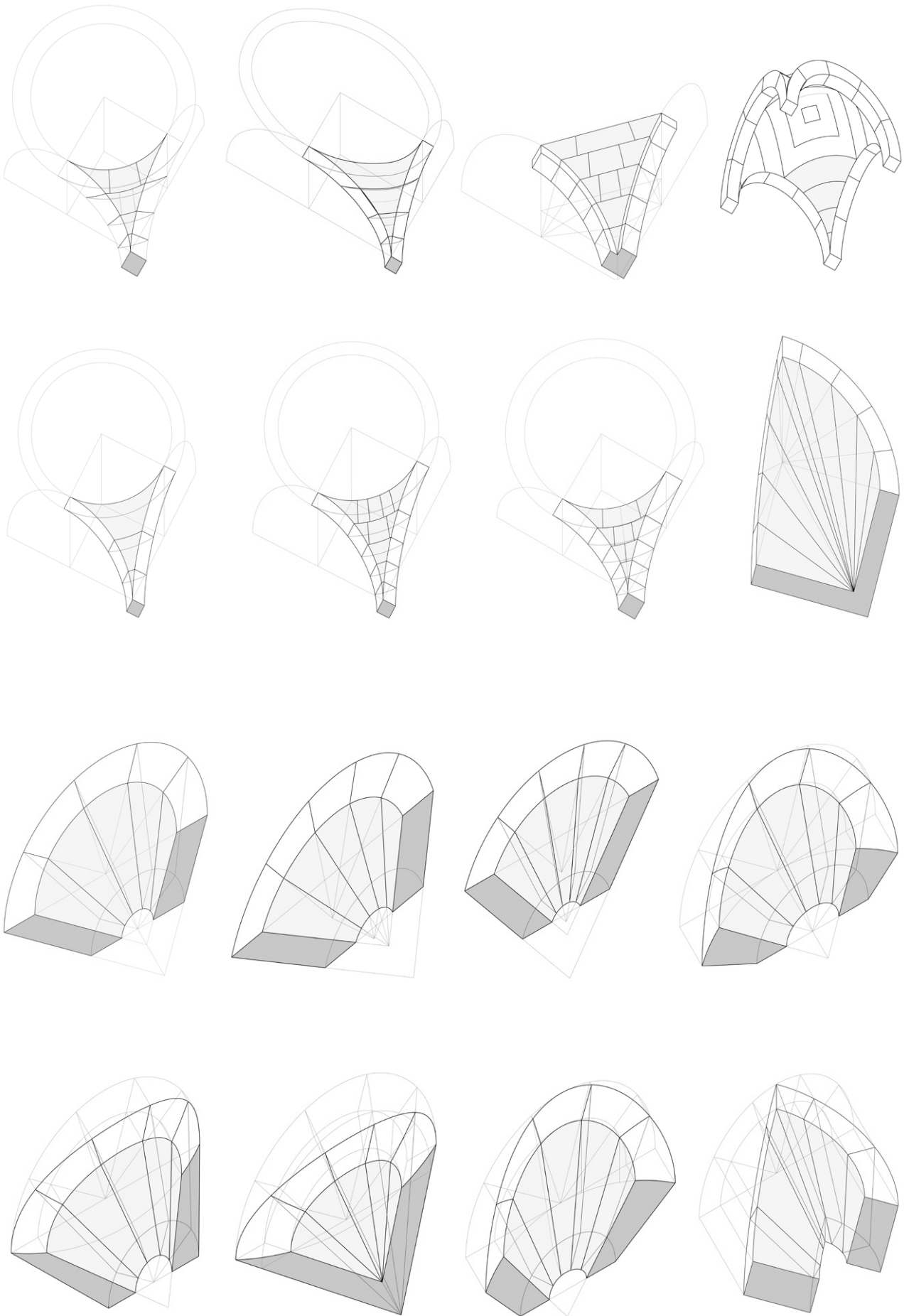
La figura de Juan de Aranda Salazar ha sido ya apuntada como posible nexos de unión entre este manuscrito y el de Ginés Martínez de Aranda.<sup>19</sup>

19

CALVO LÓPEZ, J. 1999. *Cerramientos y trazas de montea de Ginés Martínez de Aranda*. Tesis doctoral. UPM.

En este grupo de caracoles exentos, los diseños de peldaño, como ya hemos visto, son prácticamente idénticos al propuesto por Aranda en el *caracol exento alrededor de un macho redondo capialzado en circunferencia*.

## 4.4 Trompas y pechinas



## 4.4 Trompas y pechinas

Con el nombre de pechinas se designará en el cuaderno a un grupo de trazas formado por dos familias bien diferenciadas y con un mismo cometido, garantizar la transición entre una bóveda y la estancia que cubre. Inicialmente nos encontraremos con las trompas, superficies cónicas utilizadas generalmente para resolver la transición de las bóvedas de planta poligonal, normalmente octogonales. Estas superficies definen su directriz mediante la proyección, ortogonal o cónica, de un arco de medio punto o escarzano sobre la superficie de su testa. Las distintas variantes se generan tanto por la superficie en que se proyecte dicho arco, que puede ser un paramento curvo o recto, como por el esviaje en planta en cada uno de los modelos rectos presentados. En segundo lugar, el autor presentará las pechinas, superficies de intradós generalmente esférico que servirán de transición entre las bóvedas y sus arcos de apoyo. Las pechinas normalmente se resuelven como parte de las bóvedas y no como grupo de cortes independiente, donde bastará con inscribir la planta de la bóveda en un cuadrado o rectángulo para poder incluir su trazado.<sup>1</sup> En el manuscrito de Portor sin embargo, no se asocian a los cortes de bóveda, sino que aparecen como cortes independientes. Los primeros modelos ocupan los versos de los folios dedicados a escaleras, para posteriormente repartirse entre capialzados y bóvedas. Como es habitual en las familias de este cuaderno, se expone el trazado en el primer modelo para, a continuación, incluir el proceso de labra en alguna de las variantes del grupo.

1

Es habitual el presentar las pechinas junto a las bóvedas, como parte del despiece de estas ya que al inscribir la planta de la bóveda en el recinto que cubre se manifiesta el espacio de transición que es necesario solucionar con estas. Encontraremos estas representaciones en Vandelvira, Fray Lorenzo de San Nicolás, Juan de Torija y Alonso de Guardia. Sarela también incluye el despiece de las pechinas en la *media naranja ovalada*.

#### 4.4.1. Trompas

Como hemos apuntado anteriormente, en esta familia resulta complicado seguir un orden coherente según aparecen en el cuaderno. En la mayoría de los casos, las encontramos completando los folios dedicados a otros cortes, como escaleras, capialzados o capillas. Gracias a la inclusión de unas anotaciones en los márgenes, ha sido posible organizar siete de estos modelos, desde el denominado como *primera pechina* hasta la *séptima*, siguiendo así una evolución desde el modelo más sencillo a la variante más compleja. Estas anotaciones pueden ser una incorporación posterior, en un intento de ordenar los modelos recogidos en el manuscrito.

Las trompas cónicas son cortes muy difundidos, conocidos por todos los autores de la época. Suelen aparecer como grupo de cortes independiente. Vandelvira los incluye en primer lugar en su tratado, con la intención de estructurar su contenido siguiendo un criterio de menor a mayor complejidad.<sup>2</sup> Gelabert recoge la *pechina por rincón* con sus variantes en arco escarzano y esviaje, así como las variantes en torre redondo y un modelo con tres paños, terminando el repertorio con la *pechina por esquina*.<sup>3</sup> Alonso de Guardia únicamente incluye la *pechina en rincón y esquina*, además de un par de modelos asociados a las bóvedas que veremos a continuación.<sup>4</sup> Fray Lorenzo no recoge las trompas cónicas en su tratado. Sí tratará de la labra de las pechinas en el capítulo dedicado a los arcos torales y sujeción de bóvedas.<sup>5</sup> En el tratado de Tosca las trompas aparecen bajo la denominación de bóvedas cónicas en el libro III de su tratado.<sup>6</sup> Joseph Ribes va a exponer las trompas más comunes, desde la más sencilla

2  
VANDELVIRA, A. 1575. *Tratado de cortes de piedra*. Fol. 6v-16.

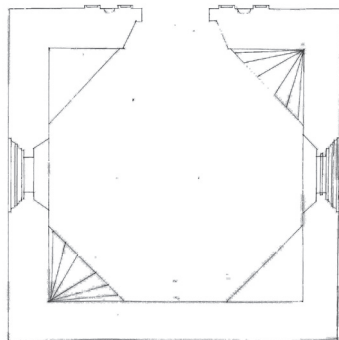
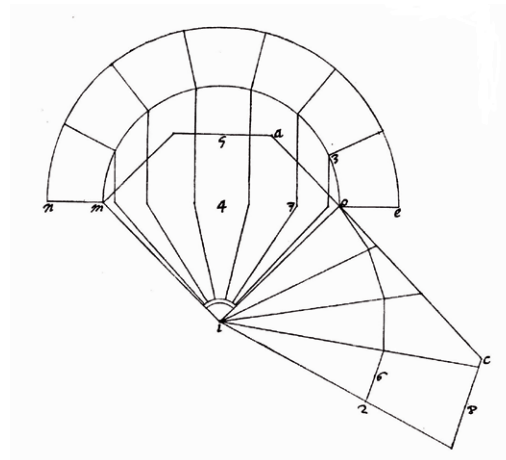
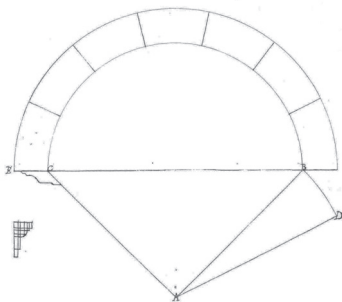
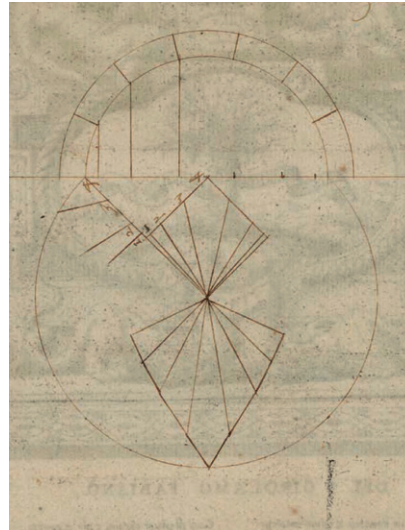
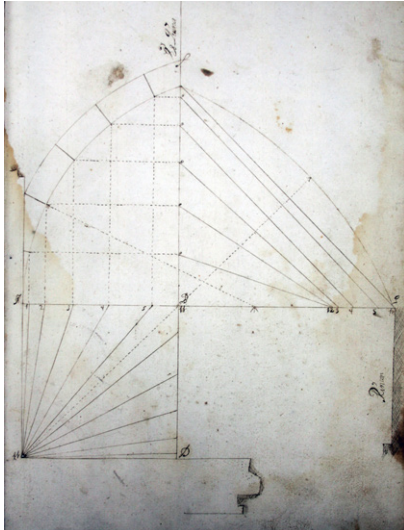
3  
GELABERT, J. 1653. *De l'art de picapedrer*. Fol. 105r-113r

4  
ALONSO DE GUARDIA. 1560. Colección de trazas. Fol. 29v.

5  
SAN NICOLÁS, F. L. 1639. *Arte y Uso de Arquitectura*. Libro I. Cap. XLV. Trata del asiento de las cepas de los arcos torales y de la forma de labrar las pechinas. Fol. 76v

6  
TOSCA, P. T. V. 1707-15. *Tratado XV De la Montea y Cortes de Cantería*. Libro III. Prop. II.-V.

de medio punto, varios modelos en esquina y en torre redondo.<sup>7</sup> En el manuscrito de Sarela, se presentan con la denominación de *conchas*, por la influencia del entorno donde desarrolla su trabajo, reproduciendo un modelo que sigue el diseño de la trompa avenerada de la plaza de Platerías. En su representación, va a incluir el perfil de las juntas inferiores de lecho.<sup>8</sup>



Sup.

Izda.F. SARELA.1740. *Algunos cortes de arquitectura*.Fol.18r. *Capialzado o concha en rincón*.

Dcha. ALONSO DE GUARDIA. Fol. 29v. *Pechina en rincón y esquina*.

Centro.

Izda. A. VANDELVIRA.1475. *Pechina cuadrada*. Planta.Fol. 6v

Dcha. J.GELABERT. *Pechina en torre redondo y viaje con curva de trompillón*.

7

TELLIA, F. *El libro de traxes de biaix y montea de Joseph Ribes*. Tesis doctoral. UPM 2020

8

F.SARELA, F.1740. *Algunos cortes de Arquitectura*.Mss144. APFS. Fol. 18r.

El diseño de estos cortes se realiza a partir de la proyección, ortogonal o cónica, de un arco, de medio punto o rebajado, sobre la superficie que determina su testa. El modelo más sencillo es la trompa cónica, de directriz semicircular y eje perpendicular al plano de testa. Si la superficie de la testa es curva, dará lugar a las trompas en *torre cavado* y *torre redondo*. De todas ellas se recogerá su variante en esviaje. Cuando los planos de testa son verticales y perpendiculares entre sí, la trompa se suele denominar *en esquina*. Aquí va a ser determinante para su diseño la proyección del arco de medio punto sobre dichos planos. En el caso de utilizar una proyección ortogonal, los arcos de testa serán más rebajados que si la proyección es cónica, razón por la cual autores como Vandelvira las describen como *pechinas escarzanas* o *apuntadas*. En este manuscrito se recoge además, una variante de trompa en esquina donde los arcos de testa se trazan semicirculares, aproximándose al modelo apuntado en sus proporciones.

El método de labra de las trompas va a combinar el uso de plantillas y saltarreglas, determinando con estas últimas el ángulo formado entre las juntas inferiores y las de testa de las dovelas. El procedimiento a seguir para el trazado de las plantillas de cara se va a repetir en todos los modelos. El autor empleará la denominada *regla de las líneas concurrentes*, utilizada en los capialzados y algunos arcos. Este procedimiento se realizará siguiendo unos pasos que guían el movimiento del compás con el fin colocar dicha junta en posición frontal, obteniendo así la longitud real de dicha junta, como veremos con detalle en el análisis de estos modelos. Para la obtención de las saltarreglas, se realizará el mismo procedimiento con la diagonal de la plantilla de lecho, de manera que mediante tres puntos coplanarios, podemos trazar el ángulo buscado. Este mismo método aparece descrito en las trompas de Gelabert.<sup>9</sup> Martínez de Aranda, para la obtención de secciones axiales de capialzados, va a utilizar un sencillo método denominado *extender línea concurrente*, donde

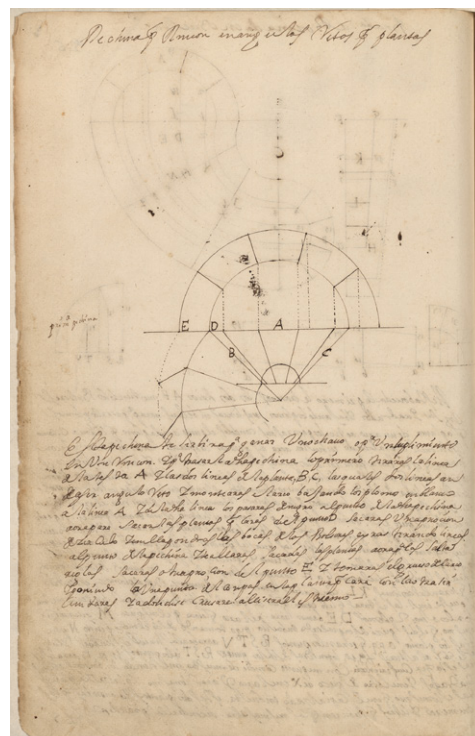
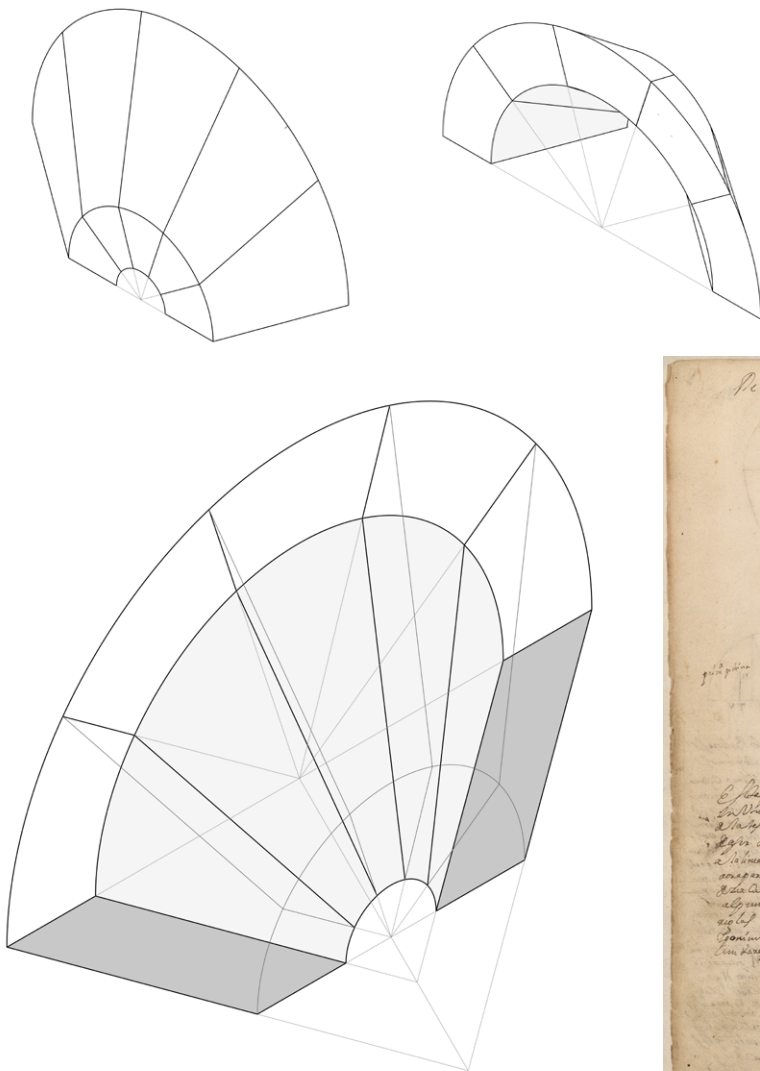
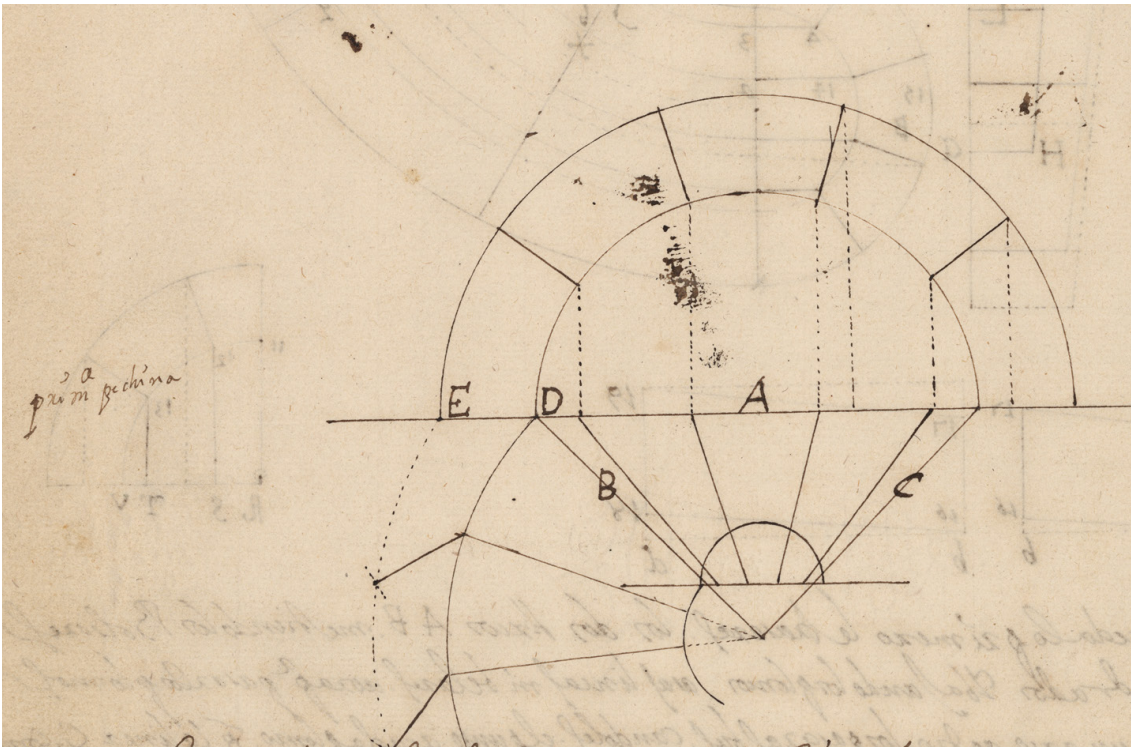
9

RABASA DÍAZ, E. 2011. *El manuscrito de cantería de Joseph Gelabert..* P.286-288  
Pechina de arco escarzano terciado.

busca la obtención de la sección de la superficie de intradós.<sup>10</sup> Se expone otro método para conseguir esas longitudes de junta necesarias, el denominado *por avanzos*, método utilizado ya en los arcos cuya testa se encuentra en una superficie curva o en talud y que aquí se empleará para aquellas pechinas con testa también curva, las denominadas *en torre redondo y torre cavado*. Como característica común, se ha procedido en estos modelos a cortar las dovelas por un plano paralelo al plano de testa y próximo a su vértice, rematando así las piedras con un trompillon con el fin de evitar aristas muy agudas.

10

MARTÍNEZ DE ARANDA, G. ca. 1600. *Cerramientos y trazas de montea*. III Segunda parte. Definición segunda. *Muestra extender línea concurrente y sacar regla perpendicular. Definición tercera. Muestra sacar arcos en segmento menor de círculo sobre una línea concurrente.*



## ***Pechina por rincón en ángulo recto por plantas.***

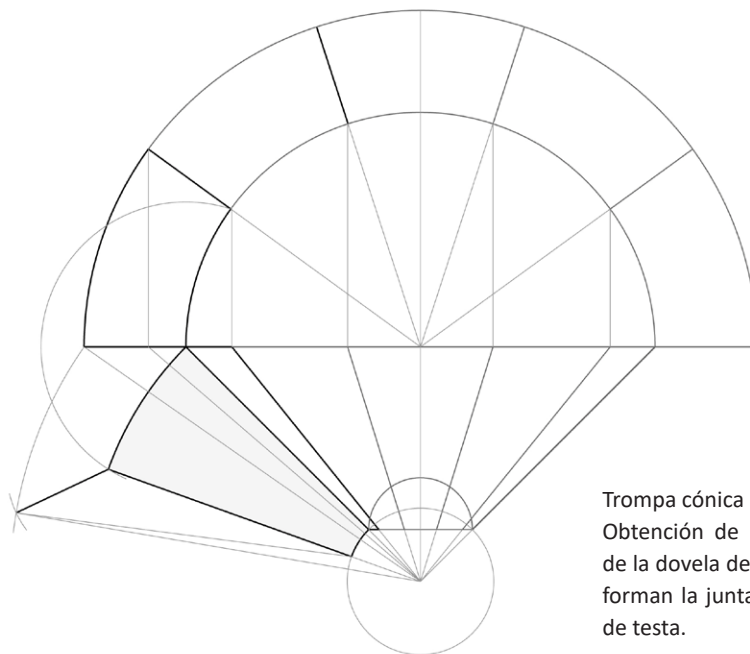
### ***Fol. 51v***

#### ***Primera pechina.***

*Esta pechina te servirá para ganar un ochavo o para un suplemento en un rincón. Y para trazar la dicha pechina lo primero tirarás la línea de la testa A y las dos líneas de la planta BC las cuales dos líneas han de hacer ángulo recto y montearás el arco bajando los plomos en blanco a la línea A y de la dicha línea los pasarás de negro al punto de la dicha pechina. Ahora para sacar las plantas por caras del punto D sacarás una porción de círculo y en ello pondrás las bocas de los bolsos e irás tirando líneas al punto de la pechina y te hallarás sacadas las plantas. Ahora para las saltarreglas sacarás otra porción del punto E y tomarás el grueso del arco y poniendo la una punta del compás en la planta por cara con la otra circundarás y a donde se cruzare allí será el extremo.*

Comenzamos la familia de trompas con el modelo más sencillo que puede presentarse. Como apunta el autor, estos cortes se utilizarán para permitir la transición de una bóveda octogonal a una planta cuadrada o rectangular. La trompa tiene planta triangular, en forma de triángulo isósceles. Para su trazado, una vez definido el triángulo de su planta, se dibujará el arco de medio punto que determina su testa y se procederá a su reparto en dovelas, que aquí será de cinco. Los puntos inferiores de las juntas de testa se bajarán a la planta para determinar las juntas de lecho. Para el trazado de la plantilla de su cara de intradós, se va a proceder a obtener la verdadera magnitud de sus juntas inferiores. En este corte, todas las juntas de lecho presentan la misma longitud, por lo que bastará utilizar la longitud de la junta de la piedra del salmer, que ya presenta su magnitud real en planta. Para obtener el ángulo que forman las juntas de testa con las de los lechos, trazaremos con el compás un arco de centro el vértice de la trompa y radio la longitud de la diagonal de los planos de lecho. Esta longitud es la distancia que hay en planta desde el vértice hasta la línea de imposta del arco, punto E. Desde el extremo de la junta obtenida en la plantilla de su cara inferior,

trazaremos con el compás un arco de radio la dimensión de la junta de testa, tomada en el alzado. Desde el extremo de la junta que pasa por el vértice de la trompa, trazaremos otro arco con radio la medida de la diagonal del plano de lecho. De esta forma, obtenemos tres puntos del plano de lecho con lo que podemos determinar el ángulo buscado. Para evitar la fragilidad que un ángulo excesivamente agudo puede provocar en las dovelas, se han cortado estas por un plano vertical paralelo a su testa con el fin de suprimir en las piedras estas delicadas esquinas. La pieza del vértice se labrará de forma independiente.

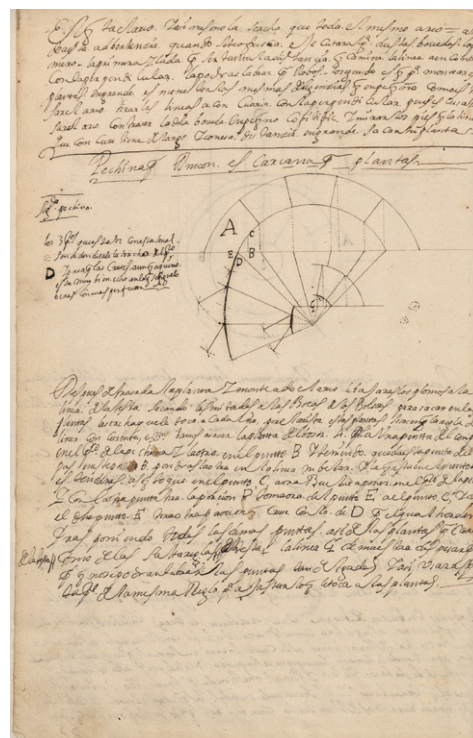
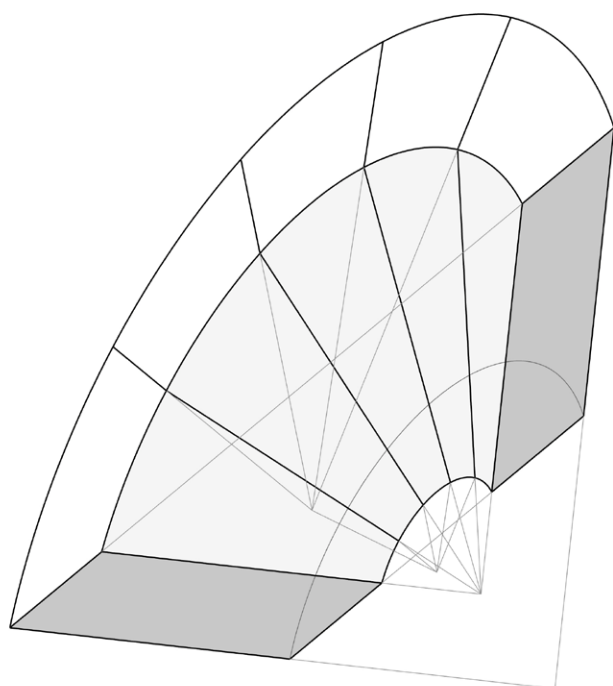
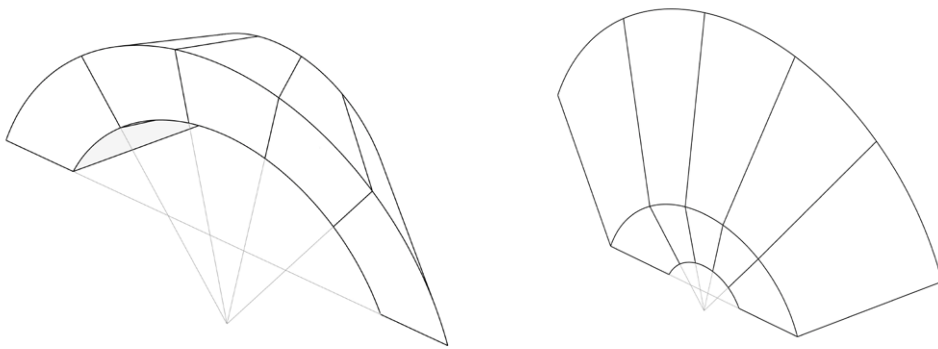
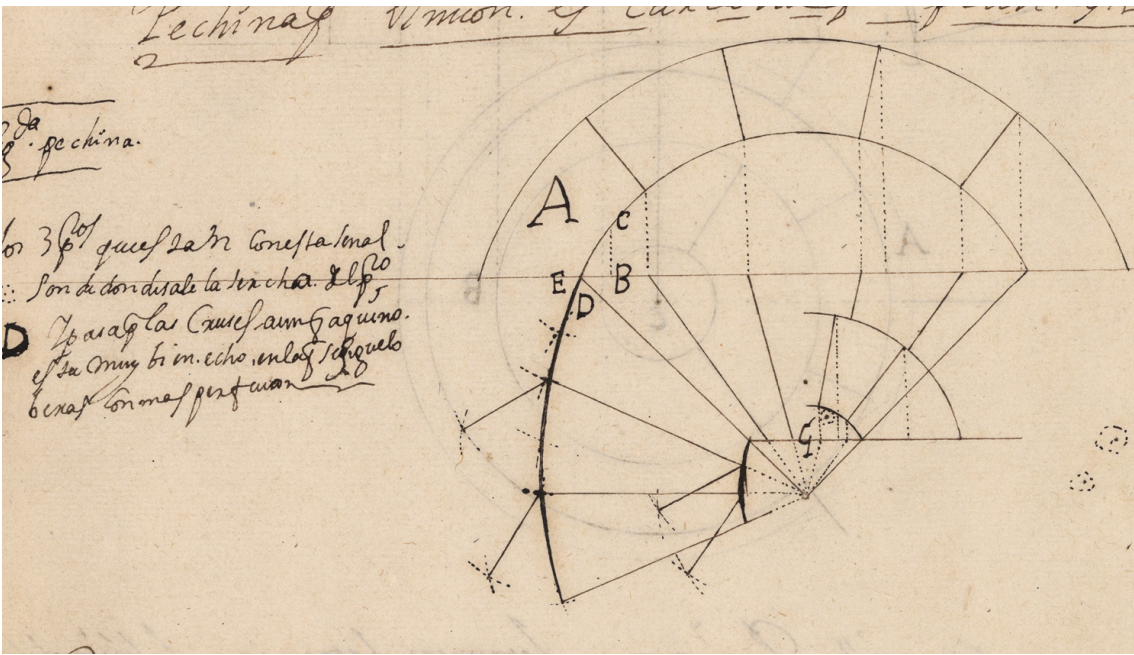


Trompa cónica recta.  
Obtención de plantilla de cara inferior de la dovela del salmer y del ángulo que forman la junta inferior de lecho con la de testa.



