

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ

Departamento de Tecnología Industrial y de Telecomunicación



ANÁLISIS DE LA TRAMOYA AÉREA DE LA *FESTA* O MISTERIO DE ELCHE

Sixto Manuel Marco Lozano

Directores: Dr. Emilio Velasco Sánchez y Dr. Juan Castaño García

Tesis Doctoral presentada en la Universidad Miguel Hernández de Elche para la obtención del título de Doctor.

Elche, junio de 2014

AUTORIZACIÓN DE PRESENTACIÓN DE TESIS DOCTORAL

Directores: Dr. Emilio Velasco Sánchez y Dr. Juan Castaño García

Título de la tesis: **ANÁLISIS DE LA TRAMOYA AÉREA DE LA *FESTA O MISTERIO DE ELCHE***

Autor: Sixto Manuel Marco Lozano

Departamento de Ciencia de Materiales, Óptica y Tecnología Electrónica

Universidad Miguel Hernández de Elche,



Como directores de la tesis reseñada INFORMAMOS QUE HA SIDO REALIZADA BAJO NUESTRA DIRECCIÓN POR D. Sixto Manuel Marco Lozano en el Departamento de Ciencia de Materiales, Óptica y Tecnología Electrónica de la Universidad Miguel Hernández de Elche y autorizo su presentación.

En Elche, a 29 de septiembre de 2014.

Fdo. Dr. Emilio Velasco Sánchez

Fdo. Dr. Juan Castaño García

**DEPARTAMENTO DE CIENCIA DE MATERIALES, ÓPTICA Y TECNOLOGÍA
ELECTRÓNICA.**

Dña. Julia Arias Rodríguez, Profesora Titular de Universidad y Directora del Departamento de Ciencia de Materiales, Óptica y Tecnología Electrónica de la Universidad Miguel Hernández de Elche.

Informa

Que el trabajo realizado por D. Sixto Manuel Marco Lozano titulado **ANÁLISIS DE LA TRAMOYA AÉREA DE LA FESTA O MISTERIO DE ELCHE** ha sido dirigido por los Doctores D. Emilio Velasco Sánchez y D. Juan Castaño García y se encuentra en condiciones de ser leído y defendido como Tesis Doctoral ante el correspondiente tribunal en la Universidad Miguel Hernández de Elche.

Lo que firmo para los efectos oportunos en Elche, a 29 de septiembre de 2014

Fdo.: Dña. Julia Arias Rodríguez

Directora del Departamento de Ciencia de Materiales, Óptica y Tecnología Electrónica.

DEPARTAMENTO CIENCIA DE LOS MATERIALES, ÓPTICA Y TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA

Universidad Miguel Hernández de Elche, Avda. de la Universidad s/n, 03202 Elche

Tel.: 96 665 8424 y 96 665 8549

ANÁLISIS DE LA TRAMOYA AÉREA DE LA FESTA O MISTERIO DE ELCHE

RESUMEN

En la ciudad de Elche, durante los días 14 y 15 del mes de agosto y sin interrupción significativa desde el último tercio del siglo XV, se celebran fiestas en honor de su patrona la Virgen de la Asunción. Como acto más destacado está la representación en el interior del templo de Santa María de lo que fueron los últimos días de la vida, muerte, ascunción a los cielos y coronación de la Virgen María. Esta representación teatral ha sobrevivido a otras de su clase, que se celebraban en el mundo cristiano siglos atrás, pese a las cláusulas establecidas por el Concilio de Trento que las prohibían dentro de los templos. Su salvaguarda fue debida a un rescripto concedido en 1632 por el papa Urbano VIII y lo extraordinario de tal evento se debe a que las representaciones hayan perdurado hasta nuestros días —y durante cinco siglos— sin apenas interrupción, salvo en los casos de fuerza mayor (guerras, epidemias, etc.).

Esta representación, única en el mundo y declarada Patrimonio Inmaterial de la Humanidad, se hace toda ella cantada tras convertir todo el interior del templo en un gran escenario, con sus correspondientes tramoyas equipadas con una máquina compuesta, una cabria doble, que permiten descender y elevar una altura de 27 m. Los ingenios aéreos están ocupados por cantores, donde en alguno de ellos, lo hacen en número de cinco alcanzando a pesar hasta 600 daN, e incluso, el mantenimiento de dos de los aparatos, de forma simultánea, en el aire. Este extraordinario escenario consta de dos partes: uno ubicado a nivel del suelo, conocido como tramoya baja, y el otro —el aéreo— conocido como tramoya alta o cielo en la cúpula, comunicándose ambos espacios por medio de tres aparatos aéreos —la *Mangrana*, el Araceli y la Santísima Trinidad. Como componentes hay una cabria que se encarga de mover los aparatos aéreos entre ambas tramoyas, separadas por una altura de más de 24 m, una plataforma, a modo de balcón, que se extiende desde las paredes interiores del tambor hacia su centro y permite acceder a los aparatos aéreos de forma cómoda y fácil y un círculo de lona cuyo diámetro medio aproximado es de 13,35 m sobre el que, con pintura, se representa el paraíso. El conjunto podemos calificarlo en general, como de una tecnología muy primitiva, pero que, tras su uso y perfección a lo largo de los siglos, ha permitido alcanzar un alto grado de precisión y eficacia.

Las máquinas de elevación instaladas han sufrido varias modificaciones en el transcurso del tiempo. La última de ellas, realizada en el año 1761, fue llevada a cabo por el arquitecto Marcos Evangelio, quien las cambió con el vaticinio de que: *...solamente dos hombres puedan hacer lo mismo en que asta de presente se han ocupado más de veinte personas*. Estas máquinas, salvo las reparaciones de mantenimiento requeridas a lo largo de los años y pese al haberse producido el incendio del templo, provocado en febrero de 1936, permanecen en estado similar a como el arquitecto las diseñó, a falta de una caja de madera que reforzaba la estructura y que ardió en el citado incendio. Las imágenes que nos han llegado de las máquinas, nos demuestran, que el vaticinio del arquitecto no se pudo cumplir y que en lugar de dos se precisaba de cuatro hombres. Su estudio nos permite verificar que la máquina es muy avanzada respecto a la tecnología que se daba en la zona geográfica de la época en que fue construida, que fue bien diseñada, que estuvo bien

ANÁLISIS DE LA TRAMOYA AÉREA DE LA FESTA O MISTERIO DE ELCHE

construida, pero un error de montaje hizo que el arquitecto fracasase con lo predicho.

Y por último, intentaremos, con los datos que nos proporcionó el citado arquitecto, esbozar cómo pudieron haber sido las máquinas utilizadas hasta 1760.



ANÁLISIS DE LA TRAMOYA AÉREA DE LA FESTA O MISTERIO DE ELCHE

Abstract

In the city of Elche, a celebration is held every year in honour of its patron saint, the Virgin of the Assumption. This celebration has been taking place every 14th and 15th of August without significant interruption from the last third of the fifteenth century. The most important event is a representation that shows the last days of life, death, Ascension and coronation of the Virgin Mary. This theatrical performance is carried out inside the *Santa Maria* temple and it has persisted until now, comparing to other performances of its kind, which were held in the Christian world centuries ago, despite the terms established by the Council of Trent that prohibited representations inside the temples. The preservation of this tradition was due to a rescript granted in 1632 by Pope Urban VIII and the extraordinary of such an event is that representations have endured to this day, and for five centuries, with little interruption, except in cases of force majeure (wars, epidemics, etc.).

This representation is unique in the world and has been declared Intangible Heritage of Humanity. All the performance is sung by the actors and, to make it possible, the interior of the temple is converted on a big stage, with all the necessary stage machinery consisting of a compound machine and a dual derrick, which permits taking down and raising components up to 27 meters height. The aerial stages are occupied by five singers at most, so the weight to bear can reach up to 600 decanewton. Even, in some moments, two devices are maintained in the air. This extraordinary setting consists of two parts: one stage located at ground level, known as *tramoya baja*, and another one (the aerial one) which is known as *tramoya alta* or *cielo* (heaven) in the dome. Both stages are communicated by means of three aerial machines: the *Mangrana* (pomegranate), the *Araceli* and the *Santísima Trinidad* (Holy Trinity). The components of this aerial system are a hoist, which is responsible for moving the aerial components between the two stages (the height difference between them is over 24 meters), a platform, similar to a balcony, which extends from the inner walls of the tambour towards its centre and provides access to the aerial machines in a comfortable way and, at last, a circle of canvas whose average diameter is approximately 13.35 meters with a paradise depicted on it. We can say that the set is made in a very primitive technology, but after use and perfection throughout the centuries, has reached a high degree of accuracy and efficiency.

The lifting machinery has undergone several changes over time. The last one, held in 1761, was carried out by the architect Marcos Evangelio, who changed them with the prediction that: "... only two men be able to do the same that more than twenty people have been doing until now". These machines, except maintenance repairs required over the years and despite the fire that

ANÁLISIS DE LA TRAMOYA AÉREA DE LA FESTA O MISTERIO DE ELCHE

devastated the temple in February 1936, remain similar to the state as they were designed by the architect. Only a wooden box that reinforced the structure disappeared with the fire. The images that have lasted to present show us that the prediction of the architect could not be met and that four men were needed, instead of two. After studying it, we can verify that the machine is very advanced compared to the technology that existed in the geographical area and in the time it was built, it was well designed, it was built correctly, but an assembly error caused the architect to fail with his prediction.

Finally, we will try to outline how were the machines that had been used until 1760, using the data we know from the architect.



AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer a mis directores de tesis, Juan Castaño García y Emilio Velasco Sánchez, por su orientación y ayuda que han permitido dar forma al presente trabajo.

También quiero agradecer a todos los miembros de la tramoya pertenecientes a la *Festa* o Misterio de Elche, y en especial a Francisco Ródenas Sánchez, Juan Antonio Quiles Román y Juan Francisco Ródenas Martínez, quienes tras permitir mi integración con ellos como un miembro más de la tramoya, me han transmitido todos los secretos y me han permitido conocerla al detalle. Es más, a través de ellos he ido conociendo parte de su historia, habida cuenta que el primero citado está en la tramoya desde que tenía 12 años, ingresando en ella en el año 1959.

De forma muy especial quiero manifestar mi gratitud a los tres compañeros y amigos de promoción: Luis Payá, Mariola Costa y Juan Luis Sánchez, quienes desde el año 2000 que nos conocimos, la amistad no solo ha permanecido, sino que se ha fortalecido, y como compañeros y amigos me han ayudado en la consecución de esta tesis.

Quiero manifestar también mi recuerdo y agradecimiento al que fue compañero de junta, D. Vicente Pomares, quien desde mi ingreso en ésta me ofreció su apoyo, amistad y ánimo en los momentos difíciles.

Me es imposible no pensar en la persona que me metió en esto. Cuando terminé la, Ingeniería Técnica Industrial, pronto me surgió la idea de hacer la de Ingeniería Industrial, tras un largo periodo de compartir el trabajo y la familia con los estudios, y después de pasar por la U.N.E.D., y la Politécnica de Cartagena, aterricé en la U.M.H., donde hice la Ingeniería de Materiales y a continuación la de Industriales. Fue en esta última universidad, donde conocí a Ángela Sastre Santos, con quien entable muy buena amistad. Cuando finalice Industriales me propuso hacer los cursos de doctorado, algo que jamás hubiera imaginado y que finalmente, gracias a su inestimable ayuda, pues ella fue quien me dirigió la tesina, pude obtener la suficiencia investigadora. Muchas gracias Ángela.

Gracias a María Dolores Peiró, Margarita Bru y Virginia Navarro, que han tenido la santa paciencia de orientarme en la redacción de la presente tesis.

Y por último no puedo olvidar a mi familia y la paciencia que han tenido conmigo por las horas que les he tenido que robar para llegar a este punto. Muchas gracias Leonor madre, Natalia y Leonor hija ¡Os quiero!

ANÁLISIS DE LA TRAMOYA AÉREA DE LA FESTA O MISTERIO DE ELCHE



ANÁLISIS DE LA TRAMOYA AÉREA DE LA FESTA O MISTERIO DE ELCHE



A Leonor



**CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN**

1.1 Marco de la tesis.	20
1.2. Motivación.	21
1.3. Objetivos.	21
1.4. Conjunto de publicaciones y conferencias ligadas a la Tesis Doctoral.	24
1.4.1. Publicaciones en revistas.	24
1.4.2. Conferencias.	25
1.5. Estructura de la tesis.	25

**CAPÍTULO II
ESTADO DEL ARTE**

2.1. Uso de la ciencia en la construcción de la tramoya de 1760.	30
2.1.1. El cielo.	30
2.1.2. La plataforma.	31
2.2.3. La cabria.	31
2.2.3.1. Los pilares.	32
2.2.3.2. Maromas, ganchos y poleas.	32
2.2.3.3. El torno.	32
2.2.4. La <i>Mangrana</i>	33
2.2.5. El Araceli.	34
2.2.6. La Santísima Trinidad.	34
2.3.	35

**CAPÍTULO III
EL CIELO O TRAMOYA AÉREA**

3.1. Situación.	38
3.2. El espacio físico en la basílica.	39
3.2.1. El terrado.	39
3.2.1.1. La caseta de las vigas.	47
3.2.1.2 La caseta vestuario.	48

ANÁLISIS DE LA TRAMOYA AÉREA DE LA FESTA O MISTERIO DE ELCHE

3.2.1.3 El aseo.	50
3.2.2 El cimborrio.	50
3.2.2.1 Preinstalación para el cielo.	53
3.2.2.2 Preinstalación para la plataforma.	55
3.2.2.3 Preinstalación para la cabría.	58
3.2.2.4 Las vidrieras.	59
3.3 El acceso	60
3.4 El decorado aéreo: el cielo.	62
3.4.1 El lienzo.	62
3.4.2 El montaje y desmontaje	67
3.4.3 La sujeción.	70
3.4.4. Cómo se guarda el cielo.	72
3.4.5 La red de seguridad.	78
3.5 La plataforma.	78
3.5.1 La estructura.	79
3.5.1.1 La viga maestra (la jácena)	80
3.5.1.2 Las vigas de voladizo.	83
3.5.1.3 Las vigas de borde.	87
3.5.1.4 Vigas auxiliares.	89
3.5.1.5 Otras vigas y accesorios.	89
3.5.1.5.1. Viga de cierre trasero (marrano).	89
3.5.1.5.2. Viga de cierre delantera (cierre de puntas)	90
3.5.1.5.3. Pilares de apoyo de la viga de voladizo.	91
3.5.1.5.4. Pilares de bloqueo de la viga de voladizo.	91
3.5.1.5.5. Viga de borde del bacalao.	91
3.5.1.5.6. Las clavijas.	93
3.5.1.5.7. Los tensores.	93
3.5.1.5.8. Escaleras de acceso.	95
3.5.1.5.9. Maromas de sujeción.	96
3.5.1.6. Sujeción de la estructura.	96
3.5.2. El tablado.	97
3.5.3. La barandilla de protección.	98
3.5.4. El montaje y desmontaje.	99
3.6. La cabría.	102
3.6.1. Las vigas.	103
3.6.2. Las maromas.	109
3.6.2.1. Atirantado y regulación de la cabría.	109
3.6.2.2. Maromas de izado de aparatos.	116
3.6.2.3. Unión del vértice y fijación de las poleas.	122
3.6.2.4. Apertura y cierre de las alas de la <i>mangrana</i>	125

ANÁLISIS DE LA TRAMOYA AÉREA DE LA FESTA O MISTERIO DE ELCHE

3.6.3. Las poleas.	126
3.6.3.1. Poleas de remonte.	126
3.6.3.2. Poleas de suspensión.	129
3.6.3.3. Los cuadernales de regulación de la cabria.	132
3.6.3.4. Polea de compensación de fuerzas pasivas y polea de apertura y cierre de las alas de la <i>mangrana</i>	133
3.6.4. Los tornos.	134
3.6.4.1. Descripción general.	136
3.6.4.2. El bastidor.	138
3.6.4.3. La entrada.	140
3.6.4.3.1. Las cigüeñas.	140
3.6.4.3.2. Los árboles.	143
3.6.4.3.3. Los piñones de entrada.	145
3.6.4.3.4. Sistema de retención.	145
3.6.4.3.4.1. Las ruedas de trinquete.	145
3.6.4.3.4.2. Las uñetas.	147
3.6.4.3.4.3. El soporte de las uñetas.	148
3.6.4.4. Las salidas.	149
3.6.4.4.1. El árbol.	149
3.6.4.4.2. Los engranajes.	150
3.6.4.4.3. Los tambores.	150
3.6.4.4.3.1. Las matrices.	151
3.6.4.4.3.2. Las coronas delimitadoras.	151
3.6.4.4.3.3. El gancho.	152
3.6.4.4.4. El sistema de freno.	153
3.6.4.4.4.1. La rueda del freno.	154
3.6.4.4.4.2. Las zapatas y su accionamiento.	155
3.6.4.5. La cadena de engranajes.	157
3.6.4.6. La energía de entrada.	157
3.6.4.7. Fuerza máxima requerida en la salida.	159
3.6.4.7.1. El peso.	159
3.6.4.7.2. Fuerzas de inercia.	159
3.6.4.7.3. Resistencias pasivas.	160
3.6.4.7.3.1. Resistencias pasivas procedentes del exterior.	160
3.6.4.7.3.2. Resistencias pasivas inherentes al torno.	161
3.6.4.8. El par máximo en el tambor.	161
3.6.4.9. Fuerza, trabajo y potencia máxima en las cigüeñas.	162
3.6.4.10. Esfuerzo máximo aplicado por el tramoyista.	162
3.6.5. Asentamiento de la cabria.	163
3.6.6 La caseta del torno.	165

ANÁLISIS DE LA TRAMOYA AÉREA DE LA FESTA O MISTERIO DE ELCHE

3.6.7. Montaje y desmontaje de la cabria	166
3.7. Las puertas del cielo.	172
3.7.1. Descripción del armazón	173
3.7.1.1. Descripción del bastidor de sujeción del cielo.	175
3.7.1.2. Descripción del bastidor guía de puertas.	176
3.7.1.3. El bastidor de las tablas de cierre. Las tablas.	178
3.7.1.4. Los pernos.	182
3.7.2. Las puertas.	183
3.7.3. El sistema de apertura y cierre.	185
3.7.3.1. Las poleas.	185
3.7.3.2. Los cáncamos.	186
3.7.3.3. Las cuerdas. Su recorrido.	186
3.7.4. El montaje y desmontaje de las puertas del cielo.	188
3.8. Los aparatos aéreos.	192
3.8.1. La granada, <i>mangrana</i> o <i>núvol</i>	192
3.8.1.1. El aparato.	195
3.8.1.1.1. El bastidor.	197
3.8.1.1.1.1. La base.	198
3.8.1.1.1.2. La cubierta.	201
3.8.1.1.1.3. Los pilares principales.	203
3.8.1.1.1.4. El arnés.	204
3.8.1.1.2. La cobertura.	205
3.8.1.1.2.1. Los bastidores de las alas.	207
3.8.1.1.2.2. El lienzo.	209
3.8.1.1.2.3. Las figuras en relieve.	211
3.8.1.1.2.4. Los tirantes.	213
3.8.1.2. El ángel.	213
3.8.1.3. La palma.	216
3.8.1.4. El enganche aparato-maroma.	217
3.8.1.5. La ornamentación.	219
3.8.1.6. La apertura-cierre de las alas.	220
3.8.2. El Araceli o <i>recélica</i>	221
3.8.2.1. El aparato.	227
3.8.2.1.1. El bastidor principal.	229
3.8.2.1.2. El anillo de enganche	236
3.8.2.1.3. El sitial central.	236
3.8.2.1.3.1. Los jabalcones de la plataforma central.	241
3.8.2.1.3.2. El arnés de seguridad.	243
3.8.2.1.4. Los sitaliales laterales.	245
3.8.2.1.5. La sujeción del arpa.	250

ANÁLISIS DE LA TRAMOYA AÉREA DE LA FESTA O MISTERIO DE ELCHE

3.8.2.1.6. La decoración.	251
3.8.2.2. Los ocupantes.	251
3.8.2.2.1. Los ángeles.	252
3.8.2.2.2. El ángel mayor.	254
3.8.2.2.3. La Madre del Hijo de Dios.	254
3.8.2.2.4. La Alma de la Virgen.	256
3.8.2.3. Los instrumentos musicales.	256
3.8.3. La santísima Trinidad o <i>coronació</i>	259
3.8.3.1. El aparato.	261
3.8.3.1.1. El bastidor principal.	265
3.8.3.1.1.1. El sitial central.	269
3.8.3.1.1.2. El respaldo.	269
3.8.3.1.1.3. Los sitaliales laterales.	271
3.8.3.1.1.4. Los arneses.	271
3.8.3.1.1.5. El posapies.	276
3.8.3.1.2. El arco de sujeción.	278
3.8.3.1.3. La decoración.	280
3.8.3.1.4. Los ocupantes.	280
3.8.3.1.5. La corona.	281
3.9. Consideraciones finales del capítulo.	282

CAPÍTULO IV

LOS TORNOS DE MARCOS EVANGELIO: AÑO 1761

4.1. Los tornos tras la Guerra Civil.	286
4.2. El incendio de la basílica del 20 de febrero de 1936.	287
4.3. Otros testigos del incendio.	295
4.4. La sustitución.	296
4.5. Situación actual.	297
4.6. Análisis de los tornos.	297
4.7. Descripción general	299
4.7.1. El bastidor.	230
4.7.1.1. El marco superior.	301
4.7.1.2. El marco de la base	304
4.7.1.3. Las columnas principales.	304
4.7.1.4. Los travesaños.	305
4.7.1.5. Columnas secundarias, apoyo de los árboles.	307
4.7.1.6. Los cojinetes.	309
4.7.1.7. La caja de madera.	311
4.7.2. La entrada de la energía.	312

ANÁLISIS DE LA TRAMOYA AÉREA DE LA FESTA O MISTERIO DE ELCHE

4.7.2.1. Las cigüeñas.	312
4.7.2.2. Árboles de entrada.	313
4.7.2.3. El piñón de transmisión.	315
4.7.3. Los tambores de salida.	317
4.7.3.1. Los árboles.	317
4.7.3.2. Las matrices.	319
4.7.3.3. Discos delimitadores.	320
4.7.3.4 Engranés de recepción de la fuerza.	321
4.7.4. Las transmisiones, trenes de engranajes.	322
4.7.4.1.Torno grande.	322
4.7.4.2.Torno pequeño.	324
4.8. La cabria.	325
4.9. Resistencias pasivas en los engranajes.	325
4.10. Energía suministrada a los tornos.	325
4.10.1. Fuerza y par	325
4.10.2. Velocidad, trabajo y potencia.	326
4.11. Consideraciones finales. Del capítulo IV.	327

CAPÍTULO V

LOS TORNOS ANTES DE 1761

5.1. Consideraciones hechas en el análisis.	336
5.2. Tipos de máquinas.	337
5.2.1. Verticales.	337
5.2.1.1. Cabestrante.	338
5.2.1.2. Malacate.	340
5.2.2. Horizontales.	343
5.2.2.1. Ruedas de gran tamaño con escalones.	343
5.2.2.2. Ruedas accionadas manualmente.	348
5.2.2.2.1. Tornos accionados directamente sobre el tambor.	348
5.2.2.2.2. El tornillo sin fin.	353
5.2.2.2.3. Tornos que intercalan sistemas de aumento de par.	354
5.2.2.2.3.1. Combinación de máquinas elementales.	355
5.2.2.2.3.2. Inclusión de engranes.	357
5.3. Consideraciones finales del capítulo V.	359

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

6.1. Aportación de la tesis.	361
6.2. Líneas de investigación futuras.	365

ANÁLISIS DE LA TRAMOYA AÉREA DE LA FESTA O MISTERIO DE ELCHE

6.3. Consideraciones finales. 365





CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

	<u>Página</u>
I-1: Imagen de la Virgen de la Asunción que preside el templo de la basílica de Santa María de Elche.	2
I-2: La Basílica de Santa María de Elche vista desde el noroeste.	3
I-3: Aspecto del interior de la basílica de Santa María de Elche en periodo fuera de representaciones, vista desde la puerta mayor.	3
I-4: Imagen de la Virgen María, en estado yacente sobre la yacija.	4
I-5: La Virgen de la Asunción, cruzando las puertas del paraíso tras haber sido coronada. El lienzo cubre la base del cimborrio tras el que se encuentra toda la maquinaria de la tramoya.	5
I-6: Interior de la basílica de Santa María convertida en escenario para llevar a cabo la <i>Festa</i> . En la parte baja y en el centro está el andador, al final de este el <i>cadafal</i> , en los laterales las tribunas y en lo alto el cielo.	6
I-7: Imágenes correspondientes a la <i>mangrana</i> , el Araceli y la Santísima Trinidad, durante su trayecto entre el cielo y la tierra.	7
I-8: El andador visto desde la puerta principal del templo, al final se ve el <i>cadafal</i> .	8
I-9: El <i>cadafal</i> visto desde el lado de la epístola.	8
I-10: Los tramoyistas en el interior del <i>cadafal</i> esperando la llegada de la <i>mangrana</i> . En el centro un foco de luz que la ilumina desde bajo.	9
I-11: Fotografía del <i>cadafal</i> efectuada desde el Altar Mayor y por su parte posterior; a la izquierda una de las escaleras de acceso al tablado, junto a ella la puerta de acceso al interior del prisma y en lo alto el lienzo del cielo. Foto del autor.	10
I-12: Composición de cómo podría ser la representación antes del traslado al cimborrio.	11
I-13: La cubierta de la nave, la cúpula y el tambor en el año 1901. Foto de D. Pedro Ibarra.	16
I-14: Imagen de la tramoya con la Virgen María una vez coronada tras pasadas las puertas del cielo. Foto del año 1901 efectuada por D. Pedro Ibarra.	18

ANÁLISIS DE LA TRAMOYA AÉREA DE LA FESTA O MISTERIO DE ELCHE

- I-15:** Misma imagen que la anterior efectuada desde aproximadamente el mismo ángulo en el año 2008. **18**

CAPÍTULO III

EL CIELO O TRAMOYA AÉREA

Página

- III-1:** Foto aérea de las cubiertas de la basílica de Santa María de Elche. Foto extraída de Google. **38**
- III-2:** Foto efectuada desde el lado de levante, en el que se puede ver la terraza del presbiterio, en primer plano la losa de anclaje de los tornos con estos cubiertos junto con los arranques de los pilares de la caseta desmontable; al fondo las escaleras de acceso a la terraza del crucero flanqueadas, cada una, por un penacho flamígero y en el centro la ventana de levante del cimborrio. **40**
- III-3:** Foto efectuada desde el vértice del sureste de la terraza del crucero, en la que se puede ver los pretiles del sur con sus penachos flamígeros y la torreta del vértice de dicha terraza donde finalizan las escaleras de acceso a la terraza de la planta inferior. Al fondo está el frontón, parte del campanario la terraza de la nave central. **41**
- III-4:** Foto efectuada desde el cimborrio, en la que se ve la espadaña y la torreta convertida en aseo y junto a está y a su derecha un sumidero de pluviales. **42**
- III-5:** Torreta que cierra las escaleras de acceso a la terraza. Al fondo se ve la espadaña y un tramo del pretil, situado al sur, que cierra la terraza del crucero. **43**
- III-6:** En la que se ve la pendiente de la nave central. **43**
- III-7:** Interior del trasdós de la nave, donde podemos ver el forjado de la cubierta de la nave principal, las viguetas, las bovedillas de ladrillo, y las vigas de celosía que sostienen la cubierta. Al fondo a la izquierda se ven las escaleras de acceso desde la caseta de vigas y el forjado que forma el piso de la caseta de vigas. **44**
- III-8:** La nave central donde se ve en primer plano, la caseta de las vigas y en el fondo el frontón. **45**
- III-9:** Cubierta de la nave del crucero, zona norte, donde se ve en primer plano la caseta de vestuario, su cubierta, las puertas de acceso y la cubierta corrediza, estas últimas pintadas de azul, una de las ventanas de ventilación y tras la caseta la torrecilla del vértice. **45**
- III-10:** El umbral de la ventana de levante, donde se pueden ver las anillas y ganchos anclados a los sillares y que se destinan a la sujeción de la plataforma, la armadura de las poleas de remonte y la protección de las poleas, que quedan cubiertas, contra la intemperie; también se aprecia el desnivel que hay con respecto a la terraza del presbiterio. **46**
- III-11:** Interior de la caseta de vigas, con las puertas abiertas y el cierre de corredera de la cubierta desplazado hacia el forjado, a la derecha se ven las ruedas sobre las que está apoyada la viga de celosía y junto a esta los **48**

ANÁLISIS DE LA TRAMOYA AÉREA DE LA FESTA O MISTERIO DE ELCHE

- pilares de la cabria. Encima de las paredes de cerramiento se ve las guías de rodadura.
- III-12:** Interior de la caseta de vestuario. A la izquierda y en la parte superior la escotilla y las escaleras de acceso, bajo ella maromas de la tramoya y a la derecha las puertas del cielo vistas por el envés. **49**
- III-13:** El cimborrio y la cúpula vistos desde el frontón donde podemos ver las vidrieras de la parte de poniente. **51**
- III-14:** Interior y de la cúpula. **52**
- III-15:** Sector de cornisa. **53**
- III-16:** Escuadra con forma de L destinada a la sujeción del aro de acero donde se ata el lienzo a los sillares que forman la cornisa, bajo ella y a la izquierda se sitúa una anilla anclada al sillar y por delante el orificio excavado en el sillar para introducir de uno de los estribos de la viga maestra. **54**
- III-17:** A la izquierda primer lugar, fotografía del herraje con forma de Ω destinado a introducir sus dos "L^s" en el orificio con forma de tronco de pirámide invertida y tras girarlo 90° y rellenarlo con mortero, crear un punto de anclaje. En el centro fotografía del orificio formado en el sillar y a la derecha fotografía del anclaje terminado. **55**
- III-18:** Jamba junto al umbral de la ventana del noreste. En ella se puede ver una escuadra de sujeción del aro anclada al sillar, un trozo de aro, una anilla anclada al sillar y en la parte de arriba, sujeto al sillar de la jamba, el cáncamo para la sujeción del correspondiente estribo que impide el vuelco la viga maestra. **56**
- III-19:** Vidriera de levante, sus jambas y el dintel, junto a las anillas ancladas a los sillares. **57**
- III-20:** Oquedad labrada en el sillar del cimborrio para apoyar el pilar de la cabria, arriba a la derecha, la base de un pilar de la cabria. **58**
- III-21** : Fotografía de las dos argollas para el atirantado de la cabria, situadas junto a la cara del sureste del tambor. **59**
- III-22:** Torrecilla de salida de la escalera de caracol a la terraza del museo, segundo tramo de escalera. **61**
- III-23:** Último tramo de la escalera de caracol, antes de su salida a la terraza del presbiterio, tercer tramo de escalera. **62**
- III-24:** El lienzo del cielo. **63**
- III-25** : Costura que forma la unión entre dos piezas que forman el lienzo, una de las vainas de los radios, el radio formado con cuerda de poliamida y el corte que efectúa la vaina en la intersección con las costuras. **64**
- III-26:** Borde periférico del lienzo, en ella se pueden ver el doble que forma el extremo del lienzo, las tres costuras que lo unen y uno de los ojetes para el atado al anillo de acero de la cornisa. **64**
- III-27:** Remate de la vaina en la periferia del lienzo, se puede ver el refuerzo de PVC, así como el refuerzo de la propia vaina y la cuerda que discurre por **65**

ANÁLISIS DE LA TRAMOYA AÉREA DE LA FESTA O MISTERIO DE ELCHE

	su interior y que se extiende hasta el centro	
III-28:	Esquinas del corte efectuado al lienzo para formar las puertas del cielo, vista desde el del envés, donde se puede apreciar el refuerzo de su periferia, las costuras y los remaches para sujetarlo al armazón de las puertas del cielo.	66
III-29:	Anillo central del lienzo, receptor de todos los radios que se extienden por el interior de la 16 vainas los respectivos radios hasta la periferia.	66
III-30:	Tramoyistas posicionando el cielo como ha de quedar en el tambor.	67
III-31:	El cimborrio con todas las ventanas abiertas y una maroma suspendida de cada una de ellas.	67
III-32:	Una de las poleas destinadas al izado del cielo, sujeta al anillo de acero para atar el lienzo del cielo y una de las maromas pasando por su garganta.	68
III-33:	Radios del lienzo atados a las maromas de izado.	69
III-34:	El lienzo elevándose.	69
III-35:	El lienzo en lo alto de la basílica.	70
III-36:	Cómo cada dos radios, atados entre sí, se sujetan a la polea de izado.	70
III-37:	Sujeción del lienzo a la cornisa. Un radio atado a un tensor, una cadena y cuerda de poliamida cosiendo el lienzo. En la foto se aprecia la escuadra de sujeción del aro de acero a la cornisa y el propio aro.	71
III-38:	En primer plano el cáncamo anclado a la jamba que se destina a la sujeción del estribo de contención de la viga maestra y a su derecha parte del anillo de acero de sujeción del lienzo, al que se encuentra cosido en zigzag el lienzo.	72
III-39:	Lienzo del cielo colocado junto a la red de seguridad.	72
III-40:	El lienzo liado y suspendido de la clave de los arcos del corredor del lado de la epístola de la basílica.	73
III-41:	Tobogán sujeto al balcón tras finalizar la labor de ascenso.	74
III-42:	El lienzo liado al tubo ascendiendo al corredor.	75
III-43:	El lienzo liado a sí mismo y a la viga que los sostiene en fase de elevación hasta las claves de los arcos con la ayuda de unos polipastos y unos puntos de fijación sujetos en las claves de los arcos.	76
III-44:	Sujeción con una cadena de la viga al punto anclado a la clave del arco.	77
III-45:	La plataforma, centrado en ella se puede ver la puerta de levante, el orificio para el paso de los aparatos y a la derecha, junto a la puerta del sureste, una escalera de acceso. Bajo ella el lienzo del cielo con el orificio cuadrado.	79

ANÁLISIS DE LA TRAMOYA AÉREA DE LA FESTA O MISTERIO DE ELCHE

III-46:	Sección de la jácena o viga maestra, con el detalle de uno de los roblones, que fija a las aspas por el centro, seccionado.	81
III-47:	La jácena en su posición de trabajo, como vemos queda simplemente apoyada por sus extremos sobre el anillo toral, rebasando la cornisa.	82
III-48:	Empalme de la viga.	83
III-49:	Uno de los estribos de sujeción de la viga maestra.	84
III-50:	El estribo de sujeción de la viga situado en la puerta del noreste colocado en su posición.	84
III-51:	Viga de voladizo vista por su parte trasera junto a su pilar de apoyo. En la parte trasera se puede ver el tope de la viga de cierre trasera y en primer plano a la derecha las poleas de remonte.	85
III-52:	Parte delantera de la viga de voladizo del lado del sur.	85
III-53:	Fotografía de la parte delantera de la viga de voladizo, vista lateral. Foto del autor.	86
III-54:	Vista desde la ventana del noreste donde se ve parte de la estructura montada. En primer plano la viga de borde del lado citado que apoya por un extremo sobre la jácena y por el opuesto sobre la de voladizo. En la cara visible se ven las piezas destinadas a albergar las vigas que sostienen al bacalao y el apoyo de esta sobre la jácena.	88
III-55:	Vista desde la puerta de levante de la estructura de la parte del noreste completa. En primer plano la viga de voladizo apoyada, por su centro, sobre la jácena. Entre su extremo y el de la jácena apoya la de borde. Al fondo, en la puerta del noreste, se ve la viga de voladizo sobre la que descansan las dos vigas del bacalao y la de borde. Entre ambos extremos de la viga de borde se ven apoyadas las dos auxiliares que descansan sobre ella y el anillo toral, no haciéndolo sobre la jácena.	88
III-56:	Vista desde lo alto del umbral de la ventana de levante a la viga de cierre trasera. Se pueden observar los dos atados de los externos de las vigas de voladizo y el tope de seguridad para las poleas de remonte.	90
III-57:	Viga de cierre delantera.	91
III-58:	Pilar de apoyo de la viga de voladizo sobre el umbral de la ventana y por encima de su cordón superior el pilar que apoyando en el dintel de la ventana bloquea a la viga de voladizo, la presión la ejercen la cuñas metidas a presión.	92
III-59:	Extremo de las vigas de voladizo con la de cierre colocada en su posición. Los tramoyistas, están cerrando los nudos formados con las tres vigas con las clavijas.	93
III-60:	Enganche del tirante con la anilla situada arriba del dintel de la ventana de levante y detalle del tensor del tirante.	94
III-61:	Nudo formado por el extremo de la viga de voladizo, la de borde, la de cierre y sujetas con la clavija. Detalle del enganche del tirante a la anilla del extremo de la viga de voladizo.	94

ANÁLISIS DE LA TRAMOYA AÉREA DE LA FESTA O MISTERIO DE ELCHE

III-62:	Atado que se le efectúa entre la parte trasera de las vigas en voladizo junto a la viga de cierre trasero con las argollas y ganchos anclados a los sillares situados bajo el umbral de la ventana de levante.	95
III-63:	Fotografía efectuada desde la cornisa en la que se ve cómo se va colocando el piso del tablado.	97
III-64:	Fotografía tomada desde la cornisa donde se puede ver en primer plano el trozo de piso denominado bacalao y que queda justo a la entrada de la puerta del noreste.	98
III-65:	Fotografía de la barandilla de protección sujeta a la plataforma.	99
III-66:	La viga maestra siendo arrastrada por la terraza.	100
III-67:	Fotografía de la jácena desplazándola por la cornisa y próxima ya casi a su lugar de trabajo.	100
III-68:	Fotografía de los tramoyistas introduciendo una viga de voladizo.	101
III-69:	Fotografía de las vigas de voladizo montadas	101
III-70:	Fotografía tomada desde la ventana de poniente de la cabria montada a falta del tirante compensador de fuerzas pasivas. Al fondo, por encima del dintel y a los laterales de las jambas de la ventana se encuentran colgando parte de los tirantes de la plataforma.	103
III-71:	Uno de los pilares de la cabria situado sobre la plataforma.	104
III-71:	Uno de los pilares de la cabria situado sobre la plataforma.	104
III-73:	Pilar apoyado en la oquedad labrada en el anillo toral	105
III-74:	Fotografía de la parte superior de los pilares.	106
III-75:	Herraje de refuerzo de la cabecera del pilar.	106
III-76:	Fotografía del extremo superior del pilar. Vista de las cuñas de sujeción de los tirantes y los nudos de las maromas.	108
III-77:	Vértice de la cabria con los dos pilares sujetos entre sí, las barras de acero de la cabria, la polea en su posición y la polea doble del vértice comenzándose a sujetar.	109
III-78:	Izado de la cabria con la ayuda de la polea sujeta a unos tirantes dispuestos entre las jambas y el torno.	110
III-79:	Fotografía del aparejo para la regulación de la cabria (séptimo tirante).	111
III-80:	Fotografía de los nudos de atado de las maromas a los pilares y cuñas de retención.	112
III-81:	Fotografía de los tirantes de la cabria discurriendo por la fachada de levante en busca de las anillas situadas junto a las escaleras de acceso a la terraza del crucero.	112

ANÁLISIS DE LA TRAMOYA AÉREA DE LA FESTA O MISTERIO DE ELCHE

III-82:	Atado de los dos primeros tirantes de los pilares de la cabria a las anillas de la cara del noreste.	113
III-83:	Fotografía del tercer tirante, pilar derecho, pendiente de atar a la viga de voladizo y de cierre.	114
III-84:	Fotografía efectuada desde la ventana situada al norte, en ella podemos ver a la cabria compuesta de todos sus complementos, el tirante numero 8 se ve desde el vértice, hasta la parte inferior derecha de la foto.	114
III-85:	Fotografía efectuada desde la parte trasera del torno grande, al fondo se ven los pilares de la cabria donde se puede ver la trayectoria de la maroma así como el tambor del torno grande con la maroma arrollada.	117
III-86:	Fotografía de la maroma de elevación de los aparatos grandes arrollada al tambor del torno.	118
III-87:	Fotografía de un detalle de la maroma, comparada con una moneda de 5 C€.	118
III-88:	Fotografía del gancho para la <i>mangrana</i> y el Araceli.	120
III-89:	Fotografía del gancho de la coronación.	121
III-90:	Fotografía de la gaza de triple ligada que se hace con la maroma a los ganchos	121
III-91:	Fotografía de la cabria a principio de siglo XX. Foto Pedro Ibarra.	122
III-92:	Unión del vértice y el atado a la barra de acero de la polea del vértice.	123
III-93:	Fotografía de la cabecera de la cabria como se unía antes de colocarle los herrajes, en ella podemos ver la polea de suspensión la de compensación de fuerzas pasivas y en el centro a la izquierda la utilizada para la apertura y cierre de las alas de la <i>mangrana</i>	124
III-94:	Cuerda destinada a albergar los ganchos de las alas que la mantienen abierta, ganchos que los vemos colgando y sujetos a una cuerda granate, que a su vez, están sujetas a los dos ganchos unidos a las cuerdas tensas de cáñamo, de color claro, que son las que procedentes de la polea sujeta al vértice ejercen la fuerza los tramoyistas que están de pie.	125
III-95:	Poleas de remonte.	127
III-96:	Poleas del vértice de la cabria montadas en su armadura.	130
III-97:	Polea de la coronación construida en madera y un cojinete de fricción acoplado.	131
III-98:	Polea de la <i>mangrana</i> y el Araceli construida en madera, reforzada con dos discos de acero de refuerzo remachados entre si y un cojinete de fricción acoplado.	131
III-99:	Fotografía de uno de los cuadernales del regulador de la cabria.	132

ANÁLISIS DE LA TRAMOYA AÉREA DE LA FESTA O MISTERIO DE ELCHE

III-100:	Fotografía de la polea de compensación de fuerza y apertura y cierre de la <i>mangrana</i> . Foto del autor.	133
III-101:	Planos que fueron utilizados para la construcción de los tornos de 1971, facilitados por D. Carlos Campello Martínez.	135
III-102:	Fotografía del primer plano del torno pequeño en su estado actual.	136
III-103:	Fotografía efectuada en primer plano del torno grande en su estado actual.	136
III-104:	Fotografía de la parte trasera del torno en la que se puede ver los portones de la caseta abiertas.	137
III-105:	Fotografía realizada a la unión de las vigas en un vértice del ortoedro.	139
III-106:	Fotografía del torno con su funda de protección y la losa que lo sujeta visto de perfil. Foto del autor.	140
III-107:	Composición de fotografías de un primer plano de las cigüeñas. La de la izquierda es la correspondiente al torno pequeño y la de la derecha la del torno grande. Se puede apreciar además de la diferencia del tamaño, la posición en el pilar del bastidor. También se puede ver el detalle de la sujeción entre perfiles del bastidor.	141
III-108:	Fotografía del detalle de unión de las cigüeñas a los árboles.	142
III-109:	Fotografía de la cadena cinemática del torno pequeño. En primer plano la sujeción de la cigüeña al árbol de entrada, le sigue dos de los soportes de pie sujetos a un pilar: el de arriba, correspondiente al árbol de entrada y debajo a uno de los engranes intermedios; detrás del soporte del árbol de entrada se ve el piñón y el árbol de entrada.	143
III-110:	Fotografía de la cadena cinemática del torno grande. En primer plano el árbol de entrada con su piñón y el tornillo prisionero, bajo él el engrane perteneciente al tambor de salida, al fondo los engranes intermedios.	144
III-111:	Fotografía del sistema de retención del torno grande. En primer plano y a la izquierda se ve el árbol de entrada, en el centro el soporte del cojinete y a continuación la rueda con trinquetes solidaria con el árbol y le sigue la unión del árbol con la cigüeña, por encima, la uñeta, el eje sobre la que bascula y las dos escuadras que, sujetas al bastidor, sostienen al eje.	146
III-112:	Fotografía del sistema de retención del torno pequeño. En la rueda dentada se puede apreciar la soldadura de unión de los dos semicírculos que la forman y a la derecha el soporte de la uñeta y la uñeta.	146
III-113:	Fotografía del tambor de salida correspondiente al torno grande. En los laterales se ven los delimitadores con las escuadras y los tornillos de sujeción; en el centro la matriz construida con madera en la que se encuentran los orificios de alojamiento de los tornillos de sujeción de la matriz al árbol.	149
III-114:	Fotografía del torno grande en acción, en primer plano, tras los pilares, están los engranes acoplados al árbol de los tambores de salida. En la parte superior se ve la caseta.	150
III-115:	Fotografía del tambor en el que se puede ver el gancho de sujeción de la maroma así como el alma de la maroma sujeta a un punto adicional al	152

ANÁLISIS DE LA TRAMOYA AÉREA DE LA FESTA O MISTERIO DE ELCHE

gancho. A la izquierda del alma se ve la composición de cáñamo.	
III-116: Fotografía de la parte derecha del torno grande donde se ve el sistema de retención unido al árbol de entrada y el sistema de frenado unido al árbol de salida.	153
III-117: Fotografía de las zapatas de freno y la rueda sobre la que actúan. En el centro de la rueda el árbol de salida, el casquillo de la rueda, la chaveta y el chavetera. Foto del autor.	154
III-118: Fotografía del sistema de accionamiento del freno.	155
III-119: Fotografía de la sujeción al bastidor del arco de cilindro que sujeta las zapatas de freno y el punto por el cual quedan articuladas.	156
III-120: Fotografía de la maroma con las losas suspendidas.	164
III-121: Fotografía del atado de las losas y de estas al extremo de la maroma.	164
III-122: Fotografía de la caseta de protección del torno vista desde el noreste de la terraza del presbiterio con los portones cerrados.	166
III-123: Fotografía del proceso de introducción de la cabria. Compárese con la figura III-132, efectuada mas de 100 años después. Foto de Pedro Ibarra.	167
III-124: Fotografía en la que un tramoyista está sujetando el vértice de la cabria mediante una maroma. Compárese con la figura III-135. Foto de Pedro Ibarra.	167
III-125: Preparación de los pilares.	168
III-126: Preparación de la polea.	168
III-127: Ensartado de los dos pilares.	168
III-128: Preparación de tirantes.	168
III-129: Introducción de una base de pilar.	168
III-130: Base en el interior.	168
III-131: Sujeción de la base al sillar.	169
III-132: Introducción del otro pilar.	169
III-133: Sujeción de la base al sillar.	169
III-134: Vértice presentado.	169
III-135: Sujeción del vértice.	169
III-136: Vértice sujeto entre sí.	169

ANÁLISIS DE LA TRAMOYA AÉREA DE LA FESTA O MISTERIO DE ELCHE

III-137:	Fotografía del izado de la cabria entre el personal y la ayuda del torno.	170
III-138:	Fotografía de las puertas del cielo vistas por el derecho.	172
III-139:	Fotografía de las puertas del cielo vistas por el interior.	174
III-140:	Fotografía del armazón totalmente armado y suspendido de la cabria para ser situado en su lugar.	173
III-141:	Fotografía del armazón donde se pueden ver los tres bastidores que lo componen. Debajo hacia arriba: pegado al tablado el de sujeción del cielo, le sigue el de las guías de la puerta y por último y por arriba de estas el de las tablas.	174
III-142:	Fotografía del armazón instantes antes de ocupar su posición de trabajo. Se puede ver en ella la parte que queda por encima de la plataforma y la que lo hace por la parte baja. Foto del autor.	174
III-143:	Fotografía del bastidor de sujeción del lienzo junto con un detalle de la unión de los vértices.	175
III-144:	Fotografía del bastidor guía de las puertas, visto desde el lado sur con un detalle de la unión de los vértices con la polea para abrir y cerrar puertas.	177
III-145:	Fotografía del bastidor de tablas colocado encima del bastidor de guía de puertas.	179
III-146:	Fotografía del como queda el bastidor de tablas pegado a la plataforma y una de las tablas apoyada en la guía sur.	180
III-147:	Fotografía de las dos tablas de trabajo cubriendo el hueco de la puerta del cielo.	180
III-148:	Fotografía de la entrada en escena del Araceli y dos tramoyistas en tendido prono apoyados, cada uno de ellos, sobre una de las tabla.	181
III-149:	Fotografía del orificio de la plataforma destinado al paso de los aparatos cubierto con las tablas de trabajo y la maroma entre ellas.	181
III-150:	Fotografía de un vértice trasero de una puerta. En ella se muestra la L metálica con la anilla para la sujeción de la puerta a la cuerda de apertura y cierre junto con un rodillo de rodadura de la puerta sobre el bastidor y un extremo del eje sobre el que gira.	184
III-151:	Fotografía del sistema de cuerdas para la apertura y cierre de puertas.	187
III-152:	Fotografía del armazón en alto, suspendido de la cabria, y tirando de él los tramoyistas situados en la ventana de poniente.	190
III-153:	Fotografía de tramoyista montado sobre el aparato de la coronación cosiendo el cielo al bastidor correspondiente.	191
III-154:	Fotografía de la nueva forma que toma el lienzo una vez sujeto al bastidor de sujeción del cielo.	191
III-155:	La <i>mangrana</i> entrando en escena. La puertas del cielo están abiertas y sobre la plataforma se ven a los tramoyistas en tendido prono sobre las tablas de trabajo controlando el paso del aparato por el hueco.	193

ANÁLISIS DE LA TRAMOYA AÉREA DE LA FESTA O MISTERIO DE ELCHE

III-156:	La <i>mangrana</i> en escena con las alas desplegadas.	195
III-157:	Interior de la <i>mangrana</i> sin el oropel que la adorna.	196
III-158:	Bastidor completo con la cubierta y la base vistas por el exterior.	197
III-159:	Vista de la base por el interior, se pueden ver los pilares principales, al exterior, y los del arnés en el interior con unos topes en la base. En la cara del prisma los tornillos de sujeción de las tablas que forman la base.	198
III-160:	Vista de la cara interior del prisma que forma la cubierta. Pueden verse las tuercas de los pernos que sujetan las maderas que las forman y la pletina de sujeción de los cáncamos con las anillas.	200
III-161:	Vista de la cara lateral del prisma que forma la cubierta. Pueden verse las tuercas de los pernos que sujetan las maderas que las forman, la pletina de sujeción de los cáncamos con las anillas y por la parte superior las bisagras que articulan las alas.	200
III-162:	Vista superior del prisma de cubierta, se pueden ver con detalle: el puente de sujeción, los cáncamos con la argolla, las bisagras, las tuercas de sujeción de los pilares y los refuerzos del punto de sujeción de pilares y el refuerzo de las tablas.	201
III-163:	El arnés sujeto por la parte superior de los pilares pequeños.	205
III-164:	Vista de una de las alas que forman la cobertura de la <i>mangrana</i>	206
III-165:	Sistema de sujeción entre los quicios sujetos a la cubierta y los sujetos a las alas.	206
III-166:	vista de la cobertura sin lienzos	207
III-167:	Parte superior de un ala en el que se puede apreciar el ensanche de uno de sus extremos, donde se une a un trozo de pletina, la forma de la unión con dos roblone, y los dos quicios del ala con su forma de unión.	208
III-168:	Detalle de empalme en el lateral del bastidor del ala. En primer plano, la arista lateral izquierda del ala número 8 compuesta por nueve trozos de pletina empalmada.	209
III-169:	Lienzo del ala nº 2.	210
III-170:	Sistema de sujeción del lienzo al bastidor, este se ve con el lienzo arrollado en espiras y el lienzo principal doblado sobre el bastidor y cosido a la venda. Arrancado del bastidor esta el cerco adherido con la cola para sujetar al oropel.	210
III-171:	Rosetón central.	211
III-172:	Figura en relieve situada en la parte baja del ala.	212
III-173:	Estado del rosetón tras la retirada de todo el maquillaje. Parte de papel maché.	212

ANÁLISIS DE LA TRAMOYA AÉREA DE LA FESTA O MISTERIO DE ELCHE

III-174:	Anilla de sujeción de uno de los tirantes al ala.	213
III-175:	Uno de los juegos de tirantes empleados para abrir y cerrar las alas.	214
III-176:	El ángel entrando en el interior de la <i>mangrana</i> antes del descenso.	214
III-177:	El ángel con la palma descendiendo del cielo en el interior de la <i>mangrana</i> y con las alas completamente desplegadas, al final de los tirantes se puede ver las gazas de sujeción.	215
III-178:	El ángel con la palma caminando en dirección a la Virgen María.	216
III-179:	La Virgen con la palma.	217
III-180:	Oropel sujeto a una lacinia de la palma.	218
III-181:	Sistema de enganche y atado de la maroma con el gancho a la <i>mangrana</i> .	218
III-182:	Detalle de una de las gazas sujeta a la maroma.	220
III-183:	La Virgen yacente y los apóstoles a su alrededor.	222
III-184:	El Araceli en su primera intervención bajando con el Ángel Mayor.	223
III-185:	Un ángel de manto haciendo entrega del alma de la Virgen al Ángel Mayor.	224
III-186:	El Araceli ascendiendo o descendiendo con el alma de la Virgen	225
III-187:	Virgen yacente instantes antes de entrar en la sepultura.	226
III-188:	Virgen yacente entrando en la sepultura— <i>interior del cadafal</i> —	226
III-189:	La Virgen María, resucitada en su ascenso al Cielo.	227
III-190:	El Araceli adobada sin cantores.	228
III-191:	El Araceli despojada de los adornos.	229
III-192:	Parte superior de la parábola, zona arqueada. Vista sin las espiras de hilo de cáñamo.	230
III-193:	Detalle de la unión de entre las pletinas que forman las parábolas en la parte izquierda.	231
III-194:	Terminación de los ramales. El interior forma el ángulo y el exterior lo hace en la línea que forma el vértice. Encima del vértice se puede ver una espiga, del travesaño de cierre, metida en su muesca con la cuña de bloqueo. El detalle adjunto muestra la cuña de bloqueo.	232
III-195:	Detalle de un punto de unión con coincidencia de tres pletinas donde se ve el detalle de la espiga que penetra en la muesca.	233

ANÁLISIS DE LA TRAMOYA AÉREA DE LA FESTA O MISTERIO DE ELCHE

III-196:	Detalle de la unión con la coincidencia de las tres pletinas visto por el exterior. Entre tornillos de ve la muesca.	234
III-197:	Forma de solapar ambos arcos para evitar el giro del interior.	235
III-198:	Anillo de enganche sujeto al arco exterior.	236
III-199:	Sitial central.	236
III-200:	Sitial central visto por debajo. Se pueden ver los dos sitiales, el actual con forma circular y el antiguo con forma ovoide.	238
III-201:	Vista del herraje y su eje longitudinal.	238
III-202:	basa de uno de los pilares sujeto al extremo exterior de la pletina en voladizo y sujeción al pilar de las pletinas en voladizo de los puentes.	240
III-203:	Puentes del refuerzo para la sujeción de la plataforma.	240
III-204:	Sujeción al pilar izquierdo de la pletina en voladizo y a esta los dos puentes de sujeción de la tabla y del herraje.	241
III-205:	Jabalcones que refuerzan el sitial central.	242
III-206:	Parte cota de la L correspondiente al pilar del arnés, su sujeción al travesaño superior.	243
III-207:	Parte superior de los pilares que forman el sitial central con los dos arcos de elipse que los cierran y el cinturón de seguridad del arnés.	244
III.208:	Detalle de sujeción con roblones de los arcos de elipse a los pilares de sujeción del arnés. A la izquierda extremos de los arcos, a la derecha sobre la pletina con forma de L parte superior. Bajo el sitial se ve el jabalcón de refuerzo.	245
III-209:	Uno de los sitiales laterales, concretamente de los pertenecientes a la parte superior. Bajo el sitial se ve el jabalcón de refuerzo.	246
III-210:	Plancha metálica perteneciente a un sitial. A la izquierda la espiga, a la altura del trapecio la prolongación de la espiga y a la derecha la articulación con la barra del arnés.	246
III-211:	Extremo de la espiga con el orificio por el que se ha ensartado una cuña de sujeción. En la parte superior la tuerca y el perno roscado perteneciente al jabalcón del sitial central sujeto al travesaño inferior, en la parte inferior, el jabalcón de un sitial inferior.	247
III-212:	Articulación correspondiente al arnés. La parte inferior son los cilindros del segundo trapecio.	248
III-213:	Herraje completo que compone un sitial. De izquierda a derecha: la espiga, los trapecios, la articulación, la pletina del arnés, y la anilla para el cinturón de sujeción.	249
III-214:	Sitial central con la pletina destinada a la sujeción del ocupante. En el extremo se ve la anilla que se corresponde con la existente en la rama de la parábola del bastidor para pasar el cinturón de sujeción.	249

ANÁLISIS DE LA TRAMOYA AÉREA DE LA FESTA O MISTERIO DE ELCHE

III-215:	Accesorio para la sujeción del arpa al aparato.	250
III-216:	Un ángel adulto perteneciente a el Araceli.	252
III-217:	Ángel niño perteneciente a la Araceli.	253
III-218:	El Ángel Mayor	254
III-219:	Imagen de la Virgen de la Asunción ocupando el sitial central del Araceli.	255
III-220:	Imagen que simboliza el Alma de la Virgen	257
III-221:	Guitarra de diez cuerda empleada en el Araceli.	257
III-222:	Arpa empleada en el Araceli.	258
III-223:	Instrumentos de los infantes.	258
III-224:	La Santísima Trinidad en escena	259
III-225:	La Santísima Trinidad próxima al Araceli.	260
III-226:	La corona aproximándose a la Virgen.	261
III-227:	La Virgen coronada.	262
III-228:	La Virgen coronada entra el cielo.	263
III-229:	La Santísima Trinidad parcialmente adornada.	264
III-230:	La santísima Trinidad despojada de la decoración.	265
III-231:	Vista inferior del aparato en el que se ve, bajo la madera que forma el sitial superior; la semicircunferencia que lo sostiene, a continuación y a la derecha la pletina formando los dobles hasta alcanzar el sitial lateral derecho. En cada uno de los sitaliales inferiores, se puede ver el puente de cierre de la semicircunferencia, debajo del todo el posa pies del sitial central.	266
III-232:	Inicio de la formación del arco de circunferencia que sostiene al sitial lateral izquierdo, por delante del arco se puede ver el puente de cierre.	267
III-233:	Vista trasera del sitial lateral izquierdo con la madera y la almohadilla. En primer plano el arco de circunferencia formado por la pletina, al final de este la articulación del cierre del puente delantero y por encima de este la articulación del arnés de seguridad.	268
III-234:	El sitial central.	270
III-235:	Vista inferior del sitial central donde se ven las piezas con forma de que crean el respaldo.	270

ANÁLISIS DE LA TRAMOYA AÉREA DE LA FESTA O MISTERIO DE ELCHE

III-237:	Sistema de protección correspondiente al sitial central.	272
III-238:	Cancano de sujeción del aro octagonal al arco de suspensión.	273
III-239:	Horquilla de sujeción, con la clavija de sujeción, de la pieza móvil del octágono.	274
III-240:	Arnés de sujeción de un sitial lateral.	275
III-241:	Fijación de los tirantes al arco de circunferencia y de la madera del sitial.	276
III-242:	Parte superior a la zona atornillada del tirante del posa pies.	277
III-243:	Vértice del arco de suspensión.	278
III-244:	Un punto de sujeción entre el arco de suspensión y el bastidor principal.	279
III-245:	El Padre Eterno y sus acompañantes.	280
III-246:	Corona imperial utilizada en la coronación de la Virgen.	282

CAPÍTULO V

LOS TORNOS DE MARCOS EVANGELIO: AÑO 1761

		<i>Página</i>
IV-1:	Tornos utilizados en la representación de 1899. Foto Vivian.	284
IV-2:	Los tornos en el año 1928. Foto Esquembre.	285
IV-3:	Los tornos en plena representación del año 1944. Foto Pedro Ibarra.	286
IV-4:	Restos de los tornos y su caseta tras el incendio de 1936.	387
IV-5:	Estado en el que quedo el interior de la basílica de Santa María de Elche tras el incendio de 1936. Foto de Antonio serrano Peral.	289
IV-6:	Cocina de calefacción por combustión de biomasa. Sobre la pared se puede apreciar la zona con forma de V invertida donde las temperaturas han alcanzado su máximo valor.	290
IV-7:	Basílica de Santa María antes del incendio de 1936. Al este del tambor y tras la torreta circular de final de acceso de las escaleras de caracol se ve la caseta del torno. Cubierta de tejas, paredes enlucidas, portones de madera y una ventana en la parte superior derecha.	291
IV-8:	Basílica de Santa María una vez finalizada la guerra civil. Como puede observarse, el lugar que ocupaba la caseta de los tornos, al este del tambor, no está y en su lugar aparece una especie de estructura que	292

ANÁLISIS DE LA TRAMOYA AÉREA DE LA FESTA O MISTERIO DE ELCHE

recuerda a la de la figura IV-4.

- | | | |
|---------------|--|------------|
| IV-9: | Estado actual del dintel y las jambas de la ventana orientada al este del tambor de la basílica de Santa María. En ellos se puede ver el hollín procedente del incendio y restos de yeso, sujeto a la sillería del dintel, pertenecientes a la antigua caseta. | 293 |
| IV-10: | Situación de los puntos de anclaje a la jamba de la parte norte, perteneciente a la ventana del este, del antiguo cierre de la ventana. Actualmente se encuentra la madera que da al exterior completamente carbonizada. Uno de los anclajes se muestra ampliado en la parte superior izquierda de la figura. | 294 |
| IV-11: | Superficie de una pieza de bronce cubierta de hollín y que pertenece al tren de engranajes del torno pequeño, el más próximo a la ventana. | 295 |
| IV-12: | Pieza de bronce con el color salmo típico que adquiere tras haber sido expuesto a una alta temperatura, en este caso inferior a la de fusión, y posterior enfriamiento. Hay que tener presente que, posterior al proceso de fusión llevado a cabo en su fabricación, fueron torneados y el color salmón original desapareció con el mecanizado. | 295 |
| IV-13: | Texto del artículo de prensa del 3 de septiembre de 1971: <i>El viejo torno <<patas arriba>>, espera su definitivo emplazamiento en el Museo de la Festa. (FOTO ESTUDIO)</i> | 296 |
| IV-14: | Los tornos en su estado actual vistos por la parte trasera. En primer plano el torno grande. | 298 |
| IV-15: | Los tornos en su estado actual vistos por la parte delantera. En primer plano el torno pequeño. | 299 |
| IV-16: | Marco superior del bastidor. A en los vértices se aprecia el recrecido de la pletina y la unión muesca espiga de los pilares principales, en primer plano la U trasera que compone el marco y el trozo recto del lado izquierdo que lo une a la U de la parte frontal. Entre lados largos del marco los dos largueros y los dos grupos de pilares secundarios. Para mantenerlo sujeto se les colocó a las espigas y pernos un taco de madera que supliese a la caja que lo contenía. | 301 |
| IV-17: | Una de las uniones de la U con el tramo recto en el marco superior. | 302 |
| IV-18: | Sistema de unión muesca-espiga en el vértice del marco superior. | 302 |
| IV-19: | Perno de unión al lado corto que forman las U de uno de los travesaños. | 303 |
| IV-20: | Sistema de unión muesca-espiga que efectúan los pilares secundarios al marco superior o a los travesaños. | 303 |
| IV-21: | Una de las columnas principales uniendo el marco de la base con el superior. | 305 |
| IV-22: | Cadena cinemática del torno grande. Del exterior al interior se puede ver en primer lugar la columna secundaria externa del lado izquierdo, a continuación los engranajes con sus arboles y le sigue la columna secundaria central. La primera está construida en acero laminado, la central en forja. Los extremos de las externas se sujetan en los marcos y las intermedia a los travesaños. | 307 |

ANÁLISIS DE LA TRAMOYA AÉREA DE LA FESTA O MISTERIO DE ELCHE

IV-23:	Buje original compuesto de valona y la parte exterior del casquillo mecanizada con forma cuadrada.	310
IV-24:	Cojinete perteneciente al soporte de un albor intermedio albergado en el pilar secundario.	310
IV-25:	Pareja de cigüeñas. En las empuñaduras se aprecia el cilindro bloqueado con la tuerca y arandela, en el extremo opuesto se ve la muesca cuadrada para ensamblar con el extremo del árbol.	313
IV-26:	Extremo de uno de los arboles de entrada mecanizado con forma cuadrada para albergar a su correspondiente cigüeña. A continuación el gorrón albergado en el cojinete de fricción.	314
IV-27:	Árbol de entrada perteneciente al torno grande.	314
IV-28:	Piñón de entrada perteneciente al torno grande, montado sobre su árbol.	316
IV-29:	Tambor de salida del torno grande visto desde la parte lateral izquierda.	318
IV-30:	Tambor de salida del torno grande visto desde la parte lateral izquierda.	318
IV-31:	Tambor de salida del torno pequeño.	319
IV-32:	cadena de engranajes del torno grande.	323
IV-33:	Cadena de engranajes perteneciente al torno pequeño.	324
IV-34:	sistema de engrane, perteneciente a un molino de viento de la época del crecimiento de Cartagena, que está formado por una rueda de madera con dientes de madera y una linterna con cilindros de acero sujetos a discos de madera reforzados con cinchos de acero y sujeta a una árbol de madera.	331
IV-35:	Torno perteneciente a una puerta de la antigua Ragusa.	332

CAPÍTULO V

LOS TORNO ANTES DE 1761

	<u>Página</u>	
V-1:	Dibujo de un cabestrante que aparece en la figura numero 4 de la lamina LIII perteneciente a "Los Diez Libros De Architectura de M. Vitruvio Polión".	339
V-2:	Maqueta de un navío en cuya cubierta hay un cabestrante con cuatro palancas y un servidor por palanca rotando en torno a su eje. En el tambor hay una maroma la cual no queda bobinada en él y es recogida por el quinto servidor situado a la izquierda quién la va emparejando sobre la cubierta.	339
V-3:	Malacate en acción tirando de una prensa de aceite en El Conjunto Etnográfico de La Aparecida (Murcia), el sistema apoya sobre un buje dispuesto en el pavimento, y el árbol dispone de un gorrón de acero que penetra en el buje. La viga, ubicada en la cabecera, actúa de apoyo al	341

ANÁLISIS DE LA TRAMOYA AÉREA DE LA FESTA O MISTERIO DE ELCHE

	gorrón superior. Foto sacada de la revista <i>El Setiet</i> .	
V-4:	Malacate manual de las minas de sal de Wielizka en Cracovia (Polonia).	341
V-5:	Malacate de caballería de las minas de Almadén (Ciudad Real)	342
V-6:	Fotografía antigua correspondiente a un malacate de caballería.	343
V-7:	Esquema de ruedas con escalones, en la parte izquierda, los servidores de la rueda, lo hacen por el exterior y en la parte derecha lo hacen por el interior.	344
V-8:	Lamina LIV de “ <i>Los diez libros de Architectura</i> de M. Vitruvio Polión” donde aparece una cabria accionada por una rueda de escalones.	345
V-9:	Rueda de escalones interiores perteneciente a la Abadía del Mont Saint Michel en la Bretaña (Francia). Toda ella construida en madera y reforzada con cinchos de acero. Su diámetro es superior a los cinco metros, y la maroma tiene más de 80 mm de diámetro.	346
V-10:	Aspecto exterior de la grúa del puerto viejo de la ciudad de Gdansk, al norte de Polonia. Son dos grúas superpuestas, una en cada uno de los salientes de la zona central.	347
V-11:	Sistema de doble rueda, con el carrete situado entre ambas y perteneciente a las grúas de la figura anterior.	347
V-12:	Esquema de funcionamiento de las grúas del puerto viejo de de la ciudad de Gdansk.	348
V-13:	Sistema propuesto para el movimiento de los bloques de piedra para la construcción de las pirámides, en el que como se puede ver, esta accionado por tornos manuales.	349
V-14	: Ejecución elemental de torno accionado por dos cigüeñas.	349
V-15:	Dibujo realizado por Leonardo Da Vinci titulado: <i>El Arsenal</i> . En él se puede ver una cabria compuesta por cuatro pilares y entre cada dos laterales dispone de un torno apoyado en los pilares con cuatro grupo de palancas y accionado cada torno por dieciséis personas.	350
V-16:	Ruedas del timón de la fragata Numancia expuesta en el Museo Naval de Cartagena. En la figura se pueden ver las cuatro ruedas destinadas al accionamiento del timón.	351
V-17:	Dibujo de Leonardo Da Vinci denominado “ <i>Mecanismo Helicoidal</i> ”.	353
V-18:	Ejecución moderna de un torno accionado con tornillo sin fin.	354
V-19:	Ingenio desarrollado por el <i>Capitano Agostino Ramelli</i> , donde se combinan tonos, engranajes, tornillos sin fin con coronas dentadas, poleas y polipastos.	356
V-20:	Mecanismo para elevar cargas, según trabajos de Herón y reconstruido por Milonov Ju.K.	356
V-21:	Molino de cereales, perteneciente a la época romana, accionado por una rueda hidráulica. El eje de la rueda está unido a una corona dentada y esta a un piñón de jaula que mueve el sistema de molienda. Salvo los bulones	258

ANÁLISIS DE LA TRAMOYA AÉREA DE LA FESTA O MISTERIO DE ELCHE

de la linterna está ejecutado en madera. Museo de Londres.

- V-22:** Maqueta correspondiente a una maquina romana con engranes construidos con piezas de madera. **358**
- V-23:** Maquinaria perteneciente al reloj de la catedral de Well (Inglaterra). **359**
- V-24:** Maqueta de lo que podría haber sido el torno sustituido por el diseñado por Marcos Evangelio. Dispone de diez grupos de paracas y los servidores estarían dispuestos diez en un lado y diez frente a estos. **359**





CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En la ciudad de Elche y desde muy antiguo, todos los años durante los días 14 y 15 del mes de agosto, sus habitantes celebran fiestas en honor a su patrona la Virgen de la Asunción —ver figura I-1. De entre los actos hay uno, con reconocimiento nacional¹ e internacional², conocido como la *Festa* o Misterio de Elche³ que, desde su origen, se celebra en el interior de la Basílica Menor de Santa María⁴ —ver figura I-2— gracias a ser el único superviviente de cuantas obras de su clase se celebraban siglos atrás⁵ en el mundo cristiano, pese a las cláusulas establecidas por el Concilio de Trento que prohibían las representaciones teatrales dentro de los templos. Su salvaguarda fue debida a un rescripto⁶ concedido en 1632 por el papa Urbano VIII. Y lo extraordinario de tal evento consiste en el hecho de que las representaciones hayan perdurado hasta nuestros días —y durante cinco siglos— sin apenas interrupción, salvo en los casos de fuerza mayor (guerras, epidemias etc.).

Se trata⁷ de un drama sacro-lírico de origen medieval que se realiza en el interior de un templo cristiano y allí —ver figura I-3— es donde se da el maravilloso tránsito de la Virgen María, Madre de Dios que, desde este mundo

¹ Algunos de los reconocimientos al *Misteri*: Monumento Nacional por el Gobierno de la II República española, en 1931; Fiesta de Interés Turístico Internacional por el Ministerio de Información y Turismo, en 1980; Creu de Sant Jordi de la Generalitat de Cataluña y Corbata de la Orden de Alfonso X el Sabio del Ministerio de Educación y Ciencia, ambos en 1988; Corbata de la Orden de Isabel la Católica del Ministerio de Asuntos Exteriores, en 1990.

² El 18 de mayo del 2001, la Unesco la declaró “Obra Maestra del Patrimonio Oral e Inmaterial de la Humanidad”, inscribiéndose en el 2008 en la Lista Representativa del Patrimonio Cultural Inmaterial de la Humanidad.

³ El drama representado en la basílica, se puede denominar tanto *Festa* como *Misterio*. El primero es el nombre que aparece en todos los documentos. El segundo es el del subgénero al que desde el punto de vista teatral pertenece.

⁴ Como excepción a lo dicho, se sabe que en el período comprendido entre los años 1672 a 1686, y como consecuencia del derrumbe de la anterior iglesia, las representaciones se estuvieron efectuando en la vecina iglesia del Salvador.

⁵ Francesc MASSIP BONET, *La Ilusion de Icaro: Un desafío a los dioses*, Colección Música y Teatro Religioso y Medieval, Comunidad de Madrid, Consejería de Educación y Cultura, Madrid, 1997, p. 24 y ss.

⁶ José Antonio PÉREZ JUAN, *El Rescripto del Papa Urbano VIII sobre la Festa o Misteri d'Elx*, Tirant Lo Blanch, Valencia, 2008, p.59. También José POMARES PERLASIA, *La “Festa” o Misterio de Elche (I)*, Patronato del Misteri d'Elx, Elche, 2004, p. XXI.

⁷ Es amplia y variada la bibliografía específica que al respecto es posible encontrar, textos que describen la historia local, estudian la música, los elementos plásticos, la escenografía...



Figura I-1: Imagen de la Virgen de la Asunción que preside el templo de la basílica de Santa María de Elche.

Aquí haremos referencia a algunos de los textos que el doctorando ha empleado para llevar a cabo la redacción del presente capítulo:

Joan CASTAÑO I GARCÍA, *La Festa d'Elx, la Festa de tots. Del passat al futur d'un Patrimoni de la Humanitat valencià*, Generalitat Valenciana, Conselleria de Cultura i Esport, Valencia, 2007, p. 9.

Gonzalo GIRONÉS GUILLEN, *El Misterio de Elche*, Patronato del Misteri d'Elx, Elche, 2008, p. 208.

José POMARES PERLASIA, *op. cit.*, p. 21.

José María VIVES RAMIRO, *La Festa y el Consueta de 1790*, Ayuntamiento de Elche, Elche, 1980, p.13.

Francesc MASSIP I BONET, *La Festa d'Elx I els misteris medievals europeus*, Institut de Cultura Juan Gil-Albert - Ajuntament d'Elx, Alicante, 1991, p.18 y 19.

Luis QUIRANTE SANTACRUZ, *El Misteri d'Elx. Edició de la consuetud del 1722*, Patronato del Misteri d'Elx, Elche, 2004, p 25.

Fernando LÁZARO CARRETER, "Sobre el "Misteri" de Elche", *El Público*, Madrid, Junio 1987, p. 31.

Rafael RAMOS FOLQUÉS, *La leyenda del Misterio de Elche*, Graficas Asín, Madrid, 1956, p. 101.

Gran parte de la extensa bibliografía sobre el Misterio de Elche ha sido reseñada por Joan CASTAÑO GARCÍA, *Repertori bibliogràfic de la Festa d'Elx*, IVEI – Ajuntament d'Elx, Valencia, 1994.



Figura I-2: La Basílica de Santa María de Elche vista desde el noroeste.

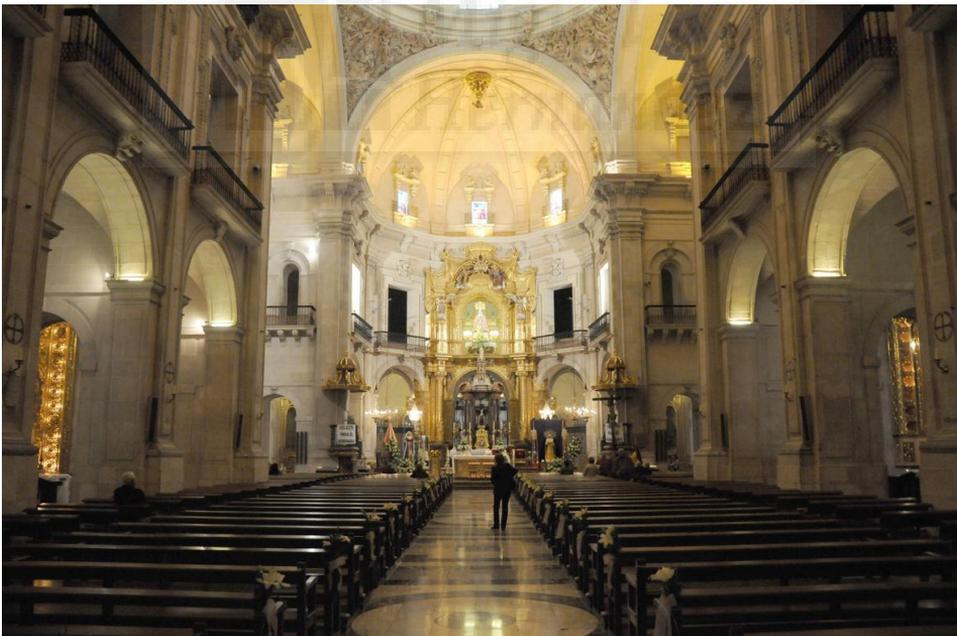


Imagen I-3. Aspecto del interior de la basílica de Santa María de Elche en periodo fuera de representaciones, vista desde la puerta mayor.



Figura I-4: Imagen de la Virgen María, en estado yacente sobre la yacija.

—ver figura I-4— será asunta a la gloria celestial⁸ —ver figura I-5.

Pues bien, para que esta singular representación pueda seguir llevándose a cabo y a partir de la segunda mitad del mes de julio, rondando la fiesta de San Jaime, cada año la basilica de Santa María, comenzará a transformarse en un gran escenario⁹ ocupando no sólo todo el espacio posible del templo sino también el ámbito aéreo, incluyendo la cúpula central, espacios que adquirirán un gran protagonismo durante toda la representación —ver figura I-6.

Por ello, este extraordinario decorado constará de dos partes: uno ubicado a nivel del suelo, conocido como tramoya baja, y el otro —el aéreo— conocido como tramoya alta o cielo en la cúpula, comunicándose ambos espacios por medio de tres aparatos aéreos —la *Mangrana*, el *Araceli* y la *Santísima Trinidad* figura I-7— que mediante una compleja tramoya situada en la terraza de la Basílica son puestos en escena.

La tramoya baja es el espacio en el que se lleva a cabo la mayor parte de la representación y donde se instalarán el andador —figura I-8— y el *cadafal* —ver figura I-9— artefactos que representan los lugares sagrados del mundo de los mortales.

⁸ Luis QUIRANTE SANTACRUZ, *op. cit.*, p.26: Asegura ser la fiesta más antigua y solemne de las que la iglesia celebra en honor de la Virgen de la Asunción.

⁹ Cf. Francesc MASSIP I BONET, *La Festa d'Elx...* "Capítol V: L'espai de la Festa d'Elx". Hasta la fecha, es la obra que con mayor profundidad y detalle se refiere a las tramoyas de la *Festa*. También José POMARES PERLASIA, *op. cit.*, p. 21.



Figura I-5: La Virgen de la Asunción, cruzando las puertas del paraíso tras haber sido coronada. El lienzo cubre la base del cimborrio tras el que se encuentra toda la maquinaria de la tramoja.

El *cadafal*, formado por un prisma cuadrado de 7,72 x 6,70 m y 1,58 m de altura, es de madera, con su interior accesible y su base superior —el tablado— preparado para ser pisado y poder soportar el peso de los cantores que intervienen en la representación. Para su protección, está circundado por una barandilla de madera con tres puntos de acceso: el principal, de 1.85 m de ancho, queda situada en el centro de poniente y es por donde va a conectar con el andador. Por la parte de levante, lo hace mediante dos puertas de 0,8 m situadas en cada lateral. El tablado, con su parte superior alfombrada, se sostiene mediante banquetas de madera que descansan directamente sobre el pavimento de la basílica. Para acceder por la parte de levante y poder salvar los 1,58 m de altura de la plataforma, se disponen en cada uno de sus extremos de sendas escaleras. En los vértices de la barandilla, y en cada tercio de sus lados, se distribuyen doce candeleros con cirios y con un platillo para la recogida de la cera, contruidos en madera y que, rebasando la altura de la barandilla, soportan un cirio cada uno de ellos.

Todo el *cadafal* está pintado de color gris perla mate, y por las caras laterales del prisma, a media altura, se reparten un total de 27 florones contruidos en madera y recubiertos con pan de oro. En cada uno de los vértices, las caras laterales del prisma se rematan con un adorno también de madera y dorado, quedando al mismo nivel que los florones.



Figura I-6: Interior de la basílica de Santa María convertida en escenario para llevar a cabo la *Festa*. En la parte baja y en el centro está el andador, al final de este el *cadafal*, en los laterales las tribunas y en lo alto el cielo.

Al interior del prisma —ver figura I-10— lugar de trabajo de los tramoyistas, se accede mediante una puertecita situada en un lado de levante, y junto a las escaleras que acceden a la puerta lateral del lado de la epístola —ver figura I-11. En el centro del tablado se dispone de dos trapas cuadradas y concéntricas, la mayor de 2,26x2,26 m, que se retira en el segundo acto para figurar la sepultura de la Virgen y dejar acceso al Araceli y la más reducida, de 98x98 m que se retira en el primer día para dejar paso al adorno que lleva en la base la *Mangrana*. El *cadafal* se sitúa de forma que su centro coincide con el de la sepultura¹⁰, próxima al centro del crucero y coincidiendo su eje transversal con el longitudinal de la basílica.

¹⁰ Así se denomina a un foso de 1,60x1,60 m y 1 m de profundidad que queda situado justo antes de las escaleras de acceso al altar mayor de la Basílica de Santa María y próximo al

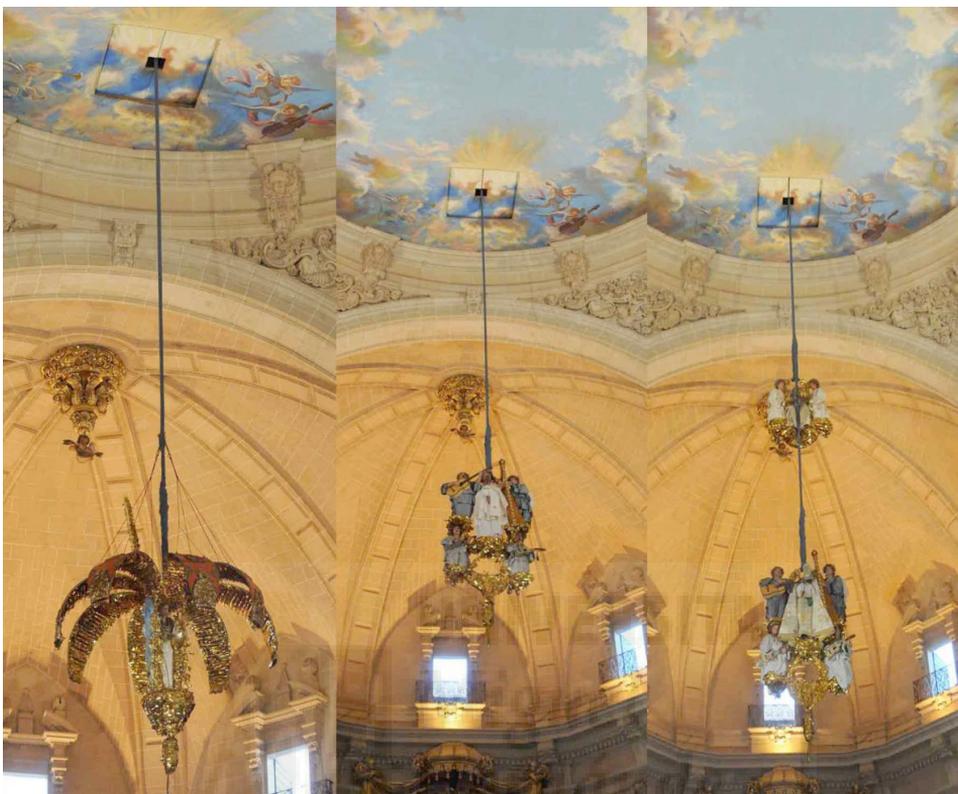


Figura I-7: Imágenes correspondientes a la *mangrana*, el Araceli y la Santísima Trinidad, durante su trayecto entre el cielo y la tierra.

En el lado del evangelio, a la izquierda del tablado, se dispone el lecho mortuario de la Virgen, que está dotado de un sistema mecánico construido en madera y hierro que permite, tras la muerte de la Virgen María, suplir al niño que la representa por la imagen que preside la basilica y de forma muy disimulada. Durante el segundo acto, el lecho se supe por la yacija procesional que se sitúa en el lado de la epístola del tablado.

El *cadafal* tiene una finalidad doble. Por un lado facilitar la visión al espectador de la acción que se desarrolla en la representación y, por otra, permitir que el Araceli, compuesto por doble altura de cantores, quede oculto al público durante la sustitución del Ángel Mayor que ocupa el centro del aparato por la imagen de la Virgen de la Asunción.

centro del crucero. Durante los oficios diarios, el foso permanece cubierto con tablas de madera y durante las representaciones, tras extraer las tablas, permite el acceso a su interior del aparato aéreo de mayor tamaño, conocido como Araceli.

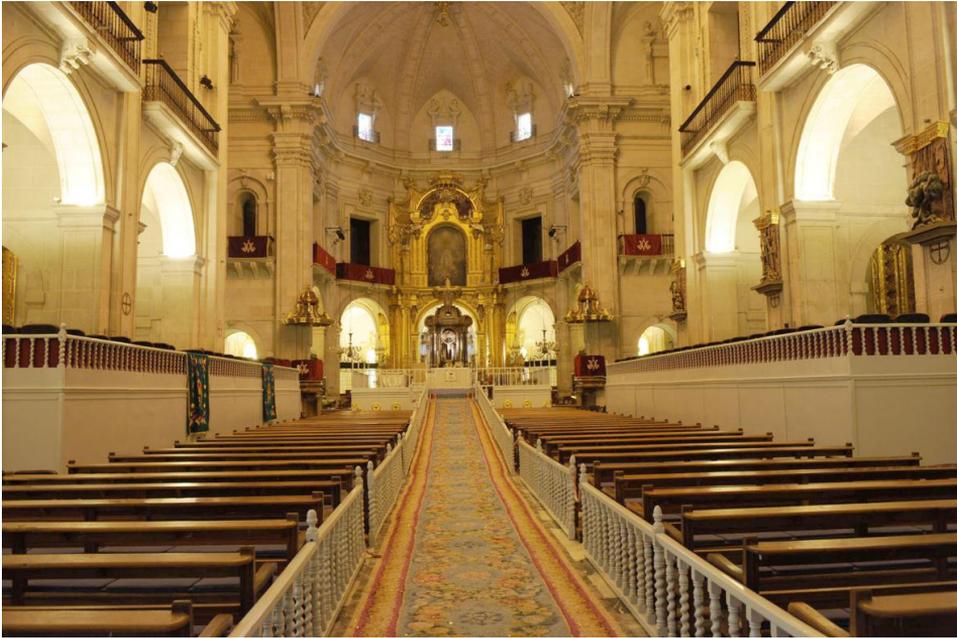


Figura I-8: El andador visto desde la puerta principal del templo, al final se ve el *cadafal*.



Imagen I-9: El *cadafal* visto desde el lado de la epístola.

Por su lado el andador tiene como finalidad la de comunicar la puerta principal del templo con la puerta principal del *cadafal*, y consiste en un pasadizo en



Figura I-10: Los tramoyistas en el interior del *cadafal* esperando la llegada de la *mangrana*. En el centro un foco de luz que la ilumina desde bajo.

rampa ascendente que se extiende por toda la nave formando a su vez parte del escenario.

El *cadafal* queda a 31 m de la puerta mayor. En los primeros 3,6 m de recorrido, tras cruzar la puerta, está exento de obstáculos, lo que permite la apertura de la puerta Mayor del templo. A esta distancia comienza el andador, que carece de pendiente hasta 12,12 m. A partir de este punto comienza el ascenso hasta la puerta del *cadafal*, donde queda aproximadamente a 0,44 m, separación que se salva con un escalón. La longitud del andador en rampa alcanza una longitud total de 16 m.

Su anchura interna es de 1,85 m, pero a 0,5 m del *cadafal* y en un tramo de 2,0 m, antes de llegar a él, se ensancha 600 mm en cada lado hacia el exterior con el fin de generar espacio para la colocación de un banco de triple asiento en el lado de la epístola y un sillón en el del evangelio.

Al igual que el *cadafal*, el andador queda protegido por una barandilla de idénticas características y que se extienden desde el inicio hasta el final a cada uno de sus lados. Su continuidad se ve interrumpida mediante la presencia de

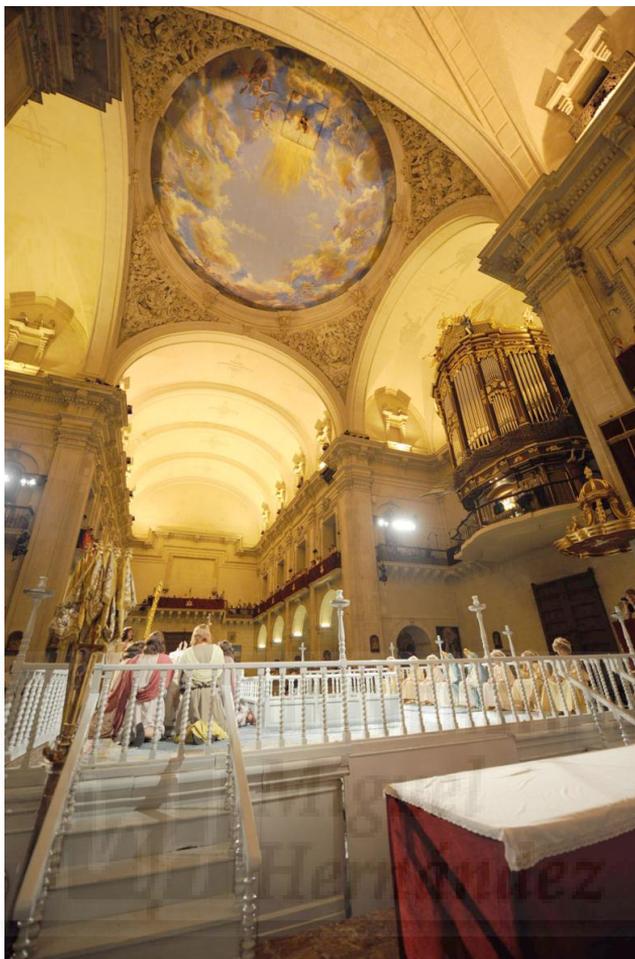


Figura I-11: Fotografía del *cadafal* efectuada desde el Altar Mayor y por su parte posterior; a la izquierda una de las escaleras de acceso al tablado, junto a ella la puerta de acceso al interior del prisma y en lo alto el lienzo del cielo . Foto del autor.

dos posibles pasos, que se encuentran clausurados con un cordón de seda sujeto por sus extremos a dos cáncamos. Su acabado es idéntico al *cadafal* en cuanto a color y tipo de pintura, quedando también cubierto con una alfombra similar.

Con respecto a la tramoya alta, sólo es visible a los espectadores el lienzo que representa el cielo¹¹. Éste es de lona, con forma circular y pintada con nubes y ángeles sobre fondo azul y cubre el anillo toral de la Basílica. Tras él se esconde la compleja tramoya así como sus servidores. Dispone de una plataforma que permite deambular a los tramoyistas y acceder de forma

¹¹ Al dedicar a esta parte del escenario del Misterio el núcleo principal de la presente tesis, desarrollado ampliamente en los capítulos III y IV de la misma, haremos en este apartado, una referencia muy escueta.



Figura I-12: Composición de cómo podría ser la representación antes del traslado al cimborrio.

cómoda y segura a todos los lugares en donde sean necesarios para poder manipular los aparatos. Una potente cabria compuesta por dos pilares atirantados, un torno doble (el más potente para el Araceli y la *Mangrana*, el otro, para la Trinidad), dos juegos de maromas y dos más de poleas dobles para reconducirlas —juntamente con todo el equipo humano de tramoyistas— harán posible el funcionamiento de todo el conjunto aéreo sobre el que recaerá, como hemos dicho, la función de comunicar el mundo celestial, que está sólo reservado a los seres divinos, inaccesible para los mortales con la salvedad de la Virgen María, con el terrestre. Es el *cel*, el cielo.

Pero todo este decorado descrito, que es el que hoy podemos contemplar en los días de agosto, no ha sido siempre así¹², y es lógico que haya sufrido cambios sustanciales a lo largo de los más de cinco siglos de existencia. Con anterioridad, tanto en la actual iglesia barroca como en su predecesora de estilo renacentista, este escenario aéreo y su tramoya correspondiente no se emplazaba en la cúpula del templo, sino que se hacía en lo alto de la bóveda de la nave —ver figura I-12. En este lugar existía una trapa que conectaba el interior de la basílica con la terraza de la misma, lugar en donde se encontraba ubicada la tramoya. Sobre esta terraza se emplazaba el torno y los elementos de suspensión de los aparatos, así como todo el equipo humano que los atendía.

¹² Vid. Sixto MARCO LOZANO, “1760: Any en què Marcos Evangelio va transformar la tramoia o escenari de la Festa” (transcripción documental de Joan CASTAÑO GARCÍA), *La Rella*, 23, 2010, p.109.

Y sucedió que en la tarde del 30 de mayo de 1672 y mientras se estaba inspeccionando la basílica de Santa María¹³ en presencia del maestro Francisco Verde, quien estaba estudiando la manera de detener la ruina que amenazaba tal destrucción, hubo un derrumbamiento en el templo. Unas lluvias pertinaces que se habían prolongado desde el comienzo del año, fueron las causantes de que se agravara la situación. Y el 2 de julio del año siguiente¹⁴, se colocaba la primera piedra del actual edificio bajo la dirección del mencionado arquitecto.

Transcurridos 13 años, la nave principal estaba ya concluida y tras alzar una pared con carácter provisional a la altura del crucero para poder seguir las obras, se pudo habilitar la nave para que se pudieran llevar a cabo los primeros oficios y la representación de la *Festa*. En algunos años, y a consecuencia de las obras, el Misterio hubo de ser trasladado a la iglesia de El Salvador y en 1729, tras 43 años de la primera piedra, se terminaron al fin el crucero y la cúpula.

Pero la nueva construcción pronto comenzó a presentar deterioro¹⁵, y la Ciudad se dirigió al duque de Arcos, Señor feudal de Elche, con el fin de que recabase del Supremo Consejo de Castilla la autorización para que se efectuase un reconocimiento que iba a tener como fin dictaminar el estado de las obras y mantener los impuestos para repararla. El Consejo delegó en el duque para que éste designase un equipo de técnicos a fin de que efectuasen una eficaz inspección en el edificio y así, con fecha 20 de enero de 1732 emitieron su informe. Y el equipo técnico dictaminó que si bien el edificio presentaba grietas en las zonas altas de los muros exteriores, la solidez del edificio era perfecta. A pesar del dictamen, las grietas continuaron creciendo produciéndose, además, desprendimientos desde lo alto del edificio por lo que a esta inspección le sucedieron, a lo largo de los 26 años siguientes, otras cinco más. Lo curioso es que en ellas se emitieron diagnósticos y tratamientos diferentes y en algunos casos contradictorios, e incluso algunos con intereses económicos por medio.

Dadas las circunstancias, el Consejo ordenó a la Audiencia de Valencia que le enviase el memorial de 1745, y al alcalde de Alicante¹⁶ le solicitó a su vez el nombramiento de una nueva comisión para que realizara un último memorial de reconocimiento que, por cierto, sería el quinto. El alcalde se lo encomendó a Hipólito Ravanals, José Herrero, José Irlas y Antonio Morell, y de esta manera el memorial nació mediatizado. Primero porque Ravanals y Herrero habían participado ya en anteriores informes y no iban a desdecirse de afirmaciones

¹³ Pedro IBARRA Y RUIZ, *Historia de Elche*, Manuel Pastor, Elche, Col. "Papers d'Elx", 1, 1982, p. 231.

¹⁴ Rafael NAVARRO MALLEBRERA, *Los arquitectos del templo de Santa María de Elche*, Caja de Ahorros Provincial de Alicante, Alicante, 1980, p. 44.

¹⁵ Rafael NAVARRO MALLEBRERA, *op. cit.*, p. 64 y ss.

¹⁶ Posiblemente con la intención de obtener, mediante técnicos foráneos, mas imparcialidad, situación esta que no se propició.

muy graves, y segundo porque José Irlles deseaba obtener para sí la contrata de la reconstrucción y, por tanto, el memorial de 1745 le era mucho más beneficioso.

Ante tal situación, el Ayuntamiento y el obispo de Orihuela ordenaron un nuevo reconocimiento que se sustanció el 6 de mayo de 1753 al objeto de contrarrestar la decisión de sacar la reparación a subasta siguiendo las líneas de 1745, decisión que había recibido el alcalde de Alicante del Supremo Consejo de Castilla. A pesar de ello no se pudo frenar la subasta, que recayó en José Irlles y otro, por la cantidad de 17.700 pesos.

Entonces, el obispo de Orihuela, Juan Elías Gómez de Terán¹⁷, se dirigió directamente al rey exponiéndole las consecuencias que para la iglesia tendría la obra de Irlles y, en vista de ello, el 29 de mayo de 1754 el rey ordenó al Consejo de Castilla que detuviese las obras y se tuviera en cuenta lo expuesto por el obispo. Así que en este sentido actuó el Consejo ordenando paralizar las obras y dando la orden al corregidor de Murcia Bernardo de Rojas y Contreras para que nombrara un arquitecto con el fin de realizar un nuevo y definitivo reconocimiento, en el cual debía tener presentes las diligencias ejecutadas de orden de la Real Audiencia de Valencia para conocer el estado de la iglesia en los años 1745 y 1753, así como los posteriormente ejecutados por el obispo de Orihuela.

El corregidor eligió a Marcos Evangelio¹⁸, maestro arquitecto vecino de Cartagena, quien tras aceptar su nombramiento de perito, se trasladó a Elche y el día 20 de septiembre de 1758 emitió un extenso y completo informe suscrito en Murcia¹⁹, en el cual dice:

Certifico, que en cumplimiento de mi cometido pasé a la villa de Elche y teniendo presentes las diligencias executadas de orden de la Real Audiencia de Valencia, para el reconocimiento de dicha yglesia en los años de 1745 y 53, en los cometidos de Dn. Pedro Luis Sánchez, escribano de Cámara de aquel Real Acuerdo y Dn. Juan Hortiz Azorín, Alcalde mayor de la ciudad de Alicante, como también las posteriormente executadas de orden del Illmo. Sr. Dn. Juan Elías Deterán, Obispo de Orihuela, con la planta y perfil de dicha iglessia, que todo me ha sido entregado; he reconocido con particular atención la fábrica de dicha yglesia con asistencia de las personas que en dicho Real Despacho se manda, de quién he tomado los informes nezesarios para el más perfecto conocimiento; como también los de Dn. Thomás Lloret, Presbítero, Sacristán mayor de dicha yglesia, y de Francisco Gómez, Maestro

¹⁷ Rafael NAVARRO MALLEBRERA, *op. cit.*, p. 73.

¹⁸ Rafael NAVARRO MALLEBRERA, *op. cit.*, p. 75.

¹⁹ Archivo Histórico Nacional (AHN), Informe de Marcos Evangelio sobre las obras de la iglesia de Santa María de Elche, 20-X-1758 (Sección Consejos, Legajo 22.528, f. 160-170). Transcripción de Joan Castaño i García.

albañil, que se ha criado en dicha villa y asistido a las obras que se han hecho en dicha yglesia desde que empezó a trabajar de albañilería, hasta los 77 años que cuenta de edad, y cotejando la obra executada con su planta y perfil, se halla toda arreglada a los preceptos de la más sólida arquitectura, sin faltarle circunstancia de quantas pueden contribuir a su fortificación y hermosura, pudiéndose reputar por una de las más sumptuosas fábricas de estos Reynos.

Tras esta primera valoración del edificio, continuó en su informe dando cuenta de las partes de la fábrica que encontró deterioradas, proponiendo las reparaciones que debían efectuarse y estableciendo las reglas idóneas para llevar a cabo estas reparaciones; y refuerza su propuesta señalando que: *Este es el medio más fázil, seguro y menos costoso que nos enseñan los Maestros de la Arquitectura.*

De entre las distintas reglas que expone, existe una que tendrá especial trascendencia: *El tejado se ha de formar de madera con el cartabón correspondiente, según arte, cuidando que la enmaderación sea a par hilera con los cuadrantes correspondientes a cada par.*

Hasta este punto, no existe en los apartados anteriores mención alguna por parte del arquitecto sobre la necesidad de tener que colocarle un tejado al terrado. Sin embargo, a los ilicitanos no les suena nueva esta propuesta, dado que en el informe pericial emitido en 1753²⁰ ya se planteaba esta posibilidad.

La construcción de esta cubierta significará que la fisonomía de la terraza de la nave habrá de cambiar por completo, pasando a ser de una superficie plana, a otra con forma triangular y con fuertes pendientes; es decir, de ser una superficie donde es posible permanecer, a otra intransitable. Ello tendría consecuencias muy directas sobre lo que en estas terrazas venía practicándose anualmente llegado el mes de agosto: el montaje de la tramoya. A tal efecto en su informe Marcos Evangelio dice:

Y sólo debe notarse en que según la situación en que queda la iglesia en el propuesto proyecto, desbaratando un terrado del cuerpo de la iglesia, cubriéndola con tejado, no pueden bajar las tramoyas que se hacen en el día de la Festividad de Nuestra Señora, del sitio por donde al presente descenden, sí que debe ser desde la media naranja, de donde con más facilidad y hermosura pueden bajar; y siendo del agrado del Consejo levanto plano y perfil de lo que sea necesario sin que por esto tenga la función más costo que hasta ahora, pues los instrumentos deben ser de madera, guardando los

²⁰ Rafael NAVARRO MALLEBRERA, *op. cit.*, p. 72.

de un año para otro.

Junto a la observación que hizo el arquitecto indicando las consecuencias que la colocación del techo sobre el terrado tendría sobre la *Festa*, apuntó un ofrecimiento para levantar planos y perfiles de lo que era necesario para facilitar el traslado de las tramoyas de un lugar a otro. Este ofrecimiento le supuso al arquitecto dos trabajos adicionales a los que en un principio vino a ejercer a la villa de Elche. Por un lado, tenía que convencer a todos de que la nueva ubicación favorecería a la *Festa* y por otro, mostrar los problemas técnicos que se derivasen de tener que trasladar la tramoya de lugar.

Con respecto al primero —la nueva ubicación— pensamos que entender el cambio no debió de ser muy complicado, dado que en el informe emitido por M. Evangelio ya pone de manifiesto que tras habérselo presentado al Consejo, el planteamiento fue de su agrado. El Consejo no debió de pensárselo mucho, puesto que la decisión la tomó de forma rápida, o tal vez ya la debía de tener meditada antes del planteamiento del arquitecto, porque por un lado era conocedor del informe de 1753, en el que ya se planteaba esta opción en la que desaparecería la terraza con la colocación de un tejado y, por otra parte, la forma en que quedó la visión de la representación de la *Festa* tras la retirada del muro que delimitaba la nave del resto de la fábrica no era la óptima. Pensemos por un momento en la forma en que se veía la representación entre los años 1729 y 1759 —que son los posteriores a la retirada del muro que separaba la nave del resto del edificio ya concluido— con el Araceli y la Trinidad suspendidas de lo alto de la nave, justo antes del crucero y mirando hacia la puerta Mayor. Todos los espectadores ubicados en el crucero lo verían de espaldas, y los de la nave lo visualizarían de frente.

Veamos lo que le pudo suponer a M. Evangelio el traslado de las tramoyas en cuanto al aspecto técnico: la tramoya se montaba sobre una terraza que por aquel entonces era una superficie más o menos plana —ver figura I-13— con un acabado de *trespol*, en donde existía un orificio cuadrado que conectaba con el interior del templo. La nueva situación iba a ser la misma que tiene en la actualidad, la zona este del tambor, ocupando parte de la terraza con los tornos, y parte invadiendo ya el interior del cimborio. En un principio, el traslado de un lugar a otro puede parecer algo complicado, hay que reconocerlo, dado el poco parecido que tiene el espacio físico actual a una superficie plana, como lo era en su tiempo la terraza que cubría la nave.

Pero quisiera, antes de proseguir, hacer un análisis de los documentos escritos por el arquitecto Marcos Evangelio tras la emisión de su informe pericial. El 25 de mayo de 1759, el Rey firma su nombramiento como director de las obras de reparación de la iglesia de Santa María de la villa de Elche, y en despacho

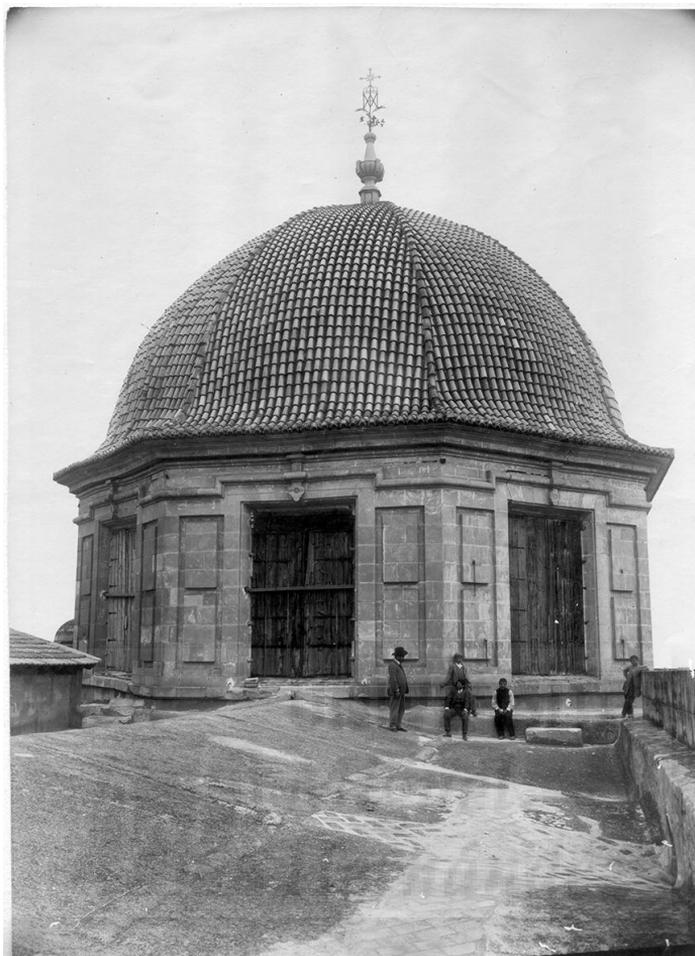


Figura I-13: La cubierta de la nave, la cúpula y el tambor en el año 1901. Foto de D. Pedro Ibarra.

fechado el 27 de mayo²¹, en el que se le notifica el nombramiento, se le indican además algunas observaciones que deben cumplir como son que:

levantase planos y perfiles del tabernáculo, tornos para las tramoyas por donde deziende Nuestra Señora de la Asumción en su festividad, retablos, rejas y demás adornos con la prevenzión de que los remitiese al Real Consexo por mano de Dn. Juan de Peñuelas, Secretario de Cámara y de gobierno...

En éste se entiende por aceptada la proposición que hace para colaborar en el traslado de la tramoya.

²¹ AHN, Memorial de Marcos Evangelio sobre las obras de la iglesia de Santa María de Elche, 25-XI-1760 (Sección Consejos, Legajo 22.528, f. 64-72). Transcripción de Joan Castaño i García.

El 9 de febrero de 1760 se fecha la orden para que se ejecuten todas las obras de planos, perfiles y modelos, y más adelante, en el mismo Memorial dice:

Arreglado al diseño se reconoce también construido el lienzo que deve servir para la festividad de Nuestra Señora y cubierta de la media naranja por donde se han mudado las tramoyas, y ha servido en el presente año con otros ynstrumentos ynteriores que se acordaron a causa de no haverse podido concluir los tornos, sin embargo de hallarse muy adelantados, y lo estarán para el año que viene.

Para mejor entender la complejidad técnica y de diseño a la que tuvo que enfrentarse el arquitecto para llevar a cabo el traslado de la tramoya, tendremos presente todos los anteriores documentos. En el último está diciendo que en 1760 se ha representado la *Festa* en el tambor de la cúpula, haciendo uso de instrumentos que se disponían; y en su informe pericial dice que los instrumentos son de madera, pudiéndose guardar de un año para otro.

Partamos del hecho conocido de que la tramoya que montó el arquitecto en 1760/1761 es la que aparece en las fotos que en 1901 efectuó Pedro Ibarra — ver figura I-14— y que es la misma que actualmente se monta —ver figura I-15— con la salvedad de la viga maestra, que siendo originalmente de madera pasó a ser de acero en 1922, y que es la que se describe en el capítulo III de la presente tesis.

Para que el arquitecto pudiese llevar a efecto lo dicho, tuvo que inventarse la plataforma, consiguiendo con ello reproducir, dentro del cimborrio y en su vacío, unas condiciones similares a la que la tramoya disponían sobre la terraza antes de efectuar su traslado, es decir: una superficie plana que rodease a los aparatos, una trapa con puertas que se abren y cierran para dar paso a los aparatos con una simulación del cielo. Una condición que debía cumplir es que todo ello fuese montable y desmontable para no alterar la imagen del templo fuera de la fechas de representación.

Restablecidas las condiciones de la cubierta de la nave con trapa incluida, en el interior del tambor, el resto de elementos pertenecientes a la tramoya que se montaban sobre la cubierta de la nave²², la cabria y aparatos, había que encajarlos en su interior.

Mas su actuación no finalizó con el cambio de ubicación de la tramoya y la resolución del problema del tejado. La perspectiva histórica nos muestra con claridad algo más sustancial y es que, con ello, Marcos Evangelio cambió por completo el escenario de la *Festa*. Tengamos en cuenta que trasladó la

²² Sixto MARCO LOZANO, La Tramoya Aérea del Misterio de Elche antes de 1760, Ayuntamiento d'Elx, Revista FESTA D'RLX, 2009, p. 67.

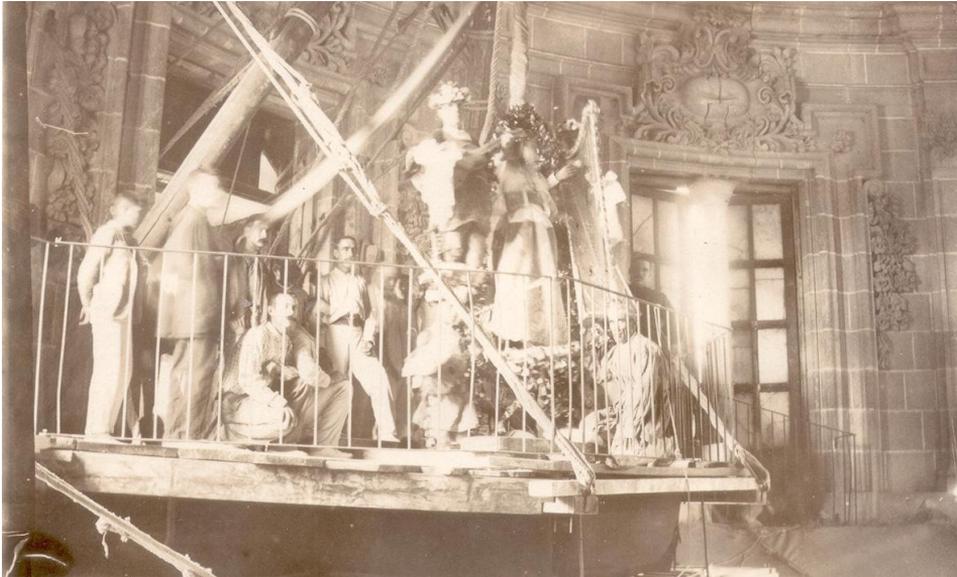


Figura I-14: Imagen de la tramoya con el Araceli y ocupando el sitial central el Ángel Mayor antes de traspasar las puertas del cielo. Foto del año 1901 efectuada por D. Pedro Ibarra.



Figura I-15: El Araceli con la Virgen Coronada efectuada desde aproximadamente el mismo ángulo que la foto anterior en el año 2008.

tramoya aérea de la nave a la cúpula, con la creación de un cielo de mucha más magnitud y esplendor del que había en la nave y ésta permitía; significó además trasladar el *cadafal*, del final de la nave hasta el centro del crucero, y prolongar el andador tal y como nos ha llegado hasta nuestros días.

En otro de los escritos fechado en Alicante a 8 de agosto de 1759, dice el arquitecto:

...con el dibujo del lienzo para cubrir la media naranja por donde descenden las tramoyas el día de la Fiesta de la Asunción de Nuestra Señora y el modelo graduado para que mejor que en dibujo se venga en conocimiento del modo que han de estar los tornos, a fin de que solamente dos hombres puedan hacer lo mismo en que asta de presente se han ocupado más de veinte personas.

Como veremos a continuación, la actuación del arquitecto tuvo mayor alcance del descrito, aunque bien es verdad que con resultados menos vistosos. En estos documentos se le ve metido de lleno, no sólo en el traslado de lugar de la tramoya, sino también —y lo que es más significativo— en un importante avance técnico.

La afirmación que el arquitecto hace en esta frase llama mucho la atención: asegura que dos hombres harán lo mismo que hasta el presente han hecho más de 20. Esto debió de ser para los ilicitanos relacionados con la tradicional tramoya de la *Festa* por aquellos tiempos, tan impactante como la venida de la televisión o los ordenadores en este siglo XX... No nos cabe la menor duda; el efecto debió de ser similar.

Aclaremos más cosas: hemos de tener presente que Marcos Evangelio procedía de Cartagena, ciudad que en 1726 fue declarada la Capital del Departamento Marítimo del Mediterráneo, y además la ciudad estaba en pleno desarrollo construyendo el arsenal y los castillos y cuarteles previstos en el plan de fortificación de la ciudad redactado por el ingeniero militar Martín Cermeño a instancias del conde de Aranda. Eso significaba que en aquellos momentos todos los avances técnicos más punteros debían de encontrarse en Cartagena, tanto en el campo de lo civil, comercial, militar y el naval, sin perder de vista que a pesar de encontrarse entonces la minería bajo mínimos, Cartagena es una ciudad con gran tradición minera desde muy antiguo; por tanto Evangelio era conocedor de los últimos avances técnicos relacionados con el traslado de elementos pesados entre diferentes niveles.

Un análisis del torno que actualmente está en uso, que se realiza en el capítulo III de la presente tesis, demuestra que tiene características técnicas similares a su predecesor —que se encuentra expuesto en la Casa de la *Festa* y que, además, salvo error u omisión, se trata del que mandó construir Marcos Evangelio—, cuyo estudio se incluye en el capítulo IV de esta tesis doctoral.

Existe mucha documentación escrita referente a la *Festa* o Misterio de Elche, pero su inmensa mayoría, salvo raras excepciones, está dedicada al estudio de sus aspectos musical, escénico, histórico o festivo. La presente tesis se centra exclusivamente en describir y analizar la tramoya aérea, con sus diferentes

partes, que se monta en la actualidad, así como en las dos últimas máquinas que desde la última modificación de importancia, realizada en el año 1760, tenemos constancia, intentando además con los datos del arquitecto, esbozar como podría haber sido la utilizada en el año del traslado: 1760 y anteriores.

1.1 MARCO DE LA TESIS.

Dentro del marco teórico nos encontramos que desde el comienzo de los primeros trabajos académicos sobre la *Festa o Misteri d'Elx*, fechados al final del siglo XIX, su gran mayoría han estado centrados exclusivamente en la parte artística, religiosa, literaria, musical, etc. de la obra y sólo en contadas ocasiones se ha acometido de forma parcial, y nunca de forma exclusiva, la descripción de su tramoya aérea.

Del primero que tenemos referencia que reparó en ella fue Pedro Ibarra y Ruiz que le dedicó un conjunto de artículos periodísticos en 1901²³. Posteriormente, hemos de citar a José Pomares Perlasia²⁴, quien tras una introducción a la tramoya aérea, hace una clasificación de ésta en cuatro partes que va describiendo conforme las cita: *El tablado del cielo y su servidumbre, la cabria, maroma y tornos, la Granada, el Aracoeli y la Coronación*.

El estudio más reciente y completo corresponde a Francesc Massip i Bonet²⁵, quien lo ha abordado desde un punto de vista conceptualmente diferente: comienza efectuando una diferenciación entre las terrazas y el cielo. A continuación divide la tramoya en siete partes: *andamio del cielo, elementos de sustentación, elementos de cobertura, escaleras y barandillas, la cabria, las puertas del cielo y la red*, dejando para el capítulo siguiente los aparatos aéreos: *la Mangrana, el Araceli y la Santísima Trinidad*, junto con el lienzo del cielo y los tornos, de los cuales sólo hace referencia a su existencia y la mención que sobre ellos se efectúa a lo largo de la documentación existente en los archivos.

Por tanto, en lo que a los tornos se refiere, ni de los actuales, ni de los de 1761, ni de los de 1760, sabemos de la existencia de trabajo alguno al respecto, y nos estamos refiriendo a los tornos de la *Festa* en sí, y no a los tornos como máquinas, puesto que como tal, se conocen desde los egipcios y la bibliografía al respecto es amplísima.

En la presente tesis doctoral nos centraremos en el análisis de la tramoya aérea, haciéndolo de forma parecida a como lo realizó el Dr. Massip, pero alterando la descomposición de la tramoya y entrando en el análisis tanto de

²³ Pedro IBARRA Y RUIZ, "La Festa de Elche", *Las Provincias*, Valencia, 1, 3 y 4 de agosto de 1901. Reproducidos en *Nueva Illice*, Elche, a partir del 8 de agosto de 1920.

²⁴ José POMARES PERLASIA, *op. cit.*, p. 31.

²⁵ Francesc MASSIP I BONET, *La Festa d'Elx...*, p.147.

sus partes como de cada uno de sus componentes por separado. La finalidad de la investigación será de tipo básico, con una profundidad descriptiva y dándole a los datos un tratamiento cuantitativo; el lugar será de campo.

Para los tornos, la profundidad de la investigación será explorativa, siendo el resto del mismo tipo.

1.2. MOTIVACIÓN

Una vez fijado el marco en el que se encuentra la presente tesis, trataremos a continuación de justificar la elección efectuada entre las dos posibilidades que se disponen.

Pomares, en primer lugar, describe el cielo con la puerta, sin tener en cuenta que son dos partes completamente diferentes y que se montan de forma independiente e incluso en diferentes momentos. Por otra parte, considera a la cabria independiente del torno y la maroma, cuando lo es un todo, al menos así lo define el diccionario de la RAE.

Por su parte el Dr. Massip considera el andamio compuesto por los elementos de sustentación, elementos de cobertura, escaleras y barandillas, incluyendo además la cabria, las puertas del cielo y la red de seguridad, considerando al cielo por una parte y la red por otra. La cabria es completamente independiente del “andamio”, debiendo estar unida al torno y la maroma junto con las poleas y los ganchos. El cielo, por su constitución y por su forma de sujeción, al igual que la red de seguridad, que se sujeta como el cielo, entendemos que deben ir parejos.

Por lo tanto, nuestra investigación realizará una combinación de ambos conceptos, y sobre todo, tendrá en cuenta las partes en que se compone y la secuencia que siguen los montadores en el proceso de montaje.

1.3. OBJETIVOS

El objetivo prioritario que se plantea en la presente tesis es conocer de forma precisa la composición de la tramoya aérea de la *Festa* o Misterio de Elche, así como las partes que la componen y la de sus componentes, prestando especial atención al torno que actualmente está en uso para averiguar sus datos más significativos.

Por otra parte, pretendemos averiguar las propiedades del torno diseñado y mandado construir por Marcos Evangelio, que entró en servicio en el año 1761, y que fue sustituido por el actualmente existente, del que queremos extraer sus

datos más significativos. Logrado esto, haremos una comparación con el actualmente en uso.

Tras ello obtendremos el esfuerzo requerido por cada uno de los tramoyistas que manipulan y manipulaban las máquinas. Este dato será utilizado para intentar esbozar cómo podrían haber sido los tornos que se utilizaban antes de 1761 y que precisaba, según el informe de M. Evangelio, de 20 tramoyistas.

Intentaremos, además, dar respuesta a los siguientes interrogantes:

- ¿Cuáles fueron las causas que impidieron al arquitecto Marcos Evangelio cumplir con su predicción y lograr que fueran sólo dos hombres los que tuviesen que hacer la labor de veinte, cuando en realidad, y según las imágenes que nos han llegado, se precisaban cuatro?
- Si en el entorno geográfico de Elche no existía en el año 1761 tecnología tan avanzada como demuestra el torno diseñado por Evangelio, ¿de dónde pudo surgir la que dio pie a su construcción?
- ¿Es posible que dicho torno fuera construido en el extranjero?
- ¿En qué medida afectó al torno construido por Marcos Evangelio el incendio que el fatídico 20 de febrero de de 1936 destruyó el interior de la iglesia de Santa María?

Para lograr alcanzar estos objetivos, hemos estructurado la tesis con las siguientes tareas que se irán desarrollando a lo largo de la misma:

- Realizar una investigación exhaustiva de la tramoya, tratando de identificar sus partes y los elementos que componen cada una de ella. Para esto se confeccionarán croquis, esquemas y abundantes fotografías de estas partes junto con la toma de medidas de sus componentes de acuerdo con lo establecido en las normas de metrología dimensional²⁶. Esta labor, que en el momento de la redacción de la presente tesis ya había sido efectuada, como fruto de varios años de trabajo, se ha conseguido tras integrarse el doctorando que suscribe, en el equipo de tramoyistas que anualmente efectúa el montaje y desmontaje de la tramoya. La duración de esta labor se limita a tres días anuales, lo que no hace fácil la tarea de poder acceder a la totalidad de sus componentes en tan corto período de tiempo. Los componentes, tras una fase de observación, pasan de la

²⁶ Jesús M. PÉREZ, *Complementos de Tecnología Mecánica y Metrología Dimensional*, Universidad Politécnica de Madrid, E.T.P.S.I.I, Madrid, 1988, p. 4 y ss.

caseta de almacenamiento al lugar donde deben estar colocados. El tiempo para confeccionar el croquis y medir suele ser, por tanto, escaso.

- Con los datos extraídos de la investigación se han efectuado los cálculos correspondientes, verificando con ello su idoneidad para garantizar la estabilidad del sistema. Esta parte ha dado alguna que otra sorpresa permitiendo, al doctorando, tras obtener la aprobación de la Junta Local Rectora del Patronato del Misteri d'Elx, organismo responsable de la representación, acometer su modificación.
- Realizar la investigación exhaustiva del torno diseñado y mandado construir por el arquitecto Marcos Evangelio, que salvo error u omisión es el que se encuentra expuesto en la Casa de la *Festa* de Elche. De él se han extraído croquis con las dimensiones y formas de sus piezas.
- Conocidas las características de las piezas de los tornos de 1761, y el cálculo de sus esfuerzos, se ha procedido a investigar el cómo y el dónde fue posible disponer de la tecnología necesaria para llevar a cabo su construcción.
- Analizar la tecnología que el entorno geográfico ofrecía en aquellas fechas. Labor realizada mediante el análisis de elementos mecánicos y máquinas de la época, tales como los existentes en museos, visita a construcciones mecánicas, etc.
- Analizar la tecnología que otros entornos geográficos ofrecían en aquellas mismas fechas, siguiendo el mismo procedimiento anterior.
- Analizar todo tipo de máquina que el ser humano ha ido empleando a lo largo de la historia para efectuar el traslado de cargas pesadas. Como primer paso, hemos identificado las actividades realizadas a lo largo de la historia, en las que ha tenido que recurrir a la ayuda de máquinas para lograr multiplicar su fuerza y poder favorecerse con ella. Sin tratar de ser exhaustivos, estas actividades han sido entre otras:
 - **Minería:** extracción de minerales del fondo de la mina, subida y bajada de personal.
 - **Navegación:** carga y descarga de mercancías, levado y echado de anclas, varado de embarcaciones, ruedas de accionamiento del timón.
 - **Construcción:** extracción de material en excavaciones, elevación de cargas pesadas a lo alto de las edificaciones.
 - **Máquinas de guerra:** catapultas, torres de asedio, torres defensivas.

- **Máquinas hidráulicas:** Norias, molinos de viento.
- **Otras:** elevación de comida a monasterios aislados, prensas de aceite.
- Localizadas las actividades, se han buscado las fuentes que nos podrían de alguna forma proporcionar información acerca de cómo eran las máquinas que se empleaban en ellas. Estas fuentes son de muy diversa índole y han sido, entre otras: pinacotecas, museos de la ciencia, museos navales, museos de la minería, museos etnográficos, libros, imágenes, así como maquinarias todavía conservadas en los propios lugares en los que han sido utilizados, como murallas medievales, castillos, monumentos, monasterios, etc.
- Vista la documentación extraída de las fuentes se ha procedido al análisis de las máquinas que en ella figuran obteniendo como resultado la función que realizaba y el modo de realizarla, procediendo a continuación a agruparlas en función de sus características comunes.
- Con estos datos y asignándole a cada una de las diferentes máquinas el par que han de proporcionar a la salida, con la fuerza de entrada que debe proporcionar cada servidor, hemos calculado cuál sería el número de estos para lograrlo. Con ello veremos si alguna de las posibles requiere la cantidad de veinte hombres para elevar la carga de 600 daN, como sería el caso de la *Festa* antes de 1761.

1.4. CONJUNTO DE PUBLICACIONES Y CONFERENCIAS LIGADAS A LA TESIS DOCTORAL

Los desarrollos y aportaciones de la presente tesis doctoral han servido para llevar a cabo diferentes publicaciones de impacto dentro del mundo de la *Festa o Misteri d'Elx*. Por otra parte ha dado pie a que el doctorando haya efectuado diferentes conferencias relacionadas con el mismo tema. Entre ellas podemos destacar:

1.4.1. PUBLICACIONES EN REVISTAS

- Sixto Marco Lozano, "La tramoya aérea del Misterio de Elche antes de 1760", *Festa d'Elx*, 55, 2009, p.67 y ss.
- Sixto Marco Lozano, "1760: Any en què Marcos Evangelio va transformar la tramoia o escenari de la Festa" (transcripción documental de Joan CASTAÑO GARCÍA), *La Rella*, 23, 2010, p. 109-138.

1.4.2. CONFERENCIAS

- Sixto Marco Lozano, “La tramoya de la *Festa o Misteri d’Elx*”, Curso de Verano organizado por la Cátedra *Misteri d’Elx* de la Universidad Miguel Hernández, 3 de agosto de 2010.
- Sixto Marco Lozano, “La Ingeniería mecánica al servicio de la *Festa*”, *La Tramoya del Misteri: Un estudio multidisciplinar*, Cátedra *Misteri d’Elx* de la Universidad Miguel Hernández, 27 de octubre de 2010
- Sixto Marco Lozano, “La tramoya aérea de la *Festa o Misteri d’Elx*”, *Huellas sobre el Barroco en Elche*, Cátedra Arzobispo Loazes de la Universidad de Alicante, 30 de marzo del 2012.

1.5. ESTRUCTURA DE LA TESIS

El documento se ha estructurado del siguiente modo:

- En el capítulo II se presenta el estado del arte de la técnica que afecta a la tramoya. Nos encontramos con una sistema mecánico diseñado hace muchísimos años, muy primitivo, que aun habiendo sido perfeccionado en el transcurso del tiempo, en su esencia ha quedado anclado en siglos pretéritos. El capítulo se centra en la evolución de la técnica y en lo que ésta ha cambiado.
- Seguidamente, en el capítulo III se efectúa el análisis de la tramoya y los espacios que la albergan. Tras efectuar una introducción, hemos dividido el capítulo en ocho apartados que corresponden a cada una de las partes que consideramos que la componen. Hacemos referencia a su situación dentro del templo, el espacio físico que ocupa, sus accesos, sus dependencias, casetas de almacenamiento y las preinstalaciones que se encuentran en las diferentes partes de la iglesia que van a servir para anclar la tramoya al edificio y garantizar con ello su estabilidad. Consideramos al lienzo, el decorado del cielo, como una de sus partes junto con la red de seguridad, otra lo es la plataforma de trabajo, le sigue la cabria, con todos sus componentes: pilares, elementos de unión del vértice, atirantado, poleas, maromas, tornos y ganchos. Continuamos con las puertas del cielo y seguimos con los aparatos aéreos: *La Mangrana*, el *Araceli* y la *Santísima Trinidad*.
- El capítulo IV se dedica a análisis del torno construido por el arquitecto Marcos Evangelio. Se incide en los efectos que sobre él causó el incendio de la Basílica del 20 de febrero de 1936, y en la tecnología que lo compone, llegando a la conclusión de que fue una máquina muy adelantada en su tiempo, así como qué es lo que pudo provocar el que el arquitecto no cumpliera con sus predicciones respecto al número de sus operarios.

- En el V se hace una clasificación de todas las máquinas que, a lo largo de la historia, el hombre ha utilizado para llevar a cabo el traslado de grandes pesos, tanto en altura como en desplazamiento, y se ha procedido a calcular el número de personas que precisaría cada una de las máquinas para elevar el aparato más pesado que se utiliza en la *Festa*: el Araceli. Ello ha permitido esbozar como podría haber sido ese torno que citó el arquitecto Evangelio y que precisaba de veinte o más hombres para moverlo.
- Finalizamos la presente tesis con las principales conclusiones que son expuestas en el capítulo VI, en el cual se detallan asimismo las aportaciones más relevantes de nuestro estudio y se marcan posibles futuras líneas de investigación.



CAPÍTULO II

ESTADO DEL ARTE

La antigüedad de las máquinas a las que nos estamos refiriendo en la presente tesis, ha permitido a la ciencia que le afecta, una alta evolución a lo largo de sus más de 250 años de existencia. En los tiempos actuales su diseño y desarrollo sería fruto de un estudio multidisciplinar, en el que requeriría el conocimiento perteneciente a diversas áreas como el álgebra, el cálculo, la física aplicada en sus diversas partes, dinámica y cinemática de máquinas, elasticidad y resistencia de materiales, cálculo de estructuras, diseño de máquinas, construcción, biomecánica, ciencia e ingeniería de materiales y, sobre todo, un profundo conocimiento de lo que es la *Festa*, tanto en la representación como en la parte técnica correspondiente a las tramoyas.

Suele considerarse a Arquímedes de Siracusa (287 a.C.-212 a.C.) como el iniciador del método infinitesimal.¹ Diecinueve siglos después, el astrónomo y matemático Johannes Kepler (1571-1630) no hace muchos progresos dentro de este campo pero sí en el campo de la astronomía con sus leyes planetarias. Fue el matemático y filósofo Galileo Galilei (1564-1642) pionero en el uso de las experiencias para validar las teorías de la física, lo que supuso el comienzo de la revolución científica. Además desarrolló el telescopio y junto a las teorías del heliocentrismo de Nicolás Copérnico (1473-1543) fueron los inventores de la astronomía.

En 1687, el físico, filósofo, teólogo, inventor, alquimista y matemático inglés Isaac Newton (1643-1727) publicó su libro *Philosophiæ naturalis principia mathematica*, más conocido como los *Principia*, donde establece las leyes de la mecánica clásica, demuestra las leyes de Kepler sobre el movimiento de los astros y con su principio de la gravitación universal permitía predecir la dinámica de los cuerpos. El desarrollo por Newton y Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716) —considerado como el último sabio universal—, junto con otros, establecieron las bases para el desarrollo del cálculo matemático que proporcionó las herramientas necesarias para el desarrollo de la física.

Durante el siglo XVII Galileo le dio un fuerte empuje a la utilización, de forma metódica y sistemática, de la comprobación empírica y la formulación matemática de las leyes físicas, que es acogida por muchos investigadores dentro de diferentes campos del saber.

¹ Julio REY PASTOR, *Curso de cálculo infinitesimal*, Argentina, 1962, p. 443.

Por otro camino diferente y sin comunicación alguna con el mundo científico, avanza el campo tecnológico, el empírico. Los diferentes tratados relacionados con la construcción, desde sus orígenes, incluían aquella documentación que se requería para llevar a cabo la construcción, orientada exclusivamente a la práctica constructiva, es más, evidenciaban lo innecesario que resultaba el campo teórico. Ejemplos de cuanto decimos lo podemos ver en Marcos Lucio Vitruvio Polión (27 a.C.), arquitecto e ingeniero, en su libro *de Architectura*², donde podemos contemplar una amplia serie de instrucciones prácticas destinadas al buen hacer constructivo, con ausencia, obviamente, de todo tipo de procedimiento de análisis.

Dentro de este mismo campo, el de la construcción, M^a Isabel Gómez Sánchez³, en su libro *Las estructuras de madera en los Tratados de Arquitectura (1500-1810)*, hace un recorrido a lo largo de este período de tiempo, e incluso antes, comenzando en 1310, en el que va poniendo de manifiesto la evolución que van sufriendo los tratados de arquitectura y la documentación ofrecida por los arquitectos a los constructores para llevar a cabo la ejecución de las obras y en especial las de madera. Como es de esperar, conforme avanza el tiempo ésta va creciendo en detalles y mejorando en calidad. La primera documentación, la de 1310, corresponde a dibujos muy rudimentarios, a los que le sigue la aportación de muy poca documentación o ninguna, sobre todo en el siglo XVI. Es a partir del siglo XVII, cuando comienza a aumentar la información y los manuales de información práctica. Y es en el siglo XIX cuando comienza la aparición de argumentos teóricos.

Dentro del mismo campo del conocimiento, hemos consultado la obra de Mateo Calabro⁴, en la cual hemos podido comprobar que se trata de un conjunto de normas y reglas a tener en cuenta a la hora de ejecutar una fortificación militar. Si bien al comienzo afirma que la fortificación militar:

... es ciencia y arte. Es ciencia porque sus términos propios y reales, sus principios demostrables y toda su formal perfección tiene[n] sus fundamentos en las Matemáticas.

² Marcos Lucio Vitruvio Polión (27 a.C.), arquitecto e ingeniero, probablemente de Fornio, vivió en tiempos de Julio César de quien fue su arquitecto en la juventud y, al retirarse del servicio, entró en la arquitectura civil, siendo de este período su única obra conocida. Es el autor del tratado sobre arquitectura más antiguo que se conserva y el único de la antigüedad clásica, *De Architectura*, en diez libros, probablemente escritos entre los años 27 y 23 a.C. Traducidos del latín y comentados por Joseph Ortiz y Sanz, presbítero de orden superior (Madrid, 1787).

³ M^a Isabel GÓMEZ SÁNCHEZ, *Las estructuras de madera en los Tratados de Arquitectura (1500-1810)*, Colección Arquitectura AITIM, Madrid, 2006, p. 5.

⁴ Mateo CALABRO, *Tratado de Fortificación o Arquitectura Militar. Dado por el Capitán de Infantería Don Mateo Calabro Ingeniero en Segunda de los Reales Ejércitos de su Majestad y Director General de esta Real Academia de Matemáticas de Barcelona*, Abril 1º de 1733.

Aunque “se fundamenta en las matemáticas”, poco uso de ellas hemos visto, al menos tal y como las entendemos hoy en día, a lo largo de la obra. Es de destacar de este tratado la consideración que por entonces se tenía de los ingenieros militares frente a los ingenieros civiles por su mejor conocimiento de la construcción.

Revisada la obra de M^a Isabel Gómez Sánchez y lo expuesto con respecto a la madera, podría hacerse extensivo al campo de las piezas metálicas integrantes en la construcción —la cerrajería—, puesto que en múltiples ocasiones aparecen planos en los que se muestran enlaces de vigas con elementos metálicos, para efectuar las uniones o para refuerzos y en escasas ocasiones se efectúa un detalle aparte del cómo debe ser esa pieza en especial.

En otro campo del saber: —el mecanizado con torno—, se sabe que el torneado estaba bastante avanzado y estaba más calificado como un arte que como una ciencia, tal es el libro escrito por R.P. Charles Plumier,⁵ (1646-1704) originalmente en latín para que pudiese alcanzar una amplia difusión, siendo traducido posteriormente al francés. Su título, *El arte de tornear*, corresponde a un amplio manual sobre el torneado, el cual es acompañado por gran cantidad de ilustraciones ricas en herramientas, soportes, poleas para el cambio de la velocidad de corte e inversión de giro, sistemas de pedal para accionar el giro, sistemas de sujeción de herramientas, carros, desplazamiento de carros, afilado de herramientas y un largo etc. Por supuesto que no aparece ningún estudio sobre la velocidad de corte ni sobre esfuerzos mecánicos de las piezas ni de su refrigerado.

Coetáneo de Plumier, fue Thomas Savery (1650-1715), mecánico inglés que desarrolló una máquina de vapor, quien tras asociarse con Thomas Newcomen (1663-1729) —considerado por algunos como el padre de la revolución industrial— construyó la máquina de vapor atmosférica, conocida como máquina de Newcomen y utilizada para la extracción de las aguas de las minas. Pero fue el ingeniero escocés James Watt (1736-1819) quien introdujo las mejoras necesarias para desarrollar la máquina de vapor alternativa de combustión externa.

Del año 1780 es el libro de Josep-Aignan Sigaud Lafond (1730-1810)⁶, quien efectúa la descripción de máquinas elementales como la palanca, el torno, la cuña, el tornillo, la polea, etc., haciéndolo de forma simple y comprensible apoyándose en las ecuaciones matemáticas. Un auténtico avance del que desconocemos la penetración que pudo hacer en el campo tecnológico.

⁵ R.P. Charles PLUMIER MINIMUS, *L'Art de Tourner, ou de Faire en Perfection Toutes Sortes d'Ouvrages au Tour*, París, 1749.

⁶ Josep-Aignan SIGAUD LAFOND, *Elementos de Física Teórica y Experimental*, traducido por Tadeo Lope, Madrid, 1787.

A finales de siglo XVII, y sin poder establecer fecha determinada, se puede fijar el nacimiento de la ciencia y cuando empiezan a aparecer los primeros síntomas de influencia de las investigaciones científicas dentro del campo tecnológico lo que propicia un desarrollo más rápido para la tecnología y la física. Es prácticamente a partir del momento en que comienza el acero a formar parte de los elementos constructivos⁷ cuando la ciencia se mete de lleno en el análisis de las construcciones, alcanzando su apogeo en pleno siglo XIX y llegando a lo que hoy conocemos.

2.1. USO DE LA CIENCIA EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA TRAMOYA DE 1760

Cinco años antes de comenzar la revolución industrial en Inglaterra, en el año 1765, es cuando se realiza el traslado de la tramoya aérea de la *Festa* o Misterio de Elche, desde la nave, a su lugar actual. Por aquel entonces la mayor parte de la tramoya estaba consolidada. En el cambio de un sitio a otro, se aprovecharon muchas partes y otras se tuvieron que construir para poderlas instalar en el lugar actual. Toda ella, sin excepción, se construyó de forma empírica, lo que ha dejado en ella unas huellas indelebles que hoy en día se pueden ver. Algunas simplemente con la observación y otras tras un análisis efectuado con los conocimientos actuales. Detectaremos puntos que están sobredimensionados y otros infradimensionados, junto a la utilización de soluciones técnicas poco racionales o propias de personas inexpertas e incluso la redundancia de elementos de sustentación, como seguridad. Veámoslo por partes.

2.1.1. EL CIELO

Este elemento se construyó de forma específica para el lugar que había de ocupar; la documentación que tenemos hace siempre referencia a un cielo, pero ubicado en la nave y en ningún momento estando expuesto a las acciones del viento como le sucede al actual.

Es habitual que durante el mes de agosto la climatología no ofrezca días de corrientes de aire fuerte, pero el lienzo, taponando el anillo toral y con las ventanas del cimborio abiertas de par en par, así como las puertas de la basílica, se puede encontrar expuesto a posibles corrientes de aire. Su gran superficie hará que las fuerzas que se deriven de la acción del viento sobre él puedan alcanzar valores de riesgo.

⁷ Enrique BELDA VILLENA, *Resistencia de Materiales y Cálculo de Estructuras*, tomo primero, Bilbao, 1963.

Aplicándole las hipótesis de viento que se aplican en la construcción de edificios, los elementos de sujeción son adecuados para soportar las acciones mecánicas que el lienzo trasmite a éstos. Sin embargo, un lienzo cualquiera no sería capaz de soportarlo. Concretamente el actual, con la trama de algodón y la urdimbre de poliamida 6 6, podría aguantar perfectamente estas acciones, pero con seguridad, un lienzo, todo él construido de lino o algodón, dependería mucho de su gramaje y su estado de conservación.

Un simple análisis con los cálculos correspondientes hubiese puesto de manifiesto las acciones mecánicas que se podrían ejercer sobre el cielo y un ensayo del lienzo conocer su idoneidad o no.

2.1.2. LA PLATAFORMA

El doctorando que suscribe, la ha analizado con minuciosidad desde dos puntos de vista diferente. En primer lugar, la distribución de las vigas al efecto de optimizar el aprovechamiento de éstas, obteniendo como resultado que estamos ante un ejemplo de cómo nunca debe efectuarse una distribución de vigas para construir un forjado. En segundo, efectuando un cálculo mecánico de toda la estructura y comprobando con ello los esfuerzos a los que se encuentran sometidos sus diferentes componentes, encontramos como resultado la existencias de piezas capaces de soportar 1.000 daN/m^2 y sin embargo otras no pueden admitir más de 125 daN/m^2 . Por estas fechas el científico Jacobo Bernoulli (1654-1705), tiene resuelto el problema de la deformación de las vigas y la línea elástica y Antonio de Parent (1666-1716) aportó nuevos avances al estudio de la resistencia de la madera como en la flexión de vigas.

Como resulta evidente, de haber habido conexión entre ambos campos, la disparidad de valores encontrados entre las diferentes vigas que forman la estructura no se hubiesen dado.

El primer punto, en cuanto a la distribución de las vigas, se ha respetado, pues pensamos que es digno de admirar, siendo su única consecuencia el exceso de material que requiere para conseguir su estabilidad. Con respecto al segundo, la presencia de piezas subdimensionadas, dio pie a la redacción de un proyecto de modificación, que tras ser aprobado por la Junta Rectora del Patronato del *Misteri d'Elx* y la Conselleria de Cultura —quien subvencionó íntegramente su refuerzo— se abordaron los trabajos para reforzar las vigas que lo requerían, con lo que se pasó a un valor mínimo de carga de uso de 500 daN/m^2 para toda la estructura.

2.2.3. LA CABRIA.

Su análisis lo acometeremos por partes, haciéndolo sobre cada una de las que la compone y siguiendo el mismo procedimiento que en los anteriores.

2.2.3.1. LOS PILARES

Su constitución estructural la vemos adecuada. Disponen de un excesivo número de riostras, ocho en total. Son consecuencia de las fuertes dudas que se tendrían sobre la resistencia capaz de proporcionar la sillería, que es donde se encuentran los puntos de anclaje donde se atan éstas.

Un análisis de la resistencia del conjunto, teniendo en cuenta las acciones mecánicas a las que se les va a someter y efectuándolo desde un punto de vista pesimista —dándole al coeficiente de trabajo de la madera nada más que 60 daN/cm^2 —, siendo conscientes de que se le podría haber asignado un valor superior, pone de manifiesto que el conjunto está efectuando una labor adecuada y segura.

2.2.3.2. MAROMAS, GANCHOS Y POLEAS

Todas ellas sobredimensionadas como medida contra el envejecimiento del cáñamo. Su rotura presenta pocos síntomas previos y requiere un alto conocimiento y experiencia para prevenirlo. Cualquier material moderno como poliamida, polietileno, poliéster, etc., produciría igual resultado con mucha menos sección de material.

Con respecto a los ganchos, hechos a forja, están dimensionados en exceso y respecto a las poleas, llama sobre todo la atención la del vértice de la cabria, que de acuerdo con la documentación disponible, está hecha por un carpintero y la refuerza un cerrajero. Filosofía esta totalmente contraria a la actualmente en uso, dado que lo que se encuentra en el mercado está enteramente construido en metal. Fue en la industria naval donde más perduró el uso de la madera, hasta que se generalizó el acero inoxidable, sobre todo del tipo naval.

En ella se puede apreciar la no existencia previa de ningún tipo de estudio, puesto que a lo largo del tiempo se ha tenido que ir reforzando en diferentes partes, sobre todo en el ojo de la polea, pues con el tiempo se debió de añadir un casquillo de bronce y unos discos de acero que reforzasen la madera que compone la polea.

2.2.3.3. EL TORNO

Sobre el bastidor bien poco podemos opinar ante lo que nos ha llegado. Pensamos, y en este sentido lo expondremos en el capítulo IV, capítulo que destinamos enteramente a él, que su estructura complementada con la envolvente de madera, tendría la resistencia adecuada a lo que se le había de exigir. Nos llama mucho la atención la estructura metálica reforzada con madera: algo muy novedoso para su época y en esta zona geográfica. Lo normal eran estructuras, donde lo que predominaba era la madera y esta era reforzada con piezas de acero.

Un cálculo de sus árboles, ponen de manifiesto un adecuado diseño y se desconoce la influencia que sobre los engranajes pudo tener el exhaustivo estudio que Leonardo Da Vinci (1452-1519) hizo sobre los engranes de linterna.

2.2.4. LA MANGRANA

Su existencia es anterior al año en que se llevó a cabo el traslado de la tramoya. La primera referencia que se tiene de ella es del año 1640, en el que se le efectúa una reparación de las bisagras de las alas y se le cambian los lienzos a éstas. A partir de la documentación conservada, el siguiente cambio de lienzos está fechado en 1752, es decir, 112 años después. Este ciclo de sustitución de lienzos se ha mantenido casi igual, habiéndolos de menor tiempo, pero en cualquier caso, si en 1640 se cambiaron por lienzos nuevos y, pensando que sus predecesores no fuesen muy buenos, se puede deducir con bastante certeza que a finales del siglo XVI ya existía el actual aparato.

Como veremos en el capítulo III, punto 3.8.1, su construcción no responde a mucha lógica mecánica. Analizando el bastidor principal y desplazándose de abajo hacia arriba, se parte de una robustez muy alta —el cálculo de los elementos de que se compone, da unos resultados que comparados con las acciones mecánicas a la que se puede ver sometida, y considerando en el cálculo una calidad de acero de no muy buena calidad, da valores de resistencia que permite en algunos casos trabajar con un coeficiente de seguridad con valores altos— sigue así hasta la cubierta superior e incluso el elemento destinado a sujetar el gancho es de una alta resistencia. Sin embargo, la unión entre ambos deja mucho que desear. En el año 1805 alguien se percató del problema y le instaló unas anillas como complemento de la sujeción para mayor seguridad.

Con respecto al bastidor de las alas los problemas se acentúan, pues están hechas de retales de pletina de distintas características de acero y sujetas entre sí cada dos de los tramos con dos roblones. Llama especialmente la atención el ala número ocho, en la que el tramo correspondiente al lado

izquierdo del bastidor está compuesto por nueve trozos diferentes. Artesanía total.

Entendemos que la razón que pudo dar a esta situación era la escasez del acero o su alto coste, lo que pudo dar lugar al aprovechamiento del último retal que se dispusiese, por el contrario la mano de obra era de un coste bajo, por lo que pese al tiempo que precisaría la construcción de un tramo de bastidor en esas condiciones, predominó el gastar mano de obra frente a la adquisición de material adecuado.

2.2.5. EL ARACELI.

Solo se conocen de ella las fechas correspondientes a modificaciones, reparaciones y cambio de tamaño, los cuales han dejado huella en el aparato. Se considera de construcción anterior a la *Mangrana* y de acuerdo con una filosofía constructiva que no tiene nada que ver con la anterior, encontrando elementos diferenciadores que nos hacen pensar esto y que como ejemplo hemos podido constatar que: las uniones en la *Mangrana* se efectúan con tornillos y tuercas—ver figura III-258— no respondiendo estos a ninguna norma conocida, mientras en el Araceli, las uniones más antiguas, están efectuadas mediante el sistema muesca-espiga-cuña —ver figura III-211—. Otro ejemplo lo tenemos en el sistema de unión del aparato al gancho sujeto a la maroma: en el Araceli tiene simplemente un cáncamo roblonado al bastidor—ver figura III-158— mientras que en la *Mangrana* dispone de un sofisticado sistema de sujeción que se encuentra triplicado —ver figura III-162— y como estos un largo etc., que las convierte en formas constructivas completamente distintas.

El aparato está completamente descrito en el capítulo III, punto 3.8.2, tras su comparación se podrán ir apreciando las diferencias existentes entre ambos aparatos.

2.2.6. LA SANTÍSIMA TRINIDAD

Tampoco es que se sepa mucho de este aparato, en lo que a antigüedad se refiere, pero de su observación se extrae también como conclusión que tanto su técnica constructiva como su tecnología es diferente de los dos anteriores.

El aparato se describe completamente en el capítulo III, punto 3.8.3 y podemos ver con detalle la gran diferencia en cuanto a diseño y sistema constructivo se refiere. Como ejemplo estableceremos que los sitiales forman parte todos ellos del bastidor, cosa que en el Araceli están adosados a él. El sistema de enganche es similar al primer enganche de la *Mangrana*, y si bien la resistencia mecánica, tanto del bastidor como del arco de suspensión, es

elevada, se aprecia que la resistencia de la unión entre ellos, efectuada con cuatro remaches, no está en consonancia.

2.3. CONCLUSIÓN

Tanto por la fecha en que fue construida, como por la exposición realizada sobre la evolución del campo científico, y los datos extraídos de la propia tramoya aérea de la *Festa*, consideramos que ésta fue construida toda ella de forma empírica con escasa aportación de conocimiento científico, puesto que por estas fechas, aun habiéndolos, no había propensión a efectuarlos.





CAPÍTULO III¹

EL CIELO O TRAMOYA AÉREA²

Siendo precisos, el cielo de la *Festa* es el telón que, montado sobre la base del cimborrio del templo de Santa María, cubre su interior a la vista de los espectadores y simboliza el Empíreo, la Gloria Celestial, el Paraíso.

Sin embargo, en un sentido más popular, es sabido que el cielo es sinónimo de la tramoya aérea o tramoya alta nombre con el que se conoce, dentro del mundo de la *Festa* o Misterio de Elche, a toda la maquinaria y elementos que, debidamente montados, permiten formar el escenario vertical y que mantienen en lo alto su telón, —el cielo— y permite vincularlo con el escenario horizontal mediante los tres aparatos aéreos que a lo largo de la representación serán puestos en escena de acuerdo con el guión establecido en la consuetud. Dentro de estos elementos se incluye el decorado, los espacios físicos pertenecientes al templo y los propios aparatos: lo *Núvol*, *Mangrana* o Granada, el Araceli o *Recèlica* y la Coronación o Santísima Trinidad.

La tramoya está diseñada y construida para adaptarse a las características y medidas de los espacios físicos donde se instala, que es en lo alto de la basílica de Santa María. Esta, una vez montada, queda sujeta a los elementos constructivos del edificio, por lo que, al efectuar su diseño, se tuvo muy en cuenta estos espacios. Por otro lado, dichos espacios físicos también fueron modificados para albergarla. La tramoya está compuesta fundamentalmente

¹ Toda cuanto información se aporta en este capítulo ha sido obtenida por el doctorando con la ayuda y colaboración del encargado de la tramoya D. Francisco Ródenas, los tramoyistas D. Juan Antonio Quiles y D. Juan Francisco Ródenas y la totalidad del equipo de montaje, quienes año tras año, desde mi ingreso como miembro de la Junta Rectora del Patronato del Misteri d'Elx, han venido colaborando en la obtención de la presente información. A todos ellos, mi más sincera gratitud.

² Cf. Elena CAPRIETTI, *Brunelleschi*, Giunti Editores, Milán, 2003, p. 75 (“Le machine scenotecniche per le sacre rappresentazioni”). Francesc MASSIP I BONET, en *La il·lusió de Ícaro: Un desafío a los dioses*, Comunidad de Madrid, Consejería de Educación y Cultura, Madrid, 1997, p. 48, considera a Filippo Brunelleschi (1377-1446), como el inventor de la tramoya con el cielo ubicado en altura, en la vertical por encima de donde se desarrolla la acción. Brunelleschi lo puso en práctica en la iglesia de San Felice in Piazza (Florencia) con la representación de la Anunciación sobre el 1430. Rafael McEVOY BRAVO, “El Misterio de Elche y sus antecedentes en el arte, la cultura y la escenotecnia italiana: Filippo Brunelleschi y los ingenios aéreos florentinos”, *Festa d'Elx*, 57, 2013, p. 159-176. También José POMARES PERLASIA, *La “Festa” o Misterio de Elche*, Patronato del Misterio de Elche, 2004, p.31. Y Francesc MASSIP I BONET, *El Teatro Medieval. Voz de la divinidad, cuerpo de histrión*, Montesinos, Madrid, 1992, que en la p. 67 señala: “Una de las principales aportaciones del teatro del Medioevo es la recuperación y la magnificación del llamado escenario vertical.”

por su telón –el cielo–, los aparatos aéreos, la plataforma de trabajo y una cabria con dos columnas atirantadas y complementadas con dos tornos, sus correspondientes poleas, maromas y ganchos, así como diversas instalaciones auxiliares.

Como ya se ha indicado en el capítulo I, la actual tramoya se viene montando de forma muy similar desde el año 1760 y en el transcurso de estos años ha sufrido alguna modificación, pero manteniendo en todo momento su fisonomía, características, procedimientos de montaje y de trabajo. A lo largo del presente capítulo, se llevará a cabo una descripción de cómo se ha venido montando la tramoya durante la primera década del siglo XXI, sin hacer referencia a los cambios que desde la fecha referida se le han efectuado.

3.1. SITUACIÓN

La tramoya aérea de la *Festa* se sitúa en las terrazas de la zona occidental de la basílica a más de 28,6 m de altura respecto al pavimento. Invade lo que corresponde al interior del cimborrio, la cubierta del presbiterio y la del crucero pudiéndose extender la ocupación cuando se tienen que llevar a cabo labores de conservación y mantenimiento de elementos que la componen, a la totalidad de las terrazas. En la figura III-1 se puede ver una vista aérea de la terraza de la basílica.



Figura III-1: Foto aérea de las cubiertas de la basílica de Santa María de Elche. Foto extraída de Google.

3.2. EL ESPACIO FÍSICO EN LA BASÍLICA

3.2.1. EL TERRADO³

Es la cubierta de la basílica de Santa María de Elche, una cubierta diferente a la mayoría de las que disponen las iglesias que se pueden encontrar en nuestro entorno geográfico, como hemos visto en figura III-1. Lo habitual son edificaciones con cubiertas formadas con cuchillos y tejas a dos aguas y no con las cubiertas planas practicables como ocurre en este terrado. El arquitecto Marcos Evangelio, en su informe pericial de 1758⁴, propuso cambiar la cubierta de la nave y el crucero, pero nunca se llevó a efecto.

El templo tiene diversos terrados repartidos por diferentes plantas, pero solo en los situados en la cuarta es donde se monta la tramoya y sus instalaciones anejas. En ella se encuentran los pertenecientes al presbiterio situado al este, a la nave del crucero situada en el centro y a la nave central situada al oeste.

Tras efectuar el ascenso a la cuarta planta, se accede directamente al terrado del presbiterio. Como podemos ver en la foto III-1, linda por poniente con la terraza de la nave del crucero y en las demás direcciones con la terraza de la planta inferior perteneciente a la cubierta del camarín y museo. Su forma geométrica se asemeja a la de una línea poligonal regular abierta de cinco lados de 6,1 m de longitud cada uno y que es cerrada por un sexto lado de mayor longitud, 16 m, con lo que lo convierte en un polígono irregular de seis lados, que guarda semejanza con la forma que el presbiterio tiene en el interior del templo.

Avanzando hacia poniente, para el lado mayor del hexágono, el terrado del presbiterio conecta con el de la nave del crucero. Este tiene forma rectangular de 30x18 m aproximadamente y queda dispuesto longitudinalmente de norte a sur. La terraza del crucero está dividida en dos partes por tener situado en su centro el cimborrio, quedando al norte la parte que se corresponde con la puerta del Órgano, y al sur, la de la puerta del Sol.

El cimborrio, con forma de prisma recto regular y base octagonal está cubierto por una cúpula en forma de media naranja revestida con tejas de color azul. La apotema del polígono que forma su base, tiene por longitud la mitad de la anchura de la terraza y cuatro de las aristas básicas del octágono son paralelas a las del rectángulo de la terraza, por lo que dos caras del cimborrio, coinciden con los límites de la terraza por la parte de levante y de poniente.

Junto con esta última terraza continuando en dirección a poniente, y también con planta rectangular, con dimensiones aproximadamente 23x15 m, se

³ Francesc MASSIP I BONET, *La Festa d'Elx i els misteris medievals europeus*, Institut de Cultura Juan Gil-Albert - Ajuntament d'Elx, 1991, p. 149.

⁴ Véase la Introducción de la presente tesis.

extiende la terraza perteneciente a la nave central. Esta nave limita por el lado opuesto al cimborrio con el frontón de la fachada principal. Con esta disposición, forma cruz latina con la de la nave del crucero. Esta terraza limita por el norte con la torre del campanario, situada justo a continuación del frontón y el hueco perteneciente a la terraza de la nave lateral norte, la cual se encuentra en una planta inferior y, finalmente, por el sur, limita con la correspondiente terraza de la nave lateral, también situada en la tercera planta (figura III-1).

Las tres terrazas se encuentran conectadas entre sí, estando la de la nave central aproximadamente unos 0,10 m más alta, que la de la nave del crucero y esta a 1,10 m, por encima de la del presbiterio, desde donde se accede a través de sendas escaleras, situadas a cada lado de la cara del cimborrio, de cinco peldaños cada una y una anchura variable entre 1,8 m y 1,13 m como podemos ver en la figura III-2.



Figura III-2: Foto efectuada desde el lado de levante, en el que se puede ver la terraza del presbiterio, en primer plano la losa de anclaje de los tornos con estos cubiertos junto con los arranques de los pilares de la caseta desmontable; al fondo las escaleras de acceso a la terraza del crucero flanqueadas, cada una, por un penacho flamígero y en el centro la ventana de levante del cimborrio. .

Desde la torre del campanario por el norte y desde el frontón por el sur, todas las terrazas están protegidas por un pretil, que varía entre una altura de 0,4m y 0,8 aproximadamente, dependiendo de la pendiente de la cubierta, que las circunda y que, con la excepción del situado en la zona de la nave lateral



Figura III-3: Foto efectuada desde el vértice del sureste de la terraza del crucero, en la que se puede ver los pretilos del sur con sus penachos flamígeros y la torreta del vértice de dicha terraza donde finalizan las escaleras de acceso a la terraza de la planta inferior. Al fondo está el frontón, parte del campanario la terraza de la nave central.

norte y la terraza del ábside, está adornado con pináculos flamígeros de 0,8 m de altura repartidos uniformemente (foto III-3).

Como se puede ver en la figura III-1 en cada uno de los vértices de la terraza del crucero, existe una torreta con forma circular (ver figura III-3) de 1,90 m de diámetro y 2,60 m de altura, cubierta por su extremo superior con una semiesfera de 1,90 m de diámetro, que dispone en su clave de un pináculo flamígero de 0,80 m de altura y 0,3 m de ancho que lo adorna. De la parte baja de la semiesfera, situado en la unión del cuerpo con la cubierta, sobresale un alero circular de 1,16 m de diámetro. Disponen de una puerta de acceso de 0,90 m de altura máxima y de 0,92 m de anchura.

Todas estas torretas prestan alguna utilidad. La situada al suroeste, junto a la galería de la terraza de la nave lateral, dispone de una escalera de caracol, con treinta y nueve peldaños de 0,23 m de altura con forma de sector circular de 0,45 m de longitud de arco mayor, que permite descender a la referida terraza y siendo este el lugar del templo que permite efectuar el acceso a la misma. La otra caseta, la situada al sureste, ha sido recientemente habilitada como aseo para el personal de la tramoya (figura III-4).

Pegado a la torreta destinada a aseo y sobre el pretil situado al este, —de la terraza del crucero— existe una pequeña espadaña con altura y anchura máxima de 2,86 m 1,93 m respectivamente (foto III-4). Dispone de un claro en

forma de arco, con una altura máxima de 0,89 m y una anchura de 0,56 m. En el hueco existe una campana de bronce de 0,30 m de altura y un diámetro máximo de 0,34, fijada a un yugo compuesto de madera y acero, que bascula mediante un eje de acero sobre dos rodamientos de bolas alojados en sendos soportes de pie fijados con escuadras de acero a los sillares que compone el claro. De un lateral del yugo, se extiende una barra de cuyo extremo, el más alejado del yugo, tiene fijada una cadena que, a través de un tubo recto, se extiende hasta la planta baja desde donde se acciona. La espadaña se culmina, en su punto más alto, con un pináculo flamígero de 0,85 m de altura.



Figura III-4: Foto efectuada desde el cimborrio, en la que se ve la espadaña y la torreta convertida en aseo y junto a está y a su derecha un sumidero de pluviales.

Las dos garitas de la zona norte son destinadas a almacén.

Rompiendo la continuidad del pretil perteneciente a la cubierta del presbiterio y situado al sureste, —ver figura III-5— se encuentra otra torreta, semejante a las cuatro existentes en los vértices de la terraza del crucero, pero con una altura para la puerta de acceso de 1,25 m y con un diámetro exterior de 1,5 m y de 1,1 m para el interior. Esta torre cubre el hueco correspondiente al final de la escalera de caracol que da acceso a la terraza.

Toda la cubierta vierte las aguas pluviales hacia el exterior. La terraza de la nave tiene una pendiente del 3 %, dirigida hacia el centro de los laterales, donde existe un sumidero en cada lado, ver figura III-6. Estos sumideros recogen las aguas y las conducen a un canal ubicado en lo alto del arbotante situado en el centro de los tres existentes tanto al sur como en el norte, —ver

CAPÍTULO III: EL CIELO O TRAMOYA AÉREA

figura III-1—. Por estos canales se conducen las aguas hacia una gárgola situada en el extremo opuesto del arbotante y de ahí al exterior del edificio yendo a parar directamente a la vía pública.



Figura III-5: Torreta que cierra las escaleras de acceso a la terraza. Al fondo se ve la espadaña y un tramo del pretil, situado al sur, que cierra la terraza del crucero.



Figura III-6: En la que se ve la pendiente de la nave central.

La cubierta del crucero tiene las pendientes hacia los vértices; donde se encuentran las garitas, junto a las que se encuentra un sumidero que conduce las aguas hacia una gárgola y de ésta hacia el exterior.

Las terrazas del presbiterio vierten las aguas a través de un sumidero situado próximo al vértice de unión entre los pretilos del este y suroeste. De este pasan las aguas a la terraza del camarín de la Virgen, donde se evacuan al exterior.

Actualmente el solado de las terrazas descritas está formado por un revoltón con dos capas de rasilla hueca aparejadas en soga con yeso y descansa sobre las alas inferiores de unos perfiles de acero laminado, normalizados del tipo IPN de 180 y separados entre sí 1,57 m. Sobre las bovedillas y perfiles se colocaron tres capas de rasilla maciza de 24x12x1 cm, aparejadas en soga con cemento y con un grosor total de 0,11 m. Los perfiles laminados, dispuestos longitudinalmente sobre la terraza, quedan apoyados por sus extremos sobre cada dos vigas de celosía en aspa de 15,5 m de longitud y canto comprendido entre 1 m en los extremos y 1,20 en el centro con sección en doble T. Estas vigas se reparten uniformemente desde el frontón hasta el cimborrio y sus extremos apoyan sobre el antiguo pretil.



Figura III-7: Interior del trasdós de la nave, donde podemos ver el forjado de la cubierta de la nave principal, las viguetas, las bovedillas de ladrillo, y las vigas de celosía que sostienen la cubierta. Al fondo a la izquierda se ven las escaleras de acceso desde la caseta de vigas y el forjado que forma el piso de la caseta de vigas.



Figura III-8: La nave central donde se ve en primer plano, la caseta de las vigas y en el fondo el frontón.



Figura III-9: Cubierta de la nave del crucero, zona norte, donde se ve en primer plano la caseta de vestuario, su cubierta, las puertas de acceso y la cubierta corrediza, estas últimas pintadas de azul, una de las ventanas de ventilación y tras la caseta la torrecilla del vértice.



Figura III-10: El umbral de la ventana de levante, donde se pueden ver las anillas y ganchos anclados a los sillares y que se destinan a la sujeción de la plataforma, la armadura de las poleas de remonte y la protección de las poleas, que quedan cubiertas, contra la intemperie; también se aprecia el desnivel que hay con respecto a la terraza del presbiterio.

En estas terrazas existen dos casetas, una de ellas, la situada en la terraza de la nave central, figura III-8, se destina al almacenamiento de las vigas y accesorios de la tramoya, y la otra, situada en la terraza de la nave del crucero —ver figura III-9—, se destina al almacenamiento de piezas más delicadas, también pertenecientes a la tramoya. Esta última caseta, durante el período de representaciones está destinada a vestuario de los cantores.

Como podemos ver en la figura III-2 pegada a la cara este del cimborrio y dispuesta longitudinalmente sobre la terraza del presbiterio, existe una losa de hormigón armado de 6,6x2,8 m y altura variable entre 455 mm y 136 mm, con su parte superior plana con ligera inclinación hacia atrás y con su base curvada para adaptarse en toda su superficie a la de la terraza. Centrado entre los laterales de la losa, a una distancia del tambor de 4,0 m y anclado a ella de forma permanente, se encuentran los tornos con sus cubiertas protectoras, junto con seis esperas metálicas situadas en su periferia, formadas por un cilindro de acero macizo de 50 mm de diámetro y 190 mm de altura destinados a la fijación de los pilares de la caseta de protección de los tornos, que se instala solo durante los días que se encuentra montada la tramoya. En el punto de unión de la losa con la cara lateral del cimborrio, en su punto medio, a 3,33 m de la arista lateral del prisma, se encuentra anclado a la losa y a los sillares que forman la fábrica del tambor, la armadura que

sostiene las dos poleas de remonte de las maromas pertenecientes a la cabria —ver figura III-10—.

Estas terrazas son utilizadas para la realización de trabajos diversos, relacionados con la tramoya, como son los de preparación de las diversas piezas y aparatos que la componen, labores auxiliares de su mantenimiento y reparación, así como de estancia del personal durante las representaciones.

3.2.1.1. LA CASETA DE LAS VIGAS

En la esquina noreste de la terraza de la nave central, lindando con la nave del crucero y el pretil de la zona norte, está situada la caseta destinada a almacenar las vigas, aparatos aéreos y otros accesorios pertenecientes a la tramoya. Dispuesta longitudinalmente con la terraza de la nave y con forma de ortoedro, tiene una planta de 10,70 x 2,25 m y una altura interior útil de 1,69 m. El acceso a esta caseta se efectúa por el hueco de la fachada de levante y parte del cerramiento. Una porción de la caseta está bajo el nivel al que se encuentra el solado de la terraza, a modo de semisótano, de forma que de los 1,69 m de altura total, 0,84 m emergen sobre la terraza y 0,85 m quedan debajo de ella. Esto es debido a la curvatura de la bóveda de la nave y a la separación que queda entre el trasdós y su cubierta.

Las estructuras están formadas por tres paredes de fábrica de ladrillo hueco doble de 24x9x11,5 cm, aparejado a soga y cogidos con mortero formado con cemento, arena y agua, y enlucido por ambas caras con el mismo mortero. El cerramiento no cubre totalmente la caseta, haciéndolo solo en su 55% y dejando el resto hueco. Dicho cerramiento está constituido por un forjado formado por viguetas de acero laminado IPN 80, dispuestas transversalmente a una distancia de 1,57 m, sobre las que se forja un solado idéntico al de la terraza. Una capa de fibra de vidrio y pintura impermeabilizante acaban la cubierta.

El acceso se efectúa a través de una puerta metálica, situada en su cara de levante y compuesta por dos hojas que abren hacia el exterior de 0,73 m de alto y 0,96 m de ancho cada una. Este acceso se complementa con una escotilla corrediza, de base rectangular de 5,70x2,50 m, con forma abovedada, construida con chapa de acero y perfiles laminados cubriendo el 55 % de toda la superficie del cerramiento. La escotilla descansa sobre cuatro ruedas que tienen su periferia acanalada y quedan situadas en cada uno de los laterales dos de ellas. Su giro lo efectúan a través de un eje solidario con una arquilla que está fija a la escotilla. La canaladura de las ruedas, descansa sobre dos guías fijadas a la parte superior de la pared que forma la caseta con longitud igual a esta. Este sistema, permite que se desplace la escotilla cómodamente, de levante a poniente y viceversa además de quedar la tapa sobre el forjado

que cubre la caseta, dejando con ello el resto sin cubierta y permitiendo a los trabajadores hacer su labor de una forma más fácil, cómoda y segura —ver figura III-11—.



Figura III-11: Interior de la caseta de vigas, con las puertas abiertas y el cierre de corredera de la cubierta desplazado hacia el forjado, a la derecha se ven las ruedas sobre las que está apoyada la viga de celosía y junto a esta los pilares de la cabria. Encima de las paredes de cerramiento se ve las guías de rodadura.

En su interior, situada a la izquierda conforme se accede, existe un portón de 0,70x0,60 m a través del cual se accede al interior del hueco existente entre la cubierta de la nave y el trasdós de la bóveda. Tras el portón, existe una escalera que permite salvar el desnivel existente entre el solado de la caseta y el trasdós de la bóveda —ver foto III-7—.

3.2.1.2 LA CASETA VESTUARIO

En la esquina noroeste de la terraza del crucero tal y como vemos en la figura III-9, separada 0,90 m de ambos pretilos y extendiéndose bajo la cubierta, en el hueco formado entre la pechina de los dos arcos torales, el muro exterior de cerramiento y la cubierta de la nave, existe una caseta de 4,75x3,7 m de planta y una altura útil de 2,57 m, de los cuales 0,67 quedan por encima de la terraza y a igual altura que el pretil, lo cual imposibilita su visión desde el exterior. Las paredes están formadas por fábrica de ladrillo hueco doble de 24x9x11,5 cm, aparejado a soga y cogidos con mortero formado con cemento, arena y agua; el enlucido, por ambas caras, está efectuado con el mismo mortero, con un cerramiento similar al de la cubierta de la terraza de la nave del crucero. El solado de la caseta es de idénticas características al de la terraza. La caseta dispone de dos aberturas de 1,40x0,40 m, cerrada cada una de ellas con dos hojas practicables con cristales, lo que permite la iluminación y ventilación de la caseta.

A la caseta se accede desde la terraza, a través del hueco dejado en la pared de la estructura y el cerramiento, de la esquina sureste —ver figura III-12—, y mediante una escalera de cuarto de vuelta, compuesta de dos tramos rectos de peldaños, formando 90° y con dos rellanos, uno al comienzo y el otro en el cambio de dirección. El primer tramo con ocho peldaños y una anchura de 0,80 m y el segundo con tres peldaños de 2,00 m de ancho. La porción de la cubierta que pertenece a la primera parte de la escalera es una escotilla



Figura III-12: Interior de la caseta de vestuario. A la izquierda y en la parte superior la escotilla y las escaleras de acceso, bajo ella maromas de la tramoya y a la derecha las puertas del cielo vistas por el envés.

metálica abovedada de 1,4x0,8 m que se puede desplazar por unos carriles para permitir el acceso a la escalera con características similares a la caseta de las vigas. En la parte vertical correspondiente al acceso, existen dos puertas metálicas formando ángulo de 90° entre sí y de 0,7x0,7 m cada una que, tras abrirse y girar 180° sobre sus bisagras hacia el exterior, dejan el acceso completamente libre al primer rellano de la escalera, (figura III-11). La caseta tiene anexionada la garita situada al noroeste de la cubierta de la nave del crucero, a la que se accede desde el interior de la misma por la puerta de la garita, permitiendo con ello ser utilizada como almacén.

3.2.1.3 EL ASEO

La garita existente en la esquina sureste de la terraza de la nave del crucero, ha sido convertida en aseo (figura III-4). Para ello, se realizaron obras consistentes en la colocación de una placa turca con cisterna de descarga y un lavabo así como de suministro agua corriente e iluminación. El hueco de acceso —el propio de la caseta— tiene una puerta que se construyó con una chapa de acero y que se dobló con igual curvatura que la que tiene la caseta por su cara interior. La puerta queda suspendida de una guía, también curvada, que mediante unos rodamientos que permiten su apertura y cierre de una forma cómoda y fácil y ciñéndose por su interior al paramento de la garita.

Para darle salida a las aguas fecales, se construyó una conducción formada con tubo de poli cloruro de vinilo de 100 mm de diámetro, cuyo trazado se efectuó desde el aseo hasta la terraza de la nave lateral de la zona sur, yendo por debajo de la terraza del crucero, donde son acumuladas en un depósito construido con poliéster reforzado con fibra de vidrio, que dispone de una válvula de salida y permite, mediante una manguera flexible, conducir los residuos acumulados hasta una boca de alcantarillado que existe en la vía pública. Finalizadas las representaciones, el depósito es vaciado y limpiado.

3.2.2 EL CIMBORRIO

Tal y como lo vemos en la figura III-1 queda centrado en la terraza de la nave del crucero dividiéndola en dos; una al norte, la del lado del órgano y la otra al sur, la de la puerta del Sol. El cimborrio o tambor tiene forma de prisma recto regular de ocho caras, una apertura rectangular cerrada con vidrieras por cara y cubierto con una cúpula con forma de media naranja de color azul aciano, dividida en ocho gajos mediante ocho líneas meridianas de color siena —ver figura III-13—.

Construido todo él con sillares dispuestos en hileras regulares y a la misma altura, tiene geometría cilíndrica por el interior (figura III-14). Su diámetro



Figura III-13: El cimborrio y la cúpula vistos desde el frontón donde podemos ver las vidrieras de la parte de poniente.

medio es de 13,80 m y tiene forma de prisma recto de ocho caras laterales por el exterior de 6,70 m de lado. Esta geometría hace que los muros sean de espesor variable, pasando de 1,00 m, en el centro de las caras, a 1,85 m en los vértices del octágono. La altura, con respecto a las terrazas, varía entre 5,42 m en las pertenecientes a la nave del crucero, 4,32 m para la central y 6,72 m en la terraza de la nave del presbiterio. Ello se debe a la diferencia de niveles existente entre las terrazas del crucero y la nave principal.

En el centro de cada una de sus caras laterales, existe un hueco rectangular cuyas dimensiones varían entre 4,18 y 3,84 m de alto y entre 2,22 y 2,85 m de ancho. Estos huecos además de servir para iluminar el interior del templo permiten, desde el terrado de la basílica, realizar las tareas necesarias para instalar la tramoya en el vacío de la cúpula. Estos huecos están cerrados por unas ventanas con vidrieras decoradas con pasajes de la *Festa*.

Por encima de su base y sobre el anillo toral, a igual altura del umbral de las ventanas y circundando todo su interior, existe una cornisa de 0,48 m de anchura, la cual facilita de gran manera los trabajos de montaje de la tramoya —ver figura III-15—.

La cúpula, con forma de media naranja, tiene una altura interior de 7,90 m, una altura exterior de 14 m hasta lo alto de la veleta, y un diámetro en el alero de



Figura III-14: Interior y de la cúpula.

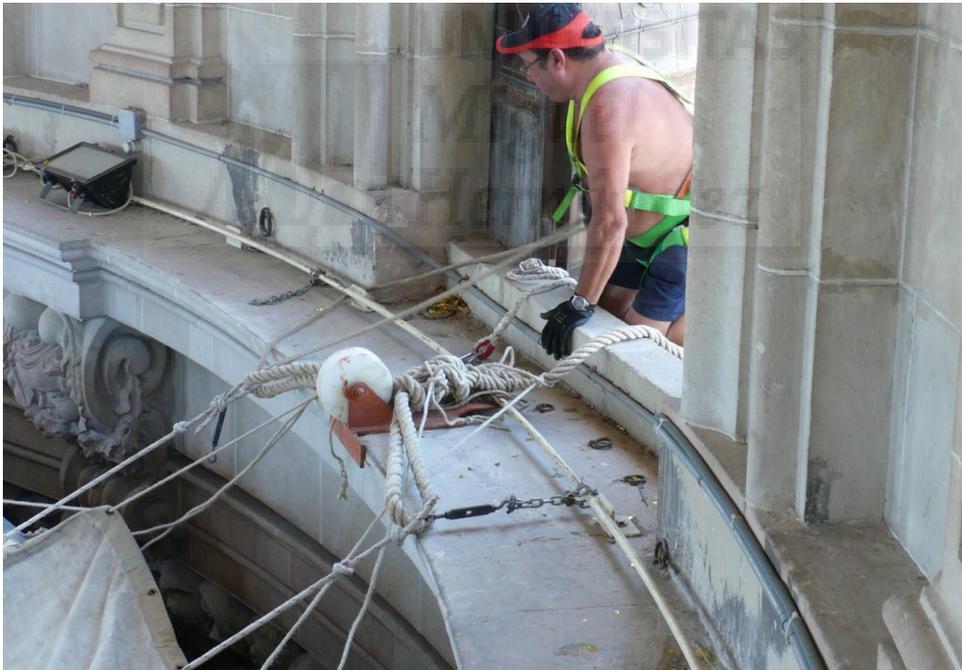


Figura III-15: Sector de cornisa.

17,38 m. Está dividida en ocho gajos que a su vez, cada uno de ellos, está dividido en dos. Está cubierta con teja plana vitrificada de color azul aciano y la línea meridiana que los separa está cubierta con teja de tapa de caballete, fabricada en cerámica vitrificada y con color siena. La línea meridiana que

parte cada gajo en dos y el remate sobre el alero, está formado por teja cerámica curva, del tipo árabe, y vitrificada en color azul aciano. Sobre la clave se dispone, como remate, un pilastrón, el cual tiene en su extremo superior un elemento metálico de adorno, que está formado por unas chapas metálicas cortadas que representan un ramo de lirios con hojas, un símbolo mariano, una veleta y por último, un pararrayos —ver figura III-13—.

Al cimborrio son sujetados la mayor parte de los elementos que componen la tramoya, por tal motivo están dispuestos sobre él un conjunto de piezas accesorias ancladas a los sillares que forman su obra de fábrica y que van a servir para que, tras el acoplamiento de las piezas que forman la tramoya al cimborrio, estas queden sujetar a él. Las piezas pueden clasificarse en tres grupos, dependiendo de la parte de la tramoya a la que vayan a sustentar: las del cielo, las de la plataforma y las de la cabria.

3.2.2.1 PREINSTALACIÓN PARA EL CIELO

El telón del cielo, de forma circular de diámetro algo inferior al del cilindro interior del cimborrio y mayor que el exterior de la cornisa, se monta por la parte superior de esta, con lo que, una vez instalado, cubre completamente todo el hueco libre de su círculo interno como podemos ver en la figura I-11. Una vez dispuesto el lienzo sobre la cornisa se sujeta fuertemente a esta, donde permanece durante todo el tiempo de representaciones. Para su sujeción existen, en la cornisa y el cimborrio, varias piezas instaladas que facilitan el trabajo y garantizan su estabilidad frente a las acciones mecánicas que sobre él se van a ejercer. Estas piezas están construidas con acero y están ancladas a los sillares que forman los muros del edificio.

Para sujetar el lienzo se tiene, como podemos ver en la figura II-16 por una parte, un aro de 13,60 m de diámetro, formado con redondo de acero de 20 mm de grosor, que queda posicionado a 100 mm de la cara interior del tambor y a 55 mm de la superficie superior de la cornisa. Para mantener el aro en la posición indicada, por su periferia externa, tiene sujetas unas piezas de acero de perfil L, de 70x70 mm y de 100 mm de longitud (ver figura III-16), dispuestas de forma que una cara de la L quede en posición vertical en contacto con el aro y la otra queda a 90° en horizontal, hacia el exterior y en contacto con la parte superior de la cornisa. En esta parte, la L, tiene dos orificios de 10 mm de diámetro. La unión entre el aro y la L se ha realizado mediante soldadura eléctrica y la unión de la L con la cornisa con dos tornillos de acero de cabeza hexagonal con rosca métrica de 8 mm y 80 mm de longitud, atornillados a unos tacos metálicos expansivos, introducidos en orificios practicados a la piedra labrada que forma la cornisa. Estas escuadras en forma de L, están situadas alrededor de todo el anillo y se encuentran separadas entre sí a una distancia variable, comprendida entre 500mm y 900

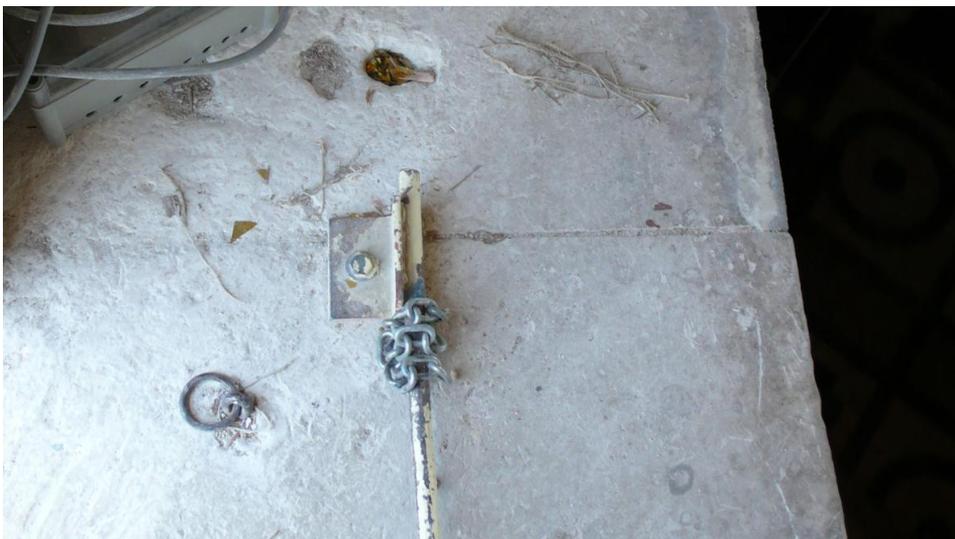


Figura III-16: Escuadra con forma de L destinada a la sujeción del aro de acero donde se ata el lienzo a los sillares que forman la cornisa, bajo ella y a la izquierda se sitúa una anilla anclada al sillar y por delante el orificio excavado en el sillar para introducir de uno de los estribos de la viga maestra.

mm. Este anillo va a circundar el lienzo del cielo que una vez colocado, y va a permitir que quede atado de forma segura.