Trompa cónica recta.  
Iglesia de Nuestra Señora de la Asunción.  
Manzanares. Ciudad Real.





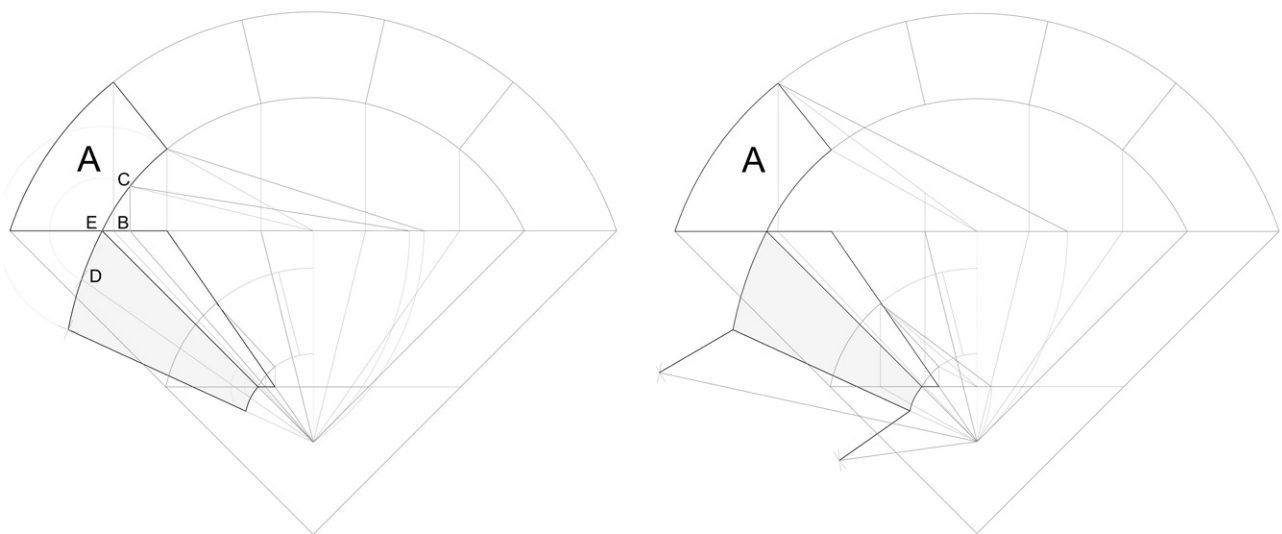
## ***Pechina por rincón escarzana por plantas. Fol. 61v***

### ***Segunda pechina***

*Después de trazada la planta y montado el arco le bajarás los plomos a la línea de la testa sacando las mitades a las bocas de los bolsos para sacar en las plantas la cercha que le toca a cada una por el arista. Estas plantas se sacan por la regla de línea concurrente. Por ejemplo, vamos a sacar la planta del bolsor A. Pon la una punta del compás en el punto de la pechina y la otra en el punto B y teniendo queda esta punta del compás en este punto B pondrás la otra en la línea nivelar y la que está en el punto B la extenderás hasta que toque en el punto C. Ahora vuelve a poner en el punto de la pechina y con la otra punta tira la porción D. Toma ahora del punto E al punto C y desde el dicho punto E tira otra porción que cruce con la de D por el cual orden irás poniendo todas las demás puntas así de las plantas por caras de la testa A como de las saltarreglas de la testa. La línea G demuestra despezar porque no se pueden labrar las puntas tan delgadas y así usarás para esta parte de la misma regla para ajustar lo que le toca a las plantas.*

Variante del modelo anterior con arco escarzano como directriz de la superficie cónica. Como es habitual en el cuaderno, tras la descripción del proceso de trazado en el primer corte del grupo, en la primera variante se describe el procedimiento a seguir para obtener las plantillas de cara y ángulo entre la junta de testa y la junta inferior de lecho. El presentar como directriz un arco escarzano hace que las dovelas no sean todas iguales, por lo que habrá que hallar las plantillas y saltarreglas de cada pieza, con la ventaja de la simetría que presenta esta trompa, lo que nos permite reducir el número de dovelas diferentes. Para ello, el autor va a recurrir al método general empleado en los capialzados, la *regla de la línea concurrente*. Con el fin de obtener la longitud de las juntas entre hiladas, por medio de una serie de movimientos efectuados con el compás se sitúan dichas juntas en posición frontal y por tanto, en verdadera magnitud en su proyección vertical. Para el trazado de la plantilla de

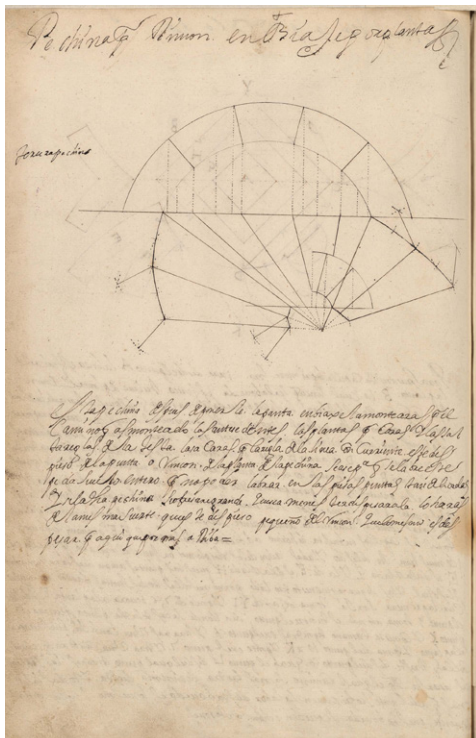
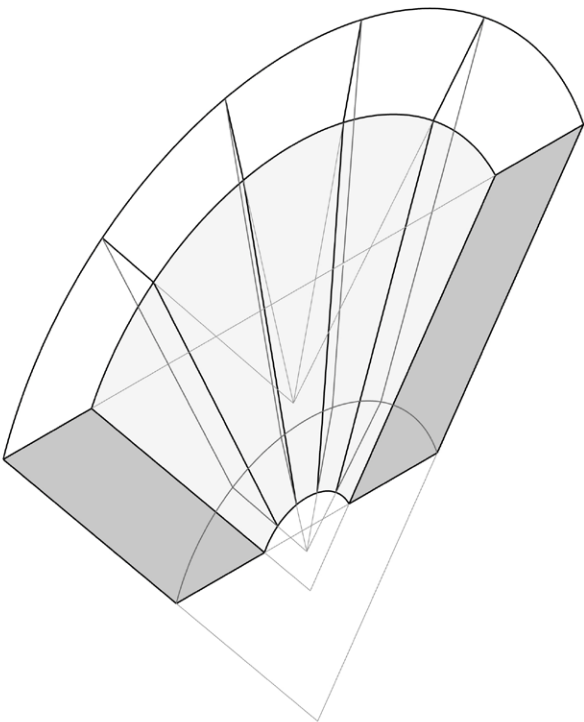
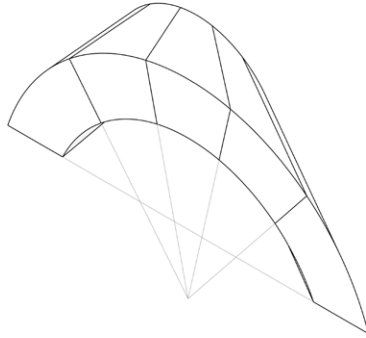
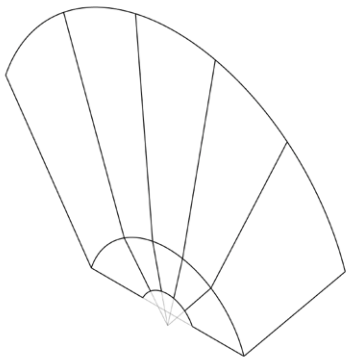
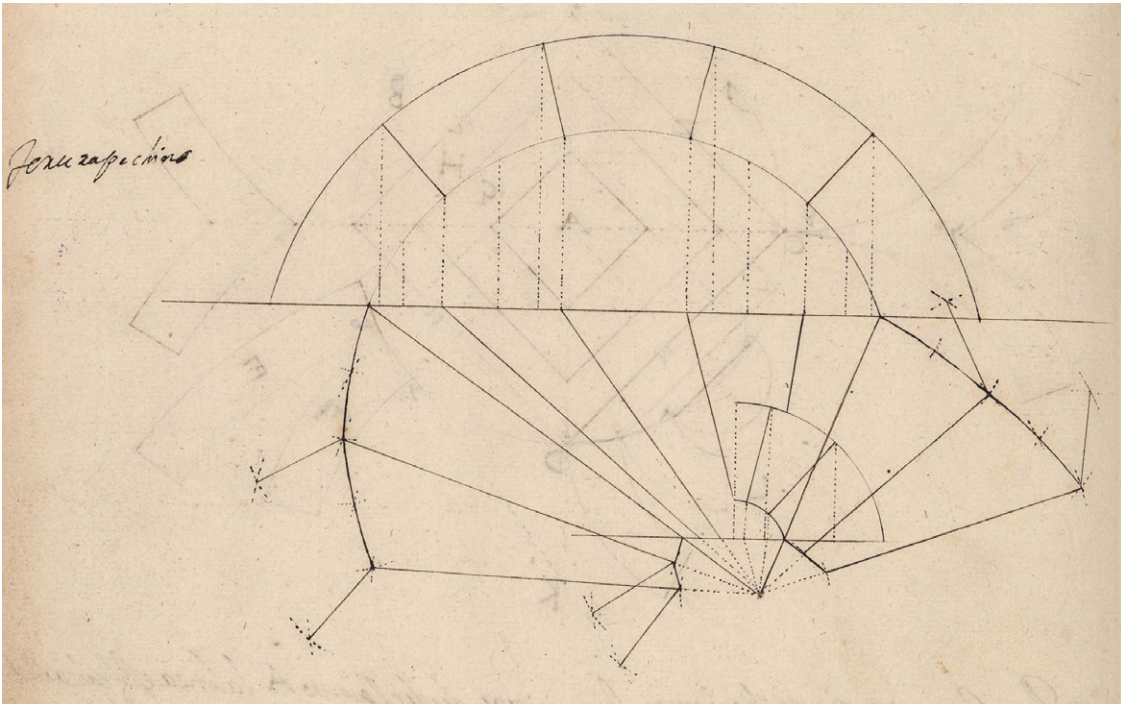
intradós del bolsor A, se va a proceder a determinar la longitud de sus lados y la de la junta que haría la dovela por el punto medio del arco de la testa, punto C. Para esta junta, tomaremos con el compás la distancia desde el punto B hasta el vértice de la pechina y trasladaremos esta medida a la línea de imposta del arco, desde el dicho punto B. A continuación, uniremos el punto hallado con el punto C obteniendo así la longitud de dicha junta. Repetiremos el proceso para la junta siguiente y una vez obtenidas las longitudes buscadas, bastará trazar desde el vértice sendos arcos con dichas longitudes como radio. Desde el punto E, trazaremos otro arco con la medida del ancho de los dos arcos en que hemos dividido la testa de la dovela A, determinando en su intersección con los anteriormente trazados, el punto medio y el vértice buscado de la plantilla inferior de dicha dovela. Para determinar el ángulo que forman las juntas de testa con la junta inferior de lecho, se utilizará el mismo método, esta vez para determinar la longitud de la diagonal del plano de lecho, que se dibujará abatido sobre una de las juntas que determina la plantilla de cara, como ya hemos visto en el modelo anterior. El objetivo es hallar tres puntos de dicho plano, definiendo el triángulo que determinan la diagonal, la junta de testa y la junta inferior, donde los lados menores formarán el ángulo buscado.



Trompa con directriz en arco escarzano.

Izda. Trazado de las plantillas de lecho. Dcha. Trazado del triángulo determinado por las juntas de testa, lecho y diagonal del plano de lecho. En ambos casos, se han situado la junta de lecho inferior y la diagonal del plano de lecho en posición frontal. La recta que une el punto D con el vértice de la superficie cónica será la longitud de una junta virtual trazada desde el punto medio de la emboadura de la dovela A, punto C.



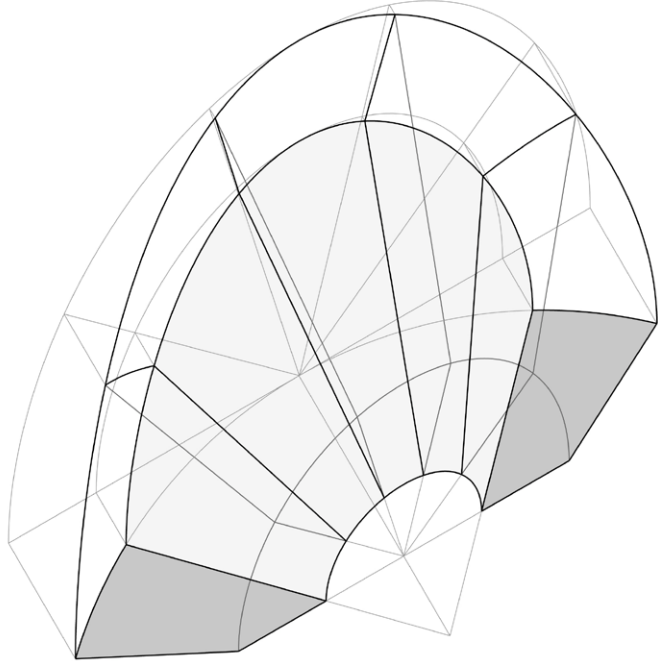
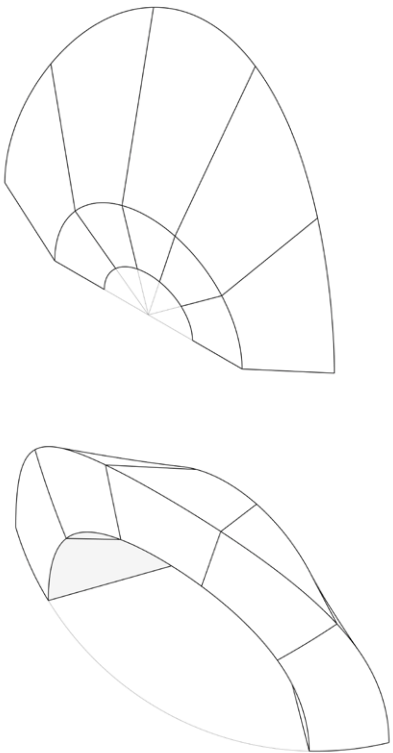
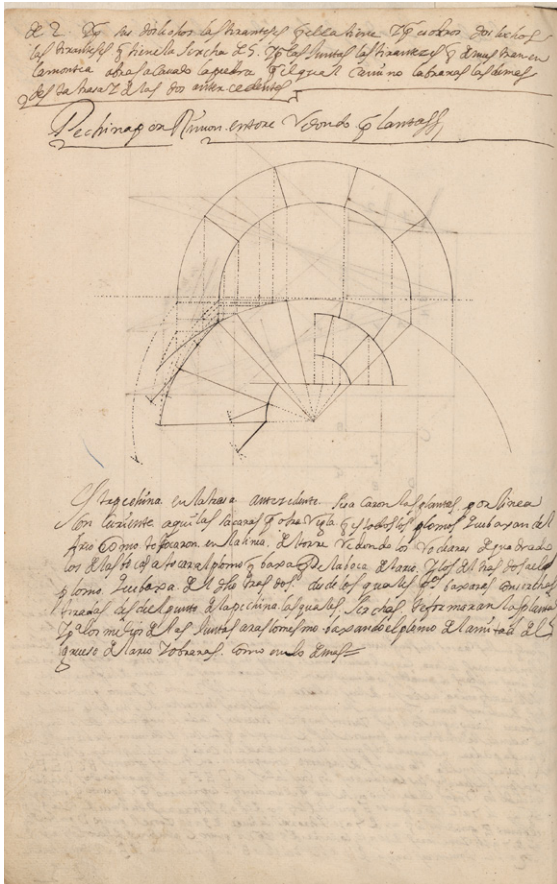
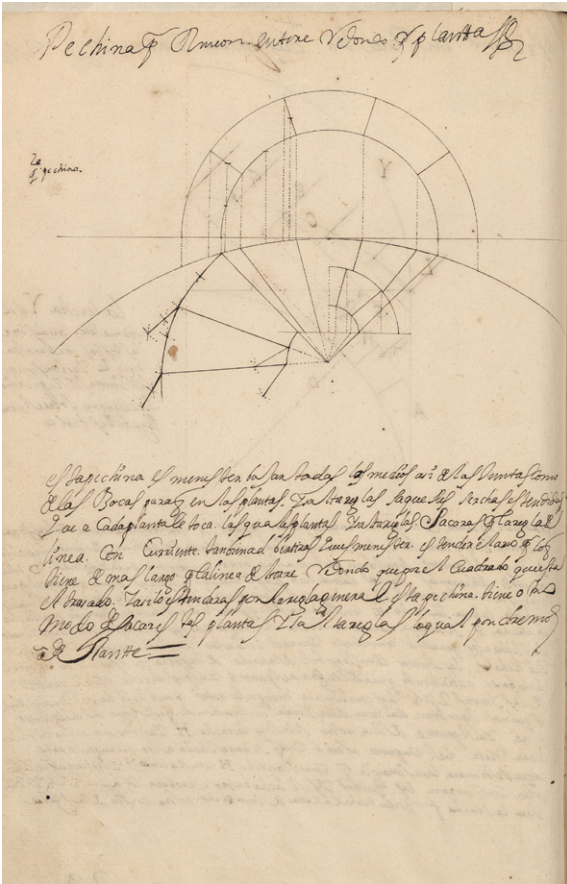


## ***Pechina por rincón en viaje por plantas. Fol. 62v***

### ***Tercera pechina***

*Esta pechina después de ponerle la planta en viaje la montearás por el camino que has monteado las antecedentes las plantas por caras y las saltarreglas de la testa las sacarás por la regla de la línea concurrente. Este despiezo de la punta o rincón de la planta de la pechina se hace para que se labre este pedazo suelto entero por no poder labrar en las piezas puntas tan delicadas. Y si la dicha pechina se ofreciera grande, que sea menester despiezarla, lo harás de la misma suerte que este despiezo pequeño del rincón que lo mismo es despiezar por aquí que por más arriba.*

Variante del modelo anterior de pechina escarzana, en este caso con planta en esviaje. El eje de la superficie cónica se sitúa oblicuo respecto a su plano de testa, perdiendo la simetría del modelo anterior, lo que va a generar un despiece en dovelas desiguales. No presenta ninguna novedad frente al corte antecedente, salvo la complejidad añadida que supone la labra de sus dovelas, para lo que serán necesarias el uso de plantillas diferentes en cada una de ellas.



### ***Pechina por rincón en torre redondo por plantas.***

#### ***Fol.33v***

##### ***Cuarta pechina.***

*Esta pechina es menester bajar todos los medios así de las juntas como de las bocas para que en las plantas y saltarreglas las saques sus cerchas extendidas que a cada planta le toca, las cuales plantas y saltarreglas las sacarás por la regla de línea concurrente. También advertirás que es menester extender el arco por lo que tiene de más largo por la línea del torre redondo que por el cuadrado que está el trazado. Y así lo extenderás por la regla general. Esta pechina tiene otro modo de sacar estas plantas y saltarreglas lo cual pondremos adelante.*

### ***Pechina por rincón en torre redondo por plantas.***

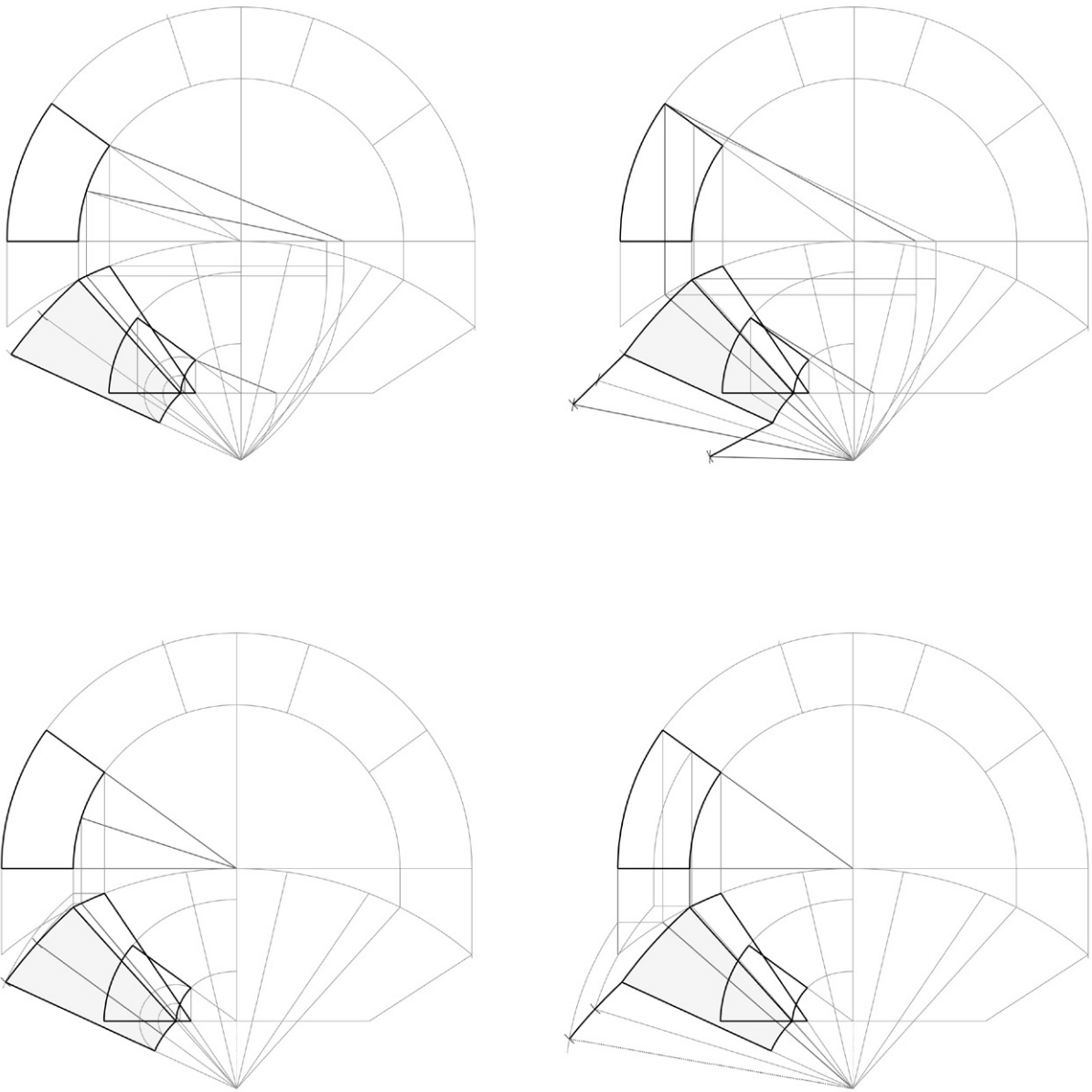
#### ***Fol. 28v***

*Esta pechina en la traza antecedente se sacaron las plantas por la línea concurrente. Aquí las sacarás por otra regla, que es todos los plomos que bajan del arco como te tocaron en la línea del torre redondo los rodearás de cuadrado, los de las bocas a tocar el plomo que baja por la boca del arco y los del trasdós a el plomo que baja del dicho trasdós, desde los cuales puntos bajarás con cerchas tiradas desde el punto de la pechina las cuales cerchas te formarán las plantas, y para los medios de las juntas harás lo mismo bajando el plomo de la mitad del grueso del arco y obrarás como en lo demás.*

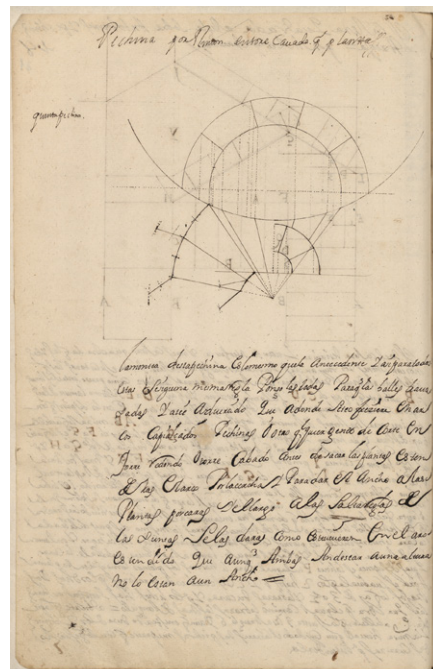
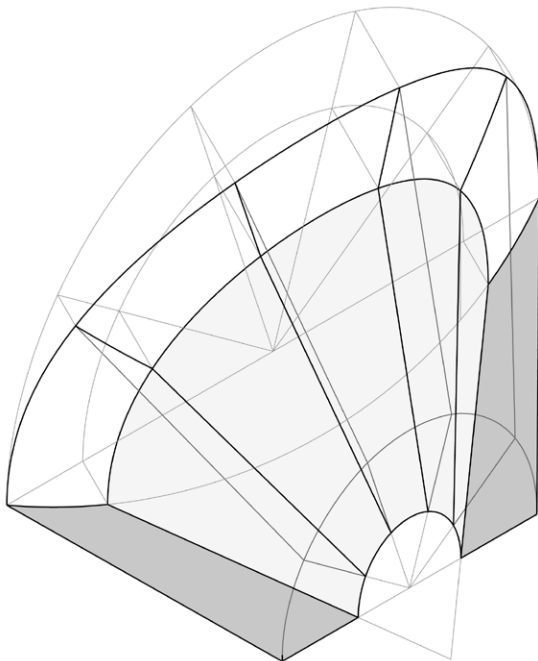
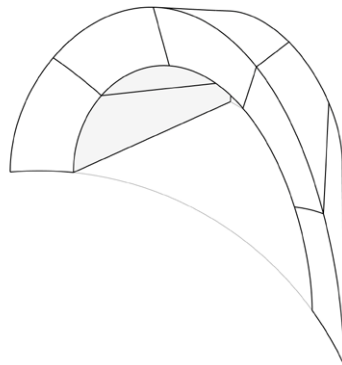
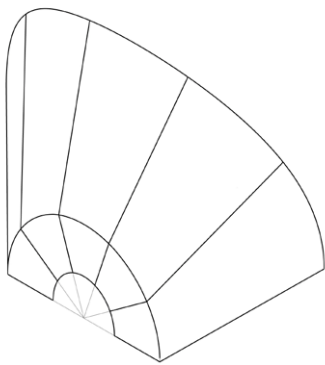
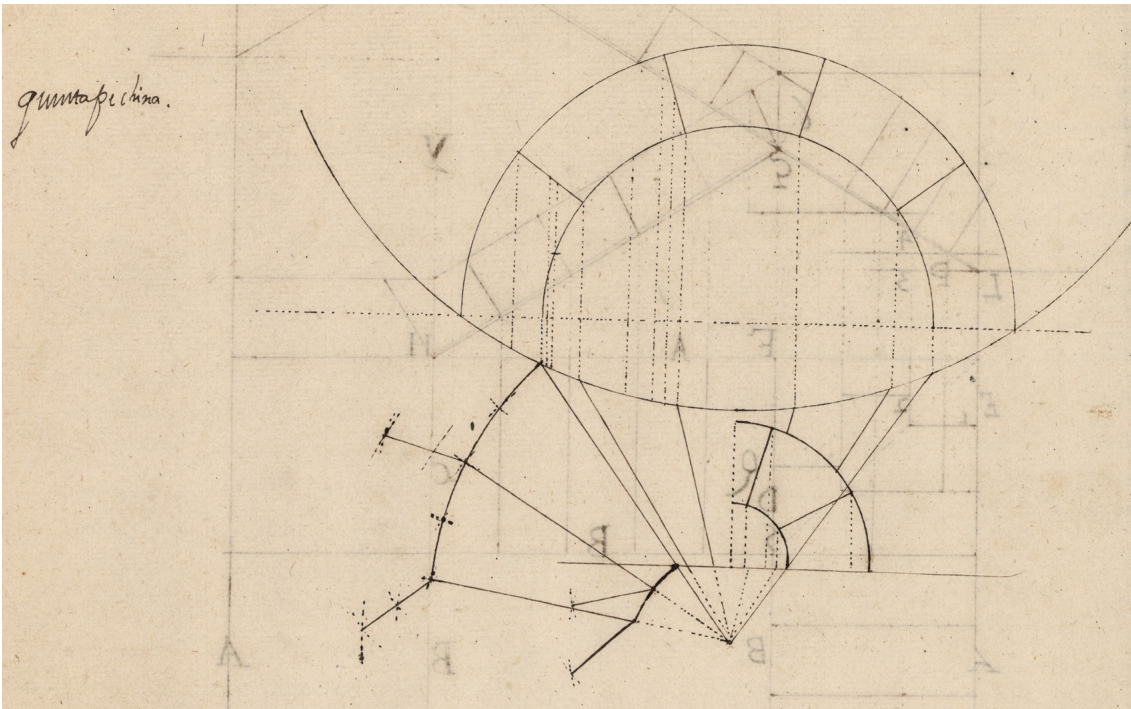
Variante de trompa cónica recta donde la testa se define por medio de la proyección de un arco de medio punto sobre una superficie cilíndrica. Para su trazado, una vez definida la planta por medio del arco que define la directriz del cilindro de testa y las líneas de imposta, se dibujará el arco de medio punto en alzado con el correspondiente reparto regular de sus dovelas. Los puntos inferiores de las juntas de testa se bajarán a la planta y se unirán con el vértice de la trompa definiendo las juntas inferiores de lecho. Como es habitual en estos modelos, se despieza el vértice por medio del corte por un plano perpendicular al eje de la superficie cónica. El trompillón obtenido se tallará como una pieza entera.