Por otra parte, además del aro descrito, sobre el muro y sobre la propia cornisa, existen diversas anillas de acero, sujetas a la sillería mediante cáncamos del mismo material. Estas argollas que, antes de la colocación del aro de acero, servían para sujetar el anterior cielo, han permanecido en su posición y se siguen utilizando para el actual lienzo, algunas de ellas, para la sujeción de los 16 radios hechos de cuerda de poliamida que, partiendo de su centro, se extienden a los extremos, con el fin de darle una mayor resistencia de sujeción.

La fijación de las argollas a la sillería está efectuada mediante la creación previa, en el sillar, de un orificio con forma de tronco de pirámide irregular de base grande cuadrada, de aproximadamente 180x180 mm, base pequeña rectangular, de aproximadamente 40x120 mm, y una altura de la pirámide de 100 mm. Este orificio se formó haciendo la base grande en el interior del sillar y la pequeña quedando a la vista en el exterior.

Por el orificio rectangular de 40x120 mm, situado en su superficie externa, con mucho cuidado y esmero, se labró todo el interior del orificio con la forma descrita. En él se introdujo un anclaje con forma de omega (Ω) a la que le han prolongado sus "patas". La parte redonda del anillo ha sido construida con acero de sección cuadrada de aproximadamente 12x12 mm, tiene una altura total de 150 mm y 50 mm de diámetro exterior y 25 mm de diámetro interior. Las



Figura III-17: A la izquierda en primer lugar, fotografía del herraje con forma de Ω destinado a introducir sus dos “L” en el orificio con forma de tronco de pirámide invertida y tras girarlo 90° y rellenarlo con mortero, crear un punto de anclaje. En el centro fotografía del orificio formado en el sillar y a la derecha fotografía del anclaje terminado.

“patas” miden 70 mm, lo que podría ser la longitud de la parte larga de cada una de las L y 30 mm de su parte corta —ver figura III-17—

Cada anilla ha sido formada con la fragua y antes de ser cerrada ha sido colocada en el orificio formado en el centro una argolla construida con redondo de 10 mm de diámetro y de 60 mm de diámetro interior y 70 mm de exterior. Tras cerrarse la pieza de acero fue introducida, por la parte corta con forma de L, por el rectángulo de 40x120 y una vez en su interior, fue girada 90°. Tras este giro resulta imposible extraerla mientras se mantenga esta posición, salvo que se rompa el sillar. Una vez en esa posición se rellenó el orificio piramidal con ripios y argamasa, con lo que la pieza quedó sujeta.

3.2.2.2 PREINSTALACIÓN PARA LA PLATAFORMA

La plataforma descansa por medio de sus elementos estructurales sobre los umbrales de las ventanas del cimborrio situada al este y sus dos contiguas, la del noreste y la del sureste. Para asegurarla al cimborrio alguna de sus piezas se sujetan a los muros del tambor, tanto por el exterior como por su interior, mediante piezas metálicas especiales ancladas a los sillares que los componen.

En primer lugar, para sujetar la viga maestra en su posición, se ha labrado en el umbral de la ventana a 330 mm de la jamba y a 440 mm del borde exterior,

un orificio de sección rectangular de 50x28 mm y 60 mm de profundidad, destinado a introducir en él uno de los extremos de un estribo —ver figura III-16—. Para sujetarlo por su parte superior existe, anclado a la jamba, un cáncamo formado por una pletina rectangular de 50x15 mm que sobresale 90 mm y que dispone, próximo a su extremo, de un orificio de 14 mm para fijarlo con un tornillo el estribo —ver figuras III-18 y III-38—.



Figura III-18: Jamba junto al umbral de la ventana del noreste. En ella se puede ver una escuadra de sujeción del aro anclada al sillar, un trozo de aro, una anilla anclada al sillar y en la parte de arriba, sujeto al sillar de la jamba, el cáncamo para la sujeción del correspondiente estribo que impide el vuelco la viga maestra.

Por otra parte, para sujetar las dos vigas secundarias que se montan en voladizo, que se apoyan sobre la viga maestra y el umbral de la ventana del este, existen, tanto por el exterior del cimborrio, como por su interior, piezas especiales, construidas en acero forjado, que se encuentran ancladas a los sillares y que sirven para atirantar las vigas.

Por el exterior del cimborrio y en la parte baja del umbral de la ventana de levante, a 115 mm sobre la losa y a 510 de la jamba, en dirección hacia el interior del hueco de la ventana, hay dos argollas, una a cada lado y a 80 mm sobre la losa y a 350 mm de la jamba, en igual dirección que la anterior, hay dos ganchos apuntando hacia abajo. Desde cada dos de estas piezas, mediante maromas, se atirantan las vigas por el extremo de éstas que queda en el exterior del tambor.

Las argollas se sujetan al sillar de forma idéntica a las descritas para la sujeción de las argollas del cielo. En cuanto al gancho, está formado por un redondo de acero de 30 mm de diámetro que, tras el doble, queda de 250 mm de longitud máxima y la zona doblada queda con 100 mm de longitud. El extremo exterior va reduciendo su diámetro, hasta acabar en punta; el opuesto,

partido por la mitad, se abre hacia los laterales formando una garra que mejora la sujeción al sillar —ver figura III-10—.

Como podemos ver en la figura III-19 por el interior del tambor, en la parte superior del dintel y en los laterales de las jambas de la ventana de la zona este existen varias argollas y piezas de sujeción en forma de Ω como los descritos. De éstas, varias de ellas han quedado en desuso, como por ejemplo

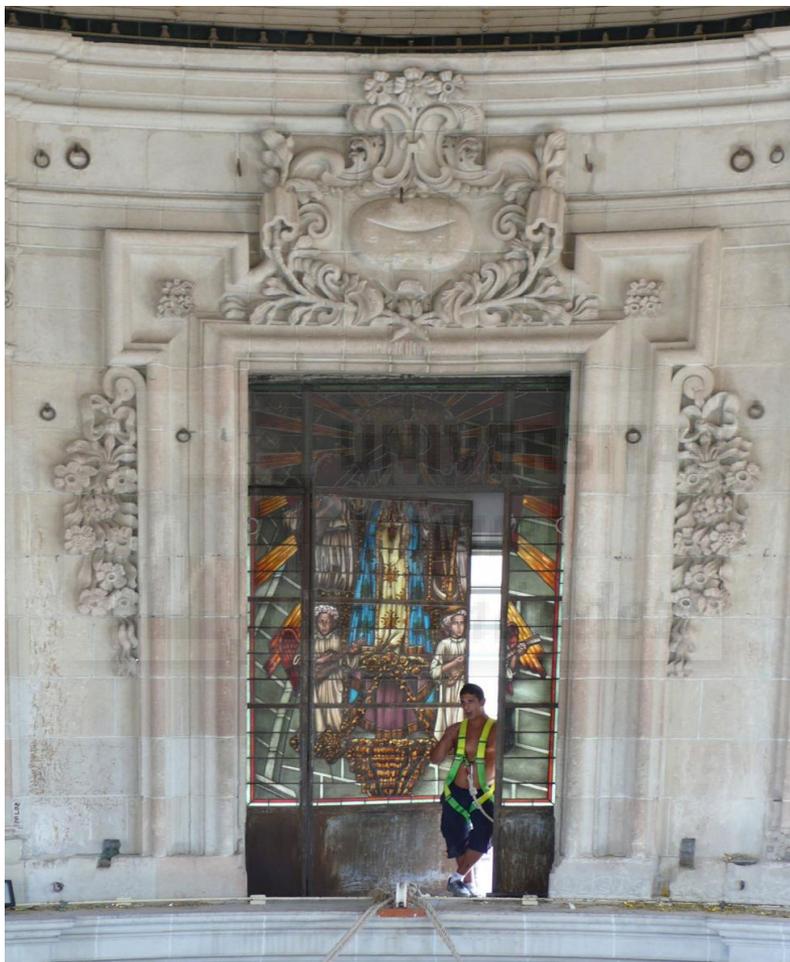


Figura III-19: Vidriera de levante, sus jambas y el dintel, junto a las anillas ancladas a los sillares.

las que permitían atirantar la antigua viga maestra de madera, probablemente sustituida en 1922 por la actual de acero construida en celosía; y otras, como las más próximas al dintel de la ventana, que son las que se utilizan para enganchar los tirantes de acero de los extremos de las vigas de voladizo y otros elementos, como veremos.

3.2.2.3 PREINSTALACIÓN PARA LA CABRIA

La cabria, del tipo atirantado, está formada por dos vigas que apoyan sobre los sillares del anillo toral y se sujetan mediante siete maromas que se atan, cuatro de ellas a cuatro piezas de acero ancladas en el exterior de los muros del cimborrio, y dos, a las mismas piezas que lo hacen los extremos que quedan en el exterior de las vigas de voladizo. La séptima lo hace a una argolla situada en el centro del dintel.

Por el interior del cimborrio, existen dos oquedades con forma de casquete esférico, situada cada una a un lado del umbral de la ventana orientada hacia



Figura III-20: Oquedad labrada en el sillar del cimborrio para apoyar el pilar de la cabria, arriba a la derecha, la base de un pilar de la cabria.

el este, centradas en ésta y separados sus centros entre sí a una distancia de 4,6 m. Estas oquedades han sido labradas en los sillares del muro del cimborrio, por encima del arco toral a 350 mm del nivel de la cornisa, teniendo

como función servir de apoyo a la base de cada uno de los pilares de la cabria y evitando así su desplazamiento —ver figura III-20—.

Por otra parte, en el exterior del tambor existen dos pares de argollas, destinadas a sujetar cuatro de las maromas que la atirantan. Éstas quedan situadas, dos en la cara de noreste y dos en la del sureste. La primera se encuentra aproximadamente a ras de la terraza del crucero y a una distancia de 1 m de cada una de las aristas laterales de la cara este. Las segundas se encuentran por encima de las primeras, a unos 0,7 m y aproximadamente a 0,8 m de la arista lateral del tambor. Las argollas son de idénticas características a las descritas con antelación y están ancladas de igual modo —ver figura III-21—.



Figura III-21: Fotografía de las dos argollas para el atirantado de la cabria, situadas junto a la cara del sureste del tambor.

3.2.2.4 LAS VIDRIERAS

Las ventanas del tambor quedan cerradas mediante carpintería metálica, construida con perfiles normalizados de acero inoxidable del tipo naval A2 AISI 304, soldado entre sí para conformar los 3,84x2,22 m. Una vez finalizadas y tras una imprimación de fosfatado de cinc, se le aplicó un acabado de pintura imitando al óxido de hierro natural.

La carpintería sirve de soporte a las vidrieras decoradas con escenas de la *Festa* y se encuentran protegidas por dos láminas de vidrio templado, una interior y otra exterior. El conjunto formado por la vidriera y vidrios protectores

queda sellado en sus extremos por partida doble: en primer lugar, las tres piezas entre sí mediante un sistema de cierre hermético en los cantos y, seguidamente, al albergarse las piezas completas en la carpintería éstas han sido selladas con silicona.

Cada cierre está compuesto por cuatro piezas, de las cuales tres quedan fijas y una de 2,90x1,59 m gira sobre el lateral derecho sobre cuatro bisagras. En el lado opuesto se dispone, en la parte móvil, de dos cierres del tipo “Cremona” y en la fija, además de dos orejetas para los cierres, existen otras dos que, una vez cerrada la hoja, encaran perfectamente para la colocación de un candado.

Como excepción a lo descrito, se tiene, en la ventana situada al este, las bisagras han sido sustituidas por pasadores que permiten su retirada de forma fácil, al efecto de poder dejar su hueco expedito. Las ventanas contiguas a la descrita, es decir las situadas en la zona noreste y sureste, tienen la singularidad de que ambas disponen de la pieza más próxima a la ventana del este, fijada con cuatro bisagras, con lo que se pueden abrir para hacer el hueco de apertura de mayor tamaño.

3.3 EL ACCESO

Para acceder a la terraza donde se monta la tramoya se tiene que subir a la cuarta planta de la basílica, salvando los ciento tres escalones que la separan de la planta baja. Este ascenso comienza en la sacristía de la basílica, desde donde se deben ascender los treinta y seis primeros escalones.

La escalera está formada por un total de ocho tramos rectos unidos por descansillos y que separan la sacristía del antiguo museo. En su sexto descansillo existe una puerta que, tras cruzarla, hay una escalera con seis escalones que, tras subirlos, dan acceso a la parte superior de la girola, lado de la epístola y antesala del camarín de la Virgen. A esta planta también es posible acceder por las escaleras que llevan al campanario, donde existe una puerta que comunica con el corredor de la nave norte de la primera planta y así pasar al lugar citado.

Dentro de esta estancia y avanzando hacia la izquierda del primer punto de acceso citado, estando situada frente al balcón de la Sacristía, se encuentra la puerta que cierra la escalera de caracol. Esta es la puerta que permite subir a la terraza situada en lo alto del camarín de la Virgen y del antiguo museo. La escalera de caja circular de 143 cm de diámetro, con peldaños en abanico que giran en espiral, en torno a un alma de 15 cm de diámetro, y compuesta por 33 escalones, se cierra en su salida mediante una torrecilla circular de 3,75 m de altura y 2,00 m de diámetro exterior, cubierta con una bóveda semiesférica que forma parte de un arbotante del presbiterio —ver figura III-22—.

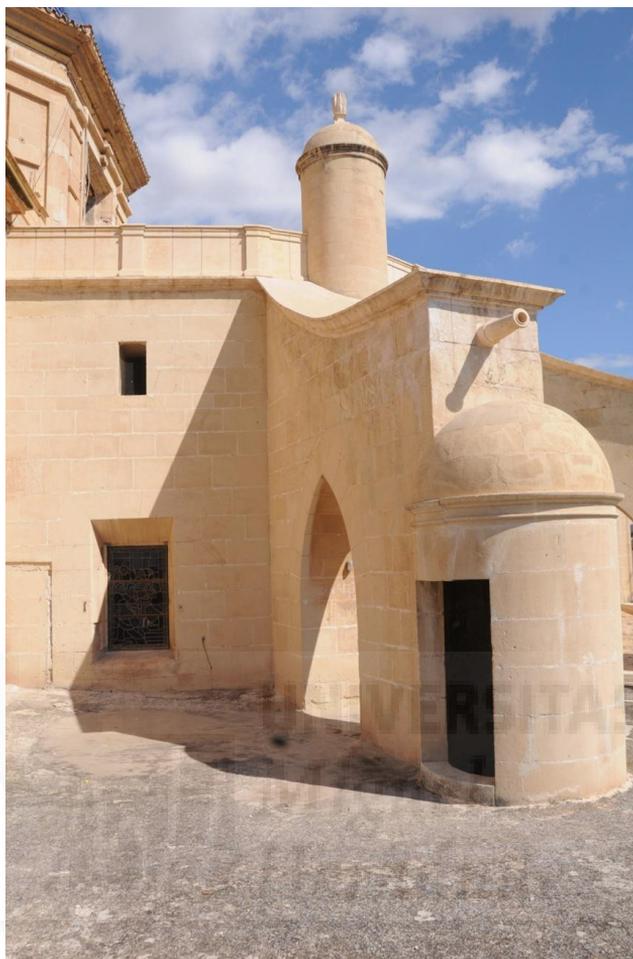


Figura III-22: Torrecilla de salida de la escalera de caracol a la terraza del museo, segundo tramo de escalera.

En la parte trasera de la torrecilla, donde remata la escalera de caracol y pegada al muro de cerramiento del ábside, existe una puerta que cierra el paso a los treinta y cuatro escalones pertenecientes a la escalera de caracol que conecta esta última terraza con la perteneciente al presbiterio. Esta escalera es más estrecha que la anterior, siendo de un diámetro interior de 1.150 mm y la altura del peldaño de 210 mm. Como peculiaridad de esta escalera, al contrario que la anterior, se puede destacar que carece de alma — ver figura III-23—. Una vez salvado el último peldaño, se accede directamente por la zona sureste a la terraza, donde nos encontramos de frente con parte de la tramoya: los tornos y su caseta junto con las poleas de remonte. Esta escalera de caracol queda cubierta de modo similar a la de la planta anterior, teniendo como diferencia el disponer, por su extremo superior en la semiesfera de cierre y sobre su clave, de un pináculo flamígero que lo adorna.



Figura III-23: Último tramo de la escalera de caracol, antes de su salida a la terraza del presbiterio, tercer tramo de escalera. Como se puede apreciar carece de alma.

Desde la terraza del presbiterio se accede a las situadas arriba del crucero y de la nave que se encuentran a un nivel superior respecto de la primera. El acceso se efectúa mediante sendas escaleras de cinco peldaños cada una situadas a ambos lados de la cara este del cimborrio. Las escaleras varían de anchura, siendo de 1,8 m la inferior y 1,13 m la superior.

3.4 EL DECORADO AÉREO: EL CIELO⁵

3.4.1 EL LIENZO

Consiste en un círculo de lona cuyo diámetro medio aproximado es de 13,35 m sobre el que, con pintura, se representa el paraíso. Éste está compuesto por un fondo azul celeste en el que se superponen nubes blancas y grises en forma de cúmulos, el sol con intensos rayos de luz cegadora y diez ángeles con filacterias, de los cuales cinco son músicos que están tocando instrumentos de cuerda y viento —ver figura III-24—.

La parte del lienzo que ha de situarse hacia el este, donde se encuentra el altar mayor, está equidistante entre el lado de la epístola y el evangelio y centrado con la sepultura del *cadafal*. Tiene un orificio cuadrado de 1.770x1.700 mm por donde pueden traspasar los distintos aparatos aéreos que intervienen en

⁵ Véase Francesc MASSIP I BONET, *op. cit.*, p. 147.

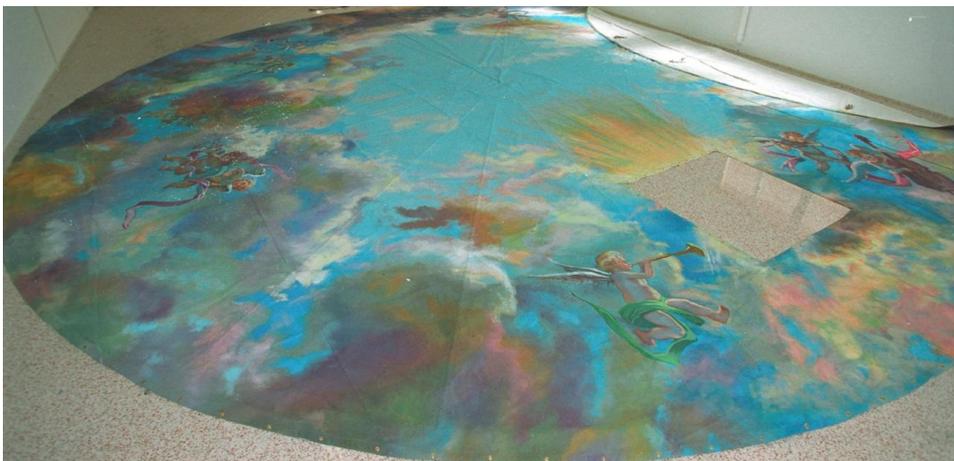


Figura III-24: El lienzo del cielo.

la representación. A esta apertura se le acoplan unas puertas, conocidas como las puertas del cielo, que se abren en el instante que tiene que ser traspasado el cielo por algún aparato y tras lo cual vuelven a cerrarse.

La lona empleada para llevar al efecto su construcción es de la mejor calidad. Está compuesta de fibras naturales, de algodón, que forman la urdimbre, y sintéticas de poliamida, que forman la trama. La lona está construida con piezas de 1,20 m anchura que responden a las siguientes características: 86% de algodón y 14% de poliamida; ancho de pieza de 120 cm; gramaje = 400 g/m²; tracción de urdimbre = 175 daN/5cm; alargamiento urdimbre = 25 %; tracción trama = 165 daN/5cm; alargamiento trama = 45 %; desgarrar urdimbre = 6 daN; y desgarrar trama = 20 daN.

Antes de la confección, la lona fue tratada contra los xilófagos, el encogimiento e ignifugado utilizando sales metálicas y con una capa de pintura elástica de poliuretano extendida por su dorso para su protección. Las pinturas que se emplearon fueron acrílicas al agua de fácil lavado.

El círculo se compuso con diez piezas, que fueron unidas mediante costuras planas con dos hileras paralelas de puntadas separadas entre sí unos 4 mm y formadas por aproximadamente 2,3 puntadas por centímetro; el hilo utilizado fue de poliéster de 0,35 mm de diámetro (ver figura III-26). El lienzo se remata en su borde periférico con un doble hecho hacia el envés, el cual tiene aproximadamente 70 mm de anchura y está cosido con tres costuras similares a las utilizadas para la unión entre piezas; una de ellas, próxima a la periferia y dos en la parte interior. Entre la costura exterior y las dos interiores y a una distancia del borde exterior de 30 mm, se perforó el lienzo y se colocaron ojeteros de latón embutido de 28 mm de diámetro externo y 16 de orificio y con la cabeza valona. Los ojeteros están distribuidos por todo el perímetro, con una separación aproximada entre ellos de 330 mm —ver figura III-25—.



Figura III-25: Costura que forma la unión entre dos piezas que forman el lienzo, una de las vainas de los radios, el radio formado con cuerda de poliamida y el corte que efectúa la vaina en la intersección con las costuras.

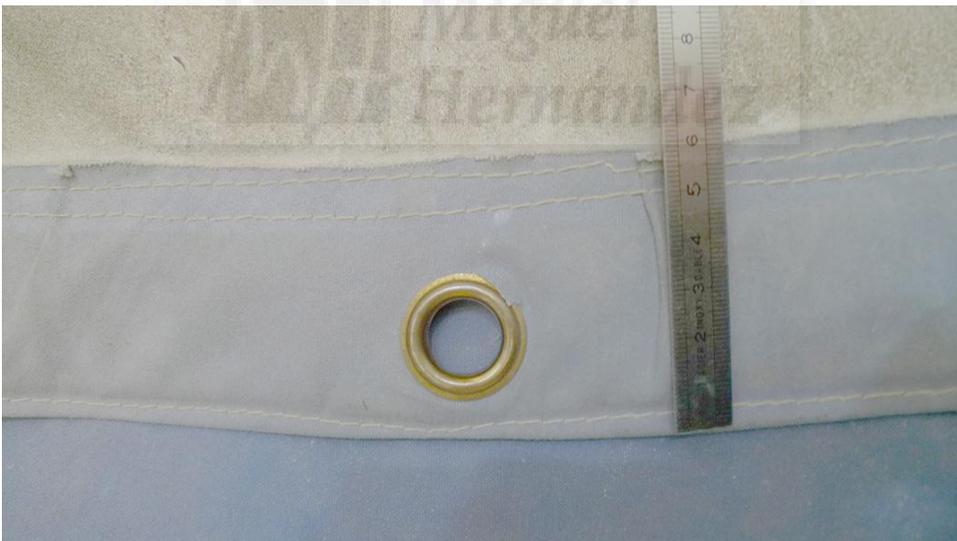


Figura III-26: Borde periférico del lienzo, en ella se pueden ver el doble que forma el extremo del lienzo, las tres costuras que lo unen y uno de los ojetes para el atado al anillo de acero de la cornisa.

A una distancia de un metro del centro del círculo y extendiéndose hasta el extremo exterior, están cosidas a modo de radio dieciséis vainas, formando cada dos un ángulo de $22,5^\circ$. Las vainas están formadas con tiras del mismo

tejido que el lienzo y fueron cortadas de la forma denominada “al hilo”, consistente en hacer coincidir la trama y la urdimbre de la vaina con la del lienzo principal. Ello significó un gran desperdicio de tejido en alguna de ellas, sobre todo en las que la vaina forma con la trama y la urdimbre 45°, pero al hacerlo de este modo se obtuvo la ventaja de que los posibles cambios de longitud, producidos por el tejido a lo largo del tiempo, van a ser comunes para la vaina y para el lienzo y con ello no se forman arrugas entre ambos.

Cada vaina tiene una longitud de 5,5 m y una anchura de 0,07 m y están compuestas por varios tramos, que se disponen uno por pieza de lienzo que contacta, interrumpiéndose la vaina en los extremos de los tramos, siendo estas interrupciones coincidentes con la costura de unión de las piezas principales del lienzo —ver figura III-26—. La unión al lienzo se efectuó mediante dos costuras dobladas con dos hileras de puntadas situadas en cada lateral de la vaina y separadas entre sí unos 4 mm dando con ello aproximadamente 2,3 puntadas por centímetro y con hilo de poliéster de 0,35 mm de diámetro. Las vainas finalizan a 25 cm del borde exterior y lo hace con un refuerzo realizado con una lámina de PVC —ver figura III-27—.



Figura III-27: Remate de la vaina en la periferia del lienzo, se puede ver el refuerzo de PVC, así como el refuerzo de la propia vaina y la cuerda que discurre por su interior y que se extiende hasta el centro.

En la parte del lienzo que se corresponde con las puertas del cielo se cortó un pedazo cuadrado de 1.690x1.690mm (ver figura III-25), con lo que se formó el orificio para dar paso a los aparatos aéreos. El perímetro del orificio se reforzó con un marco cuadrado de 80 mm de anchura formado con el mismo tejido y que se cosió mediante tres hileras de puntadas. Circundando el marco, en sus

lados, se distribuyen uniformemente cuarenta y ocho ojetes de idénticas características a los descritos —ver figura III-2—, que tienen como finalidad la sujeción del lienzo al marco que soporta las puertas del cielo.

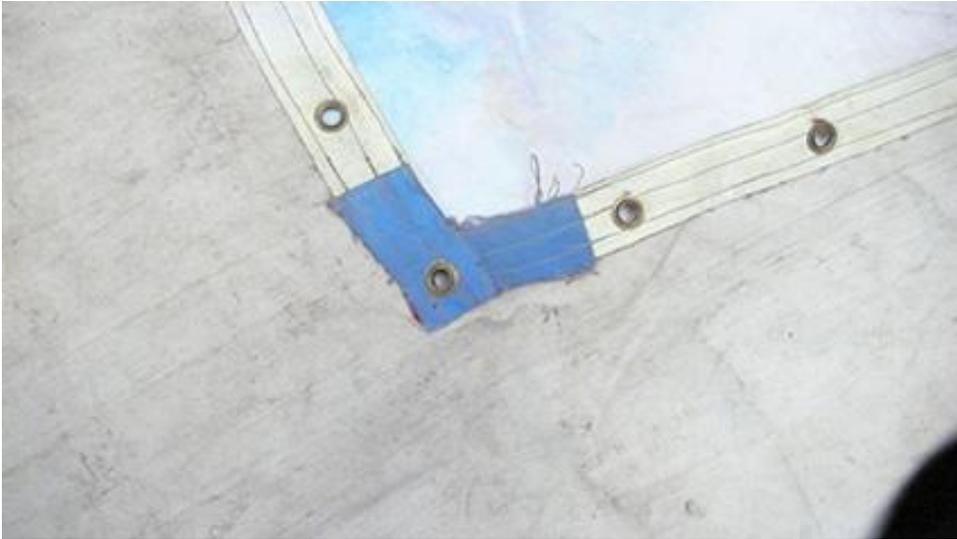


Figura III-28: Esquinas del corte efectuado al lienzo para formar las puertas del cielo, vista desde el del envés, donde se puede apreciar el refuerzo de su periferia, las costuras y los remaches para sujetarlo al armazón de las puertas del cielo.



Figura III-29: Anillo central del lienzo, receptor de todos los radios que se extienden por el interior de la 16 vainas los respectivos radios hasta la periferia.

3.4.2 EL MONTAJE Y DESMONTAJE

El primer paso para llevar a cabo el montaje del cielo es extenderlo sobre el pavimento del crucero, tras haber sido éste limpiado de forma concienzuda. En esta situación se revisa, se limpia y se posiciona en el lugar que ha de quedar colocado en la base del cimborrio —ver figura III-30—. A continuación, se



Figura III-30: Tramoyistas posicionando el cielo como ha de quedar en el tambor.



Figura III-31: El cimborrio con todas las ventanas abiertas y una maroma suspendida de cada una de ellas.

abren las ventanas del cimborrio y se retira la ventana correspondiente a la situada en la zona este dejando la conexión libre entre el interior del cimborrio y

la terraza. En cada una de las ventanas y colocada en el centro de su umbral se enganchan ocho poleas al anillo de acero existente en la cornisa de la base del cimborrio —ver figura III-31—.

Las poleas, construidas en poliamida 6.6, están montadas sobre una armadura formada con planchas de acero. La armadura está diseñada para que se pueda sujetar al aro de fijación del lienzo de una forma rápida y segura. Consta de una plancha de 660x120x10 mm sobre la que se montan todos los componentes. En uno de sus extremos dispone de dos escuadras, con forma de triángulo rectángulo cuyos catetos miden 100 mm cada uno. Éstas se han soldado por uno de sus catetos, de forma que quedan contenidas en dos planos, paralelos entre sí y perpendiculares al plano que contiene la plancha principal. En estas condiciones se ha formado una horquilla. Para albergar la polea, en el vértice del triángulo que queda libre, se le han practicado, de forma perpendicular al plano que los contiene, dos orificios de 13 mm de diámetro, por cuyo interior se pasa un perno de 12 mm de diámetro, con la correspondiente tuerca de sujeción, y que hace de eje de giro de la polea.



Figura III-32: Una de las poleas destinadas al izado del cielo, sujeta al anillo de acero para atar el lienzo del cielo y una de las maromas pasando por su garganta.

En el extremo opuesto, la armadura, dispone de un gancho que le permite sujetarla al aro de la cornisa y en el extremo de la pletina, donde se hallan los triángulos, bajo estos, existe una pletina de 300x60x10 mm que queda contenida en un plano perpendicular a los tres definidos y por la parte baja de la plancha donde se encuentran los triángulos. Tras engancharse en el aro, la pletina hace de tope en la cornisa y queda inmóvil —ver figura III-32—.

Por cada una de estas poleas se deja caer una maroma de 39 mm de diámetro que alcanza el suelo del crucero —ver figura III-32—. Una vez alcanzado éste,

CAPÍTULO III: EL CIELO O TRAMOYA AÉREA

se ata cada una de estas maromas a dos de las cuerdas que, a modo de radios y partiendo del disco octagonal situado en el centro del lienzo, se extienden hasta la periferia —ver figura III-33—. Asegurado por el encargado el buen atado, se desplaza el equipo a la terraza, desde donde se iza el lienzo



Figura III-33: Radios del lienzo atados a las maromas de izado.



Figura III-34: El lienzo elevándose.

tirando de las ocho maromas a la vez —ver figura III-34—. Alcanzada su posición —ver figura III-35—, el punto de unión de cada dos cuerdas del lienzo con la maroma de tiro, se engancha de la polea que ha servido para el izado —ver figura III-36—. El lienzo está en su posición, falta sujetarlo y alisarlo.



Figura III-35: El lienzo en lo alto de la basílica.



Figura III-36: Cómo cada dos radios, atados entre sí, se sujetan a la polea de izado.

Finalizadas las representaciones, se desmonta, siguiendo el proceso inverso al descrito.

3.4.3 LA SUJECIÓN

Dos sistemas complementarios e independientes garantizan una adecuada sujeción del cielo a la base del cimborrio. Hay que tener en cuenta que esta

sujeción, no sólo debe de sostener el peso del lienzo, sino también las diferentes acciones mecánicas que sobre él se puedan ejercer, como pudiese ser la caída de objetos o la acción del viento.

Por un lado se tiene un conjunto de dieciséis radios formados por cuerda de poliamida de 16 mm de diámetro que, atados por un extremo a unos mosquetones, se cogen a una arandela con forma de octágono de 350 mm de lado. Dicha arandela está construida con pletinas de acero, de 5 mm de grosor y 50 mm de anchura, y se sitúa en el centro del lienzo como podemos ver en la figura III-30 que, tras pasar cada una de las cuerdas por cada una de las dieciséis vainas que dispone el lienzo, alcanzan el exterior de éste. Estos extremos se anudan a tensores de acero que se enganchan al anillo de acero que circunda la cornisa. Estas dieciséis cuerdas sujetas por un extremo al octágono metálico y por el otro al tambor, y el lienzo a las cuerdas mediante la vaina, le dan al lienzo un fuerte agarre.



Figura III-37: Sujeción del lienzo a la cornisa. Un radio atado a un tensor, una cadena y cuerda de poliamida cosiendo el lienzo. En la foto se aprecia la escuadra de sujeción del aro de acero a la cornisa y el propio aro.

Por otra parte, mediante cuerda de poliamida de 10 mm de diámetro, se van “cosiendo” en zigzag, los ojetes dispuestos en la periferia del lienzo al anillo de acero que circunda la cornisa tal y como se puede ver en las figuras III-37 y III-38. Esta segunda sujeción, además de ser por sí sola lo suficientemente resistente para garantizar la fijación del lienzo, hace que éste quede de una forma uniforme y sin arrugas —ver figura III-39—.



Figura III-38: En primer plano el cáncamo anclado a la jamba que se destina a la sujeción del estribo de contención de la viga maestra y a su derecha parte del anillo de acero de sujeción del lienzo, al que se encuentra cosido en zigzag el lienzo.

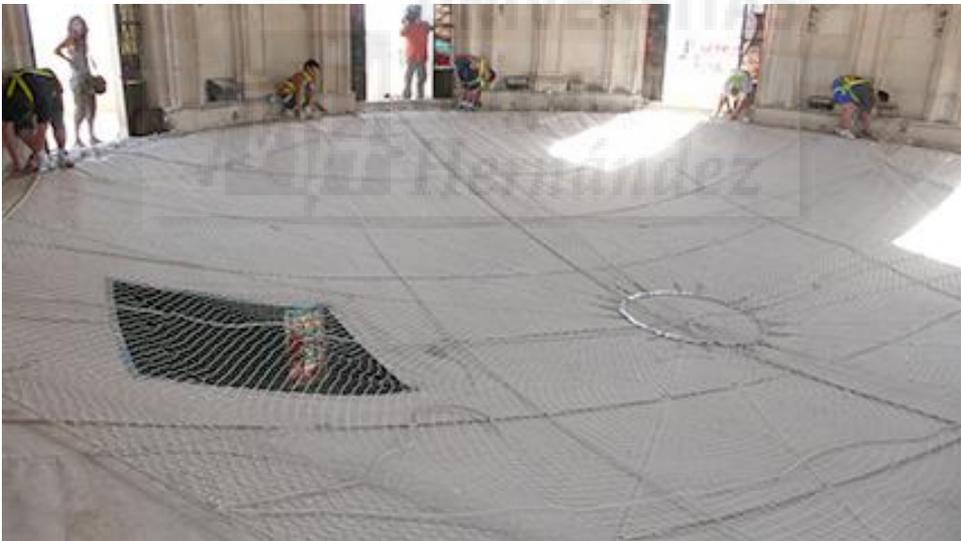


Figura III-39: Lienzo del cielo colocado junto a la red de seguridad.

Por otra parte, existe una tercera sujeción, en lo que es la puerta del cielo, donde el cuadrado del lienzo, se fija al marco de las puertas y éstas lo hacen a la plataforma, con lo que es un complemento de fijación de los dos referidos.

3.4.4. CÓMO SE GUARDA EL CIELO

Durante el tiempo que el lienzo permanece fuera de uso es guardado en el corredor de la nave lateral sur, quedando suspendido de la clave de los arcos de contención de los arcos fajones de la nave principal.

Para ello, terminadas las representaciones y tras haberse descendido de lo alto del tambor se procede a doblarlo por la costura central que lo divide en dos partes iguales, de forma que quedan los dos semicírculos superpuestos y en contacto por la parte pintada. Este semicírculo doble es liado sobre un tubo flexible de polietileno de 110 mm de diámetro, conjunto se sujeta con cuerdas que mantienen el lienzo enrollado (figura III-40).



Figura III-40: El lienzo liado y suspendido de la clave de los arcos del corredor del lado de la epístola de la basílica.

En el balcón del corredor de la nave lateral, en la parte que da al crucero, se coloca un tobogán construido con acero dotado de una superficie deslizante,



Figura III-41: Tobogán sujeto al balcón tras finalizar la labor de ascenso.

concretamente está forrada de PVC para minimizar la fricción con el lienzo cuando éste se desliza por el tobogán. El tobogán se sujeta a la barandilla del balcón de forma fácil —ver figura III-41—.

Del arco más alejado del balcón, donde se ha colocado el tobogán, se coloca por su parte trasera y a ras del suelo, una viga de IPN 60, apoyada sobre los pilares laterales del arco. A esta viga se sujeta un cabestrante accionado por un motor eléctrico, el cual dispone en su tambor arrollado un cable de acero de 6 mm de diámetro, en cuyo extremo dispone de un gancho. El cable de acero, se desliza del cabestrante y se extiende desde el piso del corredor hasta el piso de la nave, pasando por el tobogán. Tras darle traslado al rollo del cielo desde el centro del crucero hasta la altura del corredor y ponerlo en posición longitudinal al corredor, se engancha el cable del cabestrante a la maroma que refuerza el rollo, dándole, con otras maromas, sujeciones adicionales al conjunto cable de acero y cilindro de polietileno. Dos maromas adicionales, atadas en aproximadamente a la mitad de su largo, se extienden hasta los laterales del tobogán. Estas maromas sirven para que cuando se accione el motor y éste tire del cable de acero, el rollo no cambie su trayectoria y siga el camino del tobogán. De forma lenta, pero precisa, el rollo asciende hasta el balcón, se ciñe por el tobogán formando arco y pasando a ocupar el piso correspondiente al corredor —ver figura III-42—.

El rollo formado con el tubo de polietileno y el lienzo del cielo es elástico, adoptándose en todo momento, a la geometría de la superficie sobre la que apoya. Para conseguir que cuando quede suspendido de los tres (seis) puntos de apoyo, situados en la clave de los arcos quede recto, se dispone de una



Figura III-42: El lienzo liado al tubo ascendiendo al corredor.

viga formada por tubos de acero cuadrado de 50x50 mm y de 3 mm de espesor, con una longitud de 13,5 m. Cada uno de los dos tramos en que se divide la viga está triangulado, por la parte superior, con lo que refuerzan cada una de las mitades del vano que va a quedar entre cada dos de los arcos —ver figura III-46. A esta viga se ata el cielo con una cuerda formando una cadena de nudos, distanciados unos 30 cm, con lo que el rollo queda completamente horizontal y sin deformar.

Repartido en los tres arcos y en los paramentos contiguos a su clave, existen seis piezas metálicas ancladas a ellos, provistas cada una de un gancho y anilla que permiten un adecuado izado del conjunto formado por el rollo y la viga hasta la clave y su posterior fijación —ver figura III-43—. La pieza se compone de una placa de acero con forma rectangular de 400x200x10 mm, que dispone, junto a uno de los lados cortos, un perfil laminado UPN 60, de



Figura III-43: El lienzo liado a sí mismo y a la viga que los sostiene en fase de elevación hasta las claves de los arcos con la ayuda de unos polipastos y unos puntos de fijación sujetos en las claves de los arcos.

30cm de longitud, soldado perpendicularmente a la placa y reforzada esta unión con dos escuadras, quedando el perfil a modo de viga en voladizo. En el otro extremo del perfil, la viga dispone de una anilla formada con redondo de acero de 6 mm de diámetro. Junto al lado corto, la placa, tiene soldada una alcayata formada con redondo de 6 mm y de 3x5 mm, la parte corta está perpendicular a la placa y la larga orientada hacia la viga en voladizo. Junto a cada lado largo de la placa existen tres orificios de 10 mm de diámetro.

La placa queda unida al muro mediante seis pernos de acero, de 10 mm de diámetro y 120 mm de longitud, anclados al muro por un extremo con resina epoxi y dispuestos de forma que ajustan perfectamente a los seis orificios pertenecientes a la placa. El extremo opuesto al perno está roscado con métrica de 8 mm, con lo que la placa, tras introducirse por los seis orificios y pegarse al paramento, se fija al muro mediante tuercas y arandelas metálicas.



Figura III-44: Sujeción con una cadena de la viga al punto anclado a la clave del arco.

De cada una de las seis vigas de voladizo que ha quedado anclada al muro del arco se suspende, mediante un mosquetón, un polipasto compuesto por dos pares de poleas con su armadura construidas con aluminio, de los utilizados en alpinismo (figura III-43). Ambos juegos de poleas, se unen mediante cuerda de poliamida de 8 mm de diámetro. El par de poleas no sujeto a la viga y que es el móvil, se engancha mediante un mosquetón a la viga principal que sujeta el lienzo del cielo. La viga principal fijada con los seis polipastos es izada hasta la clave de los arcos. Una vez en esta posición, mediante una cadena de 24 mm de eslabón con 10 eslabones, se engancha con el eslabón más adecuado,

a la alcayata que está soldada a la placa de acero sujeta al paramento (ver fotografía III-44). Una vez enganchada a cada una de las seis placas la cadena correspondiente, se retiran los polipastos, quedando el rollo formado con el cielo en lo alto de la clave de los arcos hasta la representación siguiente.

3.4.5 LA RED DE SEGURIDAD⁶

Tras el montaje del lienzo se le coloca encima una red de seguridad, con forma de círculo, cortada a medida con un diámetro de 13,5 m y formada por cuerdas trenzadas, hechas de poliamida de 4 mm de diámetro de color blanco, con carga de rotura de 260 daN y malla de 75x75 mm en rombo. La red está circundada con un refuerzo de cuerda retorcida de poliamida de 10 mm de diámetro de color blanco, y complementada con cuatro cuerdas perpendiculares entre sí del mismo material.

La red se amarra a las anillas existentes en la parte superior de la cornisa del cimborrio (figura III-40). Esta red, junto con la alta resistencia a la rotura que tiene el lienzo del cielo, da a los usuarios de la tramoya y al personal situado en crucero un alto grado de seguridad ante la caída de objetos no incisivos.

3.5 LA PLATAFORMA⁷

Como podemos ver en la figura III-45 es un balcón que se sitúa por encima del lienzo del cielo y se proyecta desde la superficie lateral interior del cimborrio — la que queda comprendida entre los huecos de las vidrieras del noreste y sureste— hacia su eje. Queda comunicada por la ventana del este, tras la retirada de sus hojas de cierre, con la terraza del presbiterio donde se encuentran los tornos. El acceso se puede efectuar por dos lugares: el primero y principal situado junto a la ventana del noreste y el secundario, destinado únicamente para los tramoyistas, situado junto a la ventana del sureste.

Tiene como finalidad permitir que sus servidores manipulen los aparatos aéreos por todo su alrededor, así como que los cantores, que van a ocuparlos, lo hagan de forma fácil y con reducido riesgo.

Está en su mayoría construido en madera y consta, fundamentalmente, de una estructura que la sustenta. Una vez cubierta con tablas se crea el piso de la misma. La geometría de la planta se podría asemejar a un segmento circular, pegado por la cuerda a la base mayor de un cuadrilátero isósceles, que tiene

⁶ Véase Francesc MASSIP I BONET, *op. cit.*, p. 149.

⁷ Véase Francesc MASSIP I BONET, *op. cit.*, p. 147.



Figura III-45: La plataforma, centrado en ella se puede ver la puerta de levante, el orificio para el paso de los aparatos y a la derecha, junto a la puerta del sureste, una escalera de acceso. Bajo ella el lienzo del cielo con el orificio cuadrado.

próximo a la base menor un orificio de forma cuadrada y en el lado de la ventana del noreste un triángulo escaleno adosado (figura III-45).

La estructura que la sostiene apoya sobre los umbrales de las tres ventanas referidas y para lograr su estabilidad en esa posición se atiranta de los muros de cerramiento del cimborrio, tanto desde el interior como desde el exterior, a diversas piezas de la plataforma.

Al quedar apoyada sobre los umbrales de las ventanas, hace que la superficie útil de la plataforma quede aproximadamente a unos sesenta centímetros por encima del nivel correspondiente a la terraza de la nave del crucero, desnivel que se salva mediante la instalación de sendas escaleras en sus accesos. Todo el borde perimetral existente entre las escaleras de acceso y el vacío del crucero, queda cerrado con una barandilla formada con barrotes de acero.

3.5.1 LA ESTRUCTURA

Se compone de una viga maestra construida en acero, formada por una celosía plana con sección en doble T, con 9.290 mm de longitud, que se instala quedando simplemente apoyada por sus extremos en cada uno de los rincones que se forma entre la jamba y el umbral de la ventana del noreste y del sureste y que, una vez en su posición, queda como una cuerda de la cornisa.

Dos vigas construidas en madera con una longitud de 5.950 mm, que se conocen como las vigas en voladizo, quedan montadas de forma horizontal,

paralelas entre sí y distantes 1.800 mm. Forman 90° con la viga maestra y sobresalen de ésta hacia el centro del tambor, una longitud de 2.800 mm. Cada una de estas vigas queda apoyada sobre la viga maestra y sobre un pilar macizo de madera, de sección rectangular de 370 mm de altura, que descansa sobre el umbral de la ventana por donde penetran.

Mediante un simple, pero eficaz sistema de fijación, estas dos vigas quedan inmovilizadas en esta posición y serán ellas las que neutralicen todo el momento de vuelco de la plataforma. Ambas vigas mantienen su paralelismo gracias a otras dos vigas de madera, colocadas en sus extremos; una se conoce como el marrano y, se coloca por el exterior, y la otra, se conoce como la de cierre se coloca en la punta de las vigas de voladizo por el interior; ambas vigas hacen que las de voladizo permanezcan en esa posición, formando las cuatro un cuadrado rectángulo.

Otras dos vigas de madera, de 4.600 mm de longitud cada una y conocidas como las vigas de borde, quedan apoyadas por un extremo sobre el de la viga de voladizo, en el mismo punto donde lo hace la de cierre, punto en el que quedan trabadas las tres vigas mediante una clavija y, por el extremo opuesto, apoya cada una sobre el correspondiente extremo de la viga maestra que apoya sobre la jamba de su ventana. Con esto se han formado, entre cada una de las vigas de voladizo, la jácena y su correspondiente viga de borde, sendos triángulos rectángulos.

En cada uno de estos triángulos se distribuyen, horizontalmente y paralelas a las vigas de voladizo, dos grupos formados cada uno por dos vigas de distintas longitudes y que se las conoce como vigas auxiliares. Estas vigas, quedan apoyadas por un extremo sobre unas maderas clavadas a la viga de borde a modo de ménsula y, por el opuesto sobre la base del cimborrio cruzando la viga maestra por encima de ella sin tocarla y formando 90° entre ambas.

La parte exterior de la viga de borde situada al lado de la ventana noreste sirve de apoyo a dos vigas que, junto con ella, forman un triángulo; vigas que se las conoce como la viga de borde del bacalao y su auxiliar. La auxiliar apoya a la altura en que la de borde lo hace con la jácena, y la de borde lo hace a una distancia de este punto de 1,50 m y en dirección hacia la viga de voladizo. El otro extremo de la de borde del bacalao apoya sobre la sillería de la base del cimborrio y lo hace fuera del hueco de la ventana, junto a la jamba situada en la parte de poniente. La viga auxiliar, apoya su otro extremo sobre la de voladizo. Este triángulo se cubre con una pieza compuesta por tablas unidas y con forma de triángulo, que es conocida como el bacalao.

3.5.1.1 LA VIGA MAESTRA (LA JÁCENA)

CAPÍTULO III: EL CIELO O TRAMOYA AÉREA

Construida con acero, está formada por una estructura reticular en celosía plana y en rombo, con sección en doble T, con 9.290 mm de longitud, 297 mm de altura y 176 mm de anchura entre alas. Tanto el cordón superior, como el inferior, están compuestos por dos perfiles laminados L 80, de 9 mm de espesor dispuestos dos a dos para formar las alas de la viga. Situados entre los cordones superior e inferior y formando aspas entre sí con un ángulo de 90° entre ellas, se disponen las diagonales, formadas éstas por pletinas de acero, con forma rectangular de 410x50 mm y 9 mm de espesor, la longitud de las mismas es la suficiente para que sus extremos no sobresalgan entre las L que forman las alas. La unión entre las diagonales y las L, y entre ellas en el punto que se cruzan, se efectúa mediante roblones de 14 mm de diámetro —ver figuras III-46 y III-47—.



Figura III-46: Sección de la jácena o viga maestra, con el detalle de uno de los roblones, que fija a las aspas por el centro, seccionado.



Figura III-47: La jácena en su posición de trabajo, como vemos queda simplemente apoyada por sus extremos sobre el anillo toral, rebasando la cornisa.

Su peso anda en torno a los 500 daN. El conjunto tiene, como acabado superficial, una capa de pintura antioxidante del tipo denominado minio de plomo, de color naranja.

Dado que está construida con perfiles laminados de dimensiones estándar, la viga tiene cuatro tramos de L completos, con una longitud cada uno de 6.000 mm y el resto, un tramo de 3.290 mm, cortado a esta medida, lo que significa que existe un empalme entre ellas efectuado mediante un refuerzo formado con L del mismo material, que tiene una longitud de 900 mm, que se solapa entre ambas; la unión entre ambos se efectúa mediante 12 roblones —ver figura III-48—

Como se ha mencionado, esta viga queda simplemente apoyada sobre los umbrales de las ventanas, apoyo que se extiende hasta el límite de la cornisa. Dado que la viga trabaja a flexión, al deformarse ésta, las fuerzas de reacción correspondientes a la sillería, hacen que se concentre en el borde de la cornisa, con el consiguiente deterioro de ésta por su menor flexibilidad. El punto este queda resuelto con la colocación de unas tablas de madera entre la sillería y la viga de acero, quedando con ello el extremo de la cornisa alejado de la viga. Sobre la viga apoyan, a modo de cargas puntuales, las dos vigas de voladizo, haciéndolo cada una a 900 cm de su punto medio. El resto de vigas que apoyan sobre ella, lo hacen en el punto en el que ésta tiene sus puntos de



Figura III-48: Empalme de la viga.

apoyo, por lo que las cargas que éstas introducen son neutralizadas por la reacción de estos.

La doble T se mantiene en su posición mediante dos estribos, colocados cada uno en un extremo, con forma de U. La pieza se coloca de forma invertida de modo que ésta abraza en su interior a la doble T. La U tiene el lado que queda al exterior más largo que el que va a quedar en el interior pegado a la jamba. En el codo que forma la U y en su parte interior dispone de una prolongación, en posición horizontal, que va a coincidir con la pletina anclada en la jamba y donde existe un orificio coincidente con éste. La U, tras colocarla de forma invertida, se introduce el tramo largo en el orificio labrado en el umbral y la pletina del codo se sujeta con un tornillo y la correspondiente tuerca a la situada en la jamba. La pletina que forma la U es de sección rectangular de 36x8 mm conformada mediante forja y dobla con forma de U, de 385 mm para los tramos largos, y 140 mm para el corto —ver figura III-49—.

3.5.1.2 LAS VIGAS DE VOLADIZO

Construidas con madera maciza, de 5.950 m de longitud y sección rectangular de 130 mm de base y 260 mm de altura, reciben su nombre por la forma en que quedan montadas. Son simples vigas de madera a las que se les ha provisto de ciertos complementos necesarios para efectuar su función, como son: que a una distancia de 715 mm del extremo de la viga que queda en el exterior, existe un taco de madera, con forma de ortoedro de 130x50x40 mm, que está clavado en el cordón superior de cada una de las vigas al efecto de

que éstas queden bloqueadas por la viga encargada de mantener el paralelismo entre ambas y conocida como el marrano —ver figura III-51—.



Figura III-49: Uno de los estribos de sujeción de la viga maestra.



Figura III-50: El estribo de sujeción de la viga situado en la puerta del noreste colocado en su posición.

Por el extremo opuesto, el que queda en el interior, tras haber sido mecanizada, presenta un rebaje en la madera para que ésta ensamble con la de borde y la de bloqueo. En este nudo de unión entre vigas, donde la de voladizo sostiene a las otras dos, ésta tiene un herraje, que no sólo la refuerza, sino que, además sirve para atirantarla a un punto firme —Figura III-52 y III-53—.



Figura III-51: Viga de voladizo vista por su parte trasera junto a su pilar de apoyo. En la parte trasera se puede ver el tope de la viga de cierre trasera y en primer plano a la derecha las poleas de remonte.



Figura III-52: Parte delantera de la viga de voladizo del lado del sur.



Figura III-53: Fotografía de la parte delantera de la viga de voladizo, vista lateral. Foto del autor.

El rebaje, que se extiende desde el cordón superior hacia abajo, tiene forma de prisma recto irregular con base trapezoidal recta, con dos ángulos de 90° , uno de 45° y el cuarto de 135° . En cuanto a las dimensiones de los lados son de $160 \times 130 \times 250 \times 158$ mm y una altura del prisma es de 120 mm; estos rebajes son simétricos y tallados al efecto de que la correspondiente viga de borde, con la que va a ensamblar, encaje formando 45° .

A una distancia de 150 mm del extremo y equidistante de sus caras, existe un orificio de 22 mm de diámetro que la traspasa en toda su altura y que va a coincidir con otro semejante que tiene la viga de borde y la de cierre. Estos orificios están destinados a la colocación de una clavija que, una vez ensambladas las tres vigas, elimina los grados de libertad en el plano horizontal de las tres vigas que coinciden.

Con respecto al herraje de refuerzo que presentan las vigas de voladizo en su extremo, dispone cada uno de ellos de tres piezas de acero forjado. La primera de ellas está destinada a efectuar el enganche de los tirantes y repartir el esfuerzo que la viga transmite. Con forma de L y colocada en el extremo de la viga, está formada con pletina forjada de acero con sección rectangular de 8 mm de grosor y 60 mm de anchura y una longitud de 400 mm, para el tramo largo y 100 mm para el corto. Por el extremo último y conformado en forja, se ha retorcido la pletina hacia el exterior de la L, dándole forma de un cilindro, de 41 mm de diámetro exterior y 23 de interior. Por el interior de este cilindro, existe otro anillo cerrado formado con redondo de 19 mm de grosor y con un

diámetro externo de 120 mm y 89 de interior, el cual se mueve libremente por el interior del cilindro.

La L se sujeta a la viga de forma que se ciñe por su ángulo interno al extremo de la viga, quedando el cordón inferior de la viga junto a la parte larga de la L, y la superficie de la punta, a la que se le ha efectuado un canal de sección rectangular de 10 mm de profundidad y 46 mm de anchura, dispuesta verticalmente y encajada con la parte corta de la L. Un clavo introducido por un orificio que tiene la parte larga de la L, a 145 mm de distancia de donde forma el ángulo, la mantiene unida a la viga en su posición.

Para reforzar a la L en su posición, un estribo, formado con una pletina de sección rectangular de 36x8 mm, conformada mediante forja, y doblada con forma de U, de 385 mm para los tramos largos y 140 mm para el corto, abraza por las dos caras laterales el extremo de la viga, dejando en su interior el lado corto de la L, pieza que también se mantiene en su posición mediante unos clavos de acero contruados con forja. Por último, la tercera pieza, es un cincho rectangular de 145x265 mm, formado por una pletina, de sección rectangular de 35x8 mm, que abraza a la viga y las dos piezas anteriores y que, colocada en su posición referida, es afianzada con clavos a la viga.

3.5.1.3 LAS VIGAS DE BORDE

Dos vigas de 4.600 mm de longitud, contruadas con madera maciza de sección rectangular de 215 mm de altura y 100 mm de base para la del lado de la ventana del noreste y 90 mm para la del sureste, forman el lado exterior de cada uno de los triángulos que queda al lateral de la de las vigas de voladizo. Los extremos destinados a ensamblarse con la correspondiente viga de voladizo, disponen del rebaje correspondiente para ajustar con éstas y disponiendo en este lugar de un herraje de refuerzo.

El rebaje tiene forma de prisma recto irregular y base con forma de trapecio escaleno. Las dimensiones de sus lados son de: 180, 150, 140 y 110 mm, con unos ángulos entre sus lados de: 55°, 125°, 45° y 135°. La altura del prisma es de 100 mm. Este rebaje encaja perfectamente con la parte no rebajada de la viga en voladizo y viceversa, con lo que una vez ensambladas ambas vigas los cordones superiores de ambas quedan al mismo nivel.

A una distancia de 45 mm antes del rebaje, la viga tiene un cincho rectangular que la circunda y que está formado con pletina de acero de sección rectangular de 40x 8 mm, cuyo fin es el de reforzar la zona del rebaje; unos clavos introducidos por unos orificios practicados en la pletina del cincho y cogidos a la viga evitan su desplazamiento.

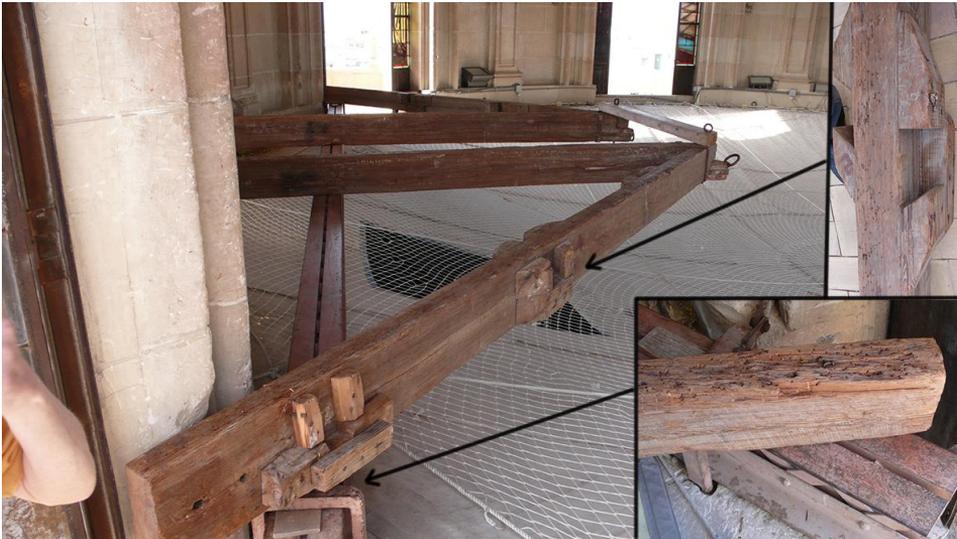


Figura III-54: Vista desde la ventana del noreste donde se ve parte de la estructura montada. En primer plano la viga de borde del lado citado que apoya por un extremo sobre la jácena y por el opuesto sobre la de voladizo. En la cara visible se ven las piezas destinadas a albergar las vigas que sostienen al bacalao y el apoyo de esta sobre la jácena.



Figura III-55: Vista desde la puerta de levante de la estructura de la parte del noreste completa. En primer plano la viga de voladizo apoyada, por su centro, sobre la jácena. Entre su extremo y el de la jácena apoya la de borde. Al fondo, en la puerta del noreste, se ve la viga de voladizo sobre la que descansan las dos vigas del bacalao y la de borde. Entre ambos extremos de la viga de borde se ven apoyadas las dos auxiliares que descansan sobre ella y el anillo toral, no haciéndolo sobre la jácena.

La viga de borde que se monta en el lado del sureste dispone, por la cara lateral que queda por el interior, dos puntos de apoyo situados a una distancia del punto de ensamble con la viga de voladizo de 1,28 m y 2,7 m, y que están destinados a que las vigas auxiliares apoyen sobre ésta. Estos puntos de

apoyo están formados con tres prismas rectos de cuatro caras, contruidos de madera con medidas diversas y unidos a la viga de borde mediante clavos de acero. De los tres prismas, el de la parte inferior soporta la carga de las auxiliares y los otros dos están destinados a impedir el giro y desplazamiento de éstas con respecto a su punto de apoyo. La distancia entre la superficie de apoyo de la viga auxiliar y el cordón superior de la viga de borde es igual a la altura de la viga auxiliar que, en este lugar, se debe de apoyar al efecto de que los cordones de ambas vigas queden a ras.

Análogamente a lo descrito, la viga de voladizo que se monta en el lado noreste, presenta iguales puntos de apoyo por su cara interior y guardando simetría con la primera pero, a diferencia de ésta, en la cara lateral exterior tiene dos puntos de apoyo, de idénticas características a los descritos, destinados al apoyo de las dos vigas que van a formar el triángulo lateral de la estructura donde apoyarán las tablas que forma el bacalao y se forma el piso correspondiente al acceso principal a la plataforma.

3.5.1.4 VIGAS AUXILIARES

Simples vigas de madera con sección rectangular de dimensiones 10x20x33,2 y 10x22x18,3 para el lado del sureste y 10x20x31 y 10x22x18,3 para el noreste, son las que quedan montadas paralelas a las vigas de voladizo y yendo desde cada uno de los apoyos existentes en las vigas de borde hasta la sillería del tambor —ver figura III-55—.

3.5.1.5 OTRAS VIGAS Y ACCESORIOS

3.5.1.5.1. VIGA DE CIERRE TRASERO (MARRANO)

Construida en madera de sección rectangular de 260x130 mm y 2.740 mm de longitud, es empleada para cerrar y mantener a las vigas de voladizo en su posición. La viga descrita se coloca, apoyando su cara más ancha, encima de las de voladizo y justo junto al prisma rectangular que éstas tienen clavado en su parte superior, a 715 mm del extremo exterior. La viga tiene por la parte baja y según la posición en queda apoyada sobre las de voladizo, dos prismas rectos irregulares, cuyas bases son trapecios rectángulos formados con



Figura III-56: Vista desde lo alto del umbral de la ventana de levante a la viga de cierre trasera. Se pueden observar los dos atados de los externos de las vigas de voladizo y el tope de seguridad para las poleas de remonte.

madera, cuyas dimensiones son de 250x80x130x150 mm y de 212 mm de altura. Estos prismas están clavados a la viga de cierre de forma que cada cara del prisma de 250x212 mm queda en contacto con la viga y cada cara contigua a los ángulos rectos de la base del prisma, las de 80x212 mm, van a quedar en contacto con la viga de voladizo impidiendo, con ello, que puedan aproximarse entre sí —ver figura III-56—.

3.5.1.5.2. VIGA DE CIERRE DELANTERA (CIERRE DE PUNTAS)

Tiene forma de un prisma recto de cuatro caras, correspondientes a una base del prisma con forma de trapecio isósceles, al que se le han cortado los extremos de la base grande. Con ello la dimensión de los lados de la base del prisma son: 2.310 mm, 1.775 mm, 320 mm, 320 mm, 35 mm y 35 mm, y la altura del prisma es de 70 mm; o lo que es lo mismo, un tablón de madera de 70 mm de grosor, 215 mm de anchura y 2.310 mm de longitud, al que se le han cortado sus extremos a 45° y luego matados los cantos del lado largo. Centrados sobre su eje longitudinal y separados entre sí 1.942 mm, dispone sendos orificios de 25 mm de diámetro, destinados a la penetración de la clavija que ha de sujetar a las vigas de voladizo y las de borde.

Entre cada uno de los orificios y el extremo, presenta en cada uno de los lados un canal de sección rectangular de 60x60 mm, al efecto de que el tensor de acero salve la viga sin entorpecerlo enganchándose de la anilla que existe en la punta de la viga de voladizo y extendiéndose hasta la argolla situada en lo alto del dintel de la ventana de levante —ver figura III-57—.



Figura III-57: Viga de cierre delantera.

3.5.1.5.3. PILARES DE APOYO DE LA VIGA DE VOLADIZO

Dos tacos de madera maciza de 370 mm de altura, con sección cuadrada de 270 x 270 mm, sirven para complementar la diferencia de nivel existente entre el umbral de la ventana y la altura a la que quedan los cordones inferiores de las vigas de voladizo, una vez estén apoyadas sobre la jácena. El umbral de la ventana está más bajo que la cornisa, con lo que al elevar las vigas de voladizo, los 297 mm correspondientes a la altura de la jácena, los 370 mm de los pilares continúan siendo insuficientes para mantener la horizontalidad de las vigas, por lo que es necesario colocar una tabla complementaria entre ambos —ver figura III-51y III-58—

3.5.1.5.4. PILARES DE BLOQUEO DE LA VIGA DE VOLADIZO

Dos pilares contruidos con madera de sección cuadrada de 100x100 mm y 3.230 mm de longitud se disponen en posición vertical apoyando por su base sobre el cordón superior de la viga de voladizo, en el punto en que ésta lo hace sobre el pilar de apoyo, y por el otro extremo sobre el dintel de la ventana. Esta posición queda asegurada con la colocación de dos cuñas de madera, entre la base del pilar y el cordón superior de la viga de voladizo, que comprimen todo el conjunto: umbral, pilar inferior, viga de voladizo, cuñas, pilar y dintel, logrando con ello mantenerlo en su lugar —ver figura III-58—.

3.5.1.5.5. VIGA DE BORDE DEL BACALAO

Se trata de una viga de madera con sección rectangular de 220 mm de altura 75 mm de anchura y una longitud de 2.800 mm. Esta viga dispone en su cara

interior, a 600 mm del extremo que ha de apoyar sobre la sillería, de un punto de apoyo formado por tres prismas de madera, clavados a la viga, con disposición análoga a la descrita para las vigas de borde y al efecto de servir de apoyo a la viga auxiliar que sobre ella descansa. Como podemos ver en la figura III-55 esta viga queda simplemente apoyada entre el soporte realizado a la viga de borde y la base del tambor junto a la jamba de la ventana del noroeste.



Figura III-58: Pilar de apoyo de la viga de voladizo sobre el umbral de la ventana y por encima de su cordón superior el pilar que apoyando en el dintel de la ventana bloquea a la viga de voladizo, la presión la ejercen la cuñas metidas a presión.

3.5.1.5.6. LAS CLAVIJAS

Ambas formadas con redondo de 16 mm de diámetro y conformadas por forja, tiene una punta cónica y la opuesta cerrada formando una anilla de 65 mm de diámetro exterior y 35 de interior, con una longitud útil de la clavija de 350 mm. Las clavijas se emplean para bloquear en el extremo la viga de borde, la de voladizo y la de cierre —ver figura III-59—



Figura III-59: Extremo de las vigas de voladizo con la de cierre colocada en su posición. Los tramoyistas, están cerrando los nudos formados con las tres vigas con las clavijas.

3.5.1.5.7. LOS TENSORES

Cada uno de ellos está formado por dos redondos de 20 mm de diámetro, doblados por un extremo en forma de arco, de 65 mm de anchura y 70 mm de altura y por el extremo opuesto roscados, uno a derechas y el otro a izquierdas, en rosca con un diámetro de 19 mm, y con una longitud de 2.840 mm para el primero y 3.140 para el segundo.

Por otra parte un tubo de sección rectangular, de 275x58 de 8 mm de espesor de pared y de 45 mm de longitud, al que se le han practicado dos orificios, uno a cada uno de los centros de la cara más pequeña del tubo, por donde pasan libremente los redondos por su parte roscada y que, tras hacerlo por el interior del tubo, se les rosca una tuerca hexagonal, que tiene una distancia entre caras igual a la menor que tiene el tubo por su interior. Al quedar justo al tubo por su interior éste hace de llave de giro de las tuercas. —ver figura III-60 y III-61—.

Con la disposición descrita, los arcos de los extremos de los redondos enganchan, con uno de ellos la argolla existente en la parte alta de la cornisa



Figura III-60: Enganche del tirante con la anilla situada arriba del dintel de la ventana de levante y detalle del tensor del tirante.



Figura III-61: Nudo formado por el extremo de la viga de voladizo, la de borde, la de cierre y sujetas con la clavija. Detalle del enganche del tirante a la anilla del extremo de la viga de voladizo.

de la ventana situada al este y, por el extremo contrario, se engancha a la anilla que dispone el herraje existente en la punta de la viga de voladizo; se gira el tubo y éste hace girar a las dos tuercas. Cuando se gira en un sentido, la distancia entre arcos crecerá, con lo cual se destensará la plataforma, y cuando se hace en sentido contrario, la distancia entre arcos se reducirá y la plataforma se tensará.

3.5.1.5.8. ESCALERAS DE ACCESO

Para salvar los 60 cm de desnivel que se forman entre la terraza de la nave del crucero y la de la plataforma, se coloca una escalera en cada uno de los accesos, construidas ambas con tablas de madera, de tres peldaños cada una, de 115 mm de huella y 200 mm de contrahuella. En ambas escaleras, la anchura de los peldaños se va haciendo mayor conforme se asciende, siendo estos de mayor anchura en el acceso principal, puerta del noreste (zona del bacalao), pues tienen 1.500 mm el menor y 1.580 el mayor, y la que es de uso sólo para los tramoyistas, en la ventana del sureste, que tienen 950 mm de anchura. En ambas escaleras, el peldaño inferior queda en el umbral de la ventana, en la parte interior de la puerta que cierra ésta, de forma que las puertas pueden cerrarse sin que las escaleras supongan un obstáculo —ver figura III-45—.

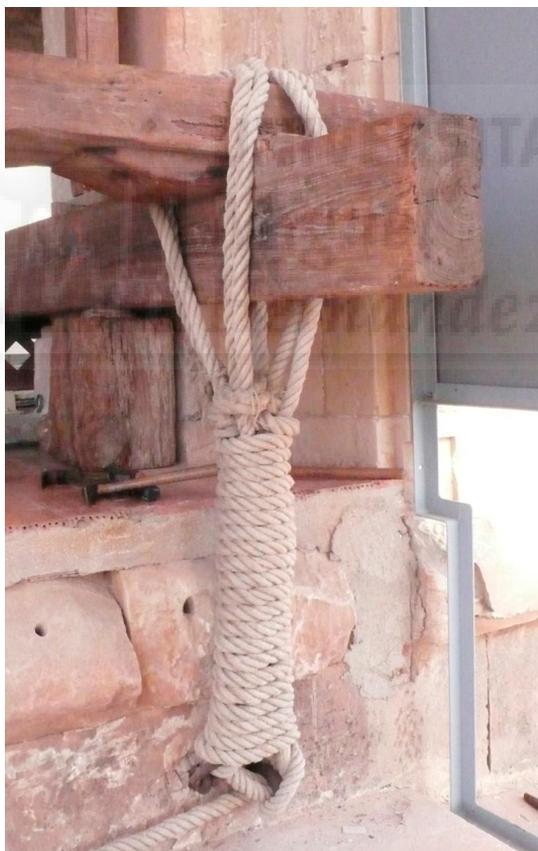


Figura III-62: Atado que se le efectúa entre la parte trasera de las vigas en voladizo junto a la viga de cierre trasero con las argollas y ganchos anclados a los sillares situados bajo el umbral de la ventana de levante.

3.5.1.5.9. MAROMAS DE SUJECIÓN

Una maroma de 35 mm de diámetro, tras buscar su punto medio, se destina, cada unos de sus lados, a sujetar mediante cuatro vueltas de maroma, redondo-anillas/vigas-marrano y posteriormente efectuar una ligada con la propia maroma con veintiuna espiras, que se extiende por toda ella —ver figura III-62—.

3.5.1.6 SUJECIÓN DE LA ESTRUCTURA

Para mantener la estructura en equilibrio se dispone de varios puntos de sujeción de ésta a los muros del cimborrio y que se encuentran repartidos por varios sitios, siendo muchos de ellos redundantes en su función.

La sujeción se realiza, fundamentalmente, a la viga maestra y a las vigas de voladizo. La viga maestra se confina, en su posición, mediante los dos estribos con forma de U asimétricos. La viga trabaja a flexión y el apoyo de sus extremos se extiende desde los muros del anillo toral, a la altura del umbral de las ventanas, hasta el borde de la cornisa tal y como hemos visto en la figura III-47.

Para impedir que las vigas en voladizo, una vez apoyadas sobre la viga maestra, puedan balancearse hacia adelante, cuando toda la carga de la plataforma gravite sobre ellas, justo en la parte superior del punto en que cada una de las vigas apoya con el pilar que se ha colocado sobre el umbral de la ventana de levante, se le coloca a cada viga otro pilar de madera que, apoyando en este punto sobre el cordón superior de la viga en voladizo, lo hace por su otro extremo sobre el dintel de la ventana. Un par de cuñas bloquea al conjunto en el punto de contacto de este último pilar con la viga de voladizo, sobre la superficie del cordón superior tal como se ha visto en la figura III-58.

Por otra parte tenemos que, justo en los sillares existentes bajo el umbral de la ventana de levante, como se vio con antelación, existen dos argollas y dos redondos de acero, a los cuales se anuda con una maroma de cáñamo de 35 mm de diámetro, cada uno de los extremos de las vigas de voladizo que quedan por el exterior, impidiendo con ello, también, que las vigas se balanceen hacia adelante.

Por otra parte, cada una de las vigas tiene acoplado un tensor de acero por el extremo contrario de la viga, el que queda en voladizo, el que está por el interior del cimborrio, entre éste y las argollas situadas en lo alto del dintel de la

ventana situada al este. Este tensor contribuye enormemente a impedir el vuelco de las vigas tal y como hemos visto en las figuras III-60 y III-61.

3.5.2 EL TABLADO

Salvo la jácena que queda a un nivel inferior, todas las vigas que componen la estructura de la plataforma quedan sus cordones superiores a un mismo nivel. Sobre estos cordones descansa un conjunto formado por un total de cincuenta y dos tablas, repartidas en cuatro grupos de 2x18 y 2x8 piezas de 37 mm de grosor, que van a formar la superficie del piso y que es toda la plataforma, salvo un cuadrado de 1.812x1812 mm, que se corresponde con el orificio que, con la misma forma, tiene el lienzo del cielo. Este hueco queda formado entre las dos vigas de voladizo, la viga de cierre de punta de las vigas de voladizo y las propias tablas que forman el piso —ver figura III-63—



Figura III-63: Fotografía efectuada desde la cornisa en la que se ve cómo se va colocando el piso del tablado.

Con la excepción de las ocho tablas dispuestas en la zona de acceso de la puerta del noreste, que forman el conjunto de tablas del piso conocidas por el bacalao, y que quedan en dirección perpendicular a la jácena, el resto quedan dispuestas todas ellas perpendiculares a ésta. Las tablas que cubren el espacio comprendido entre las dos vigas de voladizo y que apoyan sobre el cordón superior de éstas, tienen forma rectangular con unas dimensiones de 1.840 mm de largas y anchuras que vanean entre 200 y 230 mm, apoyando sobre la media parte de este cordón.

Las que cubren el espacio existente entre la de voladizo y la correspondiente de borde, lo hace desde la mitad restante del cordón de la viga de voladizo

hasta cubrir la totalidad del cordón de la que bordea, así como con las auxiliares con las que se cruza. Éstas tienen forma de sector circular, quedando las partes rectas para la viga de voladizo y las de borde, y la circular el interior del tambor. Sus dimensiones varían desde los 1.630 mm para la más larga, hasta el acabado en punta para la situada en la unión de la de voladizo con la de borde.

Con respecto al tablado que forma el bacalao, está compuesto por ocho tablas que varían entre 1.415 mm, para la parte más larga, y 16 mm para el extremos más corto, la anchura de sus piezas es de 200 mm y tiene forma de trapecio de, 1.950 mm de base grande y 1.600 mm de base pequeña, con alturas 1.415 mm y 160 mm —ver figura III-64—.



Figura III-64: Fotografía tomada desde la cornisa donde se puede ver en primer plano el trozo de piso denominado bacalao y que queda justo a la entrada de la puerta del noreste.

Todas las tablas se sujetan a las vigas de madera mediante dos tornillos de rosca de madera de 80x6 mm que, tras traspasar las tablas en el lugar de encuentro con la correspondiente viga, se roscan a ésta. Esta sujeción de las tablas a las vigas hace que, tanto las vigas de voladizo, la correspondiente viga de borde y las auxiliares, que han quedado simplemente apoyadas sobre la parte correspondiente de la viga maestra, queden atadas entre sí sin que puedan desplazarse de esta posición.

3.5.3 LA BARANDILLA DE PROTECCIÓN

Cinco tramos de barandilla con longitudes de 1.110 mm, 3.200 mm, 2.430 mm, 2.700 mm y 2.250 mm, con una altura de 930 mm, contruidos con pletinas de



Figura III-65: Fotografía de la barandilla de protección sujeta a la plataforma.

acero dispuestos en posición horizontal de 30x5 mm y barrotes verticales del mismo material, separados 100 mm, con sección cuadrada y 10 mm de lado, roblonados los barrotes a las pletinas; circundan todo el borde exterior de la plataforma impidiendo con ello, la caída de personas y objetos en la zona del vacío del tambor.

Cada uno de los tramos cubre cada uno de los lados de la poligonal externa de la plataforma. Se extienden desde la jamba de poniente de la puerta del noreste, hasta la jamba de la puerta del sureste de la misma zona. Los tramos se atornillan entre sí y la base de los tramos se atornilla directamente a la plataforma —Ver figura III-65—.

3.5.4 EL MONTAJE Y DESMONTAJE

El procedimiento es siempre el mismo. Se comienza con la instalación de la viga maestra, que se traslada desde la caseta donde se encuentra guardada — Ver foto III-11—, de las vigas, que se arrastran por la cubierta de la terraza, empujadas por los tramoyistas con la ayuda de unos tubos redondos y una palanqueta llamada pata de cabra —Ver figura III-66—. En esta labor suelen intervenir la totalidad de los tramoyistas, unos catorce más el encargado. Siguiendo el procedimiento de arrastre se enfila la viga por la puerta noreste, parte pegada a la jamba de levante, cuya vidriera tiene la particularidad de poder abrirse hacia el exterior.

La viga se desplaza de igual forma que lo ha hecho por la cubierta, pero ahora lo hace por la cornisa, ciñéndose a ella en todo momento el punto más



Figura III-66: La viga maestra siendo arrastrada por la terraza.



Figura III-67: Fotografía de la jácena desplazándola por la cornisa y próxima ya casi a su lugar de trabajo.

adelantado de la viga Es una de las fases más arriesgadas del montaje de la tramoya dado que esta labor, que se realiza a más de 25 m de altura y, entre los tramoyistas y el pavimento de la basílica, únicamente media una red de seguridad y el lienzo del cielo, ya que, a pesar de su alta resistencia, una caída puntual de la viga, provocaría unas presiones sobre estos que difícilmente podrían aguantar —ver figura III-67—.



Figura III-68: Fotografía de los tramoyistas introduciendo una viga de voladizo.



Figura III-69. Fotografía de las vigas de voladizo montadas.

Una vez colocada en su posición y bloqueada por cada uno de sus extremos con el correspondiente estribo, se pasa a la colocación de las dos vigas de voladizo —ver figura III-68—. Éstas se introducen por la ventana de levante elevándose desde la cota de la superficie de la terraza del presbiterio hasta el cordón superior de la viga maestra apoyadas en ésta. Seguidamente, se desplazan hasta ocupar su posición, una vez en ella, se coloca entre el umbral de la ventana y la viga, un pilar que complementa la diferencia de nivel. Así mismo, una tabla de pequeño grosor ajustará la altura del pilar para que la viga quede en posición horizontal. Seguidamente se coloca el pilar por la parte

superior de cada una de las vigas de voladizo, apoyando por la parte superior en el dintel, y se acuña por la base la viga de voladizo con lo que ha quedado bloqueada —ver figura III-58—. Éstas se introducen por la ventana de levante elevándose desde la terraza.

Como complemento se le hace el atado de la parte trasera de las vigas a los ganchos y argollas de la parte baja de la ventana —ver figura III-62—. Se posicionan y se cierran por delante y por detrás con las correspondientes vigas, —ver figuras III-59 y III-62—.

A continuación se le coloca el tablado—ver figura III-63—, con ello la plataforma está terminada quedando pendiente los tirantes y la barandilla que se colocarán tras montar la cabria.

3.6 LA CÁBRIA⁸

Según el Diccionario de la Real Academia Española:

Cabria, es una máquina para levantar pesos, cuyo armazón consiste en dos vigas ensambladas en ángulo agudo, mantenidas por otra que forma trípode con ellas, o bien por una o varias amarras. Un torno colocado entre las dos vigas y una polea suspendida del vértice reciben la cuerda con que se maniobra el peso.

La cabria —ver figura III-70— que se monta en lo alto de la basílica de Santa María de Elche para llevar a efecto la elevación y descenso de los aparatos, responde a lo establecido en el mencionado Diccionario. Consta de dos vigas ensambladas en ángulo agudo, que apoyan por el extremo inferior sobre el anillo toral y justo por la parte interior de la jamba de la ventana de levante, lugar donde se han labrado sendas oquedades para albergar la base de estas vigas. Por el extremo opuesto, ambas vigas se unen formando un vértice; de éste y de tres puntos situados a diferentes alturas en cada uno de los pilares, se disponen amarras que, tras atarse a unas piezas metálicas ancladas en la parte exterior de los sillares del cimborrio, mantienen a las vigas en su posición.

Dos juegos de poleas dobles, un par suspendidas del vértice de la cabria—ver figura III-93—, y las otras dos situadas a la altura del umbral de la ventana de levante—ver figura III-95—, conducen las dos gruesas maromas desde cada uno de los tornos situados en la cubierta de la terraza del presbiterio hasta el umbral de la ventana, donde pasa su trayectoria de posición horizontal a oblicua en dirección del vértice de la cabria.

⁸ Véase Francesc MASSIP I BONET, *op. cit.*, p.148.



Figura III-70: Fotografía tomada desde la ventana de poniente de la cabria montada a falta del tirante compensador de fuerzas pasivas. Al fondo, por encima del dintel y a los laterales de las jambas de la ventana se encuentran colgando parte de los tirantes de la plataforma.

3.6.1 LAS VIGAS

Dos mástiles, contruidos con madera de pino de Soria —ver figura III-70 y III-71—, con forma troncocónica de 6.460 mm de longitud total, un diámetro en la base de 198 mm y 170 mm en la cabecera, forman cada una de las vigas pertenecientes a la cabria. La base de cada viga tiene las aristas redondeadas al efecto de una perfecta adaptación a la oquedad con forma de casquete esférico que está labrada en los sillares del anillo toral —ver figura III-72 y III-73—. Cada una de las vigas dispone, por el extremo superior, el de menor



Figura III-71: Uno de los pilares de la cabria situado sobre la plataforma.



Figura III-72: Uno de los pilares de la cabria situado sobre la plataforma.

diámetro, de un herraje que actúa de refuerzo y a la vez de elemento de acople y sujeción al efecto de mantenerlos en su posición una vez formado el vértice entre ambos,—ver figura III-74 y III-75—.



Figura III-73: Pilar apoyado en la oquedad labrada en el anillo toral.

El herraje que refuerza la cabecera de la viga está formado por un tronco de cono hueco por el interior, construido con chapa de acero de 4 mm de espesor que envuelve completamente la punta de la madera, en una longitud de 325 mm y un diámetro máximo de 195 mm. La base superior de cada uno de los refuerzos queda cerrada y lo hace con tres superficies planas unidas y dispuestas en planos diferentes. La primera, que queda justo pegada a la generatriz exterior de la viga, lo hace con un semicírculo que queda dispuesto en posición horizontal. A la altura del diámetro del semicírculo la superficie adquiere una inclinación formando un ángulo con la vertical de 20° y con una longitud de 270mm, alcanzado este punto aumenta la inclinación hasta cerrar completamente la punta —ver figura III-75—.

En dos planos perpendiculares al que definen los dos pilares, pasando por el eje de la viga y a una distancia de la parte superior de 80 mm, se disponen en cada pieza de refuerzo dos cáncamos formados cada uno por una pletina de sección rectangular de 50x6 mm y de 100 mm de longitud, y con un orificio de 25 mm de diámetro situado próximo al extremo de la pletina. La unión del perno a la pieza principal se encuentra reforzada con una escuadra de acero de 30 x30x6 mm, y las uniones están realizadas con soldadura eléctrica. La pieza se fija al pilar mediante cuatro clavos, separados entre sí 90° y que se hincan a la madera, tras haber sido perforada la chapa de acero de refuerzo.



Figura III-74: Fotografía de la parte superior de los pilares.



Figura III-75: Herraje de refuerzo de la cabecera del pilar.

A la pieza descrita le siguen, en dirección hacia abajo, dos refuerzos que quedan distantes de la cabecera de la viga a 425 mm y 575 mm, respectivamente. El primero es un cincho formado con acero forjado, de 25 mm de anchura y un grosor de 9 mm, el cual está fijado a la viga y formando, el plano que lo contiene un ángulo de 70° con el eje de ésta. Cuando las vigas se encuentren con sus apoyos en el lugar correspondiente, ambos cinchos quedarán en posición horizontal. Estos disponen de dos orificios de 40 mm de diámetro cada uno, situados en los puntos de intersección del cincho con el

plano definido por los ejes de ambas vigas una vez ensambladas, y que se comunican entre sí a través de orificios de igual diámetro practicados a la viga.

Alrededor del orificio, la pletina que forma el cincho se ensancha hasta alcanzar aproximadamente 80 mm de diámetro, con el fin de que éste no debilite el material. Por este orificio se introduce un redondo macizo de 30 mm de diámetro y 900 mm de longitud, que tiene en un extremo una cabeza redonda de 54 mm de diámetro y 20 mm de grosor, y por el extremo opuesto, un orificio con forma rectangular que pasa de lado a lado el eje del redondo y por el que, una vez introducido en los orificios de los dos pilares, se le introduce una chaveta para impedir que se salga del orificio.

El segundo cincho de iguales características al anterior, carece de orificios, y su posición es tal que el plano que lo contiene forma 90 grados con respecto al eje del pilar. Ambos se encuentran unidos a la madera mediante clavos hincados a través de orificios practicados a estos.

A una distancia del vértice de 1.015 mm, 1.190 mm y 2.565 mm, cada una de las vigas, tiene dispuesta en su periferia y separadas entre ellas de 120°, tres cuñas de madera formadas por prismas rectos. Las bases de las cuñas han sido mecanizadas para convertirlas con forma de media caña, al efecto de que se ajusten a la periferia del pilar. Las cuñas con una longitud máxima de 236 mm y una altura de 95, quedan colocadas de forma que su eje longitudinal está paralelo al del pilar y la parte más alta de la cuña en la parte superior —ver figura III-76—.

En la posición descrita y mediante tres tornillos de acero de 12x80, con cabeza cuadrada y rosca de madera, quedan las cuñas sujetas a la viga. La misión de cada grupo de tres cuñas es el mantener los tirantes en su posición soportando la tensión y evitar con ello el deslizamiento de estos hacia abajo.

El ensamble entre ambas vigas se efectúa poniendo las vigas en posición, de forma que estén encarando, ambas superficies de la pieza de refuerzo, y pasando dos pernos de acero de 22 mm de diámetro, con un extremo roscado a métrica 22 y con el otro con cabeza hexagonal y 140 mm de longitud, por cada dos de los cáncamos que quedan también encarados y a continuación se coloca la tuerca correspondiente a cada uno de los tornillos y se aprieta. Acto seguido, por el orificio que disponen los cinchos y que traspasan la madera, se pasa un perno de 30 mm de diámetro y 900 mm de longitud, destinado a una mejor sujeción de las poleas que se han de suspender del vértice —ver figura III-77—. Una vez ensambladas ambas vigas por el vértice, con la ayuda del

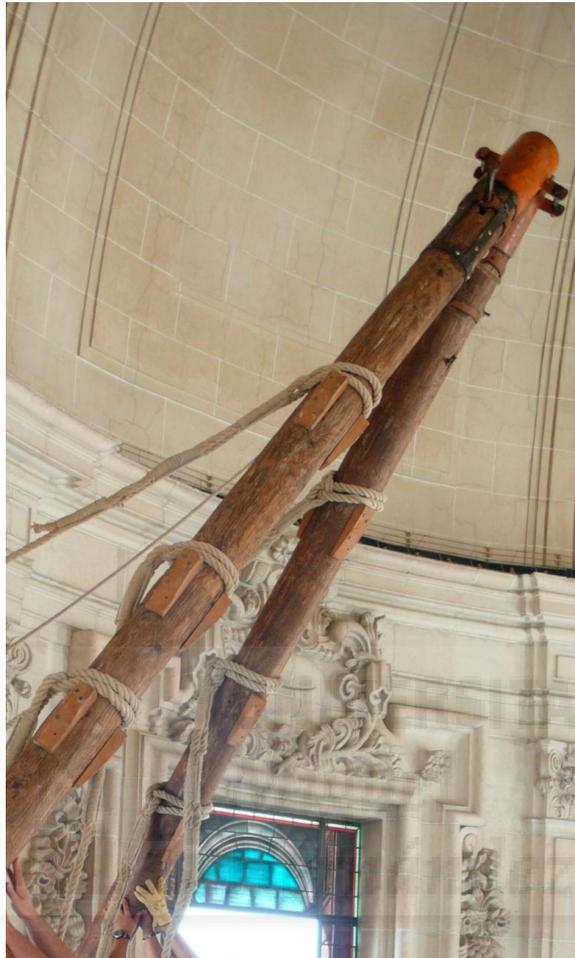


Figura III-76. Fotografía del extremo superior del pilar. Vista de las cuñas de sujeción de los tirantes y los nudos de las maromas.

torno y unas poleas suspendidas entre ambas jambas se efectúa el izado de la cabria, hasta alcanzar su posición, donde se procede a sujetar las amarras. En esta posición, estando unidas por el vértice, sus pilares forman un ángulo de 40° entre sí y, entre el plano que las contiene y el cimborrio, un ángulo de 35° . Quedando sus ejes separados entre sí por la base una longitud de 4.420 mm —ver figura III-78—.



Figura III-77: Vértice de la cabria con los dos pilares sujetos entre sí, las barras de acero de la cabria, la polea en su posición y la polea doble del vértice comenzándose a sujetar.

3.6.2 LAS MAROMAS

Con diversos diámetros y longitudes son varias las funciones que se realizan con maromas dentro de la cabria. La inmensa mayoría de ellas están construidas con cáñamo industrial (*Cannabis sativa*) de la mejor calidad y, tradicionalmente, ha sido únicamente este el material utilizado. Aunque recientemente se ha incorporado un refuerzo compuesto por fibras sintéticas a las maromas destinadas al izado de los aparatos, que queda oculto a simple vista.

Esta actuación se ha llevado a cabo con el ánimo de compensar la pérdida de práctica que, por parte del personal que lo manipula, se va teniendo en cuanto al conocimiento del estado del cáñamo, dado el hecho que su uso es cada vez menos común.

Por la función que realizan podrían diferenciarse cuatro grupos: las destinadas al atirantado y regulación de la cabria, las utilizadas para el izado de los aparatos, atado de poleas y unión del vértice y las de apertura y cierre de las alas del *Núvol* o Granada.

3.6.2.1 ATIRANTADO Y REGULACIÓN DE LA CABRIA



Figura III-78: Izado de la cabria con la ayuda de la polea sujeta a unos tirantes dispuestos entre las jambas y el torno.

Para obtener la estabilidad de la cabria se afianza con ocho tirantes atados por un extremo a diferentes puntos de la misma y los opuestos a otros tantos puntos firmes repartidos, tanto por el interior como por el exterior del cimborrio.

Por un lado se ata, a cada uno de los pilares tres maromas y por su extremo opuesto se atan, cuatro de ellas a puntos anclados al muro exterior del tambor y, dos directamente al punto de unión de las vigas de voladizo, con la viga de cierre trasera o marrano. Estas maromas efectúan un atirantado simétrico y son las que neutralizan la tendencia al vuelco de la cabria, que puede estar provocado por el peso de ésta, el de sus accesorios y los aparatos que a ella van a quedar suspendidos.

El séptimo tirante se ata desde el vértice de la cabria a una anilla anclada en la parte superior del dintel de la ventana de levante y lo hace mediante un polipasto que permite regular la inclinación de la cabria.



Figura III-79: Fotografía del aparejo para la regulación de la cabria (séptimo tirante).

Por último, el octavo, se hace con una polea fijada al vértice de la cabria y una maroma con origen y final en la parte baja del umbral de la ventana de poniente, donde se encuentra anclada a la sillería una anilla de acero. Este tirante, junto al redondo de madera sujeto a las vigas tras las poleas—ver figura III-93—, tiene la misión de contrarrestar el tiro que, sobre la cabria, efectúan las maromas de izado y la oposición que a ello provocan las fuerzas pasivas de las poleas situadas en el vértice.

Los seis tirantes principales son gruesas maromas de cáñamo industrial (*Cannabis sativa*) de 39 mm de diámetro, compuesta cada una por cuatro cordones de 20 mm de diámetro y estos, a su vez, formados por 20 filásticas de 1,70 mm de diámetro cada una. A esta maroma se le asigna una resistencia a la rotura aproximada de 7.160 daN y una tensión de trabajo de 1.340 daN.

Las maromas se atan por un extremo a los pilares mediante un nudo del tipo denominando ballestrinque⁹ —ver figura III-78—, esto es, cada una de las maromas se pasa alrededor de la correspondiente viga de la cabria, haciéndolo de forma que la maroma queda apoyada encima de su correspondiente grupo de cuñas. Al hacer el nudo se tiene en cuenta dejar el chicote con una longitud de un metro aproximadamente y, tras darle un giro a éste de 180° en dirección hacia el seno de la maroma, dejando ambos tramos contiguos y paralelos, se unen entre sí mediante tres ligadas, formadas cada una, por 30 espiras de hilo de cáñamo de 5 mm de diámetro, alcanzando cada ligada, una longitud de 160 mm y quedando separadas, unas de otras, 200 mm aproximadamente —ver figuras III-78 y III-80—..

⁹ Peter OWEN, *Los nudos básicos y su aplicación*, Tutor, Madrid, 1997, p. 80.



Figura III-80: Fotografía de los nudos de atado de las maromas a los pilares y cuñas de retención.



Figura III-81: Fotografía de los tirantes de la cabria discurriendo por la fachada de levante en busca de las anillas situadas junto a las escaleras de acceso a la terraza del crucero.

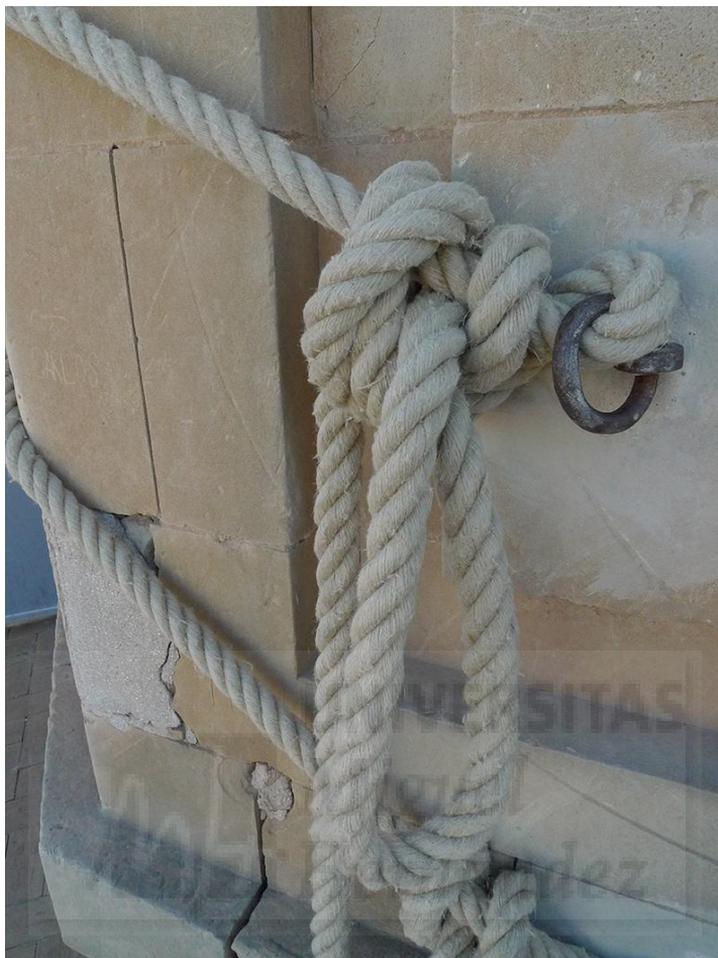


Figura III-82: Atado de los dos primeros tirantes de los pilares de la cabria a las anillas de la cara del noreste.

Los dos primeros tirantes que nos encontramos al descender desde el vértice, están ubicados en las cuñas situadas a 1.015 mm de este y desde el nudo que les une al pilar. Estos descienden formando un ángulo con el vértice de 18° y, tras pasar cada uno de sus extremos libres por el interior de una anilla que está situada en cada una de las jambas y en las cuales se ciñe la maroma en toda su anchura y salen al exterior del tambor donde cada una de las maromas efectúan un giro de 90° en dirección contraria al hueco de la ventana —ver figuras III-78 y III-80—. Una vez en el exterior las maromas avanzan en sentidos opuestos al referido hueco, pegadas a la cara del tambor, hasta alcanzar la arista lateral existente entre la cara lateral del tambor de levante y sus respectivas del noreste y sureste; alcanzada esta, cada una de las maromas gira los 135° que forman ambas caras, desplazándose por las caras del noreste y sureste hasta llegar a las anillas ubicadas a la altura del final de la escalera que une la terraza del presbiterio con la del crucero. De las



Figura III-83: Fotografía del tercer tirante, pilar derecho, pendiente de atar a la viga de voladizo y de cierre.

dos, la más alta es la destinada a atar este tirante. Una vez en la anilla se le hace un bucle a la maroma que se pasa por ésta y se le hacen dos medios nudos entre el chicote formado por el bucle de la maroma y su seno —ver figuras III-81 y III-82—.

El segundo grupo de tirantes, atados de igual modo que los anteriores y por encima del segundo grupo de cuñas, el situado a 1.190 mm del vértice, siguen la misma trayectoria que el anterior, formando un ángulo con el pilar de la cabria de 23° , hasta alcanzar el mismo lugar que lo hacen los otros, pero sin pasar por anilla alguna a la altura de la jamba de la ventana. Al final de su recorrido, se atan a unas anillas distintas ubicadas en el mismo lugar que las primeras, pero algo más bajas y del mismo modo.

En lo que respecta al tercer grupo de tirantes, es atado igualmente a las vigas por encima del tercer grupo de cuñas, el situado a 2.565 mm del vértice. Estos tirantes pasan junto a las jambas respectivas, pero cada uno de los extremos opuestos. En vez de salir a buscar la referidas aristas y caras laterales son atadas al punto donde se unen las vigas de voladizo de la plataforma con la

viga de cierre, conocida como el marrano, que, a su vez, cada uno de los puntos de unión está atirantado a dos anillas y dos pernos anclados a la sillería existente bajo el umbral de la ventana de levante —ver figura III-83—.

Un séptimo tirante, compuesto por un polipasto que tiene dos cuadernales de dos poleas cada uno, forman lo que en el argot mariner¹⁰ se denomina “aparejo de cuadernales o real de dos ojos”. Uno de los cuadernales se une al dintel de la ventana de levante y el otro extremo del polipasto, el que queda móvil, se sujeta al vértice de la cabria. Este aparejo se guarne arraigando la beta al manzanillo del cuadernal que va a quedar sujeto al dintel; pasando la beta por la caja del cuadernal móvil, que está sujeto a la cabria, se regresa con ella al cuadernal fijo pasándola por una caja, se vuelve al móvil pasándola por la caja restante y se regresa al fijo pasándola por la caja que queda, de donde descende hasta el lugar de los tramoyistas y desde donde se ejerce la fuerza —ver figura III-79—.



Figura III-84: Fotografía efectuada desde la ventana situada al norte, en ella podemos ver a la cabria compuesta de todos sus complementos, el tirante numero 8 se ve desde el vértice, hasta la parte inferior derecha de la foto.

El polipasto, con cuatro guarnes, emplea un cabo de poliamida de 14 mm de diámetro, que está compuesto, a su vez, por cuatro cordones de 6.6 mm de diámetro cada uno y, estos a su vez, por múltiples fibras. Este aparejo tiene como misión la regulación del ángulo que forma la cabria con la vertical y conseguir que las maromas de izado ocupen su posición con respecto a las puertas del cielo, dado que los tirantes pueden dilatarse o contraerse y hacer con ello que la maroma cambie de posición. Con el polipasto, la regulación resulta cómoda de efectuar

¹⁰ *Aparejos (cuadernales y motones)*, Museo del Mar, Santa Pola, Año 2009.

El octavo tirante está formado por una maroma de iguales características que las empleadas en los tirantes principales. Esta queda firmemente atada por un extremo, a una anilla de acero anclada a los sillares situados bajo el umbral de la ventana de poniente, y desde allí, se extiende cruzando toda la circunferencia de la base del cimborrio hasta alcanzar el vértice de la cabria, donde la armadura de una polea se encuentra fijada por su gancho al vértice de la cabria y por cuya garganta se hace pasar la maroma. Esta gira 360° y regresa al lugar donde se encuentra el origen de la maroma. Desde este lugar se efectúa la regulación del tirante, que tiene como fin contrarrestar las fuerzas pasivas que aparecen en las poleas de suspensión sujetas del vértice de la cabria y que pueden hacer, en momentos determinados, acercar la cabria al muro del tambor y cambiar con ello, el ángulo del plano definido por las vigas de la cabria con la vertical —ver figura III-84—.

3.6.2.2 MAROMAS DE IZADO DE APARATOS

La transmisión de la fuerza para subir y bajar los aparatos aéreos se efectúa desde los tambores de los tornos y se efectúa mediante maromas flexibles. Estas salen de los tambores de los tornos en dirección perpendicular al eje de giro con una trayectoria recta, más o menos horizontal, paralelas a la terraza y en dirección al umbral de la ventana de levante perteneciente al cimborrio.

Alcanzado este punto, separado algo más de 3 m del bastidor de los tornos, ambas cambian de dirección formando un ángulo de 134° con respecto a la trayectoria que tenían. Este cambio se hace por medio de dos poleas, dispuestas con sus ejes de giro, perpendiculares a la trayectoria que llevan las maromas y paralelas a los árboles de los tornos.

Tras el cambio ascienden por el interior del cimborrio hasta alcanzar las poleas situadas en el vértice de la cabria y, aproximadamente, unos seis metros por encima de la referida terraza. Una vez en este punto y por medio de las poleas, también con sus ejes dispuestos al igual que la anterior, la trayectoria de las maromas dan un giro de 134° en dirección hacia abajo, formando entre ambas, un ángulo de 46°, adoptando con ello la dirección vertical. Con esta posición las maromas quedan perpendiculares al plano que contiene las puertas del



Figura III-85: Fotografía efectuada desde la parte trasera del torno grande, al fondo se ven los pilares de la cabria donde se puede ver la trayectoria de la maroma así como el tambor del torno grande con la maroma arrollada.

cielo, pasando por su centro y alcanzando, una vez extendidas, el centro de la sepultura ubicada en el *cadafal*, situado a 27,00 m más abajo de la plataforma —ver figura III-78—.

Cada una de las maromas —una por torno— quedan, arrolladas al correspondiente tambor. Son las de mayor grosor y resistencia de todo el conjunto de cuerdas empleado en la tramoya. Cada una de ellas está compuesta por cinco cuerdas de menor diámetro y arrolladas entre sí. A su vez, cada una de estas cuerdas menores —salvo la central que forma el alma de la maroma— está compuesta por tres cordones de 20 mm de diámetro y cada cordón compuesto, a su vez, por diecisiete filásticas formadas por múltiples fibras de cáñamo industrial (*Cannabis sativa*) de diámetro variable, comprendido entre 2,2 y 3,4 mm.



Figura III-86. Fotografía de la maroma de elevación de los aparatos grandes arrollada al tambor del torno.



Figura III-87. Fotografía de un detalle de la maroma, comparada con una moneda de 5 C€.

La cuerda del eje, el alma, está formada por una cuerda trenzada, que tiene un diámetro de 10 mm aproximadamente y compuesta por doce cordones formados por tres filásticas de 3,5 mm cada una y, a su vez, cada una de ellas, formada por miles de fibras de aproximadamente 0,01 mm de diámetro, de polietileno de ultra alto peso molecular (UHMWEPE), comercializado con el nombre registrado de dyneema®, por la firma holandesa DSM., —ver figura III-87—.

Las cuatro cuerdas de cáñamo quedan alrededor de la sintética mediante un arrollamiento cruzado izquierda.

El conjunto está corchado de forma que se ha reducido a un tercio de la longitud de las filásticas, lo que le da un valor óptimo de resistencia¹¹, con un diámetro exterior aparente comprendido entre 46 y 52 mm. En estas condiciones se estima para el cáñamo una carga de trabajo de 1.912 daN y una resistencia a la rotura de 10.000 daN. Con respecto al alma, se dispone del dato proporcionado por el fabricante y se tiene para la sección de la cuerda dada una resistencia a la rotura que asciende a 8.000 daN, lo que supone un total, para la maroma, de 18.000 daN de carga de rotura, cifra que, como es natural, está condicionada al buen estado del cáñamo.

La longitud total aproximada de la maroma, destinada al Araceli y al *Núvol*, es de 60 m y el de la Santísima Trinidad de 40 m, de los que se precisan, para efectuar la carrera completa de los aparatos, el orden de los 39 m para la primera y de 25 m para la segunda, permaneciendo el resto de la maroma liada al tambor del torno. El extremo de la maroma que queda en el torno está unido perfectamente a un gancho de acero que disponen los tambores para tal efecto y evitar que se pueda soltar, además de garantizar con ello, la transmisión del par del tambor a la maroma sin que se produzca deslizamiento entre ambos.

En el extremo opuesto de las maromas que ha quedado fijado al tambor, se han de unir los diferentes aparatos aéreos que intervienen en la representación. Los dos primeros, el *Núvol* y el Araceli a lo largo de la representación se han de enganchar y desenganchar por necesidades escénicas, en un par de ocasiones durante la *Vespra* o primera parte del Misterio, y la segunda, una vez efectuado el enganche, permanece sin modificar durante todas las representaciones.

Para efectuar el enganche de las maromas con los diferentes aparatos a cada una de ellas, se le anuda en sus extremos, un gancho de acero conformado por forja, partiendo de un redondo de acero macizo. El correspondiente al *Núvol* y al Araceli, parte de un redondo de 27 mm de diámetro, que forma un anillo cerrado y unido por soldadura, que tiene un diámetro interior de 70 mm y el exterior es de 120 mm —ver figura III-88—.

Paralelo al eje que contiene el centro del anillo y desplazado de este 15 mm, se prolonga en línea recta el redondo hasta una longitud de 120 mm, donde forma un ángulo recto en dirección perpendicular al referido eje, en el mismo plano que contiene al anillo, y a una distancia de 85 mm este vértice de vuelve a girar en ángulo recto en dirección hacia el anillo, hasta una longitud de 75 mm, continuando el conjunto en el mismo plano. Alcanzado este punto del

¹¹ M. SIGAUD DE LA FOND, *Elementos de Física. Teórica y experimental*, Imprenta Real, Madrid, 1787. p. 104: Experimentos de Reamur. Historia de la Real Academias de las Ciencias de París del año 1711.

redondo vuelve a girar 90°, no saliéndose del plano y ascendiendo 75 mm. Con ello se ha generado un gancho con asiento rectangular y pica redonda de igual diámetro del redondo, con las aristas romas. Su peso es de 1,9 daN, y para asegurar la no existencia de fricción con la maroma, que ha de pasar por el ojo, se tiene la costumbre de tener el anillo del gancho forrado con 60 espiras contiguas, formadas con hilo de cáñamo de 3 mm de diámetro. —ver figura III-88—.



Figura III-88: Fotografía del gancho para la *mangrana* y el Araceli.

Para el gancho destinado a la Santísima Trinidad se parte de un redondo de 24 mm. Para la formación del ojo de dicho gancho, que tiene 65 mm de diámetro interior y 115 de exterior, se efectúa de la misma forma que el anterior, pero en lugar de darle al asiento del gancho forma rectangular, a éste se le dio con forma de arco. Su longitud máxima es de 115 mm, su anchura máxima de 85 mm y el hueco interior, para el asiento, de 35 mm. Como el anterior, la pica es redonda y al anillo también se le protege forrándolo con 55 mm del mismo hilo, este gancho arroja un peso de 2,2 daN—ver figura III-89—.

La unión de los ganchos a las maromas se realiza traspasando la maroma por el ojo del gancho girar el chicote 360° en dirección al seno de la maroma, una vez puestos a ambos contiguos y paralelos entre si, formando una gaza, se unen ambas maromas fuertemente con tres ligadas que comienza la primera a unos 130 mm del ojo del gancho. Cada una de las ligadas está formada por, aproximadamente, cuarenta y cinco espiras de cuerda de cáñamo de 6 mm de diámetro, con lo que cada una alcanza una longitud de 170 mm, con una separación, entre ellas, de unos 200 mm —ver figura III-90—.



Figura III-89: Fotografía del gancho de la coronación. .



Figura III-90: Fotografía de la gaza de triple ligada que se hace con la maroma a los ganchos.

3.6.2.3 UNIÓN DEL VÉRTICE Y FIJACIÓN DE LAS POLEAS

Como se ha expuesto antes, la unión del vértice con los elementos de cerrajería, queda lo suficientemente estable como para no precisar más elementos de unión. No obstante, se sigue efectuando la simulación de atar la cabecera con maromas como se hacía antiguamente tal y como puede apreciar en la figura III-91 efectuada en el año 1901 donde se ve perfectamente la no existencia de ningún elemento de cerrajería en la cabecera.



Figura III-91. Fotografía de la cabria a principio de siglo XX. Foto Pedro Ibarra.

La fijación de las dobles poleas de suspensión al vértice de la cabria, una vez ensamblado, se efectúa mediante un sofisticado sistema de atado. Para ello se emplea una maroma de iguales características a las empleadas en los tirantes, que tiene una longitud de 30 m.

En primer lugar, se le localiza el punto medio a la maroma y se dobla por él, haciéndole un bucle; a continuación se introduce por el hueco que queda entre la armadura de madera y los refuerzos metálicos que tienen las poleas a su alrededor; una vez pasado el bucle, se rodea con él las poleas y se estira. Con ello ya se ha sujetado la maroma por el orificio de la polea formando el nudo conocido como ligada de vaquero¹², los dos extremos opuestos, quedan sueltos —ver figuras III-77 y III 92—.



Figura III-92: Unión del vértice y el atado a la barra de acero de la polea del vértice.

Unida la armadura de las poleas a la maroma, se procede a pasar sus dos cabos libres por el hueco que ha quedado entre el redondo de acero, que se ha introducido por los orificios de los cinchos, y la madera de los pilares mediante la unión de sus dos cabezas, tirando de ambas maromas hasta

¹² Peter OWEN, *op. cit.*, p. 79.

pasarlas en su totalidad, y con ello, a continuación, elevar las dos poleas, con un peso del conjunto de más de 50 daN. Hecho esto, la armadura de las poleas con el nudo, queda junto al redondo que traspasa los pilares de la cabria. A partir de aquí los dos chicotes de la maroma se bifurcan y se lían, cada uno a un lado de las barras, sujetándolas entre sí a la cabecera de la cabria y la armadura de las poleas, dando un total de cinco espiras en cada uno de los lados y haciéndolo cada una hacia un lateral por el interior y por el exterior de los pilares de la cabria, de forma simétrica, ligando con ello ambas barras de forma segura y resistente.

El sobrante de las maromas se emplea para reforzar la unión de la cabeza de los pilares. Para ello se lían ambas maromas alrededor de la cabeza de estos que, como se ha comentado al principio, sirve para mantener la imagen de lo que se hacía antaño. Una última capa de vueltas aprisiona un trozo de arpillera al conjunto de maromas, que una vez arrolladas son reforzadas entre sí mediante cuerda de cáñamo de 6 mm que las une —ver figura III-93—.



Figura III.93: Fotografía de la cabecera de la cabria como se unía antes de colocarle los herrajes, en ella podemos ver la polea de suspensión la de compensación de fuerzas pasivas y en el centro a la izquierda la utilizada para la apertura y cierre de las alas de la *mangrana*

3.6.2.4. APERTURA Y CIERRE DE LAS ALAS DE LA MANGRANA



Figura III-94: Cuerda destinada a albergar los ganchos de las alas que la mantienen abierta, ganchos que los vemos colgando y sujetos a una cuerda granate, que a su vez, están sujetas a los dos ganchos unidos a las cuerdas tensas de cáñamo, de color claro, que son las que procedentes de la polea sujeta al vértice ejercen la fuerza los tramoyistas que están de pie.

En el punto 3.7.1.3., se explica la necesidad que los tramoyistas tienen de las denominadas tablas de trabajo, las cuales permiten, minimizando el riesgo, acceder a los aparatos durante su traspaso por las puertas del cielo. Los tramoyistas efectúan su trabajo acostados sobre la plataforma, en el borde del orificio por donde traspasan los aparatos y mirando hacia abajo. Cuando el aparato que pasa es la *mangrana*, además de su guiado como en el resto de ellos, hay que ejercer una fuerza adicional para abrir y cerrar las alas, fuerza que las personas que los guían no pueden efectuar. Por ello, estas dos personas son ayudadas por otras dos puestas de pie y ligeramente separadas de las primeras. Estas dos últimas efectúan el trabajo de tensar o destensar el

extremo de una maroma. Dicha maroma pasa por la garganta de una polea suspendida de la misma barra que lo hacen las dos poleas principales —ver figura III-93— y que presenta en el extremo opuesto al que ellos sujetan, un par de ganchos de acero, que los dos tramoyistas tendidos en la plataforma van a enganchar o desenganchar de los dos grupos de cuerdas que tiran de las alas—ver figura III-94—. De este modo se efectúa la fijación de las alas a dos lazos de maroma que se han sujetado a la maroma principal, siendo así como se sostienen las alas durante el trayecto del aparato.

La maroma aquí usada está compuesta por el mismo material que las otras, cáñamo industrial, aunque ésta es la de menor grosor, pues no alcanza los 10 mm de diámetro,

3.6.3. LAS POLEAS

Con el fin de facilitar la labor de los tramoyistas, obtener el máximo aprovechamiento de su esfuerzo y poder aplicar éste en el lugar preciso empleando maromas, las poleas efectúan un papel primordial en el funcionamiento de la cabria. Estas son de diversos diámetros y se montan tanto fijas como móviles, así como simples o compuestas, formando cuadernales en aparejos o polipastos. Dentro del conjunto de la cabria podemos distinguir: las de remonte, las de suspensión, las de regulación de la cabria y las de apertura y cierre de las alas de la *Mangrana*.

3.6.3.1. POLEAS DE REMONTE

Tienen como única misión el cambio de la dirección de las maromas desde su salida de los tornos hasta alcanzar el vértice de la cabria. Las maromas, después de salir de los tornos, se hallan con este grupo de poleas, formado por dos poleas montadas sobre un eje común y que se encuentran pegadas al muro de cerramiento del cimborrio, en el punto medio del umbral de la ventana que comunica los tornos con la cabria, quedando las poleas justo por encima de este —ver figuras III-10 y III 41—.

Ambas poleas se encuentran armadas en la parte superior de un pilar, dispuesto en posición vertical y construido con dos perfiles de acero laminado del tipo UPN de 120 mm, con la parte abierta hacia el exterior, quedando paralelos entre sí y separados 165 mm; la parte interior de este hueco, creado entre ambas vigas, está ocupado por una gruesa madera de 165x160x600 mm, y el hueco de la parte más alta se utiliza para alojar las poleas. El conjunto formado por los perfiles laminados y la madera queda fuertemente unido mediante tres pernos de acero de $\frac{3}{4}$ de pulgada (19,05 mm) de diámetro y 200



Figura III-95: Poleas de remonte.

mm de longitud, teniendo un extremo con rosca Whitworth del referido diámetro y el opuesto, forjado con la cabeza redonda. Los pernos pasan a través de unos orificios de 20 mm de diámetros realizado conjuntamente al acero y madera, y quedan apretados con tuercas cuadradas de una pulgada (25,4 mm) de lado y rosca de $\frac{3}{4}$ de pulgada (19,05 mm). Los tres pernos quedan dispuestos a una altura de la base de 180 mm, 350 mm y 580 mm respectivamente, y situados en el eje del alma de los perfiles.

El pilar arranca de la misma losa armada que sujeta a los tornos y a la cual se encuentra anclada, elevándose sobre esta hasta una altura total de 936 mm, sobrepasando el umbral de la ventana referida en 276 mm. A una altura de 330 mm de la losa existe un estribo con forma de U, construido con pletina de acero de 8 mm de espesor, 50 mm de anchura y 290 mm para la parte larga y 250 mm para los tramos cortos, y que dispone, en los extremos de unas garras

que quedan ancladas a los sillares, abrazando al conjunto de vigas y madera, aumentando, con ello, la fuerza resistente del pilar.

A una distancia de 160 mm de la parte superior de los perfiles y en el centro del alma, se practicó a las vigas un orificio de 30 mm de diámetro. Este orificio está reforzado por la cara del alma de la viga que queda al exterior —la interior de la U— por dos pletinas, una a cada uno de los pilares, de 104x60x10 mm, que disponen, en su centro, de un orificio idéntico al de las vigas. Estas pletinas se encuentran sujetas a las vigas mediante dos remaches.

Por el orificio referido, se introdujo un redondo de acero de 30 mm de diámetro y 300 mm de longitud, el cual, por un extremo, se encuentra remachado, formando una cabeza redonda de 15 mm de altura y 48 mm de diámetro y, por el lado opuesto, a una distancia de 230 mm, se le practicó un orificio perpendicular a su eje de 5 mm de diámetro, que lo pasa de generatriz a generatriz. El redondo traspasa de izquierda a derecha, a la primera viga, una polea por su ojo, un disco de acero, otra polea y la segunda viga. Una vez traspasado el conjunto por el orificio del redondo, se le introdujo un pasador partido de sujeción de 50 mm de longitud y 5 mm de diámetro, el cual se abrió dejando el conjunto bloqueado.

Las dos poleas están construidas en bronce, con un diámetro externo de 200 mm y 65 mm de anchura y disponen, en su periferia, de una garganta de 14 mm de profundidad y 45 mm de anchura; tras quedar traspasadas por el redondo, giran locas en torno a él, que hace la función de eje, y a la polea de cojinete de fricción.

Un estribo con forma de U, construido con chapa de acero de 5 mm de espesor, 80 mm de anchura y 180 mm para la parte larga y 55 mm para los tramos cortos, cierra por la parte superior la armadura formada por las dos vigas, fijándose a ellas con dos tornillos con rosca de $\frac{1}{2}$ pulgada y 30 mm de longitud por lado.

La separación que imposibilita el paso de la maroma de una polea a otra, se consigue por medio de un círculo construido con chapa de acero de 5 mm de espesor y 310 mm de diámetro, que queda unido mediante soldadura al estribo superior, y mediante una pletina de 100x30x5 mm, que tiene un extremo soldado al círculo y el opuesto, a través de dos orificios, sujeto a la parte de madera que cubre el hueco entre pilares con dos tornillos de rosca de madera de 6x60 mm.

Por otro lado y para evitar que las maromas se puedan salir por los laterales de las gargantas, existen cuatro semicírculos, de iguales características al círculo separador que existe entre poleas, que complementan la anchura del alma de los pilares que soportan, completando así, el círculo de protección. Estos semicírculos se fijan a las vigas mediante un perfil laminado con forma

de angular 30x30 mm de 4 mm de espesor y una longitud de 285 mm remachados con cinco remaches, por una cara al ala del perfil y por la otra al semicírculo. Estos tres semicírculos formados hacen que las poleas, con la maroma pasando por ellas, queden perfectamente guarecidas.

3.6.3.2. POLEAS DE SUSPENSIÓN

El segundo grupo de poleas están suspendidas del vértice de la cabria y está formado por dos poleas superpuestas y montadas en una misma armadura, que tienen los ejes paralelos. La más alta y de mayor diámetro, corresponde a la *Mangrana* y el *Araceli*, y la inferior y más pequeña, es la correspondiente a la Santísima Trinidad —ver figura III-96—.

La armadura está formada por una pieza de madera, con una altura máxima de 760 mm y una anchura de 150 mm, la largaria máxima es de 910 mm para la parte correspondiente a la zona destinada al agarre; en la zona de las poleas, se tiene una anchura de 230 mm para la grande y 220 mm para la pequeña. La madera se esculpió, dándole la forma adecuada para contener las poleas y formando, para ello, dos cajas rectangulares: una de 335x70x 230 mm, situada en la parte superior, destinada para la polea grande, y bajo esta, la otra caja de 220x60x220 mm, para la polea pequeña. En el centro, de cada una de las caras laterales de las cajas, se practicaron orificios de 30 y 25 mm respectivamente, destinados a albergar los correspondientes ejes sobre los que han de girar las poleas. Por encima de la polea grande y a una distancia de 220 mm de su eje, paralelo a éste, a una distancia de 55 mm de la parte superior de la armadura, se le practicó un orificio de 40 mm de diámetro, por el que penetra el perno de 900 mm de longitud y 30 mm de diámetro, que actúa como suplemento para sujetar la armadura de las poleas del vértice de la cabria.

Para reforzar la madera en todo su conjunto, tres pletinas de acero conformadas en la forja con diferentes formas, zunchan a la madera por su periferia exterior, en toda la altura y anchura de la armadura, y se disponen de arriba hacia abajo y desde la madera hacia el exterior, según queda montada en la cabria y, por las caras paralelas al plano que ocupan las poleas.

La primera de las pletinas, a modo de cincho, está formada por una pletina cuya anchura varía entre los 77 mm y los 63 y con un grosor entre los 18mm y los 22 mm. Se ciñe a la madera rodeándola por completo por las dos caras laterales y la inferior y, dejando un hueco de separación en la cara superior, con forma de arco, que alcanza su luz máxima de 90 mm en el centro, al efecto de dejar espacio para poder pasar una maroma para sujetarla.



Figura III-96: Poleas del vértice de la cabria montadas en su armadura.

La siguiente, queda paralela y contigua a la anterior, pero no alcanza a cubrir la totalidad de la armadura, ya que sólo lo hace desde la parte destinada para la sujeción hasta la parte superior del orificio destinado al paso del eje de la polea grande, sin alcanzar a éste.

Y la tercera, lo hace como la primera, abrazando a las otras dos. Cuando las pletinas alcanzan los orificios destinados al paso de los ejes de las poleas, así como el orificio destinado al paso del perno para la suspensión del conjunto, éstas se ensanchan al efecto de darle mayor sección al orificio que ha de albergar el eje. Las tres pletinas permanecen unidas mediante diez roblones, cuatro en cada cara lateral y dos en la parte inferior.

Las poleas son de ojo, construidas en madera donde se les ha sujetado un casquillo de bronce, mediante cuatro tornillos, de forma que queda concéntrico y hacen la función de cojinetes de deslizamiento. La mayor de las poleas se encuentra reforzada mediante dos discos de acero de 250 mm de diámetro y 5 mm de espesor, situado cada uno en una de sus caras, de forma paralela con la polea y aprisionando a esta mediante seis remaches que traspasan el conjunto formado por los dos discos y la polea. —ver figuras III-96 y III-98—.



Figura III-97: Polea de la coronación construida en madera y un cojinete de fricción acoplado.



Figura III-98: Polea de la *mangrana* y el *Araceli* construida en madera, reforzada con dos discos de acero de refuerzo remachados entre si y un cojinete de fricción acoplado.

Para el giro de las poleas, el conjunto dispone dos ejes, construidos en acero forjado, de 260 mm de longitud y 29 mm y 24 mm de diámetros respectivamente. Los ejes traspasan, de lado a lado a la armadura, a sus refuerzos metálicos y las poleas, por su centro, una vez dispuestas en posición de trabajo. Los ejes tienen un extremo conformado con cabeza

redondeada de 49 mm diámetro y 18 mm de altura y en el extremo opuesto, un orificio rectangular de 18x6 mm, el cual traspasa el eje de lado a lado y está destinado a albergar un pasador partido que, tras su inclusión en él y abrir sus extremos, bloquea a los ejes en su posición.

3.6.3.3. LOS CUADERNALES DE REGULACION DE LA CABRIA

Son dos y son iguales, estando compuestos cada uno por dos poleas de ojo de 60 mm de diámetro exterior y 12 mm para el alojamiento del eje de giro; su anchura es de 14 mm y la garganta una profundidad de 4 mm, construidas todas ellas en acero.

Ambas poleas se montan sobre una armadura común de 125x75 mm de dimensiones máximas. Esta armadura está compuesta por tres placas de acero que están sujetas, en un extremo, por un tornillo con dos separadores y, el opuesto, dispone de una articulación formada por una horquilla, a la que se le sujeta un gancho de 66x56 mm que, a su vez, puede girar hacia adelante y hacia atrás y en torno a su eje en 360°.



Figura III-99: Fotografía de uno de los cuadernales del regulador de la cabria.

Las poleas giran en torno a un eje de 11 mm de diámetro que tiene, por un extremo, su cabeza recrecida de forma redondeada y, por el opuesto, un orificio por el que se introduce un pasador de bloqueo que lo inmoviliza en su posición—ver figura III-96—.

3.6.3.4. POLEA DE COMPENSACION DE FUERZAS PASIVAS Y POLEA DE APERTURA Y CIERRE DE LAS ALAS DE LA MANGRANA

Ambas son idénticas y están compuestas, por una polea de 150 mm de diámetro máximo; tienen una garganta de 38x21, construida en fundición gris y está unida a la zona de giro, que es ligeramente más ancha que la garganta con 40 mm, mediante cuatro radios que las unen.

El giro lo efectúa a través de un orificio de 12 mm de diámetro que se apoya en un eje ligeramente más fino.

El eje se sustenta por medio de una horquilla formada con chapa de acero de 3 mm de espesor y 31 mm de anchura, estando conformada a modo de U y, a 18 mm de cada uno de los extremos de los lados largos de la U, se le efectuó, en cada uno de ellos, un orificio por donde pasa el eje que sujeta la polea. Una vez ubicados ambos extremos en su posición se remacharon, con lo que la polea quedó definitivamente en esta posición.



Figura III-100: Fotografía de la polea de compensación de fuerza y apertura y cierre de la mangrana. Foto del autor.

En el centro de la parte pequeña de la U, tras practicar un orificio de 12 mm, se introdujo el extremo de un gancho, formado con un redondo de 11 mm de diámetro de 75x40 mm, y que fue, a continuación, remachado en esta posición. Esto permite el giro de 360° de la armadura con la polea con respecto al gancho —ver figura III-100—.

3.6.4. LOS TORNOS

Para el descenso y posterior elevación de los aparatos aéreos, desde el lugar de partida, el cielo, hasta el final de su trayecto, el *cadafal*, es preciso el empleo de máquinas que faciliten la labor.

Por los datos extraídos de los archivos históricos podemos asegurar que las máquinas que han sido empleadas para ejercer esta labor, a lo largo de los tiempos, han sido tornos.¹³

En el presente existen dos tornos de accionamiento manual con dos cigüeñas cada uno y dos servidores por cigüeña; un quinto servidor, guiando la maroma para lograr que las espiras, que forman la espiral en la matriz del tambor, queden contiguas unas a otras y no se sobrepongan y, por último, el jefe de equipo que lo coordina y acciona los mandos del torno.

Los actuales tornos entraron en servicio en el año 1971, pasando a sustituir a los que hasta ese momento estaban en uso desde el año 1761 y que, salvo error u omisión, fueron los diseñados y mandados construir por el arquitecto Marcos Evangelio. Su constructor¹⁴, Carlos Campello Martínez, fue maestro mecánico y estuvo ejerciendo como encargado de los tornos de la tramoya aérea de la *Festa* desde el año 1939 hasta 1986, año en que cedió el puesto a su sucesor, pero continuó ejerciendo labores de supervisión hasta el año 1999. Su construcción se llevó a cabo en el taller de su propiedad, situado en la travesía de la calle San Joaquín nº 4 de esta ciudad. Se partió de un diseño realizado por el arquitecto conservador de la basílica de Santa María, Antonio Serrano Bru, quien también llevó la dirección de su ejecución. Este diseño, que fue plasmado en un juego de planos, se muestra en la fotografía III-101 que se adjunta. En las siguientes fotos, figuras III-102, III-103 y III-104 se muestra el aspecto que los tornos tienen en la actualidad, tras treinta años de servicio

Desde su entrada en servicio, los tornos no han sufrido modificación alguna, manteniendo en la actualidad un estado de conservación perfecto. Su coste de ejecución ascendió a la cantidad de 131.948 pesetas y, con ellos, no sólo se ganó en cuanto a robustez, sino también en seguridad, puesto que las nuevas máquinas introdujeron diversas innovaciones mecánicas que los hicieron más fiables y seguros, además de haberse corregido ciertos errores que arrastraban sus predecesores.

¹³ Francesc MASSIP I BONET, *op. cit.*, p. **.

¹⁴ Información obtenida directamente por el doctorando por medio de conversación sostenida con Carlos Campello, hijo del constructor de los tornos y actualmente el responsable de los mismos a quien también hemos de manifestar nuestro agradecimiento.

CAPÍTULO III: EL CIELO O TRAMOYA AÉREA

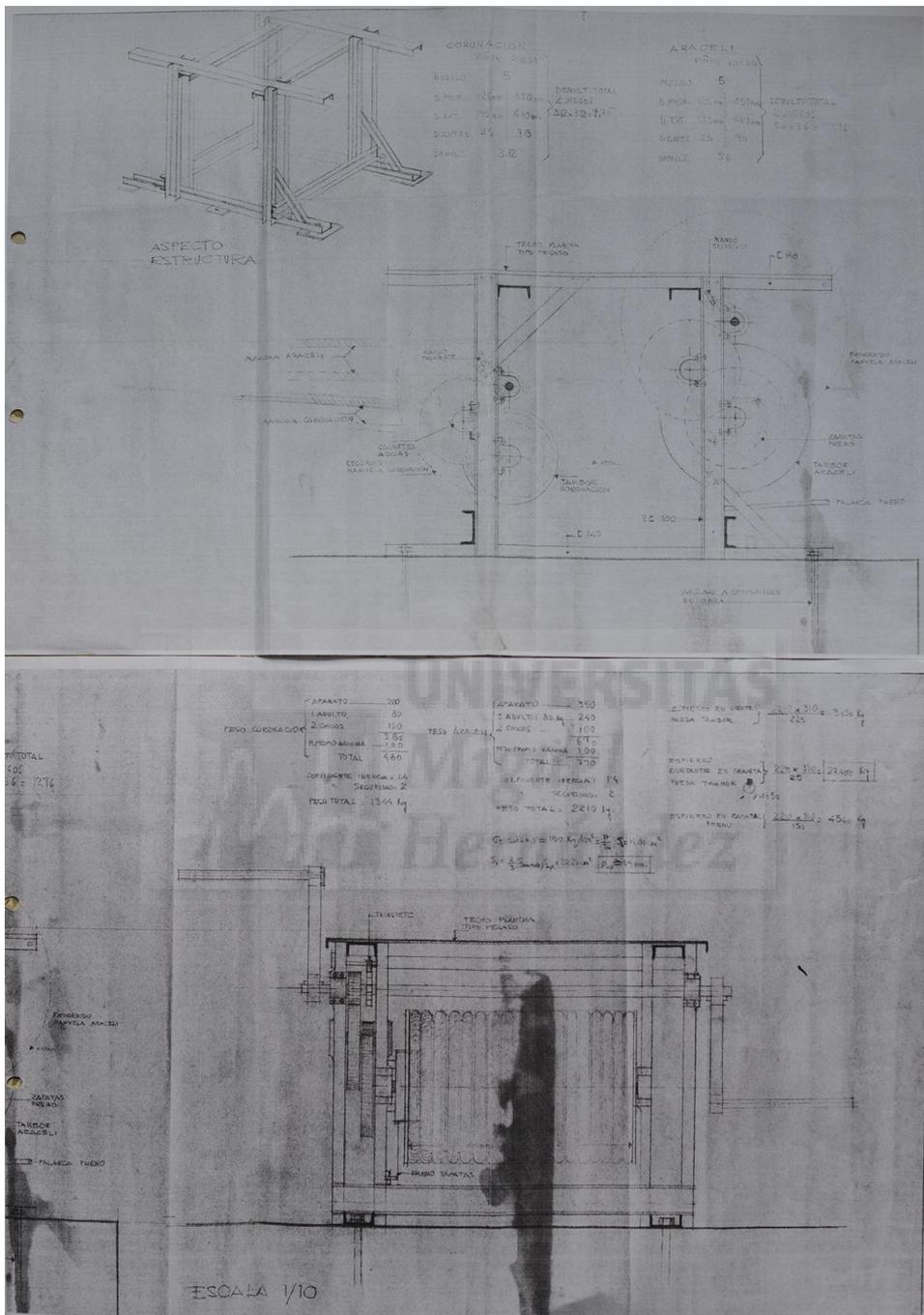


Figura III-101: Planos que fueron utilizados para la construcción de los tornos de 1971, facilitados por D. Carlos Campello Martínez.



Figura III-102: Fotografía del primer plano del torno pequeño en su estado actual.



Figura III-103: Fotografía efectuada en primer plano del torno grande en su estado actual.

3.6.4.1. DESCRIPCIÓN GENERAL

Tras su observación se puede comprobar que se trata de dos tornos independientes, distintos entre sí, que están montados en un bastidor común,



Figura III-104: Fotografía de la parte trasera del torno en la que se puede ver los portones de la caseta abiertas.

construido con perfiles de acero laminado del tipo UPN y que, entre otras, reúne las siguientes características: sus ejes son paralelos en horizontal; el accionamiento es manual con dos cigüeñas de entrada por torno; la multiplicación del par se efectúa manteniendo constante la potencia y el aumento del par está dado por dos cadenas de engranajes formadas por dos pares y que hace que, junto su número de dientes y la presencia de un freno en el eje del tambor del torno grande, sea el principal elemento diferenciador entre ellos.

Los tornos quedan dispuestos uno delante del otro y a diferentes alturas. El de mayor potencia, el destinado al accionamiento de la *Mangrana* y el *Araceli*, se encuentra situado en la parte trasera, siendo esta la que queda más alejada del cimborrio y a mayor altura. En cuanto al de menor potencia, el pequeño, y destinado al accionamiento de la Santísima Trinidad, se encuentra en la parte delantera y más bajo que el anterior.

El bastidor con los tornos se encuentra anclado a la cubierta de la basílica. Está posicionado de forma que los ejes de los tornos quedan paralelos a la cara que mira al este del octágono del cimborrio. La línea que une el punto medio del eje de los carretes queda alineada con el eje longitudinal de la basílica.

Cada uno de los tornos dispone de un par de cigüeñas (manivelas), unidas a un árbol, por donde se recibe la energía muscular de cuatro servidores, dos por cigüeña, y de un tambor, soportado por un árbol, donde se lía la maroma encargada de proporcionar la fuerza útil de salida que se transmite por la

correspondiente maroma a través de poleas a los aparatos aéreos. A la izquierda del bastidor, mirando estos desde la parte trasera ya descrita, se disponen dos trenes ordinarios de engranajes reductores que enlazan, cada uno de ellos, el árbol de entrada con el de salida. El apoyo de los distintos árboles y ejes sobre el bastidor se efectúa haciendo uso de rodamientos de bolas albergados en soportes de pie y fijados estos al bastidor mediante pernos atornillados. Los dos árboles de entrada, tanto el del torno grande como el del pequeño, montan en la parte derecha y entre los dos pilares del bastidor, una rueda dentada del tipo cric sobre la que puede actuar una uñeta que, basculando sobre un eje fijo al bastidor, impide el retroceso del tambor cuando sea preciso.

Sujeto al árbol del tambor de salida del torno grande, se tiene una rueda sobre la que actúan unas zapatas de freno con unas palancas para su accionamiento y que permiten el bloquear este árbol o frenar su descenso a voluntad de los servidores.

Fuera de las fechas de representación los tornos permanecen en el lugar indicado y, para protegerlos de las inclemencias del tiempo, se les cubre con unas fundas de lona plastificada impermeable. Durante las fechas en las que la tramoya se encuentra montada, una caseta, de planta rectangular, construida con angulares metálicos normalizados y lona plastificada, encierra los tornos. Con ella se protegen las máquinas y a sus servidores de la intemperie durante los períodos de utilización —ver figuras III-2 y III-106—.

3.6.4.2. EL BASTIDOR

La ejecución del bastidor se efectuó siguiendo los planos que se hicieron al efecto, aunque introduciendo algunas modificaciones, tales como la no colocación de los tornapuntas de la base, los jabalcones de la parte superior y la chapa de tipo “Pegaso” prevista para la cubierta, y además de sufrir algunos cambios en lo que respecta a sus dimensiones como, por ejemplo, la de su anchura.

Como podemos ver en las figura III-102, III-103 y III-104 todo él se construyó con perfiles de acero laminado en caliente, del tipo normalizados UPN, dispuestos horizontal y verticalmente, formando con ello lo que podrían ser las aristas de un ortoedro de 1.280 mm de anchura, 1.140 mm de altura y una longitud máxima entre pilares de 1.000 mm. Las cuatro aristas, que forman la cara superior e inferior, y que forman sus bases, son UPN 140, y las que forman las caras laterales, que forman los pilares, son UPN 100. Las dos de UPN 140 superiores, que quedan perpendiculares a los ejes de los tornos, se prolongan hacia el exterior del bastidor 500 mm, en cada uno de sus extremos, alcanzando con ello, una longitud total, en estas dos aristas, de 2.000 mm.



Figura III-105: Fotografía realizada a la unión de las vigas en un vértice del ortoedro.

Un grupo de ocho pilares formados por perfiles normalizados UPN 100, se disponen, en dos grupos de cuatro, situados cada uno de ellos, en las dos caras laterales del ortoedro que quedan paralelas a los ejes de los tornos. Todos ellos se solapan, por sus extremos y por la parte plana de la U, a cada una de las alas del perfil UPN 140 que forman las aristas superiores y de la base que quedan ortogonales a los ejes. Los cuatro perfiles de 140, quedan dispuestos, con sus alas mirando hacia el interior del ortoedro —ver figura III-105—.

Las uniones entre perfiles se hicieron con pernos de acero, con cabeza hexagonal y rosca de sistema Whitworth. En las alas, los tornillos empleados, fueron de 5/8 de pulgada (15,87 mm) de diámetro y 2 pulgadas (50,8 mm) de longitud, y en los centros del perfil, la longitud pasó a ser de 3½ pulgadas (87,5 mm).

Con esta disposición, quedó una luz central en el interior del bastidor, de 800 mm, lugar donde se sitúan los dos carretes en los que se lían las maromas, y una luz entre cada dos pilares laterales, de 140 mm, que es lo que tiene la viga que forma la arista a la que se sujetan. En el hueco de 140 mm, que queda entre cada dos pilares, es donde se sitúan las dos cadenas cinemáticas, los mecanismos antirretorno y el freno del tambor perteneciente al tambor grande.

Tras la eliminación de la calamina de los distintos perfiles, al conjunto, una vez montado, se le aplicó un acabado superficial de protección con varias capas de pintura al aceite con color gris perla.

El uso continuado desde su puesta en servicio ha demostrado que el sistema es desmodrómico, es decir, que la disposición y la combinación de miembros

rígidos que componen el bastidor, es capaz de transmitir los esfuerzos y soportar las cargas requeridas, sin que exista movimiento relativo entre sus partes.

El bastidor queda anclado al edificio a través de unos pernos de acero fijados a una losa construida con hormigón armado fundido con la cubierta de la terraza. Con forma rectangular de 2,8x6,6 metros, la losa se adapta, por la base, a la curvatura que tiene la cubierta que forma la terraza y, siendo la parte superior, es plana con ligera pendiente hacia la parte trasera —ver figura III-106—.



Figura III-106: Fotografía del torno con su funda de protección y la losa que lo sujeta visto de perfil. Foto del autor.

3.6.4.3. LA ENTRADA

Ambas máquinas, como hemos mencionado, son de accionamiento manual y mediante dos manubrios giratorios o cigüeñas por torno y acopladas entre sí por un árbol común. Cada cigüeña es accionada por dos servidores.

3.6.4.3.1. LAS CIGUEÑAS

Como podemos ver en la figura III-107 las manivelas son distintas para cada uno de los tornos. Para el grande se tiene una longitud entre el eje de giro del árbol y el de la empuñadura de 445 mm y para las manivelas del torno pequeño de 374 mm. En cuanto a la empuñadura de las manivelas también difieren en

lo que respecta a su longitud, siendo de 370 mm la del torno grande y 385 mm la del pequeño.



Figura III-107: Composición de fotografías de un primer plano de las cigüeñas. La de la izquierda es la correspondiente al torno pequeño y la de la derecha la del torno grande. Se puede apreciar además de la diferencia del tamaño, la posición en el pilar del bastidor. También se puede ver el detalle de la sujeción entre perfiles del bastidor.

La unión de las manivelas con el árbol es idéntica para las cuatro. Esta unión se efectúa mediante un casquillo de acero de 78 mm de diámetro exterior, 50 mm de interior y 50 mm de altura. El casquillo tiene un doble sistema para su sujeción al árbol, por una parte una chaveta con sus chaveteras y por otra, y desfasado 90° de la chaveta, dispone de un tornillo prisionero. Ambas piezas, cada una de ellas por separado, garantizan la unión segura de la cigüeña con el árbol —ver figura III-108—.

Al casquillo se le soldó una barra de sección rectangular de 40x20 mm y 440 mm de longitud para el torno grande y de 380 mm para el pequeño a la que, en el extremo opuesto al soldado del casquillo, se le practicó un orificio de 1 pulgada (25,4 mm) de diámetro y cuyo eje queda paralelo al del orificio del casquillo y al eje del árbol. A cada uno de estos orificios se le atornilló la



Figura III-108: Fotografía del detalle de unión de las cigüeñas a los árboles.

correspondiente empuñadura de la manivela. Esta empuñadura está formada por un redondo de acero de 1 pulgada (25,4 mm) de diámetro y una longitud de 450 mm para el torno grande y 485 mm para el pequeño. Los extremos del redondo están roscados con rosca whitworth de 1 pulgada (25,4 mm) uno y 5/8 de pulgada (15,8 mm) el contrario. La parte roscada de 1 pulgada de diámetro, tras su introducción en el orificio de la barra, se atornilla a esta con las correspondientes arandelas normales, más una de presión del tipo grover, para evitar que la tuerca se pueda aflojar. Por el exterior del redondo, sujeto a la barra y concéntrico a este, se dispone de un tubo de diámetro exterior 50 mm, que se apoya sobre el primero mediante dos rodamientos de bolas. El tubo, apresado por los servidores durante su uso, gira libremente sobre el redondo transmitiendo a este todo su esfuerzo. Por el otro extremo del redondo y a la rosca de 3/4 pulgadas están las arandelas que hacen de tope para que el tubo de acero quede afianzado en todo momento en su posición.



Figura III-109: Fotografía de la cadena cinemática del torno pequeño. En primer plano la sujeción de la cigüeña al árbol de entrada, le sigue dos de los soportes de pie sujetos a un pilar: el de arriba, correspondiente al árbol de entrada y debajo a uno de los engranes intermedios; detrás del soporte del árbol de entrada se ve el piñón y el árbol de entrada.

3.6.4.3.2. LOS ÁRBOLES

Cada uno de los tornos dispone de un árbol que sobresale 160 mm con respecto a cada una de las caras laterales del ortoedro que forma el bastidor. A cada uno de los extremos se le formó una chavetera para poder fijar la cigüeña, quedando estas colocadas de forma que existe un desfase entre sí, de un ángulo de 180°. El árbol recibe la energía a través de las cigüeñas, que como se ha dicho anteriormente, se unen a él mediante una chaveta y un tornillo de presión.



Figura III-110: Fotografía de la cadena cinemática del torno grande. En primer plano el árbol de entrada con su piñón y el tornillo prisionero, bajo él el engrane perteneciente al tambor de salida, al fondo los engranes intermedios.

El árbol está formado por un redondo macizo de acero de 50 mm de diámetro y 1.700 mm de longitud. El apoyo y sujeción sobre el bastidor se efectúa con dos rodamientos de doble hilera de bolas de 100 mm de diámetro exterior. Cada uno de los rodamientos se aloja en un soporte de pie, que es el elemento que se fija al bastidor. El soporte es desmontable permitiendo, con ello, acceder al interior para engrasar los rodamientos, verificar su estado y su posible sustitución. La sujeción al bastidor se realiza mediante dos pernos de cabeza hexagonal atornillados de M-14 de 60 mm de largo.

La fijación de los soportes del árbol pertenecientes al torno grande se efectúa sobre las alas de los pilares interiores traseros y por su parte posterior, quedando el eje del árbol a 178 mm de la parte superior del bastidor. El del torno pequeño lo hace por la parte delantera y sobre las alas de los pilares

externos, quedando el eje a 375 mm desde la citada referencia —ver figuras III-109 y III-110—.

3.6.4.3.3. LOS PIÑONES DE ENTRADA

Cada uno de los árboles, por donde entra la energía, dispone a la izquierda del mismo, según se mira desde atrás y situado entre los pilares de ese lateral, de un piñón perteneciente a la cadena de engranajes. Este piñón se fija al árbol mediante una chaveta, introducida en la correspondiente chavetera, además de un tornillo prisionero.

El piñón está formado por una rueda maciza de 135 mm de diámetro exterior, 41 mm de grosor y 125 mm de diámetro primitivo, a la que se le han tallado 25 dientes y con módulo 5 —ver figuras III-109 y III-110—.

3.6.4.3.4. SISTEMA DE RETENCION

Es una de las innovaciones introducida en estas máquinas de la que no disponían sus predecesoras del año 1761. Consta de un sistema que se pone en uso cuando se están elevando los aparatos y que imposibilita que estos puedan descender si se diese la circunstancia de que se soltasen a la vez las dos cigüeñas, por los cuatro tramoyistas. Supuesta esta situación el sistema bloquearía de inmediato el árbol de entrada y con él todo el conjunto.

El sistema consta de una rueda con trinquetes que son factibles de ser bloqueados por medio de una uñeta que actúa por gravedad. Cuando se efectúa el descenso, la uñeta se desplaza hacia un lateral y deja de trabajar —ver figuras III-111 y III-112—

3.6.4.3.4.1. LAS RUEDAS DE TRINQUETE

Entre los dos pilares situados a la derecha, los opuestos a los que disponen las cadenas de engranajes, y en ambos tornos, existe un piñón del tipo cric de doce dientes fijado al árbol mediante chavetas y tornillos prisioneros. Cada una de las ruedas tiene un diámetro exterior de 200 mm y un grosor de 23 mm. Sobre su periferia se han tallado doce dientes con forma de “pico de loro”, con una altura, cada uno de ellos, de 20 mm y distanciados entre sí 20 mm. Las ruedas se fabricaron con dos medias coronas circulares, en las que se tallaron seis dientes en cada una, con un diámetro interior de 78 mm y que se unieron entre sí mediante soldadura eléctrica por ambas caras. Por la circunferencia interior, la corona circular, se unió con soldadura eléctrica a toda la periferia de

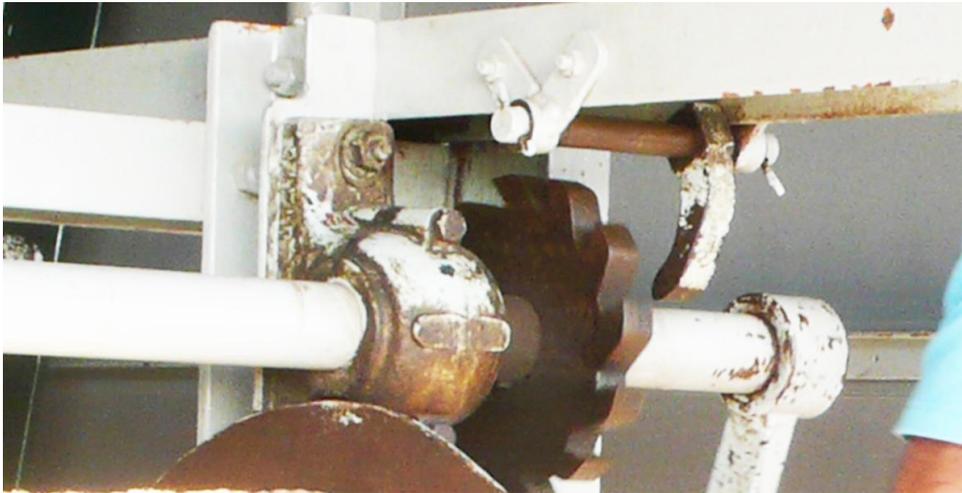


Figura III-111: fotografía del sistema de retención del torno grande. En primer plano y a la izquierda se ve el árbol de entrada, en el centro el soporte del cojinete y a continuación la rueda con trinquetes solidaria con el árbol y le sigue la unión del árbol con la cigüeña, por encima, la uñeta, el eje sobre la que bascula y las dos escuadras que, sujetas al bastidor, sostienen al eje.



Figura III-112: Fotografía del sistema de retención del torno pequeño. En la rueda dentada se puede apreciar la soldadura de unión de los dos semicírculos que la forman y a la derecha el soporte de la uñeta y la uñeta.

un casquillo de 48 mm de altura 50 mm de diámetro interior y 78 mm de diámetro exterior, al que se le formó la chavetera y el taladro con rosca para el tornillo prisionero.

Uno de los planos que contiene la cara exterior de las ruedas, contiene a su vez también la cara exterior del casquillo, el cual permite reforzar la unión que se ha de realizar con el árbol. El casquillo, con eje común con la rueda, queda como un complemento de 25 mm en el grosor, lo que le da a la rueda en este punto un grosor total de 48 mm. Por el interior el casquillo tiene un diámetro de 75 mm y dispone, como el resto de las ruedas, de una chavetera de 14x1,5 mm y, desfasado a 90° un tornillo prisionero que refuerza la fijación al árbol.

La rueda queda montada sobre el árbol de forma que el “pico de loro” resulta por la parte superior de la rueda, orientado hacia el interior del bastidor.

3.6.4.3.4.2. LAS UÑETAS

Una uñeta con uno de sus extremos con forma de “pico de loro” por cada torno y cuyas dimensiones son idénticas al hueco existente entre dos dientes consecutivos de la rueda del trinquete, bascula sobre un eje que, en ambos tornos, queda paralelo al eje del árbol y dispuesto de forma que desliza por la periferia superior de la rueda dentada. Por gravedad tiende a introducirse en el hueco existente entre dientes. Por el extremo contrario, la uñeta dispone de un orificio de 100 mm por el que pasa el eje sobre la que bascula.

En esta disposición y con una longitud de uñeta superior a la distancia existente entre el eje de giro de la uñeta y la periferia de la rueda, la uñeta permite el libre giro del árbol en sentido levógiro, observándola desde la cara del ortoedro donde se encuentran situadas, bloqueándola cuando lo hace en sentido dextrógiro.

Cuando el árbol gira para hacer ascender los aparatos, el freno del tambor entorpecería la labor y es la uñeta, con la rueda del trinquete, la que hace que del tambor, de forma involuntaria, no se pueda desliar la maroma durante este proceso.

La uñeta dispone de la libertad de poder girar un cierto ángulo en torno al eje que la sostiene y puede, además, desplazarse a la derecha o la izquierda del eje, lo que permite que en el proceso de descenso, tras desplazar la uñeta de la periferia de la rueda dentada, esta pueda girar sin obstáculo alguno.

Cada una de las uñetas, construida con acero, tiene una longitud total de 115 mm y un grosor de 20 mm. Por la parte opuesta al “pico de loro” dispone de un ensanche de 40x40 mm y en su centro un orificio de 20 mm que le permite pasar con holgura por el eje que la soporta.

3.6.4.3.4.3. EL SOPORTE DE LAS UÑETAS

Este es diferente en cada uno de los tornos, si bien en ambos casos la uñeta descansa sobre un eje de iguales características.

En el caso del torno grande, a cada una de las alas del perfil UPN 140 que forma la arista superior izquierda del ortoedro, se le fija un soporte con forma de L, en cuyo vértice se encuentran dos casquillos que alojan al eje de la uñeta.

Cada una de las L está formada por un casquillo de acero de 30 mm de diámetro exterior y 20 mm de interior con una altura de 15 mm al que se le han soldado por su periferia dos pletinas de acero de 30x6 mm y de una longitud de 40 mm. Ambos quedan en el mismo plano y forman un ángulo de 90° y con la cara plana de la pletina paralela al plano que las contiene. Cada una de las pletinas dispone a una distancia de 35 mm del centro del casquillo y en su eje longitudinal, un orificio de 8 mm de diámetro destinado a la sujeción del soporte al ala del perfil laminado.

La sujeción se efectúa mediante dos tornillos, uno por pieza, que tras solapar los extremos de las pletinas sobre el ala del perfil, y tras haber perforado esta, son ensartadas ambas piezas con sendos tornillos que, tras colocarle la correspondiente tuerca quedan ambos sujetos.

La posición de ambas piezas en el perfil es tal que los ejes de los orificios correspondientes a los casquillos quedando alineados entre sí y este eje, a su vez, queda paralelo al del árbol de entrada. Ambos ejes quedan en el mismo plano vertical, con una separación entre ambos de 120 mm.

Por el orificio de los casquillos, se pasó un eje formado por un redondo macizo de 20 mm de diámetro y 210 mm de longitud, que tiene en cada uno de sus extremos de un orificio ortogonal, con su eje de 4 mm. Tras pasar el eje por el orificio de uno de los casquillos —el de la uñeta y el del otro casquillo— por los orificios de sus extremos, se introdujo un pasador partido que, tras haber pasado con él el orificio del eje y ser abierto, dejó a este en su posición definitiva.

En lo que se refiere al torno pequeño, la uñeta, de dimensiones iguales a la anterior, descansa sobre un eje de 140 mm de longitud y 20 mm de diámetro, que tras haber metido sus extremos en un casquillo de diámetro interior 20 mm 30 mm de diámetro exterior y 15 mm de altura, se le soldó a cada uno de ellos una pletina de 30x6 mm y una longitud de 50 mm. Una vez posicionado el eje por encima de la rueda dentada, se soldaron las pletinas a las caras interiores de los pilares, y en posición tal que la gravedad hace que la uñeta caiga encima de la periferia de la rueda dentada.

3.6.4.4. LAS SALIDAS

Ambas se efectúan por medio de un carrete, donde se arrolla la maroma, soportado por un árbol de acero que apoya sobre el bastidor. El árbol, solidario por un lateral con un engrane, recibe el par de la cadena cinemática y a través del carrete se lo transfiere a la maroma. Unos delimitadores hacen que la maroma se confine en el espacio destinado para ello. En la parte de la derecha del grande se dispone de un freno de tambor que permite frenar su giro a voluntad.



Figura III-113: Fotografía del tambor de salida correspondiente al torno grande. En los laterales se ven los delimitadores con las escuadras y los tornillos de sujeción; en el centro la matriz construida con madera en la que se encuentran los orificios de alojamiento de los tornillos de sujeción de la matriz al árbol.

3.6.4.4.1. EL ÁRBOL

Sendos árboles de idénticas características contruidos en acero macizo de 50 mm de diámetro y 1.100 mm de longitud, sirven de soporte y eje de giro a los tambores sobre los que se arrollan las maromas. Ambos árboles apoyan sobre las alas pertenecientes a los pilares internos del bastidor, uno en los pertenecientes al grupo delantero y el otro al trasero, quedando el grande en la cara exterior del ortoedro y el pequeño en la interior. La sujeción se efectúa como resto de los apoyos, mediante dos rodamientos de doble hilera de bolas montados sobre soportes de pie, fijados al bastidor mediante pernos con

cabeza hexagonal atornillados de 60 mm de longitud y 14 mm de diámetro de rosca métrica.

Los árboles quedan posicionados a 530 mm el torno grande y a 760 mm el pequeño de la cara superior del ortoedro, con lo cual la maroma del primero no interfiere en nada con la del segundo.

3.6.4.4.2. LOS ENGRANAJES

Sujeto en su extremo de la izquierda, cada uno de los árboles de salida dispone una rueda dentada por la que recibe de la cadena de engranajes la energía requerida. Ambas ruedas son diferentes en cuanto al número de dientes, setenta y ocho para el pequeño y noventa para el grande pero iguales en cuanto a su módulo y construcción.

Ambas ruedas quedan ubicadas de igual modo y sujetas al árbol de forma idéntica



Figura III-114: Fotografía del torno grande en acción, en primer plano, tras los pilares, están los engranes acoplados al árbol de los tambores de salida. En la parte superior se ve la caseta.

3.6.4.4.3. LOS TAMBORES

Los tambores tienen capacidad más que suficiente para contener toda la maroma requerida para que los aparatos efectúen la carrera completa que, en

el caso del de mayor trayecto, es desde las puertas del cielo hasta el interior de la sepultura en el *cadafal* y que corresponde al Araceli.

Al trayecto del aparato se le deben añadir los tramos que unen a este desde el punto de partida con la periferia del tambor. Este tramo es todo el que se extiende desde 1.500 m desde la parte baja de la polea de la cabria, más los 5.933 mm que existen entre la polea de la cabria y la polea de remonte, más los 5.090 mm para el torno grande y los 4.150 mm para el pequeño, que existen entre la polea de remonte y la periferia de cada uno de los tornos —ver figura III-113—.

3.6.4.4.3.1. LAS MATRICES

En ambos tornos son idénticas y están formadas por un cilindro de madera que, tras tornearse, tiene un diámetro externo de 263 mm y una altura de 708 mm. Su eje está perforado con un diámetro de 50 mm, que ajusta al árbol al que se sujeta y está partido en dos partes iguales por un plano que contiene al eje del cilindro. Ambas piezas se superponen de forma concéntrica al árbol y se sujetan a él mediante una pieza metálica que se interpone entre ambos y que se aprieta mediante ocho tornillos. A dichos tornillos se accede por otros tantos orificios practicados a la madera del cilindro, cuatro en cada uno de los semicilindros, con un diámetro de 25 mm y practicados de forma ortogonal al plano que lo divide en dos. Éstos quedan próximos a las bases y separados de éstas a una distancia de 150 mm.

3.6.4.4.3.2. LAS CORONAS DELIMITADORAS

Al efecto de impedir que las maromas se salgan de los extremos de la superficie externa de las matrices, cada uno de los carretes dispone de dos coronas circulares construidas con chapa de acero de 6 mm de espesor, 605 mm de diámetro exterior y 50 mm de interior. Las coronas quedan sujetas en ambos extremos de los cilindros de madera y de forma que el plano que contiene a cada una de las coronas queda normal al árbol que soporta al tambor.

Ambas coronas se sujetan a la matriz, con lo que las dos piezas quedan unidas. La sujeción de cada una de ellas se efectúa mediante cuatro escuadras con forma de L de 8 mm de grosor, 100 mm de longitud en cada una de las partes y 30 mm de anchura. Estas escuadras quedan por un lado soldados a la corona y por el otro, a través de dos orificios, mediante dos tornillos de rosca de madera de cabeza cuadrada, atornilladas a la superficie externa del cilindro de madera que forma la matriz.

Para evitar interferencias de cada una de las escuadras con la maroma, a cada corona se practicaron cuatro orificios de sección rectangular de 35x9 mm, a una distancia del centro de la corona de 128 mm y separados entre sí 90°. Por el orificio se introdujo, del exterior al interior del carrete, la parte de la escuadra provista de orificios y, para que encajase con el cilindro de madera se les practicó, para cada una de las L, un comido de dimensiones idénticas a la parte de escuadra que tenían que albergar. Por el exterior, la escuadra se soldó a la corona con soldadura eléctrica. Por el interior, cada una de ellas se atornilló a la madera de la matriz, quedando la cabeza de los tornillos rasantes con la superficie de ésta —ver figura III-115—.

3.6.4.4.3.3. EL GANCHO

A la derecha de la matriz y junto a la corona delimitadora existe un gancho construido con un redondo macizo de acero. Está dispuesto de forma que tiende a enganchar en el sentido que ha de arrollarse la maroma. El gancho está sujeto a la matriz y al árbol, teniendo unas dimensiones de 50 mm de largo y 40 mm de ancho, construido con un redondo de acero 8 mm de diámetro que finaliza en punta. El extremo opuesto al destinado a enganchar, tras formar un ángulo de 90°, se sujeta a la matriz —ver figura III-115—.



Figura III-115: Fotografía del tambor en el que se puede ver el gancho de sujeción de la maroma así como el alma de la maroma sujeta a un punto adicional al gancho. A la izquierda del alma se ve la composición de cáñamo.

Esta es una de las novedades que se introduce en los tornos nuevos, puesto que los anteriores carecían de él.

3.6.4.4.4. EL SISTEMA DE FRENO

Esta es otra de las novedades que incorpora esta máquina ya que su predecesora no disponía de él y solo lo tiene el torno grande. Se emplea durante el descenso de las máquinas. El encargado de gobernar los mandos del torno, lo regula de forma que el esfuerzo adicional que han de emplear los tramoyistas sea mínimo—ver figuras de III-116 a III-119—.



Figura III-116: Fotografía de la parte derecha del torno grande donde se ve el sistema de retención unido al árbol de entrada y el sistema de frenado unido al árbol de salida.

Se trata de una llanta sujeta al extremo derecho del árbol que soporta al tambor, situada entre los dos pilares de la derecha de la cara frontal del bastidor, sobre la que ejercen fuerzas unas zapatas. Estas, son accionadas de forma voluntaria, por medio de unas palanquetas que dichas zapatas disponen por uno de sus extremos, quedando el opuesto articuladas mediante una bisagra. Un muelle hace recuperar su estado original y con un tornillo, junto a una tuerca de palomilla, permite incluso bloquear completamente la llanta.

Consta fundamentalmente de una rueda, dos zapatas primarias articuladas que quedan concéntricas a la llanta de la rueda, de unas zapatas secundarias

confeccionadas con material de alta fricción y resistente al calor (tipo “ferodo”), unas palanquetas, un muelle y un tornillo de apriete.

3.6.4.4.1. LA RUEDA DEL FRENO

Está formada por un cilindro (llanta) de 300 mm de diámetro exterior, 97 mm de anchura y 8 mm de grosor. Cuatro radios desfasados entre sí 90°, formados de pletina rectangular de 40x20 mm, la mantienen concéntrica a un casquillo de 75 mm de diámetro exterior, 50 mm de diámetro interior y 100 mm de altura. Todo el conjunto está hecho de acero y las uniones entre los radios y la llanta se efectuó mediante soldadura eléctrica.



Figura III-117: Fotografía de las zapatas de freno y la rueda sobre la que actúan. En el centro de la rueda el árbol de salida, el casquillo de la rueda, la chaveta y el chavetera.

El casquillo queda sujeto al árbol por medio de una chaveta albergada en su correspondiente chavetera, practicada al árbol y al propio casquillo. La rueda, una vez montada sobre el árbol, queda equidistante a los dos pilares del bastidor ya citados con antelación.

3.6.4.4.2. LAS ZAPATAS Y SU ACCIONAMIENTO

Las zapatas primarias están formadas por un arco de cilindro de 330 mm de diámetro interior y una altura de 80 mm que envuelve casi la totalidad de la llanta. Sobre la periferia, en su punto medio, dispone de un cilindro de 40 mm de diámetro exterior y 10 mm de diámetro interior con una altura de 80 mm, dispuesto sobre la generatriz, el cual se encuentra unido al arco de cilindro mediante soldadura.



Figura III-118: Fotografía del sistema de accionamiento del freno.

En las alas traseras, pertenecientes a los dos pilares laterales de la derecha, y justo al mismo nivel que lo hace el eje del árbol, se disponen dos soportes, uno por pilar, formado cada uno por una pletina de 60x15x8 mm, a la que se le ha soldado un cilindro idéntico, al que se le ha soldado al arco de cilindro con una altura de 40 mm. Las pletinas se sujetan mediante sendos orificios, practicados a las pletinas y las alas del pilar, con un tornillo de cabeza hexagonal de $\frac{1}{4}$ de pulgada con su correspondiente tuerca —ver figura III-119—.

Ambos soportes se sujetaron a las alas del pilar de forma que, tanto sus ejes como el correspondiente al cilindro soldado al semicilindro que forma las zapatas primarias, quedasen en perfecta alineación.

Por los tres cilindros se hizo pasar un eje que formó apriete con los dos soportes fijos, permitiendo el giro con él sujeto a las zapatas. Este sistema restringe completamente el giro del semicilindro pero le permite adaptar en todo momento la excentricidad con la rueda.

Por la parte delantera de los pilares y sujeto a un perfil en L, de 40x40 mm y anchura igual 260 mm, que se fijó con dos tornillos a las alas del pilar, se



Figura III-119: Fotografía de la sujeción al bastidor del arco de cilindro que sujeta las zapatas de freno y el punto por el cual quedan articuladas.

dispuso un tornillo que, haciendo tope sobre la zapata inferior y mediante su regulación con respecto al angular fijo, logra ajustar la excentricidad de las zapatas con la llanta.

Por los extremos del semicilindro se le soldaron dos trozos de perfil en L de 40x40x60 mm, de forma que los extremos quedan como si se les hubiese doblado hacia el exterior formando un ángulo recto. Sobre la parte saliente y encarados entre sí, se practicaron dos orificios de $\frac{1}{2}$ pulgada. Al de abajo se le soldó un perno roscado de $\frac{1}{2}$ pulgada de rosca whitworth, el cual es pasante por el opuesto. Por el interior del perno y concéntrico con él se dispuso un muelle, cuya fuerza, que es antagónica a la que va a ejercer el tornillo, va a tender a abrir las zapatas cuando este se afloje. Por la parte saliente del perno se dispone de una tuerca del tipo palomilla que, tras apretarse, aumenta la fricción de las zapatas sobre la llanta.

A cada una de las escuadras se le soldó una manilla formada por un redondo de acero macizo de 10 mm de diámetro y 100 mm de longitud, que sirven para atenzar manualmente las zapatas sobre la llanta.

Las zapatas primarias disponen por su interior dos zapatas secundarias, sujetas a las primeras mediante remaches, construidas con material de alta fricción y alta resistencia a la temperatura, al efecto de que el roce entre las zapatas y la llanta sea más eficaz.

3.6.4.5. LA CADENA DE ENGRANAJES

Como podemos ver en las figuras III-109 y III-110 la unión entre cada uno de los árboles de entrada con sus manivelas y el correspondiente de salida con su tambor y las maromas, se efectúa mediante sendos trenes ordinarios de engranajes. Cada una de las cadenas cinemáticas está compuesta por tres miembros y dos pares inferiores. Utilizan de apoyo de los miembros sobre el bastidor y de fijación de estos, rodamientos de doble hilera de bolas, alojados en soportes de pie y unidos al bastidor con pernos atornillados.

Ambos trenes de engranajes se encuentran ubicados entre los dos pilares del izquierdo del bastidor. El piñón perteneciente a la entrada está solidario con el árbol de entrada y el engranaje de salida al árbol del tambor. Entre el árbol de entrada y el de salida existe un árbol fijado a los pilares del bastidor, en ambos casos fijados a las alas delanteras, con rodamientos y soportes de pie. Al árbol se fijan los dos engranajes necesarios para transmitir el movimiento del mecanismo.

Los engranajes de ambas cadenas cinemáticas son rectos y de módulo 5, lo que significa un paso circunferencial de 15,70796 mm. Todos ellos se encuentran tallados sobre ruedas macizas de 41 mm de espesor. Para el torno grande se tienen dos pares. Cada par está formado por 25/90 dientes, un diámetro primitivo de 125/450 mm y un diámetro exterior de 135/460 mm; lo que significa una relación de desmultiplicación de 1/12,96 vueltas. Para el torno pequeño también se disponen de dos pares, pero en este caso de 25/78 dientes, un diámetro primitivo de 125/390 mm y un diámetro exterior de 135/400 mm; lo que significa una relación de desmultiplicación de 1/9,75.

3.6.4.6. LA ENERGÍA DE ENTRADA

La energía mecánica, procedente del esfuerzo muscular de los cuatro servidores, se aplica con sus manos a cada uno de los asideros de las dos cigüeñas. Estas, solidarias con el árbol de entrada de cada uno de los tornos, las convierten en movimiento circular, haciendo girar cada árbol en torno a su eje. Un piñón, solidario con él, transmite su energía, por las cadenas de engranes, a cada uno de los tambores por donde se efectúa la salida mediante la maroma a él arrollada.

ANÁLISIS DE LA TRAMOYA AÉREA DE LA FESTA O MISTERIO DE ELCHE

La energía que se requiere para la manipulación de los aparatos aéreos constará de gran fuerza y reducida velocidad, cosa que no se ajusta a las características que es capaz de proporcionar directamente el ser humano. Para poder aprovecharla, como sucede en general, se hace uso de una máquina, que se encarga de adaptar las características de los servidores a las necesidades de los aparatos.

El trabajo requerido por unidad de tiempo se mantiene constante en toda la máquina, salvo las pérdidas, pero varían a través de ellas las magnitudes que lo definen: el par y la velocidad angular. La entrada se realiza a una mayor velocidad que se hace en la salida y con un par reducido; por el contrario la velocidad de la salida es bastante baja, en comparación con la entrada, y su par es mucho mayor.

Por otra parte, tenemos que la energía de entrada no es constante en ninguno de los sentidos, debido a que las fuerzas aplicadas por cada uno de los servidores durante la rotación de la manivela cambia a lo largo de todo el ciclo completo de 360°, por lo que va a repercutir en la continuidad de la energía de salida.

En efecto, para comprobarlo partiremos de un origen que lo haremos coincidir con 0° y que, en algunos casos coincidirá con la parte más alta de la vertical que alcance la manivela, otras veces estará antes y otras después, dependiendo de la altura que tenga el servidor, la posición que adopte frente a la manivela y la forma con que éste ejerza la fuerza durante el giro completo de sus brazos y manos.

Para un servidor que se encuentre situado en la parte trasera del torno y mirando al cimborrio, independientemente del lugar que ocupe el origen y partiendo de él, se van a analizar los cambios producidos por las fuerzas en un ciclo completo efectuado en sentido dextrógiro. Durante los primeros 90°, el servidor ejerce fuerzas en dirección horizontal junto con vertical y sentido hacia adelante y hacia abajo respectivamente.

A partir de los primeros 90°, la fuerza que se ejercía hacia adelante, pasa por cero, mantiene su dirección y se invierte su sentido hacia atrás durante los 180° siguiente, es decir hasta los 270° contados desde el origen. La fuerza que se hacía hacia abajo desde el 0°, sigue haciéndolo en este sentido, hasta llegar 180°, donde pasa por cero y se invierte su sentido, hacia arriba, manteniendo su dirección hasta alcanzar los 360°.

La fuerza que se ejercía hacia atrás, desde los 90°, lo sigue haciendo hasta alcanzados los 270°, punto en el que se detiene y cambia de dirección haciéndolo hacia adelante hasta los 0°, donde comienza nuevamente el ciclo.

Por tanto, en todo momento el mango del manubrio está recibiendo de cada servidor el resultado de sumar dos fuerzas a la vez. Si las aislásemos serían las siguientes: entre -90° y 90° , fuerza hacia adelante; entre 0° y 180° , fuerza hacia abajo; entre 90° y 270° fuerza hacia atrás y, por último, entre 180° y 0° fuerza hacia arriba.

Todos los pasos por cero de la acción ejercida por cada una de las fuerzas, queda “alisada”, por la de sus tres compañeros que, junto con él, le están aplicando al árbol fuerzas diferentes en distintos lugares del ciclo, dando como resultado una fuerza bastante continua, no obstante, cuando la carga es elevada, como el caso del Araceli, se aprecia cierta discontinuidad, no siendo perceptible para el resto de los aparatos.

3.6.4.7. FUERZA MÁXIMA REQUERIDA EN LA SALIDA

Este dato se calcula para el caso más desfavorable, es decir, el correspondiente a la elevación de la carga más pesada. La fuerza máxima, ejercida por cada torno, es en cada caso, la necesaria para vencer el peso del aparato que en ese momento se encuentre enganchado a la maroma del tambor de salida, incrementadas con las correspondientes fuerzas de inercia del conjunto, más las fuerzas pasivas de las poleas y la fuerza de deformación de la maroma en cada una de las poleas y el tambor del torno.

3.6.4.7.1. EL PESO

El valor máximo a considerar es el correspondiente al Araceli, el aparato de mayor tamaño y el que mayor número de personas transporta, cinco en total. A este aparato, desde muy antiguo, se le viene asignando un peso de más de cincuenta arrobas¹⁵, este dato se extrae de la noticia dada en el *Año Virgíneo* de Esteban Dolz del Castellar editado por vez primera en 1686¹⁶.

En los cálculos efectuados para el diseño del actual torno, se consideraron 600 daN, valor que puede aceptarse como adecuado, ya que se corresponde a los 130 daN del aparato, ocupado con tres adultos y dos infantiles, más unos 60 daN correspondientes a unos 30 m de maroma que pueden quedar suspendidos del vértice de la cabria al estar el aparato en la parte baja.

3.6.4.7.2. FUERZAS DE INERCIA

¹⁵ En la antigua Corona de Aragón una arroba equivale a 12,5 daN, con lo que serían 625 daN.

¹⁶ Véase Joan CASTAÑO I GARCÍA, *Aproximacions a la Festa d'Elx*, Instituto Alicantino de Cultura Juan Gil Albert, Alicante, 2002, p. 80.

La carrera que efectúa el aparato más pesado es de algo menos de 27 m y lo realiza durante un tiempo de 469 segundos, lo que significa una velocidad uniforme de 0.0576 m/s. Transferido al manubrio, donde los tramoyistas están actuando, tras tener en cuenta la relación de transmisión, se obtiene una velocidad angular de 0,5544 rps, equivalentes a 3,48 rad/s.

Se va a considerar la aparición de fuerzas de inercia únicamente en el comienzo del ascenso del aparato, es decir, en la transición del estado de reposo a la adquisición del régimen permanente y durante el instante en que la fuerza ejercida por el tramoyista pasa por cero.

La transición del estado de reposo al de régimen permanente puede hacerse con un tiempo del orden de medio segundo, lo que supone un sobreesfuerzo por fuerzas de inercia del orden de 7,6 daN, cifra insignificante frente a la total que se maneja en el conjunto.

Con respecto al paso por cero de la fuerza ejercida por un tramoyista, no debe adquirir un valor superior al del transitorio antes visto, siendo además compensado por la acción de los otros tres tramoyistas que no necesariamente deben pasar por cero en el mismo ángulo.

3.6.4.7.3. RESISTENCIAS PASIVAS

Para su estudio, se distinguirá entre las que se producen en el exterior del torno y las que se producen en el propio aparato.

3.6.4.7.3.1. RESISTENCIAS PASIVAS PROCEDENTES DEL EXTERIOR

La mayor parte del esfuerzo motor que sale del tambor del torno, es utilizado para vencer el peso del aparato aéreo que transporta y el resto que se pierde en vencer las resistencias pasivas que se originan, por una parte, en la deformación producida por las maromas en las dos poleas y en el tambor y, por la otra, en los ejes de las poleas por fricción entre ambos.

La dinámica de cada uno de los puntos de fricción es distinta y dependiente del ángulo de la maroma, del diámetro exterior de la llanta de la polea, del diámetro de su ojo y de las características del material que forma el ojo y el eje de la polea. Como característica común a todos ellos es la reducida velocidad con que se desplaza un elemento sobre el otro. Así se tiene, por ejemplo, que en la polea del vértice de la cabria, la velocidad de la periferia del ojo con respecto a su eje es de 0,092 m/s y la fuerza normal al mismo es de 1.215 daN. Y en lo que respecta a la polea de remonte, la velocidad de la periferia del ojo es algo mayor 0,115 m/s, debido al menor diámetro exterior de la polea, y la

normal al eje vale 690 daN, debido al mayor ángulo que forma la maroma con la polea.

Para los cojinetes de fricción, trabajando a reducidas velocidades donde no alcanza a la formación de una película fluida¹⁷, las fuerzas de rozamiento entre el muñón y el cojinete son dependientes de los materiales que los forman. En el caso que nos ocupa, donde el eje es de acero y el ojo de la polea dispone de un casquillo de bronce, o toda ella es de bronce, este coeficiente¹⁸ se le suele dar un valor de $\mu = 0,18$. Con estos datos, se obtienen fuerzas pasivas de 23,85 daN para la polea del vértice y de 15,57 daN para la de remonte.

Al adaptarse la maroma, que tiene gran flexibilidad, sobre las poleas que han de guiarla o el tambor que ha de arrollarla, sufre, como consecuencia de su elasticidad, un esfuerzo suplementario y, como resultado de ello, una pérdida del esfuerzo motor disponible para la elevación del aparato. Para su determinación¹⁹ se hace uso del estudio contenido en el texto al que se ha hecho referencia. Como resultado de los cálculos, hay que decir que el incremento de fuerza, motivado por la elasticidad de la maroma, en la polea del vértice de la cabria es de 91,41 daN, en la de remonte 138,3 daN y para el tambor del torno 42,75 daN.

3.6.4.7.3.2. RESISTENCIAS PASIVAS INHERENTES AL TORNO

Todos los apoyos de los ejes y árboles sobre el bastidor se efectúan sobre soportes de pie con rodamientos de bolas de doble hielera. Los que dispone el torno, son de la firma comercial SKF²⁰ y en los manuales proporcionados por el fabricante, se pueden determinar, mediante las características de los rodamientos utilizados y las ecuaciones dadas por SKF, las pérdidas que se van a producir por rodadura en el cojinete. Estas serán función del coeficiente de rozamiento, típico de cada tipo de rodamiento, de la carga dinámica equivalente y del diámetro del agujero. En el caso que nos ocupa y para las velocidades que se va a trabajar, junto con las cargas que se ejercen, se pueden despreciar. Por hacernos una idea en el caso del tambor de salida, punto más desfavorable por razones de la carga, las pérdidas a la rodadura son de 0,028 daN-m.

3.6.4.8. EL PAR MÁXIMO EN EL TAMBOR

¹⁷ Dudley D. FULLER MARKS, *Manual del Ingeniero Mecánico*, 9ª edición, Mc Graw Hill, México, 1995, p. 8-124. (revisar porque no tengo claro si es un solo autor o varios)

¹⁸ KOSHKIN N. I. - SHIRKÉVICH, *Manual de Física Elemental*, Mir, 1975.

¹⁹ Adelardo DE LAMADRID MARTÍNEZ - Antonio DE CORRAL SAIZ, *ETSII*, Madrid, 1969, p. 26.

²⁰ *Manual de SKF* extraído de la página web del fabricante: www.SKF.com (consulta el 27-12--2013?)

El par máximo del tambor procede del tiro máximo de la maroma más el incremento producido por la deformación de la maroma y tomando el radio correspondiente a una tercera capa de maroma arrollada a la matriz del tambor. Esta cifra alcanza un valor de 188,15 daN-m.

3.6.4.9. FUERZA, TRABAJO Y POTENCIA MÁXIMA EN LAS CIGUEÑAS

Con el sistema de desmultiplicación del torno, una vuelta de tambor por 12,96 de las manivelas, resulta que la fuerza que se ha de aplicar a las manivelas es de 32,62 daN que, teniendo en cuenta el radio de las manivelas, corresponde a un par máximo de 14,52 daN-m.

El trabajo realizado es la suma del ejercido en la segunda capa de menor diámetro más el correspondiente a la ejercida en la tercera y que asciende a un total de 254.604 Julios. Si se tiene en cuenta que este trabajo se ha de efectuar en el tiempo de 423 segundos, se obtiene una potencia máxima de 601,90 W.

3.6.4.10. ESFUERZO MÁXIMO APLICADO POR EL TRAMOYISTA

Con respecto al esfuerzo que ejerce cada uno de los tramoyistas, serán los datos anteriores divididos por cuatro, admitiendo, con esto, un reparto uniforme del esfuerzo sobre los tramoyistas. Cada tramoyista ejercerá una fuerza de 8,18 daN que debe ser perpendicular, en todo momento, al radio del manubrio y que va cambiando constantemente su trayectoria a lo largo del círculo que describe y con una potencia de 150,47 W.