Esta traza aparece reproducida dos veces en el manuscrito. En cada uno de ellas se expondrá un método diferente para la obtención de las plantillas y saltarreglas necesarios para su labra. En el primer modelo (fol. 28v) el autor nos habla de una traza anterior que, en el encuadernado actual del cuaderno encontramos posteriormente, poniendo de manifiesto las modificaciones sufridas en el orden que presentaba originalmente el manuscrito. Los métodos de labra expuestos serán, en primer lugar, la ya conocida *regla de la línea concurrente*, utilizada en todas las trazas anteriores de este grupo. El segundo método tiene el mismo objetivo: obtener la verdadera magnitud de las juntas de lecho y los lados del triángulo determinado por dicha junta, la junta de testa y la diagonal del plano de lecho, con el fin de poder trazar tanto las plantillas de cara como determinar el ángulo que forman las juntas de testa y de lecho. Para ello, por medio de giros alrededor de un eje horizontal coincidente con el eje de la superficie cónica, se sitúan dichas juntas horizontales. Los dos métodos difieren básicamente en la elección del eje de giro, lo que condicionará la posición de la recta girada. Aplicando la *regla de las líneas concurrentes* se utiliza un eje de giro vertical situado en el punto inferior de la junta de testa. En el segundo método, el eje de giro será horizontal y coincidente con el vértice de la superficie cónica. En ambos casos se trabajará con los puntos medios, tanto de la junta de testa, para la obtención de las saltarreglas, como del arco inferior para las plantillas de cara.

El procedimiento para extender los arcos de testa no se define pero sí se advierte de su necesidad, algo por otro lado común a los cortes de testa curva que ya hemos visto anteriormente.



Izda. Obtención de las plantillas de cara. Dcha. Obtención de las saltarreglas determinadas por las juntas de testa y lecho inferior de la dovela.  
 Superior. *Regla de las líneas concurrentes*. Giros alrededor de ejes verticales.  
 Inferior. Giros alrededor de eje horizontal coincidente con el eje de la superficie cónica.



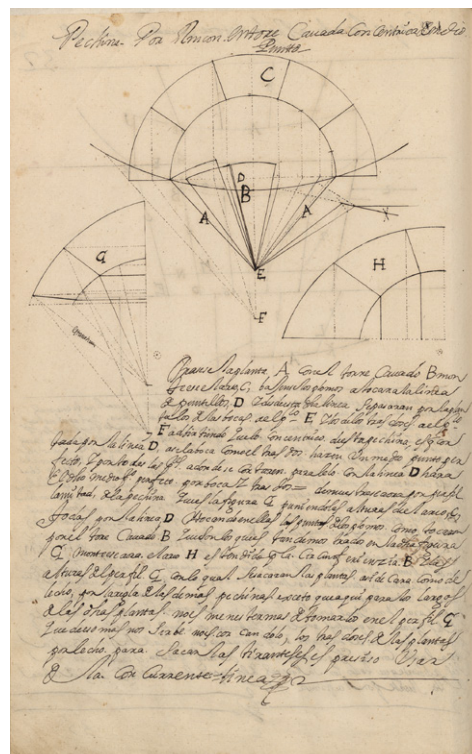
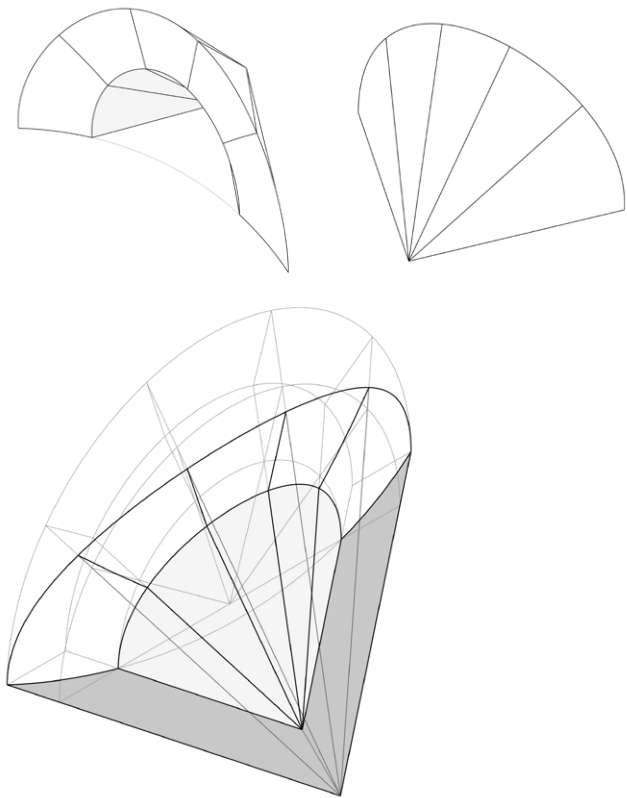
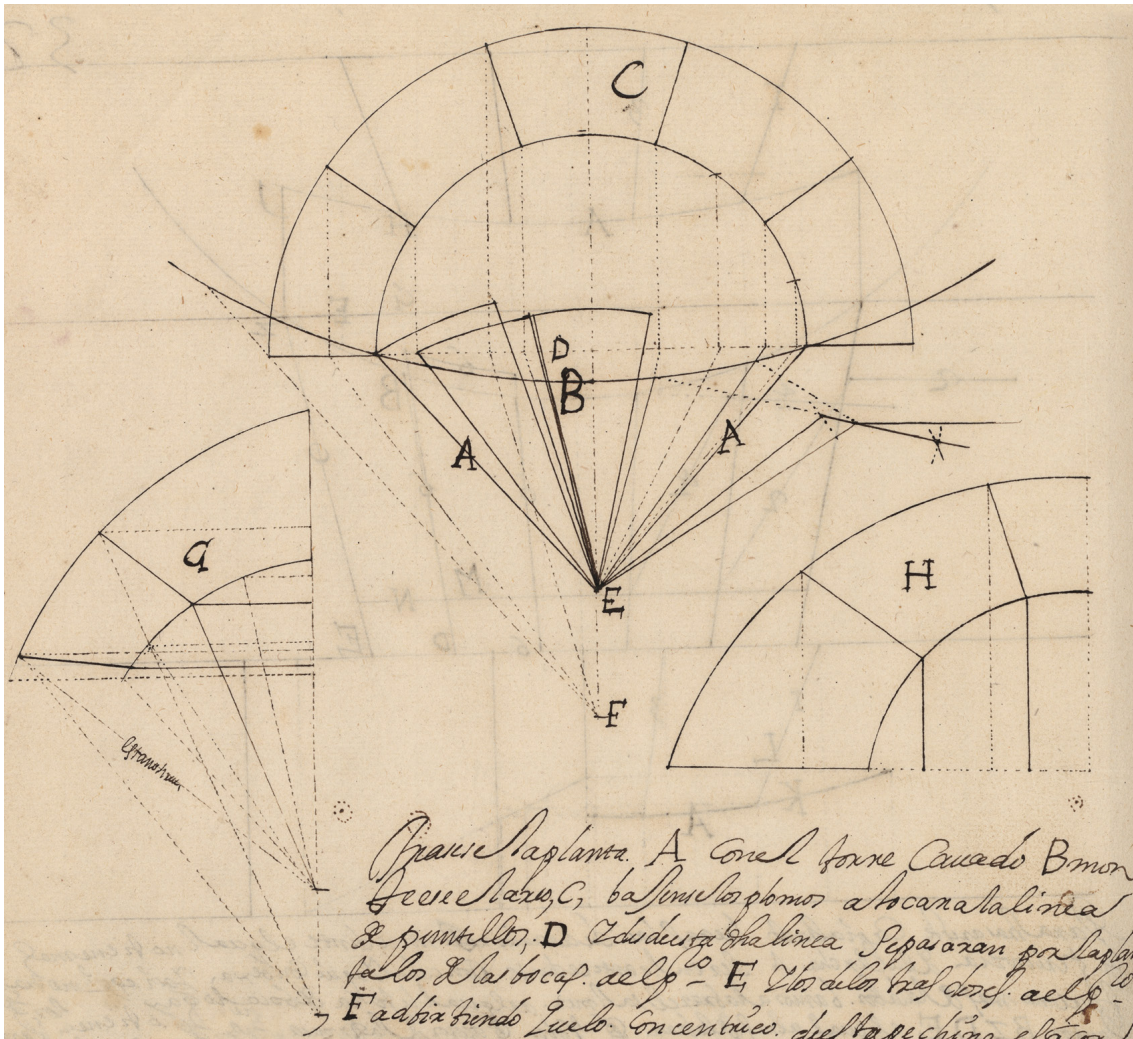
## ***Pechina por rincón en torre cavada por plantas.***

***Fol. 21v.***

### ***Quinta pechina***

*La monte de esta pechina es lo mismo que la antecedente y así para todas estas se sigue una misma regla. Póngolas todas para que las halles trabajadas. Ya se ha advertido que a donde se te ofreciere en arcos capialzados, pechinas y otro cualquier género de corte en torre redondo o torre cavado, antes de sacar las plantas extenderlas el arco por la cercha para dar el ancho a las plantas por caras, y el largo a las saltarreglas de las juntas se las darás como estuvieren en el arco extendida, que aunque ambas han de estar a una altura no lo están a un ancho.*

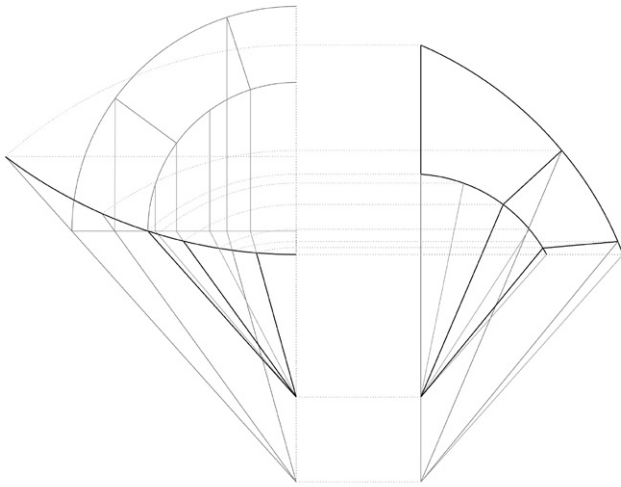
Variante del modelo anterior donde la testa ahora se encuentra sobre una superficie cilíndrica y cóncava. El método a emplear será la ya conocida regla de la línea concurrente, advirtiéndole al autor de la necesidad de extender previamente el arco proyectado en la testa para poder trabajar con las dimensiones reales de sus juntas.



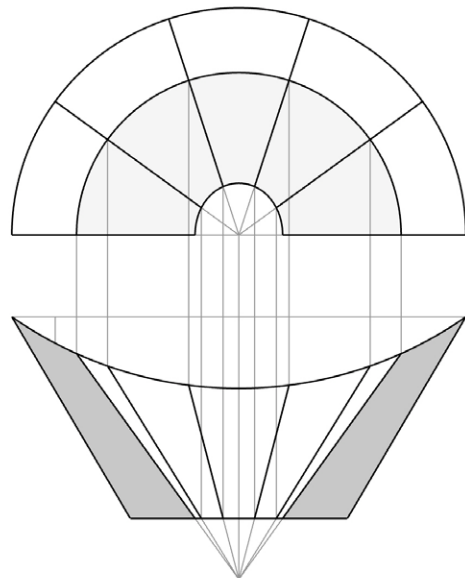
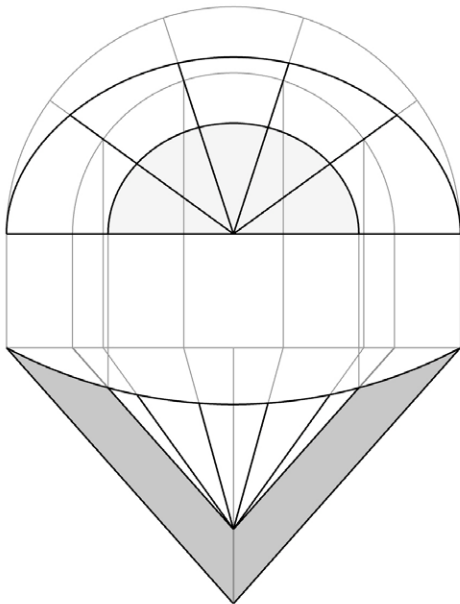
***Pechina por rincón en torre cavada concéntrica de medio punto. Fol. 41v***

*Trácese la planta A con el torre cavado B, montéese el arco C, bájense los plomos a tocar a la línea de puntillos D y desde esta dicha línea se pasarán por la planta los de las bocas del punto E y los de los trasdoses al punto F, advirtiéndose que lo concéntrico de esta pechina es que cortada por la línea D así la boca como el trasdós hacen un medio punto perfecto y por todas las partes a donde se cortaren paralelo con la línea D hará el dicho medio punto perfecto por la boca y trasdós. Demuéstrese ahora por el perfil la mitad de la pechina, que es la figura G, poniendo las alturas del arco C, todas por la línea D, y tocando en ellas los puntos de los plomos como tocaron por el torre cavado B, que son los puntos demostrados en la dicha figura G. Montéese ahora el arco H extendido por la circunferencia B y las alturas del perfil G con lo cual se sacarán las plantas así de cara como de lecho por la regla de las demás pechinas, excepto que aquí para los largos de las dichas plantas no es menester más de tomarlos en el perfil G que de eso más nos sirve, no es cortándolo. Los trasdoses de las plantas por lecho para sacar las tiranteces es preciso usar de la concurrente línea.*

Variante del modelo anterior donde la superficie se va a generar a partir de un cono recto de directriz circular. En este modelo, el arco de testa no es la proyección de un arco de medio punto sobre una superficie cilíndrica, sino la sección producida en el cono por un cilindro recto de eje vertical. Por ello, todos los cortes paralelos al plano de la directriz producirán sección circular. Se genera una trompa cuyo arco de testa es más rebajado que el del modelo anterior, presentando los frentes de las dovelas una mayor deformación. Como novedad respecto a cortes anteriores, el autor va a incluir el perfil de la superficie con el fin de obtener las juntas de lecho en verdadera magnitud. Es a su vez el primer modelo de trompa donde aparece el arco de testa desarrollado.



*Pechina por rincón en torre cavada.*  
Obtención del perfil de las juntas de lecho.



Planta y alzado de las dos trompas en torre cavado. A la izda. *Pechina por rincón en torre cavada concéntrica de medio punto.* Dcha. *Pechina por rincón en torre cavada por plantas.* La deformación del arco de testa es muy acusada en el modelo donde dicho arco es el resultado de seccionar un cono recto de directriz circular por un cilindro de eje perpendicular al eje de la superficie cónica.



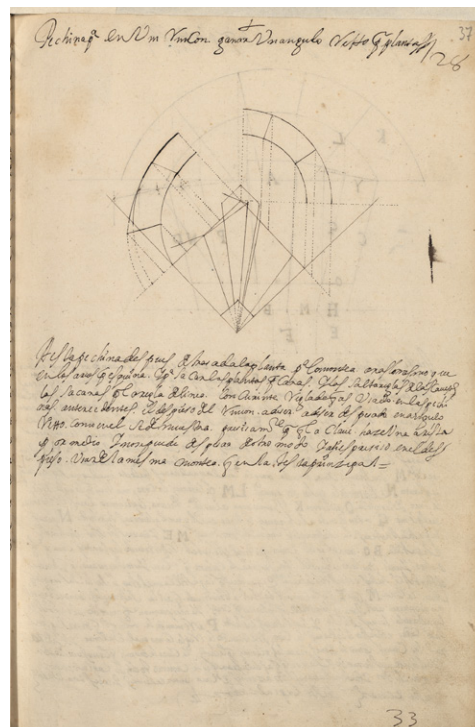
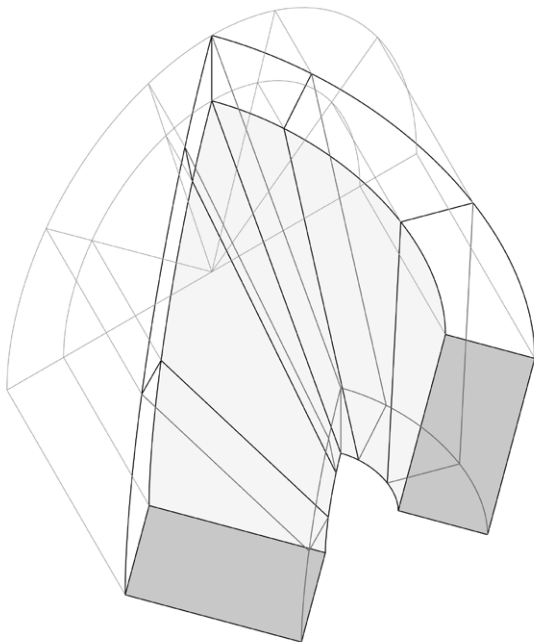
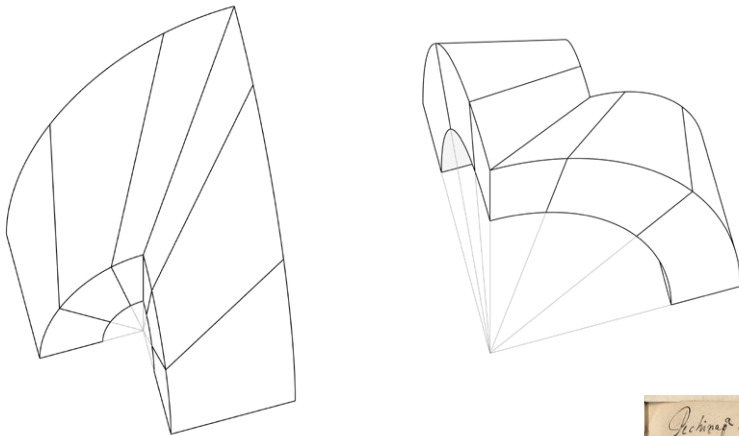
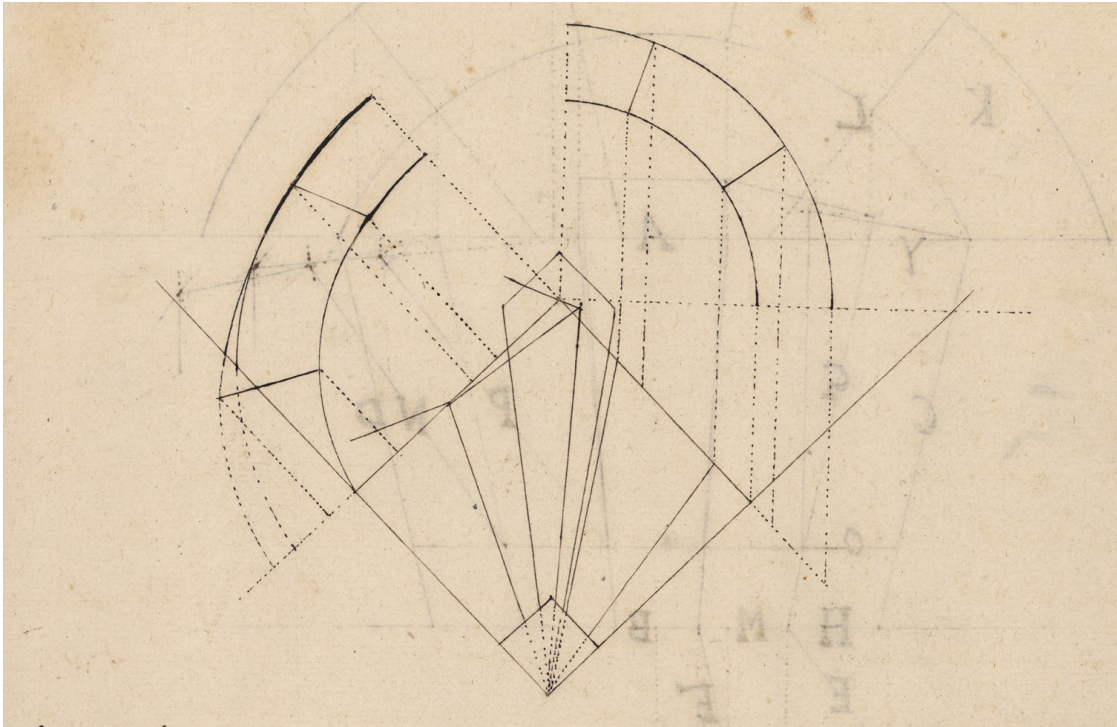


***Pechina por rincón en torre redondo y viaje por plantas.  
Fol. 22v.***

***Sexta pechina***

*Después de trazada la planta y monteado el arco, para sacar las plantas advertirás lo primero en el despiezo de la punta, que para buscarle la cercha que le toca pondrás los plomos en la planta y como te tocaron en la línea del despiezo los subirás hacia arriba y en cada uno pondrás su altura que por aquel despiezo le tocó y trazarás la cercha cogiéndola de 3 en 3 puntos como en ella parece. Y así mismo para las saltarreglas del dicho despiezo las sacarás por la testa del torre redondo como si no tuvieras torre redondo, suponiendo lo que será del punto del plomo de la boca sacar una paralela y con ella sacar tu saltarregla y para el despiezo trocarla que por ser el lecho derecho se puede hacer.*

Variante del modelo de trompa en torre redonda, en este caso con planta en esviaje. La simetría que presentaba la trompa recta no se mantiene, lo que va a generar un despiece en dovelas desiguales. No presenta ninguna novedad, salvo la complejidad añadida que supone la pérdida de simetría en la labra de sus dovelas, para lo que será necesario obtener las plantillas de cada una de ellas. Al tratarse de una superficie cónica oblicua, con el fin de dibujar el arco del trompillón, será necesario determinar la intersección de las juntas inferiores de lecho con el plano vertical que produce dicha sección. El arco se trazará uniendo con arcos de circunferencia los puntos de tres en tres. Las saltarreglas se determinarán suponiendo la junta de testa recta, como ya hemos visto en los cortes anteriores de testas curvas.



### ***Pechina para en un rincón ganar un ángulo recto por plantas. Fol. 37r***

*A esta pechina después de trazada la planta para la montea harás lo mismo que en los arcos por esquina y para sacar las plantas por caras y las saltarreglas de las cabezas las sacarás por la regla de línea concurrente, regla de que has usado en las pechinas antecedentes. El despiezo del rincón ha de ser despiezado en ángulo recto como en él se demuestra precisamente porque la clave hace una arista por medio y no se puede despiezar de otro modo y así es preciso en el despiezo usar de la misma montea que en la testa principal.*

Este modelo es uno de los cortes más habituales en las obras dedicadas al corte de piedra. Normalmente es denominada *pechina por esquina*, por el encuentro que forman entre sí los planos de testa.

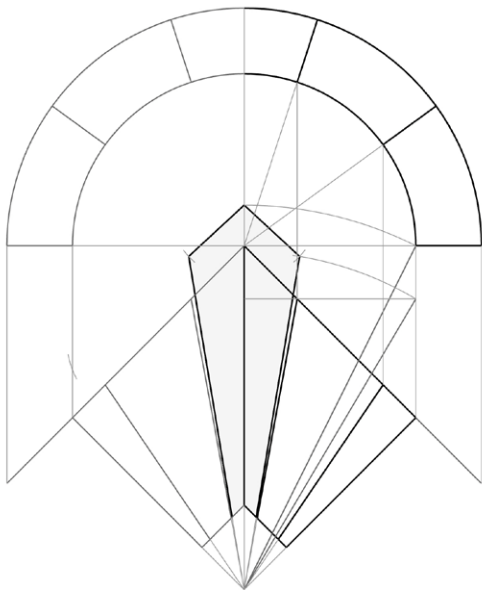
Las trompas en esquina tienen la testa en dos planos verticales y perpendiculares entre sí y se pueden determinar de dos formas. En primer lugar, como es el caso de este modelo, mediante la proyección ortogonal de un arco de medio punto sobre los dos planos verticales de testa. En este caso, los arcos se proyectan en los planos de testa según una elipse. Otra posibilidad es obtener los arcos de las testas mediante la proyección cónica del arco de medio punto. En este caso, la trompa adopta una forma más apuntada al estar la clave del arco más elevada.<sup>11</sup>

Una vez definido en planta el cuadrado que ocupará la trompa, se dibujará el arco de medio punto que, situado en un plano vertical y perpendicular a la diagonal del cuadrado que define su planta, proyectaremos en los planos de testa para obtener los arcos elípticos directriz de la superficie cónica que determinará la pechina. El arco se despieza en cinco dovelas, como es

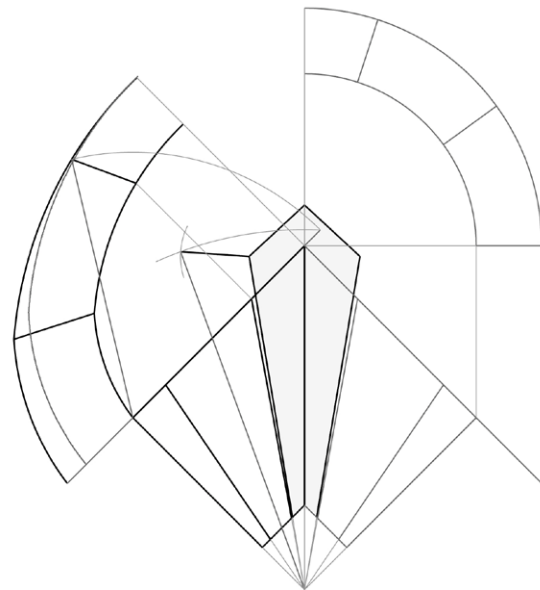
11

Vandelvira denomina a este corte *pechina en esquina escarzana* y Gelanbert *pechina en rincón*. Alonso de Guardia recoge la segunda variante como *pechina en rincón por esquina*.

habitual en los arcos que aparecen recogidos en el cuaderno. Aprovechando la simetría de la traza, se dibujará el arco de testa abatido en un lado de esta y el arco de medio punto proyectado en la otra. En el arco elíptico de la testa se aprecia un trazado en línea discontinua paralelo a la elipse inferior que corrige el excesivo ensanchamiento producido en las dovelas del salmer. Para el trazado de las plantillas de las caras, el autor nos remite al método general *de línea concurrente* empleado en las trazas anteriores. En cuanto a los planos de los lechos, se va a obtener únicamente el ángulo formado por la junta inferior y la junta de testa, con el fin de poder utilizar la saltarregla para su labra, a partir de la verdadera magnitud de la diagonal del plano de lecho. Esta trompa está formada por dos superficies cónicas simétricas, por lo que va a manifestar una arista en la recta donde ambas superficies se unen, desde el vértice hasta la clave. El autor advierte de este detalle, demostrando los conocimientos de los cortes que describe. Esta junta en arista va a condicionar su despiece, de manera que junto al vértice, el trompillón se generará cortando las dovelas por planos perpendiculares entre sí y paralelos a los planos de testa, quedando claramente diferenciadas las dos mitades que conforman este corte.