En la adaptación del hombre a la máquina, la fuerza es la magnitud que se comparte entre ambos para realizar una acción o conjunto de éstas. Esta fuerza es ejercida por el hombre y aplicada a la máquina, respondiendo ésta con su reacción y su movimiento. Si se tiene en cuenta que, tanto en las máquinas como en los seres vivos, cuando se sobrepasan determinados valores de estas magnitudes se pueden originar roturas o deformaciones en las máquinas y lesiones en las personas, vemos, en ello, la necesidad de conocer el valor máximo de estas fuerzas que se van a poner en juego durante el desarrollo de la acción, para asegurarnos tanto de la integridad del ser humano que la aplica, como de la máquina que la va recibir sin que se produzcan deformaciones o roturas que la inutilicen.

En lo que respecta a esto último y, en este caso, no hay que preocuparse en lo más mínimo, puesto que, después de tanto tiempo efectuando su función, la máquina ha demostrado ante los esfuerzos que se le han solicitado su adecuada robustez para ello. Sin embargo en lo que respecta a las personas que la han de atender, es el número de éstas y las fuerzas que han de ejercer

lo que se debe conocer, para asegurarse de que no corren el riesgo de sufrir un trastorno músculo-esquelético.

Independientemente de la experiencia personal que el doctorando que suscribe ha extraído de las conversaciones sostenidas con los distintos tramoyistas y, al efecto de poder realizar una comparación de estos datos con los habituales realizados por el ser humano dentro del mundo laboral, se ha consultado el artículo que, sobre ergonomía, publica la revista *Mapfresseguridad*²¹ de donde se extrae:

El referido estudio se efectuó con un total de 6.114 mediciones correspondientes a 1.927 trabajadores, todos ellos varones y con una media de 46 años. Como resultado se obtuvo lo que se podría denominar como valores de fuerza máxima admisible para el sistema mano-brazo en extensión y en contracción y para la población general. El estudio, se efectuó a diferentes alturas y para la de 100 cm y en el empuje mano brazo el valor medio más alto se situó en 8,95 daN con un máximo de 15,28 daN. En lo que respecta a la fuerza de tracción del sistema mano-brazo y para la altura también de 100 cm, se obtuvo como valor medio más alto 16,71 daN y un valor máximo de 46,5 daN.

Como se puede comprobar, los valores recomendados están dentro de los valores requeridos para accionar el torno grande sin que sus servidores corran el riesgo de lesión. Con toda seguridad los servidores del torno no son conocedores de este estudio, pero sí que serían conocedores de las consecuencias de ser manipulado con sólo dos personas.

3.6.5 ASENTAMIENTO DE LA CABRIA

Una vez ha quedado montada la cabria, con sus tirantes, se cogen dos losas de piedra, con un peso estimado de 150 daN, y se suspenden de la maroma correspondiente al torno grande, losas que se guardan en la sepultura de la basilica y, tras ser atadas convenientemente, son elevadas hasta una altura, respecto al *cadafal* de aproximadamente 5 m. En esta posición permanecen hasta el día de la Prueba del ángel por la mañana (10 de agosto), en que se deshacen los nudos efectuados a los ganchos y se vuelven a rehacer. Con ello se ha logrado que el peso suspendido del vértice de la cabria haga que todas las maromas que la atirantan, así como la propia maroma que se utiliza para la elevación de los aparatos, pierdan su estado de relajación que han adquirido durante todo el año que han estado fuera de uso. Como detalle, apuntar que se requiere hasta dos veces tensar los tirantes de la cabria antes de las

²¹ Víctor ALCALDE LAPIEDRA, José Manuel ALVARES ZÁRATE, Javier BASCUAS HERNÁNDEZ, Ana GARCÍA FELIPE, Ana GERMÁN ARMIJO y Emilio RUBIO CALVO, "La carga física de trabajo en las extremidades superiores. Los límites del sistema mano-brazo", *Mapfresseguridad*, 101, Primer trimestre de 2006, p.36.

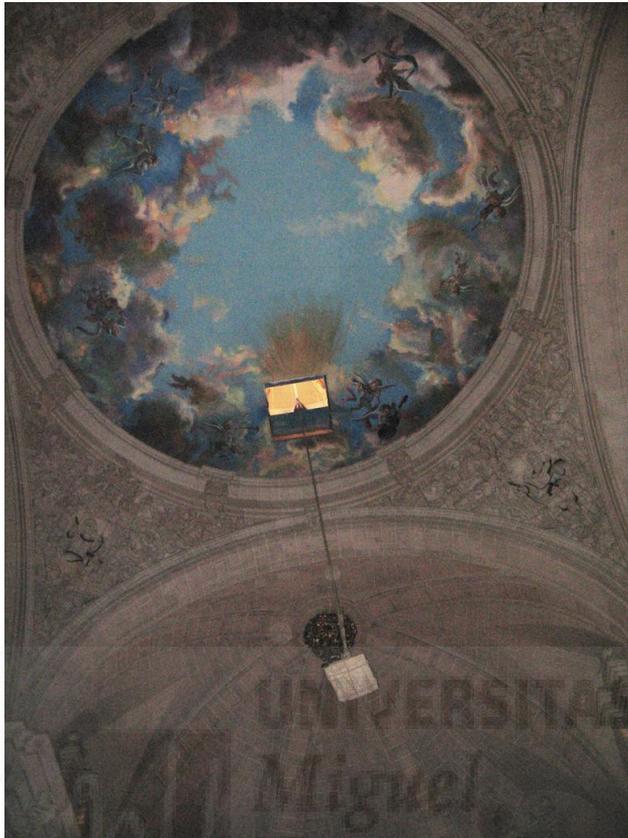


Figura III-120: Fotografía de la maroma con las losas suspendidas.



Figura III-121: Fotografía del atado de las losas y de estas al extremo de la maroma.

representaciones, puesto que conforme van pasando los días y las maromas se van tensando, la cabria se va adelantando, con lo que la maroma alcanza a tocar la cara más externa del cajeadado de las puertas del cielo y podrían deteriorarlas —ver figuras III-120 y III-121—.

3.6.6. LA CASETA DEL TORNO

Una vez instalada la cabria y retiradas las fundas que protegen los tornos que a lo largo del resto del año, se monta, cubriendo toda la superficie que forma la losa de sujeción de los tornos y que, a su vez, es el espacio destinado al trabajo de sus servidores, una caseta que protege, tanto a estos como a las máquinas, de las inclemencias del tiempo.

La caseta de 6,32 m de larga y 2,89 de ancha, tiene una cubierta con pendiente que va desde poniente, donde tiene una altura máxima de 3,49 m, hasta levante, donde su altura se reduce a 1,87 m.

Su cerramiento se efectúa con siete portones, tres a cada uno de los lados, que miran al norte y sur, y uno en el lado de levante. Los portones están articulados por la parte superior y permiten su apertura hacia el exterior de la caseta y hacia arriba. Ello permite ampliar durante su utilización la zona que está destinada al trabajo permitiendo con ello, en pleno agosto, el paso del aire.

La caseta está formada por una estructura compuesta por perfiles laminados, la cual se cierra con una lona de material acrílico, reforzado con fibra de vidrio y plastificada con PVC que la impermeabiliza.

La estructura se compone de seis pilares cilíndricos de alturas: 1,87 m, 2,57m y 3,06 m y un diámetro de interior de 50 mm. Los pilares se fijan a la losa de sujeción de los tornos, por medio de las seis esperas²², formadas por redondos de acero macizo de 190 mm de longitud y 50 mm de diámetro, que existen permanentemente anclados a la losa de sujeción de los tornos. La sujeción se efectúa por simple penetración del redondo en el interior del pilar. En la base del pilar se le ha efectuado un refuerzo consistente en un casquillo soldado por el exterior y de forma concéntrica, partiendo de la misma base del pilar en dirección hacia arriba.

La cubierta de la caseta está formada por dos cerchas. Tienen forma de triángulo rectángulo, que se sujeta por su cateto más pequeño a cada una de las jambas de la ventana del cimborrio, situada en la zona de levante, y la hipotenusa sobre la cabecera de los tres pilares.

²² Véase punto 3.2.1. del presente capítulo.

Ambas hipotenusas, pertenecientes a la cercha, quedan sujetas entre sí mediante siete tirantes que se ensamblan a esta y que están formados por perfiles de acero laminado en L de 60x60 mm.

Las cerchas, todas ellas trianguladas, están formadas por angulares de idénticas características y soldados entre sí. La sujeción a los tirantes y a los pilares se efectúa mediante pernos pasantes dotados de cierre rápido.



Figura III-122: Fotografía de la caseta de protección del torno vista desde el noreste de la terraza del presbiterio con los portones cerrados.

Cada uno de los portones está construido con el mismo tipo de material que las cerchas y formando un marco rectangular con un refuerzo en su centro, formado por una cruz hecha del mismo tipo de perfil angular. Cada uno de ellos se articula a la cercha, que hace el papel de dintel del hueco que abre, mediante cuatro bisagras que permiten su apertura y cierre. Una vez abierto, se mantiene su posición estable con dos jabalones formados por redondo macizo de acero de 10 mm de diámetro, que se articulan por un extremo a los laterales del marco y por el extremo contrario, teniendo la punta reducida de diámetro, se penetran en un orificio practicado al pilar.

Toda la estructura está protegida contra la corrosión mediante una imprimación de minio de plomo, sobre la que se ha aplicado una pintura al aceite de color gris perla.

El cerramiento de la estructura se realiza mediante once piezas de lona acrílica plastificada con PVC y color gris perla ver figuras II-104, III-114 y III-122.

3.6.7. MONTAJE Y DESMONTAJE DE LA CABRIA

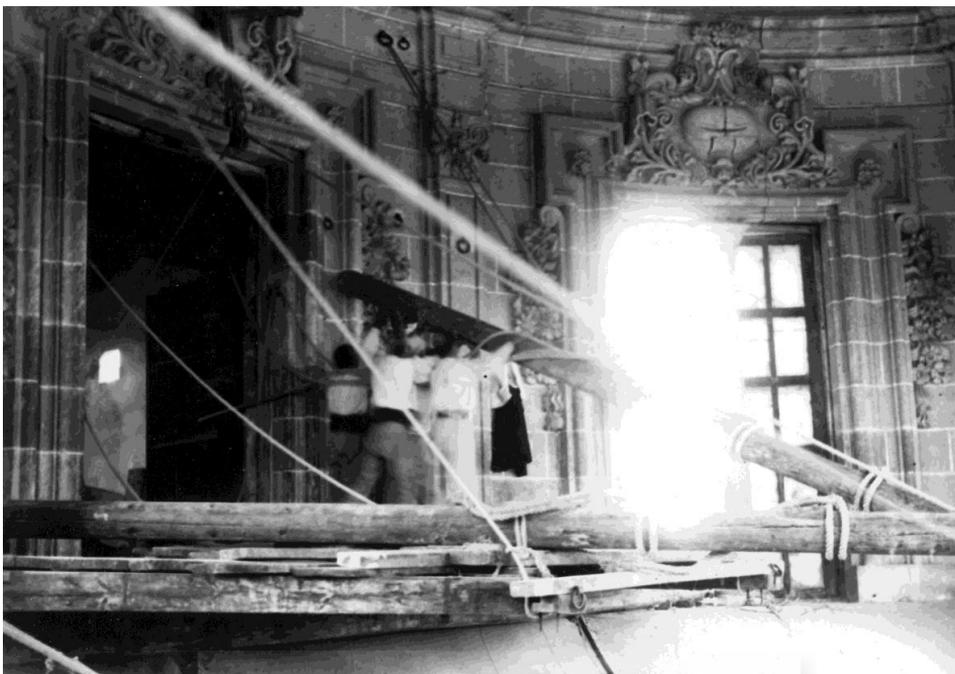


Figura III-123: fotografía del proceso de introducción de la cabria. Compárese con la figura III-132, efectuada más de 100 años después. Foto Pedro Ibarra.



Figura III-124: Fotografía en la que un tramoyista está sujetando el vértice de la cabria mediante una maroma. Compárese con la figura III-135. Foto Pedro Ibarra.



Figura III-125: Preparación de los pilares.



Figura III-126: Preparación de la polea.



Figura III-127: Ensartado de los dos pilares.



Figura III-128: Preparación de tirantes.



Figura III-129: Introducción de una base de pilar.



Figura III-130: Base en el interior.



Figura III-131: Sujeción de la base al sillar.



Figura III-132: Introducción del otro pilar.



Figura III-133: Sujeción de la base al sillar.



Figura III-134: Vértice presentado.



Figura III-135: Sujeción del vértice.



Figura III-136: Vértice sujeto entre sí.



Figura III-137: Fotografía del izado de la cabria entre el personal y la ayuda del torno.

El procedimiento de montaje y desmontaje no ha sufrido modificación alguna a lo largo de los últimos años, al menos así se desprende tras observar las fotografías efectuadas por Pedro Ibarra al comienzo del siglo XX —ver figuras III-123 y III-124—

La operación de montaje comienza por sacar todos sus componentes de la caseta y efectuar una inspección visual, comprobando, con ello, su buen estado. Si el resultado es favorable se les traslada al lugar donde se han de montar.

La parte más pesada, los pilares, se colocan sobre la plataforma —ver secuencia de montaje desde las figuras III-125 hasta la III-137—, poniendo cada uno de ellos en el lado en el que van a quedar una vez elevados. Dada su longitud, en esta posición queda parte de ellos en el exterior de la ventana

de levante y parte en voladizo sobresaliendo de la plataforma. Una vez ahí se efectúa el atado de los seis tirantes a su correspondiente viga, realizando primero el nudo y a continuación las dieciocho ligadas entre el seno de las maromas y sus chicotes, extendiendo el extremo opuesto de la maroma en el exterior de la ventana y sobre la terraza.

Finalizado el atado de las maromas a sus pilares, se ensartan ambas vigas por el orificio que los pilares disponen cerca de lo que va a ser el vértice, con el redondo que soportará la polea del vértice, anudándosele a este redondo, provisionalmente, la maroma del torno pequeño, que previamente se ha hecho pasar por la garganta de la polea colocada provisionalmente en el dintel de la ventana. En esta disposición se desplazan los pilares hacia el centro del cimborrio.

Dado que el eje de los orificios, por donde se ha penetrado el redondo, forman con él un cierto ángulo con el eje de los pilares, y que el orificio no tiene la holgura suficiente, los dos pilares ensartados forman una A cuya distancia entre los dos extremos opuestos al vértice es mayor que el hueco que existe entre las jambas. Los pilares hay que elevarlos para que sus bases pasen por el hueco y lo hagan en diagonal. En primer lugar se hace uno, contrapesando con el personal el que queda fijo, y seguidamente se contrapesa el que ha efectuado el paso, procediendo a introducir el otro.

Una vez rebasada la ventana y posicionadas las bases encima de la parte del anillo toral, donde éstas van a descansar, se atan con cuerdas a unas anillas ahí existentes. Las vigas continúan contrapesadas por parte del personal y del redondo continua tirando la maroma. Esto garantiza que la parte que ha quedado en voladizo, de mayor longitud que la que descansa sobre la plataforma, no pueda caer al vacío.

En esta posición, un hombre se encarama por uno de los pilares hasta alcanzar el vértice formado. Para asegurarlo en esta posición, ha de ensartar las dos orejetas de cada uno de los pilares, que deben de quedar encaradas las de un pilar con el otro, con sendos pernos, con la cabeza hexagonal y el extremo opuesto roscado, el cual, tras haber pasado por el orificio, se le pone la correspondiente tuerca y se aprieta. De no haber quedado encaradas, por el personal que contrapesa las vigas se mueven estas hasta que se produzca la alineación de los ejes de los orificios.

Asegurado el vértice, con el personal que contrapesa y la ayuda del torno, se eleva la cabria hasta alcanzar la posición adecuada. Una vez ahí se atan los extremos de las maromas que han quedado sobre la terraza, a sus correspondientes puntos de fijación. En esta posición se le colocan el resto de accesorios.

3.7. LAS PUERTAS DEL CIELO²³

Una vez cubierta la base del cimborrio con el lienzo del cielo, los aparatos aéreos van pasar al espacio escénico por el orificio cuadrado de que éste



Figura III-138: Fotografía de las puertas del cielo vistas por el derecho.



Figura III-139: Fotografía de las puertas del cielo vistas por el interior.

dispone. El hueco se cierra con dos puertas deslizantes que se abren, sólo para dejar paso a los aparatos, cerrándose inmediatamente después.

²³ Francesc MASSIP I BONET, *op. cit.*, p. 151.

Están formadas por dos bastidores de madera con forma rectangular. A las puertas se les ha “comido” un trozo con forma rectangular en el centro de cada uno de los lados largos del rectángulo, por donde coinciden ambas puertas una vez cerradas, permitiendo, con ello, el paso de las maromas con las puertas cerradas. Ambos bastidores tiene fijado un lienzo donde, en el lado que queda visible al público, están pintadas las imágenes correspondientes al hueco del lienzo principal manteniendo la armonía con el mismo.

Las puertas se mueven sobre unas guías sujetas a un bastidor que las sustenta y lo hacen siempre en una misma dirección, pero en sentido contrario. El movimiento lo efectúan en un plano horizontal, que es semejante con el que se ha formado un poco más arriba en la plataforma entre las vigas de voladizo, la viga de cierre delantero y el tablado. Una combinación de dos poleas y cuatro cuerdas permiten que, desde la puerta de acceso de la zona sureste, un tramoyista, tirando de las cuerdas, pueda abrir y cerrar las puertas a voluntad.

El bastidor que sustenta las guías, por donde deslizan las puertas, pertenece a un sistema más complejo y compuesto por dos bastidores más que lo complementan para efectuar funciones accesorias; los tres quedan unidos entre sí formando un armazón.



Figura III-140: Fotografía del armazón totalmente armado y suspendido de la cabria para ser situado en su lugar.

3.7.1. DESCRIPCIÓN DEL ARMAZÓN

Como terminamos de ver está formado por tres bastidores independientes, construidos en madera, que quedan dispuestos en tres planos horizontales, a diferentes alturas y paralelos entre sí, al igual que los lados que los forman. Sus tres centros coinciden, en un mismo eje vertical y, a su vez, coincidente con la trayectoria de la maroma correspondiente a la *Mangrana* y el *Araceli*. A

ANÁLISIS DE LA TRAMOYA AÉREA DE LA FESTA O MISTERIO DE ELCHE

este eje son paralelos también cuatro pernos que ensartan a los tres bastidores del armazón para mantenerlos en su posición. De abajo hacia arriba, su disposición es: el bastidor de sujeción del cielo, el bastidor soporte de las guías de las puertas y el bastidor de soporte de la estructura y guía de las



Figura III-141: Fotografía del armazón donde se pueden ver los tres bastidores que lo componen. Debajo hacia arriba: pegado al tablado el de sujeción del cielo, le sigue el de las guías de la puerta y por último y por arriba de estas el de las tablas.



Figura III-142: Fotografía del armazón instantes antes de ocupar su posición de trabajo. Se puede ver en ella la parte que queda por encima de la plataforma y la que lo hace por la parte baja. Foto del autor.

tablas de cierre. Los dos primeros quedan bajo la plataforma y, por el contrario, el último lo hace sobre ésta —ver figuras III-140, III-141 y III-142—

3.7.1.1. DESCRIPCIÓN DEL BASTIDOR DE SUJECIÓN DEL CIELO

Su necesidad surge por el hecho de que, tras sujetar el lienzo a la cornisa, su superficie se deforma, dejando de ser plana y pasando a ser un casquete con su centro más hondo que la circunferencia exterior que lo sujeta y cuya sección longitudinal tendría la geometría de una catenaria. Esto hace que la separación que existe entre la superficie del lienzo y la parte inferior de la plataforma, vaya aumentando conforme se aproxima a su extremo. Además, esta separación puede ser modificada por la acción del viento —ver figura III-142—.

A lo anterior hay que añadir que la plataforma queda montada sobre la viga de celosía, que apoya al mismo nivel que lo hace el lienzo, el nivel de la cornisa, y por encima de ésta lo hace sobre las vigas de voladizo y las auxiliares; lo que hace separarse, aún más, la superficie de la plataforma del orificio que tiene el lienzo.

Esto puede ser un problema durante la representación, por el hecho de tener que guiar los aparatos hasta el momento en que estos salven completamente las puertas. Para resolverlo, en su día se procedió a efectuar la sujeción del lienzo a un bastidor, independiente del que sujeta las guías de las puertas, al efecto de que las perturbaciones del lienzo no influyesen sobre las puertas. La sujeción hace que el orificio que dispone el lienzo, se aproxime a la superficie de la plataforma y su separación permanezca constante.



Figura III-143: Fotografía del bastidor de sujeción del lienzo junto con un detalle de la unión de los vértices.

El bastidor está formado por cuatro tablas de 2.223x111x44 mm cada una, a las que, tras ser mecanizadas, disponen cada una de dos cajeados de 111x112x22 mm, con una separación entre ambos de 1.785 mm, por donde se ensamblan formando el cuadrado. En el centro del cajeadado y perpendicular al plano que contiene al bastidor, se realizó un orificio de 18 mm de diámetro, que traspasa las dos tablas que quedan ensambladas —ver figura III-143—.

Tras ser ensambladas dos a dos por el cajeadado, las cuatro forman un cuadrado de 1.735 mm de lado interior, posición que se mantiene estable tras introducir por el orificio existente en los cajeados una cuerda y atarlas entre sí. Esta unión elástica garantiza la unión del ensamble, permitiendo deformaciones de descuadre y evitando transmitir, con ello, tensiones a otros bastidores.

La cara interior del cuadrado queda circundada por cuarenta y ocho cáncamos de acero, repartidos once en las que quedan paralelas a la jácena y trece en las que lo hacen de forma perpendicular. Estos cáncamos están formados con redondo de acero, de 5 mm de diámetro, 50 mm de diámetro de la anilla, la cual se encuentra abierta, y de una rosca de madera de 50x5 mm de longitud.

Una vez situado el armazón en su posición y suspendido de la plataforma, se ata con cuerdas por los ojetes que dispone el orificio del lienzo en su periferia, a los cáncamos atornillados a las tablas que forman el bastidor. Tras ello, el lienzo del cielo deforma su geometría quedando, en la zona del orificio, completamente plana.

Las dos tablas que forman el cuadrado y que, una vez montadas, quedan paralelas a la jácena, disponen de dos orificios de 18 mm de diámetro, separados entre sí 1.735 mm y equidistantes de los vértices de la cara del cuadrado. Por estos orificios penetran, de abajo hacia arriba, los cuatro pernos de los que se suspende el bastidor —ver figura III-143—.

3.7.1.2. DESCRIPCIÓN DEL BASTIDOR GUÍA DE PUERTAS

Construido de madera, está compuesto por cuatro piezas: dos de 4.040 mm para las guías y dos de 2.150 mm, para los cierres. Tiene forma rectangular con medidas interiores de 1.900 x 3.800 mm. Al ser más largas las piezas que lo componen que las dimensiones del rectángulo que forman, en los extremos quedan partes excedentes, que, en alguno de los casos, son aprovechadas para soportar elementos auxiliares. Una vez montado el bastidor y dispuesto en la plataforma, sus guías quedan paralelas a la viga maestra —ver figura III-141— La sección de las guías es con forma de L y para su construcción se partió de dos listones de madera con forma rectangular de 80x57 mm y de 70x40 mm. Primeramente se mecanizó por una de las aristas el listón de 80x57 mm, efectuándole una merma de 32 mm en la longitud de 80 mm y de 17mm

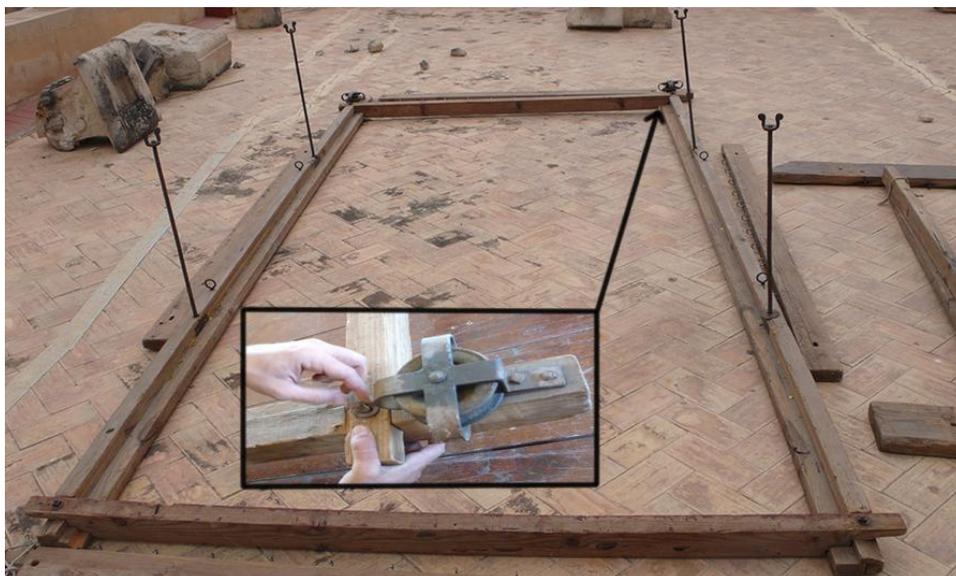


Figura III-144: Fotografía del bastidor guía de las puertas, visto desde el lado sur con un detalle de la unión de los vértices con la polea para abrir y cerrar puertas.

en la de 23 mm. En este hueco se albergó, en posición plana, el listón de 70x40 mm, quedando, una vez unidos longitudinalmente, con unas externas de 88 mm para la parte corta de la L y 110 mm para la larga; las medidas internas son de 53 mm para la larga y de 48 mm para la parte corta. Esta última es la que queda contenida en el plano del rectángulo y sobre la que descansan las puertas; la parte larga queda por sus laterales haciendo con ello que las puertas no se salgan de su trayectoria —ver figura III-144—

Los lados cortos del rectángulo, los cierres, están compuestos por dos piezas de madera con sección rectangular de 85x55 mm y 2.150 mm de longitud. Estas piezas han sido mecanizadas en las proximidades de sus extremos formándoles con ello unos cajeados, al igual que se ha hecho con las de las guías, permitiendo un ensamble entre ambas piezas que asegura su unión. El ensamble es mantenido en su posición con un perno de 10 mm de diámetro y 110 mm de longitud, que tiene la cabeza redondeada y el extremo opuesto roscado a M-10; ambas piezas quedan bloqueadas y en su posición, formando un ángulo entre ellas de 90°, tras enroscar una tuerca cuadrada de 16x16 mm y una arandela, una vez ensartada con el perno la guía y su cierre —ver figura III-144—.

Todo el bastidor de las guías queda ensartado con los pernos que, previamente, se han ensartado al bastidor de sujeción del lienzo del cielo; de este modo, ambos bastidores quedan en contacto y unidos en posición horizontal. Para ello a las piezas que componen las guías, se les ha practicado cuatro orificios, dos en cada una y dispuestos a una distancia de 1.000 mm del

punto de ensamble y separados entre sí 1.735 mm. Los orificios, de 18 mm de diámetro, están realizados casi al extremo de la cara interior de la parte larga de la L de la guía, lugar en el que, tras haber efectuado el orificio, la madera quedó muy debilitada. Para reforzarla, en ese punto se le efectuó a la madera un cajeadado de 21x82 mm, en el que se colocó una pletina de acero, de 20x80x5 mm, que quedó atornillada a la madera con dos tornillos de 5x30 mm de rosca madera.

Por la parte superior de las guías y próximo a cada uno de los orificios de paso de los pernos, se atornilla un cáncamo de acero, formado con redondo de 5 mm de diámetro, con anilla de 40mm de diámetro interior y espárrago, de rosca de madera, de 60 mm de longitud atornillado a esta. Estos cáncamos tienen como misión conducir a las cuerdas a lo largo del bastidor, hasta alcanzar las poleas manteniendo su tensión y sin que estas se enganchen. Otro perno similar se encuentra situado en el centro del tramo corto del lado del rectángulo situado junto a la puerta del sureste y con idéntica finalidad a los descritos.

Sobre el extremo sobrante de las piezas largas que componen el bastidor de las guías, hay dos poleas que van a permitir conducir la cuerdas destinadas a la apertura y cierre de las puertas. Las poleas quedan con su eje normal al plano de las guías y en el extremo de estas que da a la zona norte.

3.7.1.3. EL BASTIDOR DE LAS TABLAS DE CIERRE. LAS TABLAS

Durante el paso de los aparatos por el hueco de la plataforma y las puertas del cielo existen varios riesgos. Por una parte, se da la circunstancia de que, tanto los aparatos como sus ocupantes, pueden rozar o engancharse con los diferentes elementos que forman el hueco que han de traspasar; por otra, pueden aparecer, durante la entrada o salida en escena, bien por fuerzas almacenadas en la maroma, o bien por la acción del aire, componentes de fuerzas que pueden hacer que los aparatos roten alrededor de la maroma.

Para evitar lo mencionado, los aparatos deben ser guiados por los tramoyistas, en mayor o menor grado, durante todo su trayecto. Una primera fase, tiempo en el que los aparatos permanecen en el espacio comprendido entre el inicio de su trayectoria o fin de la misma, hasta que ha cruzado por completo las puertas del cielo o inicia su traspaso. Y una segunda, el resto del trayecto, ascendiendo o descendiendo.

Durante la primera fase, mientras el aparato está efectuando el paso por el hueco y está al alcance de los tramoyistas, estos lo guían sin más, pero conforme avanza el aparato y se aproxima a las puertas, los tramoyistas lo dejan de alcanzar. El guiado se complica en el espacio existente entre las

puertas y el piso de la plataforma, donde los aparatos sólo se pueden alcanzar por las manos de los tramoyistas que, estando tendidos de cúbito prono sobre



Figura III-145: Fotografía del bastidor de tablas colocado encima del bastidor de guía de puertas.

el piso de la plataforma, alargan los brazos y, con mucha dificultad, los alcanzan.

Durante la segunda fase, los tramoyistas, con sus manos asidas a la maroma, le van aplicando fuerzas de rotación, en sentido contrario, para neutralizar las componentes de giro y, con ello, que el aparato permanezca en su posición adecuada.

Como se ha dicho, las maromas ocupan el centro del hueco generado entre las dos puertas tras el comido que se les efectuó, lo que supone que la distancia más corta entre el borde del piso de la plataforma y las maromas, es de 867 mm. Teniendo los tramoyistas los pies firmes, sobre la plataforma, lograr alcanzar la maroma a esa distancia no es tarea imposible, pero tampoco está exenta de riesgo y de falta de comodidad.

A lo expuesto hay que añadir que la plataforma de trabajo tiene un orificio y que lo único que lo separa del vacío son los débiles lienzos que cubren los bastidores de las puertas, siendo precisamente, por la parte superior de este hueco por donde se efectúan la mayoría de los trabajos, de ahí que siempre sea conveniente tenerlo cubierto con algo más sólido y robusto que los simples lienzos de las puertas del cielo.

Esto último queda resuelto con la incorporación al sistema de un tercer bastidor que, además de servir de soporte a todo el armazón, dispone de unas guías

sobre las que descansan dos tablas gruesas que, con su desplazamiento, cubren el hueco.



Figura III-146: Fotografía del como queda el bastidor de tablas pegado a la plataforma y una de las tablas apoyada en la guía sur.



Figura III:147: Fotografía de las dos tablas de trabajo cubriendo el hueco de la puerta del cielo.

Las dos tablas colocadas, cada una, a un lado de la maroma y de forma paralela a la jácena, permiten dejar entre ellas un hueco para el paso de las maromas cubriendo, a su vez, el hueco de paso y haciendo posible a los



Figura III-148: fotografía de la entrada en escena del Araceli y dos tramoyistas en tendido prono apoyados, cada uno de ellos, sobre una de las tabla.



Figura III-149: Fotografía del orificio de la plataforma destinado al paso de los aparatos cubierto con las tablas de trabajo y la maroma entre ellas.

tramoyistas poder trabajar en posición de tendido prono sobre ellas, estar cerca de las maromas y los aparatos, y poder llegar más fácil a estos cuando están bajo la cota del piso de la plataforma. Además de lo dicho, con las puertas cerradas, se permite controlar la posición del aparato a través del orificio que

se ha generado en el centro de las puertas y cubrir el hueco reduciendo el riesgo.

Las tablas se deslizan sobre las guías que están sujetas al tercer bastidor, que hace también la función de sustentar al armazón que compone el sistema de apertura y cierre de las puertas del cielo. Su geometría interior es rectangular, con unas dimensiones de 1.830x1.849 mm; este hueco es el resultado de la colocación de cuatro tablas de madera de mayor longitud, dispuestas de forma que en su interior formen el rectángulo de medidas citadas —ver figura III-146—.

Consta de dos tablas de sección rectangular de 95x45 mm y 2.495 mm de longitud, sobre la que se le ha clavado, por encima de cada una de ellas, un listón de 68x45 mm, quedando las caras de las tablas de mayor longitud perpendiculares entre sí y formando una L, siendo la parte corta de ésta la que descansa sobre la plataforma, mientras que la otra hace de guía para las tablas encargadas de cerrar el hueco. Por debajo de las L que forman las guías y sobre las que descansan estas, existen dos tablas de 2.620x190x50 mm. Tras disponer las cuatro piezas que componen el bastidor, este se mantiene en su posición gracias a un atado con cuerda que se efectúa pasando cada una de ellas por un orificio de 14 mm de diámetro que, en su día, se practicó en el centro del cruce entre tablas y que traspasa ambas piezas

Las tablas de madera se sitúan una por delante, entre las maromas y la barandilla de seguridad, teniendo unas dimensiones de 2.310x350x40 mm, y la otra, en la parte trasera, de 2.315x665x40 mm. Ambas cubren, en parte, el hueco de paso de los aparatos aéreos durante el tiempo que las puertas del cielo permanecen cerradas. Cada una de ellas tiene, por la parte baja, cuatro prismas de madera de 350x50x50 mm para las primeras, y de 665x50x50 mm para las segundas; situados, dos de ellos, a 90 mm de cada extremo, dejando entre ambos un espacio libre de 645 mm y manteniéndose unidas las tablas y los prismas mediante clavos.

Las tablas, con un acabado superficial en barniz de color azul madera, están apoyadas sobre las dos tablas que forman las guías y, en esta posición, se mantienen, sin salirse de las guías, por la presencia, en la parte baja de las tablas, de los prismas citados —ver figuras III-147 y III-148—.

3.7.1.4. LOS PERNOS

Cuatro pernos, contruidos con acero forjado, soportan el peso del conjunto de los dos bastidores inferiores: el bastidor de sujeción del cielo y el bastidor soporte de las guías de puertas, así como el de las puertas, las poleas y

cuerdas; quedando cogido, por la parte superior, al bastidor soporte de las guías de las tablas de cierre y este apoyado sobre la plataforma.

Con una longitud total de 744 mm y un diámetro de 14 mm, tienen la cabeza conformada en forma de cuadrada de 28x28 mm y el extremo opuesto está labrado con la terraja, una rosca de 180 mm de longitud, con 1,81 filetes/mm de forma triangular y de giro a derechas. El apoyo de la cabeza sobre el bastidor de madera se efectúa mediante una arandela de acero de 12 mm de grosor y 60 mm de diámetro exterior y 16 mm de diámetro interior. Una vez ensartados los tres bastidores con los pernos, estos se cierran, cada uno con una tuerca con forma de palometa, que tiene 71 mm de anchura, 46 mm de altura y la zona roscada, con el mismo tipo que la del perno, con un círculo de 34 mm de diámetro externo—ver figura III-144— .

3.7.2. LAS PUERTAS

Como se puede ver en la figura III-139 están compuestas por dos bastidores rectangulares de 1.890x940 mm de medidas externas, las cuales están construidos, con listones de madera de sección rectangular de 56x34 mm y dispuestos en posición plana. A cada uno de los rectángulos y en el lado de mayor longitud —el que va a quedar contiguo con su simétrico de la otra puerta— se le ha mermado un espacio rectangular, creando con ello un hueco de 283x140 mm. La merma queda centrada en el lado, distante de cada uno los vértices del rectángulo principal 803 mm.

Los huecos se crearon tras la colocación, a cada uno de los bastidores, de dos listones de 56x34 mm en posición paralela en los dos lados cortos y separados entre sí 283 mm, a lo que le siguió la colocación de un listón doble, que quedó con unas dimensiones de 56x64 mm, paralelo al lado largo, mermado a una distancia de éste de 140 mm. La unión de estos tres listones al bastidor principal, se efectuó con ensambles del tipo muesca/espiga realizados en los listones.

Cada una de las puertas dispone de cuatro rodillos, dos en cada uno de los lados cortos, a través de los cuales descansa sobre la parte corta de las L que forman las guías, proporcionando al sistema un desplazamiento suave y preciso. Las puertas se mueven en una misma dirección, pero en sentido contrario, manteniendo en todo momento su trayectoria por el guiado producido por la parte alta de las L que las confina entre ellas.

Los rodillos quedan situados en los lados cortos de la puerta y separados entre sí, a una distancia de 685 mm y 127 mm de cada uno de sus lados largos. Construidos en acero, tienen 40 mm de diámetro externo, 10 mm de anchura y un orificio en su centro de 8 mm, por donde pasa el eje sobre el que gira.



Figura III-150: Fotografía de un vértice trasero de una puerta. En ella se muestra la L metálica con la anilla para la sujeción de la puerta a la cuerda de apertura y cierre junto con un rodillo de rodadura de la puerta sobre el bastidor y un extremo del eje sobre el que gira.

La instalación en el bastidor, se efectúa albergando cada uno de ellos en un orificio practicado perpendicular a la parte ancha del listón. Este, con forma rectangular de 70x14 mm, alinea la parte larga del rectángulo con la longitudinal del listón. El rodillo entra con holgura en el orificio y la sujeción se efectúa mediante un redondo de acero de 8 mm de diámetro y 70 mm de longitud, que penetra en un orificio cilíndrico, que se efectuó de lado a lado del listón, por el centro de su cara estrecha y coincidiendo en el centro del lado largo del orificio rectangular.

Tras colocar el rodillo en el orificio rectangular y penetrar el redondo por el orificio circular, pasando a su vez por el orificio del rodillo, este quedó en posición fija en el interior de la canaladura, girando libremente sobre el redondo, que efectúa la función de eje —ver figura III-150—.

En el envés de las puertas y en los extremos del lado opuesto al que se le ha efectuado la merma, hay dos piezas metálicas con forma de L, formadas con una pletina de acero de 30x5 mm, con 200 mm para la parte larga y 100 mm para la corta. En el extremo corto tiene soldada una anilla de 60 mm de diámetro exterior, formada con redondo de acero de 15 mm de diámetro. En la parte larga se le practicaron cuatro orificios, uniformemente repartidos a lo largo de su eje longitudinal, que sirven, tras quedar solapada la parte externa

de la L por su cara plana al listón y coincidir ambos ejes longitudinales, para sujetarlo al mismo con unos tornillos de rosca de madera.

La pieza con forma de L, tras quedar sujeta al bastidor su anilla quedan de tal forma, que su centro cae por encima de la parte superior de la L, que forma la guía de las puertas y alineado con los centros de los cáncamos a ella sujetos. Como se verá a continuación, estas piezas están destinadas a recibir la fuerza requerida por los bastidores para efectuar su apertura y cierre ver figura III-150—.

Contiguo a los vértices interiores del rectángulo que forma la merma, sobre el eje longitudinal del listón doble y en su cara superior, la puerta del lado sur tiene dos cáncamos, distanciados 150 mm entre sí, que se destinan a recibir la fuerza desde las cuerdas que van a accionar las puertas.

A los dos bastidores así contruidos se les ha ceñido, por la parte que va a quedar visible al público, y posteriormente sujetado mediante grapas metálicas, sendos lienzos de características y tratamientos previos idénticos al lienzo del cielo. Los lienzos fueron pintados de forma que armonizasen con el principal en la parte correspondiente al hueco —ver figura III-138—..

3.7.3. EL SISTEMA DE APERTURA Y CIERRE

Para abrir y cerrar las puertas del cielo se dispone de un conjunto formado por cuerdas que, conducidas por cáncamos y debidamente combinadas con dos poleas locas permiten, tras atar unos de sus extremos a las puertas, que un tramoyista ubicado en la puerta de acceso a la tramoya por la parte del sureste, las abra y cierre a voluntad.

3.7.3.1. LAS POLEAS

Las poleas, en número de dos, quedan sujetas por sus armaduras, a las guías por cada uno de sus extremos sobrantes situados en el lado de la ventana del noreste. Están de forma que su eje de giro queda perpendicular al plano por donde se desplazan los bastidores de las puertas. Cada una de ellas está compuesta por una rueda acanalada, construida con fundición gris, que tiene 120 mm de diámetro exterior, 36 mm de altura del cilindro, una garganta de sección semicircular de 25 mm de diámetro y un orificio central de 13 mm. La polea queda montada sobre una armadura que soporta el eje de giro, formado por un redondo de acero de 12 mm de diámetro, el cual, una vez roblonado por sus extremos, conteniendo la rueda en su posición, permite que esta gire loca por el interior de la armadura.

La armadura defiende a la polea por cuatro caras y está formada por dos cajas rectangulares de 140 x 50 x 30 mm, realizadas con chapa de acero de 5 mm de espesor. Las dos cajas, tras disponerse formando una cruz, se unen en la intersección de ambas con soldadura. La fijación de la armadura a la guía del bastidor se efectúa mediante una pieza, que es el solape de los extremos de una de las cajas, la principal, con una longitud de 70 mm, que tras efectuarle dos orificios de 10 mm de diámetro, con dos tornillos de roca de madera de cabeza cuadrada de 70x6 mm, queda sujeta a la guía del bastidor —ver figura III-144—.

3.7.3.2. LOS CÁNCAMOS

En número de siete se distinguen dos grupos: unos que se destinan a mantener la posición de las cuerdas en el lugar correspondiente y los otros para sujetar las cuerdas a la puerta situada al sur.

Los primeros se disponen en la parte superior de la pieza que, con forma de L, compone la guía de las puertas. En número de dos por guía, están situados aproximadamente a la altura de cada uno de los pernos que ensartan el bastidor al armazón principal. Los cuatro se caracterizan por disponer la anilla de unas dimensiones superiores a lo normal, 60 mm de diámetro exterior y formadas con un redondo de 5 mm. Como se ha mencionado en el punto 3.7.2., el centro de la anilla de estos cáncamos queda alineada con el centro de la anilla de la pieza que, con forma de L, se encarga de transmitir la fuerza a las puertas, para su apertura y cierre.

Los tres restantes quedan dispuestos en el bastidor de la puerta del sur, dos de ellos situados cada uno a la altura del vértice de la merma y el tercero en el centro de la cara superior del listón largo que forma el bastidor —ver figura III-145—.

3.7.3.3. LAS CUERDAS. SU RECORRIDO

Las cuerdas están compuestas por dos juegos de cordeles dobles contruidos en cáñamo, uno de 5 mm de diámetro, destinado a la apertura, y otro de 6 mm, que se destina al cierre.

El primero, el par formado por los cordeles de 5 mm, se extienden, juntos y trenzados entre sí, desde el lugar que ocupa el tramoyista, junto a la puerta de acceso a la plataforma situada en el sureste, hasta el cáncamo situado en el centro del lado pequeño del rectángulo del bastidor de la puerta del cielo, situada al sur. Tras cruzar ambas cuerdas el cáncamo, se anudan entre sí, logrando con ello que las dos cuerdas no puedan despasarse del cáncamo.



Figura III-151: Fotografía del sistema de cuerdas para la apertura y cierre de puertas.

Desde este punto se bifurcan y se desplazan cada una de ellas a cada uno de los cáncamos existentes junto a los vértices del rectángulo de la merma, donde se anudan su respectivo cáncamo; con el triple anudado se unen las dos cuerdas a la puerta sur. Todo el trayecto de las dos cuerdas, desde el lugar que ocupa el tramoyista hasta el cáncamo del bastidor, se efectúa descansando estas por encima del lienzo del cielo.

Las dos restantes, las de 6 mm, se extienden desde el mismo lugar que ocupa el tramoyista y, de igual modo que lo hacen las anteriores, por encima del lienzo del cielo, en dirección al bastidor y en busca de cada una de sus guías, lo que hace que ambas cuerdas se separen.

Una vez en el bastidor, cada una de las cuerdas, penetra por sus respectivas anillas sujetas al lado corto del bastidor de la puerta del lado sur; continúan buscando el primero de los cáncamos, pasando por el interior de su anilla; siguen hacia el norte, hasta alcanzar el siguiente cáncamo, traspasando también su anilla, alcanzan las anillas de las piezas con forma de L de la siguiente puerta, por cuyas anillas también pasan, hasta alcanzar, cada una de las cuerdas, la polea correspondiente a su guía. Una vez en la polea, rodean sus gargantas y giran 360°, regresando por el mismo trayecto que han venido hasta alcanzar la L con la anilla de la puerta del sureste donde, ambas cuerdas, tras pasar por el interior de la anilla, al igual que lo han hecho con el resto de ellas al regreso, giran 90° hacia el interior del bastidor y, tras encontrarse ambas cuerdas, aproximadamente a la altura del cáncamo, por donde penetran las otras dos cuerdas, estas dos últimas se anudan.

Para que las puertas reciban, por medio de las anillas sujetas a la pieza con forma de L, la fuerza requerida para su apertura y cierre, es preciso que las respectivas anillas se unan a las cuerdas que pasan por su interior. Ello se efectúa con un simple atado, con un hilo palomar, entre la anilla y la correspondiente cuerda. El anudado se efectúa en la puerta del sur a las dos cuerdas que regresan de la polea, y las anillas de la puerta norte lo hacen a las dos cuerdas que van hacia la polea, —ver figuras III-144 y III-151—.

Como se acaba de ver, los dos grupos de cuerdas tienen cuatro de sus extremos, los destinados a ser manipulados por el tramoyista, en la puerta del sureste y los extremos contrarios, del segundo grupo, tienen una doble misión: una es la de sincronizar en su movimiento, de forma inversa a ambas puertas, y la otra, la de cerrar de forma directa la puerta sur. En lo que respecta al primer grupo, tiene como única misión la de abrir la puerta sur y, por el hecho de estar ambas puertas sincronizadas, su movimiento invertido se lo transfiere a la puerta norte. Ambos movimientos se logran por medio del tramoyista que tira en cada momento, pue estira del grupo adecuado de cuerdas en el lugar que este ocupa, es decir, en la entrada a la plataforma por la puerta situada en suroeste desde donde las manipula a su voluntad.

3.7.4 EL MONTAJE Y DESMONTAJE DE LAS PUERTAS DEL CIELO

El procedimiento para efectuar el montaje se viene realizando año tras año del mismo modo. En primer lugar se monta el armazón encima de la plataforma, se suspende este de la cabria con la maroma controlada por el torno y, tras desplazarla por el aire y retirar la viga de cierre de puntas de las vigas de voladizo, se introduce por el hueco de la plataforma y se deja suspendida de esta, volviendo a colocar, en las puntas de las vigas de voladizo, la viga de cierre; seguidamente se cose el lienzo del cielo al bastidor correspondiente y, por último, se coloca la cortina circundante que cubre los laterales del hueco. Para efectuar el desmontaje, se efectúa del mismo modo pero invirtiendo la secuencia.

Se comienza disponiendo sobre la plataforma las cuatro tablas que forman el bastidor de fijación del lienzo, en la posición que han de quedar, coincidiendo con el hueco de la plataforma, que se forma con las cuatro tablas. Una vez ensambladas, se atan con la cuerda, que se hace pasar por los orificios que estas tienen en el lugar del ensamble. Por los cuatro orificios destinados al paso de los pernos se colocan estos que, por su situación, quedan justos en el hueco. Una vez han ensartado al bastidor se les coloca la palometa (tuerca) para evitar su caída. Si esto sucediese, caerían sobre el piso de la nave de la basílica a más de 24 m de altura y, aunque está colocada la red de seguridad, ésta no impediría el paso de los pernos.

Encima de este bastidor se colocan, en su posición, las dos guías de las puertas que son ensartadas por los pernos, tras sacarle las tuercas y volverlas a colocar. Se coge cada uno de los lados cortos del rectángulo y se ensambla en su lugar correspondiente con las guías; se traspasa cada uno de los ensambles con un tornillo; se le coloca la tuerca y se aprieta. A continuación se colocan encima de este bastidor y, ya en su posición, las piezas correspondientes al bastidor de las guías de las tablas de cierre, se vuelven a desatornillar las palometas y se ensartan, con los pernos, los dos lados cortos pertenecientes al rectángulo, procediéndose seguidamente, a atar cada uno de los vértices del bastidor para mantener a los lados en su posición.

Una vez ensamblados los tres bastidores y ensartados por los pernos, se colocan los dos bastidores que forman las puertas sobre sus guías, comprobando, manualmente, que estas se deslizan sin ningún tipo de impedimento; verificado este punto, se pasan las cuerdas por las poleas y los orificios de los cáncamos. Las cuerdas están liadas en una madeja para que el exceso de estas, que es el que se precisa para alcanzar la puerta del sureste y para el atado, no estorbe en este trabajo. Hecho esto, se atan las anillas que disponen las L de las puertas a la correspondiente cuerda —atado que se efectúa con hilo palomar—, se comprueba el adecuado funcionamiento y, si está todo bien, se dejan las madejas de las cuerdas sobrantes encima de los lienzos de las puertas.

Todo el montaje de la estructura, como se ha dicho al principio, se ha efectuado encima de la plataforma, teniendo bajo el mismo, el hueco destinado al paso de los aparatos aéreos. El siguiente paso, consiste en colocar la estructura suspendida de la plataforma. Para ello se cogen dos maromas; una de ellas se ata a los cuatro vértices del bastidor, correspondientes a las guías de las tablas de cierre, haciéndose de forma que, a este rectángulo, se le formen dos diagonales con la maroma. En el punto de intersección de las diagonales, el centro del rectángulo, se engancha el gancho de la maroma del torno de la Santísima Trinidad, efectuándole un atado de seguridad al gancho con la intersección de las maromas de las diagonales. La otra maroma se ata al rectángulo de las guías de las tablas de cierre, haciéndolo por los dos vértices del lado de poniente y atándola también a los dos pernos correspondientes. Para ello se pasa el chicote de la maroma por uno de los vértices y de este se pasa al otro, dejando el seno entre ambos pernos, y a continuación se dirige el chicote a buscar la parte principal de la maroma donde se efectúa un nudo del tipo denominado as de guía, con lo que queda una sola maroma tirando de forma equilibrada de los dos vértices superiores del armazón por la zona de levante. El otro extremo de la maroma se traslada a la ventana de levante, donde se colocan, asidos a ella, cuatro tramoyistas, desde donde van a tirar de la maroma cuando proceda.

ANÁLISIS DE LA TRAMOYA AÉREA DE LA FESTA O MISTERIO DE ELCHE

En esta disposición, se retiran las dos clavijas que mantienen unida a la estructura de la plataforma; la viga de cierre de las de voladizo, las vigas de borde y la de cierre de puntas, retirando esta última. Hecho esto, se vuelven a poner las clavijas en su posición, pero sin la viga de cierre, y se comienza a elevar el armazón completo de las puertas del cielo sobre la plataforma, haciendo uso, para ello, del torno accionado por dos tramoyistas. La operación viene guiada por cuatro tramoyistas situados sobre la plataforma, que lo tienen asido con sus manos, todo ello sin tiro alguno por parte de los tramoyistas situados en la ventana de poniente —ver figura III-140—.

Al comenzar el ascenso se verifica que todo el conjunto queda en suspensión del bastidor, atado a la maroma del torno a través de los cuatro pernos. Estos han de pasar a ponerse tensos y sujetar, con sus cabezas y las tuercas, todo el armazón. Cuando esto sucede, comienza a elevarse la estructura y a separarse de la plataforma. A partir de este momento, los tramoyistas situados en la ventana de levante, comienzan a tirar de la maroma con lo que la estructura comienza a perder su verticalidad y a trasladarse hacia el exterior de la plataforma. Una vez está fuera completamente de la plataforma, se desciende lentamente la estructura, hasta que los dos bastidores inferiores queden por debajo de ella —ver figura III-152—.

A partir de este momento, los tramoyistas de la ventana de levante sueltan maroma y los que la están guiando desde la plataforma la van conduciendo de forma que los cuatro pernos penetren por el hueco existente entre las dos vigas de voladizo —ver figura III-152—. Una vez completamente dentro se



Figura III-152: Fotografía del armazón en alto, suspendido de la cabria, y tirando de él los tramoyistas situados en la ventana de poniente.



Figura III-153: Fotografía de tramoyista montado sobre el aparato de la coronación cosiendo el cielo al bastidor correspondiente.



Figura III-154: Fotografía de la nueva forma que toma el lienzo una vez sujeto al bastidor de sujeción del cielo.

desciende el armazón hasta que el bastidor de las guías de las tablas de cierre, descansa sobre el piso de la plataforma. Con la ayuda de palancas se retiran todas las maromas que se han empleado y que han quedado pinzadas entre la plataforma y el bastidor. Con las mismas palancas se posiciona, en su lugar preciso, de forma definitiva. El paso que sigue es cerrar las vigas de voladizo con la correspondiente viga de cierre y la colocación de las dos clavijas que bloquean los dos nudos.

Con la ayuda del aparato aéreo de la coronación, suspendido de la cabria con su maroma y su torno correspondientes, un tramoyista, sentado en su puesto central y atado con una cuerda al aparato, es llevado, soltando maroma del torno, hasta la altura del bastidor de sujeción del lienzo del cielo. El tramoyista, ayudado de una pértiga para alcanzar el lienzo del cielo, que queda a un nivel inferior, eleva dicho lienzo, hasta la altura del bastidor. Este mismo tramoyista es quien con una cuerda, hace bucles con ella, los pasa por los agujeros de los ojetes del lienzo y los engancha al correspondiente cáncamo. Con ello, va sujetando uno tras otro cada uno de los ojetes que contiene el lienzo, a su correspondiente cáncamo del bastidor, hasta completar la totalidad —ver figura III-153—.

Las madejas de cuerda sobrante que se han dejado encima de las puertas, se deslían y se trasladan sus extremos hasta el lugar que ocupa el tramoyista encargado de accionarlas para abrir y cerrar puertas, extendiéndolas por encima del lienzo del cielo. Se efectúa la comprobación definitiva de su buen funcionamiento y verificando si el atado del cielo ha generado deformaciones sobre el bastidor de las guías que impidan que las puertas abran y cierren con facilidad; de no ser así es el momento de solucionarlo.

Por último, de los cáncamos dispuestos en el bastidor de las guías de las tablas de cierre, se cuelga la cortina de lienzo azul, que va a cubrir los laterales de las vigas de voladizo y la totalidad de las caras interiores del hueco.

3.8 LOS APARATOS AÉREOS

Cuánto se ha descrito hasta ahora no tiene más razón de ser que el poder poner en escena a los tres aparatos aéreos que van a intervenir durante la representación de la *Festa* o Misterio de Elche: la *Granada*, *Mangrana* o *Núvol*, el *Araceli* o *Recélica* y la Santísima Trinidad o Coronación, permitiendo con ello disponer el cielo en altura.

3.8.1. LA GRANADA, MANGRANA O NÚVOL²⁴

Con este nombre se conoce al aparato con el que desciende, desde el cielo hasta el *cadafal*, el ángel, con la palma dorada cogida en su mano, anunciando a la Virgen María su muerte para el tercer día y al que María le suplica por la

²⁴ Véase Francesc MASSIP I BONET, *op. cit.*, p. 31. Y José POMARES PERLASIA, *op. cit.*, p. 32.



Figura III-155: La *mangrana* entrando en escena. La puertas del cielo están abiertas y sobre la plataforma se ven a los tramoyistas en tendido prono sobre las tablas de trabajo controlando el paso del aparato por el hueco.

venida de los Apóstoles. Una vez cumplida su misión y entregada la palma a la Virgen, regresa al lugar de partida, el cielo²⁵.

La primera muestra que tiene el espectador del funcionamiento de la tramoya aérea, se produce tras la apertura de las puertas del cielo para dejarle paso, en su camino de descenso, en dirección hacia la tierra. Ésta es la de un sólido con forma de elipsoide de revolución u esferoide prolato²⁶ ligeramente truncado por su polo superior y con unos adornos colgando del polo inferior, suspendido de una maroma de color azul, que desciende lentamente a una velocidad próxima a los 0,05 m/s.

El sólido está pintado de color granate, con cenefas y dibujos con diferentes geometrías, en colores verde lima, verde hierba y amarillo oro y otros dibujos con forma de espigas y racimos de color amarillo oro. Ocho rosetones circulares en relieve y pintados de color dorado, están repartidos uniformemente alrededor de su ecuador y ocho adornos en relieve, asemejando ramos de flores dorados alrededor del círculo polar inferior. De su polo inferior pende un casquete esférico, y de éste, a su vez una borla, cubiertos ambos con láminas de oropel. Con todo ello el aparato tiene una altura total de 3.303 mm, de los cuales 1.850 corresponden al elipsoide. El

²⁵ Joan CASTAÑO GARCÍA, *La Festa o Misteri d'Elx. Guía de la festividad de Nuestra Señora de la Asunción*, Patronato del Misteri d'Elx, Elche, 2012, p. 37.

²⁶ Julio REY PASTOR, *Curso de cálculo infinitesimal*, Argentina, 1962, p. 227.

diámetro máximo lo alcanza en el ecuador del mismo, donde tiene 1.329 mm. —ver foto III-155—.

Tras rebasar las puertas del cielo y según desciende, sin alterar en ningún momento para ello su velocidad, descompone la superficie que lo envuelve en ocho husos de elipsoide, conocidos como alas. La descomposición se efectúa pasando los usos de la posición vertical en que se encontraban, debido a su peso y correspondiente a la posición de cerrados, a una posición horizontal. Para efectuar el cambio, cada uno de ellos gira sobre su parte superior un ángulo de 90°, respecto al polo superior, y gracias a unos tirantes que disponen las alas. Alcanzada la posición de alas abiertas estas quedan sujetas durante todo el trayecto de ida y vuelta. El casquete y la borla de oropel, que están suspendidos de la parte inferior del aparato, permanecen en su posición original. Acto seguido se cierran las puertas del cielo —ver figura III-156—.

Tras la apertura de las alas el aparato muestra su interior, el cual está completamente recubierto por miles de láminas de oropel y un sitial central ocupado por un ángel de pie con una palma, también recubierta de oropel, asida a su mano derecha. La *Mangrana*, acompañada de disparos de cohetes, volteo de campanas, sones del órgano y aplausos del público, termina de entrar en escena.

Avanzados unos metros y, tras producirse el silencio en el templo, el niño abre un pañuelo que lleva repleto de oropel, hecho confetis, y lo deja caer, generando una lluvia dorada. A continuación, el ángel comienza a cantar saludando a María y anunciándole que Cristo ha oído sus suplicas y accede a sus deseos.

En distintos puntos de la basílica existen instalados focos de luz blanca que, tras intensificarla, es dirigida al interior del aparato; esto se hace incluso desde el interior del *cadafal*, justo en la vertical de su trayectoria. Las diferentes luces inciden sobre las láminas de oropel, tanto las del interior del aparato como las que el ángel ha dejado caer. Estas luces son reflejadas en todas las direcciones. Esta imagen, de especial belleza, hace de ella uno de los iconos más divulgados de la *Festa* o Misterio de Elche.

Finalizado el descenso del aparato y alcanzado el *cadafal*, los ángeles pertenecientes al cortejo de la Virgen, se desplazan hasta el punto de su llegada, donde ayudan al recién llegado a soltarse de los elementos de seguridad que le unen al aparato. Tras descender de él, sin soltar la palma, el ángel se desplaza hacia donde se encuentra la Virgen María, ante la que se arrodilla y, tras poner la palma en posición horizontal, besarla y pegársela a su frente, se la entrega a la Virgen. María, con el mismo ritual, toma la palma y expresa al enviado de Cristo un nuevo deseo: que en el momento de su muerte estén presentes los apóstoles.

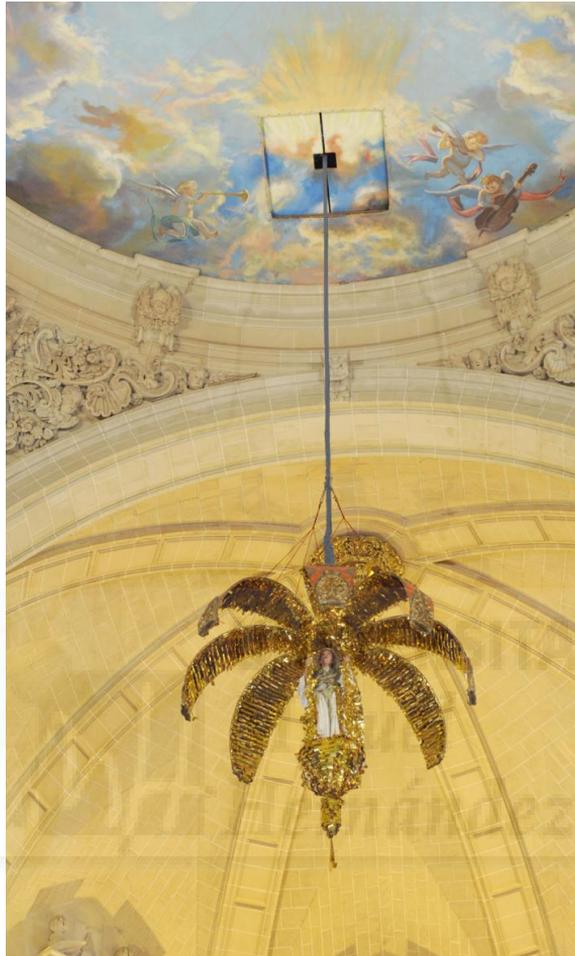


Figura III-156: la *mangrana* en escena con las alas desplegadas.

Tras escuchar a la Virgen el ángel es ayudado a subir nuevamente al aparato, por el mismo cortejo, a sujetarse al mismo, e inicia su ascenso. Durante la subida el ángel canta la confirmación de los deseos efectuados por la Virgen María.

Alcanzado el cielo se abren nuevamente las puertas de este, se cierran las alas del aparato, vuelven a sonar las campanas, suena el órgano, el público aplaude y los cohetes estallan en el aire. El ángel ha cumplido su misión.

3.8.1.1. EL APARATO

La imagen que les queda a los espectadores del aparato es la mostrada en las fotografías precedentes, sin embargo, cuando el aparato ha traspasado las puertas del cielo, ya en su interior, sin su ocupante y despojado del oropel que

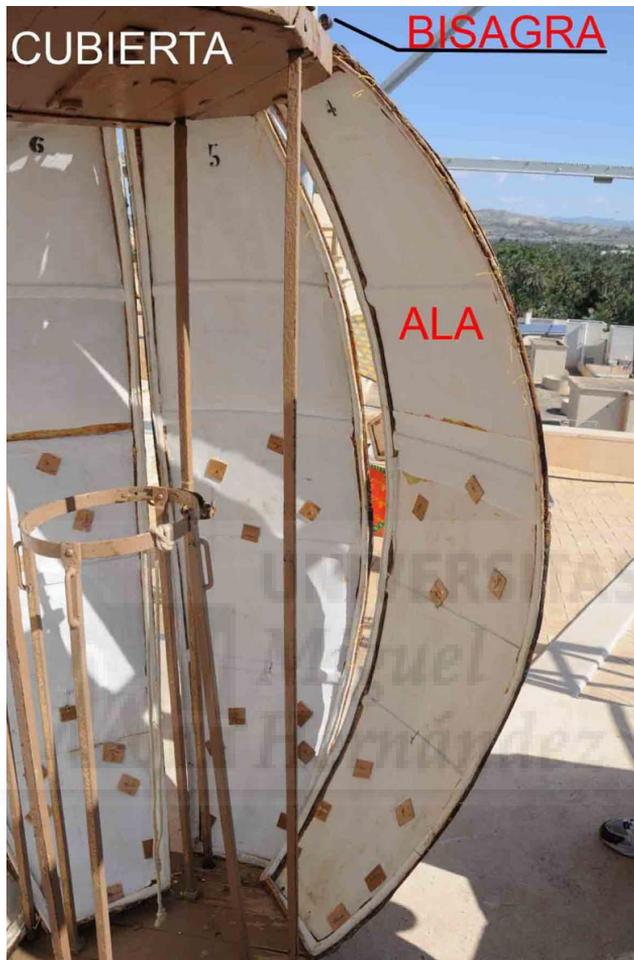


Figura III-157: Interior de la *mangrana* sin el oropel que la adorna.

lo engalana, la imagen es otra muy diferente como podemos ver en la figura III-157. Vistas estas se pueden distinguir dos partes completamente diferentes: el bastidor y la cobertura.

El bastidor, se compone de dos prismas rectos de ocho lados, contruidos de madera y separados por cuatro pilares de acero forjado, y que son los encargados de mantener la separación entre ambos. Sujeto al prisma de la base se elevan otros cuatro pilares, que finalizan a un poco más de media altura en un arnés, para sujetar en su interior al ángel y garantizar su seguridad. Por otra parte, se encuentra la cobertura compuesta por ocho alas con forma de sector de elipsoide de revolución; cada una de ellas está formada por un bastidor de acero forjado, encargado de darle la forma, sobre

el que se sujeta un lienzo de lona pintado y al que se le fijan las figuras en relieve construidas con papel maché. Para un mejor análisis de sus partes se va a explicar una a una y a lo largo de diferentes puntos.



Figura III-158: Bastidor completo con la cubierta y la base vistas por el exterior.

Eliminada la ornamentación perteneciente al prisma de la base, se puede observar que el elipsoide también queda truncado por el polo inferior, lo que hace que los usos queden también truncados por ambos extremos como se puede apreciar en sus alas.

3.8.1.1.1. EL BASTIDOR

Es la parte sobre la que se sustenta todo el conjunto. Sobre él descansa el ángel, soportando su peso y el de la cobertura. Está construido con piezas de madera y acero forjado, con una constitución bastante robusta; sin embargo, desde el punto de vista de su resistencia mecánica, resalta la desproporción entre sus elementos y la poca eficacia de algunos componentes del diseño.

Lo componen dos prismas rectos regulares de ocho caras contruidos con madera. El prisma superior, la cubierta, dispone de unas anillas unidas él y que se destinan a efectuar el enganche del aparato a la maroma de la que se suspende.

Por otra parte, la base superior del prisma hace de soporte para la sujeción de los elementos de articulación de las alas, situándose cada una de ellas en cada una de las caras laterales del octaedro. Por esta articulación es por donde efectúa cada ala su giro.

En el prisma inferior, el que forma la base del aparato, hay un contrapeso que impide perder su verticalidad. A la base se unen también cuatro pilares de menor altura que los principales, que permiten sujetar al niño que encarna al ángel, con el fin de que, durante el desplazamiento, el riesgo sea mínimo. Para una mejor descripción se llevará a cabo de forma separada para cada una de las partes que lo componen.

3.8.1.1.1. LA BASE

Podemos considerar que la compone un prisma recto regular²⁷ de ocho caras, cada uno de 52 mm de altura y una longitud de arista básica de 254 mm. Construido con siete piezas de madera de diferentes tamaños, se mantienen unidas por medio de dos pernos de acero que ensartan a las siete piezas de madera a través de unos orificios efectuados previamente al conjunto y que se



Figura III-159: Vista de la base por el interior, se pueden ver los pilares principales, al exterior, y los del arnés en el interior con unos toques en la base. En la cara del prisma los tornillos de sujeción de las tablas que forman la base.

²⁷ La realidad es que algunas caras tienen medidas ligeramente diferentes.

extiende entre dos caras diametralmente opuestas del octaedro. Los pernos de $\frac{1}{2}$ pulgada de diámetro (12,2 mm) y una longitud total de 600 mm para cada uno, tienen uno de sus extremos roscado y el opuesto con cabeza redonda. Sobre el polígono se disponen paralelos entre sí y a las apotemas de las dos caras por donde se han practicado los orificios. La separación entre ellos es de 220 mm, quedando este espacio dividido por las apotemas. Tanto al comienzo como al final, donde se sitúan la cabeza y la tuerca de los pernos, a las piezas de madera se les ha recrecido su diámetro al efecto de que, tanto las cabezas como las tuercas y arandelas queden albergadas en su interior, impidiendo, con ello, la existencia de salientes de la madera.

Dos pletinas de acero forjado con sección rectangular de 38x8 mm y 742 mm de longitud cada una, tienen sus extremos doblados en una longitud de 55 mm, formando un ángulo de 90°. Las pletinas se encuentran unidas entre sí por su centro, formando sus ejes longitudinales un ángulo de 90°. La cruz, así formada, queda colocada en la cara inferior del prisma octagonal de forma que los cuatro extremos doblados lo hacen hacia arriba, abrazando a cuatro de las ocho caras del prisma, siendo dos de ellas las piezas de maderas extremas por donde están las cabezas y las tuercas de los tornillos que las ensartan.

A las pletinas se le practicaron cuatro orificios de sección cuadrada que quedan junto al punto donde la pletina efectúa el doble hacia arriba y junto a la cara del prisma. Por estos orificios pasan los pilares principales que unen la base con la cubierta. Separados de estos, hacia el interior y a una distancia de 100 mm de los primeros, se le practicaron cuatro orificios más, destinados a la sujeción de los cuatro pilares auxiliares que soportan el arnés. Sobre la cruz descansa el octágono de madera y al conjunto formado por ambos, se atornillan los cuatro pilares del arnés.

Por debajo del prisma y de la cruz, se sitúa un disco de plomo de 330 mm de diámetro y 43 mm de altura, con un peso aproximado de 35 daN. La pieza se encuentra unida al octágono, mediante cuatro pernos de 10 mm de diámetro de cabeza redonda, que traspasan las maderas y la pieza de plomo, y con cuatro tuercas se bloquea el conjunto. Tiene la misión de estabilizar el aparato ante las acciones del aire sobre sus alas.

Por último, un cilindro de acero de 34 mm de diámetro externo, 27,6 mm interno y 200 mm de altura, soldado a un disco de 80 mm de diámetro y 4 mm de espesor, con cuatro orificios equidistantes que permiten, mediante cuatro tornillos de 5x35 mm de rosca de madera, unirlo a las piezas de madera de la base. Este tubo, con la posición vertical que adopta, tiene la función de acoger el nervio central de la base de la palma que traslada el ángel —ver figuras III-158 y III-159—



Figura III-160: Vista de la cara interior del prisma que forma la cubierta. Pueden verse las tuercas de los pernos que sujetan las maderas que las forman y la pletina de sujeción de los cáncamos con las anillas.



Figura III-161: Vista de la cara lateral del prisma que forma la cubierta. Pueden verse las tuercas de los pernos que sujetan las maderas que las forman, la pletina de sujeción de los cáncamos con las anillas y por la parte superior las bisagras que articulan las alas.



Figura III-162: Vista superior del prisma de cubierta, se pueden ver con detalle: el puente de sujeción, los cáncamos con la argolla, las bisagras, las tuercas de sujeción de los pilares y los refuerzos del punto de sujeción de pilares y el refuerzo de las tablas.

3.8.1.1.2. LA CUBIERTA

Es la que realmente soporta todo el conjunto del aparato. A ella se le engancha la maroma, se le fijan las alas que forman la cobertura y de ella queda suspendida la base donde descansa el ángel. La cubierta y la base quedan montadas, en planos paralelos y separados entre sí, dejando un hueco entre ellas de 1.590 mm y que corresponde al útil para la ubicación del ángel.

Se compone de un prisma recto regular de ocho caras, construido con tres piezas rectangulares y cuatro trapezoidales hechas de madera, que una vez juntadas entre sí, se unen con dos pernos y tuercas que las ensartan, tomando la forma de octágono regular recto, igual al de la base, pero con una altura ligeramente menor en dos milímetros —ver figuras III-160 y III162—.

Tras haber sido ensambladas las distintas piezas de maderas que componen el polígono, por su base inferior y por las dos caras contiguas, a cada una de la que queda paralela a los pernos que las ensarta, se disponen dos refuerzos metálicos de acero forjado, formado, cada uno de ellos, con pletina de acero de 47x4 mm con forma de U y que abrazan el conjunto.

La pletina con forma de U tiene la particularidad de que los dobles de los laterales que forman la U se efectúan, en lugar de a 90° con respecto al eje y 90° respecto a la superficie de la pletina, lo hacen a 90° con respecto a la superficie y 45 con respecto al eje longitudinal de la pletina en un extremo y formando 130° en el opuesto. De este modo, coinciden los laterales de la U, una vez abrazado el conjunto de tablas, con las dos caras laterales contiguas a

la que lo hace por debajo. Ambas piezas son simétricas al efecto de que, una vez colocadas cada una de ellas en la parte correspondiente, encajen adecuadamente. La unión a las maderas del prisma se efectúa mediante clavos de acero forjado.

Para enganchar el aparato a la maroma se sujetan sobre la base superior del prisma que forma la cubierta, tres piezas que garantizan la unión entre ambos. Por un lado se encuentra una pieza de acero forjado con forma de puente -una U invertida- en cuyo centro existe un pliegue y otra U invertida, de menor tamaño que el anterior, que se eleva sobre ésta. El primer puente se sujeta al prisma y en el segundo se introduce el gancho de la maroma. A este sistema de enganche se le unen dos cáncamos, situados cada uno a un lado del puente y formados con redondo de acero forjado. Los cáncamos se encuentran unidos al prisma de madera mediante una tuerca roscada al extremo del cáncamo opuesto al de la anilla. La anilla del cáncamo cierra a otra anilla, de mayor diámetro, que facilita el paso de una gruesa maroma para su anudado.

Con pletina de sección rectangular y de dimensiones variables se forma la primera pieza con forma de puente. En el centro se formó, con la forja, una U invertida de 106x38 mm de medidas externas, que queda posicionado sobre la base superior del prisma, con su clave centrada en el eje de éste. A este puente se le dejó, en su interior, un hueco de 70x30 mm para albergar el gancho que porta la maroma. Los extremos inferiores de este puente fueron doblados en ángulo recto hacia el exterior y la pletina se extendió hasta alcanzar la arista de la base. En este lugar, cada una de las pletinas se volvió a doblar hacia abajo otros 90°, extendiéndose su longitud a lo largo de la totalidad de la altura del prisma. Alcanzada la arista de la base inferior, la pletina volvió a doblarse hacia el interior, formando otro ángulo recto, y extendiéndose hacia el interior en 28 mm. Con ello la pletina que forma el puente abraza el prisma entre dos caras laterales separadas entre sí 600 mm y entre las dos bases. Se da la coincidencia que las dos caras laterales que se abrazan son las correspondientes a las dos caras por donde penetran los pernos quedando, por tanto, el puente paralelo a los pernos y equidistante con ellos. Dos orificios efectuados a la pletina que forma el puente y situados cada uno a un lado del puente central y a 88 mm de su centro, traspasan al prisma de madera. Desde la base inferior se penetra por cada uno de ellos un tornillo de ½ pulgada (12,4 mm) con cabeza redonda y que sujetan, con una tuerca cuadrada de 21x21 mm y 11 mm de espesor, el puente al prisma —ver figuras III-160 y III-162—.

Separado 120 mm de cada lado de la pletina que forma el puente descrito y situados en un eje perpendicular a él, que pasa por su punto medio, se sujetan dos cáncamos al prisma de madera. Cada uno de ellos está construido con acero forjado de ½ pulgada (12,5 mm) de diámetro y con una longitud de 75 mm para el perno y un diámetro para la anilla que se le une de 41 mm. La anilla

del cáncamo encierra con ella otra anilla, formada con el mismo tipo de acero y grosor, con un diámetro exterior de 93 mm. El extremo del perno se encuentra aterrajado y tras haber practicado dos orificios que traspasan la madera del prisma, pasarlos por ellos y colocar por su base inferior una pletina, ésta, de sección rectangular de 44x10 mm y 400 mm de larga y con dos orificios coincidentes con los practicados a la madera que forma el prisma, son sujetos con una tuerca hexagonal de 35 mm de lado y 10 mm de espesor, enroscadas al extremo del perno que se encuentra aterrajado.

Sujetos a la base superior del prisma y dispuestos dos por cara lateral, se reparten dieciséis quicios, que van a permitir que cada una de las alas gire con respecto a la cubierta. Cada uno de los quicios está hecho con acero forjado y consisten en una pletina de aproximadamente 110 mm de larga y sección rectangular de 30x4 mm. En uno de sus extremos se le formaron dos tubos de 8 mm de longitud y 8 mm de diámetro interior y 16 mm de diámetro exterior. Cada uno de los tubos se sitúa a lo largo de un extremo de la pletina, dejando entre ellos un hueco de 14 mm y quedando los ejes de ambos tubos alineados entre sí y, a su vez, estos con los dos tubos de su pareja, en cada una de las caras. Repartidos a lo largo de la pletina y en su eje longitudinal, se practicaron, a cada una de ellas, tres orificios que son utilizados, tras pasar un clavo por ellos, para sujetar el quicio al prisma de madera —ver figura III-162—.

Por último, en la referida figura, se pueden ver los cuatro refuerzos compuesto, por una pletina de acero forjado de 151x38 mm y 5,7 mm de espesor, con tres orificios, uno de 19,5 mm de diámetro, situado en su mismo extremo y otros dos de diámetro inferior; están sujetos en la dirección de la apotema de las aristas impares del polígono. El orificio del extremo, coincide con otro idéntico efectuado a la madera del prisma y va a permitir pasar, por el interior de cada uno de ellos, un pilar de los destinados a mantener la separación entre la cubierta y la base del bastidor. Los refuerzos se sujetan al prisma de madera mediante clavos de acero hincados en ésta.

3.8.1.1.1.3. LOS PILARES PRINCIPALES

La base y la cubierta mantienen su separación de forma estable, durante su funcionamiento, mediante cuatro barras de acero forjado, de sección rectangular de 18x18 mm y una longitud total de 1770 mm. En sus extremos superiores, la sección se convirtió en redonda, habiendo sido aterrajada con rosca de 15 mm de diámetro y en el inferior se le ha formado una cabeza cuadrada de 36x36 mm que hace de tope sobre la cruz de la base. Estos extremos ensartan al prisma que compone la base y la cubierta a través de sus correspondientes refuerzos de la cruz en la base y pletina en la cubierta. Tras ello, se les colocó una tuerca de acero de 39x39 mm y 15 mm de grosor,

encargadas de mantener el bastidor en su posición. En algún momento, las tuercas se aseguraron a los pilares mediante soldadura eléctrica

3.8.1.1.1.4. EL ARNÉS

Para asegurar la posición del ángel en el aparato se le sujetó a la base de su bastidor un arnés que permite inmovilizar a su ocupante.

Arrancando desde la base del aparato se elevan cuatro barras, a modo de las aristas laterales de un tronco de pirámide, que quedan cerradas por sus extremos superiores con las tres cuartas partes de una semicircunferencia. Esta queda complementada con otra media que está articulada con ella mediante una bisagra. De este modo, y gracias a la flexibilidad del acero que compone la pletina, quedando la primera fija, se puede ajustar la segunda mediante su apertura o cierre, regulando con ello el espacio existente entre ambas piezas a la cintura del niño que lo ocupa —ver figura III-158—.

Desde la cruz de refuerzo, situada bajo el prisma de madera que forma la base, arrancan cuatro pilares formados con acero forjado de 18x18 mm de sección y 1.060 mm de longitud total. La sujeción se efectúa por su extremo inferior, donde estos cambian la sección de cuadrada a redondeada y, posteriormente, se aterrajaron de forma análoga a como se hizo con los pilares principales. Estos extremos, roscados con rosca 15 mm de diámetro, se sujetan por debajo de la base a la cruz de refuerzo, con tuercas iguales a las de los pilares —ver figura III-158—

A diferencia de los pilares principales, estos disponen de un tope situado a 90 mm por encima del extremo roscado y que se queda por encima del prisma de madera. El tope está formado por una pieza con sección cuadrada de 35x35 mm y unos 20 mm de altura y sujeta a los pilares.

En la base la separación entre los pilares es de 390 mm y, de 275 mm a la altura de la circunferencia. Esto se debe a que, a continuación del tope, los pilares se curvan hacia el interior, al efecto de reducir la distancia de separación en sus extremos. A una altura de 970 mm del prisma, con las tres cuartas partes de una circunferencia, formada con pletina de acero de 25x4 mm y un diámetro que, gracias a su flexibilidad, puede variar entre 270 y 285 mm, se cierran los cuatro pilares. La unión entre los pilares y la semicircunferencia se efectuó con cuatro roblones, uno por pilar, tras haber cambiado la sección de la cabecera del pilar de cuadrada a rectangular..

La semicircunferencia fija tiene sujeta, por su periferia externa y en el extremo opuesto al articulado con la otra semicircunferencia, una orejeta formada por una pletina de 21,5x4 mm y 23 mm de larga, con uno de sus extremos redondeado y un orificio de 8 mm de diámetro. La orejeta queda con su orificio



Figura III-163: El arnés sujeto por la parte superior de los pilares pequeños..

en el mismo plano que lo hace la que contiene a la semicircunferencia fija y la móvil. La semicircunferencia móvil dispone por el extremo opuesto, al que está abisagrado, de tres orificios con forma rectangular, de 11x4,5 mm, hechos sobre la pletina y dispuestos longitudinalmente sobre su eje, los cuales entran perfectamente en la orejeta sujeta al extremo fijo —ver figura III-163— .

Tras cerrar la semicircunferencia móvil sobre la fija, se busca cuál de los tres orificios se corresponde con el espacio que dejan ambas semicircunferencias, ajustadas estas a la cintura del niño que interpreta el ángel, y se ubica ahí en ese orificio. Una vez hecho esto y traspasada la orejeta al ojal, se introduce el pasador rotatorio con forma de gancho que corresponda al ojal, de los tres que se dispone, se cierra con el correspondiente, disponiendo de uno para cada uno de los orificios. En estas condiciones el niño que ocupe el interior de la circunferencia, no puede moverse de esta posición si previamente no se ha soltado el pasador de la anilla y retirado el orificio de la orejeta.

3.8.1.1.2. LA COBERTURA

Es la envolvente de todo el aparato y el que le da la forma de elipsoide de revolución truncado en sus polos. Está compuesto por ocho usos de elipsoide, u ocho gajos cortados en planos que pasan por el diámetro principal del elipsoide y que se conocen con el nombre de ala. Una vez montadas, cada una de ellas, queda suspendida de cada una de las caras laterales del prisma octogonal, y lo hace de los quicios que sobre su base superior se dispusieron.



Figura III-164: Vista de una de las alas que forman la cobertura de la mangrana.



Figura III-165: Sistema de sujeción entre los quicios sujetos a la cubierta y los sujetos a las alas.

Cada una de las alas se une a cada cara del prisma octogonal mediante una articulación, formada por una bisagra doble y desmontable. Esto permite retirar las alas del bastidor y facilitar con ello las labores de mantenimiento y preparación del aparato. La articulación se efectúa entre la arista de la cara superior del prisma, donde se encuentran sujetos los quicios de la base, y la arista superior del ala, donde se encuentran los quicios de las alas, que hacen pareja con los anteriores. Colocados los cilindros del prisma, alineados sus ejes con los de las alas, se hace pasar un eje, con forma de cáncamo, por cada tres que forman el grupo —ver figuras III-162, 165 y III-167—. En la anilla del

CAPÍTULO III: EL CIELO O TRAMOYA AÉREA

cáncamo se sujeta una cuerda, cuyo adecuado atado garantizará la inmovilización del eje en su posición.

Por el peso del ala y por la posición de la bisagra, la posición natural que adoptan las alas, cuando el aparato está suspendido de la maroma, es completamente hacia abajo en posición vertical. En esta posición, todas ellas colgando, los ocho se juntan y forman la figura geométrica mencionada.

Las alas están formadas por un bastidor metálico, que se encarga de darle la forma geométrica referida, el cual se ha revestido de una lona de algodón que ha sido decorada con pinturas al aceite. Sujeto al bastidor, cada una de las alas, dispone dos anillas destinadas a la sujeción de los tirantes para permitir con ello cambiar del estado de posición de las alas y pasarlas al de apertura— ver figura III-164—.



Figura III-166: vista de la cobertura sin lienzos.

3.8.1.1.2.1. LOS BASTIDORES DE LAS ALAS

Son los encargados de mantener la forma geométrica del aparato. Tiene la forma que correspondería a la superficie externa de un huso de elipsoide al que se le han truncado sus dos polos, por lo que los estos también quedan por sus extremos truncados.

Como podemos ver en la figura III-166 se encuentran construidas con pletinas de acero forjado, trabajo en el que se evidencia la falta de destreza de su constructor. Su sección es rectangular y muy irregular y se aprecian las marcas de los golpes del martillo en su superficie, están construidos a tramos y unidos con dos remaches cada dos. El número de tramos va de cuatro a nueve según el ala —ver figura III-168—.

Cada una de las alas está formada por ocho piezas diferentes que han sido ensambladas entre sí por simple superposición y, posteriormente unidas entre ellas, previa formación del orificio y posterior roblonado. La distancia entre los polos truncados del elipsoide es de 1.770 mm y es la que corresponde a la distancia entre los extremos de las alas. En estos puntos, las alas tienen una anchura de 236 mm la superior y 260 mm la inferior. La longitud del arco externo que las une es de 1.850 mm. La altura que toman los arcos en su centro es de 364,5 mm y su anchura en este punto de 552 mm.

La pletina que cierra los arcos por sus extremos, es de 32,4x4 mm y la que forma los arcos, de 28x5 mm. Entre los extremos de cierre se disponen cuatro refuerzos paralelos a estos, cuyas longitudes, de arriba abajo son de: 460mm, 552 mm, 552mm y 470 mm; y separados entre ellos y en el mismo orden: 420 mm, 277 mm, 275 mm, 262 mm y 442 mm. Estas cifras no son para todas las alas por igual, variando de unas a otras.



Figura III-167: Parte superior de un ala en el que se puede apreciar el ensanche de uno de sus extremos, donde se une a un trozo de pletina, la forma de la unión con dos roblones, y los dos quicios del ala con su forma de unión.



Figura III-168: Detalle de empalme en el lateral del bastidor del ala. En primer plano, la arista lateral izquierda del ala número 8 compuesta por nueve trozos de pletina empalmada.

Las pletinas que cierran los arcos, tienen sus extremos prolongados en anchura y pasan a tener de 32,4 mm a 55 mm y su anchura de 27 mm, lo que permite que el solape con el arco sea más resistente. Esta unión se efectúa con sendos remaches, separados entre ambos 19 mm ver figura II-167. Esta misma pletina hace de quicial para sujetar cada una de las dos partes de las bisagras que le corresponde a cada ala, quedando separadas entre ellas 125 mm. Cada pieza la compone una pletina con un extremo de 10 mm de anchura, que ha sido redondeado, dándole forma de cilindro de 8 mm de diámetro y 18 de exterior. La pletina continúa con esa medida, 10 mm, ensanchándose durante todo el espacio y va a quedar solapada con la pletina de cierre de los arcos y que hace de quicial. La sujeción de la pletina con el cilindro se efectúa al quicial con sendos remaches de acero —ver figura III-167—.

El acero que compone el bastidor no dispone de ningún tratamiento contra la corrosión. Para sujetarle el lienzo que lo cubre se le lió, formando una espiral que se superpone y extiende a todas las pletinas que componen su bastidor, una cinta de 45 mm de anchura, formada con lienzo de algodón de 0,45 mm de espesor.

3.8.1.1.2.2. EL LIENZO

Está formado por una lona de algodón de 700 g/m² con un grosor aproximado de nueve décimas de milímetro. El tejido fue cortado con un excedente sobre la medida exacta de 20 mm y todo ello alrededor del bastidor —ver figuras III-169 y III-170—. La lona, una vez colocada sobre la parte exterior del bastidor, se fue solapando sobre éste y cosiendo al lienzo de algodón con el que, previamente, se había vendado las pletinas. Los puntos dados en la unión, consistentes en una hilera de puntos inclinados y separados 14 mm, son del



Figura III-169: Lienzo del ala nº 2.



Figura III-170: Sistema de sujeción del lienzo al bastidor, este se ve con el lienzo arrollado en espiras y el lienzo principal doblado sobre el bastidor y cosido a la venda. Arrancado del bastidor esta el cerco adherido con la cola para sujetar al orpel.

tipo denominado “punto de dobladillo”, hecho con hilo de lino de 0,6 mm de diámetro.

No se le aprecia tratamiento previo de apresto o imprimación, aplicado antes de las pinturas que lo embellece. Las pinturas utilizadas fueron al aceite disueltas en aguarrás, para darle mayor fluidez.

Un cerco de lienzo adherido con cola de contacto a la junta formada entre el lienzo y la venda del bastidor, permite coser de forma temporal los lienzos con orpel que adornan el aparato. Un lienzo blanco cubre todo el anverso del ala, sujetándose a ésta con adhesivo.

3.8.1.1.2.3. LAS FIGURAS EN RELIEVE

Dos grupos de figuras en relieve se reparten por la superficie externa del aparato. Uno de ellos está formado por rosetones que representan un pistilo en el centro y ocho pétalos a su alrededor. La figura está pintada en color amarillo oro y retocada con betún de Judea. Ocho rosetones iguales se reparten en el centro de cada una de las alas a la altura del ecuador del paraboloides —ver figura III-171—.



Figura III-171: Rosetón central.

Alrededor del círculo polar inferior se reparten, en cada uno de los extremos del ala, ocho figuras en relieve. Están compuestas por medio rosetón, idéntico al descrito anteriormente, que se une a lo que podría ser un ramo de flores con ramas y hojas, acabados con el mismo tono de color que los rosetones centrales —ver figura III-172—.

Las figuras están construidas con papel maché, montado sobre una tabla de madera que se utiliza para sujetar el conjunto al bastidor metálico del ala. En alguna reparación los deterioros que se produjeron en el papel maché fueron repuestos con escayola, lo que hace que, al ser ésta tan quebradiza, frecuentemente se tenga que estar repintando las figuras en relieve.



Figura III-172: Figura en relieve situada en la parte baja del ala.



Figura III-173: Estado del rosetón tras la retirada de todo el maquillaje. Parte de papel maché.

3.8.1.1.2.4. LOS TIRANTES

A una distancia variable para cada una de las alas, pero del orden de 700 mm del eje que las articula, en el bastidor y coincidente con el segundo travesaño



Figura III-174: Anilla de sujeción de uno de los tirantes al ala.

de refuerzo del ala, contado desde la ubicación de la bisagra, están sujetas al bastidor, de cada una de las alas, las dos anillas que son el punto de enganche para los tirantes que efectuarán el tiro para abrir las alas, pasando del estado de cerradas a abiertas —ver figura III-174 y III-164—.

Los tirantes están formados por hilo de cáñamo de 5 mm de diámetro, que se atan uno a cada anilla, con lo que se tienen dos por cada ala. Se forman dos grupos de tirantes independientes, encargados de actuar cada uno de ellos sobre la mitad de las alas. Así tenemos, para cuatro de ellas, se parte de un hilo de cada una de las anillas, el cual asciende en solitario unos 850 mm, punto en el que se agrupa con el que hace pareja en su ala. Los dos hilos de cada ala se unen, formando entre ambos uno solo, extendiéndose unidos a lo largo de 1.220 mm. En este punto se reagrupan las cuatro parejas, formando uno sólo, permaneciendo así a lo largo de unos 300 mm. El final se efectúa realizando una gaza, doblando la mitad de las parejas y encerrando, dentro de ella, el anillo de un gancho de acero —Ver figura III-175—.

3.8.1.2. EL ÁNGEL

El aparato porta, en su interior, un niño con la cabeza cubierta con una peluca que está formada con pelo rizado de color rubio y adornado con una corona de flores de color blanco y rosa. Al niño lo cubre una túnica blanca, sujeta con cingulo, sobre la que lleva un complemento de color verde oliva claro,



Figura III-175: Uno de los juegos de tirantes empleados para abrir y cerrar las alas.



Figura III-176: El ángel entrando en el interior de la *mangrana* antes del descenso.

confeccionados, ambos, con seda india, portando sobre sus espaldas dos alas, forradas de plumas de color blanco, que le confiere la imagen de ángel



Figura III-177: El ángel con la palma descendiendo del cielo en el interior de la *mangrana* y con las alas completamente desplegadas, al final de los tirantes se puede ver las gazas de sujeción.

según la simbología cristiana, y calza unas sandalias doradas —ver figuras desde III-176 a III-178—. El niño va erguido, con los pies puestos sobre la base del aparato, la mirada dirigida hacia la nave de la basílica y cantando el canto que se inicia con las palabras *Déu vos salve...*

El niño ha estado ensayando durante todo el año y ha sido seleccionado previamente por la calidad de su voz y su entonación, así como por la carencia de temor a las alturas.



Figura III-178: El ángel con la palma caminando en dirección a la Virgen María.

3.8.1.3. LA PALMA

El ángel, durante el descenso, porta consigo una hoja de palmera *Phoenix dactylifera* (palmera datilera) que, previamente ha estado atada con otras en el árbol y se ha conseguido que las lacinias queden juntas a su nervio central con lo que, por falta de luz, no ha llegado a adquirir el color verde. A las lacinias se les ha fijado tres trocitos de oropel, el cual tiene forma rectangular de aproximadamente 120x20 mm que, tras ser doblado por su mitad y abrazar a la lacinia de forma que el doble quede justo con la arista de esta, es unido en esta posición con una grapa metálica. El niño cantor es conocido como el ángel con la palma —ver fotos de III-177 a III-180—.



Figura III-179: La Virgen con la palma.

3.8.1.4. EL ENGANCHE APARATO-MAROMA

La fijación del aparato a la maroma se efectúa de forma fiable y segura. Se comienza introduciendo el gancho, que está sujeto a la maroma mediante una gaza de triple ligada en el puente, que para tal efecto dispone sobre la base superior el prisma de madera que forma la cubierta.

Con maroma de cáñamo de 23 mm de diámetro se forman cuatro gazas secundarias, de más de un metro de longitud cada una, que quedan contiguas a la gaza principal y se hacen pasar, cada dos de ellas, por cada una de las

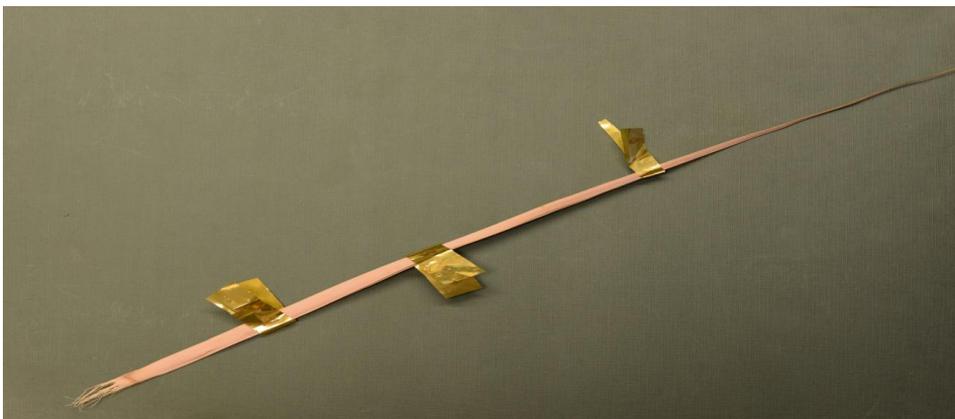


Figura III-180: Oropel sujeto a una lacinia de la palma.



Figura III-181: Sistema de enganche y atado de la maroma con el gancho a la *mangrana*.

CAPÍTULO III: EL CIELO O TRAMOYA AÉREA

anillas sujetas con los pernos contiguos al puente. Por el punto medio de la maroma se forma un nudo, del tipo denominado Ballestrinque²⁸, que anuda a la maroma principal por encima de donde esta finaliza tras haberse duplicado para formar la gaza principal. De este punto bajan los extremos y se hacen pasar, cada uno de ellos, por el interior de cada una de las anillas grandes del perno. Tras ello, regresan ambas arriba y, por debajo del primer nudo, se van formando nudos del tipo “media cota adicional”²⁹, cogiendo con él a la maroma principal y a las diferentes gazas que van apareciendo. Tras ello se vuelve a la anilla, se traspasa y se regresa hacia arriba, efectuando un nuevo nudo debajo del anterior y así sucesivamente. Por el lugar donde se forman las gazas se refuerzan idénticamente las maromas entre sí. Finalizada la maroma, se atan los extremos con una ligada que los sujeta. Esta sujeción sería, por sí sola, suficiente para aguantar el esfuerzo requerido por el peso del conjunto que soporta —ver foto III-181—.

3.8.1.5. LA ORNAMENTACIÓN

Como se ha mencionado, todo el interior del aparato se encuentra cubierto de láminas de oropel. Las láminas están cosidas manualmente a unos lienzos, cortados previamente, que se ajustan a las partes del aparato que se desea cubrir. A continuación, estos lienzos se cosen o se atan al aparato, de forma que permanezcan en su posición. Para la Granada se emplean un total de diecinueve piezas diferentes. En primer lugar, ocho trozos de lienzo, con forma de huso de elipsoide y que se ajusta al interior del ala. A estos lienzos se cosen hileras longitudinales de aproximadamente 200x50 mm de láminas de oropel que se van sobreponiendo y van cubriendo toda su superficie. Cada pieza, una vez finalizada, se cose por el interior a la periferia del ala.

La base se cubre exteriormente con un casquete esférico, el cual también cubre con creces la propia base. En el polo del casquete está sujeta una anilla de la que se suspende una borla, también forrada con láminas de oropel.

Por su interior, la cubierta se cubre con un círculo que tiene cuatro entrantes, uno por pilar, que permite cubrir todas las caras del prisma y su base. Y los pilares, tanto los correspondientes al bastidor como los del arnés, se cubren con piezas rectangulares que, tras envolver al pilar, son atadas con hilo palomar.

²⁸ Peter OWEN, *op. cit.*, p. 80.

²⁹ Peter OWEN, *op. cit.*, p. 112.

3.8.1.6. LA APERTURA-CIERRE DE LAS ALAS

Cuando el *Núvol* cruza el hueco de la plataforma, junto a las puertas del cielo, descendiendo o ascendiendo, lo hace con las alas cerradas y a una velocidad lenta, aproximada de 0,05 m/s y, solo una vez salvado el conjunto formado por el hueco de la plataforma y las puertas del cielo, y quedar suspendida en el espacio libre, es cuando los tramoyistas pueden desplegar la alas.

Cuando desciende el aparato, con las hojas cerradas, lo hace con cada uno de los ganchos que dispone el aparejo accesorio para la apertura y cierre de las alas (p.3.6.3.4), agarrados en el punto donde los cuatro pares de los tirantes de las alas se bifurcan; con el gancho colocado en el centro, entre dos pares de hilos, dos a cada uno de los lados del gancho —ver figura III-94—.



Figura III-182: Detalle de una de las gazas sujeta a la maroma.

Conforme desciende el aparato, la cuerda del aparejo, que está inmóvil por quedar sujeta el extremo opuesto al de los ganchos, por dos tramoyistas que

CAPÍTULO III: EL CIELO O TRAMOYA AÉREA

permanecen plantados, va tensando los tirantes. Ello hace que las alas se vayan abriendo al ritmo de bajada del aparato. El paso del aparato por las puertas está controlado por dos tramoyistas tendidos sobre las tablas móviles de trabajo y observando, en todo momento, su movimiento —ver figura III-155—.

Una vez abiertas las alas, los dos tramoyistas tendidos cogen los ganchos, que en el extremo superior disponen los tirantes de las alas, y los introducen en la correspondiente gaza, que está sujeta a la maroma. A continuación, el tramoyista suelta los ganchos del aparejo, que están enganchados en la bifurcación de los tirantes —ver fotos de III-177 y III-182—.

Cuando todo funciona bien, el proceso es continuo y no es percibido por el espectador nada extraño. Si se diese la circunstancia de que el tramoyista cometiese algún error, el aparato deberá parar inmediatamente, retroceder y volver a efectuar la operación. Solo en casos excepcionales sucede lo segundo.

La manipulación de los ganchos para la apertura y el cierre de las hojas, se efectúa de forma manual por el mismo tramoyista que, en posición de tendido sobre la plataforma y apoyando el vientre en las tablas corredizas de la puerta de la plataforma, está controlando el trayecto de los aparatos.

Durante el ascenso, alcanzadas las puertas del cielo, la operación se efectúa de forma inversa, procediéndose al cierre de las alas recuperando el aparato su forma elipsoidal y, tras cruzar las puertas, estas se cierran.

3.8.2 EL ARACELI O RECÉLICA³⁰

Es un altar que desciende del cielo. Al hacer su aparición tras abrirse el cielo, sus cinco ocupantes y su decoración dorada, nos recuerda un retablo barroco entre nubes. Está compuesto por tres calles: una central de una sola casa y dos laterales divididas cada una en dos. Los ocupantes de los laterales siempre son ángeles músicos, que portan instrumentos de cuerda, y permanecen arrodillados durante toda la intervención sobre unas repisas dispuestas en cada una de las casas: las dos inferiores están ocupadas cada una por un niño que emulan tañer un guitarra sin cuerdas y, en las dos que le sobreponen, hay un adulto tocando la guitarra en la situada en el lado del evangelio y otro en el lado el de la epístola, que está tocando el arpa. La calle central, dispuesta para permanecer su ocupante de pie, es ocupada por el Ángel Mayor, representado por un sacerdote o, en su caso, por la imagen de la

³⁰ Véase José POMARES PERLASIA, *op. cit.*, p. 36. También Francesc MASSIP I BONET, *La ilusión de Ícaro: Un desafío a los dioses*, Comunidad de Madrid. Consejería de Educación y Cultura, Madrid, 1997, p.101.

ANÁLISIS DE LA TRAMOYA AÉREA DE LA FESTA O MISTERIO DE ELCHE

Virgen de la Asunción que preside la basílica. El aparato interviene en dos ocasiones durante la representación: en la *Vespra*³¹, que efectúa el descenso para recoger el alma de la Virgen y subirla al cielo en las manos del Ángel Mayor, y en la *Festa*, que la descende, de igual manera que ascendió el día anterior, para unirse al cuerpo, produciéndose con ello la resurrección. Acto seguido, la Virgen María resucitada, asciende a los cielos ocupando el espacio del aparato que ocupaba el Ángel Mayor, el sitio central, donde es coronada por la Santísima Trinidad.

En el primer acto, en el *cadafal*, una vez que se ha producido la muerte de la Virgen María, esta queda en estado yacente con el rostro cubierto con una mascarilla que tiene los ojos cerrados. A su alrededor se arrodillan los apóstoles portando velas encendidas en sus manos a la vez que entonan un canto fúnebre en el que expresan la esperanza de la futura vida —ver figura III-183—.



Figura III-183: La Virgen yacente y los apóstoles a su alrededor.

Finalizado el canto de los apóstoles, comienza a sonar el órgano, desde las terrazas de la basílica se lanzan cohetes, suenan las campanas y se abren las puertas del cielo dejando pasar, a través de ellas, la *Recélica*. El aparato comienza a descender de forma lenta, el público aplaude y, una vez traspasadas las puertas del cielo, estas se cierran de nuevo. Restablecido el silencio, desde el aparato se suelta confeti de oropel que portan consigo sus ocupantes envuelto en un pañuelo, comenzando estos, paralelamente, a tocar los instrumentos y entonar su canto en el que le comunican a María su próxima Asunción —ver figura III-184—.

³¹ Joan CASTAÑO GARCÍA, *op. cit.*, p. 44.



Figura III-184: El Araceli en su primera intervención bajando con el Ángel Mayor.

Alcanzado el *cadafal*, y sin cesar de cantar el coro, al pasajero del aparato que ocupa la calle central, el Ángel Mayor, se le hace entrega por uno de los ángeles del manto que pertenece al cortejo de María, de una pequeña imagen de la Virgen vestida con una túnica blanca que le cubre todo el cuerpo, llevando la cabeza cubierta con una corona con nimbo. Esta imagen representa el alma de la Virgen —ver figura III-185—. Inmediatamente el Araceli inicia su regreso hacia el cielo —ver figura III-186—.

Al aproximarse el aparato a las puertas del cielo, estas se vuelven a abrir para dejarle paso, el público aplaude, el órgano y las campanas suenan y se tiran cohetes desde la terraza de la basílica. Tras la subida del alma de la Virgen al cielo se da fin al primer acto o *Vespra*.



Figura III-185: Un ángel de manto haciendo entrega del alma de la Virgen al Ángel Mayor.

Durante el segundo acto o *Festa*,³² una vez finalizadas las honras fúnebres a la Virgen María, con la ayuda de los apóstoles y judíos, es bajado su cuerpo al interior del sepulcro, simulado bajo del *cadafal*—ver figuras III-187 y III-188—. En ese instante suena el órgano para anunciar que las puertas del cielo se han abierto y ha comenzado a descender nuevamente el Araceli con el alma de la Virgen. Al igual que en la *Vespra*, los ángeles cantan y los instrumentos suenan. En esta ocasión cuando el Araceli llega al *cadafal*, penetra en la sepultura con lo que desaparece de la vista del público.

En el interior de la sepultura el espacio central del Araceli, el ocupado por el Ángel Mayor, pasa a ser ocupado por la imagen de la Virgen a la que se le ha retirado la mascarilla de difunta, indicando con ello su resurrección, y a continuación el aparato comienza su ascenso al cielo. Con esta unión del

³² Joan CASTAÑO GARCIA, op. cit., p. 53.



Figura III-186: El Araceli ascendiendo o descendiendo con el alma de la Virgen

Alma, que ha bajado del cielo, con el cuerpo enterrado, se representa en la *Festa*, la Asunción de la Madre del Hijo de Dios .

Este segundo ascenso del Araceli, con sus ángeles entonando el mismo cántico que en la bajada, se detiene en un punto situado un poco más alto que la mitad de su ascenso. En ese instante entra en escena el apóstol que faltaba por venir, Santo Tomás. Tras pedir perdón a la Virgen María por su tardanza, cae de rodillas al acabar su emocionado canto—ver figura III-189—.



Figura III-187: Virgen yacente instantes antes de entrar en la sepultura.



Figura III-188: Virgen yacente entrando en la sepultura—*interior del cadafal*—



Figura III-189: La Virgen María, resucitada en su ascenso al Cielo.

3.8.2.1 EL APARATO

En el interior del cielo, sin sus ocupantes, la imagen que queda es la que podemos ver en esta —ver figura III-190—. Tras retirarle el ornamento de oropel que la cubre, la imagen vuelve a cambiar —ver figura III-191—. Como se aprecia en esta última fotografía, el aparato es bastante simple y está formado todo él por piezas de acero forjado y madera. Tras una inspección detenida, se puede apreciar que el aparato en sí es el resultado de sucesivas modificaciones a lo largo del tiempo.

Consta de un bastidor principal con forma de parábola³³ invertida, cerrada con un travesaño por los extremos de sus ramas y con un cáncamo en el vértice para suspenderla del gancho que queda sujeto a la maroma. Paralelo al travesaño que la cierra, y a tres cuartas partes del vértice de la parábola, se

³³ José POMARES PERLASIA, *op. cit.*, p. 35.



Figura III-190: El Araceli adobada sin cantores.

dispone de un segundo travesaño sobre el que descansa la plataforma destinada al ocupante del centro. Para asegurarla, dos jabalcones se extienden desde el travesaño inferior, el que cierra la parábola, hasta el punto medio de la plataforma. A la plataforma se le fijan cuatro columnas, trabadas entre sí, que forman un arnés para sujetar a su ocupante. Por el exterior de la parábola, tiene fijadas cuatro repisas, formadas de acero forjado y madera: dos en los extremos inferiores, por donde esta se cierra, y dos situadas en su punto medio. Cada repisa dispone, por su exterior, de una barra articulada que, junto con un cinturón de cuero, sirven para amarrar al ocupante de la repisa al arco de parábola y garantizar con ello su seguridad. Las cuatro repisas están reforzadas por su parte baja con un jabalcón.

El conjunto tiene unas dimensiones máximas de 2.475 mm de alto por 1.510 de largo por 600 mm de ancho. La repisa central tiene una altura libre de 1.697 mm y las laterales de 1.170 para las inferiores, quedando sin limitación de



Figura III-191: El Araceli despojada de los adornos.

altura para las dos superiores. En cuanto a su peso, en vacío, es de 131 daN, y el asignado, cuando va con los ocupantes, con sus instrumentos y se encuentra completamente decorado, es de 600 daN³⁴. Esta cifra no dista mucho de las cincuenta arrobas (650 daN) que históricamente se le ha asignado, como hemos visto en el apartado 3.6.4.7.1 del presente capítulo.

3.8.2.1.1 EL BASTIDOR PRINCIPAL

Puede asemejarse a un arco de parábola —ver figura III-191— cerrado por dos travesaños paralelos entre ambos y, a su vez, a lo que sería la directriz de la parábola. Uno se encuentra en los extremos de sus ramas y el otro a tres cuartas partes del vértice. En este último punto existe un cáncamo, con forma

³⁴ Ver punto 3.6.4. El Torno, planos de ejecución del año 1971.

ANÁLISIS DE LA TRAMOYA AÉREA DE LA FESTA O MISTERIO DE ELCHE

cuadrada, que está sujeto al bastidor y es desde donde se suspende el aparato. Al bastidor se sujetan los cinco sitiales de que dispone.

Podemos considerarlo compuesto por dos parábolas concéntricas e independientes unidas entre sí. Cada una de ellas está formada por tres pletinas de sección rectangular de acero forjado. Una de las pletinas forma la parte arqueada de la parábola, la que contiene el vértice y queda más próxima al foco, y las otras dos forman las ramas. Las pletinas quedan superpuestas unas sobre las otras por su parte más ancha, realizando su trabajo en conjunto, salvo en las uniones donde se solapan unas con otras y se superponen tres —ver figura III-193—. En la unión de la parte arqueada con sus correspondientes ramas, en cada una de las parábolas, se cambia la situación de las pletinas, quedando de tal modo que la parte arqueada del exterior se corresponde con las dos ramas del interior y viceversa.

Tomando como punto de partida el vértice, yendo desde él hacia abajo y del exterior del arco hacia dentro, se procede a describir la composición de cada una de las parábolas. Para ello, se considerará, en primer lugar, la que tiene la parte arqueada en el exterior y sus dos ramas en el interior —ver figura III-192—. El arco está formado por una pletina de sección rectangular de 74x14 mm, que se extiende hacia abajo hasta 770 mm, y cuya forma, si bien al comienzo es un arco de medio punto con un radio de curvatura interior de 320 mm, a partir de aquí se hace parabólica, abriéndose ligeramente hasta alcanzar en sus extremos una anchura de 679 mm por su cara interior. En esta



Figura III-192: Parte superior de la parábola, zona arqueada. Vista sin las espiras de hilo de cáñamo.



Figura III-193: Detalle de la unión de entre las pletinas que forman las parábolas en la parte izquierda.

parte se solapan por cada una de sus caras con dos pletinas similares, una por rama que, tras quedar unidas con el arco se prolongan hasta la longitud máxima del aparato: 2.394 mm. En este punto, el extremo inferior de cada una de las ramas, efectúa un giro superior a 90° hacia el exterior provocando, con ello, un saliente de la pletina de 100 mm.

Concéntrico con el primer arco y ceñido a él por su cara interior está dispuesta la parte arqueada de la segunda parábola. Formada como la primera, con pletina de acero forjado de 58x20 mm y extendiéndose, desde el vértice hacia abajo, hasta una distancia de 480 mm. En este punto se unen sus extremos con las pletinas que forman sus ramas por la cara exterior del arco e interior de las pletinas, quedando estas por la parte exterior del aparato. Con sección rectangular de 63x13 mm, se prolongan hasta que alcanzan la



Figura III-194: Terminación de los ramales. El interior forma el ángulo y el exterior lo hace en la línea que forma el vértice. Encima del vértice se puede ver una espiga, del travesaño de cierre, metida en su muesca con la cuña de bloqueo. El detalle adjunto muestra la cuña de bloqueo.

parte interior del vértice del ángulo formado por las pletinas pertenecientes a la primera parábola, que han sido doblados hacia el exterior.

Las uniones que se efectúan entre los extremos de cada uno de los arcos con sus correspondientes pletinas que forman las ramas, cuatro en total, están efectuadas con tornillos de cabeza hexagonal de 26 mm, 51,5 mm de largos y 14 mm de diámetro, con rosca de 7/15 de pulgada. La primera de las uniones se efectúa, a una distancia del vértice de 415 mm. A ambos lados, las tres pletinas coincidentes en este punto están perforadas y unidas entre sí mediante un tornillo que las sujeta. Estas uniones coinciden dos en cada uno de los lados, una por arco, y quedan separados entre sí 312 mm los tornillos que las unen. En el caso de la primera parábola, la unión entre ambos extremos del arco y sus ramas, está reforzada mediante un engarce que consiste en una muesca practicada en el extremo de la zona arqueada, con sección rectangular de 32,5x21,5 mm, y la formación, en la pletina que se le une, de una espiga con sección rectangular que, tras doblarse y darle la forma de gancho, engancha perfectamente en la muesca practicada en la zona arqueada —ver figuras III-195 y III-196—.

Ambas pletinas quedan solapadas en una longitud de 450 mm. Inmediatamente después de finalizar la pletina perteneciente al arco de la primera parábola, las pletinas se abren y se vuelven a cerrar, formando una S, con lo que la anchura interior que toma el arco en este punto pasa a ser de 746 mm, continuándose abriendo hasta su final, donde alcanza una anchura interior máxima de 896 mm—ver figura III-193—.



Figura III-195: Detalle de un punto de unión con coincidencia de tres pletinas donde se ve el detalle de la espiga que penetra en la muesca.

Cuando finaliza el arco de la primera parábola y por su cara interior, existen sendas anillas con forma de U, formadas con redondo de acero de 10 mm de diámetro, con una longitud de 26 mm para los laterales y de 80 mm para la inferior que se unen, a la pletina interior, tras ser remachados sus extremos, una vez traspasado dos orificios practicados a cada una de la pletinas.

Estas anillas se repiten en la misma pletina, a una distancia de 1.177 mm del vértice, y cuya finalidad es el paso de los cinturones de cuero destinados a garantizar la seguridad de los ocupantes de las repisas laterales —ver figura III-191—.

Las dos parábolas se cierran por sus extremos formando con ello la base del aparato mediante una pletina recta, hecha de acero forjado de 72x24 mm y que



Figura III-196: Detalle de la unión con la coincidencia de las tres pletinas visto por el exterior. Entre tornillos de ve la muesca.

tiene una longitud total de unos 1.000 mm, de los cuales, 70 mm pertenecen a cada uno de los extremos, estrechados mediante forja, dándoles la forma de espiga rectangular y pasando a tener 20x15 mm. La espiga dispone, a su vez, de un orificio rectangular de 18x6 mm, situado a 45 mm del extremo de la pletina no modificada del travesaño.

A una distancia de 85 mm del extremo de ambas ramas de la parábola y a las dos pletinas que la forman, se les ha practicado un orificio de sección rectangular, ligeramente troncocónica, de 23x22 mm, en los que encaja la espiga correspondiente al travesaño de cierre. Una vez empotrada cada una de las espigas del travesaño en el correspondiente orificio practicado a las ramas, por el orificio rectangular de la espiga se hace penetrar una cuña de acero, con forma de triángulo isósceles de 28x 35 mm al que, en el vértice y en dirección a la bisectriz del ángulo que forman donde se unen los lados iguales, se le ha practicado un corte de sierra de 15 mm de longitud. El triángulo, tras



Figura III-197: Forma de solapar ambos arcos para evitar el giro del interior.



Figura III-198: Anillo de enganche sujeto al arco exterior.

penetrar en el orificio rectangular de la espiga, se ha forzado con golpes secos de martillo para que penetre, tras haber encajado en el orificio y haberse unido las dos pletinas de las ramas con el travesaño. Con una herramienta se ha abierto cada uno de las partes en que ha sido dividido el vértice del triángulo con la sierra, haciéndolo en la misma dirección, pero en sentidos opuestos. La apertura de las dos partes genera el bloqueo de la cuña en su posición —ver figura III-194—.

ANÁLISIS DE LA TRAMOYA AÉREA DE LA FESTA O MISTERIO DE ELCHE

A una distancia del vértice de 1.790 mm, se encuentra el segundo travesaño de cierre, y a su vez soporte, del sitial central, que en lugar de ser recto mediante la formación de dos S, se logra que el tramo central quede a 25 mm más alto que sus extremos. El sistema de fijación del travesaño a las ramas de las parábolas es idéntico al que se efectúa en el travesaño de los extremos.

Como la unión de la zona arqueada de la parábola interior queda sujeta únicamente por sus extremos mediante dos tornillos, existe la tendencia a que el arco rote a través de ellos. Esto es resuelto mediante la unión de ambos arcos, interior y exterior, mediante una ligada hecha con hilo de cáñamo que se extiende de extremo a extremo —ver figura III-197—.

3.8.2.1.2 EL ANILLO DE ENGANCHE

Uno de los aspectos más llamativos, desde el punto de vista de resistencia mecánica del aparato, es la forma en cómo está cogido el único punto destinado al enganche del mismo. Unido mediante un roblón al primer arco y en su clave, se encuentra una pieza formada con acero forjado de 80x80x28 mm, que dispone, en el centro de un orificio de 30 mm de ancho y 40 mm de altura —ver figura III-198—. Su finalidad es la de albergar el gancho que, atado a la maroma, va a permitir tener el aparato en suspensión.

3.8.2.1.3 EL SITIAL CENTRAL

Es el mayor de los cinco y diseñado para que su ocupante permanezca de pie. Consta, fundamentalmente, de una placa circular, de 600 mm de diámetro, construida en madera y sujeta al travesaño más elevado del bastidor. Desde su superficie y hacia arriba, con una altura de un metro, se extienden cuatro pilares unidos entre sí con arcos de elipse. Este conjunto va a confinar, junto con un cinturón de cuero, al ocupante en su interior y es lo que forma el arnés de seguridad —ver figuras III-191 y III-199—.

La placa circular está sujeta, mediante tornillos de rosca de madera y un tornillo con su correspondiente tuerca, a un segundo sitial que queda bajo esta. Es fácil que, teniendo este segundo sitial la misma aplicación que el actual, en algún momento se considerara conveniente darle más comodidad al ocupante y se decidió ampliar su tamaño. Cuando esto se produjo, no se eliminó la antigua, se dejó en su lugar y se le colocó encima la que ahora se utiliza.

La antigua placa, también de madera, por su geometría podría asemejarse a un ovoide, pero en lugar de tener cuatro arcos de circunferencia, los dos que son iguales y simétricos en el ovoide son dos tramos rectos. Esta circunstancia nos hará considerarlo como un ovoide degenerado —ver figura III-200—.



Figura III-199: Sitial central.

La placa queda posicionada sobre el travesaño más alto del bastidor de la parábola de forma que el eje de simetría del “ovoide” es ortogonal con el eje longitudinal del travesaño y su semicircunferencia mayor queda en la parte delantera del aparato.

La madera que forma esta segunda placa se sujeta a un herraje, construido con acero forjado, que tiene su misma forma y dimensiones externas. El herraje está formado con pletina de acero forjado, dispuesta en posición plana, con sección rectangular de 36x7,40 mm. La longitud del eje de simetría es de 587 mm, el diámetro de la semicircunferencia, de 260 mm, y la cuerda del arco de circunferencia menor tiene 218 mm. Al herraje se le añadió una pletina del mismo material que está construido este. Esta pletina ocupa lo que sería el eje de simetría del “ovoide” y se sujeta a él por sus extremos. Dicha sujeción se



Figura III-200: Sitial central visto por debajo. Se pueden ver los dos sitaliales, el actual con forma circular y el antiguo con forma ovoide.



Figura III-201: Vista del herraje y su eje longitudinal.

CAPÍTULO III: EL CIELO O TRAMOYA AÉREA

efectúa tras solaparse ambos extremos, el de la pletina con el del herraje, tras ser perforadas y roblonadas ver figuras III-200 y III-201—.

El herraje se apoya por tres puntos sobre el travesaño intermedio de la parábola, quedando a 240 mm del extremo del eje de simetría, que corta al arco de circunferencia pequeño, y a 347 mm del punto en que el eje de simetría corta a la semicircunferencia. En la posición descrita, tras perforar las pletinas pertenecientes al herraje, en sus tres puntos de intersección con el travesaño; se unieron con roblones. El roblón de la derecha y el central son unos simples roblones, pero el de la izquierda es un extremo del pilar situado en esa parte y que pertenece a la sujeción del arnés —ver figura III-201—.

La sujeción del herraje al bastidor fue suplementada con un conjunto de piezas metálicas que intentaron darle a la plataforma una mayor estabilidad. En primer lugar, se dispusieron dos pletinas de acero forjado de 220x40x7 mm, con sus ejes longitudinales perpendiculares al del travesaño, en posición plana y solapadas con él, quedando en voladizo. En esta posición, ambas pletinas fueron roblonas. La posición de las pletinas está a 255 mm de la intersección del eje del travesaño de la parábola con el eje de simetría y situadas a cada lado —ver figura III-200—.

Por la cara superior de estas dos pletinas y en el extremo opuesto al de sujeción con el travesaño, descansan dos de los cuatro pilares que sustentan el arnés de la plataforma. Los pilares presentan, en este punto, un recocado, en forma de basa de dos discos, de 18 mm de altura y 40 mm de diámetro, que queda por encima de la pletina. Una prolongación del pilar, por debajo de la basa, se empotró en un orificio practicado a las pletinas y, en esta posición, se remachó haciendo el extremo del pilar la función de roblón. A una altura de 9 mm por encima de la basa, los pilares se ensanchan y, en este ensanche, se le practicó a cada uno de ellos, un orificio rectangular de 26,5x6 mm, con su eje paralelo al travesaño central y con la mayor dimensión del orificio coincidente con el eje del pilar —ver figura III-202—.

Entre los dos orificios practicados a los pilares, y sujeto a ellos, se extienden dos puentes, uno por encima de la madera que forma la placa y, el otro, por debajo del herraje abrazando con ello su posición —ver figura III-202—.

Los puentes de unión entre pilares, que abrazan a la plataforma, constan de cuatro elementos diferentes, cuya descripción es la que sigue: en primer lugar, se dispusieron dos pletinas que, tras ser empotradas a los pilares de sustentación del arnés—ver figura III-200—, por su cara interior, en los orificios practicados en su ensanche, quedaron en voladizo en posición plana y, alineado su eje longitudinal, con el que pasa por los centros de los orificios de los pilares, a las pletinas, de 60x30x5 mm, se le formó a cada una de ellas, en uno de sus extremos, una espiga de 15 mm de longitud y sección rectangular



Figura III-202: basa de uno de los pilares sujeto al extremo exterior de la pletina en voladizo y sujeción al pilar de las pletinas en voladizo de los puentes.



Figura III-203: Puentes del refuerzo para la sujeción de la plataforma.

de 26,6x6 mm, destinada a ser introducida en el orificio practicado al pilar. Introducidas en el orificio, el extremo saliente de las espigas se remachó, con lo que la pletina quedo prácticamente empotrada al pilar. El resto de la pletina, tras redondearle el extremo opuesto a la espiga, se le practicó dos orificios



Figura III-204: Sujeción al pilar izquierdo de la pletina en voladizo y a esta los dos puentes de sujeción de la tabla y del herraje.

perpendicularmente a la cara ancha, situando sus centros en el eje longitudinal y separado entre sí 17 mm, dos orificios —ver figura III-204—.

En segundo lugar, con una pletina dispuesta en posición plana se unen las pletinas que quedan en voladizo por la cara interior de los pilares. La pletina tiene 480 mm de longitud y sección rectangular de 40x7 mm, a la que se le efectuaron dos dobles en forma de S, situados, cada uno, a 85 mm de sus extremos y provocando, con ello, un descenso de 9 mm, del tramo de pletina comprendido entre las S. La unión entre cada una de las pletinas empotradas al pilar y la pletina que las une se efectúa, tras solaparse ambas, mediante dos remaches en cada unión —ver figura III-204—.

Por último, otra pletina dispuesta también en posición plana, de 510 mm de longitud y sección rectangular de 40x7 mm, a la que se le efectuaron dos S, semejante a la anterior, situada cada una a 50 mm de sus extremos, provocando un descenso de 48 mm del tramo de pletina comprendido entre las S. Esta pletina se sujeta a la anterior, tras colocarse debajo, paralela a ella y solaparse por sus extremos, con un roblón por unión. Entre ambos puentes, la plataforma queda sujeta y sirve, como se ha dicho anteriormente, para reforzar la resistencia de la misma —ver figura III-204—.

3.8.2.1.3.1 LOS JABALCONES DE LA PLATAFORMA CENTRAL

Entre la parte delantera de la plataforma y el travesaño inferior del bastidor, se extienden dos jabalcones que son los que realmente le dan a la plataforma

ANÁLISIS DE LA TRAMOYA AÉREA DE LA FESTA O MISTERIO DE ELCHE

estabilidad. Presumiblemente y a juzgar por las características de los materiales que los componen y sus características constructivas, estos jabalcones son coetáneos de la plataforma actualmente en uso o, al menos, en una primera fase de existencia del aparato no existían o eran otros diferentes.



Figura III-205: Jabalcones que refuerzan el sitial central.

Los jabalcones se extienden desde un punto situado a 65 mm del extremo de la pletina que ocupa el eje de simetría, por la parte delantera del aparato, y hasta 45 mm de cada uno de los extremos laterales de la pletina que forma el travesaño inferior de las ramas de la parábola.

Cada uno de los jabalcones está formado por un cuadrado de acero laminado de 15,4x15,4 mm. Por la parte superior, ambos jabalcones, quedan unidos entre sí a una pletina de 25x10x6 mm, que tiene un orificio en su centro de 12 mm de diámetro. Para efectuar la unión de los jabalcones con el herraje de la segunda plataforma, la pletina que une sus extremos está dispuesta en posición plana, de forma que se solapa con la que se ubica en el eje de simetría del herraje la cual tiene un orificio para este efecto. Ambas piezas solapadas, con los orificios coincidentes y, a través de otro orificio realizado a la madera, se procede a ensartar las tres piezas. Para ello se usa un tornillo de cabeza redonda, de 30 mm de diámetro, 10,9 mm de diámetro de tornillo y 81 mm de longitud. El tornillo penetra por arriba, quedando su cabeza embebida en un orificio de diámetro mayor practicado a la madera. Por la parte inferior se sitúa la arandela y la tuerca, este conjunto queda firmemente unido tras su apriete. Los jabalcones se unen a la pletina mediante soldadura eléctrica y se les dio la inclinación adecuada para alcanzar la dirección de los extremos del travesaño —ver figura III-205—.

CAPÍTULO III: EL CIELO O TRAMOYA AÉREA

Por el extremo opuesto, el destinado a ser unido al travesaño de cierre, los cuadrados han sido redondeados y posteriormente, aterrajados. La unión de los extremos inferiores de los jabalones se efectúa penetrando estos en los orificios practicados en el travesaño inferior del bastidor, tras haber efectuado a éste, sendos orificios y con tuercas y arandelas unidos sus extremos. Estos jabalones le confieren a la plataforma la robustez adecuada para que el ocupante de la plataforma quede estable —ver figura III-201—.

3.8.2.1.3.2. EL ARNÉS DE SEGURIDAD

Los dos pilares de acero que arrancan del extremo de las pletinas en voladizo, los sujetan al travesaño superior. Los pilares están formados con cuadrado con los cantos biselados, de 15,4x15,4 mm, con una longitud total de 1.004 mm y que tiene como finalidad la de formar parte del arnés. El extremo inferior de un tercer pilar, idéntico a los descritos, hace de roblón para sujetar el herraje de la segunda plataforma al travesaño superior, haciéndolo por la parte de su izquierda y según se mira al aparato. Por último, el cuarto pilar que soporta el arnés, está formado por una pletina, de 36x7,4 mm con forma de L, que tiene la parte corta 270 mm y la larga 1.036 mm —ver figura III-206—.



Figura III-206: Parte cota de la L correspondiente al pilar del arnés, su sujeción al travesaño superior.

La L está montada de forma que su parte corta queda bajo la plataforma y alineado su eje longitudinal con el del eje de simetría de su herraje. Para su sujeción se efectuó, por su extremo libre, un orificio coincidente con el mismo que dispone el travesaño y el eje longitudinal del herraje por donde ambos se unen. La unión al herraje se efectuó con el mismo roblón que sujeta a la otras

ANÁLISIS DE LA TRAMOYA AÉREA DE LA FESTA O MISTERIO DE ELCHE

dos pletinas. La parte larga de lo que sería la L está arqueada hacia adelante del aparato y se extiende, desde la plataforma hasta la parte superior del arnés, haciéndolo hasta una altura de 1.004 mm.

Los cuatro pilares quedan sujetos, por su extremo superior, con un arco de elipse, de diámetro principal 320 mm y pequeño de 240 mm que se encuentra



Figura III-207: Parte superior de los pilares que forman el sitio central con los dos arcos de elipse que los cierran y el cinturón de seguridad del arnés.

hecho con pletina de acero de 25,6x5 mm. Los dos pilares laterales, de sección cuadrada y el de la L, están sujetos al arco mediante roblones, sin embargo, el extremo correspondiente al tercero efectúa un doble de 180° y abraza a la pletina del arco. A una distancia de la plataforma de 520 mm, se dispone, de forma paralela a la anterior, otro arco, de 400x193 mm, que queda unida a los pilares de igual manera, salvo a la pletina que también está roblonada —ver figura III-208—..

CAPÍTULO III: EL CIELO O TRAMOYA AÉREA

Próximo a los extremos del arco que cierran los pilares, existen dos trozos de pletina sujetos a ella con sendos roblones, quedando en voladizo hacia arriba. Las pletinas, con una longitud 110 mm y sección 25x7,5 mm, tienen detrás de cada una, una anilla con forma de U, hecha con redondo de acero de 10 mm de diámetro y 26 mm de longitud para los laterales de la U y 80 mm para el



Figura III.208: Detalle de sujeción con roblones de los arcos de elipse a los pilares de sujeción del arnés. A la izquierda extremos de los arcos, a la derecha sobre la pletina con forma de L.

cierre inferior. Esta U se sujeta a la pletina, remachados sus extremo, una vez traspasados dos orificios practicados a cada una de las pletinas.

A estas piezas se sujeta, al ocupante de la plataforma, mediante un cinturón de cuero que lo asegura en su posición —ver figura III-207—.

3.8.2.1.4. LOS SITIALES LATERALES

Cada uno de ellos está formado por una tabla de madera, de 320 mm de profundidad, por 300 mm de anchura, con un grosor de 30 mm y que descansa sobre plancha de acero forjado, que se sujeta con una espiga al bastidor. Un



Figura III-209: Uno de los siales laterales, concretamente de los pertenecientes a la parte superior. Bajo el sitial se ve el jabalcón de refuerzo.



Figura III-210: Plancha metálica perteneciente a un sitial. A la izquierda la espiga, a la altura del trapecio la prolongación de la espiga y a la derecha la articulación con la barra del arnés.

jabalcón refuerza a cada una de ellas para garantizar su estabilidad y una barra articulada, asociada a un cinturón de cuero, retendrá a su ocupante con el bastidor —ver figura III-209—.

CAPÍTULO III: EL CIELO O TRAMOYA AÉREA

La plancha sobre la que descansa la pieza de madera del sitial tiene forma vaga e indeterminada. Podría asemejarse a un trapecio de 200 mm de altura, 160 mm en la base grande y 100 mm en la base pequeña, con un grosor aproximado de 4 mm, y se prolonga, de forma perpendicular a la base grande, una espiga de sección cuadrada de 20,5x20 mm y 65 mm de saliente —ver figura III-210—.

La espiga y la plancha forman una sola pieza, pues cuando se forjó se hicieron en conjunto. Nace a una distancia aproximada de 20 mm de la base pequeña, haciéndolo desde el mismo grosor que la plancha. Conforme se aproxima a la base grande va creciendo en tamaño sin una geometría definida. A partir del final de la plancha, su sección es rectangular con 25 mm de altura 15 mm de ancho —ver figura III-211—.

Perpendicular a la cara ancha y a lo largo del eje longitudinal, se le practicó un orificio rectangular de 20x6 mm que lo traspasa la espiga de cara a cara. Este orificio nace a 18 mm del extremo exterior de la espiga. A su vez, la plancha tiene 6 orificios de 5 mm de diámetro, repartidos a ambos lados del eje longitudinal y de arriba abajo, destinados a la sujeción de la tabla que descansa sobre ella para la formación del sitial



Figura III-211: Extremo de la espiga con el orificio por el que se ha ensartado una cuña de sujeción. En la parte superior la tuerca y el perno roscado perteneciente al jabalcón del sitial central sujeto al travesaño inferior, en la parte inferior, el jabalcón de un sitial inferior.

Por la parte baja de la plancha y por la base pequeña, se solapa con otra pieza también de forma trapezoidal. Esta pieza tiene unas dimensiones de 80 mm para la base grande, 60 para la pequeña y una altura de 160 mm. El solape se efectúa a lo largo de unos 40 mm para cada una de las piezas y, en esta

ANÁLISIS DE LA TRAMOYA AÉREA DE LA FESTA O MISTERIO DE ELCHE

posición, se unieron, originalmente con remaches, actualmente con tornillos o con soldadura —ver figura III-210—.

Por la base pequeña se formaron dos cilindros con sus ejes alineados entre sí y, a su vez, paralelos al eje transversal del trapecio. Estos cilindros, de 20 mm de altura y 22 mm de diámetro exterior cada uno, separados entre sí 20 mm, van a ser la parte fija de una bisagra que va a permitir articular una pletina que, como se verá, hará la función de arnés de seguridad para el ocupante del sitial —ver figura III-212—.

Para unir cada uno de los sitaliales al bastidor principal, este tiene cuatro muescas, de 21x16 mm, por donde se traspasa cada una de las pletinas, que forman ambas ramas de la parábola, y tras ser empotrada la espiga en las



Figura III-112: Articulación correspondiente al arnés. La parte inferior son los cilindros del segundo trapecio.

muecas del bastidor de cada uno de los sitaliales, por el orificio rectangular que se le ha practicado a la espiga, se introduce una cuña de acero de características idénticas a las descritas para los travesaños de cierre de la parábola —ver figura III-211—.

La posición de la repisa se asegura con la existencia, bajo cada una de ellas, de un jabalcón que refuerza su resistencia mecánica. Para los sitaliales inferiores, el jabalcón se forma con la pletina perteneciente a la rama que queda en el interior del arco de parábola. Como ya se vio, al final de esta, se doblaban hacia el exterior, formando un ángulo de 90°. Tras este doble, la pletina, en sus 100 mm de saliente, hace una S ascendiendo desde el extremo

CAPÍTULO III: EL CIELO O TRAMOYA AÉREA

inferior de la rama. El extremo libre de la S apoya libremente sobre la plancha que forma el sitial, reforzando con ello su posición —ver figuras III-194 y III-211—.

Para los dos siales superiores, los correspondientes a los ángeles adultos, el jabalcón se forma con una pieza, con forma aproximada de un cuarto de arco de circunferencia, hecho con pletina de acero y con dimensiones de 135 mm de altura y 185 mm de saliente. El jabalcón queda por la parte baja de la plancha, dispuesto en el mismo plano que el bastidor. Por un extremo, se sujeta al bastidor mediante un tornillo de 9 mm de diámetro, con cabeza hexagonal con tuerca, y, el opuesto, queda simplemente apoyado sobre la plancha del sitial —ver figura III-211—.

Articulada a la base pequeña del trapecio, que se ha unido a la plancha que forma el sitial, hay una pletina de acero forja, de 34x8 mm de sección y de



Figura III-213: Herraje completo que compone un sitial. De izquierda a derecha: la espiga, los trapecios, la articulación, la pletina del arnés, y la anilla para el cinturón de sujeción.



Figura III-214: Sitial central con la pletina destinada a la sujeción del ocupante. En el extremo se ve la anilla que se corresponde con la existente en la rama de la parábola del bastidor para pasar el cinturón de sujeción.

ANÁLISIS DE LA TRAMOYA AÉREA DE LA FESTA O MISTERIO DE ELCHE

630 mm de longitud para los sitaliales inferiores y 780 mm para los superiores, que dispone, por el extremo destinado a efectuar la articulación, y en el centro del extremo de la pletina, de un cilindro, de 20 mm de altura y 22 mm de diámetro, que queda justo entre ambos cilindros fijos sujetos al trapecio. Tras quedar el eje de los tres cilindros alienados, quedan ensartados, con un eje que los mantiene unidos, permitiendo su giro alrededor del mismo. El eje tiene sus extremos remachados, evitando con ello que se desplace de su posición en el orificio —ver figuras III-212 y III-213—.

Por el extremo opuesto al que quedan articuladas, las pletinas tienen, por su parte exterior, una pieza con forma de U formada con redondo de 10 mm y 100 mm de distancia entre sus extremos. La pieza se sujeta a la pletina tras haber reducido el diámetro del redondo, haber practicado dos orificios a la pletina y haber sido remachados los extremos de la U en esta posición. Por el interior del hueco creado se pasa un cinturón de cuero que, a su vez, lo hace por otros similares, ya descritos, y que se encuentran por la parte interior de las pletinas que forman la parábola del bastidor. Con el cierre del cinturón se asegura la posición del ocupante del sitial —ver figura III-214—.

3.8.2.1.5. LA SUJECCIÓN DEL ARPA

Sujeto al ramal de la epístola —la derecha según se mira— existe un soporte que permitirá la fijación del arpa al aparato de una forma segura y fiable. El soporte está formado por un jabalcón de acero forjado con sección rectangular de 18x18 mm, que se sujeta a la rama de la parábola, del lado citado, y a una separación de 120 mm por encima del empotramiento que efectúa el travesaño central con el ramal de la parábola. La sujeción se efectúa mediante una brida de geometría rectangular, por el interior, y que se ajusta con apriete a las dimensiones que tienen las dos pletinas que forman el ramal. El jabalcón asciende formando un ángulo con la horizontal de 30° y tiene una longitud total de 400 mm—ver figura III-215—.

A 280 mm hacia arriba del punto de fijación de la brida, sale un tirante que se dirige hacia abajo a buscar el jabalcón, formado con el mismo material que éste. Por un extremo el tirante se sujeta al ramal de la parábola mediante el mismo tornillo con cabeza hexagonal, que sujeta al jabalcón que refuerza el sitial superior de la derecha y, por el opuesto, se une al jabalcón a 50 mm de su extremo, mediante soldadura eléctrica.

Del extremo del jabalcón ascienden dos varillas rectangulares, de 18x18 mm de sección, de 160 mm de longitud, cuyos extremos se encuentran separados entre sí 300 mm. De cada uno de ellos nace un espárrago de acero, de 40 mm de longitud y 10 mm de diámetro, que son los que se penetran en dos orificios correspondientes que tiene el arpa para tal efecto.



Figura III-215: Accesorio para la sujeción del arpa al aparato.

La fijación con los espárragos se realiza a media altura del arpa. El resto de la fijación, se efectúa en la base de la misma mediante una cuerda de cáñamo que la sujeta al ramal de la parábola. Tres puntos de fijación, no sólo garantizan su sujeción, sino también su estabilidad.

3.8.2.1.6. LA DECORACIÓN

El procedimiento para la decoración que se sigue para este aparato, es idéntico al que se efectúa para la granada pero empleando piezas que se adaptan al aparato. La borla que se suspende de su parte inferior es la misma que la que porta la Granada en su intervención, previa retirada a esta y sujeción al Araceli.

Con respecto a las piezas que corresponden a los ramales, son dos rectángulos que cubren la totalidad del ramal. Uno con forma circular para cubrir el sitial central, dos para los jabalcones del sitial central, un abanico que suspende del travesaño de cierre y cuatro con forma rectangular que cubren, cada uno de ellos, la parte baja del sitial central.

3.8.2.2. LOS OCUPANTES

El aparato siempre está en escena con los cinco sitaliales ocupados. De los cuatro recorridos que efectúa, en tres de ellos, el sitial central está ocupado por

ANÁLISIS DE LA TRAMOYA AÉREA DE LA FESTA O MISTERIO DE ELCHE

el Ángel Mayor y en el cuarto y último está ocupado por la imagen de la Virgen María.

Los cuatro sitios laterales los ocupan ángeles, que permanecen durante los cuatro recorridos de rodillas y tocando instrumentos de cuerda.

3.8.2.2.1. LOS ÁNGELES



Figura III-216: Un ángel adulto perteneciente a el Araceli.

Cuatro ángeles alados, dos adultos y dos niños, ocupan los cuatro sitios laterales del aparato, los adultos ocupan los dos superiores y los niños los de bajo. Los cuatro adornan la cabeza con pelucas confeccionadas con pelo ensortijado de color rubio, la cual se complementa con una corona circular adornada con flores de diversos colores —ver figuras III-216 y III-217—.

CAPÍTULO III: EL CIELO O TRAMOYA AÉREA

Van vestidos³⁵ con un pantalón, un faldón, una blusa y un cuello circundado con doble pasamanería dorada, que finaliza por delante y por su parte superior, con una perla y a continuación una borla, también dorada, en cada uno de los extremos inferiores. Los blusones disponen, próximos al puño, de una pasamanería metalizada que circunda la manga. Todas las partes del vestido están confeccionadas con seda india teñida de azul. Con respecto a la tonalidad de su voz y de acuerdo con las partituras³⁶, los ángeles adultos deben ser: un tenor, que toca la guitarra, y un bajo, que toca el arpa. En cuanto a los niños, que emulan tañer el guitarra, uno es con voz de tiple y el otro, contralto.



Figura III-217: Ángel niño perteneciente a la Araceli.

3.8.2.2.2. EL ÁNGEL MAYOR

³⁵ Datos aportados por María Isabel Fernández Alacid, responsable de la ropa utilizada por los cantores durante las representaciones, a quien también manifestamos nuestra gratitud.

³⁶ José M^a VIVES RAMIRO, *La Festa o Misterio de Elche a la luz de las fuentes documentales*, Generalitat Valenciana, Valencia, 1998, p. 256.

ANÁLISIS DE LA TRAMOYA AÉREA DE LA FESTA O MISTERIO DE ELCHE

Es el personaje que ocupa el sitio central del aparato y el que recoge y sostiene de frente, con sus manos, el alma de la Virgen durante su ascenso al cielo y posterior descenso a la tierra. El personaje está interpretado, forzosamente, por un sacerdote que representa un ángel. Va vestido con alba, cíngulo, estola, velo humeral y, al contrario del resto de los ángeles que ocupan el aparato, carece de alas y peluca —ver figura III-218—.



Figura III-218: El Ángel Mayor.

3.8.2.2.3. LA MADRE DEL HIJO DE DIOS

La imagen que asciende a los cielos el día 15 de agosto para ser coronada, es la que se venera en la basílica y se encuentra expuesta durante todo el año en la capilla situada detrás del altar mayor y en la primera planta del edificio.

La actual talla³⁷ es una reproducción de su antecesora que, como se sabe, fue pasto de las llamas en el incendio que se produjo en el interior del templo el 20 de febrero de 1936. Una vez finalizada la guerra civil que se inició en ese

³⁷ Joan CASTAÑO GARCÍA, *La Imagen de la Virgen de la Asunción, Patrona de Elche*, Caja de Ahorros Provincial de Alicante - Patronato Nacional del Misterio de Elche, Alicante, 1991, p. 36.



Figura III-219: Imagen de la Virgen de la Asunción ocupando el sitio central del Araceli.

mismo año, se le encargó al escultor José Capuz Mamano que efectuase una reproducción de la imagen desaparecida.

La imagen actual fue esculpida sobre un bloque de nogal obtenida por la donación de un ebanista ilicitano. Al contrario que en la anterior imagen, ésta fue tallada de cuerpo completo, consiguiendo, así, que resulte más pesada que la anterior. La imagen tiene una altura aproximada de 1,65 m y su peso asignado es de unos 80 daN.

Para este día se la viste con sus mejores galas. El 15 de agosto del año 2010, año en que fue tomada la foto, portaba³⁸ una vestidura de seda blanca bordada en oro, sedas de colores y pedrería. Las prendas son: vestido, capa o manto, mangas y sobremangas; también puños de encaje, toca o *gamboix* de tisú de

³⁸ Información aportada por Joan Castaño García, Director del Museo de la Virgen de la Asunción, Patrona de Elche.

ANÁLISIS DE LA TRAMOYA AÉREA DE LA FESTA O MISTERIO DE ELCHE

plata y banda de color verde, en alusión a su condición de Alcaldesa Honoraria de Elche. Está ataviada con las siguientes joyas: dos broches de plata con el anagrama de María, que sujetan la parte inferior del manto al vestido; dos condecoraciones de la orden de Carlos III que se sujetan a los hombros; unas sandalias de plata cincelada, que cubren sus pies; y una gargantilla de oro en su cuello —ver figura III-219—.

Para la reproducción, el escultor, contó con datos que le fueron proporcionados de la anterior imagen.

3.8.2.2.4. EL ALMA DE LA VIRGEN

Está simbolizada por una imagen de tamaño reducido de la Virgen María³⁹, de aproximadamente 700 mm de altura con dimensiones desproporcionadas en su conjunto.

La cabeza, con una peluca de pelo marrón oscuro ligeramente rizado, está cubierta con una corona imperial, con ocho tramos, orbe con cruz y nimbo formado por veintinueve ráfagas alternadas con estrella de ocho puntas y sin estrella. Está construida con una amalgama de plata y posteriormente dorada.

El cuerpo está formado por piel, repleta de estopa, a la que se le unen la cabeza, las manos y los pies hechos de madera tallada y policromada. Para la representación va vestida⁴⁰ con un brocatel de algodón, con reflejos azul plateado⁴¹, bajo el que dispone de saya blanca de batista con ribete de puntillas a juego con polo, calzando sandalias de plata —ver figura III-220—.

3.8.2.3 LOS INSTRUMENTOS MUSICALES

Son de cuerda y en número de cuatro: una guitarra, un arpa y dos guitarros. La primera, tañida por el bajo y pulsada con los dedos, está compuesta por cinco cuerdas dobles, tensadas con un clavijero de diez clavijas, ajustándose por lo demás a una guitarra normal. Los tres primeros pares, desplazándose desde las notas bajas hacia las agudas, son: una metálica y la otras de nylon y en este orden, el resto son todas de nylon—ver figura III-221—.

El arpa con una altura máxima de 1.560 mm y una anchura de 580 mm, tiene una caja de resonancia con sección de arco de elipse de 70 mm de diámetro menor y mayor variable entre 410 y 170. El lado opuesto lo forma una columna salomónica y consta de veinte cuerdas. El instrumento fue adquirido en 1964 a

³⁹ *El Alma de la Virgen del Misteri d'Elx. Conservación, restauración y puesta en valor de los bienes culturales materiales del Patrimonio Inmaterial de la Humanidad*, Institut Valencià de Conservació i Restauració de Béns Culturals, València, 2012, p. 4.

⁴⁰ Información aportada por Remedio de la Hoz Soria, Camarera de la Virgen de la Asunción de Elche.

⁴¹ Fue confeccionada y donada por la Camarera de la Virgen de la Asunción María Nieves Clavel en el año 1999.



Figura III-220: Imagen que simboliza el Alma de la Virgen.



Figura III-221: Guitarra de diez cuerda empleada en el Araceli.



Figura III-222: Arpa empleada en el Araceli.



Figura III-223: Instrumentos de los infantes.

instancias del músico alicantino Óscar Esplá y Triay (1886-1976) —ver figura III-222—. Los de los infantes carecen de cuerdas, tienen una caja de 290x200 mm y con el mástil hace una longitud total de 675 mm. Fueron decorados con motivos de la *Festa* por el pintor ilicitano Sixto Marco Marco (1916-2002) —ver figura III-223—.

3.8.3 LA SANTÍSIMA TRINIDAD O CORONACIÓ

Finalizado el canto *Oh, bés fort desventura...* de Santo Tomás, se vuelve a abrir el cielo y con música de órgano inicia el descenso la Santísima Trinidad o *Coronació*. Se trata de otro aparato aéreo, también parecido a un retablo, pero de tamaño más reducido y compuesto de tres calles con una casa por calle y un sitial por casa. El sitial central es un sillón con su respaldo, que lo ocupa el Padre Eterno y, en sus laterales se disponen los otros dos, a modo de repisas, donde permanecen de rodillas, durante toda su intervención, dos niños que representan los otros dos componentes de la Santísima Trinidad. Dios Padre es el tercero de los personajes del Misterio que ha de ser representado por un sacerdote —ver figura III-224. El aparato, en el que los cantores van entonando el canto *Vós siau ben arribada...*, va descendiendo lentamente, aproximándose a la altura donde permanece parada el Araceli a una distancia, entre ambos, de tres metros y —ver figura III-225—. Una vez finalizado el canto, el Padre Eterno, portador en sus manos de una corona imperial dorada, la va soltando —ver figura III-226— suavemente hasta que ésta alcanza las sienes de la Virgen



Figura III-224: La Santísima Trinidad en escena.



Figura III-225: La Santísima Trinidad próxima al Araceli.

María. Tanto el ángel que toca el arpa como el que toca la guitarra se encargan de colocarla adecuadamente y de manera disimulada sobre la cabeza de la Virgen —ver figura III-227—.

En ese preciso instante el órgano hace sonar todos sus registros, las campanas voltean todas ellas a la vez, se disparan salvas de cohetes, se tiran cantidades de oropel en forma de confetis y el público grita “Viva la Mare de Deu!” de forma repetida, una y otra vez; el público aplaude, los cantores acompañan a la acción, ¡La *Festa* ha alcanzado su apogeo! La Virgen de la Asunción ha sido coronada y está de camino a los cielos donde se reunirá con su Hijo. Un año más el pueblo de Elche le ha rendido los honores a su Patrona y lo ha hecho de igual modo que nuestros antepasados nos enseñaron a hacerlo, hace de ello más de 500 años.



Figura III-226: La corona aproximándose a la Virgen.

La Santísima Trinidad efectúa su retorno al cielo y alcanza este, sin que los aplausos cesen de producirse y el órgano continúe tocando en el interior del templo. Abiertas las puertas del cielo, el Araceli con la Virgen coronada emprende su ascenso. En este instante los cantores cantan el *Gloria Patri*. El final del canto coincide con la entrada de la Virgen en los cielos—ver figura III-228—. La *Festa* ha finalizado.

3.8.3.1 EL APARATO

Cuando ha penetrado en el interior del cielo, tras el descenso de sus ocupantes y tras haber sido despojado de todo el ornamento, la imagen que queda es la que podemos ver en las figuras III-229 y III-230.



Figura III-227: La Virgen coronada.

Pese a su gran parecido con el Araceli, cuando está en escena, y pese a que los materiales que se emplearon y la técnica constructiva para llevar a cabo su ejecución fueron los mismos, acero forjado y madera, su diseño no tiene nada que ver con el otro aparato.

Tras una detenida revisión se pueden distinguir dos partes: por un lado, un chasis sobre el que descansan todos los elementos del aparato y, por otro, un arco, que sujeto al chasis, permite engancharlo a la maroma.

Sobre el chasis descansan los tres sitaliales, uno central y dos laterales. A él se le fijan todos los elementos que lo componen: el respaldo del sillón, el posapies, el anillo de seguridad, con sus accesorios, y los arneses de los sitaliales laterales.



Figura III-228: La Virgen coronada entra el cielo.

Los sitiales se sitúan en dos planos paralelos, a distintas alturas, quedando más elevado el central. Están formados por tablas de madera, descansan sobre tres arcos de circunferencia, que se han formado en el chasis. Las tablas tienen, aproximadamente, forma semicircular. La central presenta entrante, lo que le da forma de arriñonada, que permite el paso de la maroma perteneciente al Araceli, evitando que se produzcan roces entre la maroma y el aparato durante su desplazamiento. Unas almohadillas hacen que los sitiales sean más cómodos para sus ocupantes.

El chasis está formado por una pletina de sección rectangular puesta de canto que, tras doblarse con la forja, se le ha dado forma de tres semicircunferencias desplazadas en altura.

Por la parte trasera de la semicircunferencia central salen, a modo de radios y hacia el exterior, cinco piezas con forma de L sujetas a la semicircunferencia



Figura III-229: La Santísima Trinidad parcialmente adornada.

por la parte corta. La parte larga, que forma 90° con el plano de la semicircunferencia, se eleva hacia arriba formando con ello el respaldo.

Paralelo al sitial central, situado 310 mm por encima, existe un anillo con forma ochavada que, además de cerrar entre sí, por su parte superior, las partes largas de las L que han formado el respaldo del sillón hacen la función de arnés para el ocupante del sitial.

Los siales laterales tienen, al igual que lo hacen los del Araceli por su exterior, una barra articulada con el chasis que, junto con un cinturón de cuero, sirven para amarrar al ocupante de la repisa al arco de sujeción del chasis, asegurándolo.

A 500 mm por debajo del sitial central, en otro plano paralelo a este, se dispone otra plataforma, también de madera, que es utilizada para apoyar los pies de su ocupante. Su forma geométrica es igual a la del sitial y se sustenta mediante



Figura III-230: La santísima Trinidad despojada de la decoración.

tres tirantes que, tras sujetarse por uno de sus extremos a esta madera, lo hacen por el contrario a la semicircunferencia sobre la que descansa el sitial.

El bastidor se sujeta a un arco construido con forja y formado, parte con pletina de sección rectangular, y parte con sección cuadrada y con forma aproximada a un arco de medio punto, de 555 mm de diámetro, en el que se extienden sus extremos hasta una altura total 1.125 mm.

El conjunto tiene una altura total de 1.756 mm por una anchura de 1.136 mm, teniendo como profundidad máxima los 670 mm correspondientes al anillo octagonal. Este conjunto queda protegido contra la corrosión mediante una capa de pintura al aceite de color “marrón señales” o RAL 8002.

3.8.3.1.1 EL BASTIDOR PRINCIPAL

ANÁLISIS DE LA TRAMOYA AÉREA DE LA FESTA O MISTERIO DE ELCHE

Se compone de tres piezas independientes que, una vez ensambladas, dan lugar a la formación del soporte sobre el que descansan los tres sitaliales junto a sus accesorios.

La primera está construida con una sola pieza que se ha formado partiendo de una pletina y que ha sido moldeada con la forja. La sección de la pletina que se empleó fue de sección rectangular y dimensiones que varían entre 45x14 mm y 52x16 mm.



Figura III-231: Vista inferior del aparato en el que se ve, bajo la madera que forma el sitaliales superior; la semicircunferencia que lo sostiene, a continuación y a la derecha, la pletina formando los dobles hasta alcanzar el sitaliales lateral derecho. En cada uno de los sitaliales inferiores, se puede ver el puente de cierre de la semicircunferencia, debajo del todo el posapies del sitaliales central.

Partiendo de la pletina en posición de canto y haciéndolo desde su punto medio, se fue doblando, mediante el proceso de forjado, hasta darle forma de semicircunferencia de 400 mm de diámetro —ver figura III-231—. Tras ello, por ambos extremos del arco de circunferencia que se formó, las pletinas fueron dobladas hacia abajo formando un ángulo recto su eje longitudinal. A continuación, la pletina se volvió a doblar hacia el exterior, formando otro ángulo de 90°. Tras este segundo doble, el eje longitudinal de la pletina, en ese tramo, ha quedado paralelo al eje, de la pletina, que ha formado el arco de circunferencia y desplazada hacia abajo con respecto a este 310 mm. Tras este último ángulo, las pletinas se extienden hacia el exterior unos 90 mm —ver figura III-231—.

A la distancia de 90 mm ambas pletinas se doblaron hacia el interior formando un ángulo recto. A partir del vértice de este ángulo, cada una de las pletinas se



Figura III-232: Inicio de la formación del arco de circunferencia que sostiene al sitial lateral izquierdo, por delante del arco se puede ver el puente de cierre.

doblaron hacia el interior dándoles forma de medio arco de circunferencia con un diámetro de 300 mm —ver figura III-232—.

Finalizadas las semicircunferencias, a ambos extremos de las pletinas, se les formaron dos cilindros huecos, de 15 mm de altura, 22 mm de diámetro exterior y 8 mm de diámetro interior. La generatriz de los cilindros quedó contigua al extremo de la pletina, perpendicular al eje longitudinal de esta y quedando una de las bases, de cada uno de ellos, en el mismo plano que lo hace el canto correspondiente de la pletina. En estas condiciones, ambos cilindros quedaron centrados en un eje común y con una separación entre ambos de 15 mm —ver figura III-233—.

Acabado el proceso, quedó en el centro un arco de circunferencia de 400 mm de diámetro y, en cada uno de sus extremos, desplazados hacia abajo 330 mm, dos arcos de circunferencia de 300 mm de diámetro.



Figura III-233: Vista trasera del sitial lateral izquierdo con la madera y la almohadilla. En primer plano el arco de circunferencia formado por la pletina, al final de este la articulación del cierre del puente delantero y por encima de este la articulación del arnés de seguridad.

Las otras dos piezas que componen el bastidor principal son dos puentes simétricos, de 400 mm longitud total, formados con pletina recta, idéntica a la utilizada para formar los arcos de circunferencia, cuyos extremos han sido convenientemente doblados en ángulo recto para cerrar los arcos de circunferencia —ver figura III-232—.

Las pletinas, tras doblarse en ángulo recto en uno de los extremos, se dejó un tramo de 45 mm de longitud y, en su final, se formó un cilindro de características idénticas a los dos formados en el extremo de la semicircunferencia y con la misma disposición, pero ubicado en el centro del extremo de la pletina—ver figura III-233—. Este cilindro encaja entre los dos que existen en el extremo de la semicircunferencia, quedando su eje interior alineado con los ejes interiores de los dos anteriores. Tras su alineación, se hizo pasar por el interior del orificio común, un perno de 8 mm de diámetro, longitud superior a 45 mm, remachando a continuación sus extremos. Con ello se restringió la libertad del puente, permitiéndose únicamente el giro alrededor del perno.

Por el extremo opuesto del puente, el que ha quedado abisagrado con el arco de circunferencia, y a una distancia de éste de 300 mm, la pletina se volvió a doblar en el mismo sentido que la anterior formando un ángulo de 90°. Seguidamente y a 45 mm del vértice de este último ángulo, la pletina se le dio un nuevo doble hacia el exterior, formando otro ángulo de 90°, dejando un tramo de 90 mm de longitud. En este extremo, los cantos de la pletina se redondearon y se formó en su eje y, a una distancia del vértice del último ángulo, un orificio cilíndrico de 14 mm de diámetro —ver figura III-232—.

CAPÍTULO III: EL CIELO O TRAMOYA AÉREA

Cada arco de circunferencia lateral se cierra con el puente que queda abisagrado en su extremo exterior y, tras su cierre, atenaza en su interior un taco de madera, de igual altura que la pletina que lo forma, que se ciñe al hueco existente entre el puente y la semicircunferencia. En esta posición se fija el extremo del puente a la pletina que forma el arco de circunferencia, lugar en el que ambas pletinas quedan solapadas —ver figura III-232—.

A ambas piezas, pletina del puente y principal, se les hizo un taladro coincidente para cuando se solapasen, de 14 mm de diámetro, por cuyo interior se pasó un tornillo de rosca con cabeza hexagonal, por uno de sus extremos y, por el opuesto, se sujetó en esta posición con una tuerca. El mismo apriete del tornillo, lo efectúa el puente sobre la pieza de madera ubicada entre el puente y la semicircunferencia.

A este bastidor principal se sujetan las piezas accesorias como son el respaldo del sillón, el posa pies y el arnés de seguridad así como el arco del que queda suspendido.

3.8.3.1.1.1. EL SITIAL CENTRAL

Es un auténtico sillón, con todas sus partes, formado por dos tablas de madera ensambladas entre sí. Tras ello quedó un círculo de 600 mm de diámetro que se le cortó un segmento, a los 200 mm del centro, y que queda en la parte frontal del sillón. En el centro del segmento se le eliminó un trozo, con forma aproximada de triángulo isósceles, de 150 mm de altura y 150 mm de base, quedando esta sobre la cuerda; a continuación los vértices fueron redondeados, lo que hace que su figura se asemeje a un riñón. El hueco se destina al paso de la maroma perteneciente al Araceli. La tabla de 32 mm de grosor descansa directamente sobre el arco de circunferencia central, y se sujeta a este a través de trozos de angula de 50x50 mm, de acero laminado y de unos 45 mm de longitud. La unión al arco de semicircunferencia se efectuó mediante dos cordones de soldadura eléctrica por angula y, a la madera, tras efectuarles un orificio en su centro, mediante unos tornillos de cabeza redonda y de 5 mm de diámetro con su correspondiente tuerca pasantes a la madera y al perfil.

En la periferia de la tabla se efectuaron siete comidos, con forma rectangular. Dos de ellos destinados al paso de las dos pletinas pertenecientes al arco de suspensión y los cinco restantes a las L destinadas al respaldo —ver figura III-234—.

3.8.3.1.1.2. EL RESPALDO



Figura III-234: El sitial central.



Figura III-235: Vista inferior del sitial central donde se ven las piezas con forma de L que crean el respaldo.

Cinco barras de acero, con sección cuadrada de 10x10 mm, dobladas en forma de L, con un ángulo comprendido entre 90 y 110 grados y dándoles una longitud de 160 mm para la parte corta, y 332 para la parte larga, son las que, tras quedar unidas por el extremo de la parte corta a la pletina, forman el respaldo del sillón.

Tras haber planificado con la forja ambos extremos de cada una de las cinco L, en una longitud de 30 mm y pasar su anchura a 25 mm, tras hacerles un orificio

CAPÍTULO III: EL CIELO O TRAMOYA AÉREA

en su centro de unos 5 mm, estos extremos, fueron doblados hacia el exterior de la L formando un ángulo recto.

Al arco de circunferencia que forma el bastidor principal, se le practicaron cinco orificios de 5 mm de diámetro, situados en una línea que queda aproximadamente a 18 mm del canto superior de la pletina que lo forma. El primero de los orificios se sitúa justo en el punto medio del arco de circunferencia y los otros cuatro, separados de este y entre sí 95 mm.

La unión entre cada una de las L y la pletina que forma el arco, se efectuó, tras solaparlas entre sí y ensartarlas mediante un roblón que las sujetó una vez martilleado. Antes de remacharse se posicionaron las L de forma que el eje longitudinal de su parte larga, quedase ortogonal al eje longitudinal de la pletina del chasis.

Los extremos pertenecientes a la parte larga, tras solaparse sobre la pletina que forma el anillo octagonal que queda por encima del sitial, se unieron a esta de igual manera a como se hizo con la corta. La fijación se hizo colocando tres de ellos en el lado interior del octágono y, a cada uno de los lados adyacentes los dos restantes. En esta posición quedaron los tres primeros, separados entre sí 65 mm y los dos restantes 165 mm—ver figura III-235—.

3.8.3.1.1.3. LO SITIALES LATERALES

Por encima de cada uno del conjunto formado por el arco de circunferencia lateral, el puente que lo cierra y el taco de madera que atenazan, se dispone de un suplemento en forma de cuña, de iguales dimensiones que el taco de madera, dispuesta con su parte más alta en el exterior y dándole en esta parte un incremento de altura de 35 mm. Con ella se compensa cierta inclinación que tienen los arcos de circunferencia, que forma el bastidor, quedando con ello su superficie completamente horizontal. Encima de la cuña se dispone la tabla que forma el sitial, con forma aproximada de sector circular y dimensiones máximas de 370x320 mm. Ambas maderas: la cuña y la tabla situada por encima, se sujetan mediante clavos al taco de madera atenazado por el bastidor.

Por la parte inferior del bastidor, una tabla de madera cortada con la misma figura que forman el arco de circunferencia y el puente, cubre el conjunto tapando, con ello, el taco de madera y las pletinas. Esta tabla se sujeta al taco de madera central mediante clavos —ver figuras III-231 a III-233—.

A.8.3.1.1.4. LOS ÁRNESES

ANÁLISIS DE LA TRAMOYA AÉREA DE LA FESTA O MISTERIO DE ELCHE

Los tres sitaliales disponen de elementos que permiten a sus ocupantes efectuar un trayecto de forma que el riesgo sea reducido.

En el sitial central, el elemento que asegura al ocupante es un anillo octagonal que, además de formar parte del respaldo del sillón, cubre todo su alrededor con lo que el ocupante, sentado en el sillón, queda rodeado de una barandilla. El anillo se formó con pletina de acero forjado, de sección rectangular de 45x14 mm, moldeando su figura con la forja.

Para facilitar el acceso al ocupante del sitial y poder dar paso a la maroma que sostiene el Araceli, el anillo se compone de dos piezas que se separan y unen con facilidad. La mayor de ellas, compuesta por cinco lados y dos medios, cada uno en un extremo, es la que queda sujeta a la parte alta de las piezas que, con forma de L, forman el respaldo.



Figura III-237: Sistema de protección correspondiente al sitial central.

Contando como lado nº 1 del octágono, el que queda en la parte trasera del aparato y que está unido a las partes superiores de las tres piezas centrales del respaldo; y con el nº 2 y nº 8 las dos contiguas; las correspondientes al nº 6 y al nº 3 del anillo, se efectúa, en cada uno de ellos, una unión con el correspondiente ramal del arco de suspensión que queda contiguo a ellos. Los lados nº 6 y nº 4 son los que se encuentran divididos en dos partes y es por donde se efectúa el ensamble con la segunda pieza que compone el anillo — ver figura III-237—.

Para la sujeción del correspondiente lado del anillo con el ramal del arco que le queda contiguo, se construyeron, con acero forjado, dos cáncamos con la cabeza rectangular de 52x52 mm y 12,5 mm de espesor y el perno de 10 mm



Figura III-238: Cancano de sujeción del aro octagonal al arco de suspensión.

de diámetro y 27 mm de longitud. En el centro del rectángulo se formó a cada uno de ellos, un orificio cilíndrico de 16 mm de diámetro.

A una altura de 310 mm del sitial y en el espacio de transición, donde los ramales del arco pasan de cuadrado a rectangular, se les efectuó, un orificio cilíndrico de 10,5 mm de diámetro, realizado de forma que su eje quedó perpendicular al eje longitudinal del ramal, en el centro de la cara y paralelo al plano que contiene al arco. Por el interior de este orificio se pasó el perno del cáncamo de forma que la parte rectangular de los cáncamos quedasen en el exterior del arco y, tras dejarlos de forma que el eje del orificio del cáncamo quedase paralelo al longitudinal de la pletina del arco, se remachó su extremo saliente por el interior, quedando con ello fijo en esta posición—ver figura III-238—.

Tras colocar el anillo encima de las cabezas rectangulares de los cáncamos, y por supuesto del final de las L pertenecientes al respaldo, a través de un orificio practicado al anillo y coincidente con el del cáncamo, se hizo pasar un tornillo, con cabeza hexagonal, de 15 mm de diámetro y 40 mm de longitud, con su correspondiente tuerca y arandela; que, tras enroscarse y ser apretados, quedaron, ambas piezas, fuertemente sujetas.

La pieza móvil que cierra el octágono se compone de un lado completo de polígono, con los dos medios lados que le faltan para complementarlo y para la unión entre ambas, la extraíble. A esta pieza se le formó, en cada uno de sus extremos, una horquilla. La horquilla, a su vez, se formó, tras el aumento del

ANÁLISIS DE LA TRAMOYA AÉREA DE LA FESTA O MISTERIO DE ELCHE

espesor de la pletina de forma gradual, de 14 mm a 20 mm, naciendo de una distancia del extremo de 150 mm y alcanzado este espesor a 70 mm del



Figura III-239: Horquilla de sujeción, con la clavija de sujeción, de la pieza móvil del octágono.

extremo, donde se bifurcaron en dos pletinas de 10 mm de espesor cada una, manteniendo una separación entre ambas, de unos 16 mm. La horquilla así formada permite albergar a la pletina del medio lado fijo —ver figura III-237—.

A ambas piezas, horquilla —con sus dos pletinas— y pletina del medio lado, se les efectuó un orificio común de 16 mm de diámetro, situado en el centro de su eje longitudinal y perpendicular a la cara que queda plana. Una clavija de 15 mm de diámetro y 90 mm de longitud, terminada en punta por un extremo y en anilla por el opuesto, se encarga de fijar ambas piezas o soltarlas según convenga —ver figura III-238—.

En lo que respecta a los sitiales laterales disponen de un sistema de sujeción de su ocupante similar al que tienen los sitiales laterales del Araceli ya descritos con antelación, en el punto: 3.8.2.1.4.

La pletina articulada en estos sitiales, tiene una longitud de 600 mm y una sección de 30x6 mm. En lo que respecta a la articulación, decir que, la parte fija se sujeta al bastidor principal por el interior del extremo externo del arco de circunferencia, que forma cada uno de los sitiales laterales y en la zona contigua a donde se abisagra el puente que cierra el arco.

La parte fija está formada por una pletina, de sección rectangular de 45x11 mm, construida con acero forjado y con una longitud inicial superior a los 100 mm. En uno de sus extremos de la pletina se le formaron unos cilindros

CAPÍTULO III: EL CIELO O TRAMOYA AÉREA

similares a los que se formaron en el extremo del arco de la circunferencia del sitial, a los que se les articula la pletina móvil que va a sujetar al ocupante, de la misma forma que lo hace el puente en el arco.

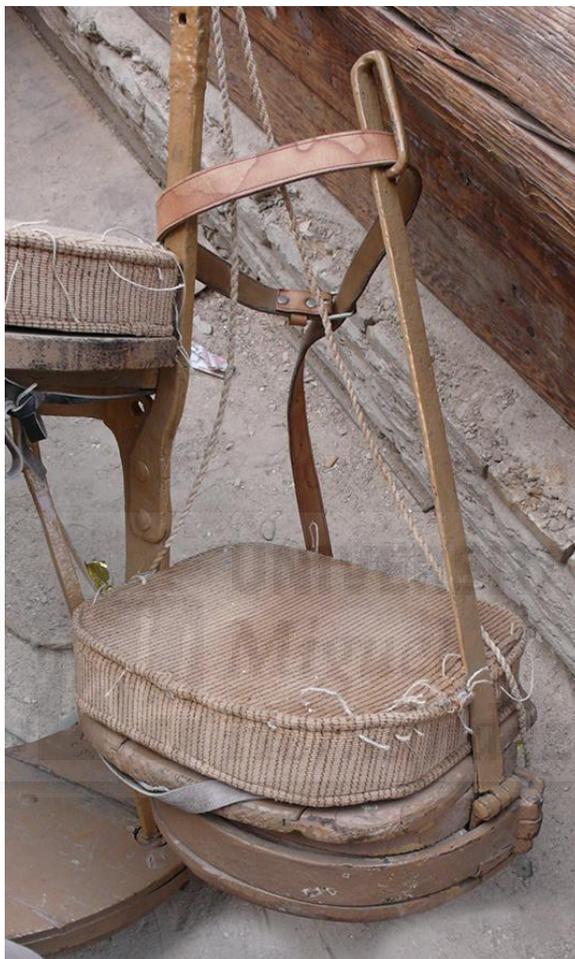


Figura III-240: Arnés de sujeción de un sitial lateral.

A una distancia de 47 mm de la generatriz de los dos cilindros de la pletina, ésta, se dobló formando un ángulo de 90°. A una distancia de 12 mm del vértice de este ángulo se volvió a doblar hacia arriba, formando otro ángulo recto, y con una longitud de 15 mm. Con este moldeado, la pletina ha quedado en un extremo con dos cilindros y en el opuesto con una horquilla. Tras ello se colocó la pieza solapada a la pletina del arco del sitial, en el extremo del mismo y por su interior, quedando en el interior de la horquilla formada la pletina del arco de circunferencia. Un orificio cilíndrico, situado en el centro de la pletina es traspasado por un remache que, tras martillearlo, dejó a ambas piezas unidas —ver figura III-240—.

3.8.3.1.1.5. EL POSA PIES

Bajo el sitial central y, en un plano paralelo y distante a este de 500 mm, existe una pieza de madera de geometría semejante a la que forma el sitial, pero con dimensiones ligeramente mayores: 630x500 mm. Esta tiene como finalidad que el Padre Eterno, sentado en el sillón, descansa sus pies sobre él.

La madera, compuesta por cuatro tablas, de 60 mm de espesor, están ensambladas entre sí y sujetas a la vez, con una pieza metálica formada con dos pletinas de 380 mm de longitud y 60 mm de anchura, con un espesor de 8 mm y unidas por un vértice formando una V, en la que los vértices interiores del rectángulo que forman las pletinas, quedan separados entre sí 370 mm—ver figuras III-230 y III-231—.



Figura III-241: Fijación de los tirante al arco de circunferencia y de la madera del sitial.



Figura III-242: Parte superior a la zona atornillada del tirante del posa piés.

Tres tirantes, formados por cuadrado de 15x15 mm, se encargan de sujetar el posapiés al arco de circunferencia central del bastidor. La sujeción de cada uno de los tirantes al arco, se efectuó con tres horquillas, formadas con pletina que, con una longitud inicial de 200 mm y una sección de 15x8 mm, fueron dobladas por su centro 180° y por la parte plana. En los extremos coincidentes de la pletina, una vez doblada, se efectuó un orificio de 6 mm de diámetro a cada una y coincidente entre ellos. Mediante la forja, cada uno de los extremos superiores de los tirantes, se convirtió de cuadrado en rectangular, practicándole, a cada uno de ellos, dos orificios coincidentes con los de las pletinas que formaron la horquilla. Tras abrazar con la horquilla la pletina que forma el arco de circunferencia del sitial central, abrazó por sus extremos sobrantes al extremo del tirante y una vez ensartadas ambas piezas con dos roblones, a través de los orificios practicados al tirante y la horquilla, el tirante quedó sujeta a la pletina del arco de circunferencia —ver figura III-241—.

A una distancia de unos 100 mm del extremo opuesto, los tirantes se doblaron unos 28°, con respecto a la vertical, con el fin de que quedasen ortogonales al plano de la tabla. Tras la curva que forma el tirante, se le fijó, por su parte baja y próximo a ella, un cilindro concéntrico con el cuadrado, de 55 mm de diámetro y 10 mm de altura. Al cilindro le sucede una conversión de la parte cuadrada del tirante en cilíndrica y, a continuación, se aterrajó a rosca de ½ pulgada Whitworth —ver figura III-242—.

La tabla fue taladrada en tres puntos. Uno de ellos en su eje de simetría y próximo a la periferia del sector circular y los otros dos, aproximadamente, en lo que sería el diámetro del referido sector, también próximos a la periferia. Por

ANÁLISIS DE LA TRAMOYA AÉREA DE LA FESTA O MISTERIO DE ELCHE

estos orificios se hicieron pasar los extremos de los tirantes; tras colocarles una arandela, la correspondiente tuerca de forma cuadrada, y apretarse, la tabla quedó sujeta al bastidor principal —ver figura III-242—.

3.8.3.1.2 EL ARCO DE SUJECIÓN

Está construido de una sola pieza partiendo, de una pletina de sección rectangular por una parte, cuadrada por la otra y finalizando en plancha. Tanto la formación de la pletina como la del arco, se ha realizado moldeando el material con la forja —ver figura III-230—.

En el vértice superior se le formó un puente destinado a albergar el gancho que sujeta a la maroma del aparato. El puente tiene un ojo, con forma rectangular, de 68 mm de altura 30 mm de ancho y la pletina que lo forma es de 24 mm de anchura por 18,2 mm de grosor. Exteriormente tiene 80 x 64 mm—ver figura III-24—.



Figura III-243: Vértice del arco de suspensión.

En la base de los pilares del puente, ambas pletinas se doblan hacia el exterior, formando un ángulo de 90°. A partir de aquí, la pletina, comienza a formar una semicircunferencia de 530 mm de diámetro interior, manteniendo durante todo el arco sus medidas. En este extremo, la pletina, se prolonga en posición recta, manteniendo sus ramas paralelas, hasta una longitud de la parte superior del puente de 948 mm donde la sección se convierte a cuadrada de 24x24 mm y manteniendo la distancia, entre las ramas, constante hasta alcanzar el sitial.

CAPÍTULO III: EL CIELO O TRAMOYA AÉREA

Alcanzado el sitial, las ramas se prolongan hasta una longitud de 350 mm, curvándose ambas hacia el interior y luego hacia el exterior, formando una S y quedando entre las partes externas del arco, una distancia de 480 mm. A 100



Figura III-244: Un punto de sujeción entre el arco de suspensión y el bastidor principal.

mm del extremo y tras haber quedado otra vez paralelas entre ellas, se le formaron dos planchas de 100x40 mm a las que se le practicaron dos orificios de 10 mm de diámetro, centrados en su eje longitudinal y separados entre sí 50 mm. Ambas planchas quedan en el mismo plano que contiene el arco.

En la zona de transición que se produce, en la pletina que forma la parte principal del bastidor, entre la semicircunferencia superior y las dos inferiores, la pletina queda con su parte ancha contenida en el mismo plano que contiene el arco. En esta zona se le practicaron, a la pletina, dos orificios coincidentes con los del extremo del arco, por donde, tras ser ensartados con roblones del diámetro adecuado ambas piezas, arco y bastidor principal; quedaron sujetos por los dos lados —ver figura III-242—.

3.8.3.1.3 LA DECORACIÓN

Al igual que el Araceli, cuando el aparato sale a escena, está todo cubierto de de láminas de oropel, empleando un sistema similar y compuesto, en este caso, por nueve piezas independientes: cuatro circulares para los sitios y los posa piés, y cinco rectangulares para el arco y los tirantes. —ver figuras III-224 y III-229—.

3.8.3.1.4 LOS OCUPANTES

Tres cantores ocupan el aparato, representando con ello a la Santísima Trinidad: Padre, Hijo y Espíritu Santo. De los tres, solo queda definido el primero, que ocupa el sitial central (el Padre Eterno). Está representado forzosamente por un sacerdote el cual va vestido con pantalón, túnica, cingulo, capa, estola y sandalias doradas. Va caracterizado con peluca y barba.



Figura III-245: El Padre Eterno y sus acompañantes.

CAPÍTULO III: EL CIELO O TRAMOYA AÉREA

Durante la representación va sentado en el sillón y porta consigo la corona con la que va a ser coronada la Virgen, la cual está sujeta por un extremo, con una cuerda fina; el resto de la cuerda, que está formando un ovillo, queda sujeto por el Padre Eterno.

Colocado a cada uno de sus lados van, de rodillas, dos niños con la cabeza cubierta con una peluca de color rubio y el pelo rizado. Van vestidos con pantalón, faldón, blusón, adorno con una borla colgando y sandalias doradas— ver figuras III-224 y III-245—. .

El aparato desciende, como se ha dicho anteriormente, interpretando el canto *Vos siau ben arribada...* Finalizado el canto, el Padre Eterno, que sujeta la cuerda por su otro extremo, deja caer la corona lentamente en dirección al Araceli, donde se encuentra la Virgen María, a la vez que va deshaciendo el ovillo.

3.8.3.1.5. LA CORONA

La corona, con la que se lleva cabo la coronación en la representación, es una corona imperial, sin diadema, y construida, con chapa de latón brillantado. Se compone de varias piezas que están unidas entre sí mediante roblones, también de latón. Tiene una altura total de 430 mm y un diámetro máximo de 304 mm.

Nace de un anillo de 180 mm de diámetro y 30 mm de altura, que se ajusta perfectamente a las sienes de la Patrona, y al que se le han repujado dos ribetes salientes en cada uno de sus extremos. Su periferia exterior y en el centro de la superficie del anillo, están adornados con cristales alternados de color verde, con forma redonda, y rojos con forma cuadrada.

Al anillo le sucede hacia arriba, con diámetro inferior igual al del anillo y solidario con él, un tronco de cono de 85 mm de altura mínima. Sobre el tronco de cono y justo encima de donde se localiza el cristal de color, se le ha repujado una figura geométrica con forma de elipse de 90x70 mm de diámetro. El repujado se ha efectuado desde el interior, con lo que el relieve queda en el exterior. En el centro de la elipse se le ha incrustado una estrella plateada de seis puntas. Entre cada dos mínimos de altura del tronco de cono, que podría asemejarse al vértice de una parábola, nace cada uno de los ocho tramos que componen el cesto de la corona, cesto que se cierra en la parte superior.

Cada uno de los tramos queda submontado con una flor de lis, a la que le sucede una de acanto y un lirio, que es por donde se unen los ocho extremos superiores y, todas ellas, repujadas sobre la chapa de latón y desde el interior

ANÁLISIS DE LA TRAMOYA AÉREA DE LA FESTA O MISTERIO DE ELCHE

hacia el exterior. Alternándose con el color que tiene en el anillo, debajo y en el centro cada una de las hojas de acanto, existen unos cristales circulares.



Figura III-246: Corona imperial utilizada en la coronación de la Virgen.

En la unión de los ocho extremos hay un pomo cilíndrico de 40 mm de diámetro y 25 mm de altura, al que le sucede la silueta de una cruz latina de 130x100 mm.

3.9. CONSIDERACIONES FINALES DEL CAPÍTULO

Con lo expuesto y la vista de las figuras aportadas, considera el doctorando que suscribe el haber conseguido en este capítulo el primero de los objetivos marcados.