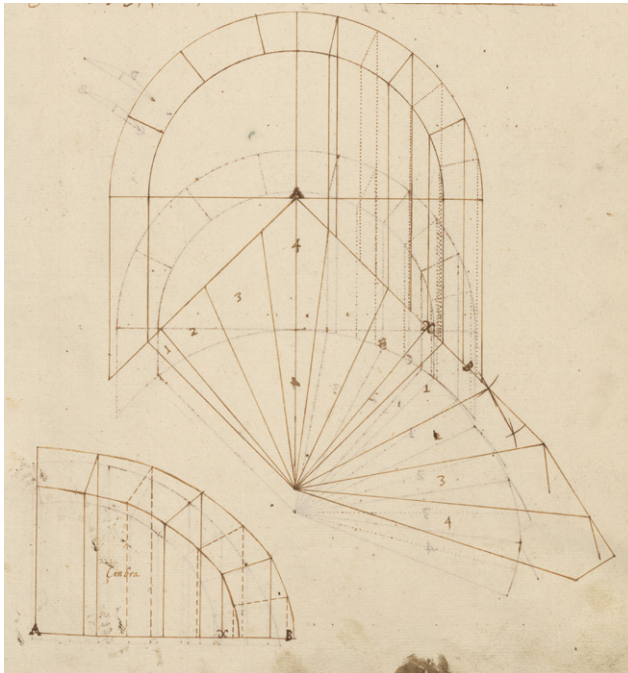


Trompa en . Izda. Trazado de plantilla de cara.

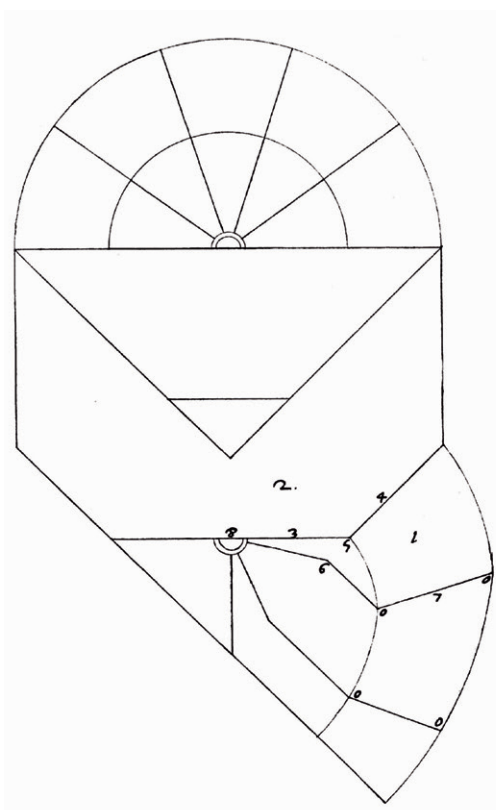


Dcha. Ángulo formado por junta inferior de lecho y testa

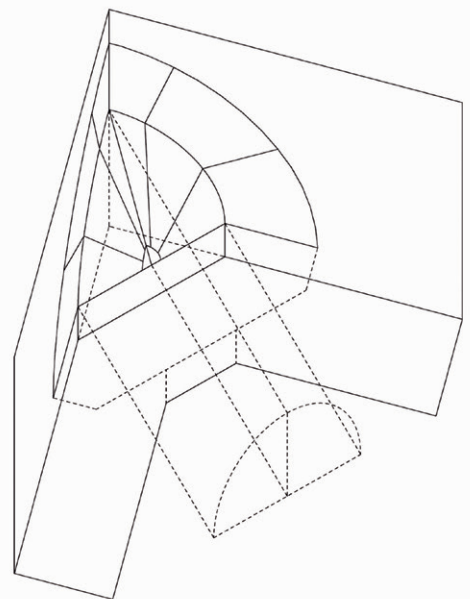
Encontramos este modelo de trompa en el manuscrito de Vandelvira con el nombre de *pechina escarzana*, por el achatamiento que presentan los arcos de las testas. Gelabert cierra el capítulo de trompas con una variante de este modelo, que denomina *pechina en esquina*.

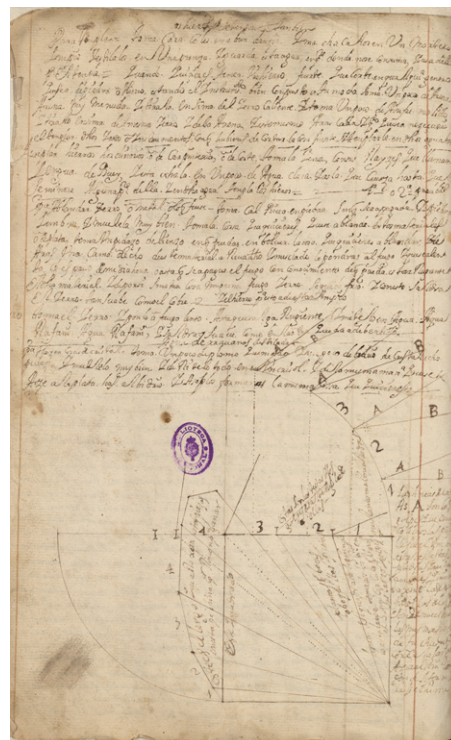
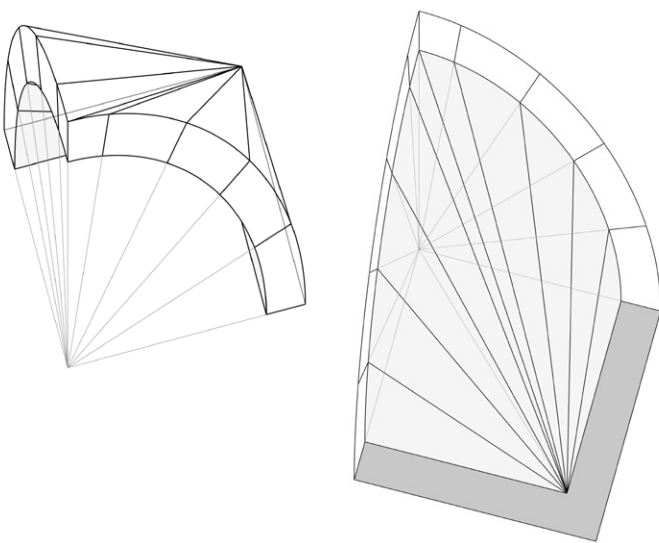
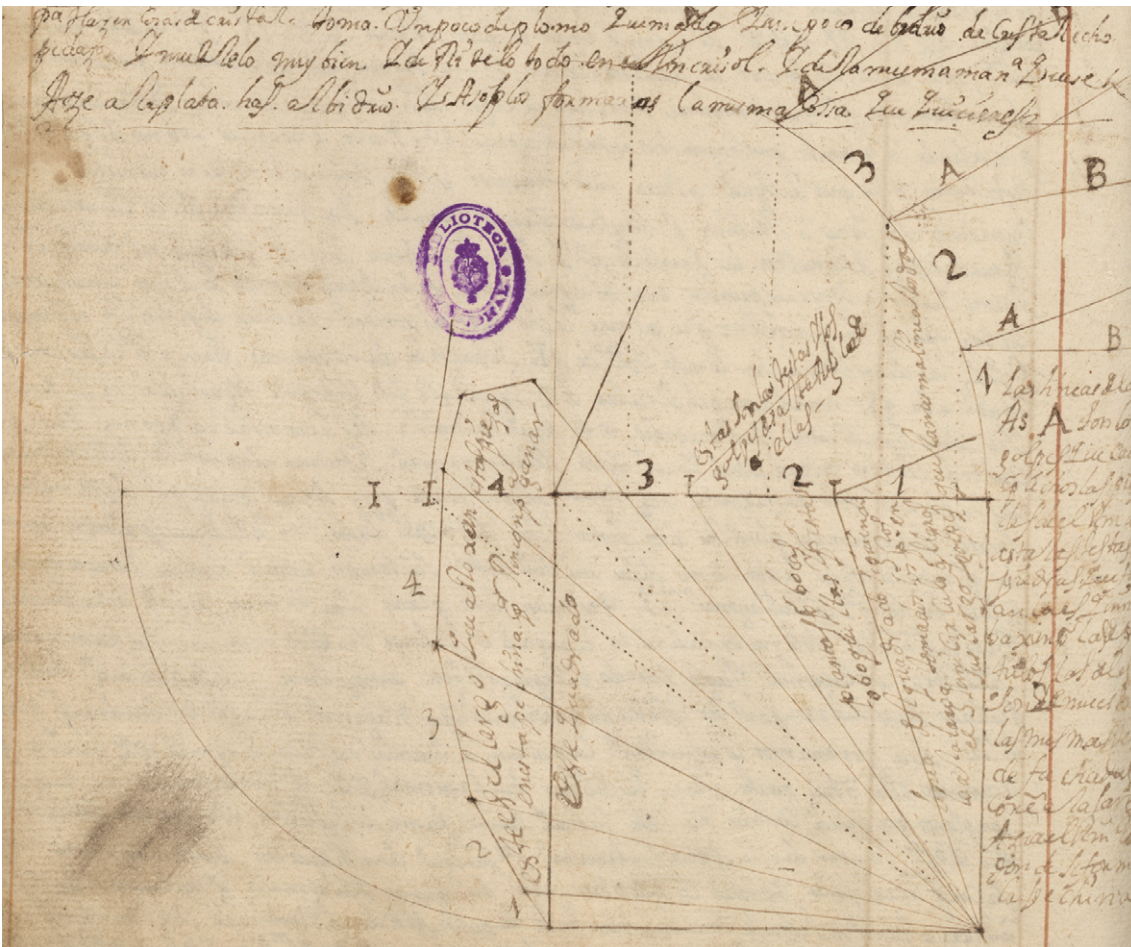


VANDELVIRA, A. 1575. *Libro de cortes de cantería*  
 Fol. 10v. *Pechina en esquina escarzana*.



GELABERT, Joseph. 1653. *De l'art de picapedrer*  
 Fol. 113r. Izda. *Pechina en esquina*.  
 Dcha. Axonometría de Enrique Rabasa





### ***Pechina por rincón. Fol. 100v***

*Las líneas de las as A son los golpes que causan por lechos las piedras desde el rincón hasta las testas de las piedras que forman la esquina y bajan por las de puntillos. Las de las B son y demuestran las mismas testas de fachada que coge a la larga hacia el rincón por donde se forma la pechina*

*Este es el largo que arrojan estas piezas en esta pechina por rincón para ganar este cuadrado.*

*Estas son las testas y los golpes de saltarregla de ellas.*

*Plantas por bocas y boquillas y por esta línea del cuadrado siguiéndola a la larga tomados los puntos en el semicírculo hallarás sus largos y golpes que la misma línea los da.*

Variante del modelo denominado *pechina por rincón* con dos arcos de medio punto situados en los planos verticales de testa como directrices de las dos superficies cónicas que componen esta trompa. Esto va a generar una clave más elevada que la del modelo anterior, donde, al ser la directriz proyección de un arco de medio punto, son arcos elípticos.

Encontramos esta traza en el verso del último folio del cuaderno, ocupando el espacio inferior bajo un texto dedicado a exponer varios procedimientos para templar hierro y fundir vidrio. Su representación es muy distinta a la del resto de cortes. Está realizado con una tinta sepia más envejecida, donde el texto explicativo se adaptará a los espacios que quedan entre los bordes del papel y los trazos.

Para trazar esta trompa se dibujará, en primer lugar, el cuadrado que define su planta, donde se sitúan en un extremo de la diagonal el vértice, en el otro se producirá la intersección entre los arcos de medio punto que definen las testas. A continuación se dibujará el arco de medio punto de la testa y se dividirá en número impar de dovelas, teniendo en cuenta que la de la clave es compartida con la testa opuesta. Aquí se ha dividido cada arco en 4 dovelas y media, de manera que la trompa quedará formada por 7 dovelas. A partir del eje de simetría de la planta, se va a utilizar la parte derecha situada bajo

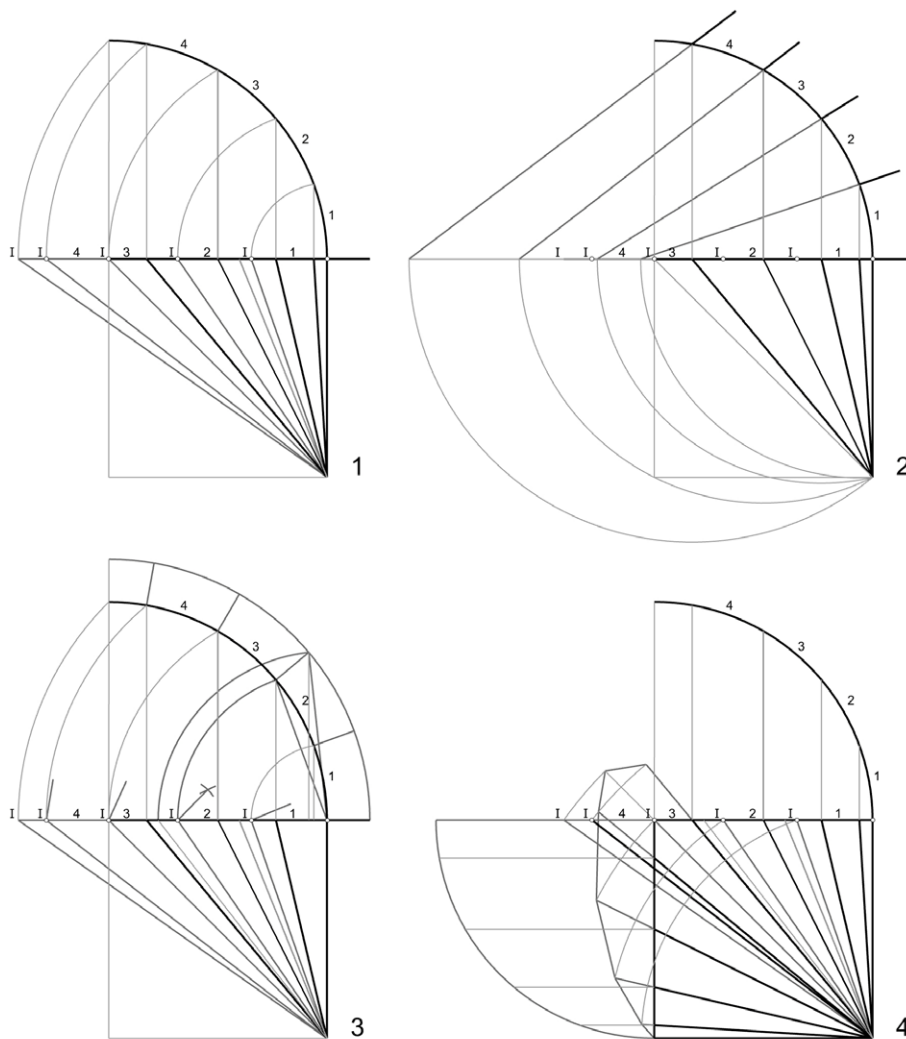
el alzado del arco donde están rotuladas las dovelas de 1 a 4, para trazar las juntas inferiores de lecho en verdadera magnitud. Para ello, se realizará un giro de eje horizontal pasando por el vértice de la superficie cónica y perpendicular al plano de testa. Los puntos I obtenidos, unidos con el vértice de la trompa nos dará la longitud de las juntas inferiores. A partir de los puntos I se han trazado las rectas que marcan el ángulo de las saltarreglas de las testas sin ninguna construcción auxiliar, suponemos que el método a seguir será el habitual en estas piezas, determinando un tercer punto del plano de lecho que es el punto superior de la junta de testa. En la mitad opuesta del cuadrado se han dibujado las proyecciones horizontales de estas juntas, por lo que bastará con trazar un arco con centro en el vértice de la trompa y radio hasta los puntos I y extender las proyecciones horizontales de dichas juntas hasta su intersección con el arco para comparar la longitud real de las juntas con la longitud proyectada. Aparece una nota junto a esta parte del dibujo que indica: «Este es el largo que arrojan estas piezas en esta pechina por rincón para ganar este cuadrado». Los extremos se unen por trazos rectos que llevan a pensar que estamos ante el trazado de las plantillas de intradós de las dovelas, trazado que no sería correcto ya que no tiene en cuenta el ancho real de las embocaduras del arco.

Encontramos este modelo de trompa en el manuscrito de Sarela, como *concha en rincón*, junto a la *concha capialzada en rincón*.<sup>12</sup> Coinciden en el despiece en 9 dovelas y en el perfil de las juntas de lecho, algo habitual en este autor, quien acompaña de dichos perfiles a todos los modelos capialzados y trompas. En el dibujo de Sarela, los perfiles de las juntas se sitúan a la derecha del alzado, en el caso del manuscrito de Portor aparecen como segmentos, desde los puntos del arco que marcan su despiece y rotulados como rectas A.

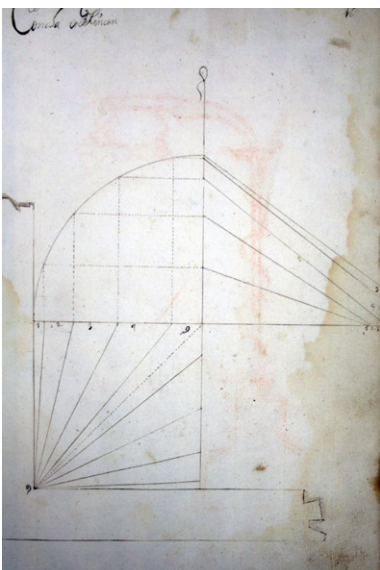
12

Sarela, como autor gallego trabajando en el círculo de la ciudad de Santiago de Compostela, denomina *conchas* a las pechinas y capialzados. La concha de la plaza de Platerías sigue el esquema de la concha capialzada en rincón que recoge este autor.

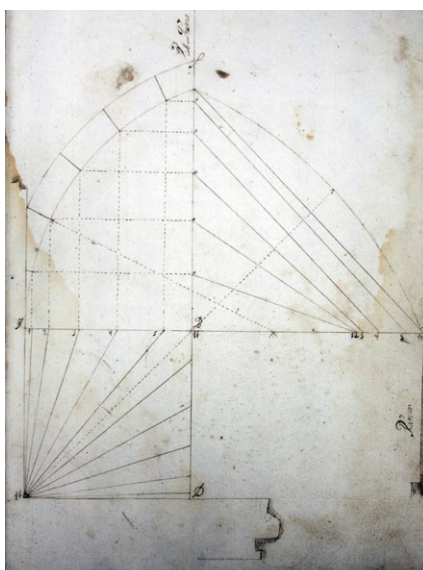
FERNÁNDEZ SALAS, J. J. Gómez Martínez, J.C. Palacios. 2000. «La Concha de la Platería en la Catedral de Santiago de Compostela: la estereotomía de las bóvedas cónicas». En *Actas del tercer Congreso Nacional de Historia de la Construcción*. Sevilla, 26-28 Octubre



1. Juntas de lecho. Obtención de su longitud.
2. Perfil de juntas de lecho con su longitud real.
3. Saltaregla definidas por las juntas de lecho y testas.
4. Juntas de lecho. Comparativa entre longitud real y proyectada.



F.SARELA. 1740. *Algunos cortes de arquitectura*. 1740.  
 Fol. 16r. Concha en rincón.



Fol. 17r. Concha capialzada en rincón.



Concha de platerías. Santiago de Compostela.

#### 4.4.2. Pechinas

El grupo de pechinas se compone de los triángulos esféricos y sus variantes, necesarios para garantizar la transición de la bóveda a la estancia que cubre. Los modelos más simples son los que se desarrollan entre una bóveda esférica y arcos formeros de medio punto. Como variante, la pechina entre arcos carpaneles. El repertorio se completa con las pechinas para bóveda oval y un modelo definido por una porción de cilindro con despiece en hiladas de juntas horizontales.

En este manuscrito las pechinas forman un grupo de cortes independiente. Por el contrario, en otros autores, es habitual que aparezcan completando a los cortes de bóvedas, como hiladas singulares dentro de su despiece.<sup>13</sup>

Para la labra de las dovelas se van a emplear dos métodos: los denominados *por plantas* y *por avances*. El trazado de las plantas de cara inferior de las dovelas emplea el desarrollo de conos tangentes utilizado en las bóvedas esféricas. Los lechos serán superficies cónicas de generatrices normales a la superficie esférica. Este método es el que van a emplear Vandelvira, Alonso de Guardia y Tosca. Torija se ocupará de calcular su superficie. Fray Lorenzo sí va a detallar la labra de las piedras de la pechina, situando los planos de lecho entre hiladas en planos horizontales.<sup>14</sup> El método denominado *por avances* se basa en la labra por robos o escuadrías, aplicando baiveles y saltarreglas. En este caso, los lechos serán horizontales, así como el plano de cornisa sobre los arcos formeros. Este procedimiento lo podemos ver en la *media naranja oval* de Sarela, donde junto al desarrollo de conos de eje vertical para las plantillas de las hiladas de la bóveda, aparece la sección de las pechinas donde se aprecia la

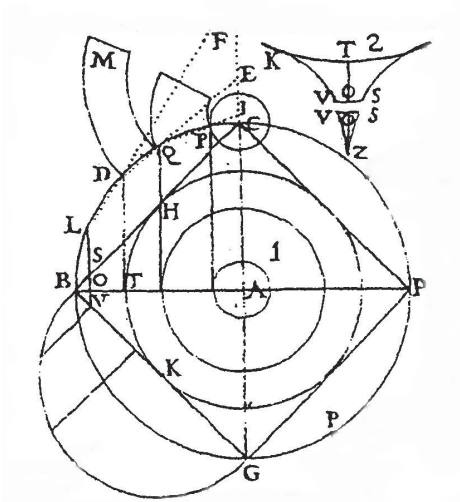
13

Tanto Vandelvira como Alonso de Guardia o Sarela, acompañada los trazados de bóvedas con el desarrollo de las plantillas necesarias para la labra de sus pechinas. Torija las incluye en el capítulo II *en que se trata de la fábrica y medida de la media naranja y sus pechinas*. Tosca en su tratado recoge las bóvedas con sus correspondientes pechinas en el libro IV

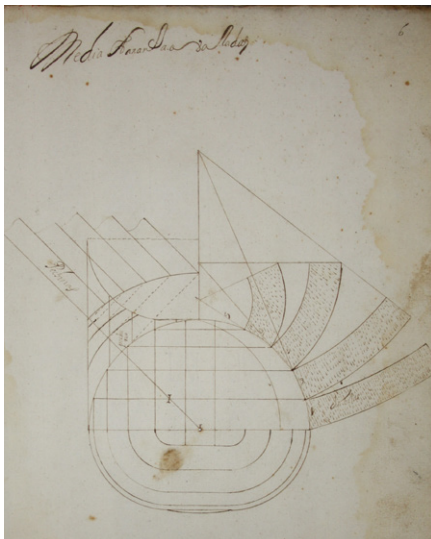
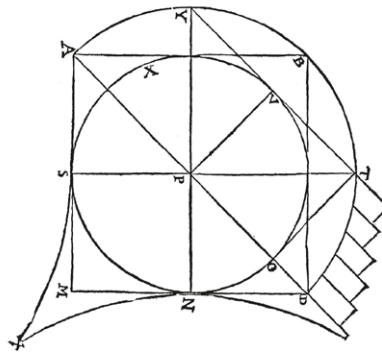
14

SAN NICOLÁS F.L.1639. *Arte y Uso de Arquitectura*. Libro I. cap. XLV. Trata del asiento de las cepas de los arcos torales y de la forma de labrar las pechinas. Fol. 76v

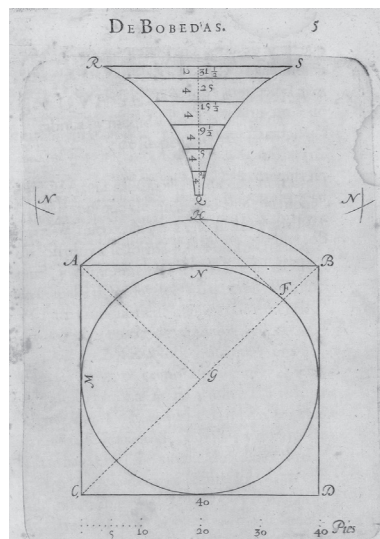
disposición de los planos de lecho horizontales, exponiendo su autor que en estas dovelas «se han de aparamentar sus lechos a regla»<sup>15</sup> Por el contrario Vandelvira, dispondrá los lechos radiales desde el centro de la bóveda.<sup>16</sup>



Izda. TOSCA, T.V. *Tratado XV de la montea*.  
Libro IV. Prop. X, Fig. 67.  
Dcha. 1639.SAN NICOLÁS,F.L. *Arte y Uso  
de Arquitectura I*. Fol. 76v.



FRANCISCO F. SARELA . 1740.  
*Algunos cortes de arquitectura*. Fol. 6r  
Pechinas para bóveda elipsoidal.



JUAN DE TORIJA . 1661.  
*Breve tratado de todo género de bóvedas*.  
Cap.IIFol.5Pechinas para bóveda esférica

15  
SARELA, F. 1740. *Algunos cortes de Arquitectura*. Fol. 2r.

16  
VANDELVIRA, A. 1588-1591. *Libro de cortes de piedra*. Fol. 78v



***Pechina en vuelta de horno por plantas. Fol. 32r - v***

*Para montar esta pechina lo primero trazarás las dos líneas AB en ángulos rectos las cuales dos líneas son los formaletes sobre que cargan las juntas de la pechina. Ahora toma del punto C a el punto D y ponlo del punto C a E del cual punto subirás una línea recta en blanco a donde han de concurrir las líneas con que has de sacar las plantas y no te pongas en duda porque la línea ECF está mal echada. A las espaldas está mejor. Monte la cercha EF la cual es la cercha de la vuelta de horno y así mismo monte la cercha G que es el formalete. Ahora de la cercha del formalete pasarás una línea en blanco que será la línea H la cual línea será el lecho alto de toda la pechina donde ha de sentar la cornisa. Ahora mira para las hiladas quieres que tenga la pechina y esas repartirás en la cercha de la vuelta de horno de los cuales puntos bajarás los plomos a la línea nivelar B como en ella parece. Ahora los pasarás a la línea diagonal de puntillo como lo entenderás por sus números 1,2,3,4,5,6 los cuales plomos pasarás por la planta en circunferencia tirados desde el punto D. Ahora para sacar las plantas harás lo siguiente. Vamos a sacar la planta de la segunda piedra. Lo primero pondrás la regla en los dos extremos de las juntas o los lechos y tirarás una línea a concurrir con la línea E desde el cual punto a donde se juntaron estas dos líneas has de tirar las cerchas de la planta y para el ancho de ella tomar en los plomos de la planta el largo que cada uno demuestra y ponerlo en la planta que vamos sacando cada uno en su lugar como los números te lo darán a entender, por manera que puestos en la planta que vamos sacando los puntos del ancho que ha de tener. Para la cercha de la junta del lado la cogerás por la regla de coger tres puntos por el cual orden sacarás las demás plantas. La labor es lo mismo que la media naranja solo que para los lechos has de meter las saltarreglas que causan las líneas nivelares Y J L con la cercha de la vuelta de horno que por haber de quedar el lecho alto de toda la pechina a nivel es necesario que los demás lechos lo estén también.*

Este modelo de pechina se desarrolla entre arcos formeros de medio punto y bóveda esférica. Se presentan dos trazados, el primero, con texto explicativo bajo el dibujo. Allí encontramos el siguiente comentario: «y no te pongas en duda porque la línea ECF está mal echada. A las espaldas está mejor». En el del vuelto del folio, se repite el mismo trazado con una anotación al margen donde se dice: «esta pechina está mejor trazada que la antecedente».

Con estas advertencias y estudiando comparativamente ambos dibujos, detectamos el error que se produce, no en el trazado del recto del folio, como el texto indica, sino en el dibujo siguiente, donde los vértices de los conos utilizados para extender las plantillas de cara de las dovelas se sitúan sobre la recta vertical que pasa por el punto D, centro de los arcos formeros y no del arco sección de la pechina. El eje correcto a utilizar sería la recta vertical que pasa por el punto E, centro de la circunferencia sección por el plano de simetría de la pechina, que es la que determina el radio de la superficie esférica que la define.

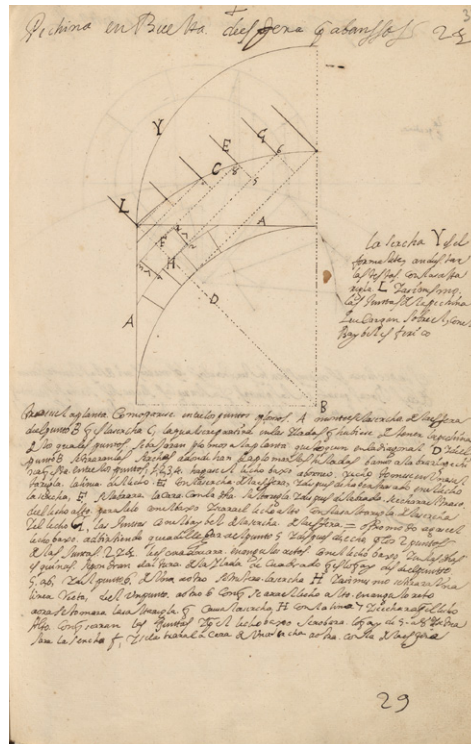
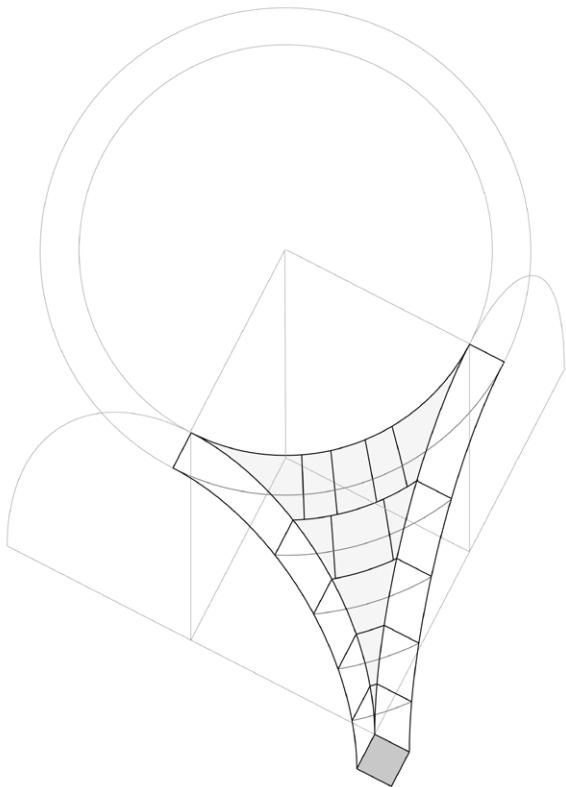
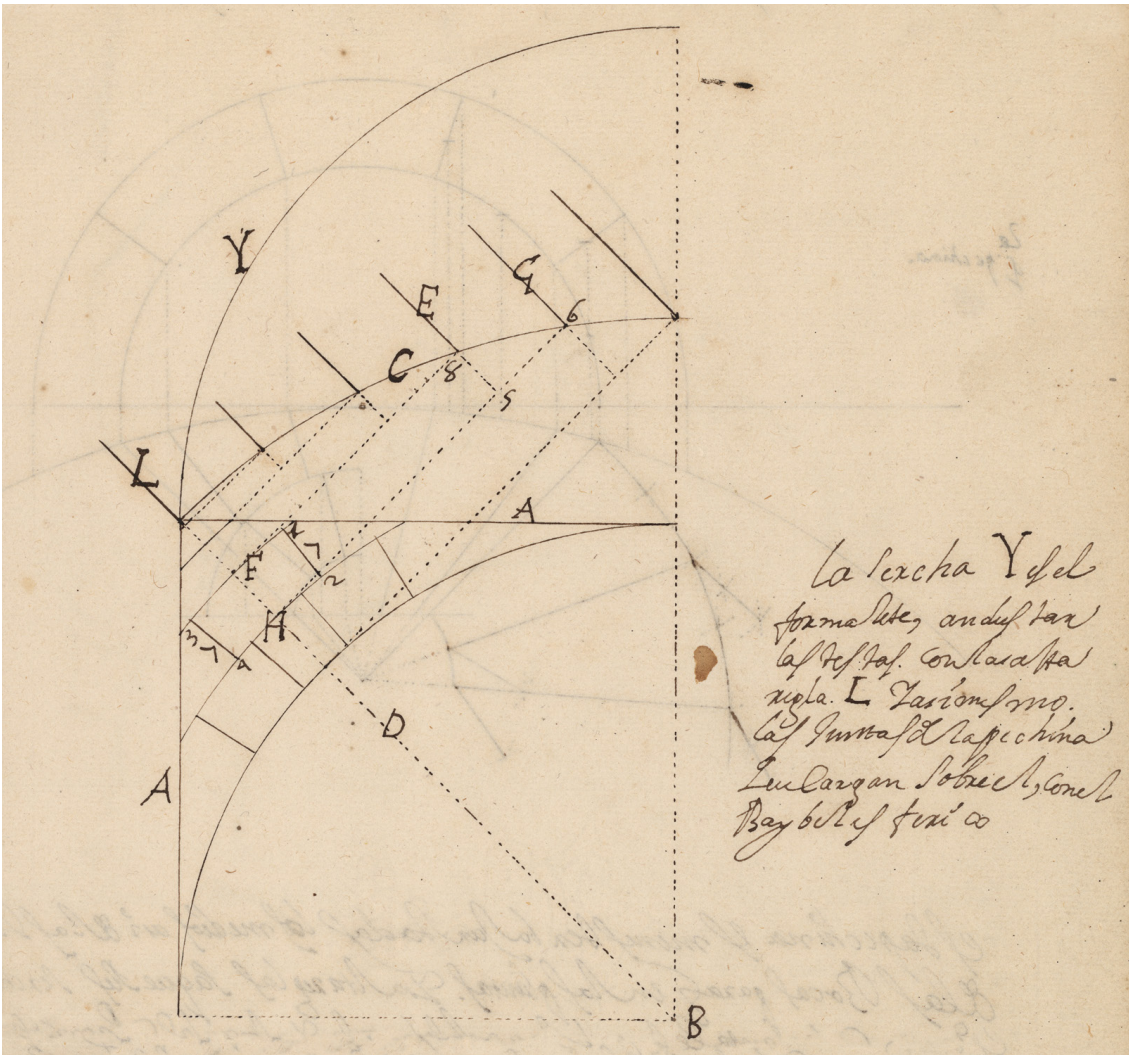
En primer lugar, se dibuja la planta de la pechina y el cuadrado que la circunscribe. A continuación se dibuja el alzado de los arcos formeros, circunferencia G, y la circunferencia sección de la superficie esférica, arco F, con radio DC, la mitad de la diagonal del cuadrado de su planta. En este arco F se procede al reparto de las hiladas necesarias, desde el vértice C de la pechina hasta la intersección de la línea de cornisa H con dicho arco. Las plantillas de caras se sacarán como las de las bóvedas esféricas, por el método de los conos tangentes a cada hilada, trabajando con los puntos medios de cada una para garantizar una mayor precisión. Al disponerse el lecho superior de la última hilada en un plano horizontal que fijará la cornisa sobre la que va a apoyar la bóveda, todos los lechos de las hiladas de la pechina se disponen horizontales y paralelos al plano de cornisa. Fray Lorenzo en su tratado va a seguir el mismo patrón de lechos horizontales, que indica se labrarán *de cuadrado* justificando que con su propio peso garantizan su estabilidad.<sup>17</sup>

17

SAN NICOLÁS, F.L. 1639. *Arte y Uso de Arquitectura I*. Cap. XLV. Trata del asiento de las cepas de los arcos torales y de la forma de labrar las pechinas



Pechina bajo bóveda esférica y entre arcos de medio punto. Trazado de las plantillas inferiores por medio de conos tangentes con vértice en en la recta vertical que pasa por E. La distancia CE es igual al radio de la superficie esférica de la pechina.



### ***Pechina en vuelta de esfera por avances. Fol. 33r***

*Trácese la planta como parece entre los puntos A. Montéese la cercha de la esfera del punto B que es la cercha C, la cual repartirás en las hiladas que hubiere de tener la pechina de los cuales puntos se bajarán plomos a la planta que toquen en la diagonal D y del punto B se tirarán las cerchas a donde han de aplomar las hiladas. Vamos a labrar la pechina que está entre los puntos 1,2,3,4. Hágase el lecho bajo a borneo y hecho tómesese en una saltarregla la línea del lecho E con la cercha de la esfera y después de haber trazado en el lecho la cercha F se labrará la cara con la dicha saltarregla y después de labrado se echará el trazo del lecho alto paralelo con el bajo y se hará el lecho alto con la saltarregla de la cercha y el lecho G, las juntas con el baivel de la cercha de la esfera. Otro modo. Hágase el lecho bajo advirtiendo que ha de llegar al punto 5 y después de hecho, por los 2 puntos de las juntas 2 y 4 le escuadrearás en ángulos rectos con el lecho bajo y en las dichas esquinas se pondrán la altura de la hilada de cuadrado que es lo que hay desde el punto 5 a 6 y del punto 6 de uno a otro se meterá la cercha H y así mismo se tirará una línea recta, de un punto a otro 6 con que se hará el lecho alto en ángulo recto. Ahora se tomará la saltarregla que causa la cercha H con la línea 7 y se echará por el lecho alto con que se harán las juntas y por el lecho bajo se robará lo que hay de 5 a 8 y se trazará la cercha f y se labrará la cara de una cercha a otra con la de la esfera.*

*La cercha Y es el formalete, han de estar las testas con la saltarregla L y así mismo las juntas de la pechina que cargan sobre él con el baivel esférico.*

Se repite aquí el modelo anterior de pechina, aplicando ahora el método denominado *por avances*. Los lechos entre hiladas se mantienen en planos horizontales. El trazado incorpora el despiece en dovelas de cada hilada, que se dispone radial desde el centro de la superficie esférica que define la pechina, punto B. La labra se realiza por robos. En la dovela 1, 2, 3, 4 se labran los lechos superior e inferior con el baivel que determina las circunferencia G sección de la esfera y las rectas E y G. Los lechos de las juntas 1,2 y 3,4 con la normal a a la superficie esfera. Se exponen dos formas de acometer su labra, bien a partir de los lechos superior e inferior de hilada, bien a partir de los lechos laterales entre dovelas.



***Pechina en vuelta de horno por rincón y avances sobre arcos paineles. Fol 29v.***

*Trácese la planta como parece entre las líneas A y montéese el arco B apainelado lo que conviniere. Ahora desde el punto C montéese la cercha D. Tómese por la diagonal del punto 1 a 2 perpendicular en la cual se pondrá la altura del arco B por la mitad que en la perpendicular será el punto 4. Ahora por la línea A se buscará un punto que desde él se tire la cercha E que coja los dos puntos 1,4 y será el punto F. Repártase ahora la cercha E en las hiladas que conviniere, bájense los plomos y pónganse en la diagonal y tírense las cerchas en la planta que son a donde han de aplomar las hiladas todas desde el punto C y así mismo súbanse los plomos a tocar el arco B como tocaron en la línea A. Hecho esto se extenderán las hiladas de la pechina por el modo siguiente: Has de advertir que se han de empezar por la punta del ángulo 1 harto bastará. Hablemos de la última hilada. Tómese en la cercha E de 4 a 5 y póngase de 6 a 7 tómese ahora en la planta de 8 a 9 y póngase de 6 a 10. Vuélvase a tomar en la planta de 2 a 11 y póngase de 7 a 12. Tómese ahora en el arco B de 13 a 14 y póngase de 10 a 12. Ahora por la línea del medio búsquese un punto que coja los puntos 12 y 7, 10 y 6 y por este modo se extienden las demás.*

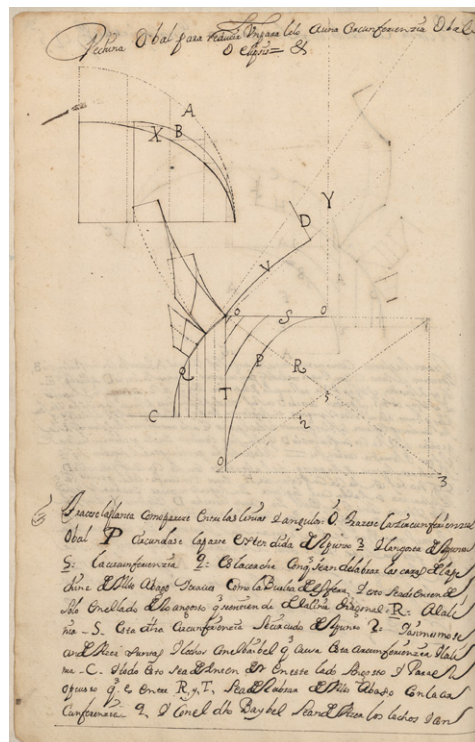
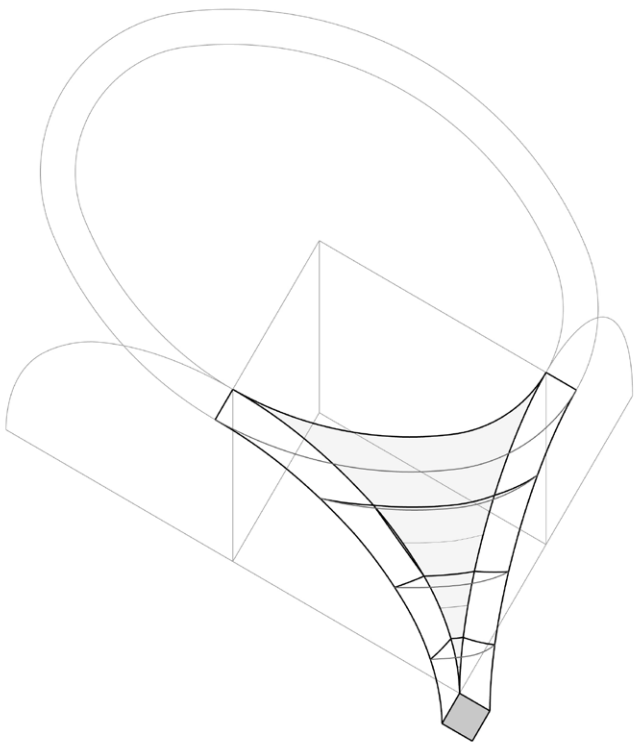
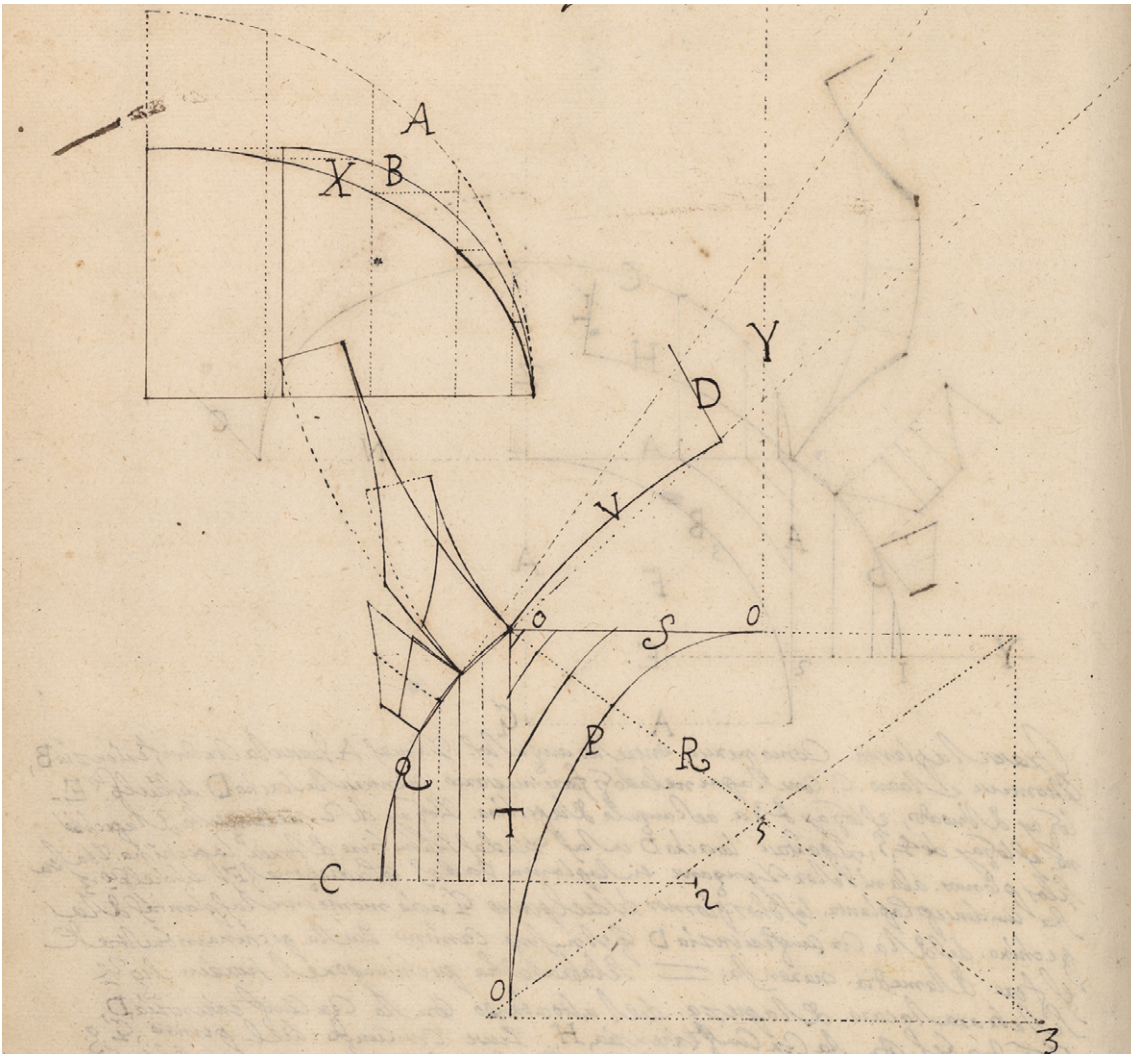
Variante del modelo anterior sobre arcos paineles. La labra se plantea por *avanzos*, como en el modelo anterior. Aquí se incorpora el procedimiento a seguir para el desarrollo de la superficie de intradós. Los arcos formeros apainelados condicionan la superficie de la pechina que ahora no será esférica. La sección axial de la superficie de la pechina se dibuja abatida sobre uno de los lados de la planta y no sobre la diagonal como en el modelo anterior. Los lechos se disponen en planos horizontales paralelos al plano de cornisa de la bóveda. El despiece de las dovelas de las hiladas se va a realizar radial a las circunferencias que determinan los lechos de estas.



***Pechina cuadrada en vuelta de horno sobre arcos apainelados. Fol. 34r***

*Trácese la planta como parece entre los ángulos y líneas A. Trácese la circunferencia B, montéese el arco C con el apainelado que fuere necesario. Montéese la cercha D desde el punto E. Lo que hay de uno a dos es lo que hay de 3 al ángulo de la pechina y lo que hay de 2 al ángulo de la pechina es lo que hay de 4, 5. Repártase la cercha D en las hiladas que hubiere de tener la pechina y bájense los plomos a la nivelar y póngase en la planta todos por la diagonal F desde el punto 3. Circúndase por la planta los dichos plomos desde el punto G. Ahora montéense las plantas de la pechina desde la circunferencia D por el mismo camino que la pechina en vuelta de esfera de la media naranja. Se labra la dicha pechina por el orden siguiente. Se labrará la cara de la pieza del alto a bajo con la circunferencia D y por través con la circunferencia H que se circundó del punto G que se labrará en la dicha cara la planta que le perteneciere y se harán los lechos alto y bajo con el baivel que causa la cercha D y la línea Y y las juntas se harán con el baivel que causa la cercha H y la línea L y con este mismo baivel se harán las juntas que cargan sobre el formalete y al dicho se le harán los trasdoses con la saltarregla que causa la línea N y O. La línea Z ha de estar distante del punto uno lo que hubiere del ángulo de la pechina al punto G.*

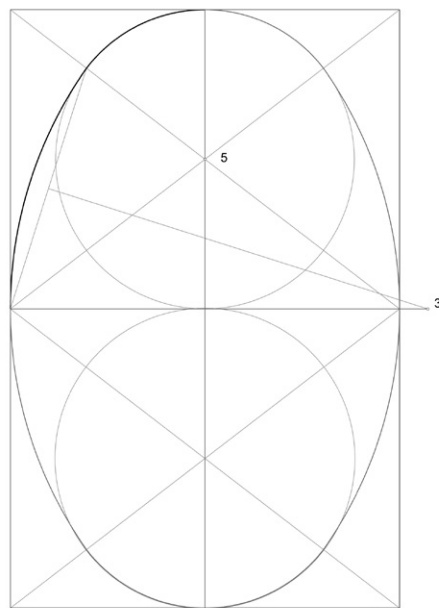
Variante de la pechina en vuelta de horno sobre arcos paineles. Aquí se utilizará el método denominado por plantas. Las juntas de lecho entre hiladas adoptan forma cónica como en las bóvedas esféricas. La superficie de intradós de la pechina se labra con el baivel determinado por su sección por la diagonal del cuadrado que determina la planta, arco D, y la recta Y. Las juntas entre dovelas de una misma hilada se reparten de forma radial desde el centro G. Las plantillas de caras se trazan siguiendo el método de desarrollo de conos empleado para las bóvedas esféricas, utilizando la sección diagonal y el eje vertical Z. La distancia entre dicho eje y el punto 1 de arranque de la curva sección será la mitad de la diagonal del cuadrado de la planta.



***Pechina oval para reducir un paralelo a una circunferencia oval o elipse. Fol. 34v-35r***

*Trácese la planta como parece entre las líneas y ángulos = O . Trácese la circunferencia oval P. Circúndase la parte extendida del punto 3 y la angosta del punto 5. La circunferencia q es la cercha con que se han de labrar las caras de la pechina del alto a bajo y través como la vuelta de esfera y esto se ha de entender solo en el lado de lo angosto q se entiende de la línea diagonal R a la línea S. Esta otra circunferencia se circundó del punto 2 y así mismo se han de hacer juntas y lechos con el baivel que causa esta circunferencia y la línea C y todo esto se ha de entender en este lado angosto y para el opuesto que es entre R y T se ha de labrar del alto a bajo con la circunferencia q y con el dicho baivel se han de hacer los lechos y con la circunferencia V se ha de labrar el través de esta parte de lo ancho y con el baivel que causa la otra circunferencia y la línea D que está tirada del punto 3 desde adonde se circundó la dicha circunferencia V se han de labrar las juntas de esta parte de lo ancho. Las plantas se han de sacar como se sacan las de la pechina en vuelta de esfera de la media naranja advirtiéndole que todas las hiladas han menester dos plantas, una para lo ancho, otra para lo angosto. Las de lo angosto se han de sacar desde la línea Y y las de lo ancho de la línea Z. Han de estar estas dos líneas tan distantes la una de la otra como estuvieren en la planta los puntos de donde se circundó el oval P que es de 5 a 3. La labor después de haber labrado la cara a la pieza con las cerchas como está referido se plantarán las plantas cada una hacia su lado, se trazarán alrededor y se harán los lechos de juntas con los baiveles arriba dichos Advirtiéndole que los despieces que se pudieren echar por la línea diagonal R harán provecho a la labor porque la pieza que tuviere de ancho y angosto será embarazosa de labrar por la diferencia de las cerchas y así a la que le tocare de ambas partes que será por guardar las ligazones es mi opinión que se labre por robos como la pechina en vuelta de esfera por avanzos antecedente. Los formaletes nos queda. Se ha de sujetar el mayor al menor. Móntense ambos el de A es el mayor y el de B es el menor ambos se repartan en partes iguales y del mayor bájense plomos y del menor pásese nivelares a tocar a los plomos que bajan del mayor y por todos estos puntos pasará una circunferencia la cual servirá para el formalete mayor que es la señalada con la X.*

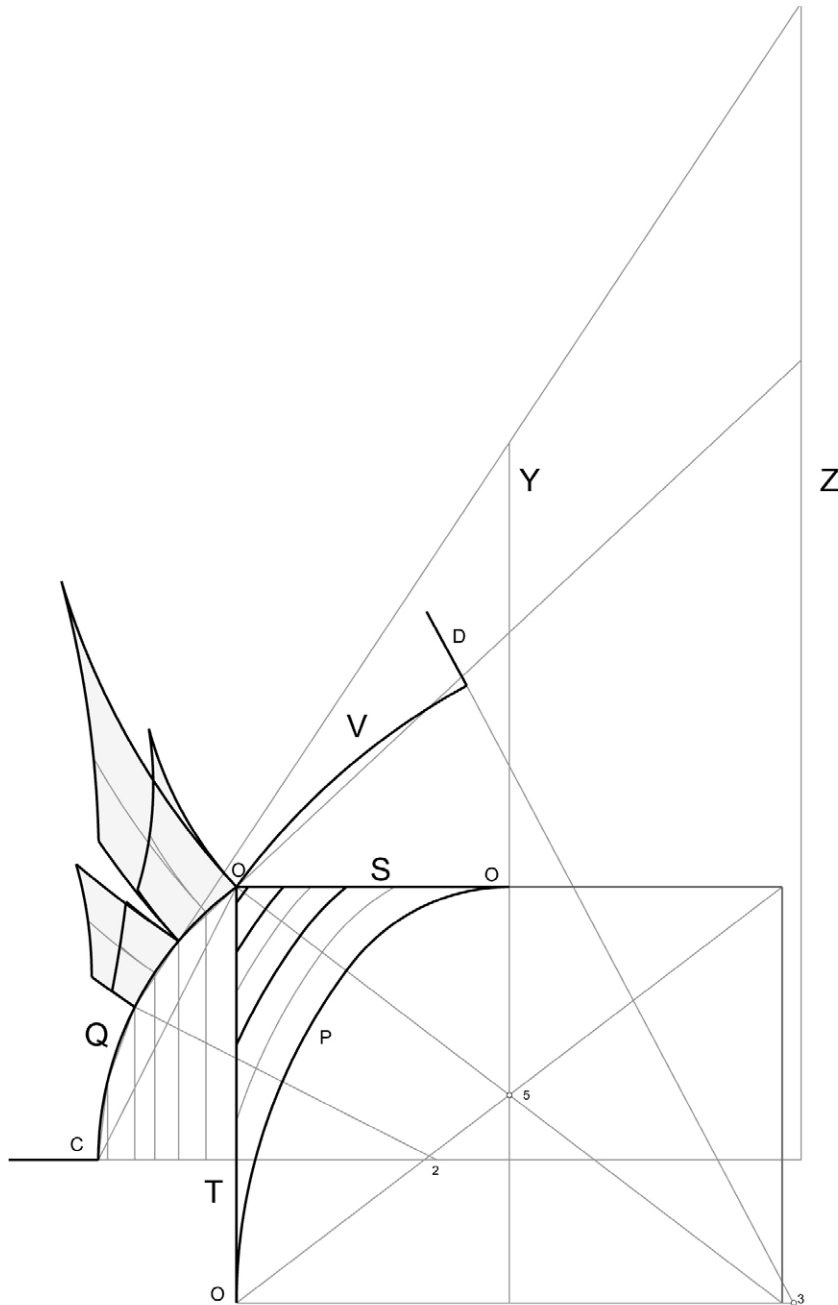
Esta pechina presentará una complejidad añadida debido a la forma de la bóveda, ya que su planta pierde la simetría propia de las bóvedas esféricas. Una vez definido el rectángulo de la planta, se procede a trazar la planta de la bóveda por medio de dos arcos de circunferencia. Los centros se sitúan, para el arco tangente al lado menor, en la intersección de las diagonales de medio rectángulo de la planta, punto 5. Para el arco tangente al lado mayor, en la intersección de la mediatriz de la cuerda que une el punto medio del lado mayor con el último punto del arco menor anteriormente trazado, punto 3.



Trazado del óvalo que define la planta de la bóveda. Los puntos 5 y 3 serán los centros de los arcos.

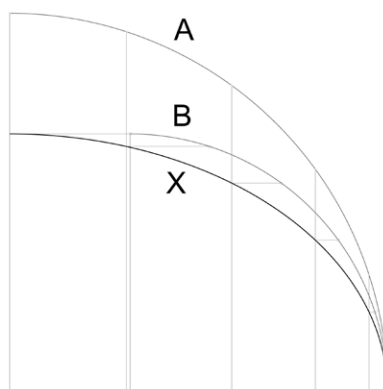
A continuación se dibuja el arco Q sección diagonal de la pechina y se procede al reparto regular de hiladas. Esta cercha se utilizará para labrar todas las caras. Para juntas y lechos se utilizarán dos baiveles diferentes en función de la parte que estemos labrando. Para la zona comprendida entre la diagonal R y el lado menor S, utilizaremos el baivel formado por la cercha q y la recta C, de manera que los lechos serán, al igual que en la media naranja, superficies cónicas. Las juntas entre dovelas utilizarán el mismo baivel, y por tanto serán planos verticales dispuestos radialmente desde el centro de las circunferencias que definen las hiladas de esta parte de la pechina, punto 5. Para la parte comprendida entre el lado T y la diagonal R se utilizará para las juntas el baivel que definen la cercha V, trazada desde el punto 3, centro de las circunferencias que definen las hiladas de esta parte, y la recta

D, de manera que aquí los planos de juntas serán también en planos verticales dispuestos radialmente a las circunferencias que definen las hiladas. El desarrollo de las plantillas de caras de las dovelas se realiza a partir del trazado de conos tangentes. Las plantillas se dibujan superpuestas y adosadas a la sección Q de la pechina.



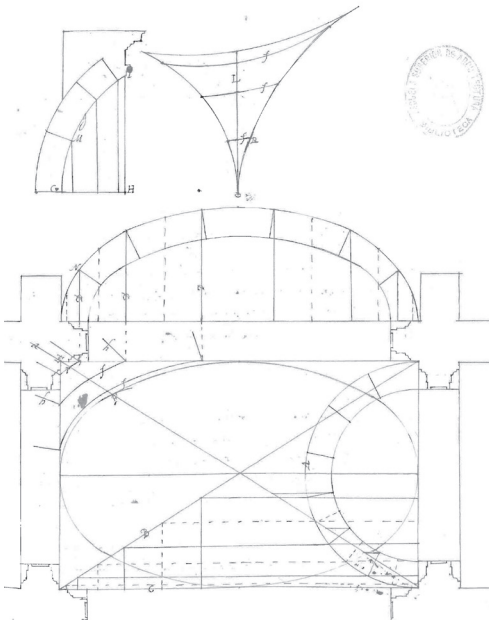
Pechina bajo bóveda oval. Trazado de las plantillas inferiores por medio de conos tangentes. Para la parte comprendida entre el óvalo P y arco formero S, con vértice en la recta vertical Y que pasa por el punto 5. Para la parte comprendida entre el óvalo P y el arco formero T, con vértice en la recta vertical Z. La distancia entre las rectas Y y Z será la misma que en planta hay desde 5 a 3, centros de las circunferencias que definen las hiladas.