CAPÍTULO IV

LOS TORNOS DE MARCOS EVANGELIO¹: AÑO 1761

En el memorial de Marcos Evangelio sobre las obras de la iglesia de Santa María de Elche,² podemos encontrar la siguiente información:

El día 20 del mes de junio del año próximo pasado mil setecientos cincuenta y nueve, tubo el suplicante el honor de hacerle el nombramiento que V.A. se dignó hacerle Director para las obras y reparos de la Yglesia Mayor de Santa María de la enunziada villa de Elche; mandándole en el despacho que se sirvió dirigirle con fecha de veinte y siete de Mayo del mismo, levantase planos y perfiles del tabernáculo, tornos para las tramoyas por donde deziende Nuestra Señora de la Asumción en su festividad, retablos, rejas y demás adornos con la prevenzión de que los remitiese al Real Consexo por mano de Dn. Juan de Peñuelas, Secretario de Cámara y de gobierno, para en su vista thomar las providenzias correspondientes, que así hera su voluntad, como en efecto en su virtud y ovedezimiento levantó el suplicante los referidos planos y perfiles, modelo de los tornos para que mejor que por plan se pudiese venir en conocimiento y remitidos en el mes de diziembre a manos del dicho Dn. Juan de Peñuelas según se preseptava para que diese cuenta de ellos a V.A. lo hexecutó y fue servido V.A. aprobarlos; mandando se devolviesen dichos ynstrumentos a poder del que suplica; y orden con fecha nueve de febrero del presente año para que se executasen todas las obras de planos y perfiles y modelo; y que sin ynterrupzión de la obra de la yglesia se prinzipiase la capilla del Augusto Sacramento.

En el mismo documento, leemos, como ya vimos en el Capítulo I:

Arreglado al diseño se reconoce también construido el lienzo que deve servir para la festividad de Nuestra Señora y cubierta de la media naranja por donde se han mudado las tramoyas, y ha servido en el presente año con otros ynstrumentos ynterinos que se acordaron a causa de no haverse podido concluir los tornos, sin embargo de hallarse muy adelantados, y lo estarán para el año que viene.

Por otra parte, el memorial del 19 de marzo de 1763³, dice:

Ygualmente se hallan concluidos los tornos, el lienzo que cubre la

¹ Ver referencia 19 del Capítulo I: Introducción

² ARCHIVO HISTÓRICO NACIONAL [AHN]. Memorial de Marcos Evangelio sobre las obras de la iglesia de Santa María de Elche, 25-XI-1760 (Sección Concejos, legajo 22.528, f.88-89). Transcripción de Joan Castaño i García

³ AHN. Memorial de Marcos Evangelio sobre las obras de la iglesia de Santa María de Elche, (19-III-1763). Sección Concejos, legajo 22.528, f.88-89. Transcripción de Joan Castaño i García.

media naranja, tablados y demás ystrumentos por donde desiede en su festividad Nuestra Señora de la Asumsión y an servido ya dos años y se hallan estos vezinos muy contentos.

Pues estos tornos que según la documentación expuesta entraron en servicio en el año 1761, estuvieron en activo hasta 1971, año en el que fueron sustituidos por los descritos en el capítulo III, punto 3.6.4.

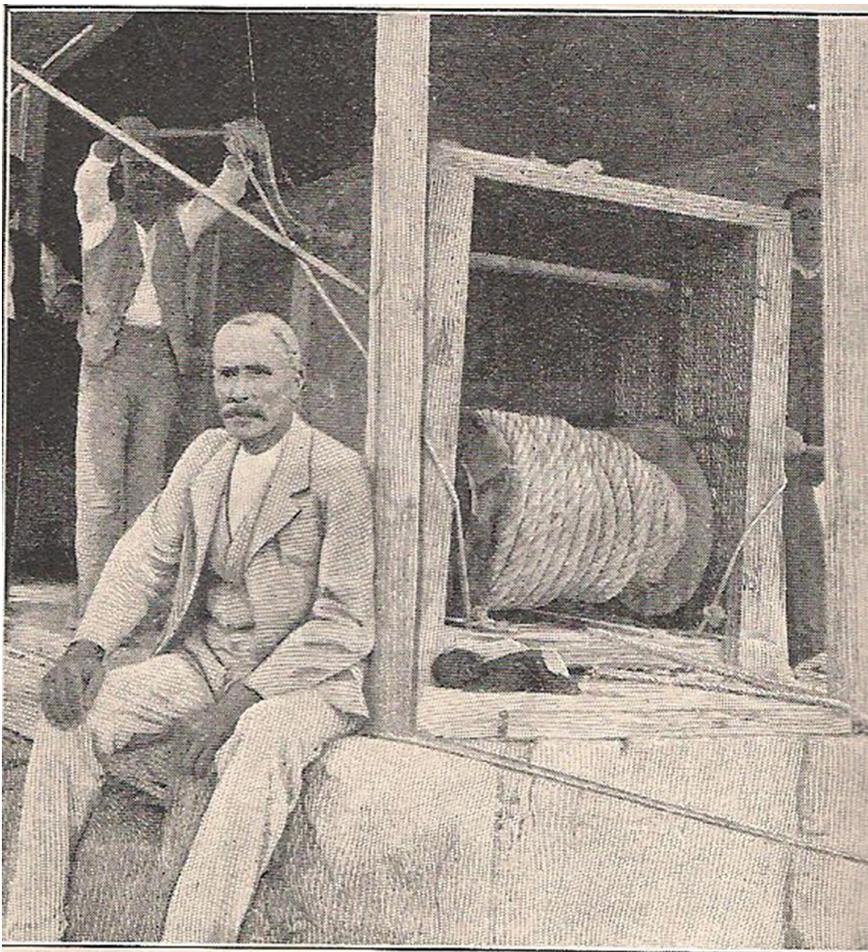


Figura IV-1: Tornos utilizados en la representación de 1899. Foto Vivian.

La primera imagen que disponemos de ellos es una fotografía efectuada en el año 1899,⁴ y que se muestra en este texto en la figura IV-1. A fecha de hoy,

⁴ Fue publicada el año siguiente en el artículo de Herbert VIVIAN, "An opera in a Cathedral", *The Hill World Magazine*, Londres, 1900.



Figura IV-2: Los tornos en el año 1928. Foto Esquembre.

no se ha encontrado documento alguno en el que se haga referencia a que en este período de tiempo se hubiese hecho la sustitución de unos elementos tan trascendentes e importantes para la representación de la *Festa* o Misterio de Elche como son los tornos, por lo que, salvo error u omisión, no hay razón que nos impida asegurar que los tornos, que estuvieron en funcionamiento hasta las representaciones de 1971, fueron los diseñados y mandados construir por el referido arquitecto Marcos Evangelio.

No encontramos otra fotografía de los tornos hasta la efectuada en el año 1928 por el fotógrafo local H. Esquembre⁵ —ver figura IV-2—, pudiendo observar en ella que, a pesar de sus 167 años de uso, se encuentra en un estado perfecto de conservación y funcionamiento. En estas dos primeras fotografías su interior era imperceptible. Lo único visible era el tambor de uno

⁵ Pedro Ibarra realizó también una fotografía de la caseta de los tornos en 1901, pero resulta tan oscura que no es aprovechable para nuestro estudio (ver Jerónimo GUILABERT REQUENA, *op. cit.*, p. 33)

de los tornos, alguna rueda dentada, la maroma a él enrollada y los árboles junto a las cigüeñas de entrada, el resto de su interior queda oculto, puesto que la caja de madera impide visualizarlo.

4.1. LOS TORNOS TRAS LA GUERRA CIVIL

La siguiente foto con fecha de referencia de la que disponemos está fechada en el año 1944 —figura IV-3. Sorprende el poco parecido que tiene con las dos anteriores. En las primeras fotografías, se puede apreciar la existencia de una caja de madera que envuelve a la maquinaria por sus dos laterales, por la cubierta y por bajo, e incluso, observando detenidamente la arista lateral derecha de figura IV-2, se puede apreciar la presencia de dos medias bisagras —la correspondiente a la parte que de ellas se queda fija a la jamba— y que

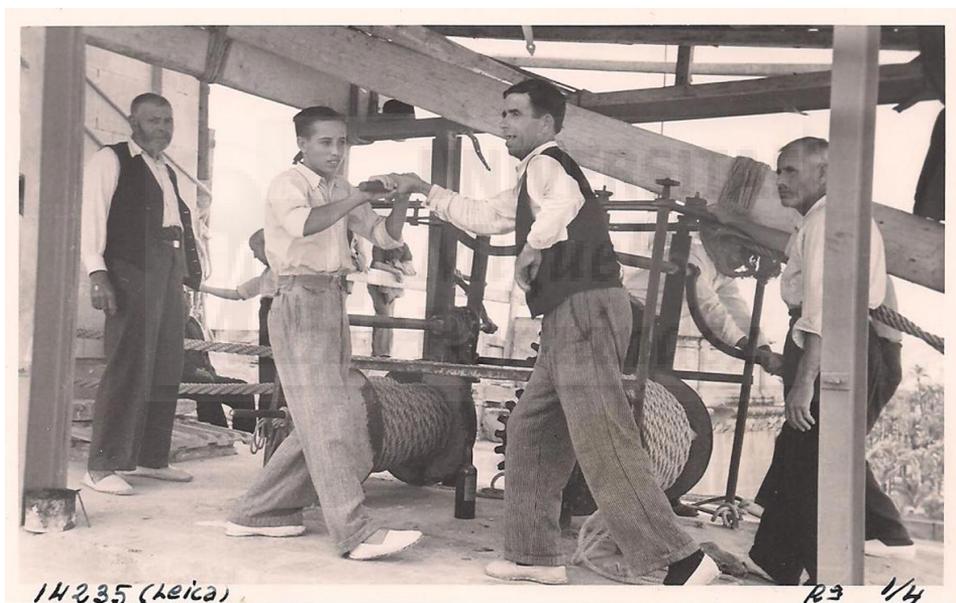


Figura IV-3: Los tornos en plena representación del año 1944. Foto Pedro Ibarra.

con toda seguridad estaban destinadas a soportar una puerta construida con madera que cerrase la cara frontal de la caja y cuya finalidad no podía ser otra que la de proteger el conjunto de la maquinaria durante el período que estuviese en desuso.

Por las evidencias que tenemos en el año 1944 la caja había desaparecido por completo, dejando al descubierto todo el interior de los tornos: ejes, árboles, engranajes, tambores, partes del bastidor, etc.

Otro aspecto que llama la atención de esta última figura IV-3, son los refuerzos que se le han colocado al bastidor de los tornos: por una parte, un tablón de

madera fuertemente sujeto por un extremo a la estructura de lo que podría ser la caseta de cerramiento donde se encontraban los tornos, y por el otro extremo sujeto a la parte superior trasera del bastidor de los tornos. Además de esto, podemos ver que desde el mismo lugar del bastidor al que se le ha unido al tablón, sale un tirante formado por dos gruesas maromas en dirección hacia atrás de ellos. Ambos elementos, puntal y tirante, fueron colocados para que el bastidor pudiese afrontar los esfuerzos que se le estaban solicitando.

Entre estas dos últimas fotografías con fecha de toma conocida, disponemos de una tercera, de la que no sabemos exactamente cuándo fue tomada pero sí que podemos asegurar que se hizo tras el incendio de Santa María del 20 de febrero de 1936 y antes de la primera representación de la *Festa* una vez finalizada la guerra civil —figura IV-4. Esta fotografía se comenta con detalle en el siguiente apartado.

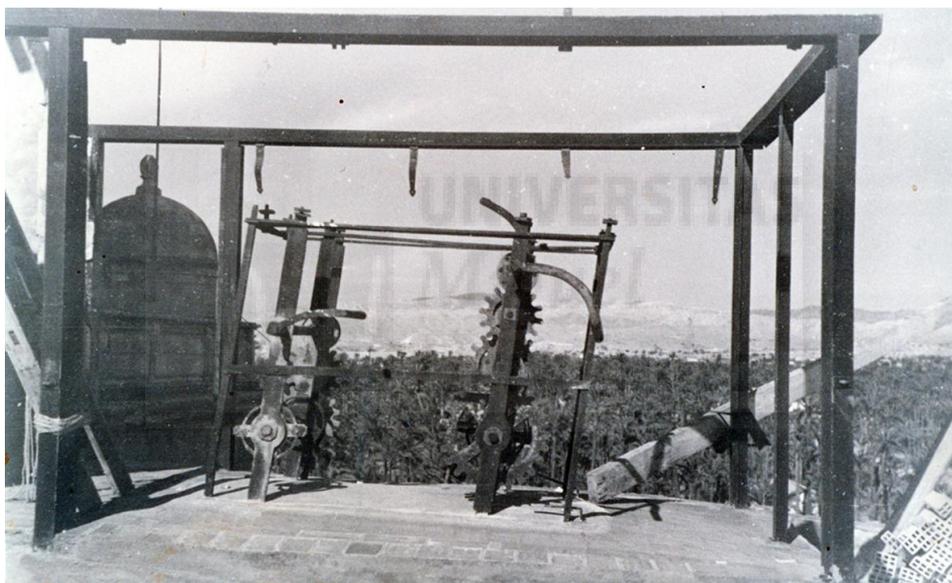


Figura IV-4: Restos de los tornos y su caseta tras el incendio de 1936.

4.2. EL INCENDIO DE LA BASÍLICA DEL 20 DE FEBRERO DE 1936

De esta foto que hemos mencionado en el apartado anterior hay dos cosas que nos llaman su atención. Una, que solo está la estructura metálica de la caseta y los elementos metálicos a ella sujetos, concretamente bisagras fijadas a las vigas; y la otra, que los componentes pertenecientes a los tornos y a la caseta que potencialmente son combustibles han desaparecido por completo, a saber: maromas, matrices de madera de los tambores de los tornos, caja de madera que envuelve a los tornos, correas de madera pertenecientes a la cubierta de la caseta, sus portones de cierre, etc.

En un principio, cabría pensar que ante la escasez de materiales en la época en que tuvo que llevarse a cabo la restauración —a partir de mayo de 1939— y que provocó el tener que echar mano de cuanto fuese útil para la reconstrucción, los materiales pertenecientes a los tornos y su caseta no fueron la excepción, por lo que podrían haber sido requeridos para su utilización.

Sin embargo, hay un punto en este supuesto que no cuadra con lo que aparece en la fotografía. En ella podemos ver que las matrices, construidas en madera, sobre las que descansan las maromas en los tambores de los tornos, no se encuentran en su lugar. No obstante, los cinchos con sus cruces, contruidos en acero, y que se encargan de sujetar por sus extremos las maderas entre sí, y a su vez estas al árbol del tambor, están donde corresponde sin haberse movido, lo cual no ocurre con las maderas.

La extracción de las matrices de madera se puede hacer de diversas formas, a saber: primero, liberando los pilares que sostienen el árbol del tambor para poder desplazar los cinchos y las cruces hacia un lado y otro y a continuación sacar las maderas. Segundo, haciéndolas pedazos para extraerlas. Otra opción sería quemarlas en su posición. Desconocemos cómo se hizo, pero resulta extraño que se dedicara el trabajo necesario para volver a colocar los cinchos en su lugar tras retirar las maderas.

De la fotografía aún se puede extraer más información. En ella se ve que los componentes de los tornos, los pilares, las vigas del bastidor, las cigüeñas, todos ellos contruidos en acero forjado, y los engranajes contruidos en bronce, se encuentran ennegrecidos y oxidados; sucediéndole otro tanto a los pilares y las vigas de la estructura que componían la caseta de cerramiento exterior.

Tras el análisis de la información extraída de las fotografías, nos surge una pregunta ¿qué es lo que le sucedió a esta parte de la tramoya aérea de la *Festa* o Misterio de Elche para que quedase tan maltrecha? Todo apunta a que fue un devastador incendio el que lo provocó. Pero si esto fue así, ¿cuándo se produjo este? Hasta la fecha, que se sepa, el único incendio que ha padecido la basílica de Santa María de Elche fue en los meses previos a la guerra civil española, concretamente el día 20 de febrero de 1936. Ahora bien, la idea que se tenía con respecto a los daños padecidos por la tramoya aérea durante este incendio era que, salvo el lienzo del cielo, el resto no sufrió daños considerables.⁶ ¿Entonces, qué sucedió?

De momento, podemos responder a esta pregunta de un modo seguro que los tornos estuvieron expuestos a la acción del fuego que, de forma provocada, se produjo en el interior de la basílica de Santa María el citado 20 de febrero de 1936. Esto tuvo como consecuencia que ardiesen todos sus partes

⁶ *El cel en la Festa*, Diputación Provincial de Alicante – Patronato del Misterio de Elche, 1995, p. 19.

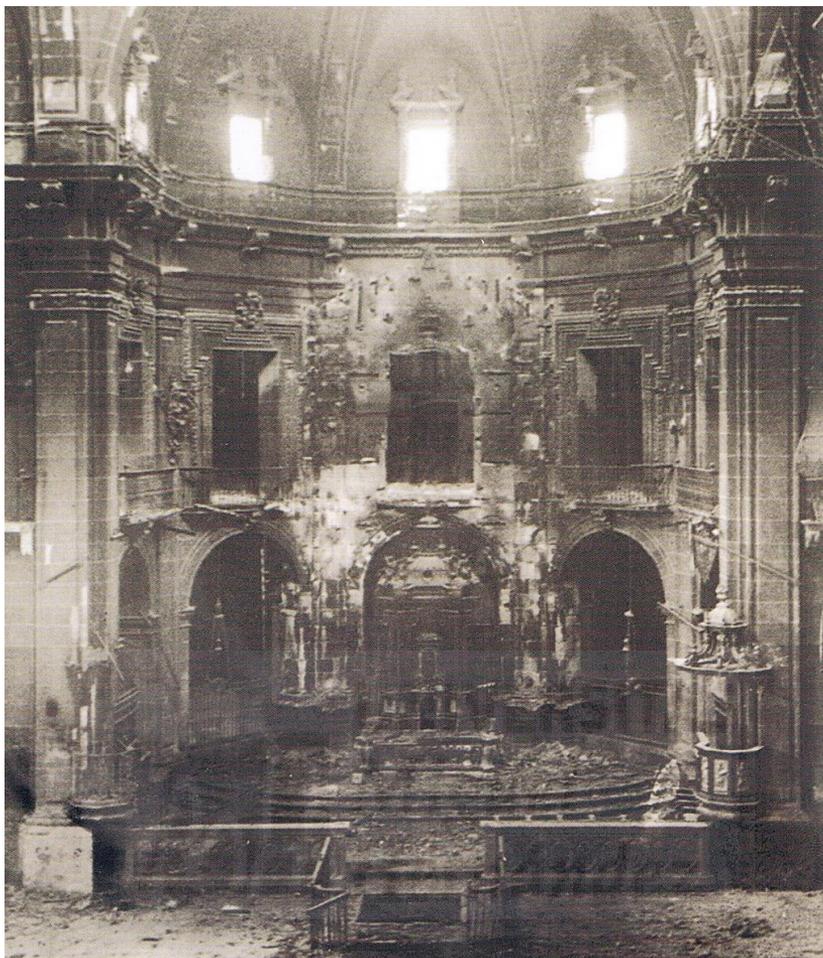


Figura IV-5: Estado en el que quedó el interior de la basílica de Santa María de Elche tras el incendio de 1936. Foto de Antonio serrano Peral.

combustibles, haciéndolo también los elementos constructivos pertenecientes a la caseta que lo protegía, hasta que esta se derruyó.

Para justificar lo expuesto, analizaremos detenidamente una de las fotografías tomadas en el interior de la basílica algunos días después del funesto 20 de febrero, en el que se provocó el incendio —ver figura IV-5—. En ella se aprecian perfectamente las marcas del fuego dejadas tras su movimiento. El humo, al moverse, produce unas marcas que lo caracterizan y que son propias del calor que porta, de su velocidad y de su temperatura. Todo fuego se manifiesta con llama y humo, siendo este último el resultado de una combustión incompleta



Figura IV-6: Cocina de calefacción por combustión de biomasa. Sobre la pared se puede apreciar la zona con forma de V invertida donde las temperaturas han alcanzado su máximo valor.

del combustible que arde. Donde existe llama, no se tendrá humo, dado que la totalidad de las partículas han ardo. Esto genera las típicas marcas que, con forma de V invertida, marcan el lugar de donde se ha producido la máxima temperatura —ver figura IV-6.

Como se puede ver en la figura IV-5, la ventana de levante, la ubicada justo encima del retablo mayor y su luneto, carece de hollín, no sucediendo así en las dos contiguas, que se encuentran ennegrecidas. Este aspecto se debió a que la temperatura de los gases que la alcanzaron fue mayor que la de sus adyacentes, como efectivamente debió de ser, dado que la mayor carga de fuego se encontraba justo debajo, es decir, en el retablo.

La ausencia de hollín desde el dintel de la ventana hacia arriba en todo lo que es el luneto, también es una señal indicadora de que los gases de la combustión, aun habiendo desaparecido el cerramiento de la ventana —lo cual permitió el paso hacia el exterior de gran parte de los gases— se desplazaron parte hacia arriba del edificio en busca del cimborrio y la cúpula.

Una vez los gases en ésta, cederían su calor, incrementaron su temperatura y la de todo lo que en ella se hallase y de no encontrar salida al exterior del edificio por esta zona, una vez transferido el calor y haberse enfriado, invertirían el sentido de su flujo, dirigiéndose a zonas menos calientes, hacia

abajo, siendo estos sustituidos por otros recalentados por el foco de calor, proceso conocido como de calentamiento por convección⁷.

Este proceso continuó hasta el instante en que la elevación de la temperatura de algún elemento combustible perteneciente a la cúpula, como por ejemplo alguna de las ventanas del cimborrio —construidas estas en madera y con espacios acristalados— alcanzase una temperatura lo suficientemente alta como para comenzar a arder la madera o romperse los vidrios. Alcanzado este punto, los gases traspasaron los cerramientos camino hacia al exterior y avivaron con ello el fuego del interior del templo.

Al sucederle esto a la ventana de levante —la que comunica la caseta de los tornos con el interior de la basílica— los gases, antes de alcanzar el exterior de ésta debieron cruzarla y salir al exterior por los orificios que esta disponía en los cerramientos laterales —ver figura IV-7— transmitiendo parte de su calor al interior de la caseta.

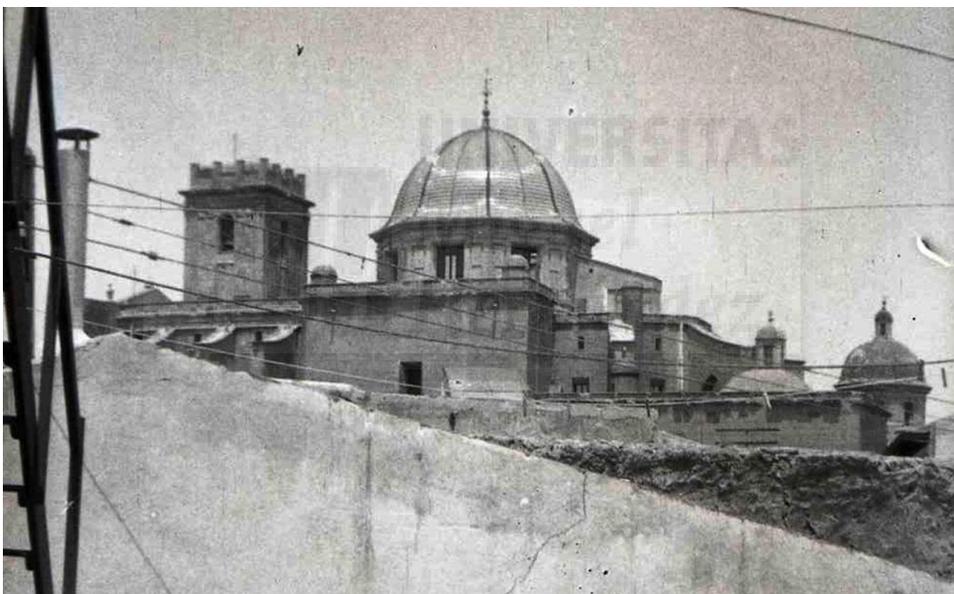


Figura IV-7: Basílica de Santa María antes del incendio de 1936. Al este del tambor y tras la torreta circular de final de acceso de las escaleras de caracol se ve la caseta del torno. Cubierta de tejas, paredes enlucidas, portones de madera y una ventana en la parte superior derecha.

La transmisión del calor de los gases a la madera de las ventanas y los elementos combustibles del interior de la caseta, debió provocar un aumento de sus temperaturas que acabó haciéndolos arder y con ello subir más la temperatura en la caseta. Al pasar estos gases por la ventana del cimborrio, estando ésta ardiendo, debieron ser recalentados por este fuego y una vez en

⁷ J. Antonio DE ANDRÉS Y RODRIGUEZ-POMATTA, Santiago AROCA LASTRA y Manuel GARCÍA GÁNDARA, *Termotecnia*, UNED, 1984, p IV-2.

el interior de la caseta, tras entrar en contacto con todos los elementos combustibles existentes en ella —como podrían ser la caja que cerraba el torno, las maromas de los tornos, las maderas de los carretes, las correas de la cubierta, o los portones de cierre— comenzaría todo el conjunto a arder y con



Figura IV-8: Basílica de Santa María una vez finalizada la guerra civil. Como puede observarse, el lugar que ocupaba la caseta de los tornos, al este del tambor, no está y en su lugar aparece una especie de estructura que recuerda a la de la figura IV-4.

ello a elevar aún más su temperatura en el interior. En estas condiciones la caseta se convirtió en un horno, con los tornos en su interior.

El final debió producirse tras arder todo el material combustible entre el que se encontraban las correas del tejado, caerse las tejas que estas sostenían y que cubrían la caseta. En esta situación, comenzó a disiparse de forma natural el calor y enfriarse todos los restos de la combustión, incluidos los tornos. Una fotografía tomada con fechas posteriores a la de la finalización de la guerra civil y en la que se puede apreciar la caseta semiderruida, sin cubierta y sin portones, así como la estructura que soportaba a estos últimos, se adjunta al presente texto figura IV-8. Observando la figura 4.6, se distingue tras la garita que cubre las escaleras de acceso a la terraza, y a ambos lados de ésta, el portón perteneciente a la caseta que está situado en su cara sur y que tenía como finalidad el cierre de la zona de los tornos. En la siguiente figura, la IV-8, en el mismo lugar, aparece la caseta semiderruida, y en ella se puede apreciar la estructura de la misma, que se corresponde con la vista en la misma fotografía donde aparecen los tornos deteriorados figura IV-4

Evidencias de cuanto hemos expuesto, las podemos encontrar en dos lugares diferentes. Por una parte, en la propia basílica permanecen huellas pertenecientes al incendio y que se encuentran visibles en lo que fue parte de la vía de salida de los humos. Así, por ejemplo, en las ocho ventanas pertenecientes al cimborrio, podemos todavía ver todos sus dinteles ennegrecidos en mayor o menor grado por el hollín que sobre ellos se depositó tras el paso del humo. Además, la situada en la zona de levante lo presenta



Figura IV-9: Estado actual del dintel y las jambas de la ventana orientada al este del tambor de la basílica de Santa María. En ellos se puede ver el hollín procedente del incendio y restos de yeso, sujeto a la sillería del dintel, pertenecientes a la antigua caseta.

también a lo alto de sus jambas —ver figura IV-9. En esa misma ventana y en sus jambas, se reparten diez orificios, cinco en cada una de ellas, que en su día fueron practicados a los sillares que las forman, y que tienen una sección rectangular de 85x85 mm, con una profundidad aproximada de 150 mm, los cuales se encuentran a diferentes alturas y distantes entre sí unos 600 mm, y 25 mm de la cara externa de la jamba figura —ver figura IV-10.

En estos orificios se encuentran anclados a los sillares, con argamasa, los restos de los entrantes de madera que sirvieron para mantener sujeto al edificio el marco de las hojas de cierre y los cristales de la ventana, construido en madera y del cual sólo queda el extremo que da al exterior, que se encuentra completamente quemado figura —ver figura IV-11.

A la vista de cuál fue el final de estos prismas rectos de madera que pertenecían a la parte del marco y que supuestamente se encontraban en la parte más guarecida de él, pues se encontraba entre la cara interior de éste y el sillar e introducidos en su interior y rodeadas todas sus caras de argamasa,

tenemos que pensar que la cantidad de calor que se puso en juego en esa zona y su temperatura debieron ser elevadas.

Por otro lado, podemos ver también los efectos provocados sobre los tornos que, estando instalados en el interior de la caseta, se vieron expuestos a las acciones de las llamas y el calor procedente del interior del templo, más el añadido a los mismos por el incendio producido en la ventana y en la propia caseta. Por tanto, estos se vieron completamente expuestos a la acción de todo lo que se desarrolló en el interior de la caseta. Tanto el humo, como el



Figura IV-10: Situación de los puntos de anclaje a la jamba de la parte norte, perteneciente a la ventana del este, del antiguo cierre de la ventana. Actualmente se encuentra la madera que da al exterior completamente carbonizada. Uno de los anclajes se muestra ampliado en la parte superior izquierda de la figura.

calor, dejaron marcas en los tornos, muchas de las cuales, las que permanecen en las piezas originales, continúan estando en ellos perfectamente visibles —ver figuras .



Figura IV-11: Superficie de una pieza de bronce cubierta de hollín y que pertenece al tren de engranajes del torno pequeño, el más próximo a la ventana.



Figura IV-12: Pieza de bronce con el color salmo típico que adquiere tras haber sido expuesto a una alta temperatura, en este caso inferior a la de fusión, y posterior enfriamiento. Hay que tener presente que, posterior al proceso de fusión llevado a cabo en su fabricación, fueron torneados y el color salmón original desapareció con el mecanizado.

4.3. OTROS TESTIGOS DEL INCENDIO

El análisis que hemos efectuado referente a la evolución del fuego por el interior de la basílica, como consecuencia del incendio de 1936, ha sido

realizado a la vista de la documentación gráfica que ha llegado a nuestro alcance. Además, estos hechos pueden ser corroborado por las manifestaciones de los vecinos del pueblo de Elche que fueron testigos del citado incendio⁸:

Por las ventanas de la cúpula salían aquella triste noche, con dirección al cielo como pidiendo clemencia o como horrorizadas de su propia devastación, lenguas de fuego. La amargura y la impotencia quedaron hermanadas en las almas puras, y el fuego, libre de impedimentos seguía calcinando una maravilla ilicitana.

4.4. LA SUSTITUCIÓN

En julio del año 1971 se procedió a sustituir el torno existente por el nuevo. El último trabajo que se efectuó con el antiguo fue subir el nuevo para emplazarlo en su lugar. Acto seguido se procedió a su desmontaje quedando como podemos ver en la figura IV-13.

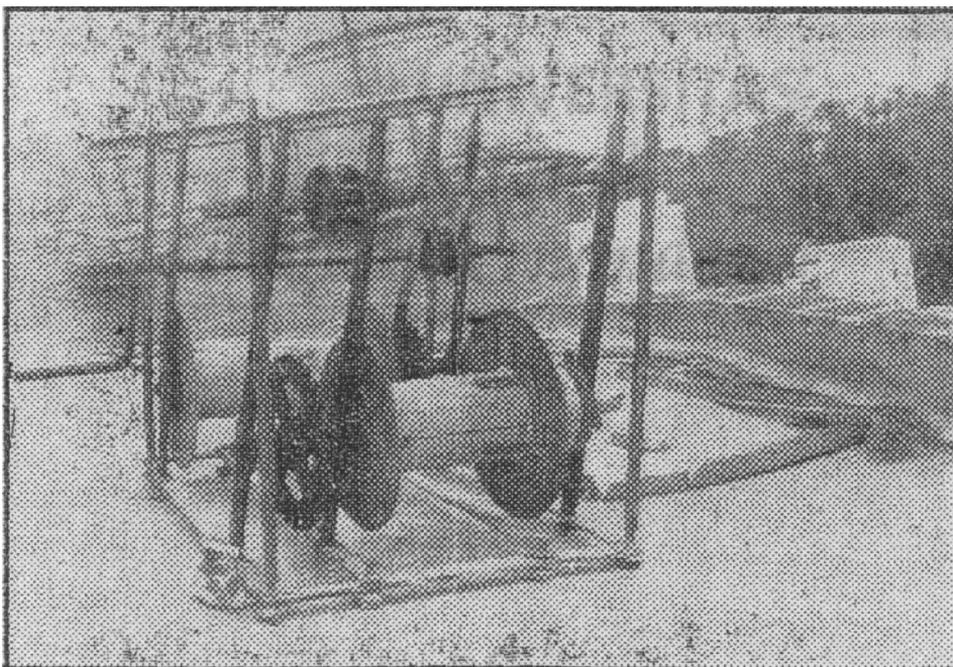


Figura IV-13: Texto del artículo de prensa del 3 de septiembre de 1971: *El viejo torno <<patas arriba>>, espera su definitivo emplazamiento en el Museo de la Festa. (FOTO ESTUDIO)*

Al parecer⁹, y según declaraciones a los medios de comunicación efectuadas

⁸ Rafael RAMOS FOLQUÉS, *La leyenda del Misterio de Elche*, Graficas Asín, Madrid, 1956, p. 118.

⁹ Justo Muñoz, "EL NUEVO TORNO DE LA "FESTA" EN SANTA MARÍA. El lunes, su primera prueba", *Información*, 3 de septiembre de 1971.

por el personal que llevó a cabo su sustitución, los tornos no se encontraban muy bien anclados al edificio:

...creíamos que nos iba a dar más trabajo desmontar el viejo torno, pues suponíamos que estaría más fijo al pavimento de la terraza, pero no ha sido así: tan solo tenía unas tuercas de sujeción.

4.5. SITUACIÓN ACTUAL

Una vez sustituidos los antiguos tornos, fueron trasladados a la sala denominada “del pozo”, perteneciente a la basílica de Santa María —situada en plaza Santa Isabel nº 6, actual Museo de la Virgen de la Asunción— donde estuvieron arrumbados hasta el año 1995, en que se trasladaron a la sala de exposición situada en el segundo piso de la Casa de la Festa, situada en la calle Major de la Vila nº 27 donde podemos contemplar hoy lo que queda de ellos.

4.6. ANÁLISIS DE LOS TORNOS

Para llevar a efecto su análisis, debemos tener presente que estos tornos, tras el incendio y derrumbe de la caseta de Santa María en 1936, quedaron expuestos a la acción de la intemperie hasta el final de la guerra civil, con lo que salvo que alguien los cubriese, cosa que ignoramos, debieron estar expuestos al viento, lluvia, humedades, etc. Por todo ello durante el análisis se debe tener en cuenta que los óxidos de hierro son solubles en el agua, por lo que las superficies de las piezas lavadas por la lluvia, rápidamente perderían, junto con las capas de óxido producidas, el hollín acumulado, no siendo así en las piezas de bronce, cuyo óxido, al no ser soluble, forma una capa que se queda adherido al metal, y sobre esta capa queda fijado el hollín permaneciendo en él. Tras un estudio de estas piezas, las que le quedan originales, se puede encontrar hollín por todas ellas, sobre todo en las de bronce, existiendo también en las de acero, pero en las zonas menos expuestas —ver figuras IV-11.

Además de los restos de la combustión acumulados en las diversas piezas de los tornos, debemos considerar los efectos térmicos producidos por el calor. Por una parte tenemos que a la vista de la primera figura IV-12, existe un detalle en el engranaje que evidencia el haber estado sometido a una temperatura bastante elevada, pero que no llegó a alcanzar la de fusión del bronce.

Los engranes están torneados de origen, lo que supuso que a su superficie exterior se le extrajo todo el material que estuvo en contacto con los moldes, tras la solidificación de la pieza en el proceso de fundición. Tras la extracción



Figura IV-14: Los tornos en su estado actual vistos por la parte trasera. En primer plano el torno grande.

de esta capa con el torno, el color del bronce mecanizado se asemeja al amarillo oro. Sin embargo, se puede observar que el actual no es ese, sino que presenta un tono salmón, propio de un bronce recalentado y posteriormente enfriado —ver figuras IV-11.

Además de ello los materiales de acero que componían los tornos se vieron sometidos, por efecto del calor, a un proceso de revenido que dio como resultado la pérdida de tenacidad de sus componentes. Esta pérdida se tradujo en que de forma progresiva los tornos fueran perdiendo sus propiedades, concluyendo con su definitiva sustitución en el año 1971.

Y por último, cabe pensar que la caja que envolvía al bastidor, y que estaba rigidamente sujeto a él, hacía las funciones mecánicas precisas para darle la adecuada estabilidad y rigidez. El hecho de que desapareciera en el incendio y



Figura IV-15: Los tornos en su estado actual vistos por la parte delantera. En primer plano el torno pequeño.

exigirle los mismos esfuerzos a la máquina tampoco le debió de beneficiar mucho.

4.7. DESCRIPCIÓN GENERAL

Para llevar a cabo la descripción de los tornos disponemos de la documentación gráfica mostrada, la procedente de las hemerotecas y lo que queda del torno que se ha conservado en la Casa de la *Festa*. Su aspecto actual lo podemos ver en las figuras IV-14 y IV-15 que se adjuntan.

Tras su observación podemos comprobar que se trata de dos tornos independientes, distintos entre sí y montados en un bastidor común construido con perfiles de acero. El conjunto iba acompañado por una caja de madera, que lo contenía y que, entre otras, reunía las siguientes características:

- Sus ejes son paralelos en horizontal.

- El accionamiento es manual con dos cigüeñas de entrada por torno.
- La multiplicación de la fuerza está dada por sendas cadenas de engranajes y que esta cadena hace que su número de engranajes sea el principal elemento diferenciador entre los tornos, teniendo uno tres pares y el otro, dos.

Sobre el bastidor queda un torno montado frente al otro, con los tambores de salida a igual altura, los trenes de engranajes colocados en lados opuestos y las dos cigüeñas correspondientes a la cadena con mayor número de engranajes, situado en un lugar a mayor altura que las otras.

Hasta el año 1971 todo el conjunto estuvo anclado a la terraza de la basílica y colocado de forma que sus ejes de giro quedaban paralelos a la cara lateral del cimborio con la orientación a levante, es decir, en posición similar a la que hoy en día tienen sus sustitutos. En este emplazamiento, el torno con la cadena formada con el mayor número de engranajes, el de mayor potencia y que es destinado al accionamiento de la *Mangrana* y el *Araceli*, quedó situado en la parte más alejada del cimborio, que consideraremos a lo largo de este escrito como la parte trasera¹⁰. En cuanto al de menor potencia, el pequeño y destinado al accionamiento de la Santísima Trinidad, se encontraría, según la referencia tomada, en la parte delantera.

Seguidamente efectuamos un análisis detallado de las diferentes partes que lo componen.

4.7.1. EL BASTIDOR

Originalmente estuvo compuesto por una caja de madera externa y una estructura metálica interna formada toda ella por piezas de acero forjado. De ello solo nos ha llegado, como hemos visto, una parte, debido al mal estado en que quedó tras su desmontaje en la terraza de la basílica —ver figura IV-11. Cuando se decidió exponerlo en la Casa de la *Festa*, algunas de sus piezas tuvieron que ser reconstruidas, por lo que en la actualidad muchas de ellas son de fabricación reciente. A estas se las identifica fácilmente porque fueron construidas con acero laminado.

Para su descripción, podemos considerar que consta de una parte principal, compuesta por dos marcos rectangulares situados uno en la base y el otro en la parte superior, unidos entre sí por sus vértices mediante cuatro columnas

¹⁰ Esta es la referencia que adoptaremos a lo largo del texto para que el lector se pueda ubicar convenientemente.

verticales. A esta parte principal se le unen piezas accesorias, como son dos travesaños en cada marco, y dos grupos de tres columnas secundarias.

En los límites exteriores, el conjunto se asemeja a la figura geométrica formada por las doce aristas de un paralelepípedo recto u ortoedro con unas medidas externas de: 1.556 mm de largo, 1.095 mm de ancho y 1.199 mm de alto.

4.7.1.1. EL MARCO SUPERIOR

Está formado por sus perfiles originales que son de sección rectangular de aproximadamente 59 mm de ancho y 15 mm de grosor, valor este último que pasa a ser de 22 mm en los vértices del marco y en una longitud que se extiende desde el vértice en 80 mm hacia cada lateral. Las pletinas están dispuestas con la cara ancha apoyada en el plano que contiene al rectángulo —ver figura IV-16.



Figura IV-16: Marco superior del bastidor. A en los vértices se aprecia el recrecido de la pletina y la unión muesca espiga de los pilares principales, en primer plano la U trasera que compone el marco y el trozo recto del lado izquierdo que lo une a la U de la parte frontal. Entre lados largos del marco los dos largueros y los dos grupos de pilares secundarios. Para mantenerlo sujeto se les coloco a las espigas y pernos un taco de madera que supliese a la caja que lo contenía.

Sus dimensiones son de 1.095x1.556 mm por el exterior y de 1.443x979 mm por el interior, estando compuesta por cuatro piezas dispuestas sobre un mismo plano y unidas entre sí mediante roblones. Dos de ellas —las que forman los lados cortos— tienen forma de U, con lo que los laterales de la U pasan a integrar parte del lado largo, y las dos restantes, totalmente rectas, que junto a los extremos de la U constituyen la totalidad del lado largo. Tanto la longitud de las pletinas pertenecientes a los lados largos como las correspondientes a los extremos de la U, son superiores en unos 60 mm a las necesarias para la formación del lado, lo que permite que las pletinas se solapen en su unión.



Figura IV-17: Una de las uniones de la U con el tramo recto en el marco superior.

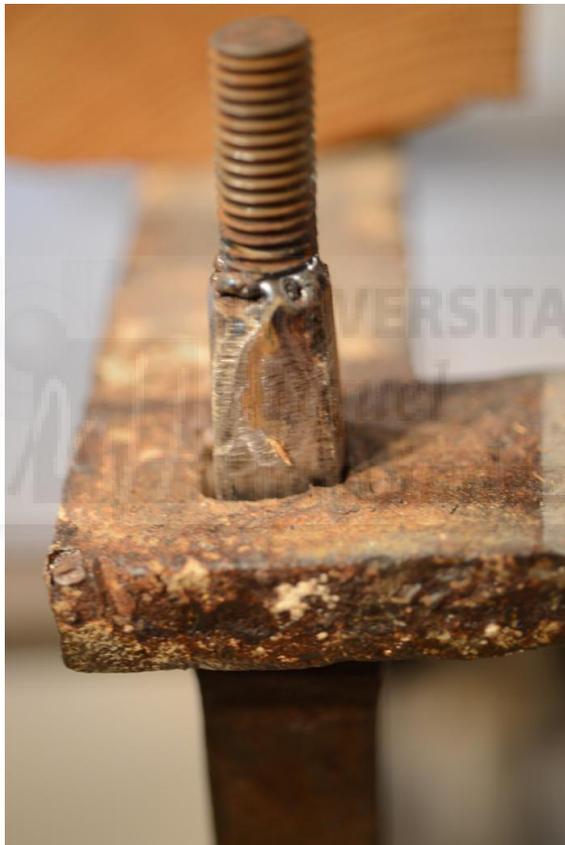


Figura IV-18: Sistema de unión muesca-espiga en el vértice del marco superior.



Figura IV-19: Perno de unión al lado corto que forman las U de uno de los travesaños.



Figura IV-20: Sistema de unión muesca-espiga que efectúan los pilares secundarios al marco superior o a los travesaños.

Al efecto de que en el punto de la unión entre pletinas se mantuviese la uniformidad en su grosor, sus constructores les dieron a cada uno de los extremos a unir forma de cuña. Una vez superpuestas las dos piezas y tras haber sido perforadas, se consolidó la unión con dos roblones cada una —ver figura IV-17.

Perpendicularmente al plano definido por el marco y centrados en el eje de las pletinas se le hicieron, durante su forjado, doce orificios con la finalidad de poderse unir la parte superior de las cuatro columnas principales, las cuatro columnas accesorias y los dos travesaños.

Los orificios quedaron distribuidos en el perímetro del marco como sigue: Cuatro con sección cuadrada de 21x21 mm en cada uno de los vértices del marco; dos de 21x21 mm en uno de los lados cortos, quedando a una distancia de 426 mm de los vértices, 503 mm entre ellos; dos idénticos a los anteriores guardando simetría con ellos en el otro lado corto. Dos más con sección rectangular de 55x17 mm en el lado largo donde se encuentran los engranajes del torno de mayor potencia, quedando a una distancia de 218 mm del vértice donde están los engranes, 951,6 mm entre ellos y 339,5 mm del otro vértice; y por último dos idénticos a los anteriores guardando simetría con ellos en el otro lado largo.

4.7.1.2. EL MARCO DE LA BASE

Lo que queda de él es una reproducción hecha con perfiles de acero laminado de sección rectangular de 60x15 mm, unidos en sus vértices con soldadura eléctrica y que está hecho a semejanza del superior guardando simetría con él y manteniendo ciertas diferencias —ver figuras IV-14 y IV-15.

Como diferencia se tiene que los extremos de los lados largos del marco sobresalen 143 mm hacia atrás, el de la derecha, y 143 mm hacia adelante, el de la izquierda. Los perfiles se cortaron dándole a los lados cortos la dimensión interna del marco, y a los dos largos toda la longitud del marco más un exceso de 143 mm. Formado el marco con la distancia de separación de 1.556 mm entre las caras exteriores de los lados cortos y dejando como hemos dicho un exceso del lado largo por un extremo y el otro para el opuesto, la unión entre ellos fue efectuada mediante soldadura eléctrica.

4.7.1.3. LAS COLUMNAS PRINCIPALES

Ambos marcos quedan separados 1.169 mm, y dispuestos en dos planos paralelos y unidos entre sí con cuatro columnas construidas en acero forjado de una longitud total de 1.319 mm. Estas columnas tienen una sección



Figura IV-21: una de las columnas principales uniendo el marco de la base con el superior.

cuadrada de 31,5x31,5 mm con una longitud de 1.169 mm, ver figura —ver figura IV-21 ; en los extremos la sección se reduce a 20,5x20,5 mm a lo largo de 68 mm y a continuación lo hace con un espárrago de 38 mm de longitud y 16,8 mm de diámetro; el espárrago, al igual que en los pernos de fijación de los tramos cortos ya descritos, se ha sustituido en la actualidad un trozo de varilla roscada que se ha soldado con soldadura eléctrica a la columna. La reducción de la sección de la columna, permitía tras su penetración por los orificios cuadrados de los vértices de 21x21 mm, esta fijación se denomina en carpintería ensamble muesca-espiga —ver figuras IV-18— la fijación de los pilares al marco y a la madera de la caja que envolvía a los tornos con una tuerca como la descrita para los pernos que sujetan los largueros.

4.7.1.4 LOS TRAVESAÑOS

Dos perfiles de acero forjado con sección rectangular de 64x16mm y una longitud de 1.556 mm, se extienden entre las dos caras exteriores de los lados cortos del marco, quedando paralelos ambos a los lados largos de este. En el lugar en que intersecan cada uno de los largos con el corto, se practicó a cada uno de ellos un orificio cuadrado de características idénticas a las de los orificios que se hicieron en el vértice —ver figura IV-16.

Por cada uno de los cuatro pares de orificios señalados, se pasaron de abajo hacia arriba, ensartando a ambos perfiles a la vez, pernos cuadrados fabricados en forja, de 70,6x20x20 mm, que tienen en el extremo que se queda debajo una cabeza cuadrada de 34x34x10,50 mm y en el opuesto, el que sale hacia arriba, un espárrago de 16,6 mm de diámetro, aterrajado al cual se le rosca una tuerca rectangular de 50x60x10 mm. El espárrago no es original, si bien el perno y su cabeza sí. En la restauración, se le aserró el original que estaría aterrajado y que sería prolongación del perno confeccionado con la forja¹¹. Actualmente es un trozo de varilla roscada y soldada —ver figura IV-19.

El espesor de ambas pletinas, superpuestas en el punto de intersección, es de 30 mm y el perno que las traspasa de sección cuadrada, tiene 70 mm de longitud, más los 41 mm pertenecientes al espárrago. Obviamente, la tuerca no va a ejercer ningún tipo de presión entre ambas piezas para mantener la unión en su sitio a la hora de apretarse. Ello es debido a que, en su origen, conjuntamente a las dos pletinas de acero, el perno aprisionaba también a la caja de madera que, con forma de paralelepípedo recto, envolvía a todo el bastidor y cuyo espesor vendría a ser más o menos de 80 mm. Hoy día, en estos puntos se disponen tacos de madera, para que el torno situado en la exposición se mantenga firme —ver figura IV-16.

El marco de la base también dispone de dos largueros que se extienden entre los lados cortos, y situados exactamente en la misma posición que los del marco de la cubierta, pero al contrario que en este último, los largueros están por encima del lado corto. Otra diferencia que presenta con respecto a los largueros de la cubierta es que estos sobresalen 143 mm cada uno de ellos por la parte frontal del torno. Uno de ellos, el situado a la izquierda del torno grande, es nuevo y está construido con perfil laminado; el siguiente de la derecha, es el original y está construido con forja. La unión de los largueros, con los lados cortos del marco de la base, está efectuada con pernos idénticos a los de la cubierta, pero ensartando a los perfiles en sentido contrario, lo que indica que en la base y bajo el bastidor también existía madera de refuerzo —ver figuras IV-12 y IV-13.

¹¹ Probablemente, por no poder encontrar tuercas del diámetro adecuado con el paso, forma y ángulos de los flancos de los filetes que fuesen adecuados para su uso.

4.7.1.5. COLUMNAS SECUNDARIAS, APOYO DE LOS ÁRBOLES

A los lados largos de los marcos y a los cuatro travesaños sujetos sobre sus cortos, se fijan los doce extremos de seis columnas verticales que van a servir de soporte a los cojinetes donde apoyan los árboles y ejes de los tornos.

La sujeción de los pilares a los perfiles largos es similar a como lo hacen las columnas principales en los vértices. Para ello, a estos perfiles, como se vio, se



Figura IV-22: Cadena cinemática del torno grande. Del exterior al interior se puede ver en primer lugar la columna secundaria externa del lado izquierdo, a continuación los engranajes con sus arboles y le sigue la columna secundaria central. La primera está construida en acero laminado, la central en forja. Los extremos de las externas se sujetan en los marcos y las intermedia a los travesaños.

les practicó un total de doce orificios de sección rectangular de 55x17 mm, dispuestos en sentido longitudinal, ensamble idéntico al empleado en carpintería y denominado muesca-espiga —ver figura IV-20.

De los doce orificios, ocho quedan en los cuatro lados largos de los dos marcos: cuatro en el de la base y cuatro en el superior. Mirando el bastidor desde la cara del ortoedro en que se encuentra el torno grande, dos se encuentran en lado largo superior de la izquierda y dos en el inferior del mismo lado; y dos más en cada uno de los lados de la derecha. Con la misma referencia, tenemos cuatro, los correspondientes a las columnas del torno grande, situados a una distancia de 227 mm y cuatro, los correspondientes a la sujeción de las columnas del torno pequeño ubicados a una distancia de 1.177 mm.

A igual distancia a las indicadas, los largueros que se extienden entre los lados pequeños de los marcos, disponen un orificio cada uno de los cuatro. Con la misma referencia, los dos perfiles situados a la izquierda, el superior y el inferior lo tienen a 227 mm, y los de la derecha a 1.177 mm.

Las cuatro columnas que se fijan a los lados largos de los marcos están contruidos con perfiles laminados y los que lo hacen a los perfiles centrales son originales y forjados. Todos ellos tienen un espesor aproximado de 15 mm y una longitud total de 1.319 mm. Para las cuatro exteriores, el tramo que queda entre marcos, tienen una longitud de 1.199 y para los dos interiores de 1.137 mm. La anchura mínima de las columnas es de 75 mm, reduciéndose a 52 mm en los dos extremos donde efectúan la unión, al efecto que la columna entre en los orificios practicados a los perfiles horizontales. En la parte de la columna donde se ha de albergar el árbol correspondiente al tambor y el de las cigüeñas y a su correspondiente altura, en estas su anchura se amplía hasta 145 mm en los puntos donde se ha de soportar el árbol del tambor y a 108 mm para el árbol de entrada —ver figura IV-22.

Las seis columnas tienen la reducción en sus extremos prolongada hasta 68 mm, donde existe un espárrago de varilla roscada de 16,8 mm de diámetro, y 38 mm de longitud, que está soldado con soldadura eléctrica; originalmente sería prolongación de la pletina, a la cual se le daría forma cilíndrica mediante forja y seguidamente con la terraja se le haría rosca. Estos espárragos sujetan actualmente un taco de madera con una tuerca análoga a la de las columnas de los vértices, lo que indica que todos ellos afianzarían la caja de madera que cerraba a los tornos al bastidor metálico, antes de que el incendio la destruyese.

Como hemos dicho, la misión de estas columnas es la de soportar los cojinetes de los distintos árboles y ejes de los dos tornos. Con la misma referencia tomada anteriormente, las tres próximas a la parte trasera de los tornos, lo hacen para el grande, y se tiene que de izquierda a derecha y mirando desde

atrás de la máquina, la primera columna soporta dos ejes y dos árboles, para lo que dispone, centrados en el eje longitudinal de la columna, de cuatro orificios de 55 mm cada uno. La siguiente columna, construida con forja, soporta dos ejes, y dispone de cuatro orificios; dos de ellos, con una sección rectangular de 27x57 mm y que están destinados al soporte de los ejes, y los otros dos cilíndricos, que están destinados a dejar paso a los árboles sin apoyar sobre la columna, tienen diámetros de 76 mm el destinado al eje del árbol del tambor y de 54,5 mm para el árbol de entrada. La tercera columna está soportando a dos árboles, y tiene cuatro orificios de 55 mm cada uno, el superior soporta al árbol de entrada, y el inferior el del tambor, quedando los dos centrales libres.

Con respecto al torno pequeño, y en el mismo orden que lo hemos hecho para el grande, la primera columna soporta dos árboles; la central solo soporta a un eje y dispone de dos orificios que dejan paso a los árboles de entrada y tambor y por último, la columna de la derecha, soporta a dos árboles y un eje. Si bien la función que realizan los dos pilares exteriores es diferente tanto para el torno grande como para el pequeño, ambos pilares son iguales entre sí.

4.7.1.6. LOS COJINETES

En cada uno de los orificios que existen en las columnas, destinados a soportar un eje o un árbol, se alberga un casquillo de bronce con un diámetro externo que encaja con el de la columna y uno interior adecuado al del gorrón que ha de girar sobre él. Originalmente parece que el orificio de la columna en lugar de cilíndrico, era cuadrado, dado que esta es la forma como están hechos en los pilares de forja y los cojinetes que quedan de origen así lo son—ver figuras IV-23 y IV-24.

En el grande, cada una de sus tres columnas dispone de cuatro grupos de orificios, dispuestos de tres en tres a distinta altura y con los centros de cada grupo alineados entre sí. —ver figura IV-22. Ascendiendo desde el marco de la base, tenemos el primer grupo dispuesto a 305 mm de este. A esta altura existen dos orificios de 55 mm de diámetro en las columnas laterales, y uno de 76 mm en la central; en los orificios de los pilares externos, se aloja en cada uno un casquillo con valona, quedando en ambos esta en la parte interior del bastidor, el casquillo tiene un diámetro exterior de 55 mm, la valona de 62 mm y el espesor de esta de 10 mm; el diámetro interior del casquillo, donde descansan los gorriones del árbol del tambor 42 mm de diámetro; el árbol que cruza el pilar central por un orificio de 76 mm de diámetro, lo hace sin que exista rozamiento entre ambos.

En sentido ascendente y desde los tres primeros existen otros tres orificios situados a 286 mm y le sigue otros tres a 240 mm; ambos grupos están



Figura IV.23: Buje original compuesto de valona y la parte exterior del casquillo mecanizada con forma cuadrada.



Figura IV-24: Cojinete perteneciente al soporte de un albor intermedio albergado en el pilar secundario.

destinados al apoyo de los ejes de giro de dos pares de engranajes que van a enlazar el árbol de entrada con el del tambor y que descansan sobre el pilar de la izquierda y el central. Para la columna exterior de la izquierda, los orificios son cilíndricos de 55 mm de diámetro, y en estos orificios se alojan sendos casquillos con valona, dispuestos igual que el anterior, de adentro hacia afuera, y con la valona dispuesta en el interior, con un diámetro exterior de 55 mm, diámetro de la valona de 62 mm y espesor de esta de 10 mm; el diámetro interior del casquillo es de 29 mm y es donde descansan los gorriones de los pares de engranajes.

Y por último y a una distancia de los anteriores de 192 mm, se encuentran los tres últimos orificios, también de 55 mm para las tres columnas. Por los orificios de los pilares externos se aloja en cada uno un casquillo con valona, quedando en ambos esta en la parte interior del bastidor. El casquillo tiene un diámetro exterior de 55 mm, la valona de 62 mm y el espesor de esta de 10 mm. El diámetro interior del casquillo, donde descansan los gorriones del árbol de las cigüeñas tiene 39 mm de diámetro. El árbol cruza el pilar central por el orificio descrito sin que exista contacto entre ambos.

4.7.1.7. LA CAJA DE MADERA

A la vista de lo que nos ha llegado del bastidor y que es lo que se muestra en las dos fotografías anteriores, observamos que todas las piezas que lo forman están dispuestas bien en posición vertical o bien horizontal, sin disponer de cartelas, jabalcones, tirantes u otros elementos que triangulen el conjunto. A esta disposición tenemos que añadir que la forma con que se unen las diferentes piezas, que componen el bastidor, como ya hemos descrito (p. 4.1.1.3), se efectúa siempre penetrando los extremos de las piezas dispuestas en posición vertical en los orificios practicados en las horizontales y como máximo penetrando las columnas sobre los marcos una longitud que no supera los 22 mm. Por otro lado, tenemos que los extremos que penetran en el orificio son mucho más largos que estos y que el espárrago roscado destinado a ejercer la fuerza de sujeción nunca la podrá hacer por su excesiva longitud. Con esta configuración, no resulta difícil entender por qué cuando faltó la envolvente de madera al comenzar las primeras representaciones, tras la guerra civil, hubo que recurrir a puntales y tirantes para mantener firme el bastidor del torno —ver figura IV-3.

Estando el marco de la base anclado a la terraza, los principales esfuerzos que se le demandan al bastidor son en dirección horizontal, sentido hacia el cimborio y procedentes de las maromas fijadas a los carretes, los cuales a su vez lo transmiten al bastidor en los puntos en que sus gorriones apoyan sobre él. Esto hará que el bastidor tienda a deformarse produciéndose un desplazamiento del marco superior con respecto al de la base que se

encuentra fijo y en dirección al cimborio. La forma rectangular del marco, tenderá a formar un paralelogramo.

En este sentido, la caja de madera que los tornos disponían en su origen —ver figuras IV-1 y IV-2— jugaba un papel fundamental. En primer lugar, la unión de las columnas a los marcos no se limitaba a 15 mm o 22 mm, puesto que se extendía a todo el grosor de la caja, que como hemos mencionado tendría unos 80 mm, con lo que el momento resistente al giro de la columna con respecto al marco en la unión aumentaría considerablemente. Por otra parte, al quedar unidas las tablas de madera superior e inferior, por las dos caras laterales, de aproximadamente 1.556x1.359 mm, y con un grosor no inferior al que tendrían las otras dos, le conferirían al bastidor un alto poder resistente a la deformación en el sentido indicado anteriormente.

4.7.2. LA ENTRADA DE LA ENERGÍA

Dada la semejanza entre ambos tornos, la entrada de la energía se efectúa de forma idéntica a como se ha visto en el punto 3.6.4.3. del capítulo III.

4.7.2.1. LAS CIGÜEÑAS

Construidas las cuatro en acero forjado, están compuestas por una barra principal en forma de arco y formada por un perfil de sección rectangular de 32x19 mm para el torno pequeño y de 40x25 mm para el grande. La longitud de la cuerda del arco que forma el perfil es de 350 mm para la dos correspondientes al torno pequeño, y de 450 mm para una del torno grande y de 478 mm para la otra; estas dos últimas tienen igual longitud de arco, pero su radio de curvatura es diferente. Las cuatro disponen en el extremo destinado a fijarse al árbol de un tubo cuadrado de 63x63 mm de medidas exteriores y 33x33 mm interiores y con una longitud de 50 mm para el torno pequeño y 40 mm para el grande; el orificio interior es coincidente con la forma cuadrada que se les ha dado a los cuatro extremos de los dos árboles de entrada del torno grande y pequeño, para lograr con ello el alojamiento de la cabeza de la cigüeña en su correspondiente árbol —ver figura IV-25.

El extremo opuesto, al que se le formó el tubo con sección cuadrada y que es el destinado a ser asido por las manos de los servidores —dos por manivela— se dobló formando un ángulo recto. Este extremo se forjó dándole forma cilíndrica, teniendo una longitud de 455 mm para las dos del torno grande y de 375 mm para una del pequeño y 350 para la otra. En la actualidad este cilindro, dispone por el exterior un tubo de acero de 48,5 mm de diámetro exterior y unos 2 mm de espesor que gira concéntricamente sobre el cilindro formado con forja. El tubo no sale de su posición porque en el extremo exterior



Figura IV-25: Pareja de cigüeñas. En las empuñaduras se aprecia el cilindro bloqueado con la tuerca y arandela, en el extremo opuesto se ve la muesca cuadrada para ensamblar con el extremo del árbol.

del cilindro forjado, se le aterrajó y se le colocó una tuerca con arandela que lo mantiene fijo en su posición, el cilindro es el lugar por donde los tramoyistas empuñan a la cigüeña

4.7.2.2. ÁRBOLES DE ENTRADA

Tanto el del torno grande como el del pequeño están construidos con acero forjado y tienen sus características semejantes. El grande, tiene una longitud total de 1.546 mm y el pequeño de 1.509mm. Ambos están construidos en una sola pieza y a lo largo de ellos se pueden encontrar cuatro secciones diferentes. El árbol del torno grande queda situado en el bastidor a una altura respecto el marco de la base de 1.038 mm y adelantado respecto a la arista exterior del lado pequeño del marco superior de 227 mm. El pequeño, queda a una altura de 725 mm y adelantado con respecto a la referencia establecida una longitud de 1.177 mm.

Los extremos de los árboles tienen la sección mecanizada con forma de cuadrado de 29,2x29 mm, con unas longitudes para el torno grande de 64 mm para el extremo derecho y de 58 mm para el izquierdo. Para el torno pequeño se tienen 63 mm para el extremo derecho y 70 mm para el izquierdo. Las cuatro terminaciones disponen de un orificio de 7 mm de diámetro, que traspasa de lado a lado dos caras paralelas del cuadrado, y que se encuentra separado hacia el interior de la superficie final del árbol una distancia de 9,5 mm. Este orificio era utilizado para la introducción de un pasador que



Figura IV-26: Extremo de uno de los árboles de entrada mecanizado con forma cuadrada para albergar a su correspondiente cigüeña. A continuación el gorrón albergado en el cojinete de fricción.



Figura IV-27: Árbol de entrada perteneciente al torno grande.

impidiese que las manivelas se saliesen de su lugar de trabajo —ver figura IV-26.

A continuación y desplazándonos hacia el interior, la sección se convierte en redonda, y corresponde a los gorriones por donde los árboles apoyan sobre los

cojinetes para facilitar el giro. En los dos árboles, el diámetro es de 39 mm, y la longitud es de 150 mm para la parte derecha del grande, y de 171 mm para la izquierda. Para el torno pequeño, se tiene una longitud de 149 mm para el derecho, y de 150 mm para el izquierdo.

Para el torno grande el tramo central tiene una longitud de 1.100 mm, con una sección cuadrada de 44x44 mm que se extiende desde el gorrón de la izquierda hasta una longitud de 319 mm; a partir de aquí, y hasta el gorrón de la derecha, en una longitud de 781 mm, la sección cuadrada se convierte en octagonal al habersele comido las cuatro aristas, pudiendo también considerarse como una sección cuadrada con las aristas en chaflán. Para el árbol del torno pequeño, la sección cuadrada se sitúa a la derecha, con una longitud de 237 mm, y la achaflanada lo hace a la izquierda con una longitud de 830 mm —ver figura IV-27.

Las manivelas quedan dispuestas en los extremos de los árboles que sobresalen, a la anchura del bastidor, en 153 mm para el torno grande y 166 mm para el pequeño, longitud suficiente para que junto con las correspondientes a los asideros de las manivelas —455 mm para el grande y 375 mm para el pequeño— permitan un buen manejo de los dos servidores y sin que a este le hubiese molestado durante su trabajo la presencia de la caja de madera que lo encerraba.

4.7.2.3. EL PIÑÓN DE TRANSMISIÓN.

Ambos árboles tienen acoplado un piñón que pertenece a la cadena cinemática que va a transmitir las fuerzas hasta el tambor de salida. Este es del tipo linterna o jaula, con ocho dientes. En ambos árboles el piñón queda situado en la zona en que su sección es completamente cuadrada, es decir a la izquierda en el torno grande y a la derecha en el pequeño. Ambos piñones quedan a unos 74 mm desde donde finaliza el gorrón.

Los piñones se componen de dos discos de bronce fundido que, tras un proceso de torneado, se han quedado con un diámetro exterior de 181,8 mm y un grosor de 15 mm; en su centro dispone cada uno de ellos de un orificio de sección cuadrada de 44x44 mm. A lo largo de una circunferencia de 140,5 mm de diámetro, con su centro en el del disco, se distribuyen equidistantes los centros de ocho orificios, con un diámetro cada uno de 21 mm, separados entre sí una distancia de 59,10 mm.

Por otra parte se prepararon ocho redondos de 27,5 mm de diámetro, con una longitud total de 84 mm, a los que en sus dos extremos y con una longitud cada uno de 15 mm, el diámetro se redujo del valor original a 21 mm.



Figura IV-28: Piñón de entrada perteneciente al torno grande, montado sobre su árbol.

Construidos los discos y los redondos por separado, se procedió al ensamblaje del conjunto. Para ello se penetraron cada una de las reducciones de los ocho redondos en cada uno de los 16 orificios practicados en los dos discos. Tras el ensamblaje ambos discos quedaron paralelos entre sí, dejando una separación entre ellos por su interior de 54 mm. Para estabilizar esta posición adoptada por los discos y los redondos, a estos últimos se les remacharon sus extremos estando en su posición, con lo que tras el aumento de diámetro del redondo, quedó bloqueada en el orificio del disco de bronce y con ello ambas piezas quedaron hechas un solo cuerpo —ver figura IV-28.

La posición que mantiene el piñón en el árbol es estable gracias al ajuste de adherencia¹² que produce el orificio practicado en los dos discos con sección cuadrada y el árbol que en el lugar de situación del piñón tiene la misma sección. Esta posición es reforzada mediante la colocación de dos troncos de

¹² A.L. CASILLAS, *Máquinas*, Edición hispanoamericana, Madrid, 1975, edición 28, p. 533.

cono uno a cada lado del piñón y cuyo diámetro varía entre 89 y 117 mm con una anchura es de 35 mm, y que se fija al árbol de modo análogo a como lo ha efectuado el piñón —ver figura IV-28.

4.7.3. LOS TAMBORES DE SALIDA

Cada torno dispone de un carrete en el que se devanan y se mantienen arrolladas las maromas. Este descansa sobre un árbol de acero forjado que apoya sobre las correspondientes columnas externas con sus cojinetes que permiten el giro alrededor de su eje. Solidaria con el árbol se tiene una matriz, constituida de madera y que forma un cilindro de revolución sobre el que se van a arrollar las espiras de la maroma. Para contener a estas dentro del cilindro de madera, se le sujetan dos coronas circulares, cuyo diámetro interior coincide con el exterior de la matriz, quedando los planos que las contienen, paralelos entre sí y perpendiculares al eje del cilindro. El par de giro lo proporcionan el par de fuerzas que, procedentes de la cadena cinemática de engranajes, son aplicadas al último de ellos que está fijado al árbol del tambor —ver figuras desde IV-29 a IV-31.

4.7.3.1. LOS ÁRBOLES

El árbol que soporta al tambor del torno grande, está construido con una barra de acero forjado de 1.122 mm de longitud total y una sección cuadrada de 48,4x48,4 mm. Los dos extremos están redondeados, formando con ello un gorrón frontal de 60 mm de largo y 40,6 mm de diámetro. Estos apoyan sobre los orificios situados en la parte inferior de las dos columnas exteriores del primer grupo pertenecientes al bastidor, quedando el eje de giro perpendicular a la trayectoria que va a seguir la maroma. A una altura sobre el marco de la base de 305 mm y adelantado 227 mm con respecto a la cara exterior externa del lado pequeño del marco superior. Aproximadamente en su punto medio dispone de un orificio no menor de 16 mm de diámetro,¹³ que traspasa de cara a cara la sección cuadrada del árbol y que se utiliza para el paso de un perno que sujeta las maderas que forman la matriz al árbol.

El pequeño, con características similares al del torno grande, tiene una longitud total de 1.198 mm y una sección cuadrada de 46x46 mm. Los gorriones frontales, con una longitud cada uno de 65 mm, tienen un diámetro de 40 mm y el apoyo lo efectúa sobre la parte baja de las dos columnas exteriores delanteras, quedando el árbol a una altura sobre el marco de la base de 290

¹³ No nos ha sido posible acceder a su medida por encontrarse cubierto por las maderas que forman la matriz y estar éstas sujetas por sus extremos por los cinchos; dado que el perno tiene un diámetro de 15 mm, suponemos que el orificio ha de tener como mínimo este diámetro.



Figura IV-29: Tambor de salida del torno grande visto desde la parte lateral izquierda.



Figura IV-30: Tambor de salida del torno grande visto desde la parte lateral izquierda.

mm y adelantado respecto a la referencia establecida de 1.177 mm y en posición paralela al eje de giro del torno grande.

A cada uno de los árboles se sujetan dos cruces griegas con un orificio cuadrado en su centro, que ajusta a la sección del árbol. A cada una de ellas se le ha unido un cincho de acero encargado de mantener unidas las maderas



Figura IV-31: Tambor de salida del torno pequeño.

que forman la matriz de tambor, así como la rueda dentada encargada de recibir el par que acciona al tambor.

4.7.3.2. LAS MATRICES

La forma que van a tomar las espiras de la maroma al arrollarse sobre el tambor va a ser la que este tenga en su interior. En ambos tornos esta la da un cilindro de madera de 263 mm de diámetro y 692 mm de anchura con un orificio en su eje por donde cabe el árbol; el cilindro está formado por las dos piezas de madera que quedan tras haber sido cortado el cilindro original por un plano que contiene a su eje. A ambas piezas se les practicó un orificio de 16 mm de diámetro, perpendicular al plano de corte, que las traspasa de parte a parte pasando por su eje y coincidente con el que tiene practicado el árbol. Por su comienzo y final, este se ha ensanchado en su diámetro, para albergar en su interior la cabeza y la tuerca de un perno, que tras ensartar las maderas con el árbol, las afianzan a este. El perno con la cabeza redonda tiene un diámetro de 30 mm y la tuerca que lo sujeta es cuadrada de 30x30 mm; ambos, la cabeza y la tuerca, quedan embebidas en el ensanche de los orificios con lo que la superficie del cilindro de madera no tiene salientes que puedan dañar la maroma.

No se observa la presencia de ningún cáncamo o pieza similar destinada a la sujeción del comienzo de la maroma que ha de arrollarse a la matriz, lo cual significa que para evitar el deslizamiento de la maroma sobre la superficie de la matriz, necesariamente, tras haber asegurado la maroma al tambor para que no se desprenda, se deben formar sobre esta un número de espiras para que su apriete permita convertir el par motriz del tambor en tensión a la maroma. Esta situación continúa produciéndose en los tornos actuales, puesto que a pesar de que el torno nuevo dispone de un gancho que permite fijar la maroma

de forma segura al tambor, continúan con la costumbre de dejar toda una primera capa de espiras sobre las que se devana el resto. Este hecho, como veremos posteriormente, tiene su importancia en cuanto a la fuerza que han de ejercer los tramoyistas.

Además de la sujeción de la matriz al árbol, creada con el perno descrito, en cada uno de sus extremos, el cilindro de madera se sujeta con un cincho formado con acero forjado de 263 mm de diámetro exterior, 40,5 mm de altura y un espesor de 11 mm; el cincho dispone de cuatro entrantes de forma rectangular de 48,5x3 mm dispuestos cada 90°. Los cinchos sujetan por su interior a las maderas, tras haberse rebajado el diámetro del cilindro en los extremos para que entre el cincho. Entre cada dos entrantes, al cincho se le practicó un orificio por el que penetra un clavo que fija el cincho a la madera en su posición.

Para garantizar la transmisión del par motor del árbol a la matriz de madera y al efecto de que esta no deslice con respecto al árbol; cada uno de los tambores dispone de dos discos de acero de 152 mm de diámetro y 10 mm de espesor, con un orificio cuadrado en el centro de 48,4x48,4 mm y cuatro aspas de 166x48,5x6 mm repartidas cada 90° por su periferia externa, formando una cruz, y unidas al disco. Esta pieza tras haberse metido con apriete de forma concéntrica con el árbol, encaja cada una de las aspas en cada uno de los cuatro entrantes que tiene practicado el cincho —ver figuras desde IV-29 a IV-31.

4.7.3.3. DISCOS DELIMITADORES

Según podemos observar en la documentación gráfica que obra en nuestro poder, correspondiente al año 1899 (foto 4.1) y año 1928 (foto 4.2), el tambor que resulta visible, el del torno grande, disponía de dos arandelas delimitadoras que impiden que las espiras se salgan de encima de la matriz. Actualmente, el disco delimitador de la derecha, correspondiente al torno grande, en lugar de encontrarse al final del tambor, está alineado con la columna intermedia correspondiente a los apoyos del torno pequeño; es decir, que en lugar de permitir que la maroma ocupe la totalidad del tambor, lo limita a una anchura máxima de 464 mm. En las fotos antiguas, se puede apreciar que aún estando el disco completamente a la derecha, las espiras solo ocupan las $\frac{3}{4}$ partes de la izquierda del tambor, quedando la derecha libre de maroma. Esta situación es motivada por la disposición del tren de engranajes correspondientes al torno pequeño, que se encuentra a la derecha del bastidor y que ello imposibilita que

el “guiamaromas”¹⁴ pueda obligar a la maroma a que se albergue en la derecha del tambor.

Las arandelas que dispone son de chapa de acero de 5 mm de grosor con un diámetro interior de 265 mm y un diámetro exterior de 565 mm, y compuestas por las dos piezas que han resultado tras practicarle un corte a lo largo de un diámetro. Colocadas en su lugar fueron unidas con una pletina que las solapa mediante remaches.

Las arandelas están sujetas las dos del tambor del torno pequeño y la situada a la izquierda en el grande, a través de las espigas que rebasan el diámetro requerido por el cincho en 110 mm y que se unen a estas mediante remache. La correspondiente a la derecha del torno grande, está sujeta al tambor mediante cuatro escuadras de acero repartidas en cada uno de los cuadrantes de la circunferencia. Las escuadras, de 130x85 mm, están formadas por pletina rectangular de 50x6 mm con un lado que se sujeta al tambor, el largo, al que se le practicaron dos orificios, separados 85 mm y a través de los cuales se metieron dos clavos en la madera que forma la matriz, con lo que se les sujetó a esta. El otro lado, el largo, que forma con el primero 90°, sujeta a la arandela con dos remaches, y la mantiene en su posición —ver figuras desde IV-29 a IV-31.

4.7.3.4 ENGRANES DE RECEPCIÓN DE LA FUERZA

A la izquierda del árbol del tambor del torno grande, situada entre la columna central y la de la izquierda, pertenecientes al bastidor y unida al árbol, se halla una rueda dentada, construida de fundición de bronce con 24 dientes. La rueda está aligerada mediante cuatro huecos a modo de trapecio repartidos en cuatro partes iguales, disponiendo de un disco central, al que se le ha practicado un orificio de sección cuadrada, del que parten cuatro radios hasta la corona periférica donde están tallados 24 dientes. La sujeción de la rueda con el árbol se efectúa por medio del ajuste con apriete que ejercen ambas piezas a través del árbol y el orificio cuadrado. La sujeción se complementa con la colocación a cada lateral de la rueda de troncos de cono con orificio central cuadrado que efectúa apriete con el árbol. La colocación se efectúa quedando las bases anchas pegadas a la rueda, dándole con ello más estabilidad de unión a la rueda con el árbol —ver figura IV-29.

El tambor perteneciente al torno pequeño, lo efectúa de forma similar, con la diferencia que la rueda es de 18 dientes y está ubicada a la derecha del carrete —ver figura IV-31.

¹⁴ Así se denomina entre los tramoyistas a la persona que va desplazando por encima de la matriz y las sucesivas capas que sobre ésta se forman, a la maroma, para que las espiras queden unas contiguas a las otras, tal cual vemos en la fotografía.

4.7.4. LAS TRANSMISIONES, TRENES DE ENGRANAJES

La transmisión de esfuerzos entre cada árbol de entrada con su correspondiente de salida, se efectúa mediante sendos trenes rectos ordinarios de engranajes, ubicados entre cada una de las columnas centrales y la correspondiente del exterior; a la izquierda del tambor de salida en el grande y a la derecha en el pequeño.

4.7.4.1. TORNO GRANDE

En este, la cadena cinemática está compuesta por tres pares inferiores y cuatro miembros; el primero está sujeto al árbol de entrada y el último al del tambor de salida y los dos intermedios, lo hacen a dos árboles que apoyan sobre la columna central y la exterior del bastidor quedando sujetos a ellas mediante cojinetes de fricción alojados en orificios practicados en las columnas.

Los dos árboles pertenecientes a las ruedas intermedias son de acero forjado con una longitud total de 300 mm y sección cuadrada de 38,5x38,5 mm en una longitud 249,7 mm; en los dos extremos la sección cuadrada está redondeada formando un gorrón frontal de 22,3 y 28 mm de longitud y 27,4 mm de diámetro y que apoyan en los cojinetes alojados en las columnas. Ambos quedan paralelos entre sí y entre los de los dos árboles de entrada y salida.

El más próximo al árbol de entrada tiene fijados una rueda dentada de bronce fundido con 14 dientes en su periferia que queda en la parte más próxima al exterior y contiguo a esta rueda, un piñón de jaula de 8 dientes idéntico al del árbol de entrada visto anteriormente que queda mas próxima al interior. La separación del eje de giro de este árbol, con el del eje de giro del árbol de entrada es de 192 mm, distancia requerida para que la rueda engrane perfectamente con el piñón que queda fijo al árbol de entrada.

La fijación de la rueda y el piñón al árbol se efectuó tras la introducción del árbol por los orificios de sección cuadrada practicados a estos, y que efectúan entre sí ajuste de apriete. Ambas ruedas quedan reforzadas en su posición mediante la colocación a cada uno de los lados de la rueda y el piñón, de un tronco de cono de bronce fundido que penetra en el árbol también a través de un orificio de sección cuadrada con ajuste de apriete.

Desplazado más hacia abajo se encuentra el segundo árbol, de características similares al descrito, y que tiene invertida en su posición la rueda dentada y el piñón; la primera queda más hacia el interior y el piñón en esta ocasión queda en el exterior. La rueda, de 18 dientes, queda a la distancia del piñón anterior



Figura IV-32: cadena de engranajes del torno grande.

de forma que el engrane entre ellos es perfecto. El piñón queda en la posición adecuada para engranar con la rueda de 24 dientes sujeta al árbol de salida — ver figura IV-31.

Por tanto la relación de la cadena es $8/14$ para el primer par, $8/18$ para el segundo y $8/24$ para el tercero, lo que significa una relación de transmisión total de $1/0,0847$; o lo que es lo mismo, por cada 11,8125 vueltas completas de las cigüeñas, el tambor da una. El módulo es ligeramente variable para los diferentes engranajes, estando alrededor de 18, las linternas son todas iguales, con un diámetro primitivo de 140 mm y un paso de 55,4 mm. Con respecto a las ruedas se tiene un diámetro primitivo 447 mm con un paso circunferencial de 60 mm para la de 24 dientes, un diámetro primitivo 312,6 mm y un paso circunferencial de 55 mm para la de 18 dientes; un diámetro primitivo 245,8 mm y un paso circunferencial de 64,4 mm para la de 14 dientes. El grosor de las ruedas es de 28 mm y la geometría de sus dientes responde al tipo

denominado de punto en el que se ha sustituido el punto por un cilindro¹⁵ . — ver figura IV-28.

4.7.4.2. TORNO PEQUEÑO

En lo que respecta al torno pequeño, la cadena cinemática está compuesta por dos pares inferiores y tres miembros y con características idénticas a la cadena del torno grande. La ubicación de la cadena en esta máquina es a la derecha del tambor y la relación para los pares es de 8/14 para el primer par y 8/18 para el segundo lo que significa una relación de transmisión total de 1/0,253968; o lo que es lo mismo, por cada 3,9375 vueltas completas de las cigüeñas, el tambor da una.



Figura IV-33: Cadena de engranajes perteneciente al torno pequeño.

¹⁵ Adelardo DE LAMADRID MARTÍNEZ y Antonio DE CORRAL SAIZ, *E.T.S. Ingenieros Industriales. Cinemática y dinámica de máquinas*, Madrid, 1969, p. 242.

4.8. LA CABRIA

Tras la salida de la maroma de los tambores, la situación ante la que se encuentra es idéntica a la estudiada para el torno actualmente en uso. Es decir que tanto las cargas como las fuerzas pasiva y de inercia van a ser idénticas a las estudiadas en el punto 3.6.4.7. del capítulo III.

4.9. RESISTENCIAS PASIVAS EN LOS ENGRANAJES

Por lo general, en los engranajes rectos, las pérdidas por rozamiento son tan pequeñas que se puede considerar que estos engranajes operan con una eficiencia del 100%, por lo que no serán considerados¹⁶.

4.10. ENERGÍA SUMINISTRADA A LOS TORNOS

La energía requerida por los tornos para la elevación de los aparatos aéreos es variable a lo largo del trayecto efectuado por estos. Por un lado se tiene una menor fuerza ejercida sobre los manubrios cuando están los aparatos bajo del todo, debido al menor diámetro de la bobina en el tambor, pero en esta situación hay que añadir la mayor cantidad de maroma extendida y por tanto el mayor peso del conjunto. Por el contrario cuando la maroma es corta, por estar liada al tambor, este tiene un diámetro mayor y la energía requerida para liar la maroma es mayor. Por tanto esto hace que todas las magnitudes asociadas también van modificándose a lo largo de la trayectoria.

Por lo tanto, los valores que determinaremos, serán los máximos y mínimos, y los valores medios.

4.10.1. FUERZA Y PAR

En lo que respecta al torno grande y para el caso de tener el ancho de tambor limitado a 464 mm —ancho que siempre se ha utilizado desde la fecha que fue instalado en 1761 aun no teniendo el disco delimitador como se ve en las primeras fotografías que tenemos de él— se tiene que la fuerza en las manivelas por cada uno de sus cuatro servidores varía desde un mínimo de 8,78 daN, correspondiente a las espiras de la tercera capa, hasta un máximo de 10,72 daN, correspondiente a las espiras que se colocan sobre la cuarta capa y el par requerido en el árbol de entrada para la primera situación es de 16,17 daN-m, y el valor máximo de 19,74 daN-m.

¹⁶ A. S. HALL, A. R. HOLOWENCO, y H. G. LAUGHLIN, Serie de Compendios Schaum *Diseño de Máquinas, teoría y 320 problemas resueltos*, McGraw-Hill de Mexico, 1971, p. 205.

Para el supuesto que el torno grande trabajase con toda la anchura de su tambor, con cerca de 700 mm de anchura, con solo dos capas de maroma, y con *solo dos tramoyistas* se tendrían valores comprendidos entre 12,94 daN para el mínimo y de 14,66 daN para el máximo y para la primera situación en el árbol de entrada se requeriría un par de 11,90 daN-m y el máximo 13,60 daN-m.

4.10.2. VELOCIDAD, TRABAJO Y POTENCIA

Actualmente y con los tornos nuevos, el tiempo que se emplea en realizar la carrera de ascenso para el Araceli es de 7 minutos 48 segundos, con un recorrido de 27 metros lo hace con una velocidad de 0,05756 m/s.

Según nos dice José Pomares Perlasia¹⁷, los tiempos empleados por la Granada para efectuar su recorrido, estaba comprendido entre los 840 y los 900 segundos, cuando en la actualidad estos tiempos son del orden de los 537 segundos. No sabemos si los tiempos correspondientes al Araceli han variado también. Tenemos razones para pensar que no, pero en el supuesto que haya sucedido igual que a la Granada, es decir que se han reducido, estaríamos ante una situación más favorable para el tramoyista.

Con respecto al trabajo realizado por los tramoyistas durante la elevación del Araceli se tiene, cuando no se emplea la totalidad del tambor, un valor de 270 kJ y una potencia desarrollada por tramoyista de 144,22 W. En estas condiciones el rendimiento del torno es de 0,58.

En el supuesto de que se emplease la totalidad del tambor, con solo dos capas de maroma, y dos tramoyistas, se tendría que el trabajo sería de 247,2 kJ y la potencia desarrollada por cada uno de ellos de 263,55 W. En cuanto al rendimiento del torno en estas condiciones sería de 0,59.

Al efecto de hacer una valoración del valor de la potencia suministrada por un solo tramoyista, hemos consultado un libro especializado en la materia y establece como valores de la potencia media desarrollada por grupos de edad en diversos deportes¹⁸. En este se dan valores para diferentes deportes y edades y son valores bastantes superiores a esta cifra. No tendrían que haber sido atletas, habitualmente es gente joven, por lo que entendemos que son cifras, tanto para la fuerza como para la potencia, como para que, con solo dos personas, se hubiese efectuado la operación de mayor esfuerzo que se efectúa en el Misterio de Elche.

¹⁷ José POMARES PERLASIA, *La "Festa" o Misterio de Elche (I)*, Patronato del Misteri d'Elx, Elche, 2004, ed. facsímil del original de 1957 (Addenda: Dependencia de la duración de los cantos con el movimiento de los aparatos aéreos), p. 441.

¹⁸ John HAWLEY y Louise BURKE, *Rendimiento deportivo máximo*, Paidotribo, Barcelona, 1999, Tabla 4.7, p. 88.

4.11. CONSIDERACIONES FINALES DEL CAPÍTULO IV

Una vez descritas las máquinas, centraremos nuestra atención en dos puntos que especialmente significativos y que generan dos preguntas trascendentes a las que no encontramos respuesta:

En primer lugar, recordemos la predicción que el arquitecto Marcos Evangelio hizo en el suplicatorio¹⁹ del 8-VII-1759, en el que dijo:

*remitiendo en primer lugar el plano y perfil del tabernáculo, y el de la torre: así mismo, la planta de la rexa que debe servir para cerrar la capilla mayor: la otra de los retablos, con el dibujo del lienzo para cubrir la media naranja por donde descenden las tramoyas el día de la Fiesta de la Asunción de Nuestra Señora **y el modelo graduado para que mejor que en dibujo se venga en conocimiento del modo que han de estar los tornos, a fin de que solamente dos hombres puedan hacer lo mismo en que asta de presente se han ocupado más de veinte personas.***

Como vemos, la máquina se diseña pensando que sería posible su funcionamiento con solo dos tramoyistas. Sin embargo, la realidad fue otra muy diferente y es que en todo momento en las imágenes que nos han llegado de los tornos, el grande está siempre manipulado por cuatro servidores, dos en cada una de las cigüeñas.

A la vista de esto, la pregunta que nos hacemos es: ¿Qué sucedió con el proyecto del arquitecto para que no pudiese cumplir su predicción? ¿Se equivocó en sus cálculos? ¿Fue un error de ejecución? ¿Fue durante el proceso de instalación cuando se produjo el error? Intentaremos aclarar este asunto y buscar las circunstancias que imposibilitaron el cumplimiento de su pronóstico.

Primeramente, veamos lo que sucedería si no se produjesen cambios en los tornos y en lugar de cuatro tramoyistas hubiese únicamente dos. En estas circunstancias, resultaría que cada uno de los dos tramoyistas tendría que entregar el doble de energía que cuando eran cuatro, como vimos en el punto 4.4 del presente capítulo; es decir, cada uno tendría que hacer una fuerza máxima de 21,44 daN y entregar una potencia de 288,88 kW. ¿Pero esto qué significa? ¿Es mucha fuerza o poca? Para aclararlo nos guiaremos otra vez por el estudio efectuado por la empresa Mapfre, y ya expuesto en el punto 3.6-8-10.

¹⁹ [AHN]. Suplicatorio de Marcos Evangelio sobre los planos y diseños de las obras de la iglesia de Santa María de Elche, 8-VIII-1759 (Sección Consejos, Legajo 22.528, f. 129-130). Transcripción de Joan Castaño i García. El destacado es nuestro.

En lo que respecta a la fuerza de tracción del sistema mano-brazo y para la altura también de 100 cm, se obtuvo como valor medio más alto 16,71 daN y un valor máximo de 46,5 daN. Como vemos los valores recomendados son inferiores a los requeridos para accionar el torno grande sin que sus servidores corran el riesgo de lesión. Con toda seguridad los servidores del torno a lo largo de su vida de uso no pudieron tener acceso a este estudio, pero sí que serían conocedores de las consecuencias de ser manipulado con solo dos personas.

Veamos cual sería el esfuerzo ejercido por cada uno de los servidores en el torno grande, si se diesen las condiciones óptimas de aprovechamiento; es decir, cuando menor es el número de capas de espiras de maroma que hay acumulado en el tambor. Con la disposición del torno que vemos en su primera imagen y posteriores, el número de capas es de cuatro. Esta situación se produce en parte por impedir la cadena cinemática del torno pequeño que la maroma se coloque en la parte de la derecha del tambor y se reparta íntegramente por todo él.

Haremos una suposición: considerar que los engranes pertenecientes al torno pequeño no están en ese lugar, y que todo el tambor se encuentra disponible para arrollar la maroma. Veamos que pasa en esas circunstancias: en un tambor de casi 700 mm de anchura y un diámetro de 263 mm, tenemos que una primera capa de espiras tiene una longitud total de 14,77 m y una segunda capa, colocada por encima de esta, tendría una longitud de 16,47 mm, con lo que entre las dos capas la longitud total acumulada sería de 33,91 m. Si tenemos en cuenta que la carrera máxima del aparato más pesado, el Araceli, no sobrepasa los 27 m, todavía quedarían en el tambor 6,91 m de maroma, que equivaldrían a algo más de 7 espiras de maroma arrolladas al tambor, sin la necesidad de recurrir a la formación de una tercera capa.