Por último, se trazará el arco correspondiente al lado mayor a partir de las juntas de lecho de la pechina y de las alturas definidas por el arco semicircular del lado menor. Para ello, se dividirán en igual número de partes dos arcos circulares: el correspondiente al lado menor, arco B, y el arco A con radio la mitad del lado mayor. Para dibujar el arco X, formero del lado mayor, se unirán por medio de arcos de circunferencia los puntos intersección entre las verticales que bajan de las divisiones del arco A y las horizontales trazadas desde las divisiones del arco B.

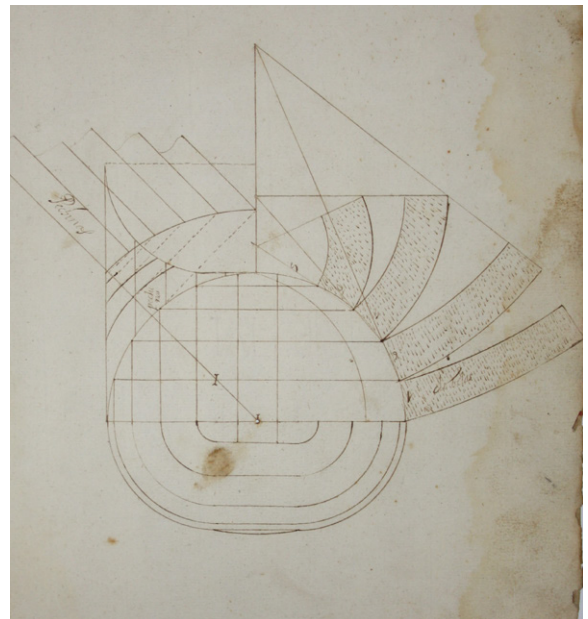


Trazado del arco formero X a partir del arco formero B y el arco A de medio punto y radio el semieje mayor de X.

Encontramos este modelo de pechina en las obras de Vandelvira y Sarela. Vandelvira, después de cinco modelos de capilla oval, lo recoge como *pechina para capilla oval*. El reparto de hiladas se realiza en el arco formero semicircular y no en el arco sección de la pechina. En el manuscrito de Sarela, aparece completando el diseño de *media naranja ovalada*. La bóveda diseñada por Sarela se compone de cuatro cuartos de esfera conectados entre sí por tramos cilíndricos rectos. Las pechinas se desarrollan bajo los cuatro cuartos de circunferencia de manera las juntas de lecho mantienen la misma curvatura de un arco formero a otro. Aquí no se desarrollan las caras de las dovelas de la pechina. Los lechos entre hiladas se disponen en planos horizontales.



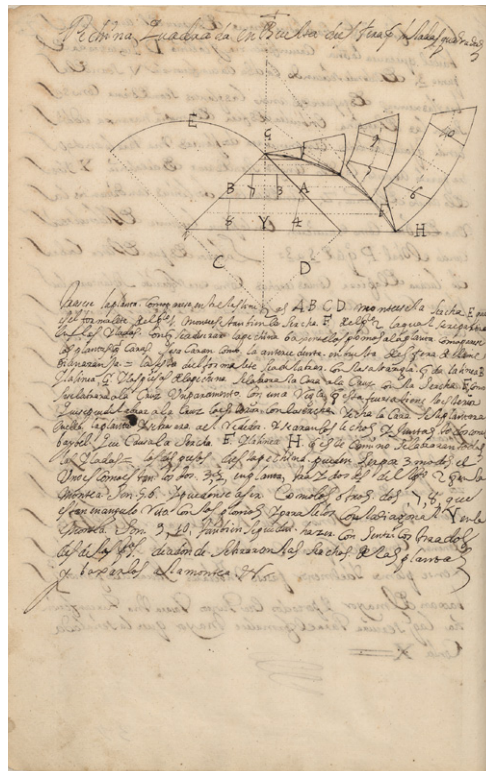
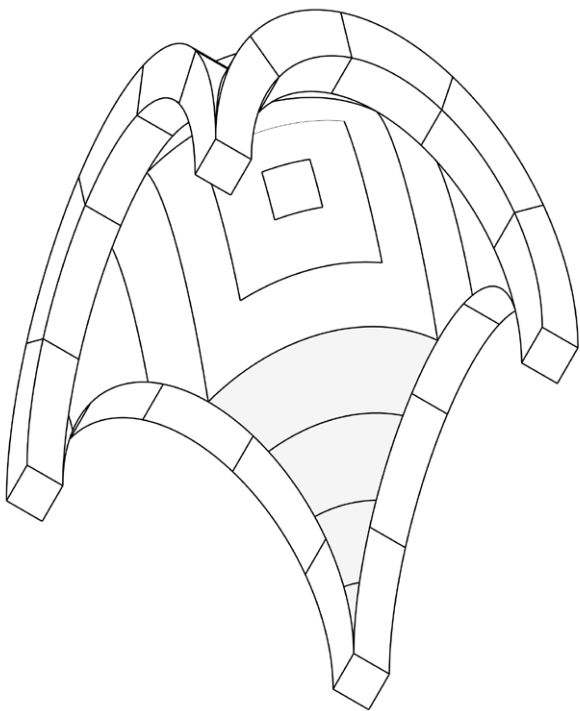
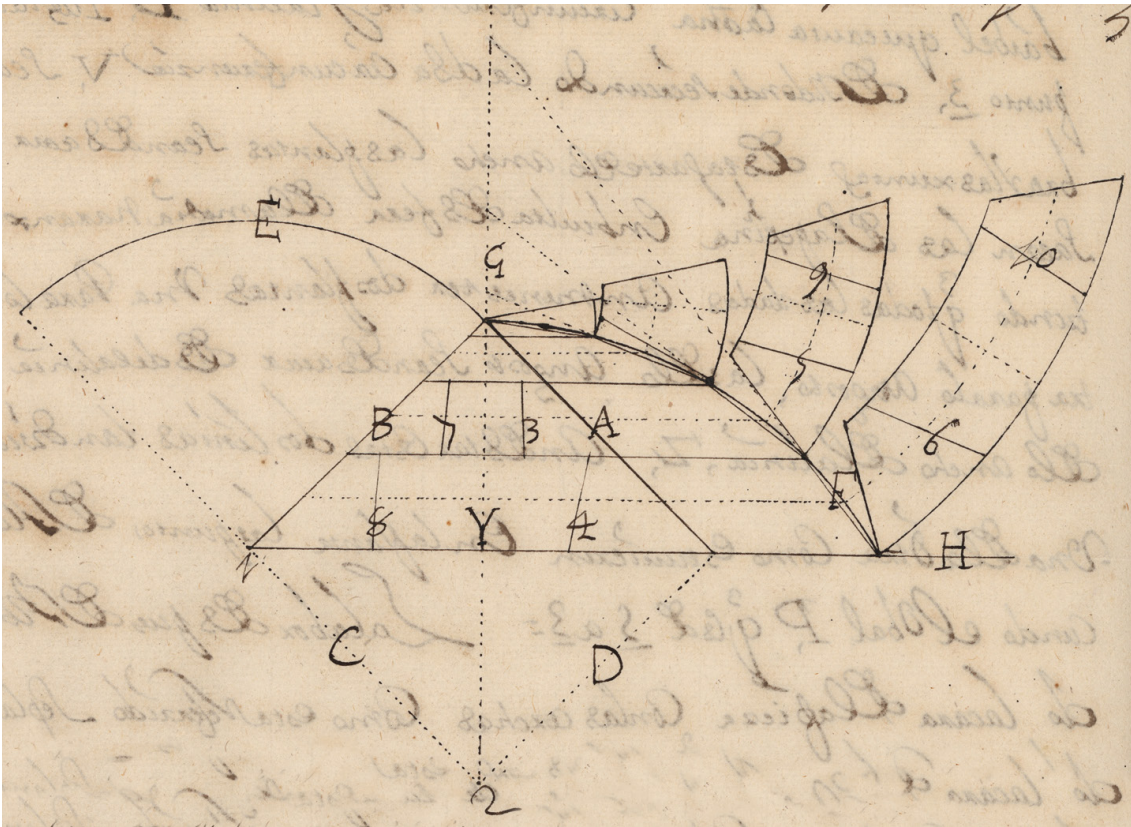
A. VANDELVIRA.1575. *Libro de cortes de cantería.*  
Fol. 79r.Pechina de capilla oval.



F- SARELA.1740. *Algunos cortes de arquitectura.*  
Fol. 79r.Medía naranja ovalada.



Pechina para bóveda oval. Catedral de Cuenca. Zaguán de acceso al claustro en brazo izquierdo del crucero.



***Pechina cuadrada en vuelta de esfera por hiladas cuadradas. Fol. 35v.***

*Trácese la planta como parece entre las líneas A B C D montéese la cercha E que es el formalete del punto 1, montéese también la cercha F del punto 2 la cual se repartirá en las hiladas con que se ha de cerrar la pechina, bájense los plomos a la planta como parece. Las plantas por caras se sacarán como la antecedente en vuelta de esfera de la media naranja. La testa del formalete se ha de labrar con las saltarreglas que da la línea B y la línea G y las piezas de la pechina se labrará la cara a la cruz con la cercha F como si se labrara a la cruz un paramento con una regla que esta fuerza tiene lo exterior que se puede labrar a la cruz la exterior con la cercha y hecha la cara se le plantará en ella la planta y se trazará alrededor y se harán los lechos y juntas todos con el baivel que causa la cercha F y la línea H. Por este camino se labrarán todas las hiladas. Los despiezos de esta pechina pueden ser por 3 modos. El uno es como están los dos 3, 4 en planta, traídos desde el punto 2 que en la monte son 5, 6 y puédense hacer como los otros dos 7, 8 que están en ángulo recto con los plomos y paralelos con la diagonal Y en la monte son 9, 10, también se pueden hacer concéntricos tirados desde los puntos de donde se tiraron las cerchas de las plantas y bajarlos a la montea.*

Esta pechina se desarrolla entre tres arcos circulares situados en planos verticales, de manera que su proyección en planta es un triángulo isósceles rectángulo. Estos triángulos esféricos se pueden entender como parte de una bóveda vaída donde el despiece se ha realizado según hiladas paralelas a las diagonales del cuadrado que define su planta. Las hiladas que determinan la pechina están comprendidas entre dos arcos formeros de medio punto situados en planos verticales y perpendiculares entre sí y una circunferencia situada en un plano vertical perpendicular a la diagonal del cuadrado que en planta define la bóveda. Para su trazado, se dibujará en primer lugar un cuarto del cuadrado de la bóveda y la diagonal que pasa por el vértice de la pechina. A continuación se dibujará la circunferencia sección de la superficie esférica abatida sobre la diagonal de la planta y se procederá al reparto de hiladas que a continuación se trasladará a la planta.

Sobre el arco sección de la pechina se dibujarán los desarrollos de las plantillas de las caras inferiores de las dovelas a partir del desarrollo de los conos tangentes a cada una de sus hiladas. Para el despiece de cada hilada se proponen varias soluciones: radiales desde el centro de la circunferencia que define la bóveda, juntas 3 y 4, o bien perpendiculares a las juntas de lecho en planta y paralelos a la diagonal, juntas 7 y 8. Como última opción, radiales desde los centros de las circunferencias de las plantillas de cara. Para la labra de las dovelas, se disponen los lechos tanto entre hiladas como entre dovelas, radiales desde el centro de la superficie esférica y se utilizará un único baivel con dicha dirección y la curvatura de la sección de la bóveda.

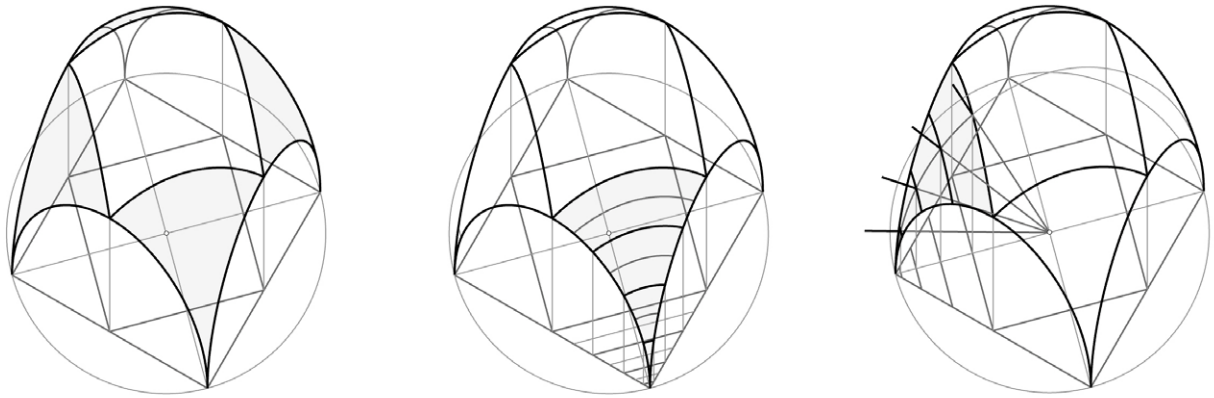
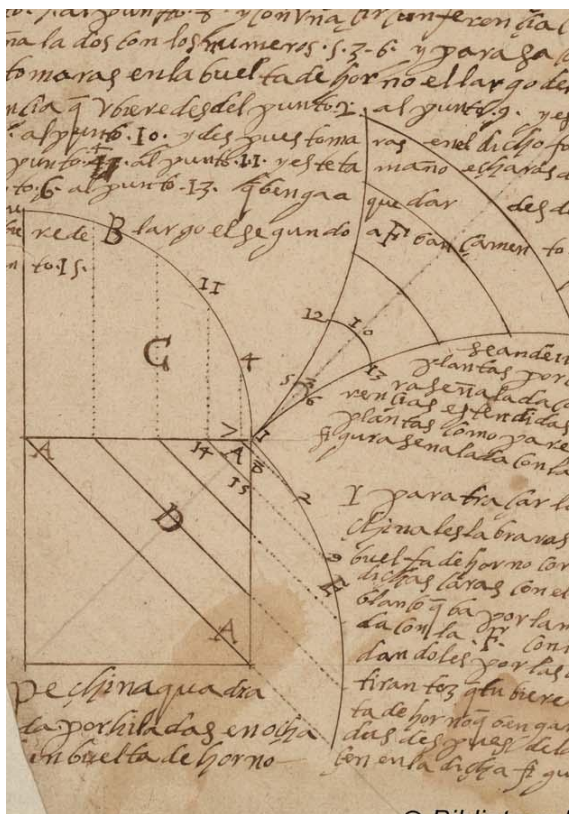
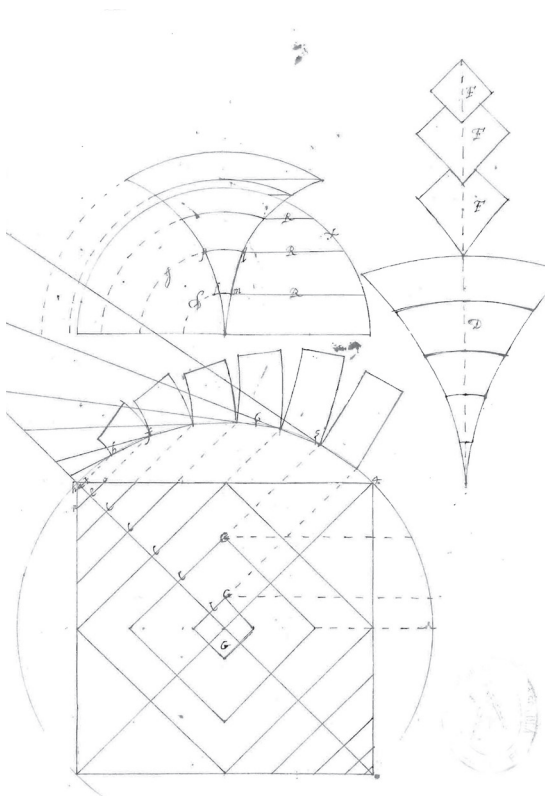


Fig.X - Porciones de bóveda vaída correspondientes con la pechina indicada. Obtención de hiladas a partir de secciones por planos verticales paralelos a las diagonales del cuadrado que define su planta. Dirección del baivel para labra de los lechos

Este corte lo encontramos recogido por Alonso de Guardia como *pechina cuadrada por hiladas en ochavo en vuelta de horno*. Guardia va a repartir las hiladas en los arcos formeros y no en el arco sección de la pechina. Vandelvira no estudia esta pechina como corte independiente pero sí formando parte de la *capilla cuadrada por hiladas diferentes*. Esta capilla presenta un despiece en hiladas determinadas por la sección de planos verticales paralelos a las diagonales de su planta. Las hiladas comprendidas entre los arcos formeros y el arco que pasa por los puntos medios de los lados del cuadrado de la planta, conformarán cuatro pechinas siguiendo este diseño. El desarrollo de las plantillas de cara se dibuja como trazado único de todas las correspondientes a las dovelas.

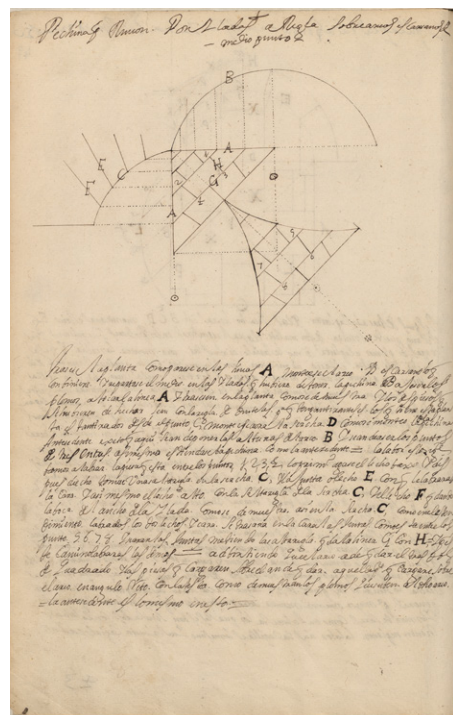
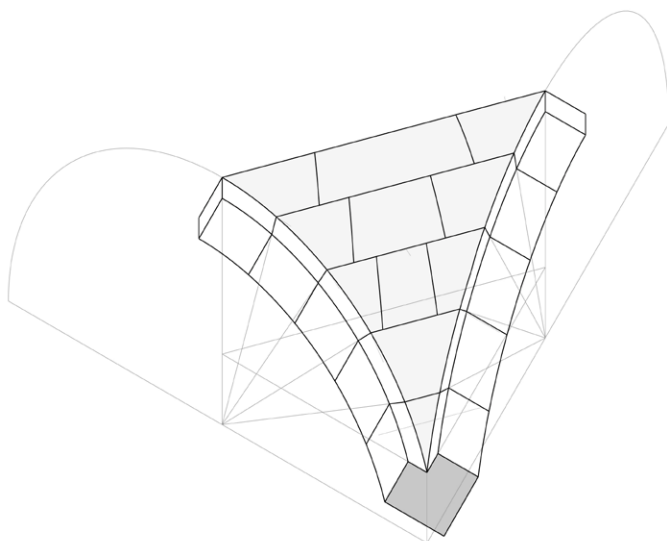
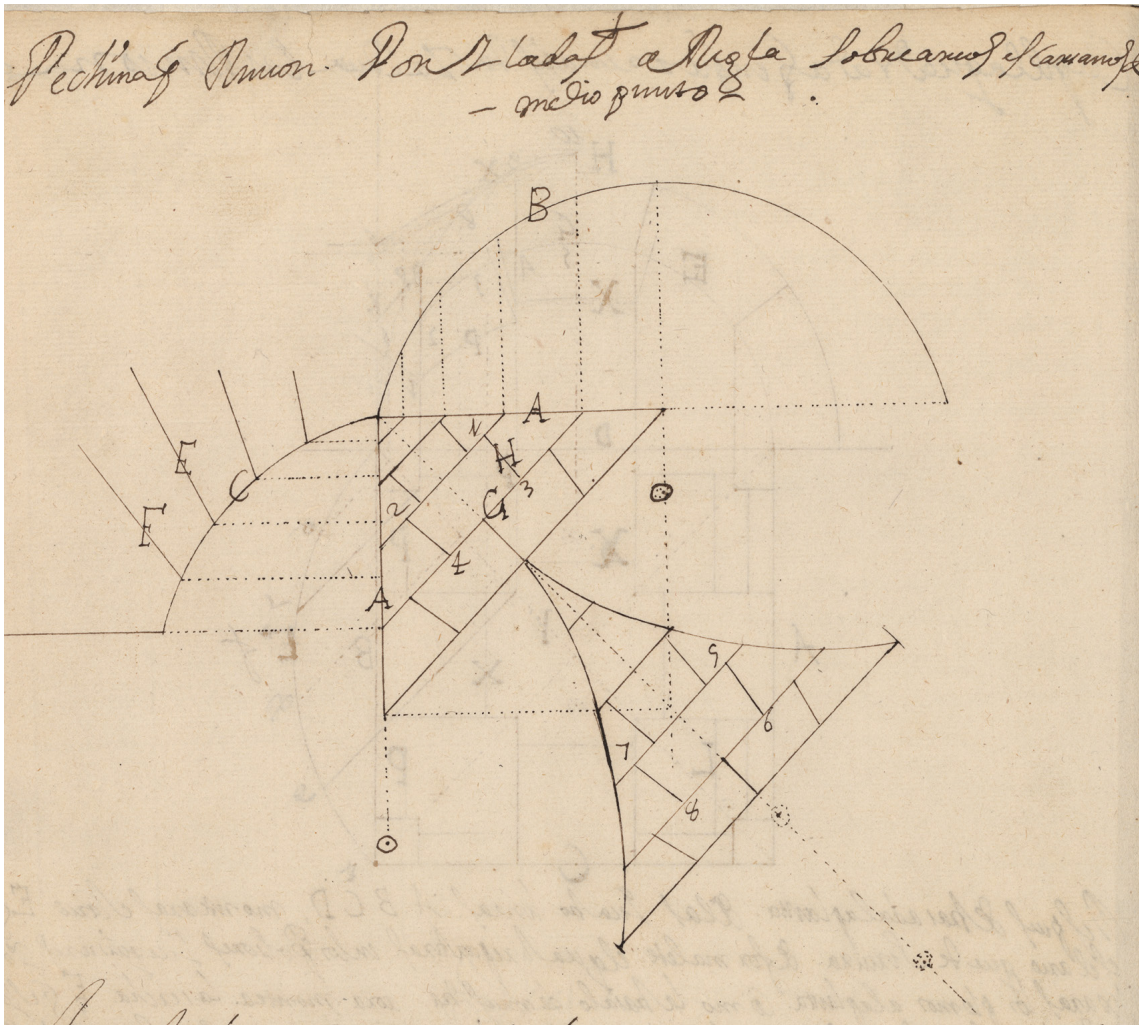


Dcha. Bóvedas con despiece en diagonal.  
 Catedral de Jaén



Izda.  
 Sup. ALONSO DE GUARDIA. ca. 1600. Manuscrito  
*Pechina cuadrada por hiladas en ochavo*. fol. 93v.

Inf. ALONSO DE VANDELVIRA. 1575. *Libro de cortes de cantería*.  
*Capilla cuadrada por hiladas diferentes*. fol. 90v  
 Trazado de las pechinas por desarrollo de conos tangentes.



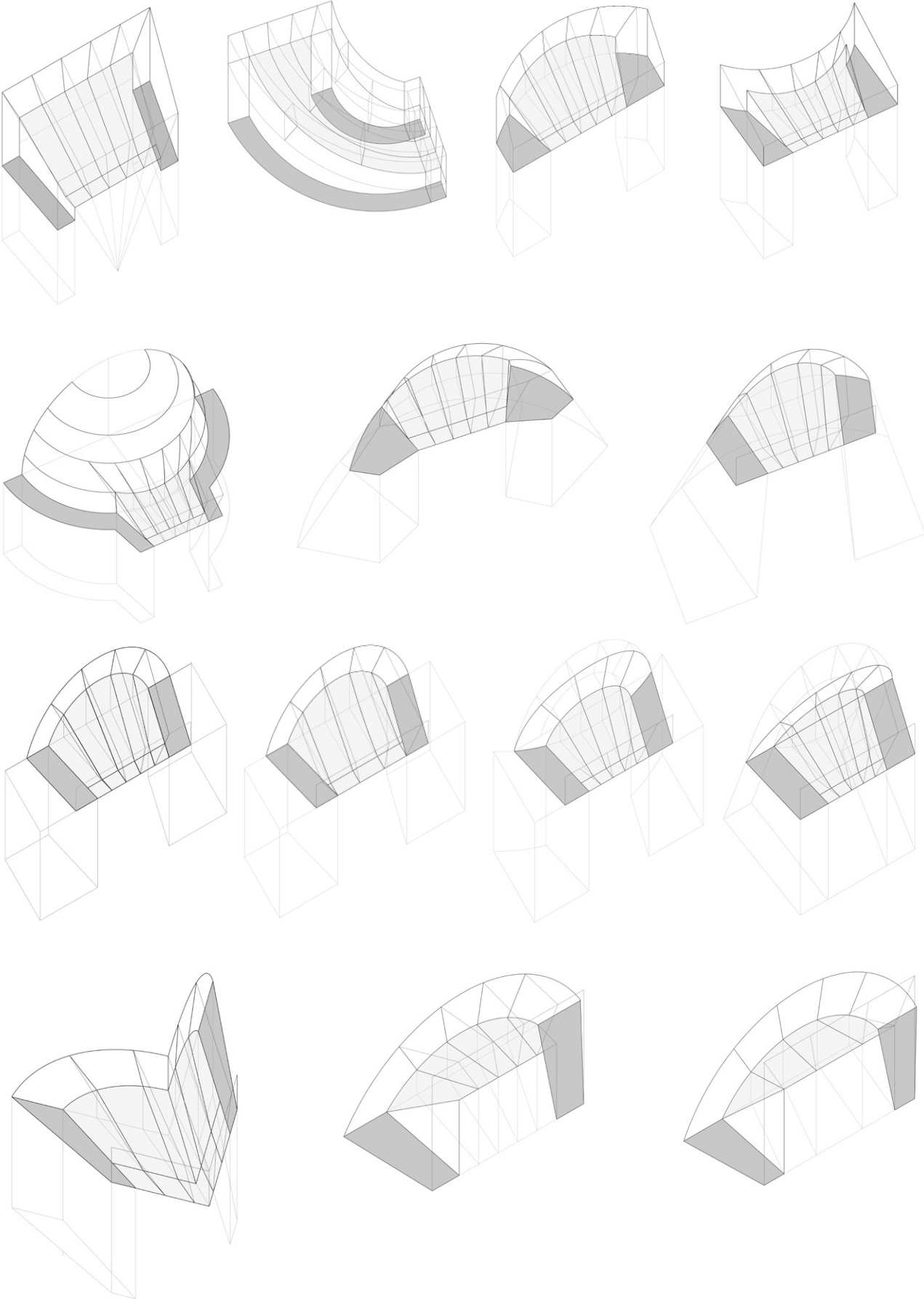
***Pechina por rincón por hiladas a regla sobre arcos escarzanos de medio punto. Fol. 49v.***

*Trácese la planta como parece en las líneas A, montéese el arco B escarzano lo que conviniere y repártase el medio en las hiladas que hubiere de tener la pechina. Bájense los plomos a tocar a la línea A y trácese en la planta como se demuestra y los despiezos que se hubieren de echar sean con la regla de dinteles para que tengan tiranteces, los que tiene esta planta están tirados desde el punto C. Montéese ahora la cercha D como se monteó la de la pechina antecedente excepto que aquí se han de poner las alturas del arco B y se han de hacer los puntos de tres en tres. Así mismo extiéndase la pechina como la antecedente. La labor es lo siguiente. Vamos a labrar la pieza que está entre los puntos 1,2,3,4. Lo primero hágase el lecho bajo y después de hecho tómese una saltarregla en la cercha C y la junta o lecho E con que le labrarás la cara y así mismo el lecho alto con la saltarregla de la cercha C y el lecho F quedando la boca del ancho de la hilada como se demuestra así en la cercha C como en el extendimiento. Labrados los dos lechos y cara se trazará en la cara las juntas como está entre los puntos 5,6,7,8 y se harán las juntas metiendo la saltarregla que da la línea G con H. Y por este camino labrarás las demás advirtiéndole que el arco ha de quedar el trasdós de cuadrado y las piezas que cargaren sobre él han de quedar aquella parte que cargare sobre el arco en ángulo recto con la testa como demuestran los plomos que suben al dicho arco. La antecedente es lo mismo en esto.*

Esta pechina se utilizará para realizar la transición de una bóveda de planta poligonal. La proyección horizontal de este modelo de pechina coincide con el anteriormente estudiado pero aquí la superficie que la define no es una superficie esférica sino cilíndrica, cuya directriz será la curva sección axial de la pechina. Una vez definido el triángulo rectángulo proyección horizontal de la pechina, se procede en primer lugar a dibujar el arco formero B de medio punto con centro por debajo de la línea de imposta. A continuación se dividirá la mitad de dicho arco en partes iguales y se bajarán estas divisiones a la línea A para

dibujar las hiladas en planta. El arco C directriz de la superficie se determina uniendo los puntos intersección de la diagonal con las hiladas. Para ello, previamente tomaremos su cota en los arcos formeros. El despiece de dovelas en cada hilada se realizará de forma radial desde los puntos así señalados tomados en el eje de simetría de la pechina. Para obtener el desarrollo de la superficie de la cara inferior de las dovelas, se han llevado sobre la diagonal de la planta las distancias entre juntas tomadas en el arco sección de la pechina. Las juntas se dibujan perpendiculares a la recta diagonal y su longitud se tomará en la planta. Para el trazado de los arcos que delimitan las caras de las dovelas que apoyan sobre los arcos formeros, se tomarán de tres en tres los puntos extremos de las juntas, que se unen mediante arcos de circunferencia.