Por otra parte, tenemos que el tambor no tiene un punto firme que permita la sujeción del extremo final de la maroma; no sería difícil colocarlo, pero su ausencia obliga a que haciéndole un atado al final de la maroma para que no se suelte, el par que se ha de transmitir desde el tambor a la maroma se efectúe por la fricción que toda una capa de espira ejerce sobre la matriz. Si existiese el punto firme estas capas no serían precisas.

En estas condiciones establecidas y considerando que la máquina la manipulan solamente dos personas, repetiremos los cálculos obteniendo el esfuerzo que tendría que ejercer cada uno de ellos, dándonos como resultado una fuerza máxima de 14,66 daN y una potencia de 220,33 W, que están dentro de las cifras recomendadas en el estudio citado. Estos números nos demuestran que la relación de desmultiplicación de la máquina y los diámetros está acorde a los esfuerzos que ha de realizar. Se deduce, por tanto, que la máquina está bien diseñada y es capaz de elevar la carga pensada con solo dos hombres, y

solo impide que suceda esto la disposición de los engranajes del torno pequeño.

Pero ¿qué provocó que la cadena cinemática del torno pequeño se colocase delante del tambor del tono grande y obstaculizase su adecuado enrollado de la maroma? Somos de la opinión que la máquina se construyó adecuadamente, y siguiendo las instrucciones dadas por el arquitecto, ya que no se limitó a unos simples planos, sino además, como hemos visto en la documentación, se realizó un modelo a escala para no dar pie a malas interpretaciones: **el modelo graduado para que mejor que en dibujo se venga en conocimiento del modo que han de estar los tornos.**

Por tanto, solo queda una posibilidad y es que las máquinas, una vez estuviesen en la terraza del templo, se montasen en posición equivocada, — puesto que cambiar de lugar el tren de engranajes del torno pequeño no era posible— es decir, la parte delantera actual tenía que haber estado detrás y el torno grande que ahora se encuentra detrás, debía de haberse colocado en primera línea, próximo al tambor. En estas condiciones la maroma podría haberse extendido a lo ancho de todo el carrete y con solo dos capas haber efectuado su función.

¿Cuál fue la razón que provocó este error? Se desconoce, pero podemos intuir que ante las malas relaciones que el arquitecto manifiesta que surgieron de improviso entre los individuos de dicha villa y él, motivadas por su excesivo sueldo y lentitud de las obras²⁰:

Supuesto todo lo referido en el alta comprensión de V.A., y siendo así que en el progreso de la citada obra han prozedido los yndividuos de dicha villa guardando con el suplicante la más exsacta conformidad, observando una continua concurrenzia y comunicazi3n, mereziéndoles las mayores aprovaciones: ha experimentado de ymproviso en los capitulares de aquella la falta de frequenzia que tenían en la obra y taller, sin duda por algunos ynfluxos siniestros que, dirigidos a yndisponerles con el suplicante, han podido conseguir el traerles a su persuasi3n y aunque en medio de tan reparable extrañeza ha procurado observar el suplicante el retiro de su casa y el peregrne [?] asistenzia en la obra, sin apartarse de su ymitazi3n por no alcanzar la causa que les estimula a operazi3n tan no discurrida, haviendo podido comprender por algunas voces haverse por la villa representado a V.A. por separarle de la comisi3n pretestándolo entre otros extremos con el salario grande que tendría respecto de la poca obra que se executava. No ha podido [...]

Pudo dar pie a alguna situación de desinterés por parte de los trabajadores que propició el mal montaje. Ahora bien lo que sí que ha hecho ha sido generar “tradición”. Subsanao el problema de la cadena cinemática en la construcción

²⁰ ARCHIVO HISTÓRICO NACIONAL [AHN]. Memorial de Marcos Evangelio sobre las obras de la iglesia de Santa María de Elche, 25-XI-1760 (Sección Concejos, legajo 22.528, f.88-89). Transcripción de Joan Castaño i García

de los tornos nuevos en el año 1971 (capítulo III, punto 3.6.4), dado que quedaron ambas cadenas de engranajes a un mismo lado, dejando con ello de obstruir estos al tambor del grande. Pero continuaron colocándose más de dos capas de maroma en el tambor, lo que hace que se requiera más de un tramoyista por manivela; es decir, se continúa trabajando como marca la tradición secular, con dos tramoyistas por manivela.

El otro punto que nos llama la atención sobre estas máquinas, sin perder de vista la ausencia de criterios de diseño, aspecto este propio de las construcciones anteriores al siglo XIX,²¹ es que a nuestro juicio la fecha de construcción no se corresponde con el alto nivel tecnológico con que está construida. Pensamos que se está ante una máquina adelantada a su época y sobre todo en lo que la corresponde al lugar geográfico donde aparece, la villa de Elche del año 1761.

¿Y qué es lo que nos ha llamado la atención en ella para afirmar esto? Pues sencillamente dos aspectos: el primero, que en su construcción predominó el acero frente a la madera. Fue una estructura de acero reforzada con madera, cuando lo normal por aquel entonces y en nuestro entorno geográfico, era construir estructuras de madera y reforzarlas con alguna pieza de acero. Y segundo, la tecnología de los engranajes metálicos y el proceso de fabricación de estos.

Respecto al proceso de construcción del bastidor, no entraña nada particular, dado que son piezas forjadas con mejor o peor acabado, que dependía en cada caso de la destreza del herrero que lo hiciese. Y en lo que a los árboles respecta, estamos en una situación similar al bastidor, si bien quien los hiciese debió de esmerarse bastante más dada la rectitud requerida y la tolerancia en sus medidas.

Ahora bien, para la construcción de los engranajes, las piezas troncocónicas que refuerzan su posición en el árbol y los gorriones de los árboles, no solo era suficiente un esmero especial por parte del herrero que los hizo, sino que, sobre todo, fue imprescindible la disposición de unos medios de mecanizado especiales de los que con toda seguridad no se disponía ni en la Villa de Elche ni en sus proximidades. Los engranajes se hicieron por fundición, posteriormente ajustados los dientes manualmente y los laterales de los discos junto a los troncos de cono que refuerzan su posición fueron acabados mediante un proceso de torneado.

La tecnología que se desarrollaba por los alrededores de la villa de Elche era otra muy diferente a la empleada en la construcción de los tornos y lo podemos

²¹ Enrique BELDA VILLENA, *Resistencia de Materiales y Cálculo de Estructuras*, tomo I, Imp. Lib. Y Enc. Del montepío Diocesano.-Viyoria, Bilbao, 1963, p.7. María Isabel GÓMEZ SÁNCHEZ, *La estructura de madera en los Tratados de Arquitectura (1500 -1810)*, Colección Arquitectura AITIM, Madrid, 2006, p. 5.

ver en los molinos de viento harineros del campo de Cartagena, de donde procedía el diseñador de los tornos, Marcos Evangelio, y que tuvieron su periodo de expansión y máximo esplendor en esta misma época²².

Cartagena, tras ser nombrada sede del Departamento Marítimo del Mediterráneo en el año 1728, bajo la nueva dinastía borbónica, debió de ser uno de los lugares de España y, sobre todo, de nuestra zona donde en esa época mayor concentración de tecnología debió de existir. Tras el nombramiento, la región trajo consigo, entre otras cosas, un notable crecimiento demográfico y con ello las necesidades de alimentar a los nuevos habitantes, así como a todos los ocupantes de las galeras del rey.²³ La tradición del lugar era moler el trigo con molinos de viento y ante el crecimiento de población, manteniendo la tradición, se dio pie a un crecimiento del número de estas máquinas de viento. Este aumento de las necesidades trajo consigo un crecimiento de hasta un total de 81 molinos en la zona.

El molino harinero, dispone de una cadena de engranajes que transmite la fuerza desde las velas, hasta la rueda de molienda o extracción de agua y la



Figura IV-34: sistema de engrane, perteneciente a un molino de viento de la época del crecimiento de Cartagena, que está formado por una rueda de madera con dientes de madera y una linterna con cilindros de acero sujetos a discos de madera reforzados con cinchos de acero y sujeta a una árbol de madera.

²² Francisco José MARTÍNEZ LÓPEZ, María Dolores AYUSO GARCÍA e Isabel GARCÍA DÍAZ, *El molino de viento en Cartagena durante el siglo XVIII*, Universidad de Murcia, 1999, p. 148. Y Carlos ROMERO GALANA, "El molino de Zabala", *III Jornadas nacionales de molinología*, Cartagena, 2001, p. 1.

²³ Francisco José MARTÍNEZ LÓPEZ, María Dolores AYUSO GARCÍA, Isabel GARCÍA DÍAZ, *op. cit.*, p. 132.



Figura IV-35: Torno perteneciente a una puerta de la antigua Ragusa.

totalidad de los molinos construidos en esta época tienen un bastidor, que es el propio edificio, con piezas de madera reforzadas con acero y unos engranajes formados con piezas de madera reforzada con acero. No es hasta entrado el siglo XIX, cuando se comienzan a construir molinos harineros con piezas de acero —ver figura IV-34.

Con todo lo dicho, nos surge la segunda pregunta ¿dónde fue construido el torno? El doctorando que suscribe es conocedor de lugares en los que en estas fechas y mucho antes, esta tecnología ya se daba. Por ejemplo, en el campanario de la catedral de Wells (Inglaterra), a finales de 1300, ya se empleaban mecanismos similares para el accionamiento de los carillones y para el soporte de las pesas de accionamiento como se puede contemplar en el Museo de la Ciencia de Londres. Y se ha podido contemplar en uno de los tornos, compuestos por engranajes con idéntico perfil a los que contiene el torno de 1761, empleados para la elevación de una de las puertas de cierre de las murallas de Dubrovnik —antigua Ragusa— y perteneciente a la actual Croacia, construidas antes del siglo XVII, considerada como una de las grandes murallas de la edad media y que nunca ha sido violada por un ejército hostil —ver figura IV-35.

Por esas fechas existe una relación fluida entre España y Francia, aquí gobernaba Carlos III y en Francia Luis XV, existiendo entre ambos países lo que se denominaba “pactos de familia” (1733-1789) —alianzas realizadas entre las monarquías del Reino de España y Reino de Francia contra el Reino de Gran Bretaña. Coincidentemente en Francia, sabemos que el arte del torneado está muy avanzado²⁴. Ambas cosas nos hacen inclinarnos por pensar que posiblemente fuese Francia el país donde mayor es la posibilidad de que se construyese.



²⁴ R.P. Charles PLUMIER MINIMUS, *L'Art de Tourner, ou de Faire en Perfection Toutes Sortes d'Ouvrages au Tour*, París, 1749.



CAPÍTULO V

LOS TORNOS ANTES DE 1761

Poca es la información que ha llegado hasta nosotros para permitirnos aclarar algo de cómo podrían haber sido los tornos que precedieron a los mandados construir por el arquitecto Marcos Evangelio. Solo dos frases escritas por este nos van a dar una idea de cómo podrían haber sido.

Primero, como ya hemos visto en el capítulo anterior, en el suplicatorio¹ del 8-VII-1759, en el que dijo:

*...remitiendo en primer lugar el plano y perfil del tabernáculo, y el de la torre: así mismo, la planta de la rexa que debe servir para cerrar la capilla mayor: la otra de los retablos, con el dibujo del lienzo para cubrir la media naranja por donde descenden las tramoyas el día de la Fiesta de la Asunción de Nuestra Señora y el modelo graduado para que mejor que en dibujo se venga en conocimiento del modo que han de estar los tornos, **a fin de que solamente dos hombres puedan hacer lo mismo en que asta de presente se han ocupado más de veinte personas.***

Segundo, en el memorial² de 25 de diciembre de 1760 se puede leer:

*Arreglado al diseño se reconoce también construido el lienzo que deve servir para la festividad de Nuestra Señora y cubierta de la media naranja por donde se han mudado las tramoyas, **y ha servido en el presente año con otros ynstrumentos ynterinos que se acordaron a causa de no haverse podido concluir los tornos, sin embargo de hallarse muy adelantados, y lo estarán para el año que viene.***

De estas dos frases, extraemos la siguiente información:

En primer lugar, que los tornos que precedían a los actuales estaban accionados por veinte servidores.

¹ ARCHIVO HISTÓRICO NACIONAL [AHN]. Suplicatorio de Marcos Evangelio sobre los planos y diseños de les obres de iglesia de Santa María de Elche, 8-VIII-1759 (Sección Consejos, Legado 22.528, f. 129-130). Transcripción de Joan Castaño i García. El destacado es nuestro.

² AHN. Memorial de Marcos Evangelio sobre las obras de la iglesia de Santa María de Elche, (25-XI-1760) (Sección Concejos, legajo 22.528, f.64-72). Transcripción de Joan Castaño i García. El destacado es nuestro.

En segundo, que después del traslado de las tramoyas, el primer año y antes de estar los tornos nuevos finalizados, se hizo la representación en el nuevo lugar con los tornos antiguos.

Esto último nos aporta un dato ya conocido. Las cargas que debían de mover los tornos viejos eran las mismas que la de los nuevos: no cambiaron.

5.1. CONSIDERACIONES HECHAS EN EL ANÁLISIS

Para acometer el estudio tendremos presente las siguientes consideraciones:

- No se tienen pruebas de que existiesen poleas de remonte cuando las representaciones se efectuaban en la nave desde la terraza y a través de la trapa. Tampoco las tenemos cuando se hizo el traslado. Por tanto, al carecer de ellas, nos pondremos en la peor opción de las posibles, la fuerza calculada para los tramoyistas contendría la parte correspondiente a las fuerzas pasivas de estas poleas. En cualquier caso, su presencia jugaría en contra del arquitecto.
- Para la comparación de los resultados, partiremos del supuesto, para el torno grande, de que cada tramoyista va a ejercer la misma fuerza máxima en ambos tornos: el desconocido y el construido por el arquitecto y considerando que el torno está bien montado y con el grande situado en la parte delantera. Esto supondría aprovechar el tambor en su totalidad y siendo suficientes tan solo dos capas de maroma para cubrir la totalidad de la carrera de los aparatos. La fuerza que se ejercería en esta situación la hemos extraído de los tornos mandados construir por Marcos Evangelio y que como hemos visto su valor máximo es de 14,66 daN (ver p. 4.10.1. Capítulo IV).
- No se conoce el diámetro correspondiente a la matriz del tambor en el que se debía de liar la maroma, al igual que el correspondiente a la maroma. Sin embargo, sabemos que la matriz del torno de 1971 y el de 1761 son prácticamente iguales y el diámetro de las maromas también lo son. De acuerdo con el conocimiento que la ciencia de hace trescientos años³, como la actual⁴, nos ofrece respecto a la rigidez de una maroma, se comprende fácilmente que el diámetro que puede tener la matriz de un torno, para arrollar una determinada maroma, debe de estar estrechamente relacionado con el diámetro de esta. Por tanto, conforme reducimos el diámetro por debajo de lo permisible por la maroma, aumentan sus tensiones internas y su tendencia al deterioro arruinándose rápidamente, si bien se tendría la ventaja de que con poco

³ Benito BAILS, *Elementos de Matemáticas*, Imp. Joachin Ibarra, Madrid, 1780, volumen IV, p. 453. Se efectúa en este texto un análisis cualitativo de los aspectos que influyen en la rigidez de las maromas.

⁴ Adelardo DE LAMADRID MARTÍNEZ y Antonio DE CORRAL SAIZ, *E.T.S. Ingenieros Industriales. Cinemática y dinámica de maquinas*, Madrid, 1969, p. 242.

par motriz en el árbol del tambor, la maroma haría mucha fuerza. Por el contrario, para un diámetro mayor, permitiría a la maroma trabajar de forma muy relajada, con reducida tensión interna, pero el par motriz tendría que ser bastante más elevado. Efecto similar al que se produce en la matriz del tambor, se produce en las poleas por las que pasa la maroma y, especialmente, cuando los ángulos que forma la maroma con esta, son elevados, como el caso de las del vértice. Podemos observar que en ninguno de los casos, ni en las de remonte ni en las del vértice de la cabria, el diámetro de la polea baja del correspondiente al tambor. Por lo expuesto, consideraremos que, tanto para el tambor como para la maroma, las dimensiones que tuviese el hipotético torno con la maroma, no diferirían mucho de los valores que tienen los actuales. Por tanto, se tendrá que el par resistente en todos los casos será el mismo: 168,58 daN-m, cifra en la cual se incluyen las fuerzas pasivas de la polea de remonte.

5.2. TIPOS DE MÁQUINAS

Según el diccionario de la Real Academia un torno se define como:

Máquina simple que consiste en un cilindro dispuesto para girar alrededor de un eje por la acción de palancas, cigüeñas o ruedas, y que ordinariamente actúa sobre la resistencia por medio de una cuerda que se va arrollando al cilindro.

Bajo esta definición, van a tener cabida todas las máquinas halladas. Ahora bien, como veremos, van a existir diferencias entre ellas que nos van a permitir ponerles un apellido a los diferentes grupos formados para distinguirlos entre ellos.

Una primera clasificación va a consistir en considerar la posición en que trabaja el árbol que sustenta al tambor donde se arrolla la maroma. Por tanto, las podemos dividir en: verticales y horizontales.

5.2.1. VERTICALES

Como su propio nombre indica, son aquellas en las que el árbol que sujeta al tambor que arrolla la maroma está y gira en posición vertical. A él se le acoplan, las barras de accionamiento que quedan perpendiculares a su eje de giro y en posición horizontal. La sujeción de las barras se efectúa, penetrando estas, en diversos orificios efectuados en un ensanche y tallados para tal efecto en el árbol. La acción de la fuerza humana se aplica por el otro extremo de la

barra de accionamiento y transmiten la fuerza al árbol, comportándose esta como una palanca de primer género, actuando el eje de giro del árbol como punto de apoyo.

La fuerza procedente del servidor se puede ejercer de dos formas diferentes: primero, empujando con las manos y el cuerpo, estando la persona obligada a cambiar de dirección e ir girando con la palanca alrededor de su eje, y segundo, permaneciendo la persona inmóvil y con la fuerza de sus manos y brazos, ir haciendo pasar las palancas.

Las barras pueden ser fijas o extraíbles y, en función de la parte en que se encuentran las palancas y el carrete, podemos distinguir dos tipos: cabestrantes y malacates.

5.2.1.1. CABESTRANTE

Conocido por diversos nombres, como: trompo, borriquillo, árgano, de acuerdo con lo contenido en el diccionario de la RAE:

Torno de eje vertical que se emplea para mover grandes pesos por medio de una maroma o cable que se va arrollando en él a medida que gira movido por la potencia aplicada en unas barras o palancas que se introducen en las cajas abiertas en el canto exterior del cilindro o en la parte alta de la máquina.

La documentación con mayor antigüedad que hace referencia a un cabestrante y que hemos podido localizar pertenece a la época romana, algunos años antes de Cristo⁵ —ver figura V-1— y, al parecer, ya fue ampliamente utilizada por estos. Con posterioridad hay muchas referencias, lo que pone de manifiesto un extenso uso en la navegación y en la construcción.

En los referidos textos está todo él hecho en madera y consta de un bastidor formado por un prisma recto de cuatro caras que sirve de base; de cada uno de sus vértices parte un pilar inclinado hacia el centro del cuadrado, donde se cierran los cuatro con otro prisma recto de cuatro caras cuadrado, de menores dimensiones al de la base. La geometría respondería a un tronco de pirámide regular que carece de caras laterales y solo conserva las aristas y sus dos bases.

⁵ Marcos Lucio VITRUVIO POLIÓN, *Los Diez Libros de Architectura*, probablemente escritos entre los años 27 y 23 a.C. Traducidos del latín y comentados por Joseph ORTIZ Y SANZ, Madrid, 1787, Libro X, lámina LIII, figura 4.

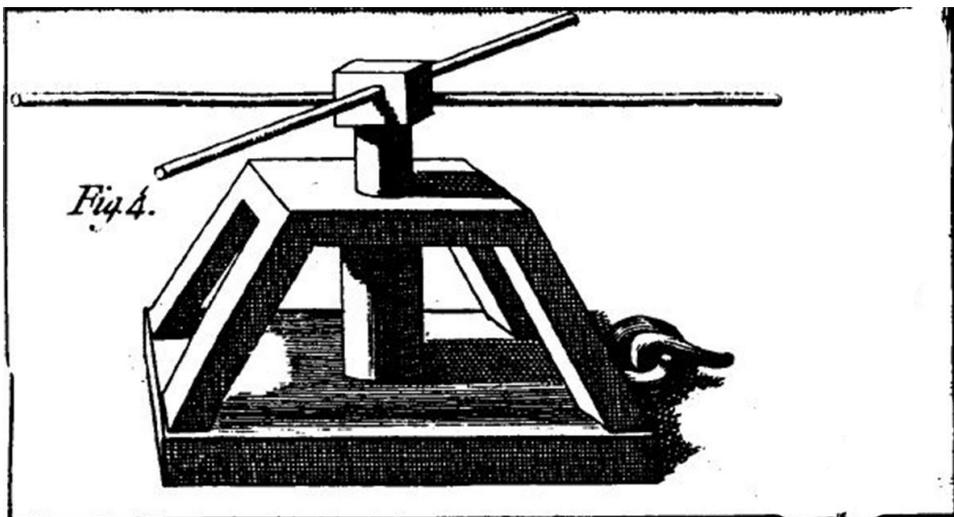


Figura V-1: Dibujo de un cabestrante que aparece en la figura numero 4 de la lamina LIII perteneciente a “Los Diez Libros De Arquitectura de M. Vitruvio Polión”.

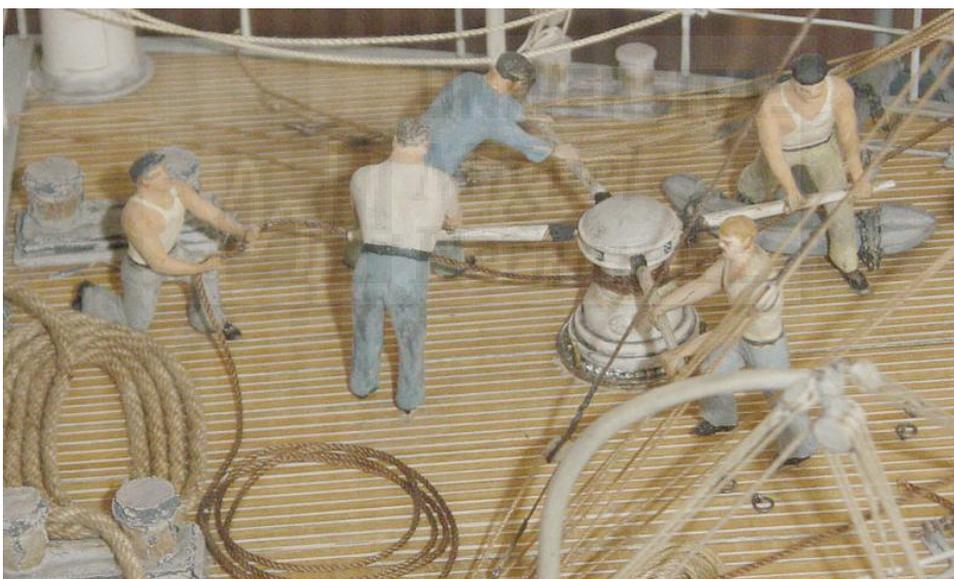


Figura V-2: Maqueta de un navío en cuya cubierta hay un cabestrante con cuatro palancas y un servidor por palanca rotando en torno a su eje. En el tambor hay una maroma la cual no queda bobinada en él y es recogida por el quinto servidor situado a la izquierda quién la va emparejando sobre la cubierta.

En el centro de cada una de estas bases, existe un orificio cilíndrico por donde se introduce un árbol de sección adecuada que ajuste en él y emerja por la cara superior de la base pequeña. En este punto, el cilindro tiene un recreado y es donde se le acoplan las palancas dispuestas en posición horizontal. La base mayor tiene un punto de enganche para sujetarlo y la cuerda se enrosca en la parte del árbol que queda en el lugar que corresponde a la altura del

tronco de pirámide. Las dimensiones serán función de los esfuerzos requeridos y su ejecución, como podemos ver en las diversas fotos que acompañamos, es muy variada.

La fuerza la ejercen los servidores por la parte superior y el elemento que la transmite, cuerda o cable, se enrolla bajo las palancas. Lo normal es que los servidores, en su recorrido alrededor del eje del torno, tengan que saltar por encima de la cuerda cuando pasen por donde esta entra o sale del carrete. La longitud de las palancas viene limitada por el espacio disponible, su resistencia y la unión con el elemento rotor. El par motor puede ser muy alto con pocos servidores —ver figura V-1.

Consideremos a esta máquina y veamos, dentro de unas medidas razonables, cuántos serían los servidores que harían falta para crear en el tambor un par máximo de 168,58 daN-m, en la elevación de una carga de 600 daN, con un tambor de 700 mm de anchura y 263 mm de diámetro de matriz. Al ser igual que el de los tornos de que disponemos, su capacidad, ante una maroma idéntica, sería la misma.

Admitiendo para el torno un incremento del par motriz del 10% en concepto de fuerzas pasivas entre los gorriones del árbol y los orificios donde se introduce, que hacen de cojinete de fricción, se tiene que el par resistente sería de 185,43 daN-m.

Comprobemos en primer lugar palancas de 3 m de longitud que a razón de 14,66 daN por servidor, sería un par motriz por servidor de 43,88 daN-m, con lo que se precisarían 4,22 servidores.

Si la longitud de la palanca la bajásemos a 2 m, el número de servidores se convertiría en 6,32 servidores y, para un metro de longitud de brazo de palanca, se precisarían 12,64 servidores. Es difícil pensar que, en una rueda de dos metros de diámetro, pudiesen colocarse 13 servidores girando en torno al eje y sin que se interfiriesen entre ellos.

En cualquiera de los casos hemos visto que el número de servidores será muy inferior al citado por el arquitecto, por lo que, este tipo de torno, no debió ser el que se sustituyó.

5.2.1.2. MALACATE

Según el diccionario de la RAE un malacate es: *Máquina a manera de cabrestante, muy usada en las minas para sacar minerales y agua, que tiene el tambor en lo alto, y debajo las palancas a las que se enganchan las caballerías que lo mueven* —ver figuras V-5 y V-6.



Figura V-3: Malacate en acción tirando de una prensa de aceite en El Conjunto Etnográfico de La Aparecida (Murcia), el sistema apoya sobre un buje dispuesto en el pavimento, y el árbol dispone de un gorrón de acero que penetra en el buje. La viga, ubicada en la cabecera, actúa de apoyo al gorrón superior. Foto sacada de la revista *El Setiet*.



Figura V-4: Malacate manual de las minas de sal de Wieliczka en Cracovia (Polonia).



Figura V-5: Malacate de caballería de las minas de Almadén (Ciudad Real)

Estas máquinas, las hay también de accionamiento manual y construcción menos robusta —ver figuras V-3 y V-4, se han utilizado dentro de la minería. En su ejecución más elemental se compone de un árbol, de mayor longitud que el requerido para el cabestrante, que apoya por su base de forma similar, las palancas se van a encontrar a idéntica altura y sus longitudes quedan condicionadas de forma similar al cabestrante, y por encima de estas y, salvando la altura de los servidores, personas o animales, se encuentra el carrete donde se enrosca la maroma. Dado que el par resistente se va a producir en la cabecera, necesariamente en este punto el árbol debe de tener un punto de apoyo que neutralice los esfuerzos.

Los esfuerzos motrices requeridos van a ser iguales que en el cabestrante. En la minería, se han empleado estos aparatos con unas dimensiones bastante importantes, y han sido accionados por animales de tiro. Aparte de la minería,



Figura V-6: Fotografía antigua correspondiente a un malacate de caballería.

estas máquinas se han utilizado en las almazaras para prensar las aceitunas durante la producción de aceite —ver figura V-3.

5.2.2. HORIZONTALES

Se caracterizan todas ellas por disponer el árbol sobre el que gira el tambor, encargado de enrosacar la maroma, en posición horizontal. Podemos diferenciar los siguientes grupos:

- Ruedas de gran tamaño con escalones:
 - Accionamiento interno.
 - Accionamiento externo.
- Ruedas accionadas manualmente:
 - Accionamiento de forma directa.
 - Manivelas.
 - Ruedas.
 - Palancas.
 - Extraíbles.
 - Fijas.
 - A través tornillo sinfín.
 - A través de cadenas de engranajes.

5.2.2.1. RUEDAS DE GRAN TAMAÑO CON ESCALONES

Además de la disposición del eje de giro, en este tipo es el peso de la persona la que hace mover la rueda y no la fuerza de sus brazos. La persona, que no cambia de lugar, va andando por el interior de la rueda o subiendo a modo de escalera por el exterior y la rueda va girando. En la primera referencia que disponemos de ellas, parece ser que fueron empleadas por los egipcios en la construcción de las pirámides⁶—ver figura V-7— si bien el autor del que tomamos la referencia las cita con el nombre de “cabria”. Vuelve a ser en el mismo documento que encontramos los cabestrantes: *Los diez libros de Architectura* de M. Vitruvio Polión⁷, donde se hace una descripción detallada de la máquina —ver figura V-8.

En el primer documento se hace referencia a los dos tipos citados, es decir a las accionadas por el interior y por el exterior. Ha sido una máquina muy extendida en su uso, habiendo llegado hasta nuestros días en algunos lugares

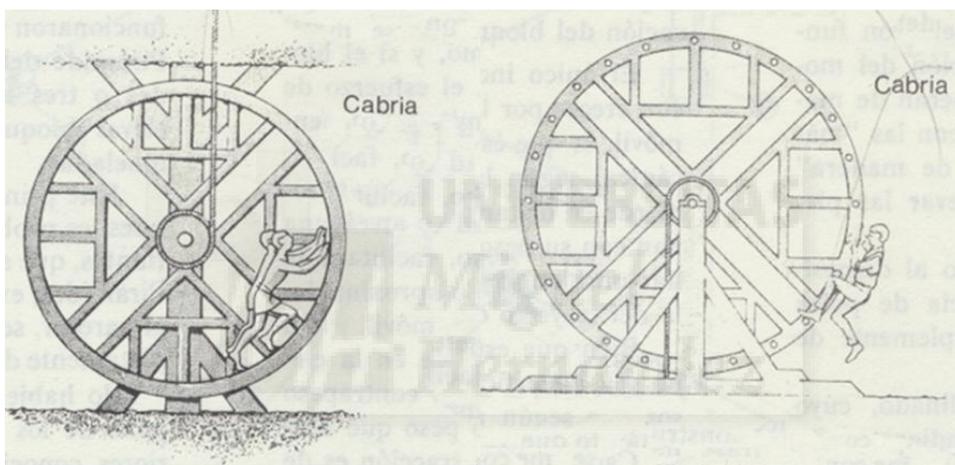


Figura V-7: Esquema de ruedas con escalones, en la parte izquierda, los servidores de la rueda, lo hacen por el exterior y en la parte derecha lo hacen por el interior.

muy localizados. Por ejemplo, el doctorando que suscribe, ha tenido la opción de ver personalmente dos de ellas:

La primera, en la abadía del Mont-Saint-Michel⁸. La rueda construida en madera con cinchos y llantas de acero forjado para reforzarla, tiene un diámetro algo superior a 5 m y una anchura de 1m. La rueda se sostiene de un

⁶ Luis GARCÍA GALLO, *De las mentiras de la Egiptología a las verdades de la Gran Pirámide*, 3ª edición, Gráficas Guada, Barcelona, 1985, p. 111 y otras.

⁷ M. VITRUVIO POLIÓN, *op. cit.*, lámina LIV, figura 3 (*esta máquina solo se diferencia de la antecedente en que las piedras se suben con el giro que dan á la rueda de la súcula, ó sea exe, uno o muchos hombres que caminan dentro. La maroma o maromas, trócolas &cc, se atan como la antecedente, y no se necesita árgano*)

⁸ Abadía situada entre Normandía y la Bretaña francesa, donde era empleada junto a unos trineos, con ruedas, que apoyando sobre la ladera del monte eran empleados para elevar alimentos y descender los residuos.

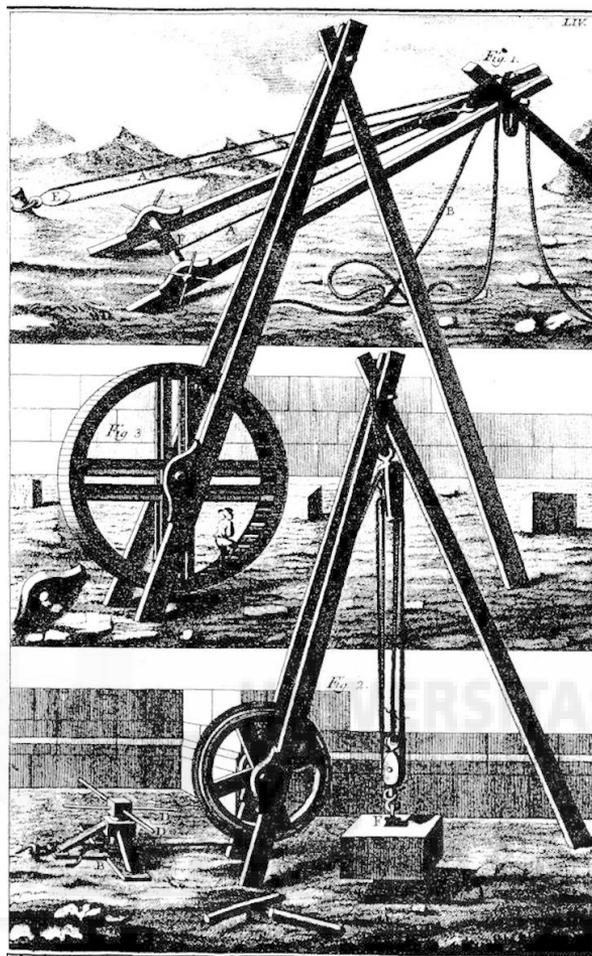


Figura V-8: Lamina LIV de “*Los diez libros de Architectura* de M. Vitruvio Polión” donde aparece una cabria accionada por una rueda de escalones.

árbol, formado por un cilindro de madera de unos 300 mm de diámetro que la traspasa por su eje y apoya por sus gorriones sobre dos pórticos construidos con madera. Los pilares de los pórticos ajustan a los pilares de dos arcos situados uno frente al otro, quedando la rueda entre ambos. La maroma que arrolla el árbol tiene un diámetro aproximado de 80 mm —ver figura V-9.

La rueda queda desplazada hacia el arco de la derecha, vista desde la puerta-ventana, y en la parte izquierda queda el tambor donde se arrolla la maroma. Un patín giratorio compuesto por un cilindro de madera apoyado por sus extremos y dispuesto verticalmente hace que la maroma no se arrime a la pared. Frente a la rueda, existe a modo de ventana-puerta que da al exterior y en su dintel, que queda a la altura del árbol, existe una polea por donde pasa la maroma para cambiar su trayectoria horizontal a vertical.



Figura V-9: Rueda de escalones interiores perteneciente a la Abadía del Mont Saint Michel en la Bretaña (Francia). Toda ella construida en madera y reforzada con cinchos de acero. Su diámetro es superior a los cinco metros, y la maroma tiene más de 80 mm de diámetro.

En segundo lugar, en la parte antigua de la ciudad portuaria de Gdansk, al norte de Polonia, se encuentra una grúa de doble brazo superpuesto y con un enganche cada uno de ellos accionado por dos ruedas de características similar a la anterior—ver figura V-10. En este caso, cada una de las ruedas queda a un lado de lo que sería el carrete, los extremos del árbol pasan a cada una de las ruedas y estos apoyan, por sus extremos, en sendos cojinetes de fricción ubicado en la obra de fábrica. No ha sido posible hacernos una idea de sus medidas, pero sí de su forma y de un esquema de funcionamiento —ver figuras V-11 y V12.

Ambas ruedas descritas son de accionamiento por su interior. Con respecto al tipo de accionamientos por su interior, solo disponemos de imágenes obtenidas en textos impresos.



Figura V-10: Aspecto exterior de la grúa del puerto viejo de la ciudad de Gdansk, al norte de Polonia. Son dos grúas superpuestas, una en cada uno de los salientes de la zona central.



Figura V-11: Sistema de doble rueda, con el carrete situado entre ambas y perteneciente a las grúas de la figura anterior.

Suponiendo la misma situación de carga que se vio para el cabestrante y unas pérdidas pasivas similares, para una rueda de este tipo que tuviese 5 m de

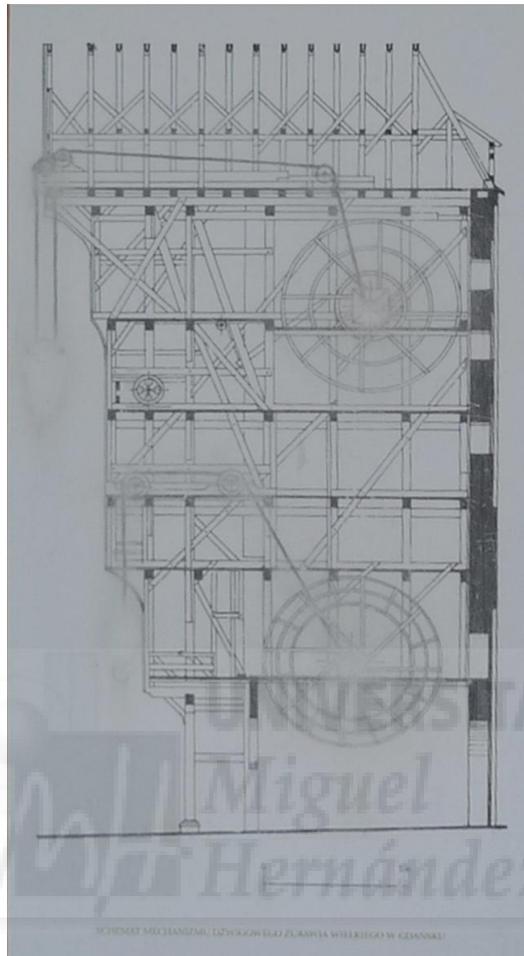


Figura V-12: Esquema de funcionamiento de las grúas del puerto viejo de de la ciudad de Gdansk.

diámetro y para un peso por persona de 75 daN, se tendría que con una sola persona sería posible elevar la carga de los 600 daN.

5.2.2.2. RUEDAS ACCIONADAS MANUALMENTE

Se caracterizan por permanecer el operador en un lugar fijo y solo ejerce fuerza con los brazos y manos. Podemos diferenciar dos tipos: Acción directa sobre el tambor o con la incorporación de elementos móviles que produzcan un aumento del par.

5.2.2.2.1. TORNOS ACCIONADOS DIRECTAMENTE SOBRE EL TAMBOR

En su concepción más elemental es la máquina conocida como “torno”, del que ya hemos visto su definición por la RAE. Sin lugar a dudas, debe haber sido la máquina más primitiva utilizada por el hombre para aumentar su fuerza sobre

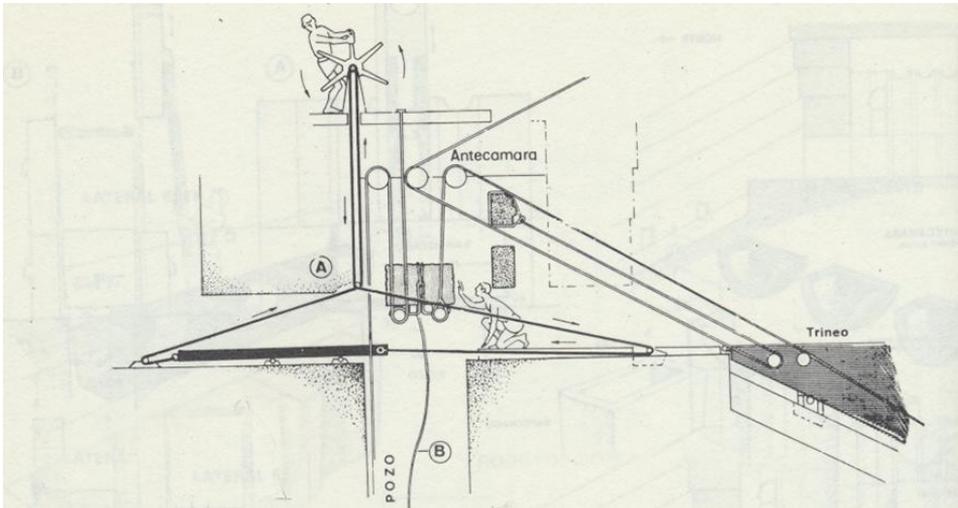


Figura V-13: Sistema propuesto para el movimiento de los bloques de piedra para la construcción de las pirámides, en el que como se puede ver, esta accionado por tornos manuales.

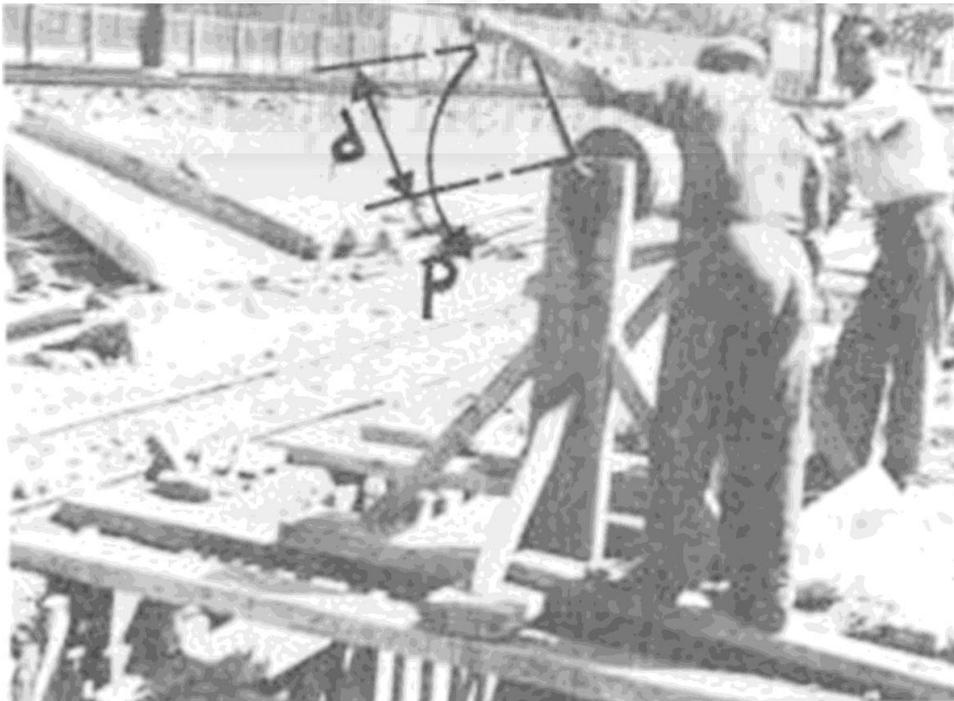


Figura V-14: Ejecución elemental de torno accionado por dos cigüeñas.



Figura V-15: Dibujo realizado por Leonardo Da Vinci titulado: *El Arsenal*. En él se puede ver una cabria compuesta por cuatro pilares y entre cada dos laterales dispone de un torno apoyado en los pilares con cuatro grupo de palancas y accionado cada torno por dieciséis personas.

una maroma. Al parecer, los egipcios ya los emplearon en la construcción de las pirámides⁹—ver figura V-13. En la figura V-14 podemos ver una de las ejecuciones más simples de las encontradas. La transmisión de la fuerza al eje se puede ejercer mediante palancas, manubrios o ruedas que, a su vez, pueden ser fijas o extraíbles.

Los hemos podido ver, desde los accionados por un solo servidor, hasta un total de más de 16 personas, dependiendo del par requerido.

Ha sido una tendencia muy natural, la de ir subiendo el número de elementos generadores de fuerza conforme se ha ido requiriendo más cantidad de esta y, sobre ello, ha habido muchos ejemplos: cuando el tiro de un caballo no ha sido

⁹ Luis GARCÍA GALLO, *op. cit.*, p. 136.

suficiente, se han ido añadiendo caballos hasta alcanzar la fuerza requerida; cuando en un bote de remos se ha querido alcanzar mayor velocidad, se han elevado el número de remeros; y si un motor no da la potencia necesaria se eleva el número de estos en los barcos o aviones.

En la figura V-15 se pueden ver 16 servidores por torno¹⁰, estos quedan situados en un lateral de la cabria de 4 pilares, viéndose grupos de 4 personas por palanca. Desconocemos si el dibujo responde a la realidad o ha sido imaginación del artista, pero consideramos la idea técnicamente factible y posible de llevarse a efecto de forma que los servidores no tengan que adoptar posturas tan extremas e incómodas. De hecho, en el caso de las cuatro ruedas de timón correspondientes a la fragata *Numancia* (1862 – 1912), según la maqueta que se expone en el Museo Naval de Cartagena, que suponemos sería accionado por 8 servidores, estos lo harían con una postura bastante más cómoda que la del caso anterior —ver figura V-16.



Figura V-16: Ruedas del timón de la fragata *Numancia* expuesta en el Museo Naval de Cartagena. En la figura se pueden ver las cuatro ruedas destinadas al accionamiento del timón.

Si hacemos el estudio de un torno de estas características que dispone de un carrete como el descrito para el cabestrante con un par resistente de 185,43 daN-m. Admitiremos, como hemos hecho anteriormente, un incremento del par resistente del 10 % como consecuencia de las fuerzas pasivas y con la misma

¹⁰ Marco CIANCHI, *Las máquinas de Leonardo*, Becocci Editore, Florencia, S.A., p. 27.

maroma. En estas condiciones, suponiendo 20 servidores ejerciendo una fuerza cada uno de 14,66 daN sobre el torno, calcularemos las dimensiones del mismo y su operatividad.

Antes de seguir adelante, tengamos en cuenta un punto importante. Todos los aparatos vistos están dotados de una fuerza constante ejercida por el servidor. En los cabestrantes o malacates, los servidores rotan en torno alrededor del eje del árbol sin dejar de impulsar al rotor. El hombre o los hombres ascendiendo por la periferia de la rueda ejercen su peso permanentemente. Según vimos en el Capítulo III, punto 3.6.4.6, en el caso de una cigüeña, el servidor ejerce fuerza permanentemente durante los 360° de giro de esta.

Cuando el servidor ejerce la fuerza sobre ruedas o palancas, la acción aplicada es diferente. El servidor puede actuar de dos formas distintas: coger con una mano una palanca y conforme se aproxima la otra extender el otro brazo hacia ella, asirla con la mano y continuar con el movimiento de forma que este sea continuo; la otra sería, asir con ambas manos la palanca, accionarla y cuando se haya alejado, soltar la palanca y alargar los brazos hasta donde se encuentre la otra.

En el primer caso, el servidor, asido a la palanca con un solo brazo, proporcionará solamente la mitad de la fuerza y cuando coja con la mano la palanca siguiente, proporcionará la otra mitad. Si la acción la ejecuta con los dos brazos, podrá hacer la totalidad de la fuerza a la vez, pero durante el tiempo que transcurre desde que suelta la palanca hasta coger la siguiente, el resto de los compañeros tendrá que asumir su fuerza, si esta ha de ser continua. Luego, en el caso de ruedas y palancas, al contrario de lo que sucede con las manivelas, la mitad de los servidores deben de ser capaces, en un momento determinado, de soportar la totalidad de la carga ellos solos.

Según lo visto, el brazo de palanca del torno anteriormente propuesto tendría que tener un mínimo de 1,24 m de radio. Esto significa que el eje de giro del tambor tendría que estar sobre el suelo y por encima de esa distancia. Los extremos de las palancas alcanzarían una altura de 1,85 m por encima del suelo, cuando estas formasen un ángulo de 45° con la horizontal. Suponiendo al servidor plantado sobre el suelo y con una talla media de 1,66 m y una longitud de brazo de 64 cm,¹¹ fácilmente alcanza a esta para continuar impulsando al rotor. Por tanto, consideramos que este tipo de máquina podría haber sido con cualquiera de las dos ejecuciones, palancas o ruedas, al que se estaba refiriendo el arquitecto.

¹¹ Según los datos estadísticos del CESIC, la altura de los españoles sufrió un aumento de 10 cm en el siglo XX (*El Mundo*, Madrid, 10 de noviembre de 2010).

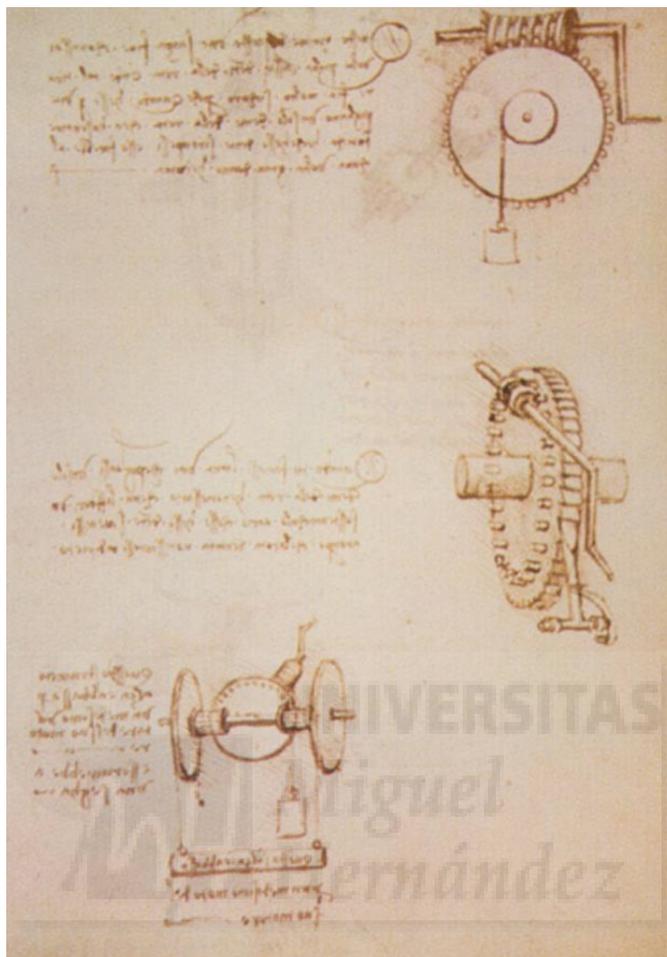


Figura V-17: Dibujo de Leonardo Da Vinci denominado “Mecanismo Helicoidal”.

5.2.2.2. EL TORNILLO SIN FIN

La primera mención que conocemos de él la hace Herón —ver figura V-19— y la primera imagen que se tiene de un torno con una rueda dentada, accionada con tornillo sin fin, es la correspondiente a los dibujos de Leonardo da Vinci (1452-1519)¹². Con posterioridad, Agostino Ramelli¹³ (1531-1600) en su obra *Le Diverse et Artificiose Machinei* del año 1588, describe toda una serie de combinaciones de tornillos sin fin en diferentes máquinas. Modernamente es una máquina muy extendida, pero como máquina antigua no ha sido posible localizar ningún ejemplar.

¹² Marco CIANCHI, *op. cit.*, p. 64.

¹³ Bautista Paz, Emilio y once más. Breve historia ilustrada de las maquinas, Sección de Publicaciones de la E.T.S.I.I. Universidad politécnica, Madrid, 2007; p,128.



Figura V-18: Ejecución moderna de un torno accionado con tornillo sin fin.

Se trata de una máquina capaz de elevar considerablemente el par de salida con muy poco en la entrada, por ejemplo: con una rueda de 22 dientes y un solo servidor podría elevar los 600 daN. Ahora bien, si con el torno de 1761 se deben de efectuar 259,45 vueltas de manivela para la elevación de los 24 m de carrera, con un torno de tornillo sin fin, como el descrito, precisaría 479,6 vueltas de manivela ejerciendo siempre los 14,66 daN —ver figura V-18.

5.2.2.2.3. TORNOS QUE INTERCALAN SISTEMAS DE AUMENTO DE PAR

Las posibilidades que ofrece un torno simple para aumentar el par es: a base de reducir el diámetro del cilindro, aumentar la longitud de las palancas, y aumentar el número de estas.

Cualquiera de los sistemas vistos hasta ahora tiene como objetivo el aumento de la fuerza mediante el efecto palanca y el resultado final es conseguir un par superior en el rotor donde se enrosca la maroma. Todos ellos se caracterizan por la rigidez existente entre el tambor donde se arrolla la maroma y el punto de aplicación de la fuerza por el servidor, no existiendo elementos móviles de por medio.

Ante lo expuesto, consideraremos como sistemas de variación de par aquellos que disponen de elementos móviles intercalados entre la acción de la fuerza aplicada por el servidor y el punto de utilización: engranes en sus diferentes ejecuciones —engranados entre sí o con tornillos sinfín—, combinación de poleas con cuerdas, palancas, etc.

Los sistemas utilizados a lo largo de los tiempos han sido muy variados, encontrándose todo tipo de combinaciones posibles entre poleas, motones, cuadernales, reducción por engranes, tornillos sinfín, etc. Los dividiremos en dos tipos: los que resultan de una combinación de máquinas elementales y los que hacen uso de engranaje o poleas con cintas sinfín.

5.2.2.3.1. COMBINACIÓN DE MÁQUINAS ELEMENTALES

Ha sido muy frecuente el empleo de varias máquinas dispuestas de forma que el aumento de par que ha provocado una de ellas en la salida ha sido empleado para introducirlo en otra máquina que lo ha vuelto a aumentar, obteniendo con ello unos buenos resultados.

Un sistema que nos llama especialmente la atención y que lo hemos visto reproducido en muchos lugares es la combinación que se propone en *Los Diez Libros de Architectura* de M. Vitruvio Polión¹⁴. Este consiste en la combinación de un cabestrante, una cabria, un torno compuesto por un árbol (apoyado en dos de los pilares de la cabria) que dispone solidarios con él dos carretes, uno grande y otro pequeño y un aparejo formado por dos cuadernales suspendidos del vértice de la cabria.

Una maroma une el carrete del cabestrante, con el carrete grande del torno, del carrete pequeño sale una maroma hasta el vértice de la cabria donde pasa por una polea del cuadernal fijo de este. De ahí, pasa a una polea del cuadernal móvil, sube otra vez al fijo, pasando por otra polea y vuelve a la otra del móvil

¹⁴ *Op. cit.*, lámina LIV, figura 2 (“Esta máquina se diferencia de la primera en el modo de poner el tiro, ó sea la maroma de subir los pesos, *funis ductarius*: y en la rueda que lleva la súcula en su medio.

A. Trócola ó garrucha de abaxo.

B. Árgano diverso del de la Lámina LIII, fig. 4, aunque no inferior en fuerza.

D. Palancas para girar el árgano.

E. Piedra que sube á 10 alto, asida de la tenaza F”).

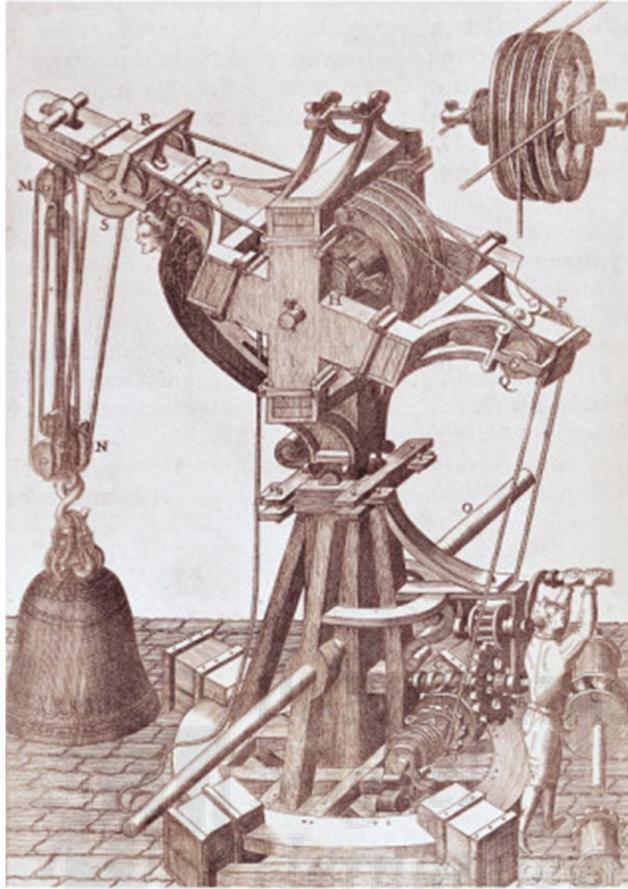


Figura V-19: Ingenio desarrollado por el *Capitano Agostino Ramelli*, donde se combinan tonos, engranajes, tornillos sin fin con coronas dentadas, poleas y polipastos.

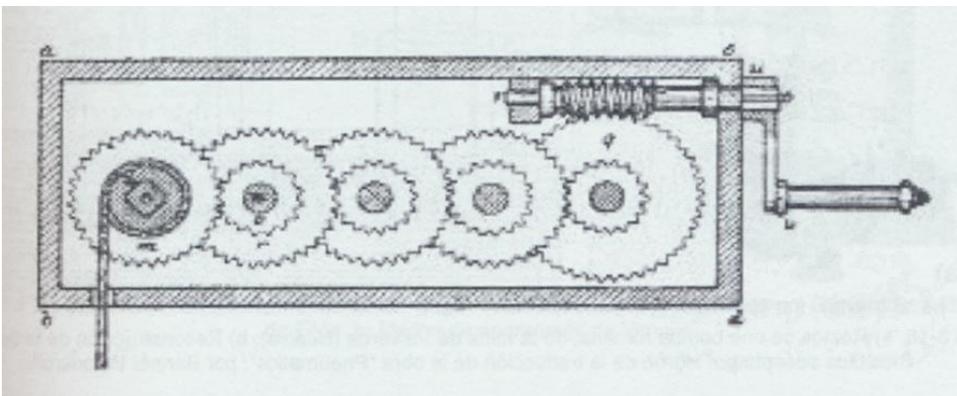


Figura V-20: Mecanismo para elevar cargas, según trabajos de Herón y reconstruido por Milonov Ju.K.

de donde regresa y se sujeta al vértice. El cuadernal móvil dispone de un gancho para sujetar la carga —ver figura V-8. Esta combinación, propuesta por

Vitruvio, produce un aumento de par importante y, construido con la robustez adecuada, puede ser capaz de elevar cargas pesadas con poco esfuerzo. Ahora bien, la carrera del gancho vendrá muy limitada por la cantidad de maroma que hay que almacenar en el carrete pequeño (poca fuerza a cambio de mucho recorrido manteniendo la potencia constante).

En la figura V-19 se puede ver, lo que podría ser una grúa, que se encuentra elevando una campana y en la que se ve que la entrada es una piñón de linterna que actúa sobre una rueda dentada, su salida la hace sobre un tornillo sin fin y este sobre una corona dentada a la que está acoplado un tambor donde lía una maroma. Esta última actúa en la parte alta de la grúa sobre una rueda grande acoplada a un tambor pequeño de menor diámetro y su salida y con una maroma, en la punta, a través de una combinación de cuadernales al gancho que tira de la campana. Indiscutiblemente el par de entrada sería bajo, pero el número de vueltas para elevar la campana sería bastante alto.

5.2.2.3.2. INCLUSIÓN DE ENGRANES

Otra opción es la inclusión de cadenas de engranajes entre la entrada y la salida consiguiendo con ello un elevado par en la salida de una forma bastante fácil de ejecutar. Con la combinación de engranes que se ha visto en el torno mandado construir por el arquitecto Marcos Evangelio, y que hemos descrito en el capítulo IV, obtendremos similares resultados de una forma menos complicada y con mucho menos espacio.

Sabemos que Aristóteles en el siglo IV a. de C., describe la transmisión de movimientos mediante ruedas dentadas de hierro o metal¹⁵. Herón de Alejandría (20 a. de C.- 62 de C.) Presenta un mecanismo para la elevación de cargas¹⁶, cuya reconstrucción mostrada en la figura V-20, se debe a Milonov Ju.K (1936). En la figura se observa un tornillo sin fin actuando sobre una rueda dentada con el fin de lograr un importante aumento del par de salida con muy poco de entrada.

Tenemos constancia del empleo de sistemas de engranes, hechos en madera, por parte de los romanos¹⁷ —ver figuras V-21 y V-22— pero su uso extendido no se produce hasta finales del siglo XIV en el que comienzan a construirse relojes en las catedrales de los países técnicamente más avanzados, como por ejemplo, en la Catedral de Wells en Inglaterra¹⁸ —ver figura V-23.

¹⁵ Bautista Paz, Emilio y once más, op. Cit ; p,72.

¹⁶ Bautista Paz, Emilio y once más, op. Cit, p,75

¹⁷ Catálogo de la exposición *Artifex. Ingeniería Romana en España*, Gobierno de España. Ministerio de Cultura, noviembre de 2008, MARQ, Alicante.

¹⁸ Museo de la Ciencia de Londres. Reloj la catedral de Wells, 20-11-2013 (fue construido alrededor de 1392 y ha estado en uso casi continuo desde entonces).

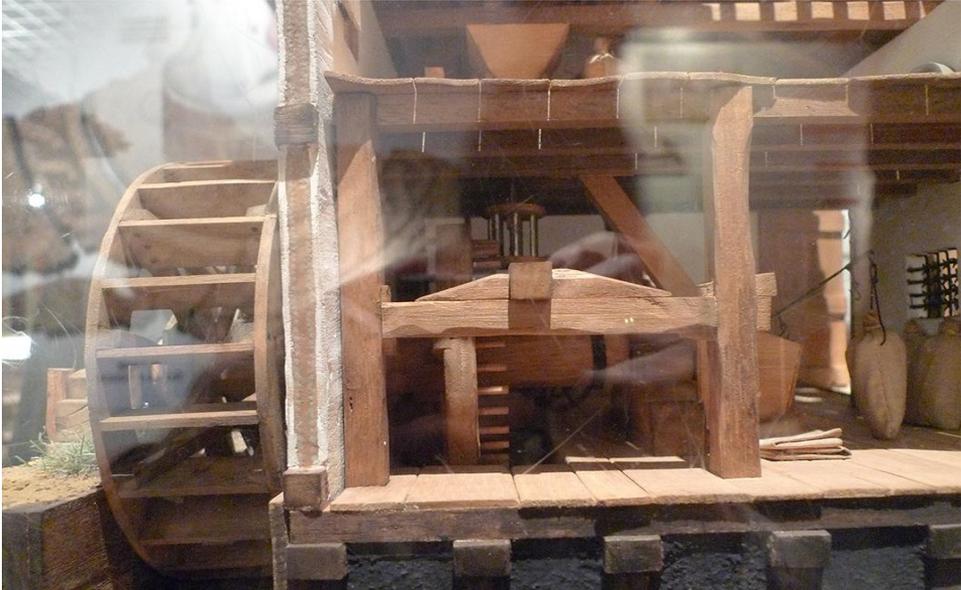


Figura V-21: Molino de cereales, perteneciente a la época romana, accionado por una rueda hidráulica. El eje de la rueda está unido a una corona dentada y esta a un piñón de jaula que mueve el sistema de molienda. Salvo los bulones de la linterna está ejecutado en madera. Museo de Londres.



Figura V-22: Maqueta correspondiente a una maquina romana, con engranes construidos con piezas de madera.

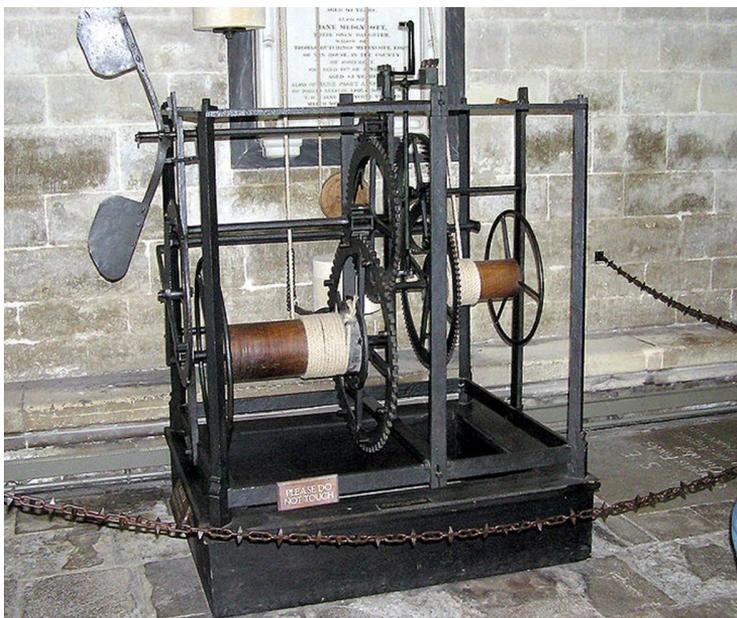


Figura V-23: Maquinaria pertenecientes al reloj de la catedral de Well (Inglaterra).

En España nos consta de comenzarse a utilizar de forma generalizada en la construcción de molinos de viento harineros y extracción de agua en el campo de Cartagena¹⁹ el 19 de octubre de 1384, pero haciendo uso de una tecnología más primitiva que la de los países industrializados —ver figura IV-34.

5.3. CONSIDERACIONES FINALES DEL CAPÍTULO V

A la vista del análisis efectuado, hemos podido comprobar que el arquitecto, una vez más, no andaba falto de razón al afirmar la existencia de un torno accionado por veinte personas. Como hemos podido comprobar, técnicamente es factible y hemos podido ver algunos casos similares, que si bien no disponían de 20, se aproximaban a tal número.

Una maqueta de lo que podría haber sido el referido torno, ha sido construida por el doctorando que suscribe, de la cual se acompaña la figura V-24. La maqueta está con palancas, pero podrían haber sido ruedas lisas o con empuñaduras, es tan solo una posibilidad.

¹⁹ Carlos ROMERO GALANA, "El Molino Zabala", *III Jornadas de Molinología. Cartagena: De la tradición al futuro*, Asociación para la Conservación y Estudio de los Molinos, 2011.

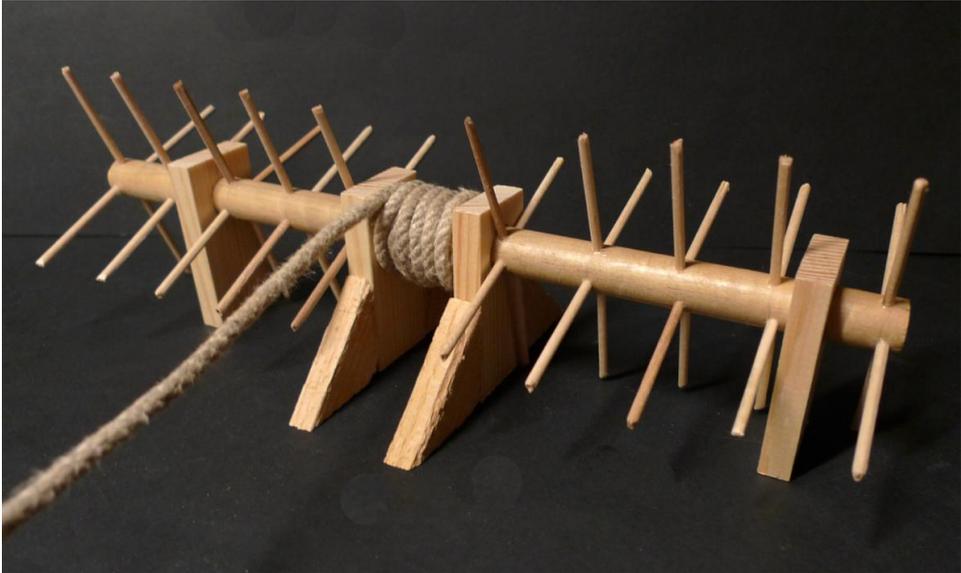


Figura V-24: Maqueta de lo que podría haber sido el torno sustituido por el diseñado por Marcos Evangelio. Dispone de diez grupos de paracas y los servidores estarían dispuestos diez en un lado y diez frente a estos.



CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

A alcanzado este punto, y tras haber finalizado el desarrollo de la tesis, nos encontramos con sus resultados y efectuando una valoración de los mismos, entendemos que la labor ha sido positiva en gran parte, pues hemos hallado respuesta a la mayoría de los problemas que nos habíamos planteado al principio del trabajo en el punto 1.3. En otras ocasiones no obtuvimos la respuesta esperada, por lo que nos han surgido nuevos interrogantes que podrían dar pie a nuevas líneas de investigación; y por último, hemos llegado a situaciones en las que, con la documentación que en la actualidad poseemos, nos hemos quedado sin respuesta posible al problema.

6.1. APORTACIÓN DE LA TESIS

Las tres líneas de investigación que hemos efectuado han sido desarrolladas cada una de ellas en un capítulo diferente y de igual manera efectuaremos la exposición de sus conclusiones:

Capítulo III

Su aportación más importante, sin lugar a dudas, es el análisis y la posterior descripción documentada de toda la tramoya aérea y las partes que la componen, con la inclusión de dimensiones, características de los materiales y detalles constructivos lo suficientemente precisos y claros para permitir llevar a cabo una reproducción de la misma con toda exactitud.

Es a lo largo de este capítulo donde se documenta la tramoya, por ello efectuamos su división en diez apartados: En los tres primeros, se señalan las zonas, dentro de la basílica, donde se montan las tramoyas, por donde se produce el acceso a estos lugares así como la descripción de los mismos, también se describen los elementos que se le han incorporado a la basílica —o se han modificado en ella— para recibir de forma adecuada el montaje de esta. En el resto de los apartados, tras su detenido análisis, los describimos e incluimos todos sus elementos.

Este estudio ha permitido detectar aspectos de la misma que ya habíamos adelantado al principio y que no han hecho más que confirmar lo que ya intuíamos: toda la tramoya está diseñada de forma empírica existiendo zonas doble o triplemente reforzadas y otras con escasez de dimensiones. Su diseño y constitución nos llevan a pensar que su mayor parte ha sido diseñada *ad hoc* para llevar a cabo la función asignada.

Como resultado del análisis de los tres primeros apartados, concluimos que la construcción del templo se hizo teniendo muy presente que en ella se debía de representar la *Festa*¹: la cubierta plana, salvo raras excepciones, es completamente atípica en las iglesias del entorno. Esta situación facilita el montaje de las tramoyas así como el de las labores a desarrollar sobre esta durante las representaciones —otra disposición diferente a una cubierta plana solo dificultaría lo anterior— y estamos refiriéndonos al año 1673, fecha en la que se da comienzo a la edificación actual y las representaciones se efectuaban desde lo alto de la nave y nadie pensaba en trasladarlas al cimborrio.

También se deduce, en lo referente a su situación actual, que a la hora de efectuar el cambio, de la cubierta de la nave al tambor, la situación fue opuesta a la anterior: se tenía una tramoya que se montaba sobre la cubierta de la nave y hubo que acoplarla a un lugar del edificio que, en principio, nadie pensó destinado a llevar a cabo una representación. Para ello se tuvieron que efectuar modificaciones al edificio y a la tramoya que ya se tenía.

En lo que al resto de los apartados del capítulo y en cuanto a la tramoya se refiere, deducimos lo siguiente: la tecnología que se empleó para componerla no difiere a la comúnmente utilizada a lo largo de los tiempos de su existencia, era la corriente, la que se empleaba en la construcción de edificios, minería navegación etc., y la correspondiente a la que se utilizaba en el momento en que se reparó o construyó el elemento correspondiente y se daba en nuestro lugar geográfico.

Otro aspecto que podemos aportar tras nuestro análisis, y relacionado con lo recientemente dicho, es que en la tramoya existe un cúmulo de elementos tecnológicos correspondientes a sus más de cinco siglos de existencia; encontramos piezas, métodos constructivos, formas de ensamble, tornillos, clavos, roblones, materiales y un largo etc., que están en ella desde su origen y otros que se le han ido añadiendo o sustituyendo a lo largo de su existencia, y se le ha colocando en cada momento según la técnica de cada momento.

¹ Recordemos los argumentos que esgrime el arquitecto Marcos Evangelio (ver capítulo I-Introducción) para trasladar las tramoyas de la cubierta de la nave al cimborrio cuando propone aligerar ésta con la incorporación de una cubierta dos aguas.

Como ejemplos podemos citar, en primer lugar, el caso del Araceli —máquina que a nuestro entender es la más primitiva de cuantos elementos componen la tramoya— en la que encontramos un bastidor con ensambles entre las piezas de acero que la componen, de todo tipo: uniones espiga-muesca-cuña, idéntica a la que tiene el bastidor de la máquina de relojería de la catedral de Well en Inglaterra de finales del siglo XIV —compárese la figura V-23 con la III-211—, tornillos fuera de cualquier tipo de norma constructiva uniendo los arcos que componen la parábola, tornillos del sistema Whitworth en la unión de los jabalcones con el sitio central, tornillos del sistema métrico en la unión de las tablas de los sitios a las planchas de acero que las forman y soldadura eléctrica reforzando los roblones que unen las planchas de acero que forman los sitios.

Otro ejemplo podría ser las bisagras de las alas, sujetas al prisma octagonal construido con madera, que forman la cubierta de la *Mangrana*. Estas bisagras se unen con clavos hechos en forja, que pueden tener más de cuatro siglos de antigüedad; pues bien, tras faltar uno de ellos, lejos de reproducir uno en la forja, se le colocó un clavo de los de construcción en serie que se pueden encontrar en el comercio actual. O también sabemos que cuando se deterioró la anterior jácena, que era de madera, en el año 1922, se sustituyó por una celosía, construida con acero laminado, que correspondía a la tecnología punta de la fecha. O la maroma que se emplea para la subida de los aparatos que continúa siendo de cáñamo, pero reforzándolo con un material sintético de alta resistencia, y así hasta un largo etc.

Ahora bien, lo que también hemos podido comprobar que se conserva plenamente, y que no ha cambiado en los últimos 250 años, es su diseño, sus métodos de montaje y procedimientos de uso en las representaciones.

En este capítulo se obtienen también las características constructivas y dinámicas del torno actual, y en él se documentan. Estas nos servirán para efectuar una comparación con los tornos que les precedieron y con ello abordar el capítulo V, en el que hemos intentado deducir cómo eran los tornos utilizados en el año 1760 y anteriores.

Capítulo IV

Este capítulo se ha dedicado enteramente a los tornos que entraron en servicio en el año 1761. En primera lugar, hacemos referencia a las primeras figuras que disponemos de los tornos que, salvo error u omisión, fueron diseñados por el arquitecto Marcos Evangelio, y las comparamos con los que han llegado a la actualidad, obteniendo como resultado que algo debió de sucederle a la máquina para que cambiase tanto.

Seguimos con el análisis del fatídico incendio producido en la basilica de Santa María en el año 1936, su evolución en interior del templo y el modo en que

este afectó a los tornos. Con ello demostramos que, en contra de lo que se tiene documentado hasta el momento, los tornos ardieron completamente en el incendio, desapareciendo de ellos todos sus elementos combustibles y dañando con ello las características estructurales de las piezas que los componen.

Continuamos con un análisis de los tornos y obtención de sus características constructivas y dinámicas fundamentales. Repetimos los trabajos cambiando las hipótesis de cálculo y considerando en ello que la máquina, en lugar de estar montada con el torno grande en la parte más alejada del cimborrio, lo estuviese en la parte pegada a él, dándonos como resultado el poder afirmar que es posible que la máquina funcionase únicamente con dos servidores. De esta manera queda demostrado que el torno estuvo bien diseñado por el arquitecto y que estuvo bien construido, pero que debió producirse un error de montaje. Esto nos genera una pregunta sin respuesta: ¿qué dio lugar a este error? Es de suponer que el arquitecto estuviera presente durante dicho montaje, por tanto no llegamos a entender qué es lo que sucedió realmente.

A lo largo del análisis nos llama enormemente la atención la tecnología que incorpora la máquina, especialmente, lo que a los engranes se refiere. Estos son de construcción más adelantada a la que estaba disponible en este país en la época en la que se construyeron. Como vemos en el capítulo siguiente, es tecnología que sí se daba en otros países, para lo que volvemos a tomar como referencia la máquina del reloj de la catedral de Well en Inglaterra que comparamos con la tecnología coetánea de nuestro entorno geográfico —ver figuras IV-33, IV-34, V-23 y V-24. Esta comparación nos genera la pregunta ¿en qué países se disponía de esta tecnología? a la que únicamente podemos dar una respuesta parcial: Francia, Inglaterra, Alemania o Italia. Pero ¿cuál fue y cómo se produjo la vía de contacto entre tales posibles países con Elche? Esto también requiere nuevas búsquedas.

Capítulo V

Obtenidas las características dinámicas de las máquinas de 1761 y de 1971, efectuamos su comparación, dando como resultado una gran similitud entre ellas. Estos datos nos permitirán compararlos con los diferentes tornos posibles y constatar si en alguno de los modelos estudiados tuvieron que precisarse veinte personas o más para elevar la carga más pesada empleada en la *Festa*, tal como indicaba al mencionado informe de Marcos Evangelio.

Para ello, hemos intentado localizar todas aquellas actividades humanas que, a lo largo de la historia, han precisado medios mecánicos auxiliares para mover grandes pesos, sobre todo en altura y desplazamiento. Tras su identificación y análisis hemos efectuado un estudio de las máquinas empleadas, que se clasifican según las características que las diferencian.

Dentro de cada tipo diferente de máquina, construida con unas medidas razonables, hemos ido poniendo ejemplos en los que, tras aplicar por cada uno de sus servidores la misma fuerza que se aplica al torno diseñado por Evangelio, obtenemos como resultado el número de operarios que precisa para elevar la carga de la tramoya de la *Festa*.

De todos los ejemplos de tornos posibles, efectivamente, se ha detectado uno que precisaría veinte o más servidores para elevar la carga señalada, con lo que podemos esbozar con este dato la forma que este podría tener.

Dicho análisis da como resultado la ejecución más simple y elemental de todas las máquinas conocidas, algo similar a lo visto en las figuras V-15 y V-16. Se trata de un árbol común con diez grupos de palancas o ruedas y con la disposición de veinte hombres formando dos hileras y una frente a la otra; en la figura V-25 exponemos una maqueta de un torno que requeriría tal cantidad de hombres.

Con respecto a la disposición de los tornos en el templo, forzosamente tendrían que estar más a poniente que los pilares de la cabria. No olvidemos que la primera parte que se ejecuta de la actual iglesia barroca es su nave central y hacia el este, después del arco toral, no debía existir edificación. En dirección a poniente desde el arco toral estaba la “trapa per on baixa l’àngel” en la bóveda; sobre esta, el vértice de los pilares de la cabria con las poleas, y, a continuación, y en el eje longitudinal de la terraza y dispuestos ortogonalmente con él, los ejes de los tambores de los tornos.

6.2. LÍNEAS DE INVESTIGACION FUTURAS

A lo largo de este proceso de investigación, ha habido que rechazar el deseo de retroceder en muchas ocasiones y analizar la evolución de la tramoya, así como seguir investigando para darle las respuestas adecuadas que nos han surgido en el capítulo IV. Por tanto, consideramos como vías de investigación abiertas las siguientes.

- De los países que tecnológicamente podrían haber construido los tornos, ¿con cuáles existían en aquel momento relaciones comerciales para que hubiesen podido llevar a cabo el encargo del arquitecto Marcos Evangelio?
- Toda la tramoya, tal cual la hemos descrito, corresponde al año 2010, pero ¿cómo han ido evolucionando con el tiempo sus distintos componentes?

6.3. CONSIDERACIONES FINALES

Alcanzado este punto, quiero aprovechar esta oportunidad para poner de manifiesto la gran satisfacción y el honor que me ha supuesto el estar ocupado en asuntos de nuestra *Festa* como ilicitano, hijo de ilicitanos y nieto de ilicitanos. Ellos formaron parte de la correa de transmisión que el pueblo ha construido a través de los siglos y a consecuencia de la cual el Misterio de Elche se ha ido consolidando formando parte de los Patrimonios de la Humanidad, que quiere decir patrimonio de todos. Durante un tiempo me he ocupado de su mantenimiento, conservación y, sobre todo, de su investigación, lo que me ha permitido adentrarme en lo más profundo de la *Festa*: su historia; y así he comprendido mejor a mis antepasados con los que, gracias a sus actuaciones sobre los aparatos que nos han legado, he compartido problemas y desvelos. Me he sentido, por unos momentos, continuador de sus esfuerzos y ello me ha llenado de orgullo. El poder sacar a la luz conocimientos que nunca debieron de haberse perdido y que nos permiten conocerles aun mejor, hace que me sienta eficaz. Como ingeniero, he logrado convivir con unas máquinas únicas, desconocidas ya para los técnicos de hoy y además, en pleno funcionamiento. El interés por estos aparatos antiguos me ha empujado a viajar en busca de soluciones a los problemas cuando afrontamos su reparación, lo que me ha dado pie a conocer otras maquinarias, cosa que me ha permitido obtener un amplio panorama de la época. Cargado de mi cámara fotográfica y el ojo atento, he pasado a la documentación y al análisis que me ha llevado a ampliar mis conocimientos sobre la *Festa*, su composición y, sobre todo, sus orígenes. Y junto a mí –no quiero olvidarlos- un colectivo de magníficas personas que trabajan en un generoso anonimato ofreciendo su esfuerzo con el deseo de que su actuación sea, como así lo siento yo, un eslabón que nos une a los ilicitanos que nos precedieron. La tradición no es más que ese esfuerzo de todos -del *cadafal*, la sepultura, el cielo, sus organizadores...- DE TODOS. Así pues entendemos que lo grandioso del Misterio de Elche es que pertenece al pueblo y es el pueblo quien lo pone, cada año, en pie. Estoy orgulloso de tender mi mano al pasado a través de mi trabajo. Para mí, ha sido esta una gran misión.

En Elche, a junio de 2014

- Víctor ALCALDE LAPIEDRA, José Manuel ALVARES ZÁRATE, Javier BASCUAS HERNÁNDEZ, Ana GARCÍA FELIPE, Ana GERMÁN ARMJO y Emilio RUBIO CALVO, "La carga física de trabajo en las extremidades superiores. Los límites del sistema mano-brazo", *Mapfreseguridad*, 101, Primer trimestre de 2006.
- Eugene A. AVALLONE y Theodore BAUMEISTER III, Marks, *Manual del Ingeniero Mecánico*, 9ª edición, Mc Graw Hill, México, 1995.
- Enrique BELDA VILLENA, *Resistencia de Materiales y Cálculo de Estructuras*, tomo primero, Bilbao, 1963.
- Benito BAILS, *Elementos de Matemáticas*, Imp. Joachin Ibarra, Madrid, 1780, volumen IV.
- Mateo CALABRO, *Tratado de Fortificación o Arquitectura Militar. Dado por el Capitán de Infantería Don Mateo Calabro Ingeniero en Segunda de los Reales Ejércitos de su Majestad y Director General de esta Real Academia de Matemáticas de Barcelona*, Abril 1º de 1733.
- Elena CAPRIETTI, *Brunelleschi*, ("Le machine scenotecniche per le sacre rappresentazioni") Giunti Editores, Milán, 2003.
- A.L. CASILLAS, *Máquinas*, Edición hispanoamericana, Madrid, 1975, edición 28.
- Joan CASTAÑO I GARCÍA, *Aproximacions a la Festa d'Elx*, Instituto Alicantino de Cultura Juan Gil Albert, Alicante, 2002, p. 80.
- Joan CASTAÑO I GARCÍA, *La Festa d'Elx, la Festa de tots. Del passat al futur d'un Patrimoni de la Humanitat valencià*, Generalitat Valenciana, Conselleria de Cultura i Esport, Valencia, 2007.
- Joan CASTAÑO GARCÍA, *Repertori bibliogràfic de la Festa d'Elx*, IVEI – Ajuntament d'Elx, Valencia, 1994.
- Joan CASTAÑO GARCÍA, *La Festa o Misteri d'Elx. Guía de la festividad de Nuestra Señora de la Asunción*, Patronato del Misteri d'Elx, Elche, 2012.
- Joan CASTAÑO GARCÍA, *La Imagen de la Virgen de la Asunción, Patrona de Elche*, Caja de Ahorros Provincial de Alicante - Patronato Nacional del Misterio de Elche, Alicante, 1991.
- Marco CIANCHI, *Las máquinas de Leonardo*, Becocci Editore, Florencia, S.A.
- J. Antonio DE ANDRÉS Y RODRIGUEZ-POMATTA, Santiago AROCA LASTRA y Manuel GARCÍA GÁNDARA, *Termotecnia*, UNED, 1984.
- Adelardo DE LAMADRID MARTÍNEZ y Antonio DE CORRAL SAIZ, *E.T.S. Ingenieros Industriales. Cinemática y dinámica de máquinas*, Madrid, 1969.
- Luis GARCÍA GALLO, *De las mentiras de la Egiptología a las verdades de la Gran Pirámide*, 3ª edición, Gráficas Guada, Barcelona, 1985.
- Gonzalo GIRONÉS GUILLEN, *El Misterio de Elche*, Patronato del Misteri d'Elx, Elche, 2008.
- José María VIVES RAMIRO, *La Festa y el Consuetu de 1790*, Ayuntamiento de Elche, Elche, 1980.
- Mª Isabel GÓMEZ SÁNCHEZ, *Las estructuras de madera en los Tratados de Arquitectura (1500-1810)*, Colección Arquitectura AITIM, Madrid.
- A. S. HALL, A. R. HOLOWENCO, y H. G. LAUGHLIN, Serie de Compendios Schaum *Diseño de Máquinas, teoría y 320 problemas resueltos*, McGraw-Hill de Mexico, 1971.
- John HAWLEY y Louise BURKE, *Rendimiento deportivo máximo*, Paidotribo, Barcelona, 1999, Tabla 4.7.
- Pedro IBARRA Y RUIZ, "La Festa de Elche", *Las Provincias*, Valencia, 1, 3 y 4 de agosto de 1901. Reproducidos en *Nueva Illíce*, Elche, a partir del 8 de agosto de 1920.
- Pedro IBARRA Y RUIZ, *Historia de Elche*, Manuel Pastor, Elche, Col. "Papers d'Elx", 1, 1982.
- Fernando LÁZARO CARRETER, "Sobre el "Misteri" de Elche", *El Público*, Madrid, Junio 1987.
- Sixto MARCO LOZANO, "1760: Any en què Marcos Evangelio va transformar la tramoia o escenari de la Festa" (transcripción documental de Joan CASTAÑO GARCÍA), *La Rella*, 23, 2010.
- Sixto MARCO LOZANO, *La Tramoya Aérea del Misterio de Elche antes de 1760*, Aytamente d'Elx, Revista FESTA D'RLX, 2009.
- Francisco José MARTÍNEZ LÓPEZ, María Dolores AYUSO GARCÍA e Isabel GARCÍA DÍAZ, *El*

- molino de viento en Cartagena durante el siglo XVIII*, Universidad de Murcia, 1999.
- Francesc MASSIP I BONET, *La Ilusión de Ícaro: Un desafío a los dioses*, Colección Música y Teatro Religioso y Medieval, Comunidad de Madrid, Consejería de Educación y Cultura, Madrid, 1997.
- Francesc MASSIP I BONET, *La Festa d'Elx I els misteris medievals europeus*, Institut de Cultura Juan Gil-Albert - Ajuntament d'Elx, Alicante, 1991.
- Francesc MASSIP I BONET, *El Teatro Medieval. Voz de la divinidad, cuerpo de histrión*, Montesinos, Madrid, 1992.
- Rafael McEVOY BRAVO, "El Misterio de Elche y sus antecedentes en el arte, la cultura y la escenotecnia italiana: Filippo Brunelleschi y los ingenios aéreos florentinos", *Festa d'Elx*, 2013.
- Justo Muñoz, "EL NUEVO TORNO DE LA "FESTA" EN SANTA MARÍA. El lunes, su primera prueba", *Información*, 3 de septiembre de 1971.
- Rafael NAVARRO MALLEBRERA, *Los arquitectos del templo de Santa María de Elche*, Caja de Ahorros Provincial de Alicante, Alicante, 1980.
- KOSHKIN N. I. - SHIRKÉVICH, *Manual de Física Elemental*, Mir, 1975.
- Peter OWEN. Los nudos básicos y su aplicación en: náutica, camping, escalada, pesca. Graficas Huertas, Madrid, 2006
- Bautista PAZ, EMILIO y once más. Breve historia ilustrada de las maquinas, Sección de Publicaciones de la E.T.S.I.I. Universidad politécnica, Madrid, 2007
- Jesús M. PÉREZ, *Complementos de Tecnología Mecánica y Metrología Dimensional*, Universidad Politécnica de Madrid, E.T.P.S.I.I, Madrid, 1988.
- José Antonio PÉREZ JUAN, *El Rescripto del Papa Urbano VIII sobre la Festa o Misteri d'Elx*, Tirant Lo Blanch, Valencia, 2008.
- R.P. Charles PLUMIER MINIMUS, *L'Art de Tourner, ou de Faire en Perfection Toutes Sortes d'Ouvrages au Tour*, París, 1749.
- José POMARES PERLASIA, *La "Festa" o Misterio de Elche (I)*, Patronato del Misteri d'Elx, Elche, 2004.
- R.P. Charles PLUMIER MINIMUS, *L'Art de Tourner, ou de Faire en Perfection Toutes Sortes d'Ouvrages au Tour*, París, 1749.
- Luis QUIRANTE SANTACRUZ, *El Misteri d'Elx. Edició de la consuetud del 1722*, Patronato del Misteri d'Elx, Elche, 2004.
- Rafael RAMOS FOLQUÉS, *La leyenda del Misterio de Elche*, Graficas Asín, Madrid, 1956.
- Julio REY PASTOR, *Curso de cálculo infinitesimal*, Argentina, 1962.
- Carlos ROMERO GALANA, "El Molino Zabala", *III Jornadas de Molinología. Cartagena: De la tradición al futuro*, Asociación para la Conservación y Estudio de los Molinos, 2011.
- M. SIGAUD DE LA FOND, *Elementos de Física. Teórica y experimental*, Imprenta Real, Madrid, 1787. p. 104: Experimentos de Reamur. Historia de la Real Academias de las Ciencias de París del año 1711.
- Marcos Lucio VITRUVIO POLIÓN (27 a.C.). *De Architectura*, en diez libros, probablemente escritos entre los años 27 y 23 a.C. Traducidos del latín y comentados por Joseph Ortiz y Sanz, presbítero de orden superior (Madrid, 1787).
- José M^a VIVES RAMIRO, *La Festa o Misterio de Elche a la luz de las fuentes documentales*, Generalitat Valenciana, Valencia, 1998.