## 4.5 Capialzados



## 4.5 Capialzados

En este capítulo se encuentran las trazas destinadas a resolver la transición entre dos huecos, curvos o rectos. Estos pueden presentar diferente altura e igual o diferente luz. Dentro de la familia de capialzados, se pueden diferenciar a su vez dos grandes grupos. En primer lugar, los que resuelven la transición de dintel a dintel, denominados *capialzados a regla*. Por otro, los que se desarrollan entre un arco y un dintel, denominados *capialzados enganchados*. No encontramos en el repertorio de este cuaderno los que presentan arco en ambas testas. En ninguna de las trazas propuestas se contempla igual luz en los huecos que se conectan, por lo que todos van a presentar ligero abocinamiento en su planta. Por los comentarios que aparecen en los textos explicativos, sabemos que parte del repertorio no se ha conservado en el actual encuadernado. Entre ellos, el *capialzado en torre redonda y viaje* y el *capialzado en arco en vuelta*, que se citan como parte del manuscrito en otros cortes. El grupo de capialzados aparece a continuación de las pechinas y antes de las bóvedas. Además de los 15 modelos que encontramos en esta primera parte, el repertorio se completa con dos capialzados recogidos en los últimos folios, dibujados a escala mayor y sin rotulación ni texto explicativo. Uno de ellos coincide con el *capialzado en esquina* recogido por Fray Lorenzo en el capítulo de su obra *Arte y Uso de Arquitectura* que dedica a los arcos.<sup>1</sup>

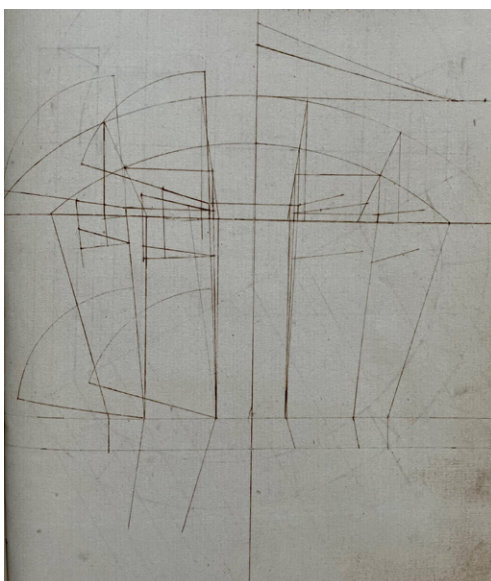
Siendo un grupo de los más extensos del cuaderno, con 15 modelos diferentes, no llega a la exhaustividad del repertorio de Aranda, que recoge 51 cortes de capialzado, o el de Ribes, con 27 modelos, de los cuales 23 corresponden a variantes del conocido como *capialzado de Marsella*.<sup>2</sup> Vandelvira incluye en su

1

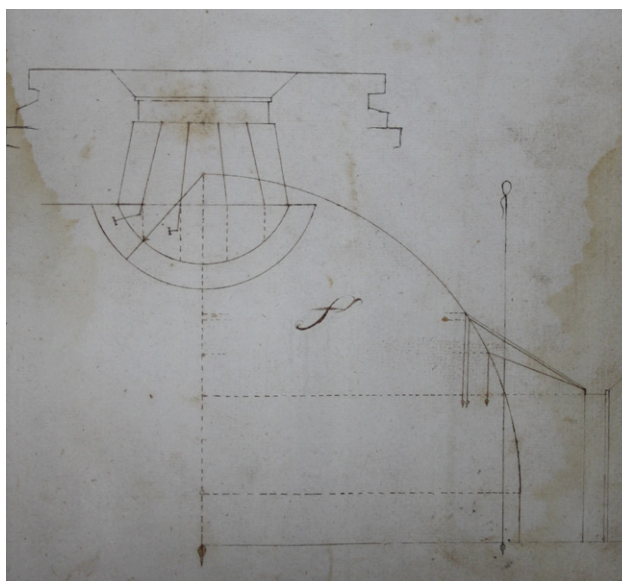
SAN NICOLÁS, F. L. *Arte y Uso de Arquitectura I*. 1639. cap XLIII. P. 73.

2

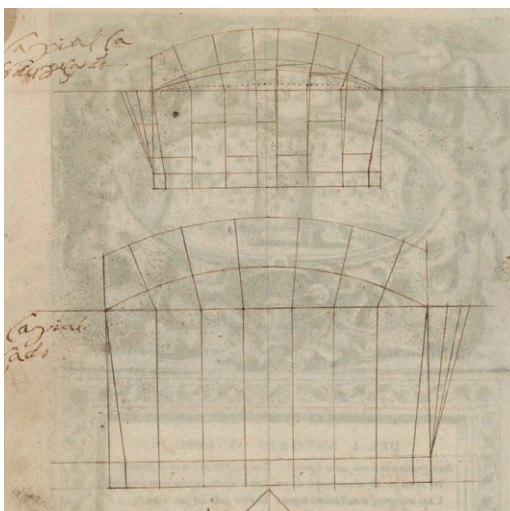
TELLIA, F. 2011. « El tratado de estereotomía de Joseph Ribes, 1708 ». *Actas del Séptimo Congreso Nacional de Historia de la Construcción* (Santiago de Compostela, 2011), Madrid: Instituto Juan de Herrera vol. 2 pp. 1413-1420.



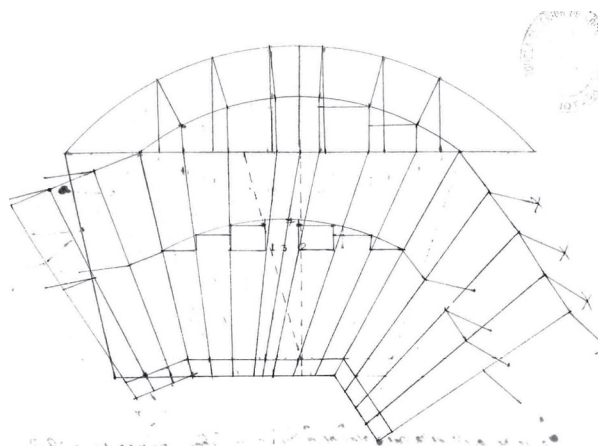
HERNÁN RUIZ. 1550. *Libro de arquitectura*.  
Capialzado entre arco escarzano y dintel



FRANCISCO F. SARELA. 1740. *Algunos cortes de cantería*.  
Capialzado entre arco escarzano y dintel



ALONSO DE GUARDIA. ca. 1600  
Capialzado con disposición de juntas de lecho paralelas  
en proyección horizontal.



ALONSO DE VANDELVIRA. 1575. *Libro de cortes de cantería*.  
Capialzado en viaje

tratado 10 trazas de capialzado, con las variantes en viaje y con testa curva de los modelos más comunes. Hernán Ruiz recoge el capialzado de arco a dintel, donde incorpora un perfil de las juntas de lecho. Las juntas se dibujan convergentes en alzado hacia un mismo punto, garantizando así que todas ellas se encuentren en un mismo haz de planos.<sup>3</sup> Alonso de Guardia va a incluir en su cuaderno el *capialzado a regla*, con dos dinteles a diferente nivel, y el *capialzado desquijado*, que resuelve la transición de arco a dintel y con luces diferentes, donde estudia dos posibilidades: con juntas de lecho paralelas en proyección horizontal y las obtenidas de unir las divisiones regulares de las dos testas. Gelabert en todos sus diseños de capialzado mantiene las proyecciones horizontales de las juntas de lecho paralelas entre sí, absorbiendo en los salmeres el abocinamiento. Fray Lorenzo recoge los modelos más comunes en el capítulo dedicado al trazado de arcos. Sarela va a incorporar en su cuaderno tres cortes de capialzado de arco a dintel. Acompaña a los alzados y plantas de un perfil donde se manifiesta la inclinación de sus juntas de lecho.

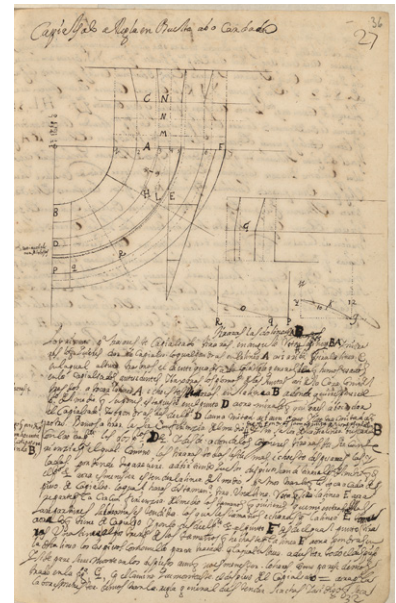
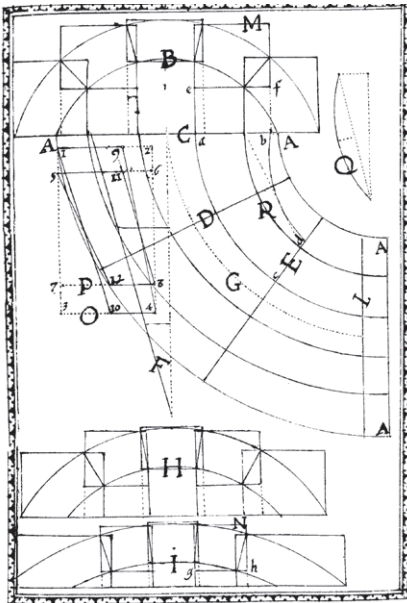
Es interesante comprobar la convergencia que las obras de Guardia, Aranda y Portor tienen en algunos de los modelos. Es el caso del denominado *capialzado abocinado en vuelta*. Es un corte muy singular, donde las impostas describen una trayectoria helicoidal. Su procedimiento de labra se asemeja al de los caracoles abovedados, con la complejidad añadida del cambio de sección que se produce debido a las diferencias geométricas entre sus testas. Dentro de las variantes que un capialzado de este tipo puede presentar, en el modelo que se conserva en el cuaderno de Portor, la superficie se desarrolla entre dos dinteles. En Aranda y Guardia, una de las testas será un arco escarzano y la otra un dintel, modelo que es citado en el manuscrito como parte del repertorio, pero que no forma parte de su contenido actual, por lo que podemos suponer que en origen sí formaba parte de él.<sup>4</sup>

3

RABASA DÍAZ, E. 2000. *Forma y construcción en piedra: De la cantería medieval a la estereotomía del siglo XIX*. Capialzados. P. 269. Madrid. Akal Ediciones.

4

CALVO LÓPEZ, J. 2020. *Stereotomy*. Mathematics and the Built Environment, vol 4.P. 78. Birkhäuser



Capialzado abocinado en vuelta

G. MARTÍNEZ DE ARANDA .ca 1600  
 Cerramientos y trazas de monte. Pl.156

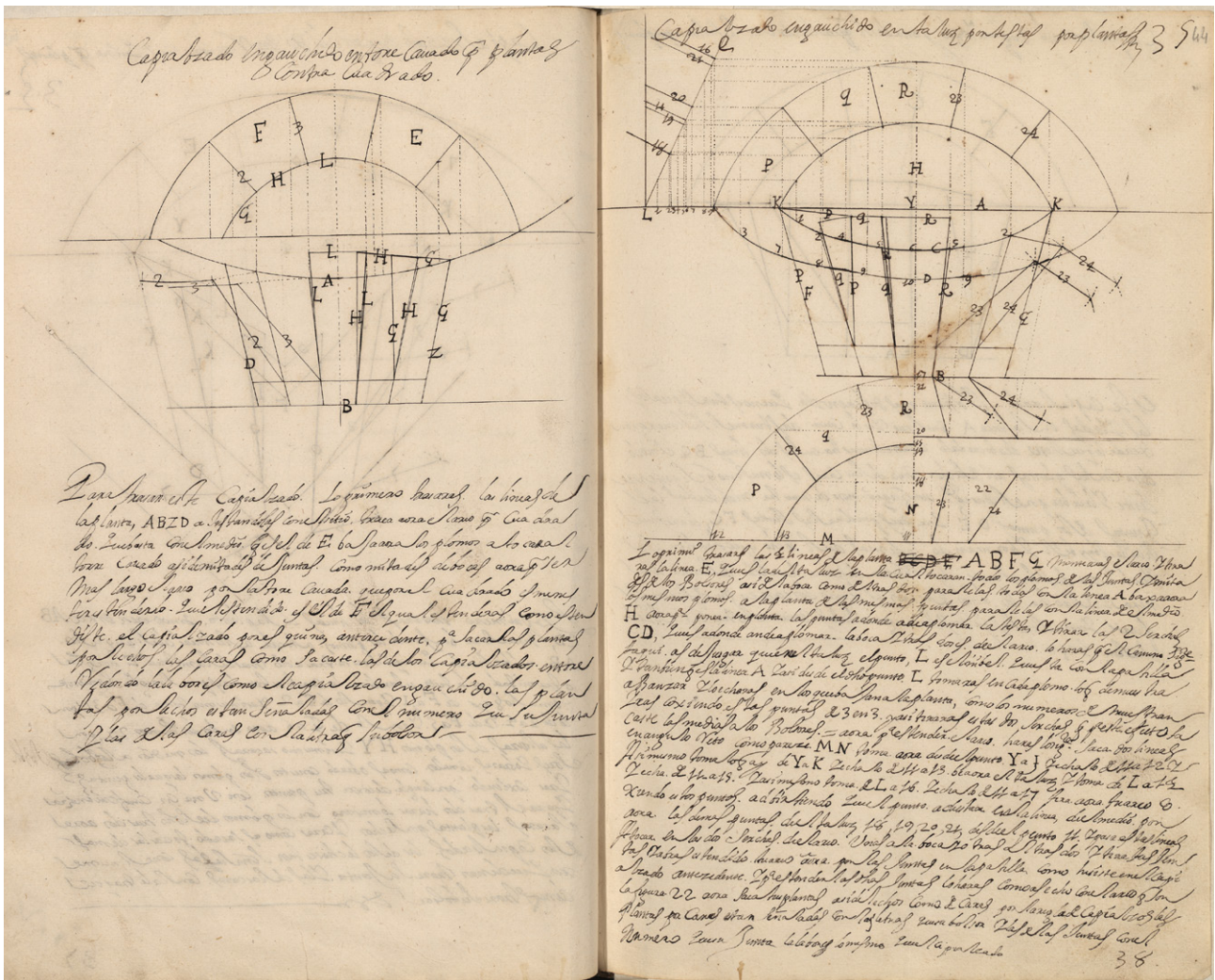
ALONSO DE GUARDIA.ca1600  
 Manuscrito. Fol.78v

JUAN DE PORTOR Y CASTRO.1708  
 Cuaderno de arquitectura. Fol. 36r.

El método de labra a emplear en los capialzados será por plantas y saltarreglas, salvo las piedras del salmer, que serán labradas por escuadrías. Las plantillas se utilizarán en la cara inferior de la piedra y para los planos de lecho se determinan las longitudes de junta inferior y testas y los ángulos formados entre ellas.

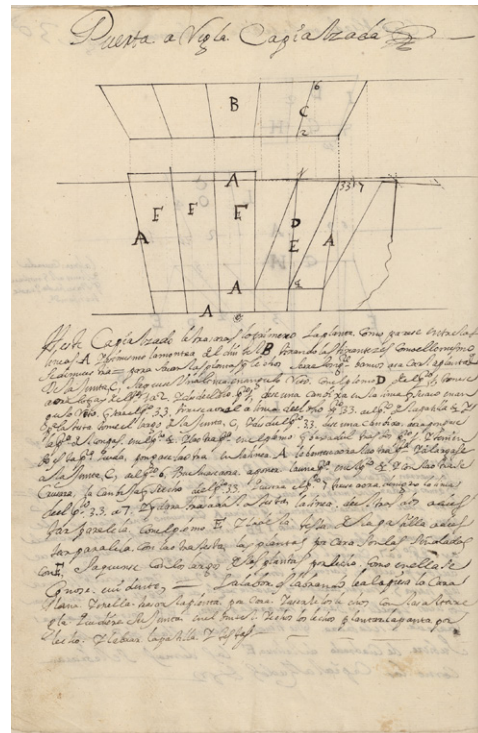
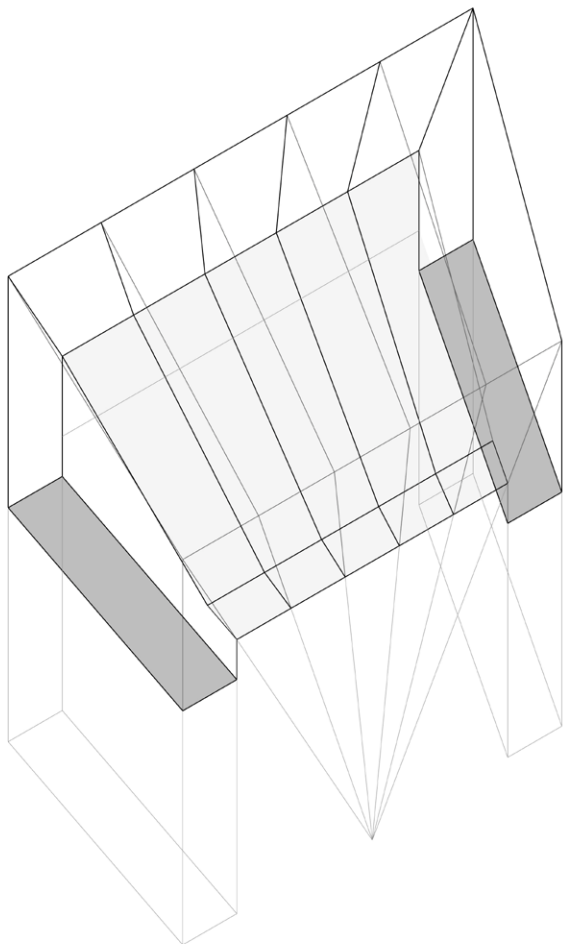
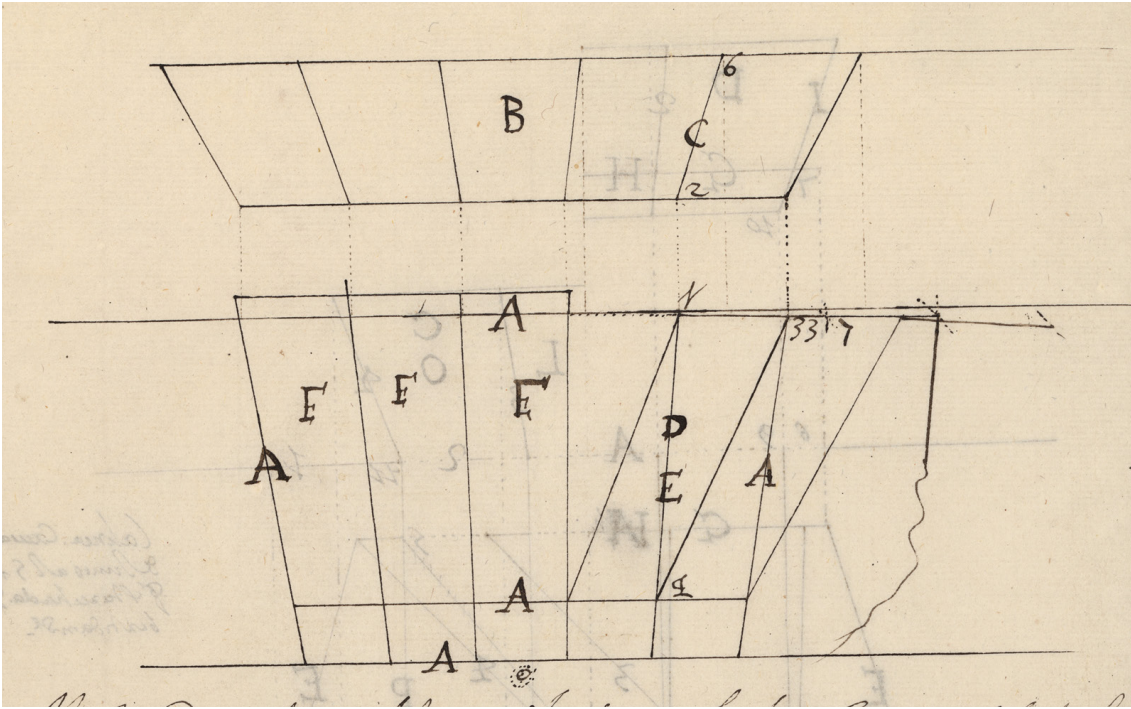
Para la obtención de plantillas y saltarreglas, el autor del cuaderno obtiene en primer lugar el ángulo que forman las juntas de lecho y testa. Una vez determinada la longitud real de la junta inferior, desde el batiente hasta el punto inferior de la junta de testa, se puede proceder al trazado de plantillas de caras. Debido a la existencia de este batiente, necesario para albergar la carpintería, los lechos determinan una superficie alabeada no desarrollable, detalle que no se tendrá en cuenta a la hora de trazar dichas plantillas. El autor no busca definir la superficie de lecho completa, con tres puntos será suficiente para obtener el ángulo entre juntas de lecho y testa sin necesidad de trazar la junta del trasdós de la dovela.

En el trazado de los modelos cuya testa se encuentra en una superficie oblicua o de directriz curva, como es el caso de los capialzados en esquina, en torre redonda y torre cavado, gracias a la simetría de la traza, se aprovechará la mitad del alzado para desarrollar el arco, detalle apenas perceptible en alguno de los casos. Si además de curvatura, presenta inclinación, se pierde la referencia con el alzado, por lo que en estos casos, el arco se desarrolla en un dibujo aparte.



Cuaderno de Juan de Portor. Fol. 43v-44r

Capialzado enganchado en torre cavada y en talud. A la izquierda del alzado del primero, desarrollo de medio arco en paramento curvo. En el segundo modelo, bajo la planta, desarrollo del arco de la testa en plano inclinado.

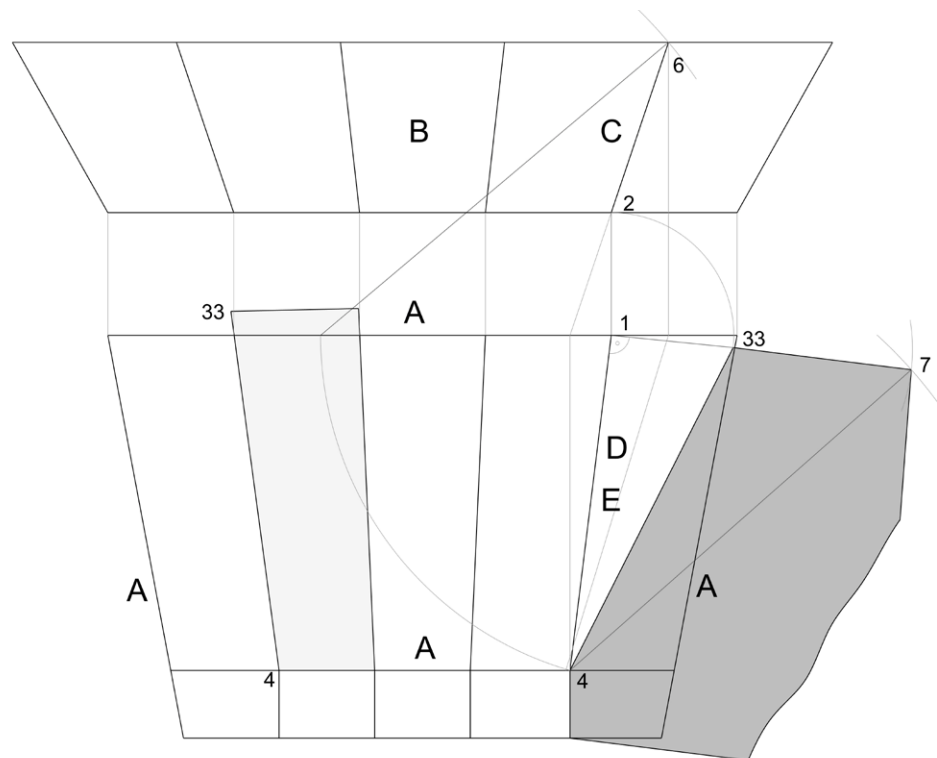


### ***Puerta a regla capialzada. Fol. 39v***

*A este capialzado le trazarás lo primero la planta como parece entre las líneas A y así mismo la monte del dintel B tirando las tiranteces como ello mismo se demuestra. Para sacar las plantas por lechos se hará lo siguiente: Vamos a sacar la planta de la junta C. Sáquese una línea en ángulo recto con el plomo D del punto 1. Tómese ahora lo que hay del punto 1 a 2 y desde el dicho punto 1 dese una convexa en la línea que se sacó en ángulo recto que será el punto 33. Térese ahora otra línea del dicho punto 33 a el punto de la patilla 4 y para la testa tome el largo de la junta C y desde el punto 33 dese una convexa. Ahora póngase la punta del compás en el punto 4 y la otra punta en el plomo que baja del trasdós, punto 1, y teniendo esta punta queda póngase la otra en la línea A. Levántese ahora la otra punta y alárgase a la junta C del punto 6. Vuélvase ahora a poner la una punta en el punto 4 y con la otra se cruzará la convexa que se echó del punto 33 que será el punto 7 y quedara trazada la testa. La línea del trasdós ha de estar paralela con el plomo E y la de la testa de la patilla ha de estar paralela con la otra testa. Las plantas por caras son las señaladas con F. Sáquense con los largos de las plantas por lecho como en ella se conoce evidente. La labor es labrándole a la pieza la cara plana y en ella trazar la planta por cara y hacerle los lechos con la saltarregla que diese su junta en el dintel y hechos los lechos plantar la planta por lecho y labrar la patilla y testas.*

Primer modelo de capialzado donde se conectan dos dinteles situados en planos paralelos verticales y a diferente altura. Una vez dibujada su planta, líneas A, se dibuja el alzado del arco adintelado y se sitúa a la altura deseada. Los puntos 1 y 2 en el alzado indican la diferencia de cota que se produce entre las dos testas. Las juntas inferiores de la testa se bajan a la planta y se unen con el despiece de la testa posterior para trazar los lechos. Para la labra de las dovelas se va a emplear el método de plantillas y saltarreglas. Para ello, es necesario obtener tanto las plantillas de caras como el ángulo que forman las juntas de testa y lecho. En primer lugar, mediante la regla denominada *de capialzos* o

*línea concurrente*, se determina mediante un giro, la longitud de la diagonal que une el punto superior de la junta de testa con el inferior de la junta de lecho. Este método, describe una serie de movimientos realizados con el compás con el objetivo de situar dicha diagonal en posición frontal. Con esa longitud y la de la junta de testa, tomada en el alzado, se determina el tercer punto del lecho. La superficie de lecho, según la proyección horizontal de juntas que aparece en el dibujo, será una superficie alabeada que se va a intentar desarrollar en el plano horizontal por medio de tres de los cuatro puntos que la definen. Si el lecho se define plano, la junta en proyección horizontal no puede llevar la misma dirección en el capialzado y en el batiente destinado a alojar la carpintería. El punto 4, de intersección entre juntas, se determinará a partir del plano de canto que, pasando por 6 - 2, contiene al lecho de la junta C.



Trazado de plantillas de caras a partir del plano de lecho. Abatimiento del plano de canto perteneciente al lecho de la dovela C sobre la proyección horizontal de la junta inferior. Las juntas en el batiente deberán ser en proyección horizontal paralelas entre sí y perpendiculares al plano de testa.



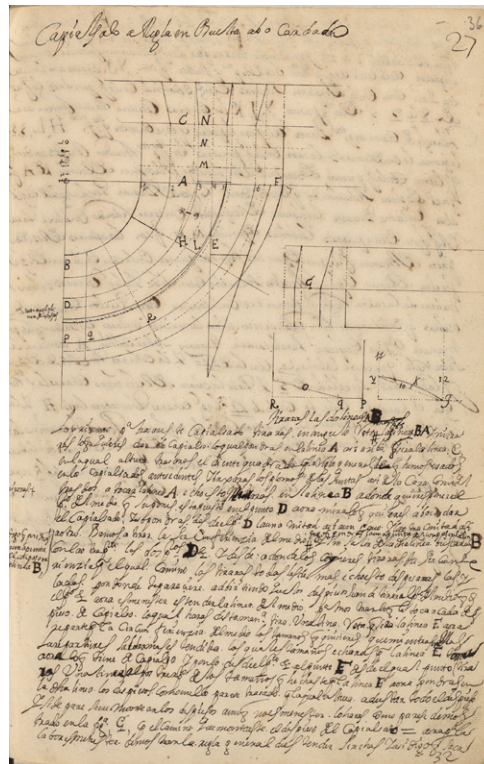
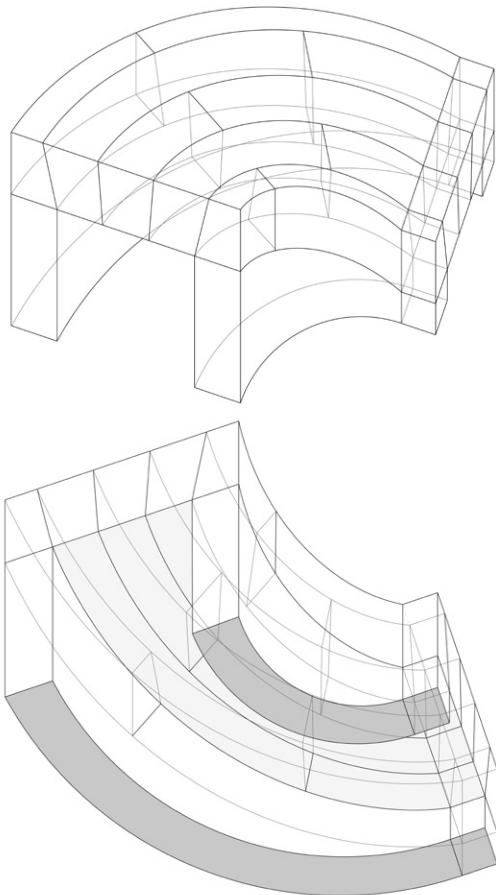
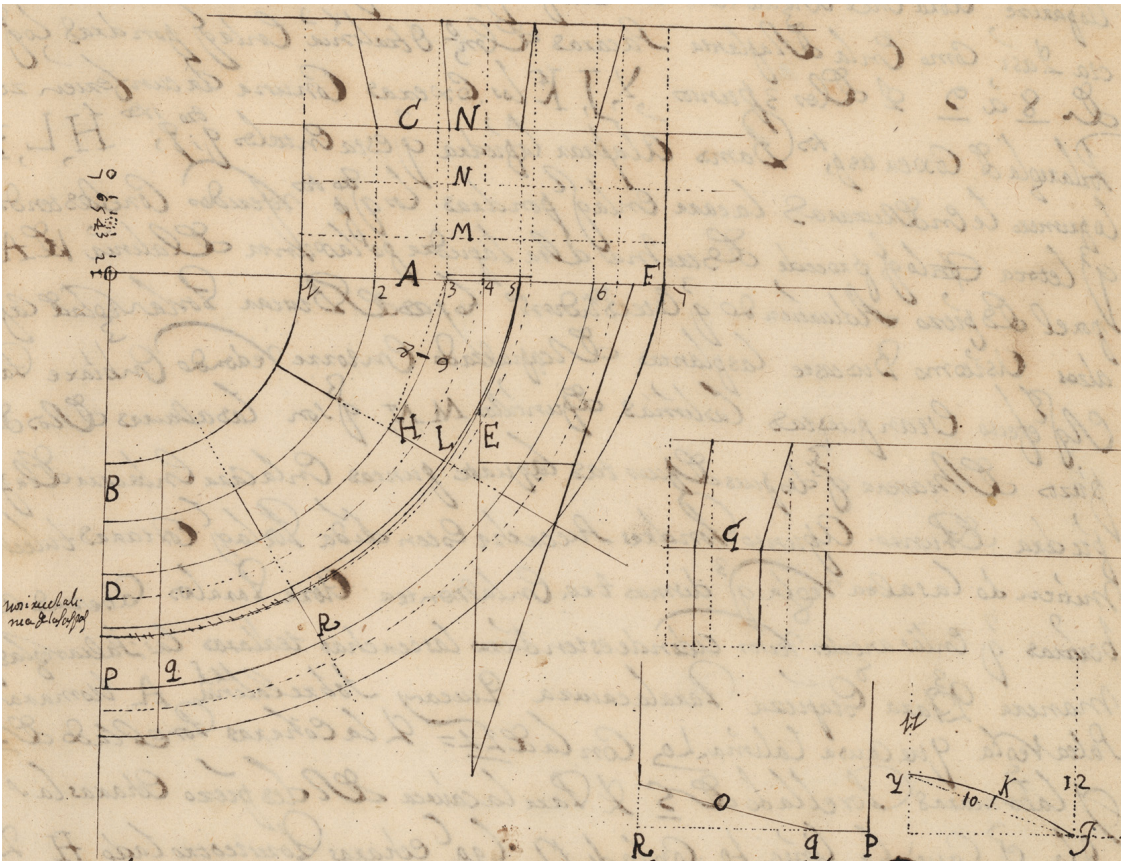
Capialzado a regla entre dinteles  
Monasterio de San Lorenzo. El Escorial



### ***Capialzado por la patilla y abocinado a regla. Fol. 39r***

*Este capialzado servirá cuando se ofrezca dar luz baja o bajar a alguna cantina o en otro género. Trácese la planta como parece entre las líneas A B E. El dintel C es de la cabeza B y el dintel D es de la patilla A. Las plantas por caras se conocerán por las letras que tuviesen los dinteles y las de los lechos por el número de las plantas. Vamos a labrar el salmer que está entre las líneas I E B. Hágase a regla la cara o lecho bajo que se entenderá ser cortada por la línea A y así mismo con el otro lecho se le harán en ángulo recto los tres lados I P B. Hecho esto estará la piedra escuadrada. Vamos ahora a robar por el punto 5. Súbase una perpendicular. Tómese ahora lo que hay del punto 6 a 7 y póngase en esta línea que subió del punto 5. Tírese ahora una línea de el otro punto a el punto 8 y así mismo tómese de el punto 9 a el punto 10 y póngase por el punto 11 paralelo hasta 5. Métase ahora por 8 la saltarregla de 4 y por 11 la de 1 con que se harán los lechos y por el lecho bajo le trazarás la planta I EB con que quedará trazada y se labrará metiendo nivelar el lado de P con lo que subiese de cuadrado de la línea E. Los demás se labrarán como los capialzados.*

Variante del modelo anterior donde la testa de ancho menor se sitúa en el frente del capialzado, de manera que se invierte el abocinamiento del hueco, que se amplía desde la fachada al interior de la estancia. Se ha aprovechado la simetría de la traza para representar en el mismo alzado ambas testas. La cara inferior de las dovelas se determina por las líneas G y B. La testa exterior se encuentra a una cota inferior a la de la línea G del plano inferior de la superficie, que es la del punto 7, de manera que el batiente horizontal que remata dicha testa se sitúa en la recta que pasa por el punto 10 del alzado. Para hallar los ángulos entre las juntas de testa y lecho, se abatirán 3 puntos del lecho como hemos visto en el capialzado anterior. Las piezas del salmer se labrarán por robos.



**Capialzado a regla en vuelta abocardado. Fol. 36r-v**

Lo primero para trazar este capialzado tirarás las dos líneas A B en ángulo recto y mirarás lo que quisieses dar de capialzo lo cual pondrás en la línea A hacia arriba que será la línea C en la cual altura trazarás el diente cuadrado por la regla general que hemos usado en los capialzos antecedentes y bajarás los plomos de las juntas así de cara como del trasdós a tocar la línea A. Hecho esto mirarás en la línea B adonde quieres poner el punto del medio que supones está puesto en el punto D. Ahora mira lo que quieres abocardar el capialzado y eso pondrás desde el punto D la una mitad hacia un lado y la otra mitad hacia el otro. Vamos a tirar la circunferencia del medio digo que pondrás la una punta del compás en la línea B y sin salir de la línea buscarás con la otra punta los dos puntos D, 4 y desde adonde los cogieres tirarás su circunferencia por el cual camino las tirarás todas las demás. Hecho esto despejarás las hiladas por donde te pareciese advirtiéndole que los despiezos se han tirado al punto del medio que es el punto 4. Ahora es menester extender la línea del medio para mostrar lo que le toca a cada despiezo de capialzo lo cual harás de esta manera. Tira una línea recta que será la línea E ahora reparte la circunferencia del medio los tamaños que quisieres, que mientras más la repartieres saldrá más extendida, los cuales tamaños echarás por la línea E. Toma ahora lo que tiene de capialzo y ponlo desde el punto 4 al punto F desde el cual punto tirarás una línea al postrer punto de los tamaños que echaste por la línea E. Ahora pondrás en dicha línea los despiezos como en ello parece trazado, por la cual altura ha de estar todo el despiezo y si te pareciese monte los despiezos aunque no es menester, lo harás como parece demostrado en la figura G por el camino que monteaste el despiezo del capialzado. Ahora para la labor es menester demostrar la regla general de extender cerchas y así digo que sacarás un ángulo recto en el cual pondrás lo que hay de 3 a H y por el otro lado lo que está más en alto el punto 3 que el punto H. Hecho esto tirarás una línea recta desde el punto 3 a H y por el medio tirarás otra que toque en la circunferencia como en ello parece. Ahora en el ángulo recto desde los puntos que pusiste que son Y, J tirarás una línea recta y así como en la

*de la planta sacarás del mismo otra línea en la que pondrás lo que hay de 8 a 9 y de los 3 puntos Y, J, K, los cogerás con una circunferencia por la regla de coger tres puntos. Vamos a labrar la piedra que está entre los cuatro puntos H, L, 3, 5. Lo primero le enderezarás la cara en la que pondrás los cuatro puntos referidos con el extendimiento que le toca lo cual procede de estar más alta la piedra por la junta de la línea de A que por el despiezo advirtiéndole que este extendimiento lo has de buscar por la regla de capialzos así como buscaste las plantas del capialzado en torre redondo en viaje para el cual efecto están puestas las líneas de puntillos M, N que son las alturas de los despiezos, de manera que después de puestas las cuatro puntos en la cara de la piedra, de punto a punto pondrás su cercha extendida por la cual cortarás tu lecho metiendo la saltarregla que demuestra en la montea. Ahora para las cabezas advertirás que en los ángulos rectos a donde extendieras las cerchas te hallarás las saltarreglas, por manera que para esta pieza para la cabeza que cae sobre la línea A tomarás la saltarregla que causa la línea 10 con la de 11. Y la echarás por el lado de 3 Y la bornearás por el lado de 5 y para la cabeza del despiezo echarás la saltarregla que causa la línea 10 con la de 12 la cual echarás por este otro lado H y la bornearás por el punto L y habrás labrado tu piedra. Por el dicho camino las labrarás todas. También advertirás que las piedras de la patilla es menester labrarlas por robos por haber de quedar la patilla a nivel como parece en la figura O de lo que hablaremos cuando lleguemos a este mismo capialzado con arco. Aquí atenderás en esta misma traza a que la línea de la patilla no está en su lugar porque ha de estar en la otra parte y en ella metida ha de estar los puntos de estas circunferencias porque salga derecha la cara del capialzado que estando adonde está no sale derecha.*

Este modelo es el primero que encontramos en el actual encuadernado del cuaderno. Resuelve la transición entre dos dinteles de diferente luz situados en planos perpendiculares entre sí y a diferente altura. Su proyección horizontal será un sector circular delimitado por las rectas A y B, por lo que sus impostas describen en el espacio una hélice de eje vertical. La diferencia de luz entre las testas obliga a que las hélices de ambas impostas presenten ejes no coincidentes.

El primer paso para su trazado es dibujar las líneas A y B, perpendiculares entre sí, con el fin de delimitar su planta, y el batiente q. Aquí se dibuja desde la recta B hacia el interior del capialzado, explicando el autor al final del texto que se debe corregir la posición y situar la recta q en el lado exterior, con el fin de que la testa del dintel se mantenga recta. Una vez establecida la diferencia de altura entre las impostas de los dinteles, líneas A y C, se dibuja el dintel correspondiente a la testa A y su despiece, bajando a continuación los puntos superior e inferior de las juntas de testa a la planta. Pasaremos a continuación a determinar la luz del dintel situado en la testa B y al reparto regular de sus dovelas. Estas divisiones se unirán con las primeras bajadas a la recta A por medio de arcos de circunferencia, cuyos centros se sitúan sobre la prolongación de la recta B. Dichos centros serán la posición de los ejes verticales de cada una de las hélices que describen las juntas de las hiladas y las circunferencias en planta definen su proyección horizontal. Para determinar la altura que corresponde a cada sección del capialzado, será necesario extender la curva central, arco D-4, tomando como referencia una recta auxiliar E, donde se irán colocando las longitudes de las cuerdas determinadas por los sectores en que se dividen las hiladas. Uniendo el primer punto con el último tendremos el desarrollo de la curva que conecta el punto medio del dintel A con el punto medio del dintel B. Este perfil nos servirá para determinar la altura de cualquier punto de la planta. Para poder obtener las plantilla de caras, será necesario hallar primero la longitud real de las juntas helicoidales de cada dovela. El método general a emplear para ello se va a describir aquí y posteriormente se hará referencia a él siempre que sea necesario desarrollar

una curva. Veamos el caso de la dovela comprendida entre los puntos 3-H y 5-L. En un dibujo auxiliar, se coloca la longitud de la cuerda 3-H. Sobre el punto 3, la diferencia de cota entre ellos, obteniendo así los puntos Y-J. Unimos Y-J con una recta y en el punto medio dibujamos una perpendicular con la medida de 8-9, obteniendo así los puntos O-K. Los tres puntos Y, K, L se unen mediante un arco de circunferencia que será la curva buscada. Repetimos el procedimiento para la junta 5-L y dibujando los lados correspondientes a juntas entre dovelas rectos, terminamos de trazar la plantilla correspondiente a la cara inferior de la dovela. Para la labra, aplicaremos la plantilla obtenida en la base de la piedra y en las dos testas rectas aplicaremos los ángulos que forman la recta 10 y las rectas verticales 11 y 12 respectivamente.

Esta traza es única y no la vamos a encontrar en otros textos de cantería pero sí la variante con una de sus testas en arco que se cita en este cuaderno y no se ha conservado, el *capialzado abocinado en vuelta*. Lo encontramos formando parte del repertorio de Martínez de Aranda, que presenta dos variantes más, con la testa en paramento curvo cóncavo y convexo, y en Alonso de Guardia, donde el arco de la testa es un arco escarzano muy rebajado.<sup>5</sup> En la antesacristía e la catedral de Murcia, se encuentra una solución que sigue las trazas de este capialzado. Es un corte muy relacionado con la conocidísima vía de San Gil, donde se añade la complejidad que presenta el cambio de sección recta a curva de una testa a otra.<sup>6</sup>

5

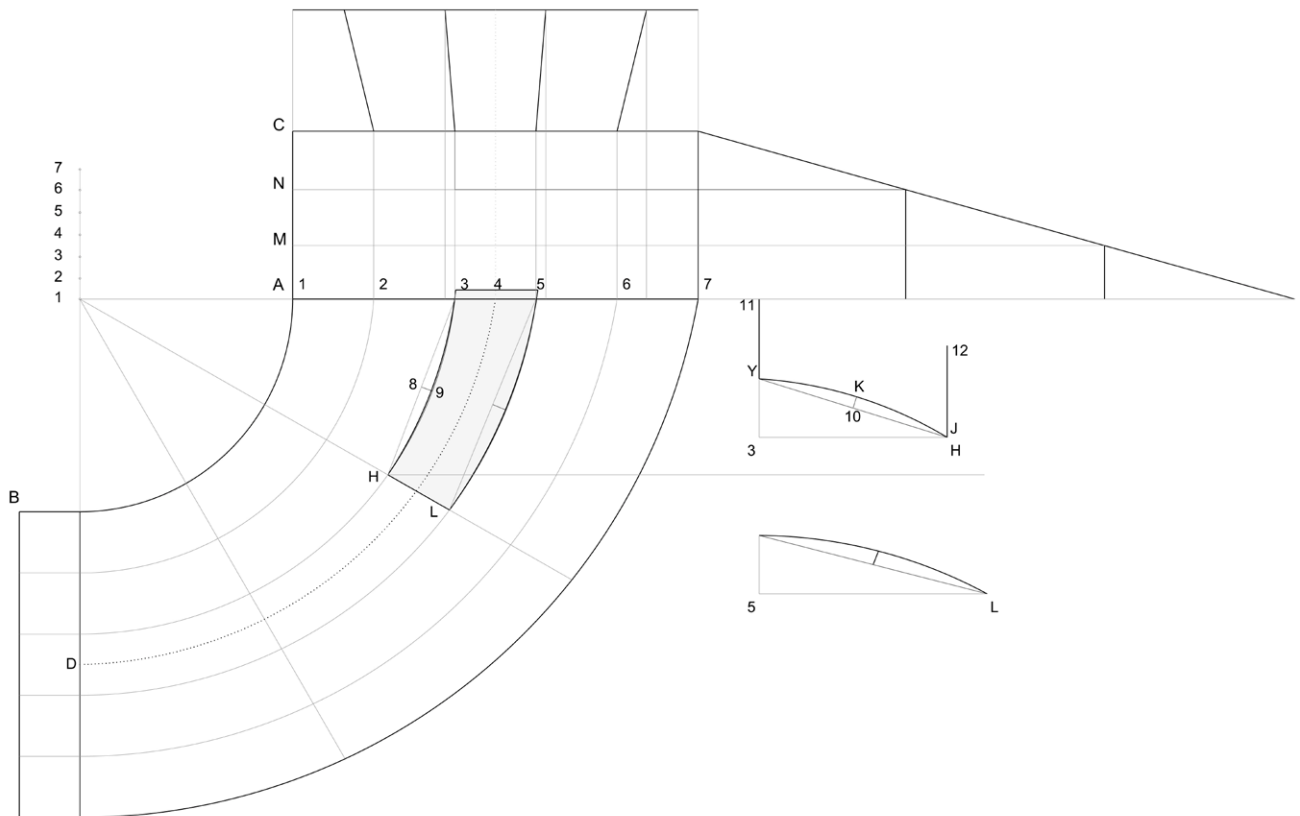
GUARDIA, A. ca.1600. *Capialzado abocinado en vuelta*.Fol. 78v.

MARTÍNEZ DE ARANDA, G. Cerramientos y trazas de monte.ca.1600. *Capialzado abocinado en vuelta con sus despiezos*.Pl. 156

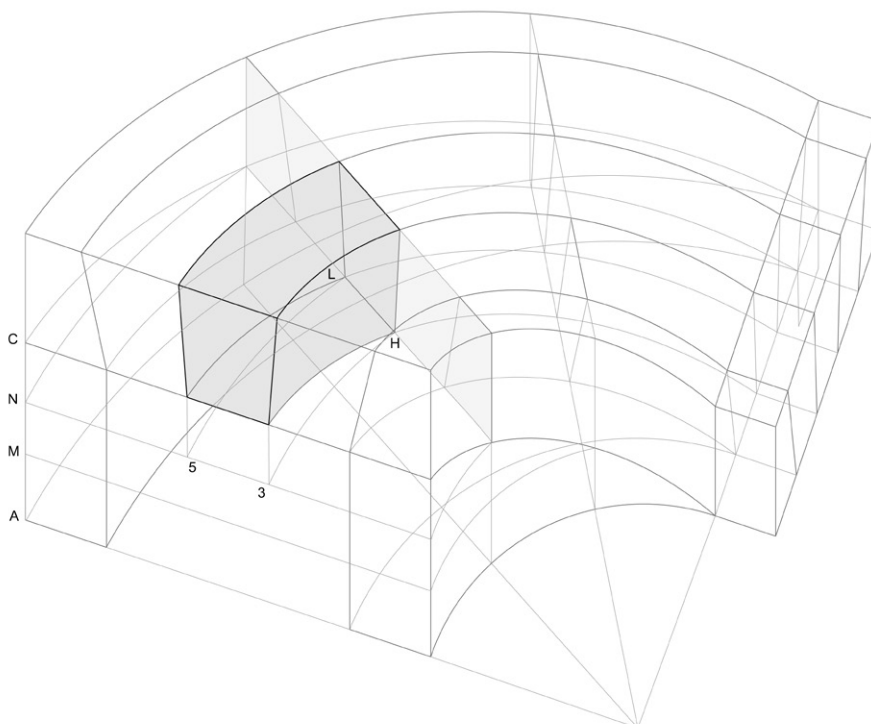
*Capialzado abocinado en vuelta en torre redondo*. Pl. 157. *Capialzado abocinado en vuelta en torre cavado* Pl. 158.

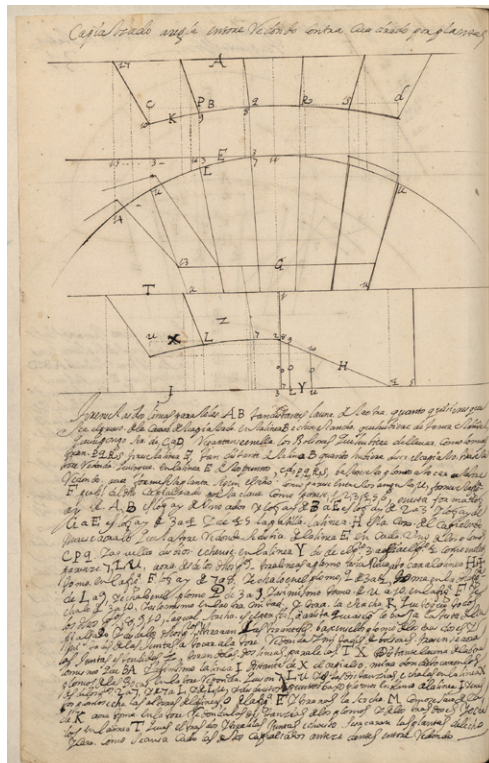
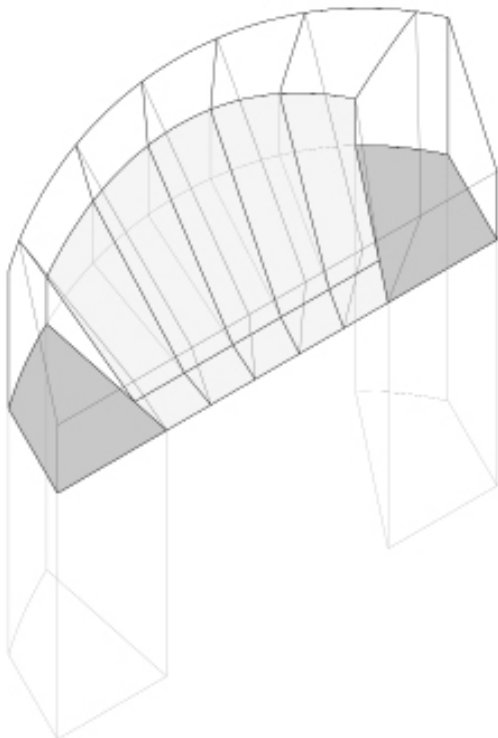
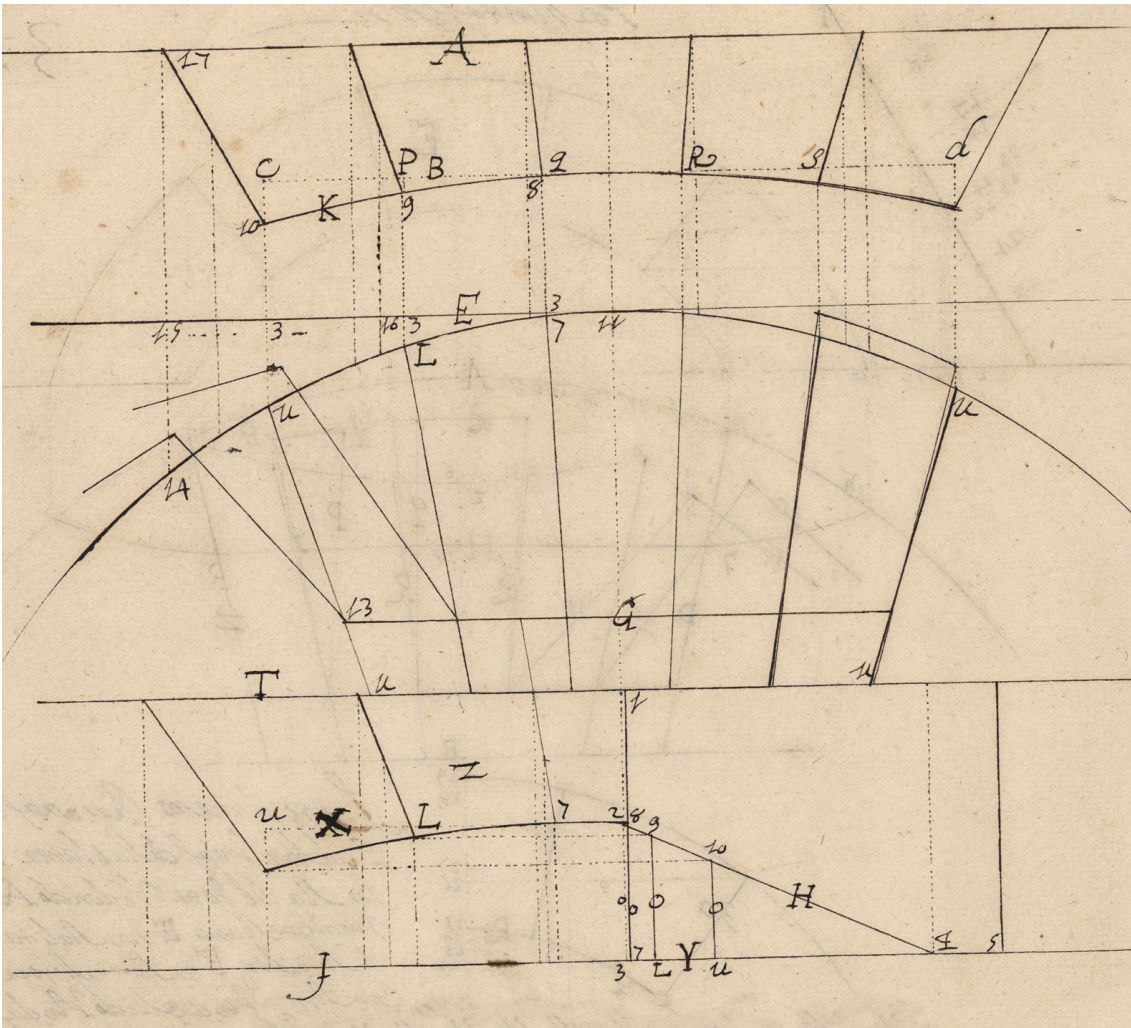
6

Con respecto a la pieza de la catedral de Murcia, ver CALVO LÓPEZ, José, Miguel Ángel, Alonso Rodríguez, Ana López Mozo. *Escala y esterotomía: el "Capialzado abocinado en vuelta" de la puerta de la sacristía de la capilla de Junterón en la Catedral de Murcia*. Imafrente, 16: 7-30, 2004.



Desarrollo de la curva central D-4. Trazado de plantilla inferior de la dovela comprendida entre los puntos 3-H, 5-L. Las testas se sitúan en planos verticales.





**Capialzado a regla en torre redondo contra cuadrado por plantas. Fol. 40v**

Tírense las dos líneas paralelas A B tan distantes la una de la otra cuanto quisieres que sea el grueso de la cabeza del capialzado. En la línea B échese el ancho que hubiere de tener el dintel que supongo ser de C a D. Repártanse en ella los bolsos que hubiere de llevar como lo demuestran P, q, R, S, fórmese la línea E tan distante de la línea A cuanto hubiere de ser el capialzo. Trácese la torre redonda que toque en la línea E. De los puntos c, d, p, q, r, s, bájense los plomos a tocar al torre redondo. Ahora fórmese la planta según el sitio, como parece entre los ángulos u. Fórmese la figura F perfil del dicho capialzado por la clave como parece 1, 2, 3, 4, 5, 6. En esta forma lo que hay de A, B es lo que hay de uno a dos y lo que hay de B a E es lo que hay de 2 a 3 y lo que hay de G a E es lo que hay de 3 a 4 y de 4 a 5 la patilla. La línea H es la cara del capialzado. Mírese ahora lo que la torre redonda se desvía de la línea E en cada uno de los plomos C, P, Q y aquellos desvíos échense en la línea Y desde el punto 3 hacia el punto 4 como en ellos pareciere 7, L, U. Ahora desde los dichos puntos tira líneas a plomo hacia arriba a tocar a la línea H.+ Toma en la figura F lo que hay de 7 a 8 y échalo en el plomo 9 de 3 a 4. Toma en la dicha figura de L a 9 y échalo en el plomo P de 3 a 9 y así mismo toma de u a 10 en la figura F y échalo de 3 a 10 y haz lo mismo en la otra mitad y tira la cercha K que toque todos los dichos puntos 8, 9, 10 la cual cercha es el perfil o arista que hace por la boca la testa del capialzado y desde los dichos puntos se tirarán las tiranteces. Bájense los plomos de los trasdoses y mitades de las juntas a tocar a la torre redonda y mitades de bolsos. Trácese ahora las juntas extendidas Z tirando las dos líneas paralelas T, X distante la una de la otra lo mismo que B A y así mismo la línea J distante de X el capialzo. Mira donde tocaron los plomos de las bocas en la torre redonda que son 7, L, U y estas distancias échalas en la línea X desde los puntos 2 a 7, y de 7 a L, y de L a u y desde estos puntos bajo plomos en blanco a la línea J y en estos plomos echa las alturas de las líneas O de la figura E y tirarás la cercha M como se sacó de la de K. Ahora toma en la torre redonda las distancias de los plomos y de los trasdoses y échalos en la línea T que es trasdós y tírale las juntas. Hecho esto se sacarán las plantas de lecho y cara como se han sacado las de los capialzados antecedentes en torre redondo.

Capialzado con una de sus testas en superficie cilíndrica y la otra en un plano vertical perpendicular al eje de la superficie. El arco de la testa curva queda definido por la recta A, que se proyectará ortogonalmente sobre el cilindro y el arco K, intersección del plano oblicuo determinado por las dos rectas paralelas G y B. Para su trazado, en primer lugar, se determinan las rectas A y B del dintel frontal. La recta B se divide en partes iguales y se bajan los puntos a planta. Se divide a su vez la recta T, correspondiente al dintel de testa posterior, en partes iguales y se unen estos puntos de T con los que bajamos desde B a la circunferencia que determina la testa curva en planta, obteniendo así el despiece en planta del capialzado. Para determinar la curva inferior de la testa frontal, será necesario trabajar con la sección longitudinal del capialzado, línea H. En dicha sección se podrán tomar las alturas de los puntos inferiores de las juntas, puntos 8, 9, 10, que unidos nos darán el alzado de dicha curva, elipse intersección del plano determinado por G y B y el cilindro de testa. Será necesario extender esta curva y determinar la longitud real de las juntas, como siempre que nos encontramos ante un arco sobre superficie curva. Esto se realiza a la izquierda del perfil del capialzado, con el fin de utilizar las referencias de las alturas de los puntos inferiores y superiores de las juntas. Para las plantillas de caras y ángulo entre juntas de lecho y testa se utilizará el procedimiento habitual